

Podhalańska Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa  
w Nowym Targu

# ANATOMIA KLINICZNA NARZĄDÓW RUCHU



pod redakcją  
Waldemara Hładkiego i Jacka Lorkowskiego

Nowy Targ 2014



Podhalańska Państwowa Wyższa Szkoła  
Zawodowa w Nowym Targu

## **Anatomia kliniczna narządów ruchu**

ANATOMIA KLINICZNA  
NARZĄDÓW RUCHU

Wydanie VII (z III) 2014 r. - 1000 egzemplarzy



Podhalańska Państwowa Wyższa Szkoła  
Zawodowa w Nowym Targu

**ANATOMIA KLINICZNA  
NARZĄDÓW RUCHU**

Redakcja: Waldemar Hładki i Jacek Lorkowski

---

Nowy Targ 2014

## REDAKCJA NAUKOWA

prof. dr hab. n. med. Waldemar Hładki

dr n. med. Jacek Lorkowski

## RECENZENT

prof. dr hab. Jacek Lewandowski

## KOLEGIUM REDAKCYJNE

**Przewodniczący:** dr Maciej Hodorowicz

**Członkowie:** prof. dr hab. inż. Stanisław Stryczek; dr hab. Marek Doktor, prof. nadzw.;  
dr hab. Zbigniew Doniec, prof. nadzw.; dr hab. Dariusz Mucha, prof. nadzw.;  
dr hab. Janusz Ślusarczyk, prof. nadzw.; dr hab. Magdalena Sadlik;  
dr Bożena Bogusz; dr Maciej Matuszewski; dr Franciszek Mróz;  
dr Halina Traczewska; mgr inż. arch. Agata Bentkowska-Mitana;  
mgr Iwona Hodorowicz; mgr Monika Jakobiszyn; mgr Agnieszka Krzystyniak

## KOREKTA

dr hab. Magdalena Sadlik

## Projekt okładki

Robert Lipkowski

## Skład, łamanie

Piktograf

## Druk

Drukarnia GS

## Wydawca

Podhalańska Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Targu

ul. Kokoszków 71, 34-400 Nowy Targ

www.ppwsz.edu.pl

e-mail: ppwsz@ppwsz.edu.pl

ISBN 978-83-60621-26-4

Nowy Targ 2014



611

17928

# Spis treści

<b>Słowo wstępne</b>	<b>9</b>
<i>Waldemar Hładki i Jacek Lorkowski</i>	
<b>Początki anatomii</b>	<b>11</b>
<i>Jacek Lorkowski, Jakub Polit</i>	
<b>Etyczny aspekt wykorzystania zwłok ludzkich do badań naukowych i dydaktycznych</b>	<b>19</b>
<i>o. Włodzimierz Wieczorek OP</i>	
<b>Prawne aspekty postępowania z ciałem ludzkim po śmierci w ustawodawstwie polskim</b>	<b>21</b>
<i>Filip Fedorowicz, adwokat</i>	
<b>Budowa kości i tkanki kostnej</b>	<b>25</b>
<i>Jacek Lorkowski, Katarzyna Kotela-Węgrzyn</i>	
<b>Osteologia</b>	<b>35</b>
<i>Iwona Teul, Jacek Lorkowski</i>	
<b>Mięśnie – podstawowe informacje o budowie, funkcji i mechanizmie działania</b>	<b>57</b>
<i>Renata Wilk, Jacek Lorkowski, Bartłomiej Nawrotek</i>	
<b>Połączenia kości</b>	<b>75</b>
<i>Jacek Lorkowski, Karolina Czaplarska</i>	
<b>Podstawy biomechaniki stawów</b>	<b>81</b>
<i>Marek S. Kozień, Jacek Lorkowski</i>	
<b>Anatomiczne odrębności budowy kości dziecięcej</b>	<b>89</b>
<i>Jerzy Sulko, Jacek Lorkowski</i>	
<b>Anatomiczne odrębności narządu ruchu wieku podeszłego</b>	<b>93</b>
<i>Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki</i>	
<b>Anatomia kliniczna kręgosłupa</b>	<b>97</b>
<i>Jacek Lorkowski, Barbara Jasiewicz</i>	
<b>Klatka piersiowa – szkielet i jego połączenia</b>	<b>119</b>
<i>Jacek Lorkowski, Barbara Jasiewicz</i>	

<b>Anatomia kliniczna obręczy barkowej</b>	<b>127</b>
<i>Jacek Lorkowski, Roman Brzóska</i>	
<b>Staw łokciowy i połączenia kości przedramienia</b>	<b>141</b>
<i>Jacek Lorkowski, Jerzy Sulko</i>	
<b>Anatomia kliniczna ręki</b>	<b>151</b>
<i>Jacek Lorkowski, Marek Trybus</i>	
<b>Anatomia kliniczna obręczy miednicznej</b>	<b>171</b>
<i>Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki</i>	
<b>Anatomia kliniczna stawu biodrowego</b>	<b>183</b>
<i>Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki</i>	
<b>Anatomia kliniczna stawu kolanowego</b>	<b>193</b>
<i>Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki</i>	
<b>Anatomia kliniczna stopy i stawu skokowo-goleniowego</b>	<b>207</b>
<i>Jacek Lorkowski</i>	
<b>Zestawienie wybranych ważnych przestrzeni anatomicznych w obrębie kończyn górnych, dolnych i ich obręczy</b>	<b>259</b>
<i>Jacek Lorkowski</i>	
<b>Zestawienie najważniejszych ruchów w stawach</b>	<b>269</b>
<i>Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki</i>	
<b>Zestawienie wybranych rozbieżności pomiędzy mianownictwem anatomicznym i ortopedycznym</b>	<b>275</b>
<i>Jacek Lorkowski, Barbara Para</i>	
<b>Zestawienie wybranych wrodzonych wad narządów ruchu u dzieci</b>	<b>279</b>
<i>Jacek Lorkowski, Jerzy Sulko</i>	
<b>Redaktorzy i autorzy książki</b>	<b>283</b>
<b>Aneks – ryciny wybranych przypadków klinicznych z zakresu wad i urazów narządu ruchu</b>	<b>287</b>
<i>Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki, Barbara Jasiewicz, Jerzy Sulko, Roman Brzóska</i>	



## Słowa wstępne

Wychowanie artystyczne podjęłem się do tego, bo chciałem zobaczyć, jak to wygląda w rzeczywistości. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki.

Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki.

Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki.

Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki. Wychowanie artystyczne to nie jest tylko odczytywanie literatury, ale przede wszystkim przeżywanie sztuki.

### Podziękowanie:

Autorzy dziękują za wnikliwe przeczytanie, korektę tekstu i cenne uwagi: Ewie Kielbasiewicz-Lorkowskiej oraz Urszuli Zakrzewskiej-Pręczonek.



## Słowo wstępne

Współczesna anatomia podzielona jest na kilka dużych działów. Są to między innymi anatomia opisowa i topograficzna oraz anatomia kliniczna. Podejmując problem przedstawienia anatomii, stajemy przed dylematem, która część rozległej wiedzy anatomicznej jest najbardziej potrzebna z praktycznego punktu widzenia. Wobec ogromu wiedzy, którą zasypywany jest współczesny człowiek, wydaje się, że właściwym wskazaniem jest wybór anatomii klinicznej, pełnej nawiązań do wiedzy potrzebnej w przyszłej pracy.

Spotykając się na międzynarodowych kongresach z osobami znającymi anatomie narządu ruchu, zarówno ortopedami, jak fizjoterapeutami, jak i ratownikami medycznymi, mieliśmy możliwość zauważenia, że ci wysoko wyspecjalizowani ludzie są świetnymi specjalistami na ogół w jednej części anatomii nrządu ruchu, a o innych stopniowo zapominają. Uczestnicząc w wielu kursach i szkoleniach dotyczących jednego zagadnienia i temu poświęcają się w swojej pracy zawodowej.

Przekazując wiedzę z anatomii klinicznej, logiczne wydaje się dostosowanie jej do wymagań obowiązujących studentów z zakresu anatomii opisowej, jak i wiedzy z anatomii klinicznej usystematyzowanej wg tytułów sesji, a więc i nieoficjalnych podspecjalizacji istniejących w europejskiej ortopedii, traumatologii i rehabilitacji narządów ruchu oraz uwzględnianych w kursach ratownictwa medycznego. Łączy się to z pewnymi powtórzeniami w tekście, ale czyni każdy z rozdziałów autonomiczną częścią i umożliwia szybki powrót do wybranego fragmentu anatomii narządów ruchu nawet po kilku latach.

Przedstawienie wiedzy z anatomii w tej formie wydaje się właściwe tym bardziej, że podręcznik ten jest wydawany przez Uczelnię nawiązującą, chociażby z racji swojej lokalizacji, do tradycji odważnego myślenia i działania oraz czerpania ze wzorców europejskich i amerykańskich.

Autorzy będą wdzięczni Czytelnikom za wszelkie uwagi dotyczące oddawanej do Państwa rąk książki, a szczególnie za sugestie dotyczące proponowanych ewentualnych zmian.

*Waldemar Hładki i Jacek Lorkowski*



# Początki anatomii

Jacek Lorkowski, Jakub Polit

W epoce nowożytnej anatomia nie miała łatwych początków. Klasyczny antyk, do którego z coraz większym zapalem chciano nawiązywać, nie pozostawił w tej dziedzinie jednoznacznego dziedzictwa. W jak najostrożniejszym przeciwieństwie do stereotypu, zakładającego iż to związane z chrześcijaństwem zahamowania wstrzymały studiowanie budowy ciała ludzkiego, przypomnieć trzeba, że dla dawnych Hellenów zwłoki były źródłem zmyślenia rytualnej. Kontakt z nimi był nieczysty. Chcąc zohydzić chrześcijan, wyznawcy dawnych bogów wskazywali, że nowa religia czci „marynowane głowy i piszczele” jako relikwie. Na złamanie tabu pozwolić sobie mogły tylko ekscentryczne jednostki, chronione ramieniem potężnego władcy – przede wszystkim żyjący w III w. p.n.e. Herofilios z Kalchedonu i Erasistratos z Julis na Keos, pracujący w aleksandryjskim Muzejonie pod opieką dynastii Ptolomeuszów. Być może egipska tradycja mumifikacji dała podstawy ich działalności (choć w czasach dawnych faraonów otwieracze zwłok byli powszechnie pogardzani). Herofilos rozpoznał układ nerwowy i odkrył obieg krwi. Erasistratos udoskonalił anatomię serca i usystematyzował nerwy, choć niestety powrócił do poglądu (odrzuconego przez Herofiliosa), iż tętnice przenoszą sprężone powietrze (*pneuma*). Obaj przeprowadzali operacje i dokonywali sekcji zwłok. Według Aulusa Corneliusa Celsusa, rzymskiego kompilatora z I w. n.e., w Muzejonie dokonywano wiwisekcji na dostarczonych przez króla skazańcach (a środków znieczulających nie znano i nie chciano znać!). Okres rzymski przyniósł jednak wyraźny regres w medycynie. W tym czasie wybitną postacią był Klaudios Galenos z greckojęzycznego Pergamonu (129-199 n.e.), lekarz cesarza Marka Aureliusza i bez wątpienia medycyny tytan, który jednak ze wszystkich gałęzi medycyny najmniej interesował się chirurgią. Choć dokonywał sekcji, a nawet wiwisekcji zwierząt (w tym małp) wspomniane już tabu wykluczyło badanie przez niego ludzkich zwłok. Jak sam wspomina miał z nimi do czynienia dwukrotnie: oglądając szkielet objedzonego przez ptaki zbrodniarza oraz zwłoki wypłukane z grobu przez wodę. Stąd epokowe skądinąd dzieła Galenosa zawierają w dziedzinie anatomii szereg błędów, zwłaszcza w opisie śledziony, wątroby i informacji o układzie krążenia (pisał o „sile pulsowej” wahadłowo wypychającej krew z serca na obwód i cofającej do serca). Autorytet Galena był jednak tak olbrzymi, że jego pisma, a przetrwało ich około 150, w tym kilka w przekładzie łacińskim i arabskim, uznano w średniowieczu za ostatnie słowo medycyny, swoisty medyczny odpowiednik filozoficznych dzieł Arystotelesa. Dokonania aleksandryjskich poszły w zapomnienie, a nazwisko Galena – o ironio, za życia zdecydowanego przeciwnika dogmatyków – stało się blokującą samodzielne badania, przysłowiową „kulą u nogi” w rozwoju nauk medycznych.

Upadek tych ostatnich był jednak przede wszystkim pochodną ogólnego regresu cywilizacji, który nastąpił po najazdach ludów barbarzyńskich. Inwazja Arabów wraz z ich kulturą nie przyniosła w tej dziedzinie wielkiej poprawy, mimo nieraz świetnych osiągnięć na innych polach. Najnowsze badania zdają się dowodzić, że znaczną część dzieł pozostawionych przez cywilizację muzułmańską tamtego okresu, przełożyli na arabski podbici chrześcijańscy i żydowscy *dhimmi*. Islam zabraniał sekcji zwłok, co najmniej równie rygorystycznie, jak antyczne pogaństwo i chrześcijaństwo. Wszelako, wobec zaniku znajomości greki, chrześcijański Zachód poznawał wiele antycznych prac – nawet Galenosa – za arabskim pośrednictwem. Ważną rolę w tym procesie odegrał Konstantyn Afrykański (Constantinus Africanus, ok. 1020-1087). Był on wychowanym w Tunezji mnichem, który po

zamieszkaniu w monasterze benedyktyńskim na Monte Cassino, przełożył na łacinę wiele dzieł arabskich. Jako współtwórca szkoły w Salerno nauczał tam z powodzeniem anatomii, jednak w oparciu o ciała zwierząt, nie ludzi.

Pielegnowane w wiekach średnich (czasem za pośrednictwem Arabów) dziedzictwo antyczne, którego „odrodzenie” obwieszczono triumfalnie w czternastowiecznej Italii, niesło więc za sobą wpływ niejednoznaczny – zresztą nie tylko w medycynie. W niektórych dziedzinach myśli ludzkiej, jak w filozofii, nastąpił wręcz regres w stosunku do średniowiecza. W prawodawstwie nastąpiła rehabilitacja niewolnictwa, które *Codex Iustinianus* uznawał za opokę porządku społecznego. W medycynie pietyzm dla osiągnięć dawnej Hellady musiał początkowo zaowocować jeszcze większym podziwem dla wciąż tych samych dzieł Galenosa przyswajanych wreszcie w oryginale, dzięki księgom pozyskanym z Bizancjum.

Przełom nastąpił za sprawą Mondino de Liuzzi (*alias* Luzzi, ok. 1275-1326). Przeprowadził on na uniwersytecie bolońskim w 1300 r. pierwszą publiczną sekcję ludzkich zwłok. Poprzednie miały charakter potajemny. Uczestniczący w nich lekarze wydawali jedynie polecenia, cięcia pozostawiając wynajętym służącym. Przedsięwzięcie Mondino de Liuzzi miało za scenę tzw. *Teatrum Anatomicum* – obszerną salę z miejscami dla publiczności. Podobne „teatry” zaczęły wkrótce powstawać na innych uczelniach. Do sekcji wykorzystywano głównie zwłoki skazańców. Mondino de Liuzzi swe wątpliwości co do nieomyślności Galenosa zawarł w opublikowanym w 1316 r. manuskrypcie (druk wszak jeszcze nie istniał!) *Anatomia*. Ta pierwsza książka poświęcona strukturze i funkcjom ludzkiego ciała, pełniła rolę podręcznika aż do progu XVI wieku. Jej wyraźnym mankamentem był brak ilustracji. Wadę tę częściowo naprawił uczeń Mondina, Guido de Vigevano (1280?-1346), dodając rysunki przedstawiające anatomię głowy, mózgu i kręgosłupa do kolejnego wydania zapisków mistrza. Sceptycy twierdzą wszakże, iż wykonano je raczej na podstawie dzieł artystów niż z natury.

Działalność Mondino de Liuzzi (łac. Mundinusa), zwanego potem „odnowicielem anatomii”, była pierwszą jaskółką nowych czasów, lecz jaskółek tych ciągle nie było zbyt wiele. Na uniwersytetach powstawały jednak coraz częściej anatomiczne „teatry”. Są poszlaki, że np. o taki „teatr” postarał się w 1454 r. cech chirurgów w kosmopolitycznym, hanzeatyckim Gdańsku. Wszelako jeszcze po upływie półtora wieku od publikacji *Anatomii* medycyjni luminarze paryskiej Sorbony nie demonstrowali studentom podczas wykładów ludzkich organów, nauczając anatomii głównie na martwych psach. Czynił tak też, Jacques Dubois znany jako Jacobus Sylvius (1478-1555), skądinąd wybitna postać, mogący uchodzić za klasycznego ówczesnego galenistę. Jego uczeń, a przyszedł genialny anatom Vesalius (będzie o nim jeszcze mowa) wspominał później, że słuchacz Sylwiusa, chcąc zobaczyć jak wyglądają ludzkie kości, musieli je pozyskiwać z cmentarzy. Współpracujący z Sylwiussem profesor Johann Guinterus miał – wedle szyderstw Vesaliusa – używać skalpela „tylko do krojenia kotletów”.

Uczelnie włoskie, także dzięki hojnym mecenasom, pracowały już inaczej. Dzięki nim możliwe okazały się kariery dwóch znakomitych anatomów; Marca Renalda Colombo, zwanego Columbusem (1616-1559) oraz Bartolomeo Eustachiusa (? – 1574). Columbusem, absolwenta uniwersytetu w Padwie, dostrzegł i docenił książę Cosimo Medici. Powołał go w 1545 r. na katedrę uniwersytetu w Pizie – pierwszą tamtejszą katedrę anatomii. Trzy lata później Columbus został profesorem na papieskim uniwersytecie w Rzymie, a widzami przeprowadzanych przez niego sekcji bywali kardynałowie i arcybiskupi – widomy znak nowych czasów. Swe wielkie dzieło *De Re anatomia libri XV*, wydane w Wenecji w 1559 r. i potwierdzające m. in. istnienie obiegu krwi w płucach, uczony zadedykował przyjacielowi – papieżowi Pawłowi IV. Nie miał wszakże odwagi jawnego podważenia autorytetu Galena. Jeszcze mniej był do tego skłonny Eustachius, początkowo sekretarz kardynała Giulio Della Rovere, potem wykładowca anatomii na papieskim uniwersytecie. Jego cenne odkrycia (opisał m.in.

kanal łączący ucho z jamą ustną, do dziś noszący jego imię) nie zostały wszakże opublikowane, przybierając formę tablic, wydanych dopiero półtora wieku później staraniem papieża Klemensa XI. Odkrycia te, Eustachius płynnie władający klasyczną greką (a także arabskim, nie licząc naturalnie łaciny) usiłował bowiem wpasować w jawnie z nimi sprzeczny system Galenosa.

Wszelako z anatomii zdjęte zostało odium tabu. Stała się obiektem zainteresowania intelektualistów, władców, artystów i rozmaitych pasjonatów. Bezspornie najślawniejszym z nich – choć bardziej wśród potomnych niż współczesnych – stał się wszechstronnie utalentowany Leonardo da Vinci (1452-1519). Ekscentryczny twórca arcydzieł sztuki, który za ostatnie grosze wykupywał i wypuszczał z klatek ptaki sprzedawane przez ulicznych handlarzy, pozostawił po sobie grube bruliony, zawierające zapisane pismem lustrzanym notatki oraz szkice. Te, które dotyczyły anatomii, inspirowane były początkowo studiami dla malarstwa. Potem nastąpiła bardziej profesjonalna współpraca z profesorem Marcantonem della Torre, a przeprowadzano także sekcje zwłok, w tym ludzkich. Artysta zainteresowany dojrzewaniem płodu w łonie matki, sekcjonował cielną krewę, przenosząc wyniki na człowieka. Anatomiczne dociekania Leonarda pozostały studiami genialnego amatora i oznaką zmiany nastawienia do problemu intelektualnych elit. Jego notatki do dziś frapują jednak wielbicieli paranaukowych teorii wierzących, że w zapiskach geniusza ze wsi Vinci zaszyfrowane zostały wielkie tajemnice świata, w rodzaju zaginionego skarbu templariuszy i autorstwa Całunu Turyńskiego.

Prawdziwy przełom w anatomii, zasługujący na miano kopernikańskiego, był wszakże dziełem Andreasa van Wesela *alias* Andre Wesale'a (1514-1564), flamandzkiego geniusza, który przeszedł do historii jako Andreas Vesalius. Ów potomek uczonej rodziny z Brukseli pierwszym sekcji zwłok dokonał już podobno podczas studiów na uniwersytecie w Leuven. Dalsza edukacja na paryskiej Sorbonie pod kierunkiem wzmiankowanego już Sylwiusa, a nade wszystko stała i intensywna praktyka z lancetem w dłoni upewniła go, że w uznawanych ciagle za dogmat dziełach Galenosa znajdują się błędy. Udowadniał on, że wynikały one, z nieuzasadnionego przenoszenia wniosków z sekcji zwłok małp na organizm człowieka (zresztą dodajmy: Galenos pracował na magotach – małpach nieczłolekształtnych). Sławny lekarz Marka Aureliusza nigdy przecież nie wykonał żadnej sekcji zwłok ludzkich.

Otrzymawszy w roku 1537 tytuł doktora medycyny i posadę profesorską na uniwersytecie w Padwie, Vesalius zaczął tworzyć *opus magnum* swego życia, jednocześnie prezentując wyniki swych przemyśleń podczas wykładów uniwersyteckich. Dokonując samodzielnie sekcji, doliczył się około dwustu błędów Galenosa. W 1543 roku wydał w Bazylei pomnikowe dzieło *De humani corporis fabrica libri septem*, cytowane często w skrócie jako *Fabrica*. Siedem niezwykłych woluminów miało odegrać w anatomii rolę nie mniej przełomową niż – nomen omen opublikowana w tym samym roku – księga Kopernika *De revolutionibus orbium coelestium*. Do zawrotnego – jak na owe czasy – powodzenia dzieła ledwie 29-letniego autora (Renesans sprzyjał karierom ludzi młodych) przyczyniły się, obok budzącej emocje treści, znakomite drzeworyty Jana Stevena van Calcar (1510?-1546), ucznia sławnego Tycjana. Z utrzymanej w naukowym tonie pracy uczyniły one dzieło sztuki. Calcar postarał się, by każdy drzeworyt ukazujący ciała w alegorycznych pozach, zaopatrzony został w stosowną metaforę. Frapujące były także inicjały. Przy okazji spopularyzowane zostało oblicze samego „księcia anatomii” – w przeciwieństwie do jego poprzedników, których wizerunki (aż do XV w. włącznie) są dziełem imaginali.

Dzieło Vesaliusa wywołało burzę. Nadciągnęła ona, wbrew temu, co się czasem utrzymuje, nie za sprawą Kościoła, ale kolegów po fachu, zazdrosnych o jego autorytet. Dawny mistrz Sylvius określił byłego ucznia mianem szaleńca (łac. *Vesanus*) i ten kalambur językowy zrobił błyskawiczną karierę. Bartolomeo Eustachius oznajmił, że woli się mylić z Galenem, niż mieć rację z Vesaliusem. Przyciskany do muru próbował sugerować,

że najwyraźniej od czasów Galena zmieniła się budowa ciała ludzkiego. Przeciw autorowi *De humani corporis fabrica* opowiedziała się jego własna uczelnia padewska, w wyniku czego, straciwszy katedrę, musiał spędzić pewien czas w Bolonii oraz Pizie. Podobno, rozgorączkowany cisnął wówczas w ogień część swoich rękopisów. Uczonemu, wyrastającemu na „księcia anatomów”, pospieszył wszakże z pomocą najpotężniejszy z monarchów owej doby, cesarz Karol V. Mianowany w 1544 r. nadwornym medykiem uczestniczył odtąd Vesalius w perypatetycznym żywocie władcy, przemierzającego swe imperium, stanowiące ćwierć Europy. Hojność cesarza rodaka (Karol urodził się w Niderlandach i ich język uważał za ojczysty) przyozdobiła uczonego niebagatelnym majątkiem, a syn cesarza, król hiszpański Filip II kontynuował ten mecenat. Pokutujące do dziś w źródłach opinie o konflikcie Vesaliusa z Inkwizycją i jego wygnaniu za rzekome dokonanie sekcji na żywym jeszcze szlachcicu są w istocie propagandowymi wymysłami powstałymi w kręgach wrogich Filipowi II. Sfabrykował je *post factum* francuski protestant Hubertus Languetus. Jego anegdota żyje po dziś dzień w pracach skądinąd poważnych autorów, którzy jednak nie wiedzą, iż wiodący dworski żywot „książę anatomów” nigdy (zgodnie z jego własnym świadectwem) w Hiszpanii nie dokonywał sekcji. W istocie Vesalius, pobożny i praktykujący, dokonał żywota powracając z pielgrzymki do Ziemi Świętej, gdy jego statek rzucony został na grecką wyspę Zakynthos. Po publikacji jego słynnych woluminów nic w anatomii nie miało być jednak takie, jak dawniej. Na swą obronę „książę anatomów” przywołać mógłby sławne słowa współczesnego mu Andrzeja Frycza Modrzewskiego: „Niech tylko rzecz pójdzie pod trybunał rozumu, a nie zuchwałstwa i przewrotnych namiętności”.

Duchowni i władcy katolicycy, pełniący w przyszłości rolę czarnych owiec, w istocie nie mieli w owej epoce żadnego monopolu na obskurantyzm. W czasie, gdy Karol V sponsorował badania Vesaliusa, w Champel w pobliżu Genewy dokonał się los Miguela Serveto de Villanueva, znanego jako Servetus (1511-1553). Ów lekarz z wykształcenia i autor protestanckich pism teologicznych ogłosił był właśnie istnienie krążenia małego i nieprzepuszczalność przegrody międzykomorowej. Rządzący w Genewie Kalwin – uprzednio daremnie usiłujący zainteresować Hiszpanem katolicką inkwizycję – tym razem wziął sprawę we własne ręce i dopilnował, by Serveta spalono na stosie.

Kariera Flamandczyka Vesaliusa, nauczającego we Włoszech, lecz w końcu zmuszonego je opuścić, była symbolem przesuwania się centrum nauki z renesansowej Italii właśnie ku Niderlandom. Znakiem zmięchu włoskiego Odrodzenia stało się niszczące złupienie Rzymu przez słynne „sacco di Roma”, pułki złożone głównie z protestanckich najemników, podlegające Karolowi V, paradoksalnie noszącemu tytuł Króla Katolickiego. Dokonana już po śmierci Karola zwycięska, antyhabsburska rebelia Niderlandów oddała w ręce rządzącej nimi oligarchii potężne środki finansowe. Obrabano je okazjonalnie także na sponsorowanie artystów i uczonych. Niekiedy ludźmi nauki bywali też członkowie klasy rządzącej.

Dzięki geniuszowi Rembrandta, najślawniejszym przykładem takiego połączenia stał się amsterdamszyk Claes Pieter *alias* Nicolas Petrus. W historii zapisał się jako Nicolaas Tulp (1593-1674). Ów lekarz, chirurg, w latach 1611-1614 studiował w Lejdzie, potem wrócił do ojczystego miasta, któremu pozostał już wierny. Przybrał nazwisko Tulp („tulipan”, w wersji zlatynizowanej Tulpius). W Amsterdamie czekały go zaszczyty i prestiż: Został sędzią pokoju, członkiem rady miejskiej, kuratorem uniwersytetu, i był dokooptowany do Muiderkring – nieformalnego związku piszących po łacinie najwybitniejszych literatów i myślicieli. W latach 1653-1657 był także burmistrzem. Gdy w roku 1628 stawał na czele medycznego kolegium praktyka corocznych, publicznych lekcji anatomii połączonych z sekcjami zwłok, gromadzących nie tylko absolwentów medycyny, ale w ogóle przedstawicieli lokalnej elity miała już w Amsterdamie wielce szacowną tradycję. Przywilej tego rodzaju otrzymano bowiem od Filipa II jeszcze za życia Vesaliusa, w roku 1550, a prelekcji i sekcji dokonywali prominentni obywatele będący zarazem kompetentnymi anatomami. Pierwszym



z nich był Maarten Jansz Koster (do 1599), następnym Sebastian Egbertsz (wykładał 1599-1621), potem Joan Fonteyn (1621-1628), którego po stosunkowo krótkiej kadencji zastąpił właśnie Tulp (1628-1653).

Eksponowane dziś w Rijkmuseum dzieło Rembrandta, powstałe w 1632, gdy mistrz pędzla miał 26 lat, ale przedstawiające scenę z pierwszego roku wykładów Tulpa, doczekało się już wielu interpretacji. Malarz, znawca stosowania światłocienia, tak rozświetla swój obraz, że uwaga nie tylko słuchaczy wykładu, ale i oglądających płótno skupiona jest nie tyle na profesorze, co na ciele będącym eksponatem. Do kogo należały krępe, zielonkawe zwłoki poddawane sekcji mężczyzny, nie jest do końca jasne. Zazwyczaj twierdzi się, iż był to niejaki Adrian Adriansz, skazany na śmierć za kradzież płaszcza. Pewne jest, że do pokazów tego rodzaju używano dostarczanych przez władze sądowe (a Tulp był sędzią od 1622) zwłok przestępców. Większość uwiecznionych na płótnie postaci jest dziś znana z imienia i nazwiska; są wśród nich nie tylko członkowie cechu chirurgów, ale i po prostu bogaci ciekawscy. Pewne jest także, że dążący do stworzenia potężnej wizji artystycznej malarz nie troszczył się o zachowanie wszystkich realiów i szczegółów. Sekcji nigdy nie rozpoczynano od ręki, lecz od otwarcia jamy brzusznej. W samych szczegółach anatomicznych tej ostatniej widoczne są błędy. Przyczep bliższy mięśnia zginacza powierzchownego palców znajduje się po stronie przyśrodkowej stawu łokciowego, nie zaś po stronie bocznej, jak to przedstawił na swoim obrazie Rembrandt. W sensie dosłownym, *Lekcja anatomii doktora Tulpa* prawdziwą lekcją anatomii więc nie jest. Uwieczniła jednak amsterdamskiego chirurga, a dla malarza okazała się przepustką do kariery. W latach 1632-1634 otrzymał on od prominentnych osobistości i instytucji 40 zamówień portretowych, podczas gdy w roku poprzedzającym *Lekcję* (1631) jedynie trzy, nie licząc autoportretów i wizerunków członków rodziny. Sam temat stał się modny: wśród najślawniejszych naśladowców znalazł się Cornelius Troost, twórca *Lekcji anatomii doktora Willema Roella*.

Tulp, autor spisane go po łacinie zbioru obserwacji medycznych, miał w swym długim życiu unikalną okazję dokonania pierwszej chyba w czasach nowożytnych naukowej sekcji małpy człekokształtnej, a mianowicie „indyjskiego satyra o formie ludzkiej sobie właściwej, którego Indianie zwą *Orang-outang*, co znaczy „człowiek lasów”. Zaszło tu osobliwe nieporozumienie językowe, albowiem zarówno opis tej istoty, jak i miejsce jej pojmania (Angola) dowodzą ponad wszelką wątpliwość, że nie była ona azjatyckim orangutanem, lecz afrykańskim szympansem (ściślej: szympansią). Oględziny doprowadziły do wniosków rzeczowych, acz nieco niepokojących. „Jej uszy – konstatował – nie różniły się niczym od ludzkich, nie bardziej, jak jej klatka piersiowa, przyozdobiona na jednej i drugiej piersi zaokrągleniami (bowiem była to samica); jej pępek był bardzo zagłębiony, a organy, tak zewnętrzne, jak i wewnętrzne, były również podobne do ludzkich tak, jak przypominają siebie dwa jaja”. Holenderski anatom jako pierwszy miał okazję przekonać się, iż różnica między szympansem a sekcjonowanym ongiś przez Galenosa magotem jest znacznie większa niż różnica między szympansem a człowiekiem. Mogło to wprawić w zakłopotanie, którego bynajmniej nie zmniejszał fakt, że oglądany antropoid był owłosiony i niemy. Sądzono wówczas, że owłosienie można stracić, a mowa w końcu jest możliwa do opanowania. Nie wiadomo, czy Tulp otworzył czaszkę „satyra”, gdzie ujrzałby podstawową różnicę w rozmiarach mózgu. Jego obserwacje były wszakże rzeczowe i konkretne.

Przypadek sprawił, że w tymże roku, w którym Tulp przeprowadził swój słynny pokaz, pewne fundamentalne dzieło anatomiczne wydane zostało we Frankfurcie. Jego autorem był William Harvey (1578-1657), profesor uniwersytetu w Cambridge, absolwent (1602) uczelni padewskiej, ciągle uważanej za najlepszą w swej dziedzinie. W czasie gdy młody Anglik słuchał na niej wykładów Hieronymusa Fabriciusa z *Aguapendante*, na innej katedrze słuchano Galileusza. W ojczyźnie Harvey został profesorem anatomii i chirurgii, a także lekarzem króla Jakuba I, ciągle drżącym o swe zdrowie. Jego pomnikowa praca *Exertatio anatomia*

*de motu cordis et sanguinis in animalibus* zawierała pierwszy ścisły opis krążenia krwi, wyjaśniający kierunek przepływu w naczyniach i zasadę działania krążenia małego i dużego. Wbrew wyrażanym długo wątpliwościom, mówiącym o nawiązywaniu przezeń do pomysłów Serveta, dziś wydaje się pewne, że odkrycia dokonał sam, nie korzystając z pomysłów żadnych poprzedników.

Kariery XVI i XVII-wiecznych anatomów stały się swoistym *signum temporis* epoki. Ich przyciągające wykształconą elitę występy „stanowiły oficjalne i publiczne uznanie dla wiedzy i podkreślały znaczenie nauki, lekarzy, uniwersytetu i intelektualistów, tak jak msza była manifestacją potęgi księży i jak *levée* [publiczna toaleta francuskich monarchów] było symbolem wielkości króla. Oprócz tego anatomia stała się symbolem myślenia, formą dysputy, modą”. Słynny filozof René Descartes *alias* Kartezjusz chcąc w swej *Rozprawie o metodzie* uprzystępnić czytelnikom tok swego rozumowania, pisał: „W końcu (...) abyście mieli mniej trudności w zrozumieniu tego, co wiem o tym ruchu, chciałbym, by ci, którzy wcale nie są obznajomieni z anatomią, postarali się przed czytaniem tych słów, aby rozcięto przy nich serce jakiegoś wielkiego zwierzęcia posiadającego płuca, serce jego bowiem jest pod wszystkimi względami podobne do serca człowieka, oraz by kazali sobie pokazać obie znajdujące się tam komory czy wgłębienia (...) ciepło, które można palcami wyczuć”. Choć wiara, że wszystkie tajemnice organizmu człowieka zostaną wkrótce odsłonięte okazała się naiwnym optymizmem, z początkiem XVII w. anatomia przestała być li-tylko jarmarcznym „teatrum”, stając się *par excellence* nauką.

## Piśmiennictwo:

1. Ball J.M.: *Andreas Vesalius, the Reformer of Anatomy*. Medical Science Press, St. Louis 1910.
2. Bartolomeus Eustachius: *Bartolomaei Eustachii Tabulae Anatomicae*, Roma 1714.
3. Bochenek A., Reicher M.: *Anatomia człowieka*, PZWL, t. 1, Warszawa 1990.
4. Bague R., Arabe, grec, europeen, “Commentaire”, 2009/2010, 31: 1184-1190.
5. Choulant L.: *History and References of Anatomic Illustrations in Relation to Anatomic Sciences and Graphic Arts*. University of Chicago Press, Chicago 1920.
6. Frycz Modrzewski A.: *Do narodu polskiego, Andrzeja Frycza Modrzewskiego skarga na wzgardzenie prawa bożego na mężobójców, do niej dołączona czwarta mowa do Boga, ułożona ze słów „Psalmów” Dawidowych*, w: Idem: *Wybór pism* (opr. Voisé W.): Ossolineum, Wrocław 2003.
7. Goldwyn R.M.: *Nicolaas Tulp (1573-1674)*. *Med. Hist.* 1961, 3: 270-276.
8. Harris P.: *William Harvey, Folkestone's Most Famous Son*. Lilburne Press, Folkestone 2007.
9. Hazard J., Jan Stephen van Calcar, précieux collaborateur méconnu de Vésale, “*Histoire des sciences medicales*”, 1996, 30: 471-480.
10. Heuvelmans B.: *Les betes humaines d' Afrique*. Plon, Paris 1980.
11. Holomanova A., Ivanova A., Brucknerova I, Benuska J., *Andreas Vesalius – the reformer of anatomy*, *Bratisl. Lek Listy*, 2001, 102: 48-54.
12. Jensen O.M.: *Anatomia practica. Features from the history of early patho-anatomy*, *Dan Medicinhist Arbog*. 2002,
13. Joutsivuo T.: *Vesalius and De humani corporis fabrica: Galen's errors and the change of anatomy in the sixteenth century*, *Hippokrates (Helsinki)*: 1997, 98-112.

14. Kartezjusz: Rozprawa o metodzie, przeł. Wojciechowska W. PWN, Warszawa 1988.
15. Lasky I.I.: The Martyrdom of Doctor Andreas Vesalius, *Clin Orthop* 1990,259: 304-11.
16. Lorkowski J., Zdziarska J.: Kroki milowe w rozwoju anatomii, *cz. I*, *Porad. Lekarza Prakt.* 2005, R. 6, nr 6-7: 22-24.
17. Lorkowski J., Zdziarska J.: Kroki milowe w rozwoju anatomii, *cz. II*, *Porad. Lekarza Prakt.* 2005, R. 6, nr 9: 28-29.
18. Łowicka D.: Galenos, w: *Słownik pisarzy antycznych*. Wiedza Powszechna, Warszawa 1990.
19. Maksimovic J.: In memory of Galen – on the 1800<sup>th</sup> anniversary of his Death, *Med. Pregl.* 2000, 53: 313-317.
20. Marketos S.G., Skiadas P.K.: Galen – a pioneer of spine research, *Spine* 1999, 24: 2358-2362.
21. Mee Ch. L. Jr: *Portret Rembrandta*. PIW, Warszawa 1996.
22. Michel E.: *Rembrandt. His Life, His Work and His Time*. Ed. Wedmore, London 1894, vol. I-II.
23. McVaugh M.: Constatantine the African, w: Gillespie C.C. (ed.): *Dictionary of Scientific Biography*, vol. III. Charles Scribner's Sons, New York 1970.
24. Olry R.: Medieval Neuroanatomy: the Text of Mondino dei Luzzi and the Plates of Guido da Vigevano, *Journal of the History of the Neurosciences*, 1997, 6: 113-123.
25. Pachniak K.: *Nauka i kultura muzułmańska i jej wpływ na średniowieczną Europę*. Trio, Warszawa 2010.
26. Ramos C.: William Harvey: his life and his works (Part I), *Acta Med Port.* 1992, 5: 559-563.
27. Ramos C.: William Harvey: his life and work (Part II), *Acta Med Port.* 1992.
28. Spielman M.H.: *The Iconography of Andreas Vesalius*. J. Bale & Danielsson, London 1925.
29. Staden von H.: The discovery of the body: human dissection and its cultural context in ancient Greece, *Yale J Biol Med.* 1992, 65: 223-241.
30. Świderkówna A.: *Hellenika. Wizerunek epoki od Aleksandra do Augusta*. PIW, Warszawa 1974.
31. Tam W.: *Cywilizacja hellenistyczna*. PWN, Warszawa 1957.
32. Tulpius N.: *Observationum medicarum libri tres*, Amstelodami, apud L. Elzevirum, 1641, lib. III, cap. 56.
33. Willis R.: *William Harvey. A History of the Discovery of Circulation of Blood*. C. Kegan Paul & Co., London 1878.
34. Wiltse L.L., Pait T.G.: Herophilus of Alexandria (325-255 B.C.). The father of anatomy, *Spine* 1998, 23: 1904-1914.
35. Wróblewski A.: *Burzliwe losy księcia anatomii, „Wiedza i życie”*, 2010.
36. Bat Ye'or: *The Decline of Eastern Christianity under Islam: From Jihad to Dhimmitude*. Associated University Presses, London 1996.



# Etyczny aspekt wykorzystania zwłok ludzkich do badań naukowych i dydaktycznych

o. Włodzimierz Wieczorek OP

Sztuka medyczna ze względu na szerokie oddziaływanie na strukturę cielesną człowieka domaga się konkretnej orientacji zarówno antropologicznej, jak i aksjologicznej. Jest ona podyktowana przez fakt, że przedmiotem medycyny, zarówno w aspekcie teoretycznym (dydaktycznym), jak i praktycznym jest osoba ludzka. Ze względu na jej godność musi być ona zawsze celem tej ingerencji.

Osobę ludzką do ostatnich chwil życia nazywamy człowiekiem, natomiast zaraz po śmierci określamy: trupem, zwłokami bądź nieboszczykiem. Uzasadnieniem takiej terminologii jest fakt, że w momencie śmierci człowieka zmienia on swój status ontologiczny. Ludzkie zwłoki nie są już ani osobą, ani istotą żywą. Musimy jednakże pamiętać, że zwłoki ludzkie zawsze pozostają ciałem zmarłego człowieka. Są „nośnikami osoby”, tego samego gatunku *homo sapiens*. Na tej podstawie można uzasadnić bezpośredni obowiązek moralny wobec zwłok ludzkich. Zatem wszelka forma ośmieszania czy czynienia ze zwłok ludzkich widowiska jest moralnie zakazana w sposób bezpośredni, ponieważ żywi ludzie, tacy jak my, posiadają zobowiązanie moralne wobec zwłok ludzkich. Jest, więc moralnie nakazane traktować zwłoki ludzkie taktownie i z szacunkiem.

Badania nad ludzkimi zwłokami odgrywają znaczącą rolę w dziedzinie medycyny, a szczególnie w dydaktyce akademickiej. Zwłoki ludzkie służą do uczenia studentów zarówno poznawania budowy ciała ludzkiego, jak i przeprowadzania operacji. Wartość uzyskiwanych danych w ramach badań medycznych, a także dydaktycznych jest ogromna. Można by nawet zaryzykować stwierdzenie, że bez tych badań nie byłoby współczesnej medycyny, co więcej, nie byłoby świetnie wyszkolonych lekarzy, którzy właśnie dzięki ludzkim zwłokom poznają budowę organizmu człowieka i mogą odpowiednio leczyć ludzi.

Podejście do ludzkich zwłok z szacunkiem uzasadniane jest chociażby tezą, że „coś” z ludzkiej godności pozostaje w ludzkim ciele także po śmierci. Musimy pamiętać, że ludzkie zwłoki są materialną pozostałością po widzialnej postaci, w jakiej osoba ukazuje się nam za życia.

Ewidentnym sprzeniewierzeniem się właściwemu podejściu do zwłok ludzkich jest traktowanie ich przez pryzmat komercyjnego aspektu. Takim niechlubnym zachowaniem wykazał się słynny Gunter von Hagens, który nie bacząc na szacunek należny zmarłym, zorganizował wystawę ludzkich zwłok, czerpiąc z tego korzyści finansowe. Oczywiście samo preparowanie zwłok ludzkich (jak uczynił to Gunter von Hagens), przy zachowaniu regulacji prawnych, jest moralnie dopuszczalne w celach dydaktycznych i naukowych. Należy jednak pamiętać, że zawsze mamy do czynienia ze zwłokami ludzkimi, którym należy się szacunek.

Warto wspomnieć, iż w kontekście historycznym przekonanie o godności zwłok ludzkich, a co za tym idzie, okazywaniu im szacunku, jest wspólnym dziedzictwem różnych epok i tradycji religijnych. Każde niegodne potraktowanie zwłok powoduje, iż narusza się godność zmarłego, a co za tym idzie, godność osoby, która była tym ciałem. Nasuwa się zatem wniosek natury etycznej, iż zwłoki ludzkie zawsze były związane z osobą, a odrywanie ich od siebie prowadzi ostatecznie do zakwestionowania szacunku dla człowieka.

Pytając zatem, czy etyczne jest wykorzystanie spreparowanych ludzkich zwłok w celach dydaktycznych, oczywiście należy udzielić odpowiedzi twierdzącej, lecz należy dodać, iż każdy wykładowca czy student medycyny musi pamiętać, że ludzkie zwłoki pozostają zawsze w realnej relacji do osoby zmarłego. Martwe ciało zawsze zachowuje identyczność i indywidualność z osobą, której było „nośnikiem”.

Moralna dopuszczalność badań naukowych i dydaktycznych zawsze wiąże się z wcześniejszą zgodą osoby, której ciało ma w ten właśnie sposób służyć innym. Zgoda ta stanowi konieczny warunek etycznej akceptacji prowadzenia wyżej wymienionych działań.

# Prawne aspekty postępowania z ciałem ludzkim po śmierci w ustawodawstwie polskim

Filip Fedorowicz, adwokat

Polskie ustawodawstwo zawiera szereg regulacji traktujących o zagadnieniu, które najogólniej można by określić mianem „zasad postępowania z ciałem ludzkim po śmierci”.

## I. PRAWO CYWILNE

Kodeks cywilny z 1964 r. (dalej: k.c., Dz. U. 64.16.93), definiuje w art. 45 pojęcie rzeczy w sposób następujący: *Rzeczami w rozumieniu niniejszego kodeksu są tylko przedmioty materialne.*

Podkreślenia wymaga fakt, iż doktryna od lat kreuje stanowisko, wedle którego zwłoki ludzkie nie są rzeczą w rozumieniu prawa cywilnego. Konsekwencją powyższego jest ich wyłączenie z obrotu prawnego (jako w szerokim pojęciu *Res Extra Commercium*). Tak więc zwłoki ludzkie oraz odłączone od ciała ludzkiego narządy, tkanki, komórki, krew nie są rzeczą i podlegają regulacji zawartej w przepisach *Ustawy z dnia 1 lipca 2005 r. o pobieraniu, przechowywaniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów* (Dz. U. Nr 169, poz. 1411 z późn. zm.). Za rzecz mogą być jednak uznane określone preparaty, np. sporządzane do celów naukowych<sup>1</sup>, w tym również ‘spreparowane zwłoki ludzkie’ służące celom badawczym lub będące wyrazem emanacji sztuki. W tym miejscu należy stanowczo podkreślić, że strona moralna<sup>2</sup> tej kwestii jawi się jako irrelevantna dla potrzeb niniejszego, krótkiego zarysu prawnej strony zagadnienia opracowanego do skryptu dla studentów.

<sup>1</sup> Komentarz do art. 45 kodeksu cywilnego (Dz.U.64.16.93), [w:] A. Kidyba (red.), K. Kopaczyńska-Pieczniak, E. Niezbecka, Z. Gawlik, A. Janiak, A. Jedliński, T. Sokołowski, Kodeks cywilny. Komentarz. Tom I. Część ogólna, LEX, 2009.

<sup>2</sup> Względy moralne sprzeciwiają się również dopuszczeniu do obrotu ciała człowieka i jego składników, w tym organów wewnętrznych. Zasadą jest, że nie mogą być one przedmiotem stosunku cywilno-prawnego, z którym łączy się zapłata lub inna postać ekwiwalentu, albo takie uszkodzenie człowieka przez odłączenie określonego organu, że grozi to utratą jego życia lub zdrowia. Od zasady tej są wyjątki wynikające ze zgody osoby, o którą chodzi, żeby ratować zdrowie drugiego człowieka, np. dokonując darowizny własnej zdrowej nerki, szpiku kostnego i tych organów lub tkanek, które są parzyste albo regenerujące się. Najpowszechniejszymi i dopuszczonymi do ograniczonego obrotu tkankami z ciała człowieka są krew i włosy. Przekazanie pewnej ich ilości (krew) lub całości (przez ogolenie włosów) nie czyni trwałego uszczerbku po stronie dającego i jest dopuszczone jako przedmiot umów sprzedaży, darowizny itd. (E. Skowrońska-Bocian (w:) *Kodeks cywilny...*, red. K. Pietrzykowski, t. I, 2005, s. 125, 126). Nie może być dopuszczalne z powodów moralnych handlowanie ciałem człowieka po śmierci ani elementami tego ciała jako przedmiotem stosunku prawnego, za odpłatnością. Nieodpłatnie może to dotyczyć tylko wykorzystania zwłok ludzkich do celów badawczych (naukowych), z zachowaniem szczególnych warunków, określonych przepisami tego dotyczących, a także do ratowania życia (zdrowia) innej osoby. Dlatego dopuszczalne jest złożenie oświadczenia o sprzeciwie na użycie własnych organów po śmierci (ustawa z dnia 1 lipca 2005 r. o pobieraniu, przechowywaniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów, Dz. U. Nr 169, poz. 1411), tak w: Komentarz do art. 45 kodeksu cywilnego (Dz.U.64.16.93), [w:] B. Giesen, W.J. Katner, P. Książak, B. Lewaszkiewicz-Petrykowska, R. Majda, E. Michniewicz-Broda, T. Pajor, U. Promińska, M. Pyziak-Szafnicka, W. Robaczyński, M. Serwach, Z. Świdorski, M. Wojewoda, Kodeks cywilny. Część ogólna. Komentarz, LEX, 2009.

## II. PRAWO ADMINISTRACYJNE

W zakresie postępowania ze zwłokami ludzkimi pierwszorzędne znaczenie ma regulacja ustawy z dnia 31 stycznia 1959 r. o cmentarzach i chowaniu zmarłych (tekst jednolity, Dz.U.00.23.295 z późn. zm.), zawierająca zaledwie 24 artykuły, niemniej bardzo precyzyjna. Reguluje ona w interesującym nas zakresie szczegółowo zasady postępowania z ciałem ludzkim po śmierci, jak czas i miejsce pochówku (zakaz pochówku poza wyznaczonymi cmentarzami, niemożność przechowywania urny z prochami w domu, czy rozsypania prochów na wietrze etc.), przewóz zwłok (w tym także za granicę), tzw. „pogrzeb morski”, kwestie sanitarne (np. przechowywanie zwłok przy zejściu na chorobę zakaźną), medyczne (dopuszczalność sekcji zwłok, stwierdzenie zgonu przez lekarza), dopuszczalność ekshumacji; wskazuje także krąg osób uprawnionych do pochowania zwłok (w kolejności: 1) pozostali małżonek(ka), 2) krewni zstępni, 3) krewni wstępni, 4) krewni boczni do 4 stopnia pokrewieństwa, 5) powinowaci w linii prostej do 1 stopnia (...) – art. 10.1<sup>3</sup>), a wreszcie zawiera w art. 10.2a delegację ustawową dla ministra właściwego do spraw zdrowia dla określenia w drodze rozporządzenia, trybu i warunków przekazywania zwłok do celów naukowych<sup>4</sup>. Aktualnie jest to *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30 lipca 2009 r. w sprawie trybu i warunków przekazywania zwłok do celów naukowych* (Dz.U.09.129.1067). Jest ono na tyle zwarte, że można je przywołać w całości:

*Na podstawie art. 10 ust. 2a ustawy z dnia 31 stycznia 1959 r. o cmentarzach i chowaniu zmarłych (Dz. U. z 2000 r. Nr 23, poz. 295, z późn. zm.) zarządza się, co następuje:*

*§ 1. Rozporządzenie określa tryb i warunki przekazywania zwłok do celów naukowych, w tym:*

- 1) warunki uzasadniające przekazanie zwłok do celów naukowych publicznej uczelni medycznej lub publicznej uczelni prowadzącej działalność dydaktyczną i badawczą w dziedzinie nauk medycznych, zwanych dalej „uczelnia”;
- 2) tryb przekazywania zwłok;
- 3) sposób ponoszenia kosztów transportu zwłok.

*§ 2. 1. Warunkami przekazywania zwłok, o których mowa w art. 10 ust. 2 ustawy z dnia 31 stycznia 1959 r. o cmentarzach i chowaniu zmarłych, zwanej dalej „ustawą”, do celów naukowych są:*

- 1) wystąpienie przez uczelnię z wnioskiem do właściwego starosty o przekazanie zwłok do celów naukowych;
- 2) uzasadnienie wniosku, o którym mowa w pkt 1.

2. Warunkiem przekazywania zwłok, o których mowa w art. 10 ust. 6 ustawy, do celów naukowych jest przedstawienie pisemnego oświadczenia osoby, która pragnie przekazać swoje zwłoki uczelni.

<sup>3</sup> wskazać należy, że kult pamięci osoby zmarłej podlega ochronie cywilnoprawnej – art. 23 i 24 k.c., nie zaś publicznoprawnej – administracyjnej – vide: Wyrok WSA w Białymstoku, sygn. akt: I SA/Bk 728/05 z dnia 2006.02.02, LEX nr 194652.

<sup>4</sup> art. 10.2a pkt 6 ustawy pozwala także na – kolokwialnie rzecz ujmując – ‘zapisanie swych zwłok w testamentie’. Charakter prawny oświadczenia budzi wątpliwości; wydawać by się mogło, iż technicznie, dokonanie w testamentie rozrządzenia *mortis causa* w postaci zapisu na rzecz wskazanej tamże placówki naukowej (art. 968§1 k.c. i n.) albo obciążenie spadkobiercy poleceniem (art. 982 k.c.). Autor nin. zarysu nie wyobraża sobie procesu windykacyjnego o wydanie zwłok na rzecz uczelni od spadkobierców zmarłego...

Zwłoki do celów naukowych mogą być również przekazane uczelni, o której mowa w ust. 2, na podstawie pisemnego oświadczenia osoby, która pragnie przekazać swoje zwłoki tej uczelni.

Koszty transportu zwłok w przypadkach, o których mowa w ust. 2 i 6, ponosi uczelnia.



§ 3. 1. Przekazywanie zwłok do celów naukowych odbywa się w sposób zapewniający zachowanie godności należnej zmarłemu.

2. W czasie przekazywania, przewożenia i przechowywania zwłok uczelnia jest obowiązana przestrzegać przepisów określających sposób postępowania ze zwłokami.

3. Przekazanie zwłok uczelni następuje na podstawie oryginału lub uwierzytelnionego odpisu:

- 1) decyzji, o której mowa w art. 10 ust. 2 ustawy, lub
- 2) oświadczenia, o którym mowa w § 2 ust. 2.

4. Przekazanie zwłok uczelni następuje wraz z kartą zgonu zawierającą adnotację urzędu stanu cywilnego o zarejestrowaniu zgonu.

§ 4. 1. Uczelnia ponosi koszty transportu zwłok na podstawie faktury lub rachunku, wystawionych przez podmiot wykonujący transport.

2. Kwota odpowiadająca wysokości kosztów wynikających z faktury lub rachunku, o których mowa w ust. 1, jest przekazywana na rachunek bankowy podmiotu, który wykonał transport.

§ 5. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

### III. PRAWO KARNE

Polskie ustawodawstwo karne znieważenie zwłok, prochów ludzkich lub miejsca spoczynku zmarłego traktuje jako występki przeciwko porządkowi publicznemu skutkującej grzywną, karą ograniczenia wolności albo karą pozbawienia wolności do lat 2, stypizowanym w art. 262 § 1 Kodeksu karnego (Dz.U.97.88.553 z późn. zm.)<sup>5</sup>. Przedmiotem przestępstwa mogą być zwłoki albo prochy ludzkie lub miejsce spoczynku zmarłego (np. grób, grobowiec). Jest to przestępstwo skutkowe (materialne), popełniane umyślnie w zamiarze bezpośrednim.

W kontekście tej normy nie sposób pominąć zagadnienia sekcji zwłok, jako badania pośmiertnego mającego na celu w szczególności ustalenie przyczyn śmierci denata. Jako dopuszczalna przez prawo (a w pewnych przypadkach wręcz obligatoryjna) nie wyczerpuje znamion typu czynu zabronionego z art. 262 k.k.

Powyższą kwestię uregulowano na mocy ustawy z dnia 30 sierpnia 1991 r. o zakładach opieki zdrowotnej (tekst jednolity: Dz.U.07.14.89 z późn. zm.), w szczególności w art. 24 i 25<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Art. 262 k.k. § 1. Kto znieważa zwłoki, prochy ludzkie lub miejsce spoczynku zmarłego, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 2.

§ 2. Kto ograbia zwłoki, grób lub inne miejsce spoczynku zmarłego, podlega karze pozbawienia wolności od 6 miesięcy do lat 8. Norma ta wprost nawiązuje do uprzednio obowiązującej regulacji w art. 197 k.k. z dnia 19.04.1969 r., który stanowił, iż: § 1 Kto złośliwie przeszkadza pogrzebowi, uroczystościom lub obrzędowi żałobnym albo znieważa zwłoki, prochy ludzkie lub miejsce spoczynku zmarłego, podlega karze pozbawienia wolności do lat 3.

§ 2. Jeżeli czyn polega na ograbieniu zwłok albo grobu lub innego miejsca spoczynku zmarłego, sprawca podlega karze pozbawienia wolności od roku do lat 10.

<sup>6</sup> Art. 24. 1. Zwłoki osoby, która zmarła w szpitalu, mogą być poddane sekcji, w szczególności, gdy zgon tej osoby nastąpi przed upływem 12 godzin od przyjęcia do szpitala, z zastrzeżeniem ust. 3.

2. Kierownik zakładu, a jeżeli kierownik nie jest lekarzem, to upoważniony przez niego lekarz, na wniosek właściwego ordynatora lub, w razie potrzeby, po zasięgnięciu jego opinii, zarządza dokonanie lub zaniechanie sekcji.

3. Zwłoki osoby, która zmarła w szpitalu, nie są poddawane sekcji, jeżeli przedstawiciel ustawowy tej osoby wyraził sprzeciw lub uczyniła to osoba za życia.

4. O zaniechaniu sekcji zwłok z przyczyny określonej w ust. 3 sporządza się adnotację w dokumentacji medycznej i załącza sprzeciw, o którym mowa w ust. 3.

5. Przepisów ust. 1-4 nie stosuje się w przypadkach:

- 1) określonych w Kodeksie postępowania karnego;
- 2) gdy przyczyny zgonu nie można ustalić w sposób jednoznaczny;

Zatem sekcji podlegają obligatoryjnie zwłoki: niemowlęcia, kobiety w ciąży i pòłogu, chorego, który zmarł przed upływem 12 godzin od przyjęcia do szpitala lub w drodze do niego, a także wszystkie przypadki śmierci gwałtownej. W innych przypadkach obowiązuje pisemna odmowa pacjenta na dokonanie sekcji po swej śmierci (o ile taką deklarację złożył); obok tego wykonuje się sekcję sądowo-lekarską w każdym przypadku podejrzenia popełnienia przestępstwa, którego skutkiem jest śmierć człowieka. Dokonuje jej biegły lekarz – specjalista medycyny sądowej, w obecności prokuratora lub sędziego, jeżeli prokurator lub sąd wyda postanowienie o jej przeprowadzeniu (art. 209 kodeksu postępowania karnego z 1997 r.)<sup>7</sup>.

3) określonych w przepisach o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi.

6. W dokumentacji medycznej osoby, która zmarła w szpitalu, sporządza się adnotację o dokonaniu lub zaniechaniu sekcji zwłok, z odpowiednim uzasadnieniem.

**Art. 25.** 1. Dokonanie sekcji zwłok nie może nastąpić wcześniej niż po upływie 12 godzin od stwierdzenia zgonu.

2. Jeżeli zachodzi potrzeba pobrania ze zwłok komórek, tkanek lub narządów, kierownik zakładu, a jeżeli kierownik nie jest lekarzem, to upoważniony przez niego lekarz, może zdecydować o dokonaniu sekcji zwłok przed upływem 12 godzin, przy zachowaniu zasad i trybu przewidzianych w przepisach o pobieraniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów.

<sup>7</sup> **Art. 209.** § 1. Jeżeli zachodzi podejrzenie przestępnego spowodowania śmierci, przeprowadza się oględziny i otwarcie zwłok.

§ 2. Oględzin zwłok dokonuje prokurator, a w postępowaniu sądowym sąd, z udziałem biegłego lekarza, w miarę możliwości z zakresu medycyny sądowej. W wypadkach nie cierpiących zwłoki oględzin dokonuje Policja z obowiązkiem niezwłocznego powiadomienia prokuratora.

§ 3. Oględzin zwłok dokonuje się na miejscu ich znalezienia. Do czasu przybycia biegłego oraz prokuratora lub sądu przemieszczać lub poruszać zwłoki można tylko w razie konieczności.

§ 4. Otwarcia zwłok dokonuje biegły w obecności prokuratora albo sądu. W postępowaniu przed sądem przepisy art. 396 § 1 i 4 stosuje się odpowiednio.

§ 5. Do obecności przy oględzinach i otwarciu zwłok można, w razie potrzeby, oprócz biegłego, wezwać lekarza, który ostatnio udzielił pomocy zmarłemu. Z oględzin i otwarcia zwłok biegły sporządza opinię z zachowaniem wymagań art. 200 § 2.

**Art. 210.** W celu dokonania oględzin lub otwarcia zwłok prokurator albo sąd może zarządzić wyjęcie zwłok z grobu.

# Budowa kości i tkanki kostnej

Jacek Lorkowski, Katarzyna Kotela-Węgrzyn

## I. FUNKCJA I BUDOWA SZKIELETU

- Szkielet człowieka
  - bierny element narządu ruchu
  - ochrona dla narządów głowy, klatki piersiowej oraz częściowo jamy brzusznej i miednicy
  - u osoby dorosłej zbudowany jest z 206 kości
- Szkielet człowieka – podział
  - szkielet osiowy
    - kości czaszki
    - kręgosłupa
    - klatki piersiowej
  - szkielet kończyn
    - szkielety kończyn górnych i dolnych wolnych wraz z obręczami barkową i miedniczną

## II. PODZIAŁ I BUDOWA MAKROSKOPOWA KOŚCI

Termin „kość” odnosi się do rodziny specyficznych materiałów posiadających hierarchicznie zorganizowaną strukturę (Weiner et al.).

- Podział kości ze względu na kształt
  - kości długie (*ossa longa*)
    - jeden z 3 wymiarów jest znacznie większy od 2 pozostałych (np. kość ramienna, promieniowa, udowa, piszczelowa)
  - kości płaskie (*ossa plana*)
    - jeden z 3 wymiarów jest znacznie mniejszy od 2 pozostałych (np. kości sklepienia czaszki, łopaska, mostek)
  - kości krótkie (*ossa brevia*)
    - każdy z 3 trzech wymiarów jest zbliżony długością do pozostałych (np. kości nadgarstka, stępu)
  - kości różnokształtne (*ossa multiformia*)
    - kości nie dające się zaliczyć do żadnej z powyższych grup (np. kość krzyżowa, miedniczna)

Specyficznym rodzajem kości różnokształtnych są kości pneumatyczne (*ossa pneumatica*), które zawierają przestrzeń wysłaną błoną śluzową i wypełnioną powietrzem (np. kość sitowa, kość szczękowa).

- Cechy charakterystyczne kości
  - kości długie
    - w ich obrębie wyróżnia się
      - trzon
        - ◆ w większości uformowany jest z kości zbitej
        - ◆ zawiera jamę szpikową wypełnioną szpikiem kostnym
      - dwa końce: bliższy i dalszy
        - ◆ zbudowane z kości gąbczastej
  - kości płaska
    - zbudowana z dwóch warstw kości zbitej, pomiędzy którymi znajduje się cienka warstwa kości gąbczastej, zwana śródkościem
  - kość krótka
    - zbudowana z kości gąbczastej otoczonej cienką warstwą kości zbitej

### III. BUDOWA HISTOLOGICZNA KOŚCI

Tkanka kostna to rodzaj wyspecjalizowanej tkanki łącznej – podstawowy element budulcowy szkieletu odpowiedzialny za architekturę organizmu, pełniący funkcje podporowe, miejsce docelowe dla działania wielu hormonów utrzymujących homeostazę ustroju, magazyn soli mineralnych o istotnej roli biologicznej oraz materiał formujący środowisko dla szpiku.

Składniki tkanki kostnej można podzielić na organiczne i nieorganiczne. Do pierwszej grupy zalicza się elementy komórkowe oraz macierz organiczną. Drugą grupę stanowią minerały tkanki kostnej.

#### 1. Elementy komórkowe

Do komórek tkanki kostnej zaliczamy niezróżnicowane, pluripotencjalne, komórki prekursorowe (osteogenne) oraz trzy typy komórek zróżnicowanych: osteoblasty, osteocyty i osteoklasty.

Komórki osteogenne (preosteoblasty), występujące zarówno w rozwijającej się, jak i dojrzałej tkance kostnej, wywodzą się z komórek mezenchymy będących prekursorowymi komórkami dla osteoblastów jak i chondroblastów, fibroblastów, adipocytów i komórek tkanki mięśniowej (tzw. F-CFU fibroblast colony forming units). W przypadku rozwijającej się kości identyfikacja preosteoblastów jest trudna, dokonuje się jej na podstawie lokalizacji w sąsiedztwie zróżnicowanych już osteoblastów – grupa komórek osteogennych leży zawsze na zewnątrz pasa osteoblastów budujących nową kość. Wyglądem przypominają one komórki mezenchymalne, są nieco wydłużone o nieregularnym kształcie, mają zasadochłonną cytoplazmę i dobrze rozwiniętą siateczkę śródplazmatyczną szorstką. Komórki osteogenne nie syntetyzują składowych tkanki kostnej, lecz intensywnie się dzielą. Boddzem indukującym komórki progenitorowe do różnicowania w kierunku dojrzałego osteoblasta jest grupa morfogenicznych czynników należących do rodziny białek regulatorowych TGF- $\beta$  tzw. osteogeniczne białka (OPs) lub kostne białka morfogeniczne (BMP). Obecnie zidentyfikowano 7 rodzajów BMP i dla kilku z nich sklonowano geny kodujące. BMP-2 indukuje różnicowa-

nie osteoblastycznych komórek prekursorowych do bardziej dojrzałych komórek osteoblastycznych, z których powstają dojrzałe osteoblasty. Wydaje się, że jednym z istotniejszych czynników warunkujących kostnienie jest ciśnienie parcjalne tlenu – komórki osteogenne zlokalizowane w pobliżu naczyń krwionośnych różnicują się w kierunku osteoblastów, położone z dala od nich – w kierunku chondroblastów.

W dojrzałej kości komórki osteogenne są nieaktywne, spłaszczone o wrzecionowatym kształcie, budują wewnętrzną, rozrodczą warstwę okostnej i śródkostnej wyściełającej jamę szpikową, kanały Haversa, kanały odżywcze i pokrywającej beleczki kostne kości gąbczastej. Spoczynkowe komórki osteogenne uaktywniają się po zadziałaniu bodźców fizycznych np. po przerwaniu ciągłości tkanek, zaczynają się dzielić, a potem różnicują się w osteoblasty lub chondroblasty.

Osteoprogenitorowe komórki zapewniające powstanie osteoklastów należą do pluripotentjalnych komórek hematopoetycznych linii granulocytarno-makrofagowej (GM-CFU) – z nich powstają monocyty będące źródłem makrofagów tkankowych, których fuzja daje wielojądrowe osteoklasty.

*Osteoblasty* to komórki syntetyzujące macierz organiczną kości i uczestniczące w procesie jej mineralizacji. Dojrzałe zróżnicowane osteoblasty nie dzielą się, zlokalizowane są na powierzchni blaszek kostnych. Są to owalne lub okrągłe komórki o średnicy 20-30  $\mu\text{m}$ , zawierające jądro położone przeciwnie w stosunku do bieguna komórki uczestniczącego w procesie tworzenia kości, zasadochłonną cytoplazmę, silnie rozwiniętą siateczkę śródplazmatyczną szorstką i aparat Golgiego, niewielką liczbę mitochondriów, liczne pęcherzyki zawierające struktury włókniste – protokolagen, ziarna glikogenu. Dzięki licznym wypustkom cytoplazmatycznym o długości nawet do 100  $\mu\text{m}$ , osteoblasty łączą się ze sobą, a także z osteocytami. W wypustkach tych dwóch typów komórek kostnych stwierdzono obecność mikrofilamentów aktynopodobnych, dzięki którym wypustki mogą się skracać i wydłużać i w ten sposób zapewniać mieszanie się i wymianę składników płynu tkankowego. Osteoblasty należą do grupy komórek wydzielniczych syntetyzujących i uwalniających składniki macierzy organicznej tkanki kostnej: glikozaminoglikany, tropokolagen, białka niekolagenowe. W środowisku glikozaminoglikanów dochodzi do polimeryzacji tropokolagenu formującego włókna kolagenowe. Wytworzona niezmineralizowana macierz tkanki kostnej zwana osteoidem w ciągu 5-10 dni ulega mineralizacji, a zatopione w niej osteoblasty przechodzą w formę spoczynkową i przybierają postać osteocytów.

*Osteocyty* stanowią podstawowy typ komórek dojrzałej tkanki kostnej. Położone są w jamkach zlokalizowanych w obrębie blaszek kostnych o luźnym utkaniu włókien kolagenowych, posiadają liczne wypustki leżące w kanalikach kostnych, którymi kontaktują się za pomocą połączeń typu nexus z innymi osteocytami lub z osteoblastami. Tak powstała zorganizowana sieć może zawierać 25000 osteocytów/ $\text{mm}^3$  kości. W jamce kostnej pomiędzy wypustkami a zmineralizowaną tkanką kostną występuje warstwa niezmineralizowanego osteoidu, który wypełnia tzw. przestrzeń okołokomórkową jamki kostnej i przestrzeń okołowypustkową i stanowi środowisko dla szybkiej wymiany jonów hormonów oraz czynników odpowiedzialnych za syntezę i resorpcję składników tkanki kostnej.

Funkcja jaką pełnią osteocyty nie jest do końca jasna. Wiadomo, że uczestniczą w utrzymaniu homeostazy wapniowej, poprzez udział w uwalnianiu składników nieorganicznych tkanki kostnej, w mechanizmie osteolitycznej aktywności w odpowiedzi na parathormon – ten pogląd jest kwestionowany przez wielu badaczy ze względu na fakt braku rąbka szczoteczkowego u osteocytów – struktury warunkującej zachodzenie procesu resorpcji. Istnieją kontrowersyjne hipotezy zakładające, że osteocyty produkują czynnik bądź czynniki zabezpieczające kość przed resorpcją przez osteoklasty.

Obecnie wyróżnia się trzy typy osteocytów, które można powiązać z ich cyklem życiowym:

1. Osteocyty osteogenne (młode osteocyty) ultrastrukturą zbliżone do osteoblastów, zawierają dużą ilość siateczki śródplazmatycznej szorstkiej, liczne mitochondria i dobrze rozbudowany aparat Golgiego; są zdolne do syntezy macierzy organicznej,

2. Osteocyty osteolityczne (dojrzałe osteocyty) są komórkami spłaszczonymi, kształtem przypominają pestkę dyni, owalne jądro leżące poza centrum komórki charakteryzuje się zbitą chromatyną, nieliczne mitochondria często zlokalizowane są w miejscu odejścia wypustek, siateczka śródplazmatyczna szorstka jest słabo rozwinięta, ale obecne są dość liczne lizosomy. W miarę upływu czasu osteocyty starzeją się, ich aktywność obniża się, a organelle komórkowe ulegają redukcji,

3. Osteocyty degenerujące i martwe to z reguły małe komórki leżące w dużych jamkach, które stopniowo wypełniane są materiałem mineralnym.

*Osteoklasty* są to duże, owalne, wielojądrowe (5-50 jąder) komórki o średnicy 20-100  $\mu\text{m}$  zlokalizowane w zatokach erozyjnych (zatoki Howshipa) na powierzchni resorbowanej kości. Na podstawie badań z zastosowaniem mikroskopu elektronowego wyróżniono 4 obszary cytoplazmy osteoklasta:

1. Strefa resorpcyjna – obszar bogaty w uwypuklenia i wgłobienia formujące wypustki różnej długości i grubości zwany rąbkem szczoteczkowym (rąbek koronkowy, kryza). Na powierzchni jednej komórki może być kilka rąbków szczoteczkowych w zależności od miejsca przylegania osteoklasta do zmineralizowanej tkanki kostnej. Podstawowa funkcja tej strefy to zwiększenie powierzchni kontaktu z obszarem (powierzchnią) resorbowanej kości.

2. Strefa bezstrukturalna – część cytoplazmy rozciągająca się wzdłuż rąbka szczoteczkowego prawie nie zawierająca organelli komórkowych, błona cytoplazmatyczna w tym miejscu jest gładka, niepofałdowana, w cytoplazmie tej okolicy stwierdzono obecność licznych filamentów aktynowych. Rola, jaką pełni strefa bezstrukturalna, to usztywnienie rąbka szczoteczkowego i utrzymanie go w miejscu działania.

3. Strefa pęcherzykowa – obszar cytoplazmy zlokalizowany nad rąbkem szczoteczkowym bogaty w wakuole i pęcherzyki plazmatyczne.

4. Strefa podstawowa – obszar komórki zlokalizowany na przeciwległym biegunie w stosunku do rąbka szczoteczkowego, zawierający jądra, dobrze rozbudowaną siateczkę śródplazmatyczną ziarnistą, dobrze wykształcony aparat Golgiego, liczne mitochondria oraz liczne lizosomy.

Podstawową funkcją osteoklasta jest resorpcja tkanki kostnej – zarówno jej składników mineralnych, jak i macierzy organicznej. Pojedynczy osteoklast degraduje taką ilość tkanki kostnej, która wymaga obecności ok. 150 aktywnych osteoblastów do jej odtworzenia. Współpraca z osteoblastami zapewnia stałą, ale ze zmiennym nasileniem przebudowę kości przez całe życie.

## 2. Substancja międzykomórkowa tkanki kostnej

Poszczególne komórki tkanki kostnej oddzielone są zmineralizowaną substancją międzykomórkową zbudowaną z trzech podstawowych elementów: substancji organicznej zwanej macierzą organiczną kości lub osteoidem, substancji nieorganicznej, w skład której wchodzi sole wapniowe oraz z wody.

Zawartość procentowa poszczególnych składników substancji międzykomórkowej ulega zmianom w ciągu życia osobniczego i wynosi dla dojrzałej kości zbitej średnio; 25% macierz organiczna, 50% macierz nieorganiczna, 25% woda.

## Macierz organiczna

Macierz organiczna stanowi 30-35% suchej masy odtłuszczonej tkanki kostnej. Jej podstawowym składnikiem jest fibrylarne białko – kolagen typu I, stanowiący 90% wszystkich białek macierzy kostnej. Pozostałe 10% to białka niekolagenowe, do których zalicza się: osteokalcynę, osteonektynę, sialoproteiny, fosfoproteiny (osteopontyna), proteoglikany, albuminy, białka o właściwościach osteoindukcyjnych (BMPs), proteolipidy.

Kolagen typu I, najczęściej występujące w organizmie białko kolagenowe, jest składnikiem kości, skóry, ścięgien, powięzi, chrząstki włóknistej, zębiny, rogówki i torebek pokrywających narządy. Jego cząsteczka zbudowana jest z trzech łańcuchów polipeptydowych  $[\alpha 1(I)]_2\alpha 2(I)$  formujących cząsteczki tropokolagenu, których polimeryzacja prowadzi do powstania cienkich włókienek. Pęczki tych włókienek budują właściwe, grube włókna kolagenu o średnicy 2-10  $\mu\text{m}$  charakterystyczne dla prawidłowych, dojrzałych tkanek. Przesunięcie względem siebie cząsteczek tropokolagenu daje charakterystyczne, poprzeczne prążkowanie, co 67 nm widoczne w mikroskopie optycznym, które obrazuje obecność obszarów nakładania się cząsteczek tropokolagenu (prążki jasne) i obecność luk pomiędzy sąsiadującymi cząsteczkami (prążki ciemne). W początkowej fazie mineralizacji luki stanowią miejsce odkładania się minerału – tzw. miejsca pierwotnej heterogennej nukleacji. Proces wtórnej nukleacji zapewnia odkładanie się kryształów hydroksyapatytów pomiędzy włóknami kolagenu.

Podstawową jednostkę strukturalną dojrzałej tkanki kostnej stanowią blaszki kostne uformowane z cienkich, przebiegających pojedynczo, przeplatających się włókien kolagenowych nie tworzących pęczków (tzw. kość drobnowłóknista), spojonych substancją podstawową i imregnowanych solami wapnia. Fazowe tworzenie istoty międzykomórkowej przez osteoblasty zapewnia naprzemienne występowanie dwóch rodzajów blaszek kostnych: blaszki o grubości ok. 2  $\mu\text{m}$ , o gęstym układzie włókien kolagenowych, w świetle spolaryzowanym wykazują dwójłomność (tzw. blaszki o okrężnym przebiegu włókien) oraz blaszki o luźnym przebiegu włókien, o grubości 4  $\mu\text{m}$ , mniej liczne od pierwszych (tzw. blaszki o podłużnym układzie włókien kolagenowych). Przestrzeń pomiędzy siatką włókien kolagenowych wypełniona jest przez proteoglikany i białka niekolagenowe syntetyzowane przez osteoblasty. Te wielocząsteczkowe związki macierzy organicznej wpływają na procesy biologicznej mineralizacji tkanki kostnej i chociaż wydaje się, że niektóre z nich mogą pełnić funkcję ośrodków enukleacji, to większość z nich ma wpływ jedynie na wielkość i rozmieszczenie kryształitów oraz determinuje ilość i strukturę odkładanego minerału.

## Składniki nieorganiczne tkanki kostnej

Macierz nieorganiczna stanowi 65-75% suchej masy odtłuszczonej tkanki kostnej. Podstawowy jej składnik to związki wapniowe, głównie fosforany, niewielki odsetek stanowią węglany (4-6%) i cytryniany (0.9%) wapnia oraz jony magnezowe (0.5%), sodowe (0.7%) i śladowe ilości jonów chlorkowych, fluorowych. W tkance kostnej dorosłego człowieka zdeponowanych jest 99% całkowitych zasobów wapnia.

Fosforany wapnia tworzą kryształy izomorficzne z dwuhydroksyapatytami. W siatce krystalicznej kryształów hydroksyapatytu jony wapniowe, grupy hydroksylowe i reszty fosforanowe mogą być podstawione przez inne jony czy ugrupowania chemiczne, co powoduje, że tkanka kostna może być rezerwuarem wielu różnych pierwiastków. Kryształy hydroksyapatytu kości mają kształt wydłużonej heksagonalnej bryły i niewielkie wymiary (wielkość obliczona na podstawie pomiarów rentgenograficznych 40x20x10 nm; 50x25x10 nm), co zapewnia bardzo dużą ich powierzchnię. Chemisorpcja, zachodząca na powierzchni kryształów, gwarantuje obecność płaszczki wodnego (faza amorficzna), który stanowi środowisko do wymiany jonów pomiędzy minerałem a otoczeniem. Krystaliczność minerału, odzwierciedlająca stopień uporządkowania budowy sieci krystalicznej, będąca

wynikiem procesu dojrzewania krystalitów, jest istotnym parametrem obrazującym stan zróżnicowania i dojrzałości tkanki kostnej. Kryształy hydroksyapatytów zlokalizowane są w macierzy organicznej pomiędzy fibrylami, ułożone są swoją osią długą równolegle do osi długiej włókien kolagenowych i związane z nimi za pośrednictwem osteonektyny.

## IV. STRUKTURA KOŚCI

### 1. Typy tkanki kostnej

- Niedojrzała tkanka kostna (kość pierwotna) = grubowłóknista kość splotowata
  - powstaje
    - w pierwszym etapie kostnienia, zarówno na podłożu chrzęstnym, jak i błoniastym
    - także w przebiegu gojenia złamań czy ubytków kości.
  - w tkance kostnej tego typu
    - występuje więcej niż w kości dojrzałej
      - komórek
      - proteoglikanów
      - glikoprotein
    - składniki mineralne wykazują niższą krystaliczność
    - obecne grube pęczki włókien kolagenowych o nieregularnym układzie przestrzennym.
- Dojrzała tkanka kostna (kość wtórna) = drobnowłóknista kość blaszkowata
  - wyróżnia się (na podstawie struktury i zawartości szpiku)
    - kość gąbczasta (beleczkowa)
    - kość zbita (hawersjańska)
  - obraz mikroskopowy pozwala prześledzić przestrzenne ułożenie blaszek kostnych.

### Kość gąbczasta

- Kość gąbczasta
  - obecność równolegle ułożonych blaszek kostnych
    - zawierają osteocyty
    - impregnowane solami wapnia
    - formują sieć rozgałęzionych beleczek kostnych
      - przestrzeń pomiędzy beleczkami wypełniają komórki szpiku kostnego
  - kanaliki osteocytów kontaktują się bezpośrednio z naczyniami szpiku (ze względu na niewielką grubość beleczek kostnych)
  - na zewnątrz beleczki kostne pokryte śródkostną, w której obecne są komórki osteogenne i osteoblasty.



## Kość zbita

- Kość zbita
  - większość blaszek układa się koncentrycznie wokół kanałów naczyniowych, formując struktury zwane osteonami (systemy Haversa).
- Osteony
  - kształt walcowaty, ułożone osią długą zgodnie z osią długą kości
  - długość zależy od długości otaczanego naczynia (kilka mm do 3 cm)
  - zbudowane z
    - naprzemiennie układających się
      - tzw. blaszek systemowych (blaszki osteonu, *lamellae osteoni*) typu luźnego – gdzie zlokalizowane są jamki
      - typu gęstego – zawierające kanaliki.
- System osteonów
  - umożliwia kontakt pomiędzy naczyniem w kanale Haversa a obwodowymi częściami osteonu
  - kanały osteonów kontaktują się z powierzchnią kości oraz z jamą szpikową poprzez kanały odżywcze (kanały Volkmanna) biegnące prostopadle lub skośnie do osi długiej kości
  - przestrzenie pomiędzy osteonami
    - wypełniają blaszki międzysystemowe (*lamellae intercalatae*),
  - przestrzenie pomiędzy osteonami od strony jamy szpikowej
    - wypełniają blaszki podstawowe wewnętrzne (*lamellae generales internae*)
  - przestrzenie pomiędzy osteonami pod okostną
    - wypełniają blaszki podstawowe zewnętrzne (*lamellae generales externae*).

## 2. Układ odżywczy

- 3 typy dróg odżywczych, a zarazem metabolicznych tkanki kostnej:
  - połączenia pomiędzy osteocytami za pośrednictwem wypustek i tą drogą połączenia z naczyniami kanału Haversa,
  - połączony układ przestrzeni okołokomórkowych, okołowypustkowych i okołonaczyniowych – zmiany jakościowe zlokalizowanej tutaj macierzy determinują rodzaj transportowanego materiału,
  - układ naczyniowy kości: krew dostaje się do jamy szpikowej poprzez kanały odżywcze, stąd do systemów Haversa (od strony jamy szpikowej do naczyń kości dostaje się 3/4 krwi odżywiającej kość, pozostała część pochodzi od strony okostnej z pominięciem drogi poprzez szpik kostny).

### 3. Okostna

- Okostna
  - stanowi warstwę tkanki łącznej, pokrywającej wszystkie powierzchnie zewnętrzne kości z wyjątkiem powierzchni stawowych
  - zbudowana z:
    - warstwy zewnętrznej – tkanki łącznej włóknistej
    - warstwy wewnętrznej – warstwy rozrodczej – przylegającej bezpośrednio do kości, zawierającej komórki osteogenne.

### 4. Śródkostna

- Śródkostna
  - zbudowana jest z ciągłej warstwy nieaktywnych komórek osteogennych
  - położona na powierzchni beleczek kostnych
  - wyściela jamę szpikową, kanały odżywcze i kanały Haversa.

## V. HISTOGENEZA KOŚCI

- Powstawanie kości
  - ściśle regulowane przez liczne czynniki, które działając lokalnie modyfikują proliferację i różnicowanie komórek osteoblastycznych.
- Podłoże dla rozwoju kości
  - tkanka mezenchymatyczna.
- Typy kostnienia
  - na podłożu tkanki łącznej o błoniastej budowie – tzw. kostnienie na podłożu łącznotkankowym (błoniastym) (*osteogenesis membranacea*)
  - na podłożu chrząstki szklistej – tzw. kostnienie na podłożu chrzęstnym (*osteogenesis cartilaginea*).

W obu przypadkach proces tworzenia kości zachodzi podobnie; jedynym czynnikiem różnicującym jest resorpcja modelu chrzęstnego.

### 1. Rozwój kości na podłożu łącznotkankowym

Pierwszy etap procesu tworzenia kości na podłożu łącznotkankowym to wytworzenie rusztowania z tkanki mezenchymatycznej o luźnym utkaniu. Z kolei w tkance tej pojawiają się naczynia krwionośne zapewniające warunki do różnicowania komórek osteogennych w kierunku osteoblastów – tak powstaje ośrodek kostnienia. Osteoblasty syntetyzują osteoid i biorą aktywny udział w jego mineralizacji. Powstające blaszki kostne formują beleczki, pomiędzy którymi młoda, unaczyniona tkanka mezenchymatyczna przekształca się w szpik.

Pierwotne beleczki kostne zawierają włókna kolagenowe skupione w grube pęczki o nieregularnym przebiegu. Apozycyjny wzrost (dzięki kościotwórczej aktywności osteoblastów) i resorpcja kości (będąca efektem działalności osteoklastów), warunkują przebudowę grubowłóknistej kości spłotowatej w ostateczną kość blaszkowatą.

## 2. Rozwój kości na podłożu chrzęstnym

Ten typ kostnienia najłatwiej prześledzić na przykładzie formowania kości długich. W centralnej części modelu chrzęstnego kości dochodzi do degeneracji chondrocytów i mineralizacji istoty międzykomórkowej – tak powstaje pierwotny punkt kostnienia. Jednocześnie dochodzi do formowania okostnej, której komórki podejmują czynność osteogenną, co stopniowo powoduje wytworzenie mankietu kostnego, uniemożliwiającego odżywianie chrząstki. Do obszaru po rozpadłych chondrocytach wnika pęczek naczyńiowy z komórkami mezenchymatycznymi stanowiącymi punkt wyjścia dla rozwoju osteoblastów. Funkcja wydzielnicza osteoblastów zapewnia syntezę macierzy kostnej, jej mineralizację i w konsekwencji powstanie pierwszych beleczek kostnych. Proces degeneracji chrząstki i formowania tkanki kostnej przesuwa się w kierunku nasad, powstają w nich wtórne punkty kostnienia, a chrząstka utrzymuje się jedynie na granicy trzonu i nasady formując tzw. płytkę wzrostową. Zahamowanie wzrostu kości na długość wywołane jest późniejszym zanikiem chrząstek wzrostowych. Wzrost przez apozycję mankietu kostnego w zakresie trzonu oraz osteoliza kości od strony wewnętrznej gwarantują wzrost kości na grubość i poszerzenie jamy szpikowej.

### Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
3. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
4. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
5. Cichoński T., Litwin J., Mirecka J.: Kompendium histologii. Podręcznik dla studentów nauk medycznych i przyrodniczych Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.
6. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
7. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
8. Lorkowski J., Gryglewski A.: Makro i mikroarchitektonika kości. *Monit. Lek.* 2004; 2 (10): 23-6.
9. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka, Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
10. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
11. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
12. Williams P.L.: *Grey's Anatomy*. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
13. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.
14. Zabel M.: Histologia. Podręcznik dla studentów medycyny i stomatologii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.



# Osteologia

Iwona Teul, Jacek Lorkowski

## Szkielet osiowy – Kręgosłup (*columna vertebralis*)

Kręgosłup stanowi najważniejszą część naszego szkieletu. Jest podstawą, na której utrzymuje się całe ciało człowieka. Określamy go jako słup kostny.

Jest **ruchomą osią tułowia i szyi**, położoną w płaszczyźnie pośrodkowej po grzbietowej stronie naszego ciała. Rozpoczyna się od podstawy czaszki i biegnie do dolnego końca tułowia. Składa się z **33-34 nieparzystych kręgów**, które ułożone są jeden nad drugim.

Kręgosłup **zapewnia ochronę** biegnącemu w nim **rdzeniowi kręgowemu**, **amortyzuje wstrząsy** dzięki swojemu kształtowi – lordozie szyjnej, kifoze piersiowej i lordozie lędźwiowej oraz **stanowi narząd ruchu** jako miejsce **przyczepu innych kości i mięśni**. Z punktu widzenia biomechaniki kręgosłup nie jest niezależny od innych układów. Jego praca związana jest z budową oraz współpracą więzadeł i mięśni bezpośrednio związanych z kręgosłupem i pośrednio współpracujących z kręgosłupem (mięśnie: prosty brzucha, skośny zewnętrzny brzucha, poprzeczny brzucha, czworoboczny lędźwi). Dodatkowo wspomaga kręgosłup ciśnienie brzuszne (tłocznia).

Odcinek kręgosłupa	Ilość kręgów
Szyjny	7
Piersiowy	12
Lędźwiowy	5
Krzyżowy	5
Guziczny	4-5

Kręgosłup dzielimy na **5 odcinków**: **szyjny**, **piersiowy**, **lędźwiowy**, **krzyżowy** – kość krzyżowa oraz **guziczny**, czyli **ogonowy**. Trzy pierwsze odcinki tworzą **ruchomą, przedkrzyżową** część kręgosłupa, a dwa ostatnie **nieruchomą część krzyżowo-guziczną**.

**Kręgi** dzielimy na **prawdziwe** – samodzielne nie zrosnięte kręgi, i **rzekome** – zrosnięte tj. połączone kościorostami.

Podział kręgów	
Prawdziwe	szyjne
	piersiowe
	łędźwiowe
Rzekome	krzyżowe (kość krzyżowa)
	guziczne (kość guziczna)

Budowa kręgu	
Typowy kręgu zbudowany jest z trzonu, łuku i 7 wyrostków	
Trzon kręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jego część przednia, masywniejsza, ma kształt niskiego, owalnego krążka z dwiema wklęsłymi, chropowatymi powierzchniami po przeciwległych stronach górnej i dolnej</li> <li>o trzon służy do <b>dźwignania masy ciała</b></li> <li>o trzon wraz z łukiem zamykają <b>otwór kręgowy</b>, wszystkie otwory kręgowe tworzą <b>kanal kręgowy</b>, w którym znajduje się część ośrodkowego układu nerwowego, zwana rdzeniem kręgowym wraz z oponami</li> <li>o kręgi oznaczane są skrótowymi symbolami pochodzącymi od ich łacińskich nazw. Kręgi szyjne określa się literą „C” z cyfrą oznaczającą kolejne numery kręgów: C<sub>1</sub>-C<sub>7</sub>. Kręgi piersiowe mają odpowiednio symbole Th<sub>1</sub>-Th<sub>12</sub>, kręgi łędźwiowe L<sub>1</sub>-L<sub>5</sub>, krzyżowe S<sub>1</sub>-S<sub>5</sub>, a guziczne Co<sub>1</sub>-Co<sub>4/5</sub></li> </ul>
Łuk kręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>o rozpoczyna się z bocznej strony trzonu <b>dwie ma nasadami</b>, na których położone są dwa wcięcia: <b>wcięcie kręgowie górne i dolne</b></li> <li>o wcięcia dwóch sąsiednich kręgów tworzą <b>otwory międzykręgowe</b> dla nerwów rdzeniowych i naczyń krwionośnych</li> <li>o jego część tylna jest znacznie węższa od przedniej</li> <li>o od łuku kręgu odchodzi <b>7 wyrostków</b></li> </ul>
Wyrostki kolczyste	<ul style="list-style-type: none"> <li>o są nieparzyste, odchodzą od łuku w tył i lekko ku dołowi</li> <li>o można je wyczuć przez skórę od siódmego kręgu szyjnego po kręgi łędźwiowe</li> <li>o służą do przyczepu mięśni i więzadeł</li> </ul>
Wyrostki poprzeczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>o parzyste, odchodzą od łuku kierując się w bok i służą do przyczepu mięśni i więzadeł</li> </ul>
Wyrostki stawowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>o są dwie pary: górne i dolne posiadają <b>powierzchnie stawowe</b> i służą do połączeń stawowych kręgów</li> <li>o kręgi ostatnie poszczególnych odcinków kręgosłupa przyjmują częściowo cechy charakterystyczne dla kręgów następnego odcinka</li> </ul>

## Kręgi szyjne (*vertebrae cervicales*)

Trzony tych kręgów są **niskie, delikatne**, powierzchnie górne i dolne **wklęsłe**, otwór kręgowy ma **kształt trójkątny** (sercowaty), **wyrostki kolczyste są rozdwojone**. Kręgi szyjne charakteryzują się innym ukształtowaniem wyrostka poprzecznego. Składa się on z dwóch **listewek kostnych** przedniej (pozostałość po zredukowanym żebrze szyjnym) i tylnej (właściwy wyrostek poprzeczny) zrastających się na końcach i obejmujących **otwór wyrostka poprzecznego**, przez który przebiegają tętnica kręgowa i dwie żyły kręgowe. Listewki zakończone są **guzkami**, które tworzą worek przeznaczony dla przedniej gałęzi szyjnego nerwu rdzeniowego. Dwa pierwsze i siódmy kręgi szyjne mają odmienną budowę od czterech pozostałych kręgów.

### Charakterystyczne odmienne cechy w budowie kręgów szyjnych

<p><b>C<sub>1</sub> – kręg szczytowy – dźwigacz</b> (<i>atlas</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o kształt pierścieniowaty</li> <li>o <b>brak trzonu</b> (zredukowany na rzecz zęba kręgu obrotowego)</li> <li>o występuje <b>łuk przedni</b> (mniejszy) i <b>łuk tylny</b> (większy)</li> <li>o łuk przedni posiada <b>dolek zęba</b> (wewnątrz), do którego pasuje ząb kręgu obrotowego i guzek przedni na zewnątrz</li> <li>o <b>brak wyrostków stawowych</b> są dwie <b>masy boczne</b> z powierzchniami stawowymi górnymi i dolnymi</li> <li>o <b>nie ma wyrostka kolczystego</b> tylko <b>guzek tylny</b></li> <li>o <b>łuk tylny ma bruzdę</b> – biegną w niej tętnica i żyła kręgowa oraz pierwszy nerw szyjny.</li> <li>o łączy się z czaszką stawowo – z kłykciami potylicznymi kości potylicznej</li> <li>o łączy się stawowo z drugim kręgiem szyjnym</li> </ul>
<p><b>C<sub>2</sub> – kręg obrotowy – obrotnik</b> (<i>axis</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>wydłużony</b> ku górze <b>trzon</b></li> <li>o wydłużenie nosi nazwę <b>zęba kręgu obrotowego</b>, który ma dwie powierzchnie stawowe</li> <li>o ząb służy do połączenia z kręgiem szczytowym</li> <li>o <b>brak wyrostków stawowych górnych</b> są tylko <b>powierzchnie stawowe górne</b></li> <li>o pojawiają się wyrostki stawowe dolne</li> </ul>
<p><b>C<sub>6</sub> – kręg szyjny</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o guzek przedni zwanym <b>guzkiem tętnicy szyjnej</b> jest szczególnie dobrze wykształcony (ułatwia on zaciśnięcie przebiegającej z przodu tętnicy szyjnej wspólnej w przypadków krwotoków zlokalizowanych powyżej)</li> </ul>

C <sub>7</sub> – kręg wystający	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest ostatnim kręgiem odcinka szyjnego, a zarazem przejściowym kręgiem pomiędzy odcinkiem szyjnym, a piersiowym kręgosłupa</li> <li>o <b>nie ma otworów poprzecznych</b></li> <li>o <b>wyrostek kolczysty jest dłuższy</b> od analogicznych wyrostków innych kręgów szyjnych – uwypukla się przez skórę i jest dobrze widoczny i wyczuwalny na karku</li> </ul>
---------------------------------	--

### Kręgi piersiowe (*vertebrae thoracicae*)

Kręgi te charakteryzują się **ruchomym połączeniem z żebrami**. Trzony kręgów piersiowych wzrastają w wymiarze strzałkowym i pionowym ku dołowi. Cechą najbardziej charakterystyczną w ich budowie są **dołki żebrów górne i dolne** dla połączenia z żebrami. Znajdują się one na **bocznych powierzchniach trzonów tuż przy nasadzie łuku i na wyrostkach poprzecznych**. Kręgi piersiowe posiadają długie, **niepodzielone wyrostki kolczyste** (zwłaszcza w środkowym odcinku). Wyrostki kolczyste zachodzą na siebie dachówkowato. Otwory kręgowe są kształtu okrągłego.

Charakterystyczne odmienne cechy w budowie kręgów piersiowych	
Kręg piersiowy Th <sub>1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o na trzonie znajduje się tylko <b>jeden cały dołek żebrowy dla głowy pierwszego żebra</b></li> <li>o wyrostek kolczysty Th<sub>1</sub> jest wystający jak wyrostek C<sub>7</sub></li> </ul>
Kręgi piersiowe Th <sub>11</sub> -Th <sub>12</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o mają po <b>jednym dołku żebrowym dla głowy XI i XII żebra</b></li> <li>o <b>brak dołków żebrowych</b> na wyrostkach poprzecznych</li> <li>o wyrostki kolczyste są krótsze i grubsze</li> </ul>

### Kręgi lędźwiowe (*vertebrae lumbales*)

Kręgi te posiadają **duże i masywne trzony** o charakterystycznym nerkowatym kształcie. Największym kręgiem jest L<sub>5</sub>. Wyrostek poprzeczny kręgu lędźwiowego jest **szczałkowym żebrzem**. Właściwy wyrostek poprzeczny występuje na kręgach lędźwiowych jako **wyrostek żebrowy**. U nasady wyrostka żebrowego znajduje się **wyrostek dodatkowy** (pozostałość po wyrostku poprzecznym). Występują jeszcze **wyrostki suteczkowe**, które znajdują się na bocznych powierzchniach wyrostków stawowych górnych. **Wyrostki kolczyste** są silnie **zgrubiałe, skrócone**, skierowane ku do tyłu. **Otwory kręgowe są małe, kształtu trójkątnego**.



## Kość krzyżowa (*os sacrum*)

Powstała w wyniku **zrośnięcia** się 5 kręgów (**kościorzost**). Ma kształt klina, który wchodzi między dwie kości miedniczne. Ten odcinek kręgosłupa przenosi ciężar ciała na miednicę. Kość krzyżowa charakteryzuje się dużym dymorfizmem płciowym

Podstawa kości krzyżowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>o szeroka, zwrócona jest ku górze</li> <li>o zaznacza się na niej powierzchnia górna trzonu pierwszego kręgu krzyżowego, która przez krążek międzykręgowy łączy się z piątym kręgiem lędźwiowym oraz para wyrostków stawowych górnych</li> <li>o od tyłu na podstawie, widoczny jest <b>kanal krzyżowy</b> będący przedłużeniem kanału kręgowego. Kończy się on <b>rozwozem kanału krzyżowego na powierzchni grzbietowej</b> kości krzyżowej i ograniczony jest <b>rożkami krzyżowymi</b>, które łączą się z <b>rożkami kości guzicznej</b></li> </ul>
Wierzchołek kości krzyżowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest to koniec dolny kości krzyżowej i łączy się z pierwszym segmentem kości guzicznej</li> </ul>
Powierzchnia miedniczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest wklęsła, gładka, ma <b>kresy poprzeczne</b> (pozostałości po zrośnięciu trzonów) i 4 pary otworów krzyżowych miednicznych</li> </ul>
Powierzchnia grzbietowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest wypukła i bogato urzeźbiona</li> <li>o zrośnięte kręgi krzyżowe uległy bardzo dużym modyfikacjom. Odpowiednie wyrostki łącząc się linijnie utworzyły <b>grzebień</b></li> <li>o <b>grzebień krzyżowy pośrodkowy</b> – powstał w wyniku zrośnięcia się wyrostków kolczystych</li> <li>o parzysty <b>grzebień krzyżowy pośredni</b> – powstał przez zrośnięcie się wyrostków stawowych</li> <li>o parzysty <b>grzebień krzyżowy boczny</b> – został utworzony przez zrośnięcie się wyrostków poprzecznych</li> </ul>
Część boczna kości krzyżowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>o szczątkowe żebra krzyżowe utworzyły <b>boczne części kości krzyżowej</b></li> <li>o znajdują się na niej <b>powierzchnie uchwyte</b> do połączenia stawowego – <b>stawu krzyżowo-biodrowego</b></li> <li>o <b>wcięcia żebrowe górne i dolne</b> zrośniętych kręgów utworzyły <b>otwory krzyżowe miedniczne i otwory krzyżowe grzbietowe</b></li> </ul>

## Kość guziczna (*os coccygis*)

Zwana potocznie **kością ogonową**. Składa się z 3-5 szczątkowych trzonów kręgow, które pozbawione są w większości cech typowych dla ich budowy. Pierwszy kręgi ma charakterystyczne **rożki guziczne**, skierowane ku górze do połączenia z rożkami kości krzyżowej. Kość guziczna często odchyła się od linii pośrodkowej. Złamanie kości guzicznej powstające przy urazach okolicy pośladkowej jest przyczyną uporczywego zespołu bólowego – **kokcygodynii**, leczonego chirurgicznym usunięciem kości.

## Połączenia ruchomej części kręgosłupa

Kręgi są ułożone jeden nad drugim i połączone ruchomo względem siebie. Poszczególne kręgi połączone są ze sobą w ten sposób, że zapewniają zachowanie własności statycznych kręgosłupa, a przy tym umożliwiają ruchy pomiędzy sąsiednimi kręgami. Połączenia te dzieli się na połączenia między trzonami i na stawy między wyrostkami stawowymi kręgow. W połączeniach stawowych wprowadzamy pojęcia połączeń ścisłych (trzony łuków, łuki, wyrostki poprzeczne i wyrostki kolczyste) i połączeń wolnych (pomiędzy wyrostkami stawowymi).

Dzięki temu możemy wykonywać różne ruchy, np. schylenie się, zgięcie do boku, skręt tułowia, potakiwanie lub przeczenie. Pomiędzy trzonami kolejnych kręgow leżą **chrzęstne krążki międzykręgowe**, potocznie zwane „dyskami”. Są to połączenia o typie **chrząstkozrostów**. Oprócz chrząstkozrostów kręgi są połączone stawami (między wyrostkami stawowymi dolnymi kręgu a górnymi kręgu niższego) i więzadłami. Wewnątrz kręgosłupa w **kanale kręgowym** leży **rdzeń kręgowy**, z którego wychodzą włókna nerwowe do mięśni i narządów wewnętrznych. Do niego też dochodzą włókna nerwowe, przewodzące impulsy czuciowe, np. ze skóry, niosące informacje o dotyku, bólu, temperaturze dotykanych przedmiotów, itp.

Prawidłowo występujące **krzywizny kręgosłupa** uwypuklone do przodu nazywamy **lordozami**, do tyłu **kyfozami**.

Podział krzywizn kręgosłupa		
fizjologiczne	lordozy	szyjna
		lędźwiowa
	kyfozy	piersiowa
		krzyżowo-guziczna
patologiczne	skoliozy	

Krzywizny kręgosłupa amortyzują obciążenia, którym on podlega. W niektórych przypadkach występują patologiczne skrzywienia kręgosłupa do boków – nazywane skoliozami. Innym schorzeniem może być tzw. „wy-

padanie krążka stawowego” podczas ruchu kręgosłupa. Jądro miażdżyste przemieszcza się w obrębie krążka w stronę wypukłości wytwarzanej w danym momencie krzywizny i dochodzi w tym miejscu jednocześnie do rozciągania i osłabiania pierścienia włóknistego i jest to anatomiczna podstawa wypadania krążka międzykręgowego. Ponieważ krążek międzykręgowy ogranicza od przodu kanał kręgowy i otwory międzykręgowe zawierające struktury nerwowe, jego wypadnięcie wywołuje objawy neurologiczne. W odcinku lędźwiowo-krzyżowym nazywane są mianem rwy kulszowej.

## Klatka piersiowa

W skład kości klatki piersiowej wchodzi: 12 kręgów piersiowych, 12 par żeber oraz mostek.

Kości budujące klatkę piersiową stanowią miejsce przyczepu dla mięśni szyi, kończyn górnych, grzbietu i teje klatki piersiowej. Ponadto ochraniają one narządy w niej położone. Klatka piersiowa ma kształt stożka zwróconego szczytem ku górze. W górnej, węższej części znajduje się **otwór górny klatki piersiowej**, który ograniczony jest przez trzon  $Th_1$ , pierwszą parę żeber oraz górny brzeg mostka. Otwór górny jest owalny, przebiega tam tchawica, przelyk, naczynia i nerwy oraz znajdują się osklepki opłucnej. **Dolny otwór klatki piersiowej** jest szerszy, ograniczony przez  $Th_{12}$ , wyrostkiem mieczykowatym, dolnymi żebrami i łukami żeber, które tworzą **kąt podmostkowy**. Otwór dolny klatki piersiowej zamyka przepona, która oddziela klatkę piersiową od jamy brzusznej. Kształt klatki piersiowej zależy od wieku, płci, fazy oddechu i typu budowy ciała. U kobiet klatka piersiowa jest krótsza i szersza w dolnej części niż u mężczyzn, a jest to związane z typem oddychania – u kobiet dominuje typ żebrowy, a u mężczyzn typ brzuszny oddychania. U dziecka klatka piersiowa jest bardziej okrągła, a z wiekiem ulega spłaszczeniu i poszerzeniu.

W przypadku krzywicy po obu stronach mostka występują bruzdy, mostek zostaje wysunięty ku przodowi i powstaje **klatka piersiowa kurza**. **Klatka piersiowa lejkowata** charakteryzuje się lejkowatym zagłębieniem dolnej części mostka. **Klatka piersiowa asteniczna** jest płaska, wydłużona i płytka.

Klinicyści zwracają szczególną uwagę na ważne struktury anatomiczne przechodzące z szyi i kończyny górnej do klatki piersiowej lub odwrotnie, przykładowo zespół żebrowo-obojczykowy, który spowodowany jest uciskiem tętnicy podobojczykowej między obojczykiem a pierwszym żebrzem – w wyniku tego ucisku dochodzi do zbladnięcia i oziębienia kończyny oraz osłabienia jej tętna; zespół pierwszego żebra spowodowany jest uciskiem korzeni nerwowych  $C_8$  i  $Th_1$  oraz pnia dolnego splotu ramiennego i powoduje zaburzenia w unerwieniu mięśni ręki i powstanie tzw. ręki szponiastej.

## Żebra (*costae*)

Wyróżniamy **żebra prawdziwe**, które łączą się bezpośrednio z mostkiem i jest ich 7 par. **Żebra rzekome**: 3 pary żeber przytwierdzonych, których chrząstki łączą się z żebrem VII tworząc łuk żebrowy oraz 2 pary **żeber wolnych**, które kończą się w mięśniach brzucha. Żebra odgrywają ważną rolę w procesie oddychania; stanowią miejsce przyczepu mięśni oddechowych, a także dzięki występowaniu chrząstek między żebromi a mostkiem możliwe jest zwiększanie i zmniejszanie objętości klatki piersiowej, co tworzy zmianę ciśnień w jej wnętrzu i umożliwia wdech i wydech.

### Charakterystyczne cechy w budowie żebra

Żebro zbudowane jest z części kostnej i części chrzęstnej. Jest kością długą, ma koniec bliższy zwany **końcem kręgosłupowym**, koniec dalszy zwany **końcem mostkowym** oraz **trzon**. Żebra zbudowane są z istoty kostnej gąbczastej, w której występuje szpik kostny czerwony.

<p><b>Koniec kręgowy żebra</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o skierowany do kręgosłupa posiada <b>głowę żebra</b>, której powierzchnia stawowa służy do połączenia z dołkami żebrowymi trzonów kręgów piersiowych</li> <li>o powierzchnia stawowa głowy żebra podzielona jest <b>grzebieniem głowy żebra</b></li> <li>o za głową znajduje się przewężenie, które nazywa się <b>szyjką żebra</b></li> <li>o za nią położony jest <b>guzek żebra</b>, który posiada powierzchnie stawową dla dołka żebrowego na wyrostku poprzecznym kręgu piersiowego</li> </ul>
<p><b>Trzon żebra</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest spłaszczony i ma dwie powierzchnie: <b>wewnętrzną</b> wklęsłą oraz <b>zewnątrzną</b> gładką i wypukłą</li> <li>o <b>brzeg górny</b> trzonu żebra jest zgrubiały i zaokrąglony, a <b>brzeg dolny</b> ostry z <b>bruzdą żebra</b> po jego wewnętrznej stronie dla naczyń i nerwów międzyżebrowych</li> <li>o za guzkiem żebra znajduje się miejsce największego zagięcia na trzonie, które nosi nazwę <b>kąta żebra</b>. Kąt ten jest różny i zmienia się w zależności od położenia żebra</li> <li>o <b>część chrzęstna żebra</b> zbudowana jest z tkanki chrzęstnej szklistej i występuje na końcu mostkowym każdego żebra. Chrząstka ta zwiększa sprężystość i ruchomość klatki piersiowej, z wyjątkiem dwóch ostatnich żeber</li> </ul>
<p><b>Koniec mostkowy żebra</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o skierowany do mostka ma powierzchnię, do której przyczepia się część chrzęstna żebra</li> </ul>

### Charakterystyczne odmienne cechy w budowie żeber

Żebro I	<ul style="list-style-type: none"> <li>o trzon położony poziomo</li> <li>o żebro jest krótkie i mocno zagięte</li> <li>o głowa nie ma grzebienia</li> <li>o brak kąta żebra</li> <li>o nie ma bruzdy żebra</li> <li>o wyróżniamy powierzchnię górną i dolną</li> <li>o brzeg zewnętrzny i wewnętrzny</li> <li>o na powierzchni górnej znajduje się guzek dla m. pochylego przedniego</li> <li>o przed guzkiem znajduje się bruzda dla żyły podobojczykowej</li> <li>o za guzkiem bruzda dla tętnicy podobojczykowej</li> </ul>
Żebro II	<ul style="list-style-type: none"> <li>o trzon jest skrócony i ułożony poziomo</li> <li>o występuje na nim guzowatość dla m. zębatego przedniego</li> </ul>
Żebro XI i XII	<ul style="list-style-type: none"> <li>o są krótkie</li> <li>o pozbawione szyjki, guzka i kąta żebra</li> <li>o koniec mostkowy ma małą chrząstkę żebrową</li> </ul>

### Mostek (*sternum*)

#### Charakterystyczne cechy w budowie mostka

Leży na przedniej ścianie klatki piersiowej. Jest kością płaską, w której znajduje się szpik kostny. Górna część mostka skierowana jest do kręgosłupa, a dolna oddalona od niego. W mostku wyróżniamy: **rękojeść mostka**, **trzon mostka**, **wyrostek mieczykowaty**.

Rękojeść mostka	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest szeroka i krótka</li> <li>o posiada dwa brzegi: na brzegu górnym znajduje się wcięcie szyjne, a po jego obu stronach znajdują się dwa wcięcia obojczykowe dla połączeń stawowych z obojczykami</li> <li>o poniżej wcięć obojczykowych znajdują się wcięcia żebrowe do połączenia z chrząstką I żebra oraz połowa wcięcia dla żebra II, które łączy się z mostkiem na granicy rękojeści i trzonu mostka</li> </ul>
Trzon mostka	<ul style="list-style-type: none"> <li>o na granicy połączenia z rękojeścią mostka jest węższy i rozszerza się ku dołowi</li> <li>o na jego bocznych brzegach występuje pięć i pół <b>wcięcia żebrowego</b> dla połączenia z żebrami II-VII</li> <li>o pomiędzy rękojeścią i trzonem mostka występuje <b>kąt mostka</b></li> <li>o powierzchnia przednia trzonu jest lekko chropowata, a tylna gładka</li> </ul>

Wyrostek mieczykowaty	<ul style="list-style-type: none"> <li>o najmniejsza i najbardziej zmienna pod względem kształtu i wielkości część mostka. U mężczyzn wyrostek mieczykowaty jest dłuższy, niż u kobiet</li> <li>o jego koniec może być rozdwojony, wydłużony lub występować szczałkowo (u około 50% populacji)</li> </ul>
-----------------------	---

## Połączenia żeber z kręgosłupem

Szkielet klatki piersiowej charakteryzuje duża sprężystość. Dużą rolę odgrywa tu kształt żeber, ich połączenia z kręgosłupem i mostkiem, chrząstki żebrów występujące na przedniej ścianie oraz połączenia w obrębie mostka.

W połączeniu żeber z kręgosłupem wyróżniamy:

**Staw żebrowo-kręgowy** – tworzą go wypukłe głowy żebra i odpowiadający im dołek żebrów na trzonach kręgów piersiowych, są to stawy złożone pokryte chrząstką włóknistą. **Należy pamiętać**, że w stawach I, XI i XII głowa żebra połączona jest tylko z jednym dołkiem żebrowym i są to stawy proste, a ich powierzchnie pokrywa chrząstka szklista.

**Staw żebrowo-poprzeczny** – tworzą go wypukłe powierzchnie guzków żebra i dołki żebrów wyrostków poprzecznych kręgów piersiowych, występuje w połączeniach od I do X żebra, powierzchnie stawowe pokrywa chrząstka szklista.

Zachodzi w nich **ruch obrotowy** dookoła osi długiej szyjki żebra, która łączy oba stawy. Kąt wytworzony przez osie prawą i lewą powoduje dużą zmienność w ich ruchach, dlatego w stawach górnych ruch obrotowy powoduje silniejszy ruch żebra ku górze i słabszy ku bokowi, a w stawach dolnych żebra unosząc się ku górze powodują zwiększenie czołowego wymiaru klatki piersiowej.

## Połączenia żeber z mostkiem

Odbywa się za pomocą chrząstek żebrowych, które są przedłużeniem żebra kostnego. Chrząstka I żebra łączy się z mostkiem poprzez **chrząstkozrost mostkowo-żebrowy**. Chrząstki żeber II-VII z mostkiem łączą się **stawami mostkowo-żebrowymi**.

## Połączenia mostka

Pomiędzy brzegami rękojeści, trzonu oraz wyrostka mieczykowatego występują połączenia, które są **chrząstkozrostami mostkowymi**. Brzegi, czyli powierzchnie połączeń pokrywa chrząstka szklista, a między nimi występuje chrząstka włóknista.

## Kości kończyny górnej (*membrum superius*)

Kończyna górna składa się z **obręczy kończyny górnej** zwanej również obręczą barkową połączoną z tułowiem oraz **kończyny górnej wolnej**. W skład kości obręczy wchodzi dwie parzyste kości: położony od przodu **obojczyk** i od tyłu **łopatka**. Obręcz kończyny górnej łączy się ze szkieletem za pomocą stawu mostkowo-obojczykowego i stanowi zarazem początek **łańcucha biokinematycznego** kończyny górnej. Łopatka łączy się z tułowiem tylko przez mięśnie.

Część wolna kończyny górnej dzieli się na: **ramię** (kość ramienna), **przedramię** (2 kości przedramienia – łokciowa i promieniowa) oraz **kości ręki**, w skład których wchodzi: kości nadgarstka (8), kości śródreżca (5 kości długich) i **kości palców** (14). Szkielet palców tworzą **paliczki** – w każdym palcu po 3 paliczki, z wyjątkiem kciuka złożonego z 2 paliczków.

## Kości obręczy kończyny górnej

### Obojczyk (*clavicula*)

#### Charakterystyczne cechy budowy obojczyka

Znajduje się w górnej okolicy klatki piersiowej, po jej stronie przyśrodkowej, położony bezpośrednio pod skórą; stanowi wyraźną granicę między szyją a klatką piersiową. Jego długość wyznacza szerokość barkową, a im silniej rozwinięte są mięśnie przyczepiające się do niego, tym większe jest jego esowate wygięcie.

Jest kością długą, posiada **dwie końce**: bliższy zwany **mostkowym**, koniec **dalszy** zwany **barkowym** oraz **trzon**.

#### Koniec mostkowy

(przyśrodkowy skierowany do mostka)

- o **zgrubiały i rozszerzony**, ma trójkątną i nieco siodełkowato zakrzywioną **powierzchnię stawową mostkową**, pokrytą chrząstką włóknistą przeznaczoną do połączenia z **mostkiem**, tworząc **staw mostkowo-obojczykowy**

#### Trzon obojczyka

- o jest **walcowaty, wygięty** w kształcie litery S (w odcinku przyśrodkowym jest wygięty do przodu, a w bocznym ku tyłowi). Posiada dwie powierzchnie **górną i dolną**
- o powierzchnia dolna trzonu jest lekko wypukła i posiada przy końcu mostkowym miejsce chropowate, **wycisk więzadła żebrowo-obojczykowego**, dalej bocznie znajduje się pole chropowate, skośnie wydłużone (guzowatość krucza) – **kresa czworoboczna**
- o nieco ku dołowi znajduje się **guzek stożkowaty**
- o **część środkowa trzonu** jest największa, bez przyczepów więzadeł i tutaj też najczęściej następuje złamanie obojczyka

<p><b>Koniec barkowy</b> (boczny skierowany do łopatki)</p>	<p>o jest spłaszczony w kierunku od góry do dołu i zakończony bocznie małą, owalną i słabo wypukłą <b>powierzchnią stawową barkową</b> dla połączenia z wyrostkiem barkowym łopatki tworząc <b>staw barkowo-obojęzyczny</b></p>
---	---

Palpacyjnie obojęzyk wyczuwalny jest na całej jego długości. Złamania obojęzyczna często spotykane jest u dzieci i osób dorosłych. Powikłaniem po złamaniu może być ucisk lub nawet uszkodzenie tętnicy, żyły podobojczykowej bądź splotu ramiennego, który może doprowadzić do niedokrwienia lub niedowładu kończyny.

## Łopátka (*scapula*)

Charakterystyczne cechy budowy łopatki	
	<p>Jest kością płaską, cienką, trójkątną, przylegającą do ściany grzbietowej klatki piersiowej. Tworzy ona część tylną obręczy barkowej, jest zawieszona swobodnie między mięśniami, tylko bocznie połączona jest stawowo z obojęzikiem (staw barkowo-obojęzyczny) i z kością ramienną (staw ramienny). Złamania łopatki są rzadkością. Posiada <b>dwie powierzchnie, trzy brzegi i trzy kąty</b>.</p>
<p><b>Powierzchnia przednia</b> (żebrowa)</p>	<p>o wklęsła, posiada <b>dół podłopatkowy</b>, kresy mięśniowe dla przyczepu mięśnia podłopatkowego</p>
<p><b>Powierzchnia tylna</b> (grzbietowa)</p>	<p>o lekko wypukła, bogato urzeźbiona. o w jej górnej części, poprzecznie i ku górze przebiega <b>grzebień łopatki</b>, który rozpoczyna się na brzegu przyśrodkowym, a bocznie kończy się <b>wyrostkiem barkowym</b> o na wyrostku znajduje się powierzchnia stawowa dla połączenia z obojęzikiem. Grzebień łopatki dzieli powierzchnie grzbietową na <b>dół nadgrzebieniowy</b> i <b>dół podgrzebieniowy</b>, w których znajdują się mięśnie o tej samej nazwie</p>
<p><b>Brzeg przyśrodkowy</b></p>	<p>o najdłuższy, ostry, z dwiema wargami boczna i przyśrodkową, trójkątnym polem, od którego rozpoczyna się grzebień łopatki</p>
<p><b>Brzeg boczny</b></p>	<p>o masywny, zgrubiały dla przyczepu mięśni obłego mniejszego i większego</p>
<p><b>Brzeg górny</b></p>	<p>o najkrótszy, cienki, posiada <b>wcięcie łopatki</b>, za którym znajduje się <b>wyrostek kruczy</b> zagięty ku przodowi</p>
<p><b>Kąt górny</b></p>	<p>o znajduje się pomiędzy brzegiem przyśrodkowym a brzegiem górnym łopatki</p>
<p><b>Kąt dolny</b></p>	<p>o jest ograniczony brzegiem przyśrodkowym i bocznym łopatki</p>
<p><b>Kąt boczny</b></p>	<p>o znajduje się pomiędzy brzegiem górnym i bocznym łopatki o jest zgrubiały i mocny, znajduje się na nim <b>wydrążenie stawowe łopatki</b> dla połączenia z kością ramienną, powyżej wydrążenia znajduje się <b>guzek nadpanewkowy</b>, poniżej <b>guzek podpanewkowy</b></p>



### Kość ramienna (*humerus*)

Jest kością długą, najdłuższą i najmasywniejszą kością kończyny górnej. Składa się z **nasady bliższej i dalszej oraz trzonu**.

<p><b>Nasada bliższa</b></p>	<p><b>głowa kości ramiennej</b> o zwrócona przyśrodkowo, ma kształt kuli i tworzy powierzchnię stawową dla stawu ramiennego</p> <p><b>szyjka anatomiczna</b> o oddziela głowę kości ramiennej od reszty nasady</p> <p><b>Szyjka chirurgiczna</b> o znajduje się na granicy nasady bliższej i trzonu</p> <p><b>guzek większy</b> o położony bocznie od głowy kości ramiennej</p> <p>o biegnie od niego <b>grzebień guzka większego</b></p> <p><b>guzek mniejszy</b> o położony jest bardziej przyśrodkowo i do przodu od głowy kości ramiennej, biegnie od niego <b>grzebień guzka mniejszego</b></p>
<p><b>Trzon</b></p>	<p>o ma kształt graniastosłupa, w górnej części jest obły, ku dołowi zaznaczają się trzy brzoگی: przedni, boczny i przyśrodkowy. Na powierzchni bocznej w połowie długości trzonu znajduje się <b>guzowatość naramienna</b>, na tylnej powierzchni od strony przyśrodkowej ku bokowi biegnie <b>bruzda nerwu promieniowego</b></p>
<p><b>Nasada dalsza</b></p>	<p>o szeroka, spłaszczona w kierunku przednio-tylnym, ma budowę kłykcia</p> <p><b>kłykieć przyśrodkowy:</b></p> <p>o zbudowany jest z <b>błoczka</b> położonego przyśrodkowo</p> <p>o bocznie od niego leży <b>główka kości ramiennej</b></p> <p>o ich powierzchnie stawowe uczestniczą w budowie stawu łokciowego, do połączenia z kośćmi przedramienia (błoczka z łokciową i główka z promieniową)</p> <p>o nad błoczkiem znajduje się <b>dół dziobiasty</b></p> <p>o nad główką <b>dół promieniowy</b></p> <p>o po obu stronach kłykcia znajdują się guzki: <b>nadkłykieć boczny i przyśrodkowy</b></p> <p>o na powierzchni tylnej nadkłykcia przyśrodkowego mieści się <b>bruzda dla nerwu łokciowego</b></p> <p>o na powierzchni tylnej kłykcia znajduje się <b>dół wyrostka łokciowego</b></p>

### Kości przedramienia (*ossa antebrachii*)

Są to dwie kości: **kość łokciowa i promieniowa**. Kość łokciowa odpowiada przede wszystkim za połączenia ramienia z przedramieniem, a kość promieniowa służy do połączenia przedramienia z ręką.

Prawidłowo obie kości przedramienia położone są równolegle do siebie (skierowanie ręki dłońią do przodu). Kość łokciowa przyśrodkowo (od strony palca małego), a promieniowa bocznie (leży po stronie kciuka).

Przy ruchach nawracania przedramienia, czyli skierowaniu ręki grzbietem do przodu kość promieniowa krzyżuje kość łokciową. Przestrzeń między obu kośćmi wypełnia błona międzykostna.

### Kość łokciowa (*ulna*)

Jest kością długą. Znajduje się po stronie przyśrodkowej. Ma bardziej rozbudowaną nasadę bliższą, która skierowana jest w stronę kości ramiennej.

<p><b>Nasada bliższa</b></p>	<p><b>wyrostek łokciowy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o masywny i zakrzywiony</li> <li>o wnika do dołu wyrostka łokciowego na powierzchni tylnej kości ramiennej</li> <li>o na powierzchni przedniej wyrostka dziobiastego znajduje się <b>guzowatość łokciowa</b></li> <li>o po stronie bocznej <b>wcięcie promieniowe</b></li> </ul> <p><b>wyrostek dziobiasty</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o wnika do dołu dziobiastego znajdującego się na powierzchni przedniej kłykcia kości ramiennej</li> <li>o oba wyrostki ograniczają <b>wcięcie bloczkowe</b> i tworzą powierzchnie stawowe stawu łokciowego</li> </ul>
<p><b>Trzon</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o kształtu trójkątnego, ma <b>trzy brzegi</b>: przedni międzykostny i tylny</li> <li>o oddzielające <b>trzy powierzchnie</b>: <b>powierzchnia przednia, tylna i przyśrodkowa</b></li> </ul>
<p><b>Nasada dalsza</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o znacznie węższa w stosunku do nasady bliższej. Znajdują się na niej dwie wyniosłości:</li> </ul> <p><b>głowa kości łokciowej</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o łączy się stawem z kością promieniową oraz kością nadgarstka</li> </ul> <p><b>wyrostek rylcowaty</b> (dobrze wyczuwalny od strony grzbietowej)</p>

### Kość promieniowa (*radius*)

Kość promieniowa jak pozostałe kości długie posiada trzon i dwie nasady.

<p><b>Nasada bliższa</b></p>	<p><b>głowa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kształt walcowaty</li> </ul> <p><b>dolek głowy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zagłębienie u góry</li> <li>• dla główki kości ramiennej</li> </ul> <p><b>obwód stawowy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• otacza głowę</li> <li>• dla wcięcia promieniowego kości łokciowej</li> </ul> <p><b>szyjka kości promieniowej</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poniżej głowy</li> </ul> <p><b>guzowatość promieniowa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poniżej szyjki, od strony przedniej</li> </ul>
<p><b>Trzon</b></p>	<p>kształtu trójkątnego, posiada powierzchnię <b>przednią, tylną i boczną</b> oraz brzeg <b>przedni, tylny i międzykostny</b> (ostry, dobrze rozwinięty)</p>

<b>Nasada dalsza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest znacznie szersza od nasady bliższej, ma kształt czworoboczny</li> <li>o posiada powierzchnię stawową dla połączenia z kośćmi nadgarstka oraz <b>wcięcie łokciowe</b> dla połączenia z kością łokciową</li> <li>o powierzchnia stawowa dla kości nadgarstka jest wklęsła, część boczna łączy się z kością łódeczkową, przyśrodkowa z księżycową</li> <li>o na końcu dalszym znajduje się położony bocznie <b>wyrostek rylcowaty</b></li> </ul>
----------------------	---

### **Kości nadgarstka (*ossa carpi*)**

Ułożone są w dwóch szeregach, po cztery w każdym, wszystkie mają nieregularny kształt i sześć powierzchni stawowych oprócz kości grochowej.

<b>Szereg bliższy</b>	<p><b>Kość łódeczkowata</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o leży po stronie promieniowej (bocznej)</li> <li>o jest największą kością szeregu bliższego</li> <li>o jest nieregularnie sześcienna, ma sześć powierzchni</li> <li>o na powierzchni dłoniowej znajduje się guzek kości łódeczkowej</li> <li>o łączy bliższy i dalszy szereg kości nadgarstka, uważana jest za kluczową dla jego stabilności</li> <li>o ze wszystkich kości nadgarstka najczęściej ulega złamaniu</li> </ul> <p><b>Kość księżycowata</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o ma kształt księżyca</li> <li>o nieregularna, ma sześć powierzchni</li> <li>o łączy się za pomocą stawu z dolnym odcinkiem promieniowej.</li> </ul> <p><b>Kość trójgraniasta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o leży po stronie łokciowej</li> <li>o kształtem przypomina piramidę skierowaną podstawą ku górze</li> <li>o jak większość kości nadgarstka posiada sześć powierzchni</li> </ul> <p><b>Kość grochowata</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o leży po stronie łokciowej nadgarstka</li> <li>o najmniejsza z kości nadgarstka</li> <li>o ma tylko jedną powierzchnię stawową</li> </ul>
<b>Szereg dalszy</b>	<p><b>Kość czworoboczna większa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o położona między kością łódeczkową a I kością śródreża</li> <li>o ma sześć powierzchni</li> </ul> <p><b>Kość czworoboczna mniejsza</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o najmniejsza kość szeregu dolnego</li> <li>o ma sześć powierzchni</li> </ul> <p><b>Kość główkowata</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o największa kość nadgarstka</li> <li>o zajmująca w nim środkowe położenie</li> <li>o ma sześć powierzchni</li> </ul> <p><b>Kość haczykowata</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o ma kształt klinowaty</li> <li>o posiada wyrostek kostny w kształcie haczyka</li> </ul>

### Kości śródreża (*ossa metacarpalia*)

Budową zbliżone są do kości długich. Śródreże składa się z pięciu kości

Nasada bliższa	<ul style="list-style-type: none"> <li>o nazywana <b>podstawą</b></li> <li>o od strony podstawy kości śródreża łączą się stawowo z nadgarstkiem i sąsiednimi kośćmi śródreża</li> </ul>
Trzon	o przewężony, lekko wypukły w stronę grzbietu ręki
Nasada dalsza	<ul style="list-style-type: none"> <li>o nazywana <b>głową</b></li> <li>o między kośćmi śródreża znajdują się cztery <b>przestrzenie międzykostne śródreża</b></li> <li>o I kość śródreża jest najkrótsza i najgrubsza</li> <li>o najdłuższe są kości śródreża II i III</li> <li>o na powierzchni dłoniowej głowy znajdują się małe pola dla okrągławych kostek, tzw. <b>trzeszczek</b></li> </ul>

### Kości palców ręki – paliczki (*ossa digitorum manus*)

Paliczki bliższe i środkowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>o mają <b>podstawę, trzon i głowę</b></li> <li>o w II-V palcach występują paliczki bliższe, środkowe i dalsze</li> <li>o trzony paliczków są spłaszczone od strony dłoniowej i wypukłe od strony grzbietowej</li> <li>o <b>keciuk</b> ma tylko paliczki bliższe i dalsze</li> </ul>
Paliczki dalsze	o oprócz podstawy i trzonu posiadają <b>guzowatość paliczka dalszego</b>

### Kości kończyny dolnej

W związku z pionową postawą ciała człowieka kończyna dolna przejęła funkcje lokomocyjną i podporową. Dlatego też ma budowę masywniejszą i wyraźnie mniejszy zakres ruchów w przeciwieństwie do kończyny górnej.

Kościec kończyny dolnej ma budowę podobną jak kończyna górna. Wyróżniamy w nim: obręcz kończyny dolnej, która służy do połączenia jej z tułowiem oraz kończynę dolną wolną.

### Kości obręczy kończyny dolnej (*ossa cingulum membri inferioris*)

Obręcz kończyny dolnej w przeciwieństwie do obręczy kończyny górnej jest zamknięta i tworzy pierścień. W jego skład wchodzi dwie kości miedniczne, które od tyłu łączy kość krzyżowa. Razem budują miednicę.

**Kość miedniczna** (*os coxae*) jest kością nieregularną, silnie wykształconą, co związane jest z koniecznością dźwignia większości ciała oraz przez to, że stanowi połączenie z kośćmi kończyny dolnej. Jest silnie złączone z kręgosłupem. W czasie embriogenezy przechodzi stadium chrzęstne. Składa się z trzech kości: **biodrowej** położonej najwyżej, **lono-**

wej skierowanej w dół i do przodu oraz **kości kulszowej** ułożonej ku dołowi i do tyłu. W obrębie miednicy znajduje się **panewka stawowa** (*acetabulum*) dla główki kości udowej.

### Kość biodrowa (*os ilium*)

Największa część kości miednicznej. Zbudowana jest z trzonu i talerza

Trzon	<ul style="list-style-type: none"> <li>o wytwarza <b>2/5</b> panewki stawu biodrowego</li> <li>o na stronie wewnętrznej na granicy przejścia trzonu kości biodrowej w trzon kości łonowej znajduje się <b>wyniosłość biodrowo-łonowa</b></li> <li>o rozpoczyna się tu <b>kresa łukowata</b></li> </ul>
Talerz kości biodrowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>górnny brzeg</b> talerza nazywa się <b>grzebieniem biodrowym</b></li> <li>o <b>powierzchnia zewnętrzna – pośladowka</b> jest lekko wypukła, posiada trzy kresy pośladowkowe: <b>tylną, przednią i dolną</b></li> <li>o <b>powierzchnia krzyżowo-miedniczna – wewnętrzna</b> jest wklęsła, w przedniej części, tworzy <b>dół biodrowy</b>, ma bogato rzeźbioną <b>powierzchnię uchowatą</b> położoną w części tylnej kości i znajduje się na niej <b>guzowatość biodrowa</b>, służy za miejsce przyczepu więzadeł i mięśni.</li> <li>o górny, zgrubiały brzeg talerza biodrowego wytwarza <b>grzebień biodrowy</b>, na którym znajdują się <b>kolce biodrowe</b>: przedni i tylny górny, przedni i tylny dolny</li> </ul>

### Kość kulszowa (*os ischii*)

Trzon	<ul style="list-style-type: none"> <li>o buduje <b>2/5</b> panewki od strony tylno-dolnej</li> <li>o od dołu zakończony jest <b>guzem kulszowym</b> – najniższe miejsce miednicy</li> <li>o w połowie trzonu ku tyłowi znajduje się <b>kolec kulszowy</b>, który oddziela <b>wcięcie kulszowe większe</b> od <b>wcięcia kulszowego mniejszego</b></li> </ul>
Gałąź kości kulszowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>o biegnie od guza kulszowego do przodu i przyśrodkowo, następnie przechodzi w <b>gałąź dolną</b> kości łonowej</li> </ul>
Otwór zasłonowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>o ograniczony jest przez kość łonową i kulszową</li> <li>o ma ostre brzegi</li> <li>o <b>blona zasłonowa</b> rozpięta jest między <b>guzkiem zasłonowym przednim i tylnym</b></li> <li>o w górno-bocznej części otworu zasłonowego znajduje się <b>kanal zasłonowy</b></li> </ul>

### Kość łonowa (*os pubis*)

Najmniejsza i najdelikatniejsza kość miednicy. Zbudowana z trzonu i 2 gałęzi.

Trzon	<ul style="list-style-type: none"> <li>o buduje <b>1/5</b> panewki od strony przednio-dolnej</li> <li>o od trzonu kości biodrowej oddziela go <b>wyniosłość biodrowo-łonowa</b></li> </ul>
-------	--

Gałąź górna kości łonowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>o od trzonu kieruje się do przodu i przyśrodkowo</li> <li>o ma trzy powierzchnie: górną, tylną i dolną</li> <li>o posiada trzy brzegi: górny, ostry nazywany <b>grzebieniem kości łonowej</b>, przedłuża się on w kresę łukowatą kości biodrowej, a przyśrodkowo kończy się <b>guzkiem łonowym</b>. Brzeg przedni jest zaokrąglony, a brzeg tylny ostry i nazywany <b>grzebieniem zasłonowym</b></li> <li>o gałąź górna po stronie przyśrodkowej kończy się <b>powierzchnią spojeniową</b> do połączenia z kością z drugą kością łonową</li> </ul>
Gałąź dolna kości łonowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>o jest wąska, spłaszczona, biegnie ku dołowi i bocznie</li> <li>o bez wyraźnej granicy przechodzi i łączy się z gałęzią kości kulszowej</li> </ul>
Spojenie łonowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>jest chrząstkozrostem</b>, łączy obie gałęzie kości łonowej, a zarazem zamyka miednicę od przodu</li> <li>o między powierzchniami po stronie wewnętrznej znajduje się krążek międzyłonowy</li> <li>o między dolnymi gałęziami kości łonowych tworzy się <b>kąt podłonowy</b> u mężczyzn, a <b>łuk podłonowy</b> u kobiet</li> </ul>
Panewka ( <i>acetabulum</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>o służy do połączenia stawowego z kością udową</li> <li>o wyróżniamy w niej <b>wcięcie panewki</b>, <b>obrąbek panewkowy</b>, <b>dół panewki</b> oraz <b>powierzchnię księżycową</b></li> </ul>

## Budowa kończyny dolnej wolnej

Budują ją trzy odcinki: bliższy to kość udowa, środkowy stanowią kości podudzia, czyli kość piszczelowa i strzałkowa oraz dalszy to kości stopy (stępu, śródstopia i palców).

<b>Kość udowa (<i>femur</i>)</b> Najdłuższa z kości długich naszego szkieletu	
Nasada bliższa	<p><b>głowa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o ma powierzchnię 2/3 wycinka kuli</li> <li>o na jej szczycie znajduje się chropawy <b>dolek głowy</b></li> <li>o chrząstka szklista pokrywa prawie całą głowę, za wyjątkiem dolka <b>szyjki kości udowej</b></li> </ul> <p><b>krętarz większy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o ma kształt spłaszczonego wałka</li> <li>o oś szyjki tworzy z trzonem kąt rozwarty (u mężczyzn około 135°, u kobiet mniej). U obu płci z wiekiem kąt ten się zmniejsza</li> </ul> <p><b>krętarz mniejszy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o duży wyniosłość na granicy między szyjką i trzonem, położony bocznie</li> <li>o na jego stronie przyśrodkowej, znajduje się <b>dół krętarzowy</b></li> </ul> <p><b>krętarz większy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o położony do tyłu od krętarza większego</li> <li>o od przodu krętarze połączone są między sobą <b>kresą międzykrętarzową</b></li> <li>o od tyłu łączy je masywny i wydatny <b>grzebień międzykrętarzowy</b></li> </ul>

Trzon	<ul style="list-style-type: none"> <li>o w odcinku górnym ma kształt walcowaty, ku dołowi nieco grubiej i spłaszcza się, jest lekko wypukły do przodu. Tuż pod krętarzem większym na stronie tylnej, znajduje się wyniosłość zwana <b>guzowatością pośladową</b>, poniżej krętarza mniejszego znajduje się <b>kresa grzebieniowa</b></li> <li>o na tylnej powierzchni kości udowej przebiega wzdłuż trzonu <b>kresa chropawa</b>, która posiada <b>wargę przyśrodkową i boczną</b>, które w części środkowej trzonu stykają się, a rozchodzą ku dołowi tworząc <b>kresę nadkłykciową</b> przyśrodkową i boczną</li> <li>o wargę boczną kieruje się do krętarza większego i wytwarza w jego pobliżu <b>guzowatość pośladową</b> nazywana trzecim krętarzem. Kresy ograniczają trójkątne pole zwane <b>powierzchnią podkolanową</b></li> </ul>
Nasada dalsza	<ul style="list-style-type: none"> <li>o zbudowana jest z dwóch kłykci: <b>przyśrodkowego i bocznego</b></li> <li>o łączy je od strony przedniej <b>powierzchnia rzepkowa</b></li> <li>o pomiędzy kłykcami występuje duże zagłębienie – <b>dół międzykłykciowy</b></li> <li>o kłykcie od strony tylnej łączy <b>kresa międzykłykciowa</b></li> <li>o na powierzchniach bocznych obu kłykci występują niewielkie wyniosłości zwane <b>nadkłykcami: przyśrodkowym i bocznym</b></li> <li>o na nadkłykciu przyśrodkowym znajduje się niewielką wyniosłość zwaną <b>guzkiem przywodzicieli</b></li> </ul>

#### Kość piszczelowa (*tibia*)

Nasada bliższa (głowa kości piszczelowej)	<ul style="list-style-type: none"> <li>o zbudowana z dwóch <b>kłykci przyśrodkowego i bocznego</b></li> <li>o powierzchnia górna kłykci jest wklęsła i pokryta powierzchnia stawową, większą na kłykciu przyśrodkowym</li> <li>o powierzchnie stawowe oddziela <b>wyniosłość międzykłykciowa</b>, która ma dwa guzki: <b>guzek międzykłykciowy przyśrodkowy i boczny</b></li> <li>o do przodu i tyłu od wyniosłości znajdują się <b>pole międzykłykciowe przednie i tylne</b></li> <li>o na kłykciu bocznym od tyłu znajduje się <b>powierzchnia stawowa strzałkowa</b>.</li> <li>o w przedniej okolicy nasady leży duża, chropowata wyniosłość – <b>guzowatość piszczelowa</b></li> </ul>
Trzon	<ul style="list-style-type: none"> <li>o ma przekrój trójkątny, posiada 3 powierzchnie i 3 brzegi</li> <li>o powierzchnia przyśrodkowa w górnej części jest szeroka, położona poniżej guzowatości kości piszczelowej, leży pod skórą, można ją wyczuć palpacyjnie, jest wrażliwa na urazy</li> <li>o powierzchnia tylna ma charakterystyczną kresę mięśnia płaszczkowatego, powierzchnia boczna trzonu jest miejscem przyczepu dla mięśni i więzadeł</li> <li>o brzeg przedni zwany grzebieniem przednim, rozciąga się esowato od guzowatości piszczeli do kostki przyśrodkowej</li> <li>o brzeg przyśrodkowy najwyraźniejszy w swej środkowej części, znacznie mniej zaś przy końcach kości</li> <li>o brzeg boczny, zwany międzykostnym, nie jest zbyt gruby, ale wydatny.</li> <li>o brzeg podpanewkowy zalicza się do końca bliższego kości. Jest on wyczuwalny u osoby żywej</li> </ul>

<b>Nasada dalsza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o posiada 3 elementy</li> <li>o kostkę przyśrodkową – dobrze wyczuwalna, jest przedłużeniem powierzchni przyśrodkowej kości piszczelowej, bocznie znajduje się powierzchnia stawowa kostkowa</li> <li>o powierzchnia stawowa dolna – wklęsła, służy do połączenia z kością skokową</li> <li>o wcięcie strzałkowe – położone bocznie, do połączenia ze strzałką</li> </ul>
----------------------	--

#### **Kość strzałkowa (*fibula*)**

<b>Nasada bliższa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o posiada <b>głowę strzałki</b>, która ku górze wydłuża się tworząc <b>wierchołek głowy strzałki</b></li> <li>o po stronie przyśrodkowej na głowie strzałki znajduje się powierzchnia stawowa do połączenia z kością piszczelową</li> </ul>
<b>Trzon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o ma przekrój trójkątny, posiada 3 brzegi: <b>przedni, tylny i międzykostny</b></li> <li>o 3 powierzchnie: <b>przyśrodkową, boczną i tylną</b>, która jest większa od pozostałych i znajduje się na niej <b>grzebień przyśrodkowy</b></li> </ul>
<b>Nasada dalsza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o tworzy ją <b>kostka boczna</b>, widoczna przez skórę</li> <li>o przyśrodkowo znajduje się na niej <b>powierzchnia stawowa kostkowa</b> do połączenia z kością skokową</li> </ul>

#### **Rzepka (*patella*)**

	<p>Jest spłaszczona, trójkątnego kształtu, ma trzy brzegi i dwie powierzchnie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>przednią</b>, chropawą</li> <li>o <b>tylną</b>, gładką</li> <li>o w górnej części rzepki znajduje się <b>podstawa</b></li> <li>o ku dołowi skierowany jest <b>wierchołek rzepki</b></li> <li>o rzepka ochrania staw kolanowy od przodu</li> </ul>
--	--



### Kości stępu (*tarsus*)

Kości stępu jest siedem, ułożone są w dwóch szeregach. Szereg bliższy tworzą kość skokowa i kość piętowa, które ułożone są piętrowo jedna nad drugą. Szereg dalszy obejmuje trzy kości klinowe i kość sześcienną, które ułożone są obok siebie. Między kośćmi szeregu bliższego i dalszego położona jest kość łódkowata.

Szereg bliższy	<p><b>Kość skokowa ma 3 części</b></p> <p><b>Trzon</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o na górze znajduje się <b>bloczek</b> z trzema powierzchniami stawowymi: <b>górną, kostkowa przyśrodkowa i kostkowa boczna</b></li> <li>o w tylnej części trzonu znajduje się <b>wyrostek tylny</b>, podzielony bruzdą na <b>guzek boczny i przyśrodkowy</b></li> <li>o na powierzchni dolnej trzonu znajduje się <b>powierzchnia stawowa piętowa tylna i bruzda kości skokowej</b></li> </ul> <p><b>Szyjka kości skokowej</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o oddziela trzon od głowy</li> </ul> <p><b>Głowa kości skokowej</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o skierowana jest do kości łódkowatej</li> </ul> <p><b>Kość piętowa</b> – jest największą kością stępu, leży pod kością skokową i składa się z trzonu i trzech wyrostków</p> <p><b>Trzon</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o w części górnej posiada 3 powierzchnie stawowe: <b>powierzchnia stawowa skokowa tylna, powierzchnia stawowa skokowa środkowa</b> (położona na podpórce skokowej), <b>powierzchnia stawowa skokowa przednia</b></li> <li>o między tymi trzema powierzchniami znajduje się <b>bruzda kości piętowej</b>, która w połączeniu z taką samą bruzdą kości skokowej tworzy <b>zatokę stępu</b>.</li> </ul> <p><b>Guz piętowy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o ma chropowatą powierzchnię i stanowi punkt podparcia stopy, stanowi tylny koniec kości piętowej</li> </ul> <p><b>Bloczek strzałkowy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o znajduje się na powierzchni bocznej trzonu</li> </ul> <p><b>Podpórka kości skokowej</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o leży po przyśrodkowej stronie kości</li> <li>o na jej górnej powierzchni znajduje się powierzchnia stawowa skokowa środkowa</li> <li>o na jej powierzchni bocznej zaznacza się bloczek strzałkowy</li> </ul>
Szereg dalszy	<p><b>Kość łódkowata</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o leży między szeregiem bliższym i dalszym kości stępu od strony przyśrodkowej</li> <li>o na powierzchni przyśrodkowej położona jest <b>guzowatość kości łódkowatej</b></li> </ul> <p><b>Kość sześcienna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o leży po stronie przedniej i bocznej stępu</li> <li>o ma kształt nieregularnego sześciangu</li> <li>o powierzchnią bliższą łączy się z kością piętową, a dalszą z podstawami kości śródstopia IV i V</li> </ul> <p><b>3 kości klinowate: przyśrodkowa, pośrednia i boczna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o mają kształt klina</li> <li>o do ich powierzchni bliższej przylega kość łódkowata, a powierzchnią dalszą z podstawami kości śródstopia I, II, III</li> </ul>

<b>Kości śródstopia (<i>ossa metatarsalia</i>)</b>	
<b>Nasada bliższa</b>	nazywana <b>podstawą</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>skierowana jest do kości stępu</li> </ul>
<b>Trzon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jest lekko wypukły w stronę grzbietową. I kość śródstopia ma najkrótszy i grubszy trzon od pozostałych. Na V kości śródstopia znajduje się guzowatość</li> </ul>
<b>Nasada dalsza</b>	nazywana <b>głową</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>służy do połączenia z paliczkami bliższymi</li> </ul>

<b>Kości palców stopy (<i>ossa digitorum pedis</i>)</b>	
<b>Paliczki bliższe i środkowe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>są krótkie, mają <b>podstawę, trzon i głowę</b></li> <li><b>palec I</b> ma silnie rozwinięte dwa paliczki</li> <li>pozostałe palce mają po trzy paliczki</li> <li>paliczki palca V są najkrótsze</li> </ul>
<b>Paliczki dalsze</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zakończone są dodatkowo <b>guzowatością paliczka dalszego</b></li> </ul>

## Piśmiennictwo:

- Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
- Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
- Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
- Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
- Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka, Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
- Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
- Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
- Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

# Mięśnie – podstawowe informacje o budowie, funkcji i mechanizmie działania

*Renata Wilk, Jacek Lorkowski, Bartłomiej Nawrotek*

W organizmie wyróżniamy dwa rodzaje tkanki mięśniowej:

1. gładką
2. poprzecznie prążkowaną
  - mięśni szkieletowych
  - mięśnia sercowego

Każda z nich posiada dwie cechy:

1. pobudliwość – reagowanie depolaryzacją błony komórkowej w odpowiedzi na impuls (np. elektryczny, chemiczny, mechaniczny)
2. kurczliwość – zdolność do aktywnej zmiany wymiarów

**Miofilamenty cienkie i grube** są elementami umożliwiającymi skurcz (niezależnie od typu tkanki mięśniowej). Natomiast sposób ich przestrzennego zorganizowania wewnątrz komórki mięśniowej jest jednym z elementów decydujących o tym, do którego typu zaliczamy daną tkankę. Miofilamenty cienkie zbudowane są z **aktyny F** oraz białek jej towarzyszących: **tropomiozyny** i **kompleksu troponiny**. Miofilamenty grube składają się z mechanoenzymu – **miozyny**. Komórki tkanki mięśniowej nazywamy miocytami.

## Tkanka mięśniowa gładka

Występuje bardzo powszechnie w różnych narządach organizmu, na przykład:

- ściany przewodu pokarmowego, drogi oddechowe, moczowe i rodne (w tym macica),
- ściany naczyń krwionośnych
- skóra (mięśnie wyprostne włosów)

Podstawową jednostką funkcjonalną jest komórka mięśniowa gładka o długości kilkudziesięciu mikrometrów (w ciężarnej macicy nawet pół milimetra). Organizują się one w pęczki lub błony mięśniowe. W tych strukturach pomiędzy komórkami występują połączenia typu neksus, umożliwiające przekazywanie bodźców z komórki na komórkę.

Skurcz następuje na skutek impulsu (nerwowego, chemicznego, mechanicznego – rozciąganie) depolaryzującego błonę komórkową. Depolaryzacja powoduje otwarcie kanałów wapniowych, w wyniku czego następuje wzrost wewnątrzkomórkowego stężenia jonów  $\text{Ca}^{2+}$ . Wapń łączy się z białkiem kal-

moduliną, które aktywuje kinazę powodującą fosforylację łańcuchów miozyny. Ufosforylowana miozyna wchodzi w reakcję z aktyną F powodując ruch miofilamentów względem siebie. Ten ruch jest przenoszony poprzez specjalne białka na błonę komórkową, co przekłada się na skurcz całej komórki. Fala depolaryzacyjna jest przekazywana z miocytu na miocyt.

### **Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletu**

Jej nazwa pochodzi od tego, że w mikroskopie świetlnym na jej powierzchni występują bardzo regularnie ułożone prążki, wynikające z obecności ściśle zorganizowanych miofilamentów. Podstawową jednostką strukturalną mięśnia poprzecznie prążkowanego jest **włókno mięśniowe** o średnicy kilkudziesięciu mikrometrów, a długości równej zewnętrznemu wymiarowi mięśnia (czyli nawet do kilkudziesięciu centymetrów). Powstają one w życiu płodowym poprzez „zlanie się” pojedynczych miocytów w jedną strukturę włókna. Czyli możemy powiedzieć, że pojedyncze włókno mięśniowe ma charakter **syncytium** (zespólni). Wnętrze włókna wypełniają gęsto upakowane **miofibryle** zbudowane z miofilamentów. Na przekroju miofibryli widać powtarzający się co 2,4  $\mu\text{m}$  wzór prążkowania – odpowiadający podstawowej jednostce budulcowej – **sarkomerowi**.

Wyróżniamy dwa typy włókien mięśniowych: **czerwone** („wolne”) oraz **białe** („wolne”). Pierwsze z nich mają mniejszą średnicę oraz dużą zawartość mioglobiny i mitochondriów w cytoplazmie. Prowadzą metabolizm głównie szlakiem fosforylacji oksydacyjnej, a więc zużywają dużo tlenu. Daje im to możliwość utrzymywania skurczu przez długi czas bez zmęczenia. Przykładem mogą być mięśnie grzbietu utrzymujące postawę ciała. Włókna białe mają większą średnicę, mało mioglobiny i mitochondriów w cytoplazmie. Efektem tego prowadzą metabolizm głównie drogą glikolizy beztlenowej. Jednakże ich cechą charakterystyczną jest zdolność do gwałtownego, szybkiego i precyzyjnego skurczu. Na jeden mięsień składają się zarówno włókna białe jak i czerwone, a ich proporcja zależy od tego jaką pracę dany mięsień wykonuje. Dzięki ćwiczeniom fizycznym dochodzi do dostosowania rodzaju włókien do typu obciążenia jakim jest poddawany mięsień.

W obrębie mięśni i ścięgien występują specjalne struktury o charakterze receptorowym: **wrzecionka nerwowo-mięśniowe** i **nerwowo-ścięgniste**. Ich funkcja polega na przesyłaniu do centralnego systemu nerwowego informacji na temat stanu napięcia mięśni, ścięgien i więzadeł. Dzięki temu organizm zna pozycje kończyn w przestrzeni, stan napięcia struktur układu ruchu, a tym samym może dopasować tak ruch, żeby jego wykonanie nie spowodowało uszkodzenia żadnego z elementów.

### Definicja i budowa sarkomeru

Sarkomerem nazywamy odcinek miofibryli zawarty pomiędzy dwiema sąsiadującymi ze sobą liniami Z. Na przekroju podłużnym miofibryli występują prążki jasne (**prążki I**) oraz prążki ciemne (**prążki A**). Pośrodku prążka I występuje ciemna **linia Z**. Pośrodku prążka A występuje przejaśnienie nazywane **strefą H**, w której centralnej części znajduje się **linia M**. Prążek I zawiera tylko filamenty cienkie, natomiast prążek A zarówno filamenty cienkie i grube. Strefę H budują tylko filamenty grube. Linia M jest miejscem przyczepu filamentów grubych. Każdy miofilament gruby jest otoczony przez sześć miofilamentów cienkich, a każdy cienki sąsiaduje z trzema grubymi (struktura podobna jak w plastrze miodu, gdzie środek sześciokąta stanowi miofilament gruby, a w sześciu rogach znajdują się miofilamenty cienkie).

Oprócz miofilamentów wewnątrz sarkomeru znajdują się białka pełniące funkcję podporową. Należą do nich **titina** i **nebulina**. Zabezpieczają one miofilamenty przed całkowitym wysunięciem się spomiędzy siebie. Synchronizowany skurcz sarkomerów poukładanych z idealną symetrią w miofibryli jest przenoszony na błonę włókna mięśniowego komórkowego za pośrednictwem białek: **desminy, dystrofiny i winkuliny**.

Dystrofia mięśniowa Duchenne’a jest rzadką chorobą genetyczną mięśni, w której występuje mutacja genu kodującego dystrofinę. W wyniku tego skurcz sarkomerów nie jest prawidłowo przenoszony na błonę miocyty, co skutkuje jego martwicą. Objawy pojawiają się w wieku wczesnodziecięcym: następuje osłabienie i zanik mięśni głównie obręczy barkowej i miednicznej. Do zgonu dochodzi w trzeciej dekadzie życia zwykle na skutek niewydolności oddechowej.

W obrębie miofibryli występuje bogato rozwinięta siateczka sarkoplazmatyczna (przebiega wzdłuż miofilamentów) oraz kanaliki T (wpuklenia ściany miofibryli, położone poprzecznie w stosunku do długiej osi włókna). Kanaliki T przebiegają na granicy prążka A i prążka I, a więc na jeden sarkomer przypadają dwa kanaliki. Te dwie struktury pełnią bardzo ważne funkcje: w obrębie siateczki, a dokładniej jej poszerzeń w okolicy kanalika T są gromadzone bardzo duże zapasy jonów wapnia połączonych z kalsekwestryną. Tym samym stanowią magazyn jonów  $Ca^{2+}$  dla całego włókna mięśniowego. Z kolei kanalik T przeprowadza falę depolaryzacyjną z błony miocyty do jego środka.

### Molekularna struktura miofilamentu grubego

Podstawą jego struktury jest miozyna – białko zbudowane z dwóch łańcuchów ciężkich i czterech łańcuchów lekkich. Łańcuchy ciężkie tworzą podwójny globularny region („głowa”) oraz superhelisę („ogon”). Każdy

region „głowy” przyłącza dwa łańcuch lekkie. Tym samym w mikrografii elektronowej cała cząsteczka ma wygląd połączonych dwóch kijów do hokeja. Jak wcześniej wspomniano należy ona do mechanoenzymów, gdyż potrafi energię uzyskaną z rozkładu ATP przekształcić w ruch. Aktywność ATPazowa miozyny silnie wzrasta w obecności aktyny F.

Trawiąc miozynę trypsyną uzyskujemy jej podział na dwa fragmenty: **meromiozynę lekką** i **meromiozynę ciężką**. Ta ostatnia poddana dalszemu cięciu wyłania fragment  $S_1$  (będący równoznaczny z „głową” i odpowiedzialny za łączenie się z aktyną) oraz fragment  $S_2$ . Elementy  $S_1$  i  $S_2$  połączone są „zawiasowo” – dzięki temu głowa miozyn może swobodnie się poruszać i wchodzić w interakcje z aktyną.

### Molekularna struktura miofilamentu cienkiego

Jest zbudowany z aktyny F będącej polimerem globularnego białka – aktyny G. Na jej powierzchni występuje tropomiozyna, która blokuje połączenie aktyny z miozyną. Dodatkowo w kontakcie z dwoma poprzednimi znajduje się białkowy kompleks troponiny zbudowany z trzech podjednostek: troponiny T, I, C. **Troponina T** wiąże się z tropomiozyną. **Troponina I** łączy się z aktyną. **Troponina C** przyłącza jony  $Ca^{2+}$  i poprzez to wpływa na konformację poprzednich dwóch form.

Postacie troponin charakterystyczne dla mięśnia sercowego (cTn) są używane w diagnostyce martwicy miokardium w przebiegu zawału serca.

### Płytką motoryczna = synapsa nerwowo-mięśniowa

Stanowi miejsce połączenia włókna nerwowego z włóknem mięśniowym. Każde pojedyncze włókno mięśniowe jest połączone z neuronem, dlatego pomiędzy miocytami szkieletowymi nie ma połączeń (przeciwnie niż w miocytach mięśniówki gładkiej). Jeden neuron wraz z wszystkimi włóknami mięśniowymi, które unerwia, nazywamy **jednostką motoryczną**. Jak każda synapsa jest zbudowana z części presynaptycznej – zakończenie włókna nerwowego oraz części postsynaptycznej, którą stanowi zagłębienie w powierzchni włókna mięśniowego. Depolaryzacja błony neuronu powoduje uwolnienie z jego zakończenia neurotransmitera – **acetylocholinu**, która dyfunduje do przestrzeni synaptycznej, a następnie łączy się z **receptorem nikotynowym** w części postsynaptycznej. Powoduje to otwarcie kanałów sodowych, gwałtowny napływ jonów  $Na^+$  do wnętrza miocytu i w konsekwencji depolaryzację jego błony. Cząsteczki acetylocholinu po około 1ms ulegają rozkładowi przez enzym zawarty w szczelinie synaptycznej – **acetylocholinesterazę**.

W anestezjologii mają powszechne zastosowanie **leki zwiotczające** mięśnie szkieletowe. Należą do nich sukcynylocholina, atrakurium, wekuronium i inne. Ich mechanizm działania polega na blokowaniu receptorów nikotynowych, a tym samym uniemożliwienie pobudzenia ich przez acetylocholinę.

**Zespól Lamberta-Eatona** jest zespołem miastenicznym, którego podłożem jest produkcja autoprzeciwciał skierowanych przeciw kanałom wapniowym w części presynaptycznej. Są one odpowiedzialne za wpływ jonów  $Ca^{2+}$  do zakończenia neuronu w czasie jego depolaryzacji, a tym samym umożliwiają egzocytotę pęcherzyków z acetylocholiną do przestrzeni synaptycznej.

*Clostridium botulinum* jest beztlenową bakterią produkującą **toksynę botulinową** zwaną potocznie jadem kielbasianym. Blokują ona białka wiążące pęcherzyki (wypełnione acetylocholiną) z błoną części presynaptycznej. Tym samym nie dochodzi do fuzji pęcherzyków z błoną, czego efektem jest brak wydzielania acetylocholíny w płytce motorycznej. Objawia się to pełnym zwiotczeniem mięśnia. Obecnie jest używana w medycynie estetycznej do tak zwanego „botoksu”, czyli spłycenia zmarszczek mimicznych poprzez porażenie drobnych mięśni twarzy.

*Clostridium tetani* jest beztlenową bakterią produkującą toksynę – **tetanospasminę**. Wnikając do centralnego systemu nerwowego hamuje ona wydzielanie w synapsach związków o charakterze inhibitorów neurotransmisji np. kwasu gamma-aminomasłowego. Efektem tego jest ciągle bodźcowanie mięśni szkieletowych do skurczu. Klinicznie objawia się to nagłymi, silnym skurczami mięśni o charakterze tępcowym, które mogą doprowadzić do niewydolności oddechowej i śmierci. Dlatego od wielu lat szczepienie przeciwko tępcowi jest szczepieniem obowiązkowym, a chorym z brudnymi ranami podaje się anatoksynę lub/i antytoksynę tępcową.

**Myasthenia gravis** jest chorobą autoimmunologiczną, w której organizm zaczyna produkować przeciwciała łączące się z receptorami nikotynowymi. Skutkiem tego jest spadek czynnych receptorów w płytce motorycznej. Objawy kliniczne pojawiają się zwykle około drugiej dekady życia pod postacią osłabienia mięśni w czasie nawet niewielkiego wysiłku fizycznego. Obecnie wiadomo, że kluczowym dla rozwoju choroby jest nieprawidłowe działanie limfocytów T dojrzewających w grasicy (często u tych chorych występuje grasiczak, po którego usunięciu uzyskuje się czasem nawet pełne wyleczenie). Standardowo w leczeniu używa się leków blokujących acetylocholinesterazę, które zwiększają stężenie acetylocholíny w szczelinie synaptycznej, a tym samym łagodzą objawy.

## Sprężenie elektromechaniczne

Fala depolaryzacji przenoszona w głąb włókna mięśniowego za pośrednictwem kanalików T aktywuje potencjałozależne białko zlokalizowane w błonie kanalika, które ma bezpośredni kontakt z kanałem wapniowym (rianodynowym) w cysternie siateczki sarkoplazmatycznej. Następuje mechaniczne otwarcie kanałów rianodynowych, które skutkuje gwałtownym wypływem tych jonów z siateczki do cytoplazmy włókna. Jony  $Ca^{2+}$  łączą się z podjednostką C troponiny, która zmienia konformację pozostałych podjednostek kompleksu, co skutkuje odsunięciem tropomiozyny i odblokowaniem miejsca wiązania głowy miozyny z włóknem aktyny. Kompleks aktomiozyny szybko odłącza resztę fosforanową pochodzącą z hydrolizy ATP, a uwolniona energia jest zużywana na przesunięcie fragmentu  $S_1$  miozyny względem aktyny (o 10 nm). Innymi słowy miozyna „kroczy” po

aktywnie, co powoduje wsunięcie filamentów cienkich pomiędzy filamenty grube. Ponowne przyłączenie ATP do miozyny powoduje uwolnienie aktyny i rozluźnienie włókna. Jony wapnia są aktywnie wpompowywane do cystern siateczki sarkoplazmatycznej.

Jednym z najpoważniejszych powikłań znieczulenia ogólnego jest **hipertermia złośliwa**. Obecnie uważa się ją za uwarunkowaną genetycznie nadwrażliwość receptora rianodynowego na leki zwiotczające. Objawia się ona skurczami mięśni po podaniu leku, które powodują gwałtowne podwyższanie temperatury ciała. Pojawia się gorączka, tachykardia, rabdomioliza. W leczeniu podaje się między innymi lek zwiotczający – dantrolen. Mimo leczenia śmiertelność wynosi około piętnastu procent.

Podczas skurczu szerokość prążka A jest stała, a błony graniczne Z zbliżają się do siebie. W czasie rozkurczu prążki oddalają się od siebie. Wyróżniamy **skurcze izometryczne**, czyli bez zmiany długości mięśnia (następuje tylko wzrost napięcia) oraz **skurcze izotoniczne**, gdzie mięsień zmniejsza swoją długość przy stałym napięciu.

Jak w przypadku każdej pobudliwej komórki po depolaryzacji występuje okres niewrażliwości na bodźce zwany **refrakcją**. Jednak w czasie skurczu kolejne impulsy mogą dodatkowo pobudzać komórkę do skurczu zanim rozpocznie się rozkurcz. Jest to tak zwane, **sumowanie skurczów**, które w rezultacie może dać **skurcz tężcowy**. Wyróżniamy **skurcz tężcowy pełny**, w którym pomiędzy bodźcami nie występuje rozkurcz oraz **skurcz tężcowy niepełny**, gdy pomiędzy bodźcami występują etapy niecałkowitego rozkurczu.

### Źródła energii dla włókien mięśniowych

Jak w każdej komórce organizmu bezpośrednim źródłem energii jest hydroliza ATP. Jest on syntetyzowany w drodze metabolizmu tlenowego lub beztlenowego. Pierwszy przebiega poprzez wykorzystanie pirogronianu w cyklu Krebsa, a następnie z udziałem enzymów szlaku fosforylacji oksydacyjnej znajdujących się w mitochondriach. Bez udziału tlenu zachodzi glikoliza, jednakże dostarcza ona mało energii i powoduje akumulację mleczanów.

Dodatkowo w mięśniach szkieletowych występuje związek odpowiedzialny za bardzo szybkie dostarczanie grup fosforanowych w celu resyntezy ATP (na samym początku wysiłku). Jest to **fosfokreatyna** ulegająca hydrolizie do kreatyny i grupy fosforanowej, która jest przenoszona na ADP. Do resyntezy fosfokreatyny niezbędna jest energia pochodząca z rozpadu glukozy do dwutlenku węgla i wody. Mięśnie szkieletowe pobierają z krwi również kwasy tłuszczowe, istotne podczas spoczynku i regeneracji.



### Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana serca

Skurcz mięśni szkieletowych ma charakter liniowy. W przeciwieństwie do niego skurcz miocytów serca jest objętościowy, trójwymiarowy, gdyż podstawowym jego celem jest opróżnianie jam serca z krwi. Komórki mięśnia sercowego nazywamy kardiomiocytami. W sercu występują ich trzy populacje:

- Komórki robocze przedsionków i komór – odpowiedzialne za generowanie skurczów, a tym samym warunkujące efektywny przepływ krwi w całym organizmie.
- Komórki układu przewodzącego – mają charakter embrionalnych komórek roboczych. Posiadają bardzo słabo rozwinięty aparat kurczliwy, natomiast cechują się spontaniczną depolaryzacją błon komórkowych i specjalnymi połączeniami (nexusami), które gwarantują szybki przepływ impulsów z komórki do komórki.
- Niewielka ilość komórek w przedsionkach o charakterze wydzielniczym – produkujące substancje regulujące dla układu krążenia, na przykład przedsionkowy peptyd natriuretyczny (ANP).

Trójwymiarowy skurcz kardiomiocytów roboczych wynika z tego, że są one rozgałęzionymi komórkami, dodatkowo połączonymi bocznie z innymi przy pomocy anastomoz. Tym sposobem powstaje przestrzenna sieć komórek, w której odczkach przebiegają bardzo liczne naczynia włosowate. Miofilamenty w ich wnętrzu nie mają tak symetrycznego układu jak w mięśniach szkieletowych, tylko krzyżują się pod ostrymi kątami. Mięsień sercowy prowadzi bardzo intensywny metabolizm, ponieważ musi nieustannie podejmować skurcze, przez całe życie człowieka. Stąd jego duże zapotrzebowanie na tlen i związki energetyczne oraz brak tolerancji na niedokrwienie.

### Anatomiczne podstawy regulacji procesów ruchowych

Kontrolę procesów ruchowych można podzielić na:

- Warunkowaną działaniem mózgowia;
- Warunkowaną działaniem rdzenia kręgowego.

**Najwyższy poziom** regulacji procesów ruchowych jest zlokalizowany w polach kojarzeniowych kory mózgu oraz jądrach podkorowych, gdzie opracowywana jest strategia ruchu, mająca doprowadzić do osiągnięcia konkretnego celu w najlepszy z możliwych sposobów.

**Poziom pośredni** reprezentuje kora motoryczna oraz mózdzek, gdzie opracowywana jest taktyka, czyli sekwencja działania mięśni z uwzględnieniem przestrzeni i czasu ich występowania, niezbędna do dokładnego i łagodnego osiągnięcia założonego celu.

**Poziom najniższy** zlokalizowany jest w pniu mózgu oraz rdzeniu kręgowym i jest odpowiedzialny za wykonanie. Polega to na aktywacji neuronów motorycznych oraz interneuronów, co powoduje wygenerowanie ruchów o konkretnym celu oraz wprowadzenie niezbędnych poprawek w postawie ciała.

## **Kontrola warunkowana działaniem mózgowia**

### **Drogi zstępujące**

Informacja z mózgu zstępuje do rdzenia kręgowego wykorzystując specyficzne drogi mózgowie przechodzące w obrębie rdzenia kręgowego. Jedna z dróg przechodzi przez sznur boczny, druga przez sznur brzuszny rdzenia kręgowego. Ogólnie można powiedzieć, że droga boczna jest związana z ruchami dowolnymi mięśniówki kończyn dolnych i znajduje się pod bezpośrednią kontrolą kory mózgu. Drogi brzuszno-przyśrodkowe są zaangażowane w kontrolę postawy ciała i są kontrolowane przez pień mózgu.

W obrębie sznura bocznego rdzenia kręgowego istotny składnik stanowi **droga korowo-rdzeniowa (piramidowa)** rozpoczynająca się w obrębie kory ruchowej czyli polu 4 oraz 6 zakrętu przedśrodkowego płata czołowego oraz części przedniej płacika okołosrodkowego. Aksony z tej części kory przechodzą przez torebkę wewnętrzną oddzielającą przodomózgowie od wzgórza, przechodzi przez podstawę konarów mózgu leżących w obrębie śródmózgowia, a następnie przechodzi przez most i wchodzi w obręb rdzenia przedłużonego. Na powierzchni brzusznej rdzenia przedłużonego tworzy specyficzne wybrzuszenie zwane piramidą. Na granicy rdzenia przedłużonego oraz rdzenia kręgowego droga piramidowa ulega skrzyżowaniu tworząc skrzyżowanie piramid. Dlatego też, prawostronna kora ruchowa kontroluje lewą połowę ciała i odwrotnie. Po skrzyżowaniu włókna skupiają się w sznurze bocznym rdzenia kręgowego. Aksony drogi korowo-rdzeniowej kończą się w rogach brzusznych rdzenia kręgowego, gdzie zlokalizowane są neurony motoryczne oraz interneurony, skąd biorą początek korzenie przednie nerwów rdzeniowych.

Dużo mniejszy składnik dróg sznura bocznego rdzenia kręgowego stanowi **droga czerwienno-rdzeniowa**, rozpoczynająca się w jądrze czerwonym śródmózgowia. Aksony wychodzące z jądra czerwonego krzyżują się w moście i łączą się z drogą korowo-rdzeniową w sznurze bocznym rdzenia kręgowego. Jądro czerwienne otrzymuje impulsy z tej samej części kory mózgu skąd wychodzą aksony drogi korowo-rdzeniowej.

W obrębie sznura brzuszno-rdzenia kręgowego znajdują się cztery drogi zstępujące, które rozpoczynają się w pniu mózgu i kończą w interneuronach rdzeniowych kontrolujących mięśnie kończyn górnych oraz tułowia. Drogi te są następujące: **droga przedśrodkowo-rdzeniowa, pokrywowo-**

**-rdzeniowa, siatkowo-rdzeniowa mostowa oraz siatkowo-rdzeniowa rdzenia przedłużonego.** Drogi brzuszne wykorzystują informacje czuciowe dotyczące równowagi oraz położenia ciała, a także impulsy wzrokowe by wyznaczać i regulować pozycję ciała w przestrzeni.

Drogi przedsionkowo-rdzeniowe oraz pokrywowo-rdzeniowe regulują pozycję głowy w trakcie ruchów ciała w przestrzeni oraz by zmienić jej położenie w odpowiedzi na nowe bodźce czuciowe.

Drogi przedsionkowo-rdzeniowe rozpoczynają się w jądrach przedsionkowych położonych w rdzeniu przedłużonym, które otrzymują informacje czuciowe dotyczące położenia ciała z błędnika błoniastego ucha wewnętrznego prowadzone przez nerw przedsionkowo-ślimakowy.

Droga pokrywowo-rdzeniowa rozpoczyna się we wzgórkę górnym blaszki pokrywy śródmózgowia, który otrzymuje bezpośrednio impulsy z siatkówki, jednak poza tym otrzymuje projekcję z kory wzrokowej jak również aksony wstępujące prowadzące informacje somatosensoryczne oraz słuchowe. Na tej podstawie wzgórek górny tworzy mapę otoczenia wokół ciała i pozwala na właściwe reakcje głowy oraz ciała w odpowiedzi na bodźce zewnętrzne.

Droga siatkowo-rdzeniowa mostowa oraz siatkowo-rdzeniowa rdzenia przedłużonego mają swój początek w tworze siatkowatym pnia mózgu, który przechodzi przez całą długość pnia mózgu tuż pod wodociągiem śródmózgowia i komorą IV. Twór siatkowaty uzyskuje informacje z wielu źródeł i uczestniczy w wielu funkcjach organizmu zarówno ruchowych, jak i czuciowych.

Droga siatkowo-rdzeniowa mostowa (przyśrodkowa) warunkuje odruchy rdzeniowe przeciwdziałające grawitacji. Aktywacja tej drogi prowadząca do uaktywnienia ruchów prostowników kończyn dolnych, pomaga regulować postawę stojącą co przeciwdziała grawitacji.

Droga siatkowo-rdzeniowa rdzenia przedłużonego (boczna) wywiera efekt odwrotny uwalnia mięśnie przeciwdziałające grawitacji spod kontroli odruchowej rdzenia.

Drogi brzuszne rdzenia kręgowego biorą początek w różnych miejscach pnia mózgu i uczestniczą przede wszystkim w utrzymaniu postawy ciała oraz określonych odruchach. Zapoczątkowanie określonego ruchu dowolnego wymaga instrukcji przychodzącej z kory motorycznej poprzez drogi boczne rdzenia kręgowego. Kora motoryczna aktywuje bezpośrednio motoneurony, a ponadto uwalnia je spod kontroli odruchowej poprzez komunikację z jądrami dróg brzusznych.

Kora ruchowa pełni kluczową rolę w powstawaniu ruchów dowolnych, szczególnie jeżeli wiadomo, że nie tylko kora motoryczna, czyli pole 4 oraz 6 biorą udział w powstawaniu ruchu. Ruchy prowadzące do określonego

celu wymagają znajomości położenia ciała w przestrzeni, a także kierunku, jaki należy obrać, aby osiągnąć zamierzony cel. Wymagają więc planu mającego w rezultacie doprowadzić do jego osiągnięcia. Po opracowaniu planu musi być przechowywany w pamięci, aż do momentu jego realizacji. Te różne aspekty kontroli powstawania ruchu wymagają zaangażowania różnych elementów kory mózgu.

### Kora motoryczna

**Kora motoryczna**, czyli pole 4 i 6 zakrętu przedśrodkowego płata czołowego wykazuje organizację somatotopową, z reprezentacją różnych części ciała w określonych punktach zakrętu przedśrodkowego. Pole 4 jest określane jako pierwotna kora ruchowa natomiast pole 6 jako kojarzeniowa kora ruchowa odpowiedzialna za ruchy złożone, której drażnienie może wywołać ruchy mięśni określonej połowy ciała. Ponadto w polu 6 wyróżnić można dwie okolice: boczną tzw. **korę przedruchową (PMA)**, która wysyła włókna do mięśni kończyn górnych i tułowia oraz **korę motoryczną dodatkową (SMA)** – jej aksony biegną bezpośrednio do mięśni kończyn dolnych.

Aby zebrać informacje niezbędne do zaplanowania czynności, jaką chcemy wykonać, niezbędny jest dopływ impulsów somatosensorycznych (czuciowych) oraz proprioceptywnych (czucia głębokiego) do tylnej części kory ciemieniowej. Najważniejsze okolice tej części kory to pole 5, które otrzymuje impulsy z pierwszorzędowej kory czuciowej pól 3,1 i 2 położonych w obrębie zakrętu zaśrodkowego płata ciemieniowego oraz pola 7 będącego ośrodkiem wzrokowym wyższego rzędu (odpowiedzialnym za wzrokową orientację w przestrzeni). Ponadto kora ciemieniowa jest ściśle związana z korą przedczołową uważaną za miejsce abstrakcyjnego myślenia, podejmowania decyzji i przewidywania konsekwencji działań. Zarówno kora przedczołowa jak i ciemieniowa wysyłają aksony do pola 6.

Dlatego też pole 6 jest miejscem, gdzie sygnały wyznaczające jakie czynności należy wykonać zostają zamienione na sygnały precyzujące, w jaki sposób dane czynności zostaną wykonane.

Przygotowanie ruchu można opisać zasadą: „do biegu, gotowy, start”. Komenda „do biegu” wyznaczana jest aktywnością kory czołowej i ciemieniowej. „Gotowy” oznacza opracowany plan przechowywany w obrębie kory przedruchowej. „Start” jest impulsem wychodzącym z pierwotnej kory ruchowej (pole 4) mającym na celu dotarcie do konkretnej grupy mięśni i zrealizowanie zaplanowanego działania, pod wpływem określonego bodźca zewnętrznego lub wewnętrznego.

## Jądra podstawne

Główne impulsy podkorowe dochodzące do pola 6 pochodzą z jądra brzuszno-bocznego wzgórza. Natomiast pobudzenie do tego jądra bierze początek w jądrach podstawnych przodomózgowia. Same jądra podkorowe uzyskują natomiast impulsację z kory mózgu szczególnie kory czołowej, przedczołowej oraz ciemieniowej. Tworzy się specyficzna pętla, w której informacje krążą od kory mózgu poprzez jądra podstawne oraz wzgórze z powrotem do kory mózgu szczególnie dodatkowej kory ruchowej.

Do jąder podstawnych zalicza się **jądro ogoniaste**, **jądro soczewkowane (skorupa i gałka bladej)**. Dodatkowo do celów funkcjonalnych można do nich zaliczyć **jądro niskowzgórzowe** oraz **istotę czarną** leżącą w śródmózgowiu. Jądro ogoniaste i skorupa tworzy jednostkę funkcjonalną zwaną **prążkowiem**, które otrzymuje impulsy od kory mózgu. Gałka bladej jest źródłem impulsów dla wzgórza. Jądra podstawne uczestniczą w tworzeniu wielu równoległych pętli, z których tylko kilka jest typowo motorycznych. Pozostałe pętle są zaangażowane w niektóre aspekty funkcji pamięciowych oraz poznawczych.

W **pętli motorycznej** najbardziej bezpośrednia ścieżka rozpoczyna się połączeniem pobudzającym kory mózgu ze skorupą. Neurony skorupy wysyłają impulsy hamujące do gałki bladej, a ona z kolei wysyła połączenie hamujące do jądra brzuszno-bocznego wzgórza. Połączenie wzgórzowo-korowe jest połączeniem o charakterze pobudzającym i ułatwia wysyłanie impulsów z komórek motorycznych kory SMA. Aktywacja korowa gałki bladej aktywuje neurony skorupy, hamujące neurony gałki bladej, które uwalniają komórki jąder brzusznych przednich wzgórza spod oddziaływania hamującego, aktywują je. Aktywacja jąder brzusznych przednich wzgórza podnosi aktywność neuronów w SMA. Stąd ta część pętli odgrywa rolę dodatniego sprzężenia zwrotnego, które może służyć do skupiania lub kierowania aktywacji wielu okolic korowych w obrębie dodatkowej kory motorycznej.

Zaburzenia działania jąder podkorowych powodują zmiany napięcia mięśni i powstawanie ruchów mimowolnych. Nadmierne hamowanie wzgórza przez jądra podkorowe leży u podstawy hipokinezy – osłabienia ruchów, natomiast osłabienie impulsów pochodzących z jąder podkorowych prowadzi do hiperkinezy – wzmożenia ruchów. Przykładem zespołu hipokinetycznego jest choroba Parkinsona natomiast hiperkinetycznego jest płasawica Huntingtona.

**Jądro niskowzgórzowe** jest częścią innej pętli tworzonej przez jądra podkorowe. Aktywuje ono neurony gałki bladej, które dają projekcję do jąder brzusznych bocznych wzgórza. Gałka bladej hamuje działanie jąder

brzusznych przednich wzgórze, dlatego utrata impulsów pobudzających gałkę bładą uwalnia jądra brzuszne przednie pozwalając na pobudzenie neuronów SMA. Jądra podkorowe nie tylko pozwalają na powstanie ruchu przekazując informacje pochodzące z różnych części kory mózgu do SMA, ale również służą jako filtr, który hamuje ekspresję ruchów mimowolnych.

### **Inicjowanie ruchu przez pierwszorzędową korę czołową**

SMA jest ściśle powiązana z pierwszorzędową korą czołową (pole 4). Drażnienie fragmentów pola 4 powoduje skurcze niewielkich grup mięśni. Impuls aktywujący motoneurony kończyn dolnych powstaje w komórkach warstwy V kory mózgu. Pole 4 otrzymuje impulsy głównie z dwóch źródeł: innych części kory mózgu oraz wzgórza. Główną częścią kory mózgu dającą projekcję do pola 4 jest pole 6, a także pole 3, 1 i 2. Projekcja ze wzgórza pochodzi z jądra brzuszno-pośrodkowego, które otrzymuje informacje z mózdzku. Pole 4 wysyła impulsy bezpośrednio do rdzenia kręgowego, ale również do pnia mózgu.

W oparciu o badania doświadczalne można stwierdzić, że: a) większa część kory motorycznej jest aktywna w trakcie każdego ruchu, b) aktywność każdej komórki reprezentuje jeden „głos” wskazujący określony kierunek ruchu, c) ostateczny kierunek ruchu jest determinowany przez wypadkową wszystkich „głosów” reprezentowanych przez wszystkie komórki w populacji.

Kontrola ruchu jest tym pełniejsza, im większa populacja neuronów reprezentuje określony typ ruchu. W oparciu o to założenie można stwierdzić, że lepsza kontrola będzie dotyczyła mięśni głowy, mięśni wyrazowych twarzy oraz mięśni rąk. Bardziej precyzyjną kontrolę pozostałych części ciała można osiągnąć poprzez doświadczenie i ćwiczenia. Oznacza to, że komórki pierwszorzędowej kory ruchowej mogą zmieniać typ ruchu, za który odpowiadają w trakcie uczenia się nowych umiejętności.

### **Mózdzek**

Mózdzek jest odpowiedzialny za kontrolę skurczu poszczególnych mięśni w określonej kolejności, aby wykonać zamierzony ruch. Uszkodzenie mózdzku powoduje więc, że ruchy stają się nieskoordynowane i niedokładne (ataksja). Mózdzek, położony poniżej płatów potylicznych kresomózgowia jest zakotwiczony w śródmózgowiu, moście oraz rdzeniu przedłużonym za pomocą podłużnych struktur zwanych konarami. Składa się z **dwóch półkul** pokrytych istotą szarą oraz części środkowej zwanej **robakiem**. Z powodu gęstego upakowania neuronów w korze mózdzek, stanowiący zaledwie 10% objętości mózgu, zawiera ponad 50% całkowitej ilości neuronów Ośrodkowego Układu Nerwowego (OUN). Dodatkowo

wewnątrz półkul mózdzku istota szara tworzy jądra mózdzku łączące korę mózdzku z różnymi elementami pnia mózgu. Robak wysyła włókna do struktur pnia mózgu, które biorą udział w tworzeniu zstępujących dróg rdzenia kręgowego, kontrolujących mięśnie tułowia. Półkule są związane z innymi strukturami mózgu, wysyłającymi włókna włączone w drogi boczne, a szczególnie z korą mózgu.

### **Kontrola ruchu prowadzona przez mózdzek**

Najprostsza pętla obejmująca mózdzek stanowi część opisanej już drogi wychodzącej z warstwy V kory motorycznej. Aksony wychodzące z tej warstwy w obrębie pola 4 oraz 6, a ponadto zakrętu zaśrodkowego, czyli kory czuciowej, dają silną projekcję do skupiska komórek zlokalizowanych w moście tzw. jąder mostowych poprzez drogi korowo-mostowe, które z kolei zasilają mózdzek poprzez drogi mostowo-mózdzkowe. Półkule mózdzku następnie dają projekcję zwrotną do kory motorycznej przechodząc przez jądra brzuszne pośrednie wzgórza.

W rezultacie informacja pochodząca z mózdzku dostarcza instrukcji dla pierwotnej kory ruchowej, która obejmuje kierunek ruchu, jego rozłożenie w czasie oraz siłę. W przypadku ruchów programowanych np. rzucania te instrukcje oparte są na przewidywaniu ich skutków. Natomiast przewidywania opierają się na wcześniejszych doświadczeniach, są więc wyuczone. Stąd mózdzek jest kolejnym elementem mózgu pozwalającym na uczenie się, jest to miejsce, gdzie porównuje się czynność zamierzoną z czynnością wykonaną. Jeżeli zamierzenia różnią się znacznie od efektu, mózdzek pozwala na wprowadzenie niezbędnych poprawek.

Uczenie się nowych umiejętności wymaga skupienia na nowych ruchach, początkowo wykonywanych nieskładnie i nieumiejętnie. Jednak w miarę nabierania doświadczenia ruchy wygładzają się i stają się coraz pewniejsze, a wreszcie są wykonywane nieświadomie. Ten proces ukazuje tworzenie nowego programu ruchowego, który zawiera odpowiednią sekwencję ruchów nie wymagających świadomej kontroli.

### **Kontrola warunkowana działaniem rdzenia przedłużonego**

Mięśnie szkieletowe pochodzą rozwojowo z 33 par somitów i są unerwione przez przypisane im nerwy będące częścią somatycznego układu nerwowego, który pozostaje pod świadomą kontrolą i generuje zachowania ciała. Unerwienie mięśni somatycznych bierze początek w rogach przednich rdzenia kręgowego. Komórki te nazywa się obwodowymi neuronami ruchowymi, aby odróżnić je od neuronów ośrodkowych zlokalizowanych w mózgowiu.

Aksony neuronów obwodowych tworzą korzenie przednie nerwów rdzeniowych, które łączą się z korzeniami grzbietowymi, tworząc nerw rdzeniowy wychodzący z kanału kręgowego przez otwory międzykręgowe. Nerwy te zawierają zarówno włókna czuciowe, jak i ruchowe, a także autonomiczne, stąd nazywa się je nerwami mieszanymi. Określony nerw należy do segmentu rdzenia, z którego wychodzi, natomiast nazwy segmentów są zgodne z nazwami kręgów. Możemy więc wyróżnić segmenty szyjne (C) 1-8; segmenty piersiowe (Th) 1-12; segmenty lędźwiowe (L) 1-5 i segmenty krzyżowe (S) 1-5 oraz jeden guziczny (Co). Mięśnie szkieletowe nie są rozmieszczone równomiernie na powierzchni całego ciała, dlatego w niektórych odcinkach rdzenia wielkość rogów przednich wzrasta np. w odcinku od C<sub>3</sub> do Th<sub>1</sub> lub od L<sub>1</sub> do S<sub>3</sub>, co ma związek ze zwiększeniem ilości neuronów niezbędnych do zaopatrzenia mięśni kończyn górnych oraz dolnych. Neurony obwodowe są ponadto ułożone w rogach przednich w określony sposób zależny od ich funkcji. Komórki unerwiające mięśnie tułowia położone są przyśrodkowo w stosunku do tych, które unerwiają mięśnie kończyn, ponadto neurony unerwiające mięśnie zginacze leżą grzbietowo w stosunku do tych unerwiających prostowniki.

Neurony obwodowe rdzenia kręgowego można podzielić na dwa typy: **motoneurony alfa** oraz **motoneurony gamma**. Motoneurony alfa są bezpośrednio związane z siłą wywieraną przez mięśnie, a jeden neuron wraz ze wszystkimi włóknami mięśniowymi, które unerwia, tworzy specyficzną **jednostkę motoryczną**. Skurcz mięśnia jest wynikiem pojedynczego lub złożonego działania tych jednostek motorycznych. Kontrola skurczu mięśnia odbywa się poprzez wydzielanie odpowiedniej ilości acetylocholin (ACh) na złączy nerwowo-mięśniowym, dzięki temu większa lub mniejsza ilość jednostek motorycznych zostaje aktywowana, co prowadzi do zwiększenia lub obniżenia siły skurczu mięśnia. Ponadto jednostka motoryczna może składać się z różnej ilości włókien mięśniowych pozostających pod kontrolą jednego neuronu. Im mniej włókien nerwowych wchodzi w skład jednej jednostki motorycznej, tym łatwiejsza jest kontrola ich skurczu, dlatego mięśnie z dużą ilością mniejszych jednostek motorycznych mogą być precyzyjnie kontrolowane.

Motoneurony alfa same podlegają kontroli pochodzącej z trzech głównych źródeł. Pierwsze to komórki zwoju nerwu rdzeniowego położonego na korzeniu grzbietowym z aksonami unerwiającymi specyficzny aparat sensoryczny zagłębiony w mięśniu zwany **wrzecionkiem mięśniowym**. Impuls ten informuje o długości mięśnia. Drugie źródło stanowią neurony ośrodkowe kory mózgu oraz pnia mózgu. Jest to impuls istotny dla kontroli ruchów zmierzonych. Trzecie źródło impulsów dla motoneuronów alfa po-



chodzi z interneuronów rdzenia kręgowego. Impuls ten może mieć charakter zarówno hamujący, jak i pobudzający.

### **Rdzeniowa regulacja jednostek motorycznych**

Informacja pochodząca z wrzecionek mięśniowych jest o charakterze czucia głębokiego, które informuje o położeniu ciała w przestrzeni. Aksony z nich wychodzące, wchodzą do rdzenia kręgowego poprzez korzeń grzbietowy, a następnie rozgałęziają się gwałtownie, tworząc synapsy pobudzające zarówno z interneuronami, jak i motoneuronami alfa rogów przednich.

Funkcję tego impulsu czuciowego prezentuje najlepiej tzw. **odruch miotaktyczny** (zwany inaczej **odruchem ścięgnowym**) polegający na tym, że mięsień kurczy się w odpowiedzi na rozciągnięcie. Odruch ten zanika w momencie, gdy zostaną przecięte korzenie grzbietowe, nawet jeżeli motoneurony alfa pozostają nietknięte, dodatkowo w takim wypadku występuje utrata napięcia mięśniowego. Aksony czuciowe wrzecionka mięśniowego oraz motoneurony alfa tworzą monosynaptyczny łuk odruchu miotaktycznego. Jest to odruch monosynaptyczny, ponieważ tylko jedna synapsa oddziela pierwotny impuls sensoryczny od odpowiedzi neuronu motorycznego. Przykładem takiego odruchu jest odruch kolanowy, gdzie uderzenie w więzadło rzepki powoduje gwałtowny wyprost kończyny w stawie kolanowym.

### **Motoneurony gamma**

Wrzecionka mięśniowe tworzą zmodyfikowane włókna mięśni szkieletowych. Włókna tego typu są nazywane włóknami wewnątrzwrzecionowymi dla odróżnienia od włókien zewnątrzwrzecionowych, leżących poza wrzecionem i tworzących masę mięśniową. Istotna różnica pomiędzy tymi dwoma typami włókien polega na tym, że tylko włókna zewnątrzwrzecionowe są unerwione przez motoneurony alfa, natomiast włókna wewnątrzwrzecionowe uzyskują unerwienie motoryczne od motoneuronów gamma. Pod wpływem impulsu pochodzącego od neuronu ośrodkowego motoneurony alfa ulegają aktywacji, powodując skurcz włókien i skrócenie mięśnia. Motoneurony gamma unerwiają włókna wewnątrzwrzecionowe na dwóch końcach wrzecionka mięśniowego, co z kolei powoduje skurcz tych dwóch odcinków i pociąganie niekurczącej się okolicy mięśnia, zachowując aktywność aksonów dochodzących do wrzecionka mięśniowego. Aktywacja motoneuronów alfa i gamma wywiera przeciwny efekt na neurony aktywujące wrzecionka mięśniowe: motoneurony alfa powodują obniżenie ich aktywności, motoneurony gamma powodują jej wzrost. Motoneurony alfa i gamma są jednocześnie aktywowane przez komendy pochodzące z mózgu jednak motoneurony gamma stanowią dodatkową kontrolę motoneuronów alfa i skurczu mięśnia.

Oprócz informacji dotyczących czucia głębokiego pochodzących z wrzecionek mięśniowych inne informacje czuciowe dotyczące mięśni szkieletowych pochodzą z organów ścięgnistych Golgiego, które służą do monitorowania napięcia mięśni lub siły ich skurczu. Organy ścięgniste Golgiego są zlokalizowane w miejscu połączenia mięśnia oraz ścięgna i są unerwione przez odmienną grupę neuronów sensorycznych. Włókna wychodzące z neuronów organów ścięgnistych Golgiego wchodzi do rdzenia kręgowego i rozgałęziają się tworząc synapsy z interneuronami w obrębie rogu przedniego. Niektóre z tych interneuronów tworzą hamujące połączenia z motoneuronami alfa unerwiającymi ten sam mięsień. Stanowi to podstawę dla kolejnego odruchu rdzeniowego zwanego odwróconym odruchem miotaktycznym, którego zadaniem jest ochrona mięśnia przed nadmiernym obciążeniem. W miarę jak wzrasta napięcie mięśnia, hamowanie motoneuronów alfa spowalnia skurcz mięśnia, gdy napięcie mięśnia spada, obniża się hamowanie motoneuronów alfa i mięsień kurczy się silniej.

Czucie głębokie pochodzi również ze stawów, a konkretnie ścian torebek stawowych i wzmacniających je więzadeł. Te aksony reagują na zmianę kąta, kierunku oraz szybkości ruchu. Większość z nich służy do zmiany położenia stawu w trakcie ruchu, co świadczy o dużej ilości aksonów zaangażowanych w ruch stawu, jednak nerwów kodujących pozycję spoczynkową stawu jest stosunkowo niewiele. Mimo to jesteśmy w stanie dobrze określić pozycję spoczynkową stawu, nawet bez bodźców wzrokowych. Oznacza to, że informacje pochodzące ze stawów są łączone z tymi pochodzącymi z wrzecionek mięśniowych oraz organów ścięgnistych Golgiego, a także receptorów skórnych, by wyznaczyć kąt zgięcia stawu. Brak jednego ze źródeł może być kompensowany przez bodźce płynące z pozostałych.

### **Interneurony rdzenia kręgowego**

Oddziaływanie neuronów z organów ścięgnistych Golgiego na motoneurony alfa jest zdecydowanie polisynaptyczne i regulowane w całości przez interneurony. Interneurony otrzymują impulsy synaptyczne od pierwotnych aksonów sensorycznych, aksonów zstępujących wychodzących z mózgu oraz neuronów obwodowych rdzenia kręgowego. Połączenia interneuronów pozwalają na koordynację programów motorycznych generowanych w odpowiedzi na różne impulsy, które do nich dochodzą. Odgrywają one kluczową rolę we właściwym przebiegu nawet najprostszych odruchów. Interneurony można podzielić na interneurony hamujące wywierające efekt hamujący na mięśnie o działaniu przeciwnym w stosunku do mięśni odpowiedzialnych za impuls. Innym typem są interneurony pobudzające, które aktywują mięśnie w odpowiedzi na nieprzewidziany impuls bólowy, aby zapobiec uszkodzeniu ciała. Można to opisać w następujący sposób.

Aksony bólowe wchodzą do rdzenia kręgowego, a następnie aktywują interneurony na jego różnym poziomie. Komórki te pobudzają następnie motoneurony alfa, które kontrolują mięśnie określonej grupy, co prowadzi do wykonania wymaganego ruchu.

### **Programowanie chodu przez rdzeń kręgowy**

Podczas chodzenia następuje naprzemienne cofanie oraz wysuwanie kończyn. Pętla koordynująca ruchy chodzenia, znajduje się na poziomie rdzenia kręgowego, ponieważ poszczególne ruchy są wykonywane bez udziału świadomości. Pojedyncze neurony zlokalizowane w rdzeniu kręgowym są rozrusznikami wewnętrznymi, pełniącymi rolę rytmicznej siły oddziałującej na neurony motoryczne. Natomiast ich działanie w porozumieniu z neuronami rdzeniowymi powoduje powstanie ruchów cyklicznych jak chodzenie. Jednak nie tylko rozruszniki wewnętrzne odgrywają rolę w generowaniu rytmu, ale jest to także wynikiem działania pętli interneuronów. Chód jest inicjowany, gdy słaby impuls pobudza dwa interneurony łączące się z motoneuronami alfa, kontrolującymi odpowiednio zginacze i prostowniki. Interneurony odpowiadają na impuls ciągły generując impulsy wyjściowe. Aktywność interneuronów jest zmienna, ponieważ aktywność jednego z nich silnie hamuje aktywność drugiego. Pozwala to na koordynację ruchów przeciwnych kończyn, co odbywa się przy wykorzystaniu pętli odruchowej. Wygląda to w ten sposób, że zgięcie kończyny po jednej stronie odpowiada wyprostowaniu kończyny po stronie przeciwległej. Udział w chodzeniu większej liczby interneuronów zlokalizowanych w rdzeniu kręgowym pomiędzy segmentami szyjnymi a lędźwiowymi powoduje odpowiednie ruchy ramion (wymachy), które towarzyszą chodzeniu.

### **Piśmiennictwo:**

1. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
2. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
3. Cichocki T., Litwin J., Mirecka J.: Kompendium histologii. Podręcznik dla studentów nauk medycznych i przyrodniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.
4. Konturek S., Brzozowski T.: Fizjologia człowieka. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2003.
5. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
6. Stryer L.: Biochemia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
7. Traczyk W., Trzebski A.: Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004.



# Połączenia kości

Jacek Lorkowski, Karolina Czaplarska

## Połączenia kości – podział

- Ścisłe (*synarthroses*)
  - Więzozrost (*syndesmosis*)
    - więzozrost włóknisty (*syndesmosis fibrosa*) – np. błona międzykostna przedramienia
    - więzozrost sprężysty (*syndesmosis elastica*) – np. więzadła żółte
    - szew (*sutura*):
      - prosty (*plana*) – np. wyrostki podniebienne szczęk
      - łuskowy (*squamosa*) – np. część łuskowa k. skroniowej z k. ciemieniową
      - piłowaty (*serrata*) – np. *sutura sagitalis*
    - wklonowanie (*gomphosis*) – umocowanie zęba
      - szew rozszczepiony (*schindylesis*) – np. dziób k. klinowej ze skrzydłami lemiesza
  - Chrząstkozrost (*synchondrosis*) – np. krążki międzykręgowe
  - Kościozrost (*synostosis*) – np. stawy kości krzyżowej
- Połączenia wolne = stawy (*articulationes*) = połączenia maziowe (*juncturae synoviales*)
  - Jednoosiowe
    - Staw zawiasowy
    - Staw obrotowy
  - Dwuosiowe
    - Staw śrubowy
    - Staw elipsoidalny
    - Staw siodełkowy
  - Wieloosiowe
    - Staw kulisty wolny
    - Staw kulisty panewkowy
    - Staw nieregularny

## Połączenia stawowe

- Jednostawowe
  - Proste (*art. simplex*)
  - Złożone (*art. composita*)

- Wielostawowe
  - Łańcuch stawowy – układ współdziałających ze sobą stawów

### Elementy tworzące staw

- Stałe elementy składowe
  - Powierzchnie stawowe
  - Torebka stawowa
  - Jama stawowa
- Niestable elementy składowe
  - Więzadła stawowe
    - Wzmacniające staw i torebkę stawową
    - Wzmacniające staw
      - Zewnątrzstawowe
      - Wewnątrzstawowe
  - Obrąbki stawowe
  - Krążki stawowe i łąkotki
  - Fałdy i kosmki maziowe
  - Ciała tłuszczowe
  - Kaletki maziowe
  - Trzeszczki

### Stabilizacja kości w stawie

- Czynniki zewnętrzne
  - Ciśnienie powietrza
- Czynniki wewnętrzne
  - Pociąganie mm.
  - Więzadła stawowe
  - Adhezja
  - Powłoki zewnętrzne

**Budowa anatomiczna poszczególnych typów stawów**

Typ stawu	Przykład stawu	Powierzchnie stawowe		Cechy charakterystyczne stawu
		panewka	główka	
Staw zawiasowy ( <i>ginglymus</i> )	stawy między-paliczkowe	z listewką kierunkową	negatyw panewki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• luźna od przodu i tyłu torebka stawowa</li> <li>• więzadła poboczne</li> </ul>
Staw obrotowy ( <i>articulatio trochoidea</i> )	stawy promieniowo-łokciowy bliższy lub dalszy	obejmująca część główki	porównywana do czopu w łożysku	

<b>Staw śrubowy</b> ( <i>articulatio cochlearis</i> )	staw szczytowo-obrotowy	zespół stawów łączących I i II kręg szyjny		
<b>Staw eliipsoidalny</b> ( <i>articulatio ellipsoidea</i> )	staw promieniowo-nadgarstkowy	wklęsła	eliptyczna na przekroju, wypukła w stosunku do osi długiej i krótkiej	
<b>Staw siodełkowy</b> ( <i>articulatio sellaris</i> )	staw nadgarstkowo-śródręczny kciuka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brak możliwości wyróżnienia główki i panewki</li> <li>• obie kształt siódła: <ul style="list-style-type: none"> <li>– wklęsłe w kierunku jednej osi</li> <li>– wypukłe w kierunku drugiej prostopadłej do pierwszej</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Staw kulisty panewkowy</b> ( <i>articulatio cotylica</i> )	staw biodrowy	przekracza równik głowy	wycinek kuli	
<b>Staw kulisty wolny</b> ( <i>articulatio spherioidea</i> )	staw ramienny	nie przekracza równika głowy	wycinek kuli	
<b>Staw nie-regularny</b> ( <i>articulatio irregularis</i> )	staw mostkowo-obojęzyczny	brak możliwości wyróżnienia typowej: <ul style="list-style-type: none"> <li>• główki</li> <li>• panewki</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• w obrębie jamy stawowej często obecne krążki stawowe dzielące staw częściowo lub całkowicie na dwa przedziały</li> </ul>
<b>Staw płaski</b> ( <i>articulatio plana</i> )	staw krzyżowo-biodrowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brak możliwości wyróżnienia typowej główki i panewki</li> <li>• powierzchnie stawowe takiej samej wielkości płaskie lub prawie płaskie</li> </ul>		

Biomechanika poszczególnych typów połączeń stawowych stawów		
Typ stawu	Ilość osi stawu	Ruchy
Staw zawiasowy ( <i>ginglymus</i> )	1	• zgięcie ( <i>flexio</i> ) / wyprost ( <i>extensio</i> )
Staw obrotowy ( <i>articulatio trochoidea</i> )	1	• obrotowe na zewnątrz / obrotowe do wewnątrz
Staw śrubowy ( <i>articulatio cochlearis</i> )	2	ruch śrubowy tj. • obrotowy dookoła osi podłużnej • równoczesny ruch wzdłuż tej osi – osi stawu
Staw elipsoidalny ( <i>articulatio ellipsoidea</i> )	2	• zgięcie / prostowanie ( <i>flexio, extensio</i> ) • przywodzenie / odwodzenie ( <i>adductio, abductio</i> ) • obwodzenie ( <i>circumductio</i> )
Staw siodełkowy ( <i>articulatio sellaris</i> )	2	• przywiedzenie / odwiedzenie ( <i>adductio, abductio</i> ) • przeciwstawianie / odprowadzanie ( <i>oppositio, repositio</i> ) • obwodzenie ( <i>circumductio</i> )
Staw kulisty-panewkowy ( <i>articulatio cotylica</i> )	wielosiowy	• zginania / prostowania ( <i>flexio, extensio</i> ) • przywodzenia / odwodzenia ( <i>adductio, abductio</i> ) • obrót na zewnątrz / obrót do wewnątrz ( <i>rotatio externa, rotatio interna</i> ) • obwodzenie ( <i>circumductio</i> )
Staw kulisty wolny ( <i>articulatio spherioidea</i> )	wielosiowy	• zginania / prostowania ( <i>flexio, extensio</i> ) • przywodzenia / odwodzenia ( <i>adductio, abductio</i> ) • obrót na zewnątrz / obrót do wewnątrz ( <i>rotatio externa, rotatio interna</i> ) • obwodzenie ( <i>circumductio</i> )
Staw nieregularny ( <i>articulatio irregularis</i> )	wielosiowy	• najczęściej zakres jak w złożeniu stawów eliptycznych lub kulistych
Staw płaski ( <i>articulatio plana</i> )	wielosiowy	• uzależnione od napięcia układu więzadłowego, najczęściej śladowe • zwiększają sprężystość połączenia kończyny • dostosowują układ powierzchni stawowych do funkcji kończyny



**Piśmiennictwo:**

1. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
2. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
4. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
5. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
6. Krechowicki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
7. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
8. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
9. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
10. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
11. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
12. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone. Edinburgh 1989.
13. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.



# Podstawy biomechaniki stawów

*Marek S. Kozień, Jacek Lorkowski*

## 1. Biomechanika a mechanika

Mechanika jest częścią fizyki. Zajmuje się ona opisem – w języku matematyki – zachowania układów materialnych. Podobnie jak matematyka jest nauką aksjomatyczną i ścisłą. Oznacza to, że w oparciu o przyjęte pojęcia podstawowe, aksjomaty (czyli twierdzenia oparte na obserwacji rzeczywistości, przyjęte bez dowodu) definiowane są nowe pojęcia oraz dowodzone twierdzenia, które pozwalają na opis zachowania układów rzeczywistych. Jednak zachowanie układów rzeczywistych opisywane jest na ich modelach. Innymi słowy na podstawie zbudowanego modelu wnioskuje się o zachowaniu układu rzeczywistego. Bardzo istotnym zagadnieniem staje się zatem budowa wiarygodnego modelu, a ściślej mówiąc identyfikacja parametrów samego modelu oraz jego doświadczalna weryfikacja.

Z uwagi na postępującą wraz z rozwojem nauki złożonością stosowanych modeli oraz coraz węższym ograniczeniem ich stosowalności dotyczącym samego ośrodka, bądź typu analizy wyodrębniły się kolejne działy mechaniki. Wśród nich można wymienić przykładowo: mechanikę ciała stałego, mechanikę płynów (cieczy i gazów), mechanikę cieczy (hydromechanikę), mechanikę gazów (aeromechanikę), mechanikę ośrodków ciągłych, mechanikę ośrodków porowatych, mechanikę techniczną, teorię mechanizmów i maszyn, robotykę. Wśród niewymienionych działów należy zwrócić uwagę jeszcze na trzy. Pierwszym z nich jest mechanika teoretyczna, podająca ogólne zasady mechaniki. Drugim istotnym działem jest mechanika ogólna zajmująca się zastosowaniem modeli punktu materialnego oraz bryły sztywnej. Natomiast trzecim istotnym działem jest biomechanika.

Biomechanika w swym klasycznym ujęciu zajmuje się opisem zachowania układu szkieletowego człowieka w połączeniu z układem mięśniowym, mając na uwadze połączenia ruchome pomiędzy poszczególnymi kośćmi jakimi są stawy.

## 2. Modelowanie w mechanice

Jak już wspomniano wcześniej analizy prowadzone w obszarze mechaniki dokonywane są na modelach. Im bardziej złożony model, tym spodziewane rezultaty symulacji są bardziej wiarygodne. Ale ma to miejsce tylko wówczas, gdy da się poprawnie zidentyfikować wartości parametrów modelu. W praktyce, zatem prostszy model, o poprawnie zidentyfikowa-

nych parametrach może dać rezultaty bardziej zgodne z rzeczywistością, niż model złożony matematycznie, ale nie dający możliwości określenia rzeczywistych wartości parametrów. Modelowaniu podlegają same elementy układu, ich połączenia, sposoby podparcia do podłoża oraz obciążenia.

Podstawowe modele elementów układu to:

- punkt materialny – czyli punkt w przestrzeni euklidesowej, z którym stowarzyszona jest masa,
- bryła sztywna (ciało idealnie sztywne) – czyli ciało o określonych geometrycznie kształtach, które nie ulega jakiegokolwiek deformacji wskutek przyłożonego obciążenia,
- ciało odkształcalne – czyli ciało o określonych geometrycznie kształtach, które ulega deformacji wskutek przyłożonego obciążenia.

Modele obciążeń stanowią następujące siły uogólnione:

- siła skupiona, przedstawiana w postaci wektora o wymiarze [N]; w zależności od sposobu odpowiedzi modelu układu na miejsce (punkt) przyłożenia siły, wyróżnia się siły zaczepione, liniowe i objętościowe;
- obciążenie ciągłe: objętościowe o wymiarze  $[N/m^3]$ , powierzchniowe o wymiarze  $[N/m^2]$  i liniowe o wymiarze  $[N/m]$ ;
- moment o wymiarze [Nm], mający interpretację pary sił skupionych o takiej samej wartości, przeciwnych zwrotach i kierunkach prostopadłych do prostej łączącej różne punkty ich zaczepienia.

Modele połączeń pomiędzy elementami oraz kontaktu z podłożem związane są z omawianym dalej aksjomatem statyki dotyczącym uwalniania układu mechanicznego od więzów. Należy zwrócić uwagę na następujący podział więzów:

- więzy jednostronne (unilateralne) i dwustronne (bilateralne), które blokują przemieszczenie uogólnione odpowiednio w jednym bądź dwóch zwrotach na kierunku skrępowania;
- więzy idealne i nieidealne (chropowate, tarciove), które odpowiednio nie powodują bądź powodują stratę energii ruchu (zasadniczo zamienianą w ciepło);
- więzy holonomiczne (geometryczne, pozycyjne) i nieholonomiczne, które odpowiednio nakładają skrępowania na położenia elementów, a w konsekwencji również i na ich prędkości i przyspieszenia bądź bezpośrednio jedynie na prędkości, a w konsekwencji i przyspieszenia;
- więzy skleronomiczne (stacjonarne) i reonomiczne (niestacjonarne), które odpowiednio są niezależne jawnie od czasu, bądź są jawną funkcją czasu.

Odrębne kryterium podziału stanowi szczegółowy rodzaj więzu wynikający ze sposobu realizacji odjęcia (zablokowania) stosownych stopni swobody ruchu – np. utwierdzenie, przegub kulisty, podpora przesuwna.

Kolejną istotną klasyfikacją jest zasadniczy podział dotyczący sposobu analizy. W każdym dziale mechaniki wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje analiz:

- w zakresie statyki – w których nie uwzględnia się parametru czasu;
- w zakresie dynamiki – w których uwzględniony jest parametr czasu; zasadniczo analizy związane są z obecnością sił bezwładności i dotyczą ruchu układu.

Wyróżnia się czasami również dział zwany kinematyką, który podaje metody opisu ruchu układu, bez uwzględniania przyczyn tego ruchu (sił uogólnionych). W przedstawionej klasyfikacji zakres ten wchodzi w skład dynamiki.

Podstawą analiz mechaniki ogólnej w zakresie statyki są następujące aksjomaty:

- dwie siły skupione przyłożone do bryły sztywnej równoważą się wtedy i tylko wtedy, gdy mają ten sam kierunek, przeciwne zwroty i taką samą wartość; siły te tworzą tak zwaną dwójkę zerową sił;
- przyłożenie do bryły sztywnej dwójki zerowej sił, lub jej odjęcie nie zmienia stanu równowagi bryły;
- dwie siły skupione przyłożone w jednym punkcie można zastąpić siłą wypadkową;
- każdemu działaniu odpowiada przeciwnie skierowane przeciwdziałanie (zasada akcji i reakcji, trzecia zasada dynamiki Newtona);
- więzy, czyli skrępowania nałożone na ruch bryły w wybranym jej punkcie można zastąpić siłami reakcji, równoważnymi oddziaływaniu więzów.

W oparciu o powyższe aksjomaty można podać warunki równowagi statycznej w następującej postaci:

$$\bullet \sum_{i=1}^N \bar{F}_i = \bar{0} \text{ dla punktu materialnego,}$$

gdzie  $\bar{F}_i$  oznacza i-tą siłę skupioną działającą na punkt (tych sił jest N);

$$\bullet \sum_{i=1}^N \bar{F}_i = \bar{0} \text{ oraz } \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \times \bar{F}_i + \sum_{j=1}^M \bar{M}_j = \bar{0} \text{ dla bryły sztywnej,}$$

gdzie  $\bar{F}_i$  oznacza i-tą siłę skupioną działającą na bryłę (tych sił jest N), a  $\bar{M}_j$  oznacza j-ty moment skupiony działający na bryłę (tych momentów jest M);  $\bar{r}_i$  oznacza wektor wodzący i-tej siły liczony względem dowolnego, lecz tego samego dla całego układu punktu (bieguna).

Podstawą analiz mechaniki ogólnej w zakresie dynamiki jest druga zasada dynamiki Newtona oraz jej uogólnienie na ruch bryły sztywnej w postaci równania Newtona-Eulera:

- $\bar{F} = m \cdot \bar{a}$  dla punktu materialnego,

gdzie  $\bar{F}$  jest wypadkową siłą skupioną działającą na punkt,  $m$  – jego masą,  $\bar{a}$  – wektorem przyspieszenia;

- $\bar{F} = m \cdot \bar{a}_C$  oraz  $\bar{M} = \underline{I} \cdot \bar{\varepsilon}$  dla bryły sztywnej,

gdzie  $\bar{F}$  jest wypadkową siłą skupioną działającą na bryłę,  $m$  – jej masą,  $\bar{a}_C$  – wektorem przyspieszenia jej środka masy,  $\bar{M}$  – wypadkowym momentem sił działających względem początku przyjętego układu współrzędnych,  $\underline{I}$  – tensorem bezwładności bryły określonym w tym układzie,  $\bar{\varepsilon}$  – wektorem przyspieszenia kąowego bryły.

W mechanice wprowadza się pojęcie liczby stopni swobody układu. Jest to liczba niezależnych współrzędnych uogólnionych (przemieszczeń lub kątów obrotu), które pozwalają na jednoznaczny opis położenia elementu względem wybranego układu współrzędnych. Swobodna bryła sztywna ma w przestrzeni sześć stopni swobody. Każde podparcie bryły lub połączenie brył pomiędzy sobą blokuje możliwość wykonania niektórych ruchów, a co za tym idzie odbiera niektóre stopnie swobody. Dwie bryły połączone ze sobą w ruchomy sposób tworzą w miejscu połączenia tak zwaną parę kinematyczną. W teorii mechanizmów i maszyn wszystkie pary kinematyczne, bez względu na sposób ich realizacji można podzielić na klasy. Kryterium podziału stanowi liczba nałożonych na te pary więzów kinematycznych. Ścisłej mówiąc, klasa pary jest liczbą określającą, ile stopni swobody ruchu względnego brył względem siebie zostało odebranych. Przy zachowanej jakiegokolwiek swobodzie ruchu względnego można zatem mówić o parach kinematycznych klas od pierwszej (I) do piątej (V). Zbiór brył sztywnych połączonych ze sobą w pary kinematyczne nazywa się łańcuchem kinematycznym.

### 3. Układ szkieletowo-kostny. Stawy

Układ kostny człowieka zbudowany jest z poszczególnych kości, które na potrzeby analiz biomechanicznych mogą być taktowane jako bryły sztywne. Poszczególne elementy układu kostnego człowieka połączone są ze sobą w stawach w sposób pozwalający na zachowanie pewnej swobody ruchu względnego. Z uwagi na fakt, że stawy odbierają możliwość przesuwu względnego, a pozostawiają jedynie możliwość obrotów względnych,

pary kinematyczne, jakie tworzą połączenia stawowe, mogą być jedynie klasy trzeciej, czwartej i piątej:

- pary kinematyczne klasy trzeciej (III), pozwalające na obrót względem trzech prostopadłych osi – np. staw biodrowy i ramienno-ny; mówi się wówczas o stawach kulistych;
- pary kinematyczne klasy czwartej (IV), pozwalające na obrót względem dwóch prostopadłych osi (na płaszczyźnie) – np. staw promieniowo-nadgarstkowy, nadgarstkowo-śródręczny kciuka; mówi się wówczas o stawach owalnych lub siodełkowatych;
- pary kinematyczne klasy piątej (V), pozwalające na obrót względem jednej osi – np. stawy międzypaliczkowe bliższe i dalsze oraz stawy łokciowy, skokowo-goleniowy, promieniowo-łokciowy dalszy lub bliższy; mówi się wówczas o stawach zawiasowych lub bloczkowych.

Rozważając układ szkieletowy człowieka można wyróżnić następujące pary kinematyczne (stawy):

- z przewagą stabilizacji więzadłowej – np. staw kolanowy, łokciowy, skokowo-goleniowy, palców – dla par klasy V i częściowo IV;
- z przewagą stabilizacji mięśniowej – np. staw ramienno-ny, biodrowy, promieniowo-nadgarstkowy – dla par klasy III i częściowo IV.

Połączone ze sobą elementy układu kostnego (bryły sztywne) tworzą tak zwany łańcuch biokinematyczny. Przyjmuje się, że układ ten w przypadku człowieka ma 240 stopni swobody. Poszczególne elementy łańcucha (kości) utrzymywane są w odpowiedniej pozycji względem siebie oraz mają możliwość zmiany tej pozycji w ograniczonym stopniu (ruch) dzięki układowi bio-stabilizatorów i bio-siłowników w postaci więzadeł i mięśni.

Charakterystyczny jest fakt, że mięśnie mogą się jedynie kurczyć, zatem pracują jako siłowniki jednostronne. Zatem aby zapewnić ruch względny kości w stawie w obydwu kierunkach, muszą istnieć co najmniej dwa mięśnie odpowiednio zaczepione do kości w okolicy stawu. W układzie mięśniowym człowieka wyróżnia się ponad 400 mięśni. Każde z włókien mięśnia może jedynie kurczyć się w trakcie działania mięśnia. Pojedyncze włókno mięśniowe może być przedstawione jako szereg połączonych ze sobą mikro-siłowników przez elementy sprężyste. Pojedynczy segment nosi nazwę sarkomeru. Jego długość mieści się w przedziale 2-4  $\mu\text{m}$ .

Przy zastępowaniu działania mięśnia – zgodnie z regułami mechaniki – stosownymi siłami, należy określić ich punkty zaczepienia, kierunek działania oraz wartość. Zwrot siły jest narzucony wspomnianą wcześniej zdolnością mięśnia jedynie do kurczenia się, czyli do generowania przezeń jedynie sił (jako obciążeń elementów łańcucha biokinematycznego) o zwrotach do wnętrza mięśnia. Punkt zaczepienia sił, nazywany inaczej miejscem

zaczepienia mięśnia jest to punkt znajdujący się w środku pola przyczepu ścięgna mięśniowego do kości. Kierunek działania sił, nazywany inaczej linią działania mięśnia wyznacza prosta łącząca miejsca przyczepu mięśnia. Z uwagi na fakt, że miejsca przyczepu mięśnia nie pokrywają się ze środkiem stawu (środkiem przegubu kulistego), wektor siły mięśnia rozkłada się na dwie składowe o diametralnie różnym charakterze działania na staw i połączone z nim kości:

- składowa prostopadła do prostej łączącej oś obrotu stawu z miejscem przyczepu mięśnia, nazywana składową obrotową siły mięśnia; wartość tej składowej decyduje o wartości momentu obrotowego działającego na kości, czyli decyduje o możliwości wykonywania ruchu przez staw;
- składowa o kierunku prostej łączącej oś obrotu stawu z miejscem przyczepu mięśnia, nazywana składową stawową siły mięśnia; wartość tej składowej decyduje o obciążeniu samego stawu.

Mając na uwadze geometrię stawu (w szczególności znając miejsca przyczepu mięśni bądź więzadeł) oraz geometrię sąsiadujących kości biorących udział przy pewnych ruchach, można z warunków statyki określać przybliżone wartości sił generowanych przez poszczególne mięśnie w określonych położeniach. Na tej podstawie można mówić o położeniach optymalnych lub nie. Z mechanicznego punktu widzenia, w zależności od układu sił budowane są czasami tak zwane maszyny proste:

- dźwignia jednostronna np. dla stawu kolanowego; w tym przypadku siła wytwarzana przez mięsień oraz obciążenie leżą po tej samej stronie osi obrotu w stawie;
- dźwignia dwustronna np. dla stawu biodrowego; w tym przypadku siła wytwarzana przez mięsień oraz obciążenie leżą po przeciwnej stronie osi obrotu w stawie.

Znając geometrię stawu oraz siły zewnętrzne można określać składowe siły działającej na staw oraz określać położenia niekorzystne dla stawu. Organizm broni się w naturalny sposób przed przeciążeniem stawu poprzez zmianę geometrii, punktów i kątów przyłożenia sił, np. przez tzw. hipomochiliony (wyniosłość kostna, trzeszczka, element łącznotkankowy, inny mięsień).

Z mechanicznego punktu widzenia można podać trzy funkcje mięśni w stosunku do stawów:

- stabilizację stawów, czyli utrzymywanie łańcucha biokinetycznego w określonym położeniu (zakres statyczny);
- wywoływanie ruchu w stawach, czyli umożliwienie poruszania elementami składowymi stawu (zakres dynamiczny);



- ochronę stawów, przez zmniejszanie wartości składowej stawowej siły mięśnia.

## Piśmiennictwo:

1. Będziński R.: Biomechanika inżynierska zagadnienia wybrane. Oficyna Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
2. Bober T., Zawadzki J.: Biomechanika układu ruchu człowieka. Wydawnictwo BK, Wrocław 2003.
3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Tom 1. Anatomia ogólna kości, stawy i więzadła mięśni. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1990.
4. Kędzior K., Knapczyk J., Morecki A.: Teoria mechanizmów i manipulatorów: podstawy i przykłady zastosowań w praktyce. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
5. Leyko J.: Mechanika ogólna. Tom 1. Statyka i kinematyka. PWN, Warszawa 2001.
6. Leyko J.: Mechanika ogólna. Tom 2. Dynamika. PWN, Warszawa 2001.
7. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
8. Mazurkiewicz S.: Wybrane zagadnienia z inżynierii medycznej. Zbiór publikacji. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2003.
9. Małyk E., Wagner T.: Patomorfologia stawów. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1991.
10. Morecki A. (ed.): Biomechanics of engineering. Modeling, simulation, control, CISM Courses and Lectures (No. 291), Springer-Verlag, Wien-New York 1987.
11. Morecki A., Ekiel J., Fidelus K.: Bionika ruchu. PWN, Warszawa 1971.
12. Morecki A., Oderfeld J.: Teoria maszyn i mechanizmów. PWN, Warszawa 1987.
13. Morecki A., Knapczyk J. (red.): Podstawy robotyki: teoria i elementy manipulatorów i robotów. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994.
14. Nizioł J. (red.): Dynamika układów mechanicznych, Mechanika Techniczna. Tom 2, Komitet Mechaniki PAN – Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2005.



# Anatomiczne odrębności budowy kości dziecięcej

Jerzy Sulko, Jacek Lorkowski

Wyróżniamy 3 zasadnicze różnice pomiędzy kością osoby dorosłej i dziecka. U dziecka stwierdza się:

- w obrębie kości na granicy nasady i przynasady obecność chrząstki wzrostowej
- znacznie grubszą okostną, pokrywającą kość
- chrzęstny charakter nasady kości, czyli jej końców

U noworodków i niemowląt nasady kości są chrzęstne, a dopiero z upływem czasu kostnieją. Ten proces zaczyna się od pojawienia się jądra kostnienia, które z czasem robi się coraz większe – uwapniając się i kostniejąc. Jądra kostnienia nasad pojawiają się zwykle w centralnej części chrzęstnej nasady kości. Dla każdej nasady moment pojawienia się jądra kostnienia jest charakterystyczny, np. jądro kostnienia głowy kości udowej pojawia się zwykle około 4 miesiąca życia, a rzepek około 3 roku życia.

## Budowa kości dziecięcej

Części składowe kości długiej:

- nasada (*epiphysis*) – koniec bliższy i dalszy kości  
(Większość nasad u noworodków jest chrzęstna, a jądra kostnienia pojawiają się w różnym wieku.)
- przynasada (*metaphysis*) – graniczy z nasadą, a zatem występuje także w bliższej i dalszej części kości  
(Jest zbudowana z kości gąbczastej. Okostna w tym miejscu jest silnie przyczepiona. To w przynasadzie następuje największa przebudowa /modelowanie/ kości w przypadku złamań.)
- trzon kości (*physis*) – najdłuższa część kości długiej, znajduje się między jej przynasadami  
(Trzon jest najbardziej unaczyniony u noworodków i niemowląt. Później staje się mniej ukrwiony. Trzon rośnie na szerokość /obwód/ przez odokostnowe tworzenie kości.)

Charakterystyczną cechą występującą tylko w kości dziecięcej jest obecność chrząstki wzrostowej. Jest ona położona między nasadą i przynasadą, a zatem występuje w bliższym i dalszym odcinku kości. To ona odpowiada za wzrost kości na długość. Radiologicznie chrząstka wzrostowa

jest przejrzysta dla promieni. Chrzątka wzrostowa wraz z wiekiem staje się cieńsza i w końcu zarasta w wieku 15 lat u dziewcząt, a 16 u chłopców.

Różnice w zakresie budowy kości krótkich:

- początkowo budowa chrzęstna
- następnie pojawia się jądro kostnienia, wokół którego tworzy się tkanka kostna stopniowo zastępująca tkankę chrzęstną
- względnie grubsza w stosunku do osób dorosłych chrzątka szklista na powierzchniach stawowych

Biomechaniczne różnice kości dziecięcej

Kość dziecięca w stosunku do kości osoby dorosłej:

- posiada mniejszą gęstość
- większą porowatość
- mniejszą zmineralizację

Mineralizacja kości postępuje z wiekiem, osiągając szczyt w okresie dojrzałości płciowej. Ze względu na swoją budowę kość dziecięca może doznać specyficznego dla jej wieku typu złamania, który nie występuje u dorosłych.

W czasie urazu kość dziecięca przechodzi fazę elastycznego wygięcia, zanim dojdzie do pełnego jej przełamania. Dlatego jednym z typów złamań dziecięcych jest plastyczne wygięcie kości. Ten rodzaj złamania zwykle dotyczy kości łokciowej lub strzałki. Zagięcie kości powoduje zgniecenie beleczek kostnych po stronie wklęsłej, ale nie dochodzi do przełamania kości po stronie wypukłej. Jeśli nie powstanie krwiak unoszący okostną po stronie wklęsłej i pozwalający na odokostnowe tworzenie kości, a w efekcie jej przebudowę, to kość pozostanie plastycznie zagięta i jej oś nie wyrówna się. Uznaje się, że możliwa jest przebudowa plastycznego zagięcia kości do 20° tylko u dzieci przed 4 rokiem życia.

Złamanie podokostnowe, charakteryzujące się radiologicznie uwypukleniem na kości, występuje na granicy przynasadowo-trzonowej, a powstaje w wyniku sił kompresyjnych działających na kość.

Złamanie typu zielonej gałązki występuje, kiedy kość się zagina i siły naprężenia powodują jej pęknięcie, ale szczelina złamania nie przechodzi przez całą kość. Uważa się, że przy nastawianiu tego typu przemieszczonych złamań należy dokonać pełnego złamania kości (przełamać ją po stronie przeciwnej widocznej szczeliny pęknięcia).

Jeszcze jednym typowym dla wieku dziecięcego rodzajem złamania jest takie, które przechodzi przez chrząstkę wzrostową. Szczelina złamania przebiega przez warstwę komórek hypertroficznych chrząstki. Może dojść do przemieszczenia oddzielonej nasady kości. Szczelina złamania może też przebiegać częściowo przez chrząstkę wzrostową i następnie przez nasadę lub przynasadę, bądź w ogóle przebiegać skośnie krzyżując tylko chrząstkę wzrostową. Złamania obejmujące chrząstkę wzrostową nazywamy złuszczeniami. Do klasyfikacji urazów chrząstki wzrostowej stosujemy podział Saltera-Harrisa, który wyróżnia kilka typów w zależności od przebiegu szczeliny złamania.

## Odrębności w gojeniu złamań

Jedną z zasadniczych różnic budowy kości dziecięcej jest obecność grubej okostnej.

W przypadku złamań gruba okostna nie rozrywa się zbyt łatwo, dzięki czemu utrzymuje ona odłamy blisko siebie, ograniczając ich przemieszczanie. Okostna ponadto ułatwia gojenie i przebudowę złamania poprzez wytwarzaną przez nią tkankę kostną – określamy ten proces gojeniem odokostnowym. Ten element gojenia złamania jest dodatkowym czynnikiem korygującym /przebudowującym/ przemieszczenie odłamów. Wpływa także na przyspieszenie procesu gojenia.

**Kość dziecięca jest bardziej unaczyniona niż u dorosłego.**

Następstwem tego jest szybszy przebieg procesów naprawczych kości. Należy też pamiętać, że samo zwiększenie ukrwienia w czasie gojenia złamania może powodować jej wydłużenie.

Ponieważ kość dziecka rośnie, jest bardziej elastyczny biomechanicznie niż u dorosłego. Część kości jest chrzęstna – radiologicznie niewidoczna.

U dzieci rzadziej występują zwichnięcia i urazy więzadłowe. Przykładem są urazy z mechanizmu koślawienia kolana, które często u dorosłych prowadzą do śródstawowych uszkodzeń więzadeł i łąkotek. U dzieci zaś częściej w takich przypadkach dochodzi do urazu w obrębie chrząstki wzrostowej, dalszej uda lub bliższej piszczeli, gdyż te miejsca są słabsze mechanicznie.

Znana jest, wspomniana powyżej, zdolność do przebudowy kości po przebytych złamaniu, co nazywamy modelowaniem. Te zdolności są znaczne i tym większe, im młodsze dziecko. Co nie znaczy, że należy ograniczyć wskazania do nastawienia przemieszczonych złamań. Staramy się nastawiać złamania dążąc do jak najlepszego ustawienia, niemniej jednak mając wiedzę o zdolności do modelowania kości dziecięcej, nie musimy dążyć za wszelką cenę do ustawienia anatomicznego. Możemy oczekiwać przebudowy zagięć kątowych do  $30^\circ$  oraz przemieszczeń bocznych przy zachowanym ustawieniu osiowym, u dzieci do 8-10 roku życia. Zdolność do przebudowy, modelowania kości jest mała lub żadna w przypadkach przemieszczeń rotacyjnych lub kątowych w płaszczyźnie stawu (np. szpotawe ustawienie łokcia w złamaniu nadkłykciowym kości ramiennej). Modelowanie nie występuje także w złamaniach śródstawowych, dlatego wymagają one prawidłowego, anatomicznego nastawienia.

## Piśmiennictwo:

1. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.
2. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łącińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
4. Borejko M., Dziak A.: Badanie radiologiczne w ortopedii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1988.
5. Brown D.E., Neumann R.D.: Sekrety Ortopedii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2006.

6. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
7. Du Vries H., Mann R.A.: Surgery of the foot. The C.V. Mosby Company, Saint Louis 1978.
8. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
9. Lejman T., Sułko J.: Specyfika złamań dziecięcych. W: „Urazy u dzieci” pod red. Jana Grochowskiego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa 2000.
10. Lejman T., Sułko J.: Urazy kończyny górnej. W: „Urazy u dzieci” pod red. Jana Grochowskiego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa 2000.
11. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
12. Pizzutillo P.D.: Ortopedia Dziecięca. Wydawnictwo Czelej Sp.z o.o., Lublin 1999.
13. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
14. Staheli L.T.: Practice of Pediatric Orthopaedics. Lippincott Williams & Wilkins. 2006.
15. Sułko J.: Fibular dimelia. Chir. Narządów Ruchu Ortop. Pol. 2009; 74(1):18-21.
16. Sulko J, Miklaszewski K, Podosek A, Kozłowski K.: Expansion of Carraro syndrome or a new disorder? Eur. J. Pediatr. 2010; 169(5): 599-602.
17. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone. Edinburgh 1989.
18. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

# Anatomiczne odrębności narządu ruchu wieku podeszłego

*Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki*

Starość to występujący w drugiej połowie życia proces stopniowej utraty sprawności oraz ujawniania się zmian, które w medycynie określane są terminem – zmiany starcze.

Cechą charakterystyczną fizjologii człowieka starego jest postępująca słabość i niezdolność do utrzymania homeostazy poszczególnych narządów, a co za tym idzie i układów. Ta postępująca niemoc nie ogranicza regulacji równowagi organizmu, a jedynie ją spowalnia. Organizm starego człowieka jest nadal pełnowartościowym układem, tylko ze zmniejszoną wydolnością.

W procesie starzenia się dochodzi do zmniejszenia się możliwości czynnościowych wielu narządów i układów. Pojawia się ograniczenie zdolności adaptacyjnych.

## Okresy wieku starczego

- Okres przedstarczy (ok. 50-60 rok życia)
- Okres wczesnej starości (ok. 60-75 rok życia)
  - nasilają się patologie z zakresu układów krążenia, oddechowego, pokarmowego, nerek, układu zewnątrz i wewnątrz wydzielniczego
  - ustaje aktywność zawodowa i społeczna
- Okres późnej starości (od 76 roku życia)
  - dalsze zmniejszenie sprawności i aktywności ruchowej
  - nasilenie się patologii wielu narządów
  - często konieczna staje się opieka i pielęgnowanie przez osoby drugie
  - wskazana jest rehabilitacja i socjoterapia geriatryczna

## Zmiany ogólnoustrojowe wieku starczego

- Zmiana kształtu komórek i zmniejszenie ich liczby w narządach
- Spadek elastyczności skóry
- Zmniejszenie beztłuszczowej masy mięśniowej
- Zmniejszenie liczby komórek nerwowych i mięśniowych
- Zmiany starcze w komórkach głównie mózgu i mięśni, gromadzenie się lipofuscyny
- W zakresie układu nerwowego dochodzi do utraty komórek nerwowych, zmniejszenia liczby połączeń międzykomórkowych, co wpływa na proces starzenia się mózgu, dochodzi do zmniejszenia przewodnictwa nerwowego
- Zaburzenia w percepcji bólu
- Osłabienie pamięci
- Zmiany w budowie wewnętrznej komórek: fragmentacja chromosomów, zmniejszenie ilości mitoz komórek i zdolności do regeneracji tkanek
- Spadek plastyczności tkanki łącznej, jej zagęszczenie, co powoduje zmniejszenie podatności głównie naczyń krwionośnych, płuc i serca
- Zmniejszenie wydolności układu krążenia, szczególnie w czasie wysiłku
- Zmniejszenie wydolności nerek powodujące zaburzenia wodno-elektrolitowe

- Zmiana kształtu i ruchomości klatki piersiowej w wyniku pogłębienia się kifozy piersiowej, która jest z kolei następstwem osteoporozy, zapadnięcia żeber, ograniczeniem ruchliwości stawów i przykurczem mięśni międzyżebrowych. Wszystkie te zmiany ograniczają ruchomość klatki piersiowej i wentylację płuc
- Zmiany w obrębie płuc zmniejszające wydolność układu oddechowego, w tym utrudniające dokonywanie wysiłku fizycznego
- Zmiany w zakresie przewodu pokarmowego, w tym zaburzenia perystaltyki i zmiany utrudniające wchłanianie substancji budulcowych dla układu kostno-stawowego i mięśniowego
- Zaburzenia funkcji zwieraczy
- Zmiany w układzie hormonalnym; zmniejszenie wydzielania hormonów, ograniczenie ich metabolizmu i transportu, zmiana wrażliwości receptorów tkanek docelowych
- Zaburzenia immunologiczne, spadek odporności
- Osłabienie wzroku, słuchu, zaburzenia równowagi

### Zmiany wieku starczego w zakresie narządów ruchu

- **Kości**
  - Zmniejszenie masy kości ze stopniowo narastającą osteoporozą starczą
  - Narastająca przewaga czynnościowa osteoklastów nad osteoblastami
  - Zmiany zwyrodnieniowe osteocytów; stłuszczenie, odwodnienie i histereza
  - Spadek zawartości wapnia w tkance kostnej – postępująca demineralizacja kości
  - Kości stają się bardzo kruche i łatwo poddają się złamaniom
- **Stawy**
  - Zmiany w stawach, degeneracja chrząstek stawowych, struktur więzadłowych i warstwy podchrzęstnej kości objawiające się narastaniem dolegliwości bólowych, początkowo podczas ruchu, następnie również w spoczynku, zniekształceniem stawów, ich trzeszczeniem przy ruchach
  - W ścięgnach oraz więzadłach stopniowy ubytek kolagenu i elastyny, powstają zwapnienia
  - Chrząstka stawowa ulega degeneracji, ścięczeniu, pojawiają się jej ubytki, odsłania się warstwa podchrzęstna
  - Zmniejszenie ilości mazi stawowej
  - Zmniejszenie ruchomości stawów
  - Wzrost podatności stawów na urazy
- **Mięśnie**
  - Sukcesywne zmniejszanie się siły mięśniowej, co wpływa na zmniejszenie siły motorycznej człowieka
  - Spadek masy i siły mięśni w dużej mierze zależny od trybu życia człowieka



- Zmniejszenie szybkości skurczu mięśniowego (szybszy zanik włókien szybko kurczliwych)
- Spowolnienie i osłabienie odpowiedzi skurczowej mięśnia (zmniejszenie ilości pobudzeń ze strony układu nerwowego, zmniejszenie ukrwienia mięśnia)

### Starcze zniekształcenie sylwetki

- Zmiany sylwetki ciała w następstwie osteoporozy wieku starczego – uszkodzeń czy złamań kompresyjnych trzonów kręgowych
- Pochylenie głowy ku przodowi
- Pogłębienie się wygięcia kręgosłupa piersiowego ku tyłowi określane jako „garb wdowi”
- Obniżenie wzrostu
  - Wysokość trzonu kręgowego, która ulega zmniejszeniu, w przypadku pojedynczego kompresyjnego złamania, obniża wzrost o ok. 1,5-2 cm
  - Jeżeli dojdzie do złamań kilku kręgów, to wzrost może zmniejszyć się o kilka czy kilkanaście centymetrów
- Dolegliwości bólowe grzbietu w odcinku piersiowym, rzadziej piersiowo-lędźwiowym
- Trudności w poruszaniu się w połączeniu ze zmianami degeneracyjno-inwolucyjnymi ze strony innych narządów głównie zmysłów i układu nerwowego

### Osteoporoza wieku starczego

Głównymi objawami klinicznymi osteoporozy są złamania, ponieważ choroba ta, doprowadzając do obniżenia masy kostnej („brak kości w kości”), zaburza mikroarchitekturę kości, co powoduje zwiększoną łamliwość. W złamaniach osteoporotycznych, po stosunkowo niewielkim urazie, dochodzi do znacznej destrukcji w układzie kostno-stawowym.

#### Typowe złamania osteoporotyczne

- Złamania nasady dalszej kości przedramienia w okolicy nadgarstka
- Złamania kompresyjne trzonów kręgowych, głównie piersiowych
- Złamania końca bliższego kości udowej: złamania szyjki kości udowej i złamania przezkrętarzowe
- Złamania nasady bliższej kości ramiennej

### Piśmiennictwo:

1. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.
2. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.

3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
4. Borejko M., Dziak A.: Badanie radiologiczne w ortopedii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1988.
5. Brown D.E., Neumann R.D.: Sekrety Ortopedii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2006.
6. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
7. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
8. Jakimowicz W.: Neurologia kliniczna w zarysie. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
9. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
10. Narkiewicz O., Moryś J.: Neuroanatomia czynnościowa i kliniczna. Podręcznik dla studentów i lekarzy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001.
11. Rapala K. (red.): Zespoły bólowe kręgosłupa. Zagadnienia wybrane. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2004.
12. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
13. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
14. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
15. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

# Anatomia kliniczna kręgosłupa

Jacek Lorkowski, Barbara Jasiewicz

## Odcinki kręgosłupa

### Kręgosłup (*columna vertebralis*)

stanowi część szkieletu osiowego człowieka będąc jednocześnie elementem narządu ruchu i zapewniając ochronę znajdującemu się wewnątrz niego rdzeniowi kręgowemu, który jest częścią centralnego systemu nerwowego.

### Kręgosłup zbudowany jest z odcinków:

- Szyjnego
- Piersiowego
- Lędźwiowego
- Krzyżowego
- Guzicznego

### Krzywizny kręgosłupa

- Odcinek szyjny i lędźwiowy tworzą fizjologiczne lordozy (tyłowygięcie kręgosłupa)
- Odcinek piersiowy i krzyżowo-guziczny tworzą fizjologiczne kyfozy (przodowygięcie kręgosłupa)
- Patologiczne boczne wygięcie kręgosłupa nazywany skoliozą

Wada postawy to zmiana w wyprostnej swobodnej pozycji ciała, która zdecydowanie różni się od ustawienia typowego dla danej płci, wieku, budowy konstytucjonalnej, rasy itd. Wada postawy jest wynikiem zmian patologicznych i może występować we wszystkich płaszczyznach ciała – strzałkowej, czołowej i horyzontalnej. Przejawia się ona głównie zmianą kształtu kręgosłupa oraz odcinków ciała bezpośrednio z nim związanych.

Skolioza to zniekształcenie tułowia z najistotniejszą komponentą – trójpłaszczyznowym wygięciem kręgosłupa. Wartość wygięcia bocznego wynosi  $> 10^\circ$ . Zmiany w przebiegu skoliozy obejmują nie tylko kręgosłup. Patologie dotyczące kręgosłupa nazywamy objawami I rzędu. Są to wygięcie kręgosłupa wraz z kością krzyżową w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej, pierwotne i wtórne, rotacja i torsja kręgów oraz zmiany ich kształtu. Zmiany II rzędu dotyczą części szkieletu bezpośrednio związanych z kręgosłupem, czyli klatki piersiowej i miednicy. Są to garb żebrowy tylny, wgłębienie żebrowe tylne, nachylenie, torsja i rotacja klatki piersiowej. Zmiany III rzędu obejmują pozostałe części narządu ruchu. Wyróżniamy wśród nich zniekształcenie trójkąta tułowiowo-ramiennego, zmianę ustawienia łopatek i barków, czynnościowe skrócenie kończyny dolnej spowodowane torsją miednicy, czyli obniżenie miednicy po stronie wypukłej, wysunięcie w bok, skręcenie do tyłu.

## Elementy kostne tworzące kręgosłup

Tworzy go 33-34 nieparzystych kręgów połączonych ze sobą.

Wyróżniamy:

- Kręgi szyjne (*vertebrae cervicales*), 7 kręgów
- Kręgi piersiowe (*vertebrae thoracicae*), 12 kręgów
- Kręgi lędźwiowe (*vertebrae lumbales*), 5 kręgów
- Kręgi krzyżowe (*vertebrae sacrales*), 5 zrośniętych ze sobą kręgów tworzących kość krzyżową (*os sacrum*)
- Kręgi guziczne (*vertebrae coccygeae*), 4-5 zrośniętych ze sobą kręgów tworzących kość guziczną (*os coccygis*)

## Odcinki kręgosłupa

W nomenklaturze klinicznej poszczególne odcinki kręgosłupa najczęściej nazywamy:

- Odc. C ( $C_1$ - $C_7$ )
- Odc. Th ( $Th_1$ - $Th_{12}$ )
- Odc. L ( $L_1$ - $L_5$ )
- Odc. S ( $S_1$ - $S_5$ )
- Odc. Co ( $Co_1$ - $Co_4$  lub  $Co_1$ - $Co_5$ )

## Szkielet kręgosłupa

### Budowa typowego kręgu

Zbudowany z:

- Trzonu kręgu (*corpus vertebrae*)
- Łuku (*arcus vertebrae*)
- Parzystych i nieparzystych wyrostków

### Otwory kręgowe i kanał kręgowy

- Trzon kręgu i łuk otaczają otwór kręgowy (*foramen vertebrae*)
- Otwory kręgowe kolejnych trzonów połączonych ze sobą krążkami międzykręgowymi oraz aparatem więzadłowo-stawowym i łuki kręgow tworzą kanał kręgowy (*canalis vertebralis*)
- Rdzeń kręgowy (*medulla spinalis*) jest główną zawartą w nim strukturą anatomiczną

### Inne struktury kręgu

- Nasady łuku (*pediculus arcus vertebrae*) – cieńszy początkowy odcinek łuku
- Wcięcia (*incisurae vertebrales*) płytsze górne i głębsze dolne (powyżej i poniżej nasady łuku) (uzupełniające się wcięcia górne i dolne)

tworzą otwór międzykręgowy (*foramen intervertebrale*), przez który przechodzą nerwy i naczynia)

- Wyrostki (7)
  - nieparzyste
    - wyrostek kolczysty (*processus spinosus*)
  - parzyste
    - wyrostki poprzeczne (*processus transversi*)
    - wyrostki stawowe górne (*processus articulares superiores et inferiores*)
    - wyrostki stawowe dolne (*processus articulares superiores et inferiores*)

### Kręgi szyjne – cechy charakterystyczne

- Wyrostki poprzeczne, składające się z dwóch listewek kostnych obejmujących otwór wyrostka poprzecznego (*foramen transversarium*), przez który od C<sub>6</sub> w górę biegną tętnice i żyły kręgowie wraz ze spletem nerwów współczulnych
- Powierzchnie stawowe na wyrostkach stawowych kręgów szyjnych ustawione skośnie – od góry ku dołowi i od przodu ku tyłowi

W przypadku zmian zwyrodnieniowych w obrębie kręgów odcinka szyjnego kręgosłupa, dokładnie otworów wyrostków poprzecznych, dochodzi do ucisku na tętnice kręgowie, następowego zmniejszenia przepływu przez te tętnice. Prowadzi to do zmniejszenia przepływu krwi przez tętnicę podstawną, a następnie przez tętnice błędnikowe. Jeśli koło tętnicze mózgu nie w pełni kompensuje dopływ krwi tętniczej do tętnic błędnikowych prowadzi to do upośledzenia unaczynienia błędnika i zaburzeń równowagi, zwłaszcza przy wykonywaniu gwałtownych ruchów skrętnych w kręgosłupie szyjnym

### Kręg szczytowy (*atlas*)

- Zamiast trzonu – łuk przedni (*arcus anterior*)
  - na tylnej powierzchni znajduje się dołek zębowy (*fovea dentis*)
- Zamiast wyrostków stawowych – powierzchnie stawowe – dołki stawowe górne i dolne (*foveae articulares superiores et inferiores*) leżące na częściach bocznych kręgu szczytowego (*massae laterales*)
- Przyśrodkowe powierzchnie części bocznych – miejsca przyczepów więzadła poprzecznego kręgu szczytowego (*ligamentum transversum atlantis*)
- Więzadło dzieli przestrzeń otworu kręgowego na:
  - część przednią, gdzie znajduje się ząb kręgu obrotowego (*dens axis*)
  - część tylną, gdzie znajduje się rdzeń kręgowy

### Kręg obrotowy (*axis*)

- Ząb (*dens*) – wystający ku górze
  - położony między łukiem przednim kręgu szczytowego a więzadłem poprzecznym
  - dwie powierzchnie stawowe
    - przednia (*facies articularis anterior*) łącząca się z łukiem
    - tylna (*facies articularis posterior*) dla połączenia stawowego z więzadłem poprzecznym
- Bocznie od zęba leżą powierzchnie stawowe górne – do połączenia z kręgiem szczytowym
- Dolne powierzchnie stawowe – na typowych wyrostkach stawowych dolnych

### Kręg wystający $C_7$ (*vertebra prominens*)

- Niektóre cechy kręgów piersiowych:
  - długi i nierozdwojony wyrostek kolczysty
  - występujące sporadycznie na dolnym brzegu bocznych powierzchni trzonu dołki żebrowe (*foveae costales*) dla głów pierwszej pary żeber
- Przednia blaszka wyrostka poprzecznego może występować jako szczątkowe żebro szyjne

### Kręgi piersiowe – cechy charakterystyczne

- dołki żebrowe (*foveae costales*) – powierzchnie stawowe dla głów żeber – na bocznych powierzchniach trzonów u nasad łuków
- na kręgach  $Th_1, Th_{11}, Th_{12}$  dołki występują pojedynczo
- dołki żebrowe wyrostków poprzecznych (*foveae costales transversales*) na wyrostkach poprzecznych pierwszych dziesięciu kręgów piersiowych – do połączenia z guzkami odpowiednich żeber
- wysokość przodu każdego trzonu kręgu piersiowego jest nieco mniejsza niż tyłu, stąd klinowaty kształt trzonów
- wysokość każdego trzonu wzrasta w miarę zstępowania w dół
- wyrostki kolczyste kręgów  $Th_1-Th_8$  stopniowo zwiększają swoją długość, a od  $Th_9$  stają się mniejsze i poziome
- wyrostki kolczyste zachodzą na siebie dachówkowato
- wyrostki stawowe ustawione są w płaszczyźnie czołowej, wyrostki poprzeczne są silnie rozwinięte
- otwór kręgowy jest relatywnie mały i okrągły

### Kręgi lędźwiowe – cechy charakterystyczne

- duże trzony
- trzony o płaskich i nerkowatych kształtach powierzchni górnych i dolnych

- wąskie, płaskie, silnie rozwinięte wyrostki poprzeczne są śladowymi żebrami, stąd nazwa wyrostek żebrowy (*processus costarius*)
- wyrostki dodatkowe (*processus accessorii*) – właściwe wyrostki poprzeczne
- wyrostki suteczkowate (*processus mamillares*)
- wyrostki kolczyste masywne – mają kształt czworobocznych graniastosłupów (z jednym znacznie krótszym wymiarem) ustawionych w płaszczyźnie strzałkowej
- otwory kręgowe – kształt trójkątny

### Kość krzyżowa (*os sacrum*) – cechy charakterystyczne

- kształt klina
- podstawa (*basis ossis sacri*) skierowana ku górze
  - łączy się z ostatnim kręgiem lędźwiowym
- wierzchołek (*apex ossis sacri*) – skierowany ku dołowi
  - łączący się z kością guziczną
- powierzchnia przednia, miedniczna (*facies pelvina*)
  - wklęsła
- powierzchnia grzbietowa (*facies dorsalis*)
  - wypukła
- na podstawie
  - wyrostki stawowe górne
  - łuk kręgowy
  - górna powierzchnia trzonu kręgu S<sub>1</sub>
  - trójkątny otwór – prowadzi do kanału krzyżowego (*canalis sacralis*)
- rozwór krzyżowy (*hiatus sacralis*)
  - dolne ujście kanału krzyżowego
    - otwór silnie wydłużony ku górze po stronie grzbietowej i ograniczony po bokach wyrostkami stawowymi dolnymi najniższego kręgu krzyżowego
- otwory krzyżowe miedniczne i grzbietowe (*foramina sacralia pelvina et dorsalia*)
  - na obu powierzchniach kości krzyżowej
  - prowadzą od boków do kanału krzyżowego
  - odpowiadają otworom międzykręgowym
- powierzchnia uchowata (*facies auricularis*)
  - na każdej z płaskich części bocznych kości krzyżowej
  - ze zrośnięcia się wyrostków poprzecznych i szczytków żeber
  - miejsca połączenia z kością biodrową
- guzowatość krzyżowa (*tuberositas sacralis*)
  - chropowaty odcinek tuż za powierzchnią uchowatą

- miejsce przyczepu więzadeł
- grzebień krzyżowe
  - na grzbietowej powierzchni kości krzyżowej
  - krzyżowy pośrodkowy (*crista sacralis mediana*)
    - ze zrośnięcia się wyrostków kolczystych
  - grzebień krzyżowy pośredni (*crista sacralis intermedia*)
    - ze zrośnięcia się wyrostków stawowych
  - krzyżowy boczny (*crista sacralis lateralis*)
    - ze szczytkowych wyrostków poprzecznych
- w całości kość krzyżowa zajmuje położenie skośne od przodu i góry ku tyłowi i dołowi
- wierzchołek kąta między odc. lędźwiowym kręgosłupa a wypukłą ku tyłowi kością krzyżową wypada na wzgórku (*promotorium*) stanowiącym przednią krawędź krążka międzykręgowego L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>

Osie odcinka lędźwiowego kręgosłupa i kości krzyżowej tworzą kąt krzyżowo-lędźwiowy (Fergussona).

Kręgozmyk to nagle lub powolne przemieszczanie się ku przodowi trzonu kręgowego z przednią częścią łuku, wyrostkami stawowymi górnymi, wyrostkami poprzecznymi oraz całym leżącym powyżej kręgosłupem, podczas gdy tylna część łuku z wyrostkami stawowymi dolnymi i wyrostkiem kolczystym pozostaje na miejscu. Patologia ta jest częstą przyczyną dolegliwości bólowych kręgosłupa. Najczęstsza lokalizacja to odcinek L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>. W swoim początkowym stadium kręgozmyk wymaga leczenia rehabilitacyjnego, w zaawansowanym leczenia operacyjnego i rehabilitacji.

### Kość guziczna (*os coccygis*) – cechy charakterystyczne

- występuje w szczytkowej postaci
- cecha charakterystyczna kości guzicznej – asymetryczność
- rożki guziczne (*cornua coccygea*)
  - odpowiednik wyrostków stawowych górnych kręgu Co<sub>1</sub>

### Czynnościowo szkielet kręgosłupa połączony z:

- Klatką piersiową
  - 12 par żeber
  - mostek

## Aparat stawowo-więzadłowy kręgosłupa

### Połączenia kręgosłupa

- Ścisłe:
  - chrząstkozrosty (*synchondroses*)
  - więzozrosty (*syndesmoses*)
  - kościorosty (*synostoses*)



- Ruchome
  - stawy (*articulationes*)

### Połączenia kręgosłupa

- Krótkie
  - łączą sąsiednie kręgi
    - połączenie stawowe
    - chrząstkozrosty
    - więzozrosty
- Długie
  - łączą więcej niż 2 kręgi
    - więzozrosty

### Połączenia kręgów przedkrzyżowych

- Ścisłe (*synarthroses*)
  - chrząstkozrosty (*synchondroses*)
    - łączą trzony kręgów
  - więzozrosty (*syndesmoses*)
    - łączą:
      - trzony
      - łuki
      - wyrostki poprzeczne i kolczyste
- Stawy (*articulationes*)
  - między wyrostkami stawowymi

### Połączenia trzonów kręgów

#### Krażki międzykręgowe (*disci intervertebrales*)

- 23 (od C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> do L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>)
- W młodości również między kręgami krzyżowymi i 3 pierwszymi guzicznymi
- Pierścień włóknisty (*anulus fibrosus*)
  - koncentryczne włókna
- Jądro miażdżyste (*nucleus pulposus*)
  - pozostałość struny grzbietowej – wielkie komórki charakterystyczne dla jądra z wiekiem zanikają
- Krażki 1/4 długości kręgosłupa
  - wystają nieco ponad trzony
  - wzrost grubości od odcinka szyjnego do lędźwiowego (4->12 mm)
  - kształtują krzywizny kręgosłupa
- funkcja
  - zmniejsza wstrząsy (funkcja amortyzacyjna)

- jądro miażdżyste przesuwają się w przeciwną stronę niż zgięcie kręgosłupa, jednocześnie pierścień włóknisty (silnie zrosnięty z kręgam – cienka warstwa chrząstki szklistej) – stabilizuje kręgosłup i ogranicza zasięg ruchów

Umieszczone centralnie jądro miażdżyste przemieszcza się przy ruchach kręgosłupa, zapewniając w obrębie kręgosłupa dynamiczną równowagę, stabilizowaną z pomocą aparatu mięśniowego. Przy zgięciu do przodu jądro miażdżyste przemieszcza się do tyłu, przy zgięciu do tyłu przemieszcza się do przodu, podobnie przy zgięciu w stronę prawą przemieszcza się na stronę lewą, zaś przy zgięciu w stronę lewą przemieszcza się na stronę prawą.

Jądro miażdżyste działa na zasadzie mimośrod. Zgodnie z zasadami mechaniki mimośród to element w budowie maszyn zastępujący korbę o bardzo małym ramieniu, ma postać koła ujętego w pierścieniowe prowadzenie.

Dyskopatia to pojęcie obejmujące schorzenia krążka międzykręgowego. W większości przypadków jest to pierwszy z etapów choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa. Termin dyskopatia odnosi się do przemieszczenia tzn. przepukliny jądra miażdżystego krążka międzykręgowego. Powoduje to najczęściej uwypuklenie jądra miażdżystego w bezpośrednie sąsiedztwo otworu międzykręgowego, co powoduje ucisk i drażnienie korzeni rdzeniowych, ewentualnie rdzenia kręgowego lub innych struktur kanału kręgowego. Najczęściej przyczyną dolegliwości bólowych jest ucisk mechaniczny. Wywołuje go przepuklina jądra miażdżystego, która jest konsekwencją częściowego lub całkowitego pęknięcia pierścienia włóknistego. Ze względu na dużą ruchomość najczęściej dochodzi do tego w odcinku szyjnym na poziomach C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>, C<sub>6</sub>-C<sub>7</sub>, a także w odcinku lędźwiowym na poziomie L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> ze względu na największe obciążenia. W przewlekłych zespołach bólowych dołączają się również bodźce bólowe wywołane lokalnym obniżeniem pH i zaburzeniami przemian tlenowych.

### Więzadło podłużne przednie (*lig. longitudinale anterius*)

- Początek
  - guzek gardłowy kości potylicznej
- Koniec
  - powierzchnia miedniczna kości krzyżowej
- Pokrywa przednie, częściowo boczne pow. kręgów, częściowo więzadła promieniste głów żeber
- Wzmocnione w odcinku lędźwiowym przyczepami przepony
- Łączy się ściśle z krążkami międzykręgowymi
- Funkcja
  - łączy trzony
  - stabilizacja kręgosłupa
  - ograniczenie zakresu ruchu zgięcia kręgosłupa do tyłu

### Więzadło podłużne tylne (*lig. longitudinale posterius*)

- Początek
  - stok kości potylicznej (cienkie szerokie pasmo)
  - przedni brzeg otworu wielkiego kości potylicznej
- Koniec
  - górna część kanału krzyżowego

- Leży na tylnej powierzchni trzonów kręgów wewnątrz kanału kręgowego
- Łączy się ściśle z krążkami, luźno z trzonami zwięzając się na nich
- Funkcja
  - stabilizacja kręgosłupa
  - ograniczenie zakresu ruchu zgięcia kręgosłupa do przodu

### Polączenia wyrostków i łuków kręgów

#### Stawy międzykręgowe (*articulationes intervertebrales = juncturae zygapophysiales*)

- 23 pary stawów
- Powierzchnie stawowe
  - wyrostki stawowe dolne kręgu leżącego wyżej
  - wyrostki stawowe górne kręgu leżącego niżej po tej samej stronie
- Torebki stawowe – wzdłuż brzegu pow. stawowych
  - cienkie
  - na kręgach szyjnych luźniejsze

#### Więzadła żółte = więzadła międzylukowe (*ligamenta flava*)

- Łączą zwrócone ku sobie brzegi łuków dwóch sąsiadujących ze sobą kręgów
- Przylegają bezpośrednio od tyłu do torebek stawów międzykręgowych wzmacniając je
- W płaszczyźnie pośrodkowej na przedniej powierzchni rynienka dzieląca więzadło na 2 części
- Od C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> -> L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>
- Wytrzymałość rośnie od C->L /2 mm grubości/
- Włókna o przebiegu pionowym
- Z tkanki łącznej sprężystej
- Funkcja
  - zamykają kanał kręgowy
  - prostują zgięty kręgosłup

#### Więzadła międzypoprzeczne (*ligamenta intertransversaria*)

- Między wyrostkami poprzecznymi sąsiednich kręgów
- Z tkanki łącznej włóknistej
- W odcinku lędźwiowym – cienkie błoniaste
- W odcinku piersiowym – okrągłe pasemka łączące się z głęboką warstwą mięśni grzbietu
- W odcinku szyjnym – najsłabsze lub nie występują
- Funkcja
  - napięcie podczas zgięcia bocznego kręgosłupa w stronę przeciwną

### Więzadła międzykolcowe (*ligamenta interspinalia*)

- Między zwróconymi do siebie brzegami sąsiednich wyrostków kolczystych
- Płaskie pasma więzadłowe
- Najlepiej rozwinięte w odcinku lędźwiowym
- Najslabiej rozwinięte w odcinku szyjnym
- Przebieg
  - skośny
    - góra – przód ->dół – tył
- Połączone z:
  - odcinek szyjny – więzadło karkowe
  - pozostałe odcinki – więzadło nadkolcowe
- Funkcja
  - napinają się podczas zgięcia do przodu – ograniczają ruch zgięcia przedniego kręgosłupa

### Więzadło nadkolcowe (*ligamentum supraspinale*)

- Początek
  - wyrostek kolczysty C<sub>7</sub>
- Koniec
  - grzebień pośrodkowy kości krzyżowej
- Łączy końce wyrostków kolczystych
- Napięte podczas zgięcia kręgosłupa

### Więzadło karkowe (*ligamentum nuche*)

- Przyczepy
  - góra – grzebień potyliczny zewnętrzny
  - przód – guzek tylny C<sub>1</sub> i wierzchołki wyrostków kolczystych C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>
  - tył – powięź karkowa
- Trójkątna błona włóknista
- W płaszczyźnie strzałkowej
- Oddziela symetryczne grupy mięśni karku
- Funkcja
  - dźwiganie głowy – ułatwia
  - ograniczenie zgięcia odcinka szyjnego kręgosłupa

W 1983 roku Denis zaproponował podział kręgosłupa na trzy kolumny – przednią, środkową i tylną. Podział ten jest bardzo pomocny przy określaniu tzw. niestabilnych złamań kręgosłupa. Przy złamaniu obejmującym dwie lub trzy kolumny mówimy o jego niestabilności. Kolumna przednia składa się z przedniej połowy trzonów kręgów i przedniej części krążków międzykręgowych. Kolumna środkowa utworzona jest przez tylną połowę trzonów kręgów i krążków międzykręgowych oraz przez więzadło podłużne tylne. Kolumna tylna zbudowana jest z łuków, w szczególności z ich nasad, stawów międzykręgowych oraz więzadeł łączących łuki i wyrostki stawowe.

### **Połączenia przedkrzyżowego odcinka kręgosłupa z kością krzyżową (*junctiona lumbosacralis*)**

- Krążek międzykręgowy
- Więzadła:
  - podłużne przednie i tylne
  - żółte
  - międzykolcowe
  - nadkolcowe
  - biodrowo-lędźwiowe (*lig. iliolumbale*) – łączy obustronnie miednicę z kręgosłupem
- Stawy międzykręgowe

### **Połączenie kości krzyżowej z kością guziczną (*junctiona sacrococcygea = art. sacrococcygea*)**

#### Krążek międzykręgowy

- Cieńszy niż w innych odcinkach kręgosłupa, w starszym wieku skostniały

#### Więzadła:

- Więzadło krzyżowo-guziczne (brzusze) (*lig. sacrococcygeum ventrale s. anterius*)
  - odpowiada więzadłu podłużnemu przedniemu
  - dwa cienkie pasma – prawe i lewe
  - od wierzchołka kości krzyżowej do kręgów guzicznych
  - na powierzchni przedniej
  - u dołu oba pasma krzyżują się
- Więzadło krzyżowo-guziczne grzbietowe głębokie (*ligamentum sacrococcygeum dorsale profundum*)
  - przedłużenie więzadła podłużnego tylnego
  - na powierzchni tylnej trzonów kręgów krzyżowych i guzicznych
  - cienkie pasmo
- Więzadło krzyżowo-guziczne grzbietowe powierzchowne (*ligamentum sacrococcygeum dorsale superficiale*)
  - kilka pasm – odpowiadają
    - więzadłom żółtym
    - torebkom międzystawowym
  - pierwsze pasmo
    - początek:
      - dolny koniec grzebienia krzyżowego pośrodkowego
    - koniec:
      - powierzchnia tylna kości guzicznej
    - pokrywa od tyłu

- rozwór krzyżowy
- drugie pasmo
  - początek:
    - rożki krzyżowe
  - koniec:
    - rożki guziczne
- przez szczeliny między obu pasmami obustronnie przechodzi nerw guziczny
- Więzadło krzyżowo-guziczne boczne (*ligamentum sacrococcygeum laterale*)
  - odpowiada więzadłu międzypoprzecznemu
  - początek:
    - końce grzebieni krzyżowych bocznych
  - koniec:
    - wyrostki poprzeczne Co<sub>1</sub>
  - ułatwia zamknięcie 5 otworu krzyżowego

### Ruchomość

- znacznie ograniczona

### **Połączenia kręgosłupa z czaszką**

- Staw głowy górny
- Staw głowy dolny

### **Staw szczytowo-potyliczny = staw głowy górny (*articulatio atlantooccipitalis*)**

- Powierzchnie stawowe
  - powierzchnie stawowe wycinki elipsoidu
  - dwa symetryczne stawy – każdy utworzony przez:
    - kłykiec potyliczny (*condyli occipitales*)
    - dołki stawowe górne kręgu szczytowego (*foveae articulares superiores atlantis*)
- Torebki stawowe
  - cienkie, luźne
  - wzdłuż brzegu powierzchni stawowych
- Przestrzenie między kością potyliczną a kręgiem szczytowym zamykają błony szczytowo-potyliczne: przednia i tylna
  - błona szczytowo-potyliczna przednia (*membrana atlantooccipitalis anterior*)
    - początek:
      - część podstawna kości potylicznej
    - koniec:
      - łuk przedni kręgu szczytowego

- zrosnięta z:
  - więzadłem podłużnym przednim (więzadło od strony przedniej) i z torebkami stawowymi znajdującymi się od strony tylnoprzyszrodkowej
- dość mocna
- płaska
- wysokość ok. 1 cm
- błona szczytowo-potyliczna tylna (*membrana atlantooccipitalis posterior*)
  - początek
    - tylny brzeg otworu wielkiego kości potylicznej
  - koniec:
    - tylny łuk kręgu szczytowego
  - silniejsze pasma skośnie ku dołowi i bokowi
  - kończy się często łukiem włóknistym nad bruzdą tętnicy kręgowej – łuk z bruzdą tworzą kanał; biegną tam:
    - naczynia kręgowie
    - n. podpotyliczny
  - wyższa i bardziej wiotka od przedniej – głównie w części środkowej
    - miejsce nakłuc podpotylicznych
- Ruchy
  - oś poprzeczna
    - zgięcie do przodu /zgięcie do tyłu = potakiwanie (*anteflexio/retroflexio*)
      - zakres ruchów 30°
      - razem z innymi odcinkami kręgosłupa szyjnego do 125°
  - oś strzałkowa
    - zgięcie boczne z obrotem głowy w stronę przeciwną
    - zakres ruchów do 10°
    - z innymi odcinkami kręgosłupa szyjnego do 45°

### Staw głowy dolny = staw szczytowo-obrotowy (*art. atlantoaxialis*)

- 4 stawy
  - nieparzyste:
    - stawy szczytowo-obrotowe pośrodkowe przedni i tylni (*articulationes atlantoaxiales medianae*)
  - parzyste:
    - stawy szczytowo-obrotowe boczne (*articulationes atlantoaxiales laterales*)
    - Powierzchnie stawowe:
  - staw szczytowo-obrotowy pośrodkowy przedni:

- powierzchnia stawowa przednia zęba (*facies art. anterior dentis*) – na kręgu obrotowym
- dołek zębowy (*fovea dentis*) – na stronie tylnej przedniego łuku kręgu szczytowego
- staw szczytowo-obrotowy pośrodkowy tylny:
  - powierzchnia stawowa tylna zęba (*facies articularis posterior dentis*) – na obrotniku
  - powierzchnia przednia więzadła poprzecznego kręgu szczytowego
- stawy szczytowo-obrotowe boczne:
  - powierzchnie stawowe górne i dolne nieco wypukłe – stykają się tylko wzdłuż osi poprzecznej
  - dołek stawowy dolny (*fovea articularis inferior*)
  - powierzchnia stawowa górna (*facies articularis superior*)
- Torebki stawowe:
  - wzdłuż brzegów powierzchni stawowych
  - cienkie, luźne
- Więzadła:
  - więzadło krzyżowe kręgu szczytowego (*lig. cruciforme atlantis*)
    - więzadło poprzeczne kręgu szczytowego (*lig. transversum atlantis*)
      - część pozioma
      - silniejsza
      - płaskie więzadło
      - utrzymuje ząb w jego prawidłowym położeniu
      - od przodu mała powierzchnia stawowa pokryta chrząstką
      - przyczepy
        - ◆ powierzchnia przyśrodkowa części bocznej kręgu szczytowego po jednej i po drugiej stronie
    - pęczki podłużne (*fasciculi longitudinales*)
      - przyczepy:
        - ◆ pęczki górne – silniejsze – przedni brzeg otworu wielkiego kości potylicznej
        - ◆ pęczki dolne – słabsze – tylna powierzchnia trzonu kręgu obrotowego
      - oba kształtu krzyża w płaszczyźnie czołowej
  - więzadło wierzchołka zęba (*lig. apicis dentis*)
    - przyczepy:
      - przedni brzeg otworu wielkiego kości potylicznej
      - szczyt zęba
    - położenie



- do przodu od więzadła krzyżowego w płaszczyźnie pośredkowej
  - cienkie
  - okrągłe
  - mechanicznie bez znaczenia
  - pozostałość górnej części struny grzbietowej
- więzadła skrzydłowe (*ligg. alaria*)
  - przyczepy:
    - przyśrodkowa str. kłykci potylicznych
    - boczne strony zęba obrotnika
  - silne pęczki więzadłowe
  - do przodu od więzadła krzyżowego
- błona pokrywająca (*membrana tectoria*)
  - do tyłu od więzadła krzyżowego
  - przyczepy:
    - na wewnętrznej powierzchni części podstawnej kości potylicznej (szeroki przyczep)
    - do tylnej powierzchni trzonu kości potylicznej (węższy przyczep)
  - silnie rozwinięta górna część więzadła podłużnego tylnego
  - osłania rdzeń kręgowy przed urazami ze strony zęba
- kolejność więzadeł (od przodu do tyłu):
  - więzadło podłużne przednie
  - błona szczytowo-potyliczna przednia
  - więzadło wierzchołka zęba
  - więzadła skrzydłowe
  - więzadło krzyżowe
  - błona pokrywająca
  - więzadło podłużne tylne
  - błona szczytowo-potyliczna tylna
- Ruchy:
  - ruch obrotowy:
    - około 30° w każdą stronę
    - razem z innymi odcinkami kręgosłupa do 90° w każdą stronę
  - ruch śrubowy:
    - równoczesny ruch ku górze lub dołowi
  - minimalne pochylenie głowy w stronę przeciwną do ruchu
    - pociąga więzadła skrzydłowe przy ruchach obrotowych
  - niewielkie ruchy amortyzacyjne – ruchy zgięcia głowy ku przodowi i tyłowi
    - blokuje ząb z łukiem przednim kręgu C<sub>1</sub> i więzadło poprzeczne

## Mięśnie grzbietu

### Mięśnie grzbietu – podział

- Mięśnie grzbietu powierzchowne
  - mięśnie kolcowo-ramienne (*mm. spinohumerales*)
    - mięsień czworoboczny (*m. trapezius*)
    - mięsień najszerszy grzbietu (*m. latissimus dorsi*)
    - mięsień równoległoboczny mniejszy (*m. rhomboideus minor*)
    - mięsień równoległoboczny większy (*m. rhomboideus major*)
    - mięsień dźwigacz łopatki (*m. levator scapulae*)
  - mięśnie kolcowo-żebrowe (*mm. spinocostales*)
    - mięsień zębaty tylny górny (*m. serratus posterior superior*)
    - mięsień zębaty tylny dolny (*m. serratus posterior inferior*)
- Mięśnie grzbietu głębokie = m. prostownik grzbietu (*m. erector spinae*)
  - mięśnie długie grzbietu:
    - pasmo boczne:
      - mięśnie płatowe (układ kolcowo-poprzeczny)
        - ◆ mięsień płatowy głowy (*m. splenus capitis*)
        - ◆ mięsień płatowy szyi (*m. splenus cervicis*)
      - mięsień krzyżowo-grzbietowy:
        - ◆ mięsień biodrowo-żebrowy (*m. iliocostalis*)
        - ◆ mięsień najdłuższy (*m. longissimus*)
      - mięśnie międzypoprzeczne (*mm. intertransversarii*)
    - pasmo przyśrodkowe:
      - układ poprzeczno-kolcowy
        - ◆ mięsień półkolcowy (*m. semispinalis*)
        - ◆ mięsień wielodzielny (*m. multifidus*)
        - ◆ mięśnie obracające, skręcające (*mm. rotatores*)
      - układ międzykolcowy
        - ◆ mięśnie kolcowe (*mm. spinales*)
        - ◆ mięśnie międzykolcowe (*mm. interspinales*)
  - mięśnie krótkie grzbietu:
    - ◆ mięśnie międzypoprzeczne
    - ◆ mięśnie obracające
    - ◆ mięśnie międzykolcowe
  - mięśnie podpotyliczne:
    - ◆ mięsień skośny górny głowy (*m. obliquus capitis superior*)
    - ◆ mięsień skośny dolny głowy (*m. obliquus capitis inferior*)

- ◆ mięsień prosty tylny mniejszy głowy (*m. rectus capitis posterior minor*)
- ◆ mięsień prosty tylny większy głowy (*m. rectus capitis posterior major*)
- ◆ mięsień prosty boczny głowy (*m. rectus capitis lateralis*)

## Najważniejsze mięśnie grzbietu

### Mięsień czworoboczny (*m. trapezius*)

- Przyczepy
  - początkowy
    - kresa karkowa górna
    - guzowatość potyliczna zewnętrzna
    - więzadło karkowe
    - wyrostki kolczyste kręgów C<sub>7</sub>-Th<sub>12</sub>
    - więzadło nadkolcowe
  - końcowy
    - grzebień łopatki
    - wyrostek barkowy
    - barkowy koniec obojczyka
  - ważne elementy budowy i przebiegu
    - płaski i trójkątny mięsień
- Części:
  - zstępująca – górna
  - poprzeczna – środkowa
  - wstępująca – dolna
- Unerwienie
  - gałąź zewnętrzna n. dodatkowego (*n. accessorius*)
- Czynność
  - część górna:
    - zgina kręgosłup szyjny do tyłu i boku
    - unosi barkowy koniec obojczyka
  - część środkowa:
    - zbliża łopatkę do kręgosłupa
  - część dolna:
    - opuszcza staw ramienny
  - część górna i dolna:
    - obracają łopatkę w ten sposób, że kąt górny zbliża się do kręgosłupa, dolny przesuwają się do przodu i bocznie, a panewka stawu kieruje się ku górze

- wszystkie części:
  - zbliżają łopatkę do kręgosłupa

### Mięsień najszerszy grzbietu (*m. latissimus dorsi*)

- Przyczepy
  - początkowy:
    - wyrostki kolczyste kręgów Th<sub>6</sub>-L<sub>5</sub>
    - grzebień krzyżowy pośrodkowy
    - 1/3 zewnętrznej wargi grzebienia biodrowego
    - powierzchnia zewnętrzna XI i XII żebra
    - kąt dolny łopatki
  - końcowy
    - grzebień guzka mniejszego kości ramiennej
- Ważne elementy budowy i przebiegu
  - części:
    - łopatkowa
    - kręgowa
    - żebrowa
    - biodrowa
- Unerwienie
  - n. piersiowo-grzbietowy
- Czynność
  - przy ustalonym kręgosłupie
    - opuszcza uniesione ku górze barkowe końce obojczyków i łopatki
    - przywodzi ramię
    - obraca ramię do wewnątrz

### Mięsień równoległoboczny (*m. rhomboideus*)

- Przyczepy
  - początkowy:
    - wyrostki kolczyste kręgów C<sub>6</sub>-Th<sub>4</sub>
    - dolny odcinek więzadła karkowego
    - więzadło nadkolcowe w części górnej
  - końcowy
    - brzeg przyśrodkowy łopatki
- Ważne elementy budowy i przebiegu
  - podział na dwa mięśnie
    - górny – mięsień równoległoboczny mniejszy (*m. rhomboideus minor*)
    - dolny – mięsień równoległoboczny większy (*m. rhomboideus major*)

- Unerwienie
  - n. grzbietowy łopatki
- Czynność
  - pociągają łopatkę ku górze i przyśrodkowo

### Mięsień dźwigacz łopatki (*m. levator scapulae*)

- Przyczepy:
  - początkowy
    - guzki tylnych wyrostków poprzecznych kręgów C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>
  - końcowy
    - kąt górny i brzegu przyśrodkowego łopatki
- Unerwienie:
  - n. grzbietowy łopatki
  - gałęzie ze splotu szyjnego
- Czynność:
  - pociągają łopatkę ku górze i przyśrodkowo
  - przy ustabilizowanej łopatkę zgina kręgosłup szyjny do boku i jednocześnie wykonuje niewielki ruch obrotowy
  - obustronnie przy ustabilizowanych łopatkach zgina kręgosłup szyjny ku tyłowi

### Mięsień zębaty tylny górny (*m. serratus posterior superior*)

- Przyczepy
  - początkowy:
    - wyrostki kolczyste kręgów C<sub>6</sub>-Th<sub>2</sub>
    - dolna część więzadła karkowego
  - końcowy:
    - kąty żeber II-V
- Unerwienie
  - nn. międzyżebrowe I-IV
- Czynność
  - pomocniczy mięsień wdechowy
  - stabilizator grzbietu

### Mięsień zębaty tylny dolny (*m. serratus posterior inferior*)

- Przyczepy
  - początkowy
    - wyrostki kolczyste trzonów kręgów Th<sub>11</sub>-L<sub>2</sub>
  - końcowy
    - brzegi dolne dolnych żeber
- Unerwienie
  - nn. międzyżebrowe IX-XII

- Czynność
  - pomocniczy mięsień wydechowy
  - stabilizator grzbietu

### Mięsień prostownik grzbietu (*m. erector spinae*)

- Przyczepy
  - początkowy
    - kość potyliczna (po stronie zewnętrznej)
  - końcowy
    - kość krzyżowa (po stronie grzbietowej)
- Ważne elementy budowy i przebiegu
  - utworzony przez zespół czynnościowy mięśni prostujących grzbiet
  - mięśnie wchodzące w skład prostownika grzbietu wypełniają przestrzeń pomiędzy:
    - wyrostkami poprzecznymi kręgów
    - łukami kręgów
    - wyrostkami kolczystymi kręgów
  - podział:
    - część przysrodkowa
      - mięśnie krótkie
    - część boczna
      - mięśnie długie
- Unerwienie
  - gałęzie tylne nerwów rdzeniowych
- Czynność
  - przy działaniu obustronnym
    - prostownik kręgosłupa
  - przy jednostronnym działaniu
    - zginanie boczne, rotacja
  - stabilizator grzbietu
  - stabilizator prawidłowej pozycji ciała

### Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
3. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
4. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.

5. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
6. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
7. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
8. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
9. Hładki W., Lorkowski J.: Podstawy anatomii: kompendium. Podhalańska PWSZ, Nowy Targ 2008.
10. Krechowicki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
11. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
12. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
13. Łasiński W.: Anatomia topograficzna i stosowana (Tom 3. Miednica mniejsza, okolica kroczowa, grzbiet i kark). Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1991.
14. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
15. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
16. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
17. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektorijnych, Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
18. Staheli L.T.: Pediatric Orthopaedic Secrets. Hanley & Belfus, inc., Philadelphia 1998.
19. Williams P.L.: Grey's Anatomy., Churchill Livingstone, Edinburgh, 1989.
20. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.





# Klatka piersiowa – szkielet i jego połączenia

Jacek Lorkowski, Barbara Jasiewicz

**Budowa anatomiczna żeber i mostka – przedstawiona  
w rozdziale osteologii.**

## **Połączenia pomiędzy częściami kostnymi w obrębie klatki piersiowej**

### **Szkielet klatki piersiowej jako całość**

- Elementy składowe:
  - kręgosłup piersiowy
  - 12 par żeber
  - mostek
- Z kręgosłupem piersiowym połączone stawowo 12 par żeber.
- Każde żebro złożone z części kostnej i znacznie mniejszej części chrzęstnej, budującej jego przedni odcinek.
- Przednie zakończenia żeber połączone z mostkiem leżącym pośrodkowo na przedniej ścianie klatki piersiowej.

Klatka piersiowa lejkowata (*pectus infundibuliforme*) jest wadą wrodzoną, której progresja następuje we wczesnym dzieciństwie. Polega ona na zniekształceniu klatki piersiowej, tj. dogrzebietowym zapadnięciu się do wnętrza jamy klatki piersiowej mostka i sąsiadujących części żeber. Towarzyszy temu przemieszczenie narządów klatki piersiowej i skolioza. Łączy się to często z asteniczną budową ciała oraz z mniejszą wydolnością fizyczną, zmniejszoną wydolnością oddechową i podatnością na choroby płuc. Przy znacznym nasileniu wady nieraz dołączają się również patologie z zakresu układu krążenia i zaburzenia funkcji w obrębie nerwów przebiegających przez klatkę piersiową.

Klatka piersiowa kurza (*pectus incarnatum*) jest wadą wrodzoną, w której mostek i przymostkowe końce żeber są wysunięte ku przodowi; wada ta najczęściej nie powoduje dolegliwości, choć nieraz łączy się ze zmniejszeniem wydolności oddechowej. Wada ta występuje również w przebiegu krzywiczy.

Obie opisane wady wymagają leczenia rehabilitacyjnego, ewentualnie uzupełnionego o leczenie operacyjne.

### **Szkielet klatki piersiowej jako całość**

Podział żeber ze względu na połączenia z mostkiem:

- żebra prawdziwe (żebra I – VII) – łączą się bezpośrednio z mostkiem

- żebra rzekome (VIII – XII) – nie łączą się z mostkiem bezpośrednio
- żebra wolne – XI i XII – nie łączą się z mostkiem wcale

Łuk żebrowy tworzy każde z żeber rzekomych VIII – X.

(Żebro łączy się swą chrząstką z chrząstką żebra położonego powyżej tworząc strukturę chrzęstną zwaną łukiem żebrowym – łączącą się z mostkiem za pośrednictwem chrząstki VII żebra.)

U osób w wieku podeszłym dochodzi do skostnień w zakresie chrząstek żebrowych i chrzęstnych połączeń poszczególnych części mostka. Stąd w przypadku upadków na klatkę piersiową oraz przy reanimacji dochodzi prawie zawsze do złamań w obrębie żeber lub mostka.

### Ograniczenia otworu górnego klatki piersiowej

- Od przodu
  - wcięcie szyjne rękojęści mostka wraz z górnymi powierzchniami końców mostkowych obojczyków
- Od boków
  - brzegi wewnętrzne I żeber
- Od tyłu
  - powierzchnia przednia trzonu kręgu Th<sub>1</sub>, wraz z pokrywającymi ją więzadłami

### Ograniczenia otworu dolnego klatki piersiowej

- Od przodu
  - dolny brzeg wyrostka mieczykowatego mostka
- Od boków
  - dolne brzegi łuków żebrowych
  - umowne linie poprowadzone od łuków żebrowych przez wolne końce żeber XI i XII
  - brzegi dolne XII żeber
- Od tyłu
  - powierzchnia przednia trzonu kręgu Th<sub>12</sub>, wraz z pokrywającymi ją więzadłami

### Połączenia pomiędzy częściami kostnymi w obrębie klatki piersiowej

- Połączenia żeber z kręgosłupem
- Połączenia żeber z mostkiem
- Połączenia żeber kostnych z chrząstkami żebrowymi
- Połączenia chrząstek żebrowych z sobą
- Połączenia poszczególnych części mostka z sobą

### Połączenia żeber z kręgosłupem

- Stawy żebrowo-kręgowo (*articulationes costovertebrales*)
  - Stawy głów żeber (*articulationes capitum costarum*)

- Stawy żebrowo-poprzeczne (*articulationes costotransversariae*)

- łączą żebra z kręgami piersiowymi
- każde żebro połączone jest dwupunktowo z kręgosłupem
- mechanicznie jest to jeden staw

**Stawy głów żeber (*articulationes capitum costarum*)**

- Powierzchnie stawowe:
  - dwie powierzchnie stawowe głowy żebra oddzielone od siebie więzadłem śródstawowym głowy żebra
- na żebrach I, (X), XI, XII jedna powierzchnia stawowa
  - dołki żebrowe trzonów kręgów
    - dołek żebrowy górny danego kręgu i dołek żebrowy dolny kręgu leżącego wyżej, a w zakresie żeber I, (X), XI, XII jeden dołek żebrowy
    - powierzchnie stawowe pokryte chrząstką włóknistą, czasem szklistą
- Torebka stawowa:
  - podział jamy stawowej na dwie komory górną i dolną – każda z własną jamą i torebką stawową
  - żebra I, (X), XI, XII jedna jama i torebka stawowa
- Więzadła:
  - Więzadło promieniste głowy żebra (*lig. capitum costae radiatum*)
  - przyczepy:
    - głowa żebra
    - powierzchnia boczna trzonów kręgów i krążka międzykręgowego
  - włókna ułożone promieniście
  - częściowo pokryte więzadłem podłużnym przednim
  - szerokie płaskie
  - wzmacnia przednią powierzchnię torebki stawowej
  - Więzadło śródstawowe głowy żebra (*lig. capitum costae intraarticularae*)
    - przyczepy:
      - grzebień głowy żebra
      - krążek międzykręgowy
    - dzieli staw na 2 komory górną i dolną
    - nie występuje na żebrach I, (X), XI, XII

**Stawy żebrowo-poprzeczne (*articulationes costotransversariae*)**

- występują tylko na żebrach I-X, żebra XI-XII tylko luźne pasma więzadłowe

- Powierzchnie stawowe:
  - powierzchnia stawowa guzka żebra
  - powierzchnia stawowa dołka żebrowego wyrostka poprzecznego odpowiedniego kręgu
  - chrząstka szklista na powierzchniach stawowych
- Torebka stawowa:
  - do brzegów powierzchni stawowych
- Więzadła:
  - Więzadło żebrowo-poprzeczne (*lig. costotransversarium*)
    - przyczep:
      - tylna powierzchnia szyjki żebra
      - przednia powierzchnia wyrostka poprzecznego odpowiadającego mu kręgu
    - szerokie pasmo w płaszczyźnie poziomej
    - włókna skośnie ku tyłowi i przyśrodkowo
  - Więzadło żebrowo-poprzeczne górne (przednie) (*lig. costotransversarium superius (anterius)*)
    - przyczep:
      - grzebień szyjki żebra
      - dolny brzeg wyrostka poprzecznego kręgu wyżej położonego
    - przebieg: skośnie w górę i bocznie
    - silne czworoboczne pasmo
  - Więzadło żebrowo-poprzeczne boczne (tylne) (*lig. costotransversarium laterale (posterius)*)
    - Przyczep:
      - powierzchnia tylna szyjki żebra
      - jedno pasmo – nasada wyrostka kolczystego kręgu leżącego wyżej
      - drugie pasmo – nasada wyrostka poprzecznego kręgu leżącego wyżej
    - słabsze od ww.
    - prostopadłe do ww.
    - trójkątnego kształtu
  - Więzadło guzka żebra (*lig. tuberculi costae*)
    - przyczepy:
      - wierzchołek wyrostka poprzecznego
      - powierzchnia tylna odpowiadającego mu guzka żebra
    - krótkie, mocne
    - przebieg skośny

- Więzadło lędźwiowo-żebrowe (lig. lumbocostale)
  - o część górna blaszki głębokiej powięzi piersiowo-lędźwiowej

### Połączenia żeber z mostkiem

- Połączenie z mostkiem 7 górnych żeber
- I żebro – chrząstkozrost
  - chrząstkozrost mostkowo-żebrowy I żebra (synchondrosis sternocostalis costae primae)
- II -VII żebra – stawy
  - stawy mostkowo-żebrowe (articulationes sternocostales)
    - cienka torebka stawowa
  - więzadła
    - więzadła promieniste mostkowo-żebrowe przednie i więzadła promieniste mostkowo-żebrowe tylne (ligamenta sternocostalia radiata anterior et ligamenta sternocostalia radiata posteriori)
    - szerokie cienkie pasma
    - rozbieżnie z powierzchni przedniej i tylnej mostkowych końców chrząstek żebrowych na mostek
    - przyczepy:
      - o mostkowe końce chrząstek żebrowych
      - o mostek – powierzchnia przednia i tylna (odpowiednio więzadła przednie i tylne)
      - o pasma więzadłowe z danej i przeciwnej strony krzyżują się na mostku – tworzą:
        - ◆ błona mostka przednia i błona mostka tylna (*membrana sterni anterior et membrana sterni posterior*)
          - tylna silniejsza – chroni narządy klatki piersiowej przed ewentualnym uszkodzeniem przez fragmenty złamanego mostka
    - więzadła śródstawowe mostkowo-żebrowe (lig. sternocostale intraarticulare)
    - między II chrząstką żebrową i mostkiem
    - płytką chrząstki włóknistej
    - przyczepy:
      - o przyśrodkowy koniec II chrząstki żebrowej
      - o miejsce połączenia rąkojeści z trzonem mostka
      - o dzieli staw mostkowo-żebrowy na 2 odrębne komory
  - więzadło żebrowo-mieczykowe (ligamenta costoxiphioidea)
    - przyczepy:
      - o dolny koniec trzonu mostka powierzchnia przednia VI i VII chrząstki żebrowej

- powierzchnia przednia wyrostka mieczykowatego
- łączą się z blaszką przednią pochewki mięśnia prostego brzucha

### **Połączenia żeber kostnych z chrząstkami żebrowymi**

- Okostna przechodzi bezpośrednio w ochrząstną
- Porowata powierzchnia połączenia
- Poprzednie końce żeber kostnych wnikają w chrząstki żebrowe
- Połączenie silne – urazy rzadko

### **Połączenia chrząstek żebrowych**

- Stawy międzychrząstkowe (*articulationes interchondrales*)
- Przylegające do siebie brzegi chrząstek VI-VIII żebra
- Mała jamka stawowa
- Ochrząstna – torebką stawową
- Błony międzyżebrowe zewnętrzne – więzadłami wzmacniającymi te stawy
- IX-X chrząstka – luźne pasma więzadłowe

### **Połączenia pomiędzy poszczególnymi częściami mostka**

- najczęściej chrząstkozrosty mostkowe (*synchondroses sternalem*)
  - górne połączenie mostkowe (*synchondrosis manubriosternalis* s. *symphysis*)
    - między rękojęścią mostka a trzonem mostka
  - dolne połączenie mostkowe (*synchondrosis xiphosternalis*)
    - między trzonem mostka a wyrostkiem mieczykowatym
- Powierzchnia chrząstki szklistej cienka, a między nimi chrząstka włóknista

### **Biomechanika ruchów oddechowych**

- Ruch I żebra
  - zwiększanie wymiaru pionowego klatki piersiowej
- Ruch żeber II-V
  - zwiększanie wymiaru strzałkowego klatki piersiowej
    - na tym poziomie ruch mostka i żeber tzw. ruch „ramienia pompy studziennej”
- Ruch żeber VI-X
  - zwiększanie wymiaru poprzecznego klatki piersiowej
    - na tym poziomie ruch żeber tzw. ruch „rączki od wiadra”

### **Mięśnie oddechowe**

- Główne mięśnie wdechowe
  - mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne

- przepona
- Główne mięśnie wydechowe
  - brak
- Pomocnicze mięśnie wdechowe
  - mięsień piersiowy większy
  - mięsień piersiowy mniejszy
  - mięsień zębaty przedni
  - mięsień zębaty tylny górny
  - mięsień zębaty tylny dolny
  - mięsień mostkowo-obojęczykowo-sutkowy
  - mięśnie pochyłe
- Pomocnicze mięśnie wydechowe
  - mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne
  - mięśnie podżebrowe
  - mięsień poprzeczny klatki piersiowej
  - mięśnie tłoczni brzusznej
  - mięsień najszerszy grzbietu

## Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
3. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
4. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.
5. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
6. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
7. Dormans J.P.: Ortopedia Pediatria. Core Knowledge in Orthopaedics. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2009.
8. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
9. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
10. Hładki W., Lorkowski J.: Podstawy anatomii: kompendium. Podhalańska PWSZ, Nowy Targ 2008.
11. Krechowicki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.

12. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
13. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
14. Łasiński W.: Anatomia topograficzna i stosowana (Tom 3. Miednica mniejsza, okolica kroczowa, grzbiet i kark). Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1991.
15. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka, Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
16. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
17. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
18. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektoryjnych, Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
19. Staheli L.T.: Pediatric Orthopaedic Secrets. Hanley & Belfus, inc., Philadelphia 1998.
20. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone. Edinburgh 1989.
21. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.



# Anatomia kliniczna obręczy barkowej

Jacek Lorkowski, Roman Brzóška

## 1. Kości obręczy kończyny górnej

Kości kończyny górnej dzielimy na kości obręczy kończyny górnej (*cingulum membri superioris*) i kości części wolnej kończyny górnej. Do obręczy kończyny górnej, zwanej także obręczą barkową (potocznie określanej barkiem) należą: obojczyk (*clavicula*) i łopatka (*scapula*).

### 1.1. Obojczyk (*clavicula*)

Obojczyk jest kością długą, w której wyróżniamy trzon i dwa końce – koniec przyśrodkowy, zwany mostkowym (*extremitas sternalis*) i koniec boczny, zwany barkowym (*extremitas acromialis*). Jest on wygięty na kształt litery S, przy czym wygięcie przyśrodkowe (dłuższe) skierowane jest wypukłością ku przodowi, a boczne (krótsze) ku tyłowi.

Struktury występujące na obojczyku:

Koniec barkowy

- powierzchnia stawowa barkowa (*facies articularis acromialis*)
- guzek stożkowy (*tuberculum conoideum*) – zgrubienie na powierzchni dolnej
- kresa czworoboczna (*linea trapezoidea*) – bocznie i do przodu od guzka

Trzon

- bruzda dla przyczepu mięśnia podobojczykowego (*sulcus subclavius*) – powierzchnia dolna

Koniec mostkowy

- powierzchnia stawowa mostkowa (*facies articularis sternalis*)
- wycisk więzadła żebrowo-obojczykowego (*impresio lig. costoclavicularis*) – zgrubienie na dolnej powierzchni

### 1.2. Łopatka (*scapula*)

Łopatka należy do kości płaskich. Ma kształt trójkąta i można na niej wyróżnić powierzchnie: przednią, czyli żebrową (*facies costalis*), która pokrywa żebra od II do VII, i tylną, czyli grzbietową (*facies dorsalis*), trzy brzegi – górny (*margo superior*), przyśrodkowy (*margo medialis*) oraz boczny (*margo lateralis*), a także trzy kąty utworzone pomiędzy tymi brzegami – kąt górny, boczny, i dolny (*angulus superior, lateralis, inferior*).

Struktury występujące na łopatkce:

- Powierzchnia żebrowa
  - dół podłopatkowy (*fossa subscapularis*) – w jego obrębie kilka kres mięśniowych
  - kąt boczny
  - wcięcie łopatki (*incisura scapulae*)
  - wyrostek kruczy (*proc. coracoideus*) – do boku od wcięcia łopatki
- Kąt boczny
  - wydrążenie stawowe (*cavitas glenoidalis*) – górna część bocznego brzegu łopatki, oddzielona od reszty kości szyjką (*collum*)
  - guzek nadpanewkowy (*tuberculum supraglenoidale*) i podpanewkowy (*tuberculum infraglenoidale*) – odpowiednio na górnym brzegu wydrążenia i poniżej wydrążenia
- Powierzchnia grzbietowa
  - grzebień łopatki (*crista scapulae*) – rozciąga się od brzegu przyśrodkowego skośnie w kierunku kąta bocznego
  - powierzchnia stawowa dla połączenia z obojczykiem (*facies articularis acromii*) – na wyrostku barkowym
  - wyrostek barkowy (*acromion*) – przed kątem bocznym łopatki grzebień łopatki ulega spłaszczeniu od góry ku dołowi
  - dół nadgrzebieniowy i podgrzebieniowy (*fossa supraspinata et infraspinata*) – odpowiednio powyżej i poniżej grzebienia łopatki

### 1.3. Kość ramienna (*humerus*)

Kość ramienna jest kością długą. Wyróżniamy na niej koniec bliższy i dalszy oraz trzon składający się z trzech powierzchni: przedniej bocznej (*facies anterior lateralis*), przedniej przyśrodkowej (*facies anterior medialis*) i tylnej (*facies posterior*).

Struktury występujące na końcu bliższym i trzonie kości ramiennej (części związanej z obręczą barkową):

- Koniec bliższy
  - głowa kości ramiennej (*caput humeri*) i szyjka anatomiczna (*collum anatomicum*)
  - guzek większy i mniejszy (*tuberculum majus et minus*) – odpowiednio guzek boczny i guzek przedni
  - grzebień guzka większego i grzebień guzka mniejszego (*crista tuberculi majoris et crista tuberculi minoris*) – ku dołowi od odpowiedniego guzka
  - bruzda międzyguzkowa (*sulcus intertubercularis*) – między grzebieniami obu guzków
  - szyjka chirurgiczna (*collum chirurgicum*) – odcinek kości poniżej głowy i guzków kości ramiennej

- Trzon
  - guzowatość naramienna (*tuberositas deltoidea*) – powierzchnia przednia boczna bliższego odcinka trzonu kości ramiennej
  - bruzda nerwu promieniowego (*sulcus n. radialis*) – zaczyna się na brzegu przyśrodkowym powyżej środka kości i ciągnie się ku dołowi do brzegu bocznego

## 2. Połączenia kości obręczy górnej

W skład obręczy barkowej wchodzi cztery stawy: staw mostkowo-obojczykowy, staw barkowo-obojczykowy, staw ramienny i połączenie („staw”) pomiędzy łopatką a ścianą klatki piersiowej.

### 2.1. Staw mostkowo-obojczykowy (*articulatio sternoclavicularis*)

- Rodzaj stawu
  - staw nieregularny
  - czynnościowo: staw kulisty
- Powierzchnie stawowe
  - powierzchnia stawowa końca mostkowego obojczyka
  - wcięcie obojczykowe rękojęści mostka (*incisura clavicularis manubrii sterni*) oraz przylegająca do wcięcia część chrząstki i żebra
  - krążek stawowy – przyczepia się u góry do obojczyka, u dołu do mostka oraz chrząstki i żebra (dzieli jamę stawu na piętro górno-boczne i dolno-przyśrodkowe)
- Więzadła
  - więzadło mostkowo-obojczykowe przednie i tylne (*lig. sternoclaviculare anterius et posterius*) – połączenie między górną częścią rękojęści mostka a odpowiednio przednią i tylną powierzchnią końca mostkowego obojczyka
  - więzadło międzyobojczykowe (*lig. interclaviculare*) – łączy przyśrodkowe końce obojczyków
  - więzadło żebrowo-obojczykowe (*lig. costoclaviculare*) – łączy chrząstkę i żebra z wyciskiem więzadła żebrowo-obojczykowego
- Ruchy
  - unoszenie barkowego końca obojczyka
  - obniżanie barkowego końca obojczyka
    - płaszczyzna ruchu
      - czołowa
    - zakres ruchu
      - 50°
  - wysuwanie barkowego końca obojczyka do przodu

- cofanie barkowego końca obojczyka do tyłu
  - płaszczyzna ruchu
    - pozioma
  - zakres ruchu
    - 50°
- skręcanie na zewnątrz barkowego końca obojczyka
- skręcanie do wewnątrz barkowego końca obojczyka
  - płaszczyzna ruchu
    - strzałkowa
  - zakres ruchu
    - 10°-30°

## 2.2. Staw barkowo-obojczykowy (*articulatio acromioclavicularis*)

- Rodzaj stawu
  - czynnościowo: staw kulisty
- Powierzchnie stawowe
  - powierzchnia stawowa wyrostka barkowego łopatki
  - powierzchnia stawowa końca barkowego obojczyka
  - krążek stawowy – między powierzchniami stawowymi
- Więzadła
  - więzadło barkowo-obojczykowe (*lig. acromioclaviculare*) – łączy górną powierzchnię barkowego końca obojczyka z wyrostkiem barkowym
  - więzadło kruczo-obojczykowe (*lig. coracoclaviculare*) – biegnie od powierzchni górnej wyrostka kruczego do guzowatości kruczej obojczyka; składa się z dwóch części: przednio-bocznej, tzw. więzadła czworobocznego (*lig. trapezoideum*) i tylnoprzyśrodkowej, zwanej więzadłem stożkowatym (*lig. conoideum*)
  - więzadło kruczo-barkowe (*lig. coracoacromiale*) – dodatkowe wzmocnienie – między wyrostkiem kruczym i wyrostkiem barkowym łopatki
  - więzadło poprzeczne łopatki (*lig. transversum scapulae*) – zamyka wcięcie łopatki (nie stabilizuje stawu barkowo-obojczykowego)
- Ruchy
  - unoszenie ku górze kąta bocznego obojczyka
  - obniżanie ku dołowi kąta bocznego łopatki
    - płaszczyzna ruchu
      - czołowa
    - zakres ruchu
      - 5°-10°
  - wysuwanie do przodu bocznego kąta łopatki

- wysuwanie do tyłu bocznego kąta łopatki
  - płaszczyzna ruchu
    - pozioma
  - zakres ruchu
    - 20°
- skręcanie do przodu łopatki (wysuwanie do przodu kąta dolnego łopatki)
- skręcanie do tyłu łopatki (wysuwanie do tyłu kąta dolnego łopatki)
  - płaszczyzna ruchu
    - strzałkowa
  - zakres ruchu
    - 50°

Zarówno staw barkowo-obojęczykowy, jak i mostkowo-obojęczykowy cechuje stosunkowo mały zakres ruchomości. Mimo niewielkiego zaangażowania w ruchomość obręczy barkowej staw barkowo-obojęczykowy często ulega uszkodzeniom w wyniku urazów bezpośrednich. Dochodzi wtedy zazwyczaj do zwichnięć, cechujących się różnego stopnia przemieszczeniem końca barkowego obojęczyka. Staw ten często ulega zmianom zwyrodnieniowym, a krążek stawowy jest jedną z najszybciej „zużywających się” struktur anatomicznych w układzie kostno-stawowym.

### 2.3. Staw ramienny (*articulatio humeri*)

- Rodzaj stawu
  - staw kulisty wolny
- Powierzchnie stawowe
  - główka: powierzchnia stawowa głowy kości ramiennej
  - panewka: wydrążenie stawowe łopatki oraz obrąbek stawowy (*labrum glenoidale*) przyczepiający się do brzegów wydrążenia stawowego, zwiększający tym samym powierzchnię panewki
  - przyczep torebki stawowej: na kości ramiennej dookoła szyjki anatomicznej, przyczep jest przerwany powyżej bruzdy międzyguzkowej, gdyż w tym miejscu przechodzi do wewnątrz stawu ścięgno głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia; wokół panewki stawowej błona włóknista przyczepia się do zewnętrznego brzegu obrąbka stawowego, powyżej obrąbka przechodzi na podstawę wyrostka kruczego, a następnie powyżej guzka nadpanewkowego
- Więzadła
  - więzadło kruczo-ramienne (*lig. coracohumerale*) – przebiega od podstawy brzegu bocznego wyrostka kruczego do guzka większego i mniejszego kości ramiennej; włącza się w ścianę przednio-boczną torebki stawowej i podtrzymuje głowę kości ramiennej w stawie

- więzadła obrąbkowo-ramienne (*ligg. glenohumeralia*) – przebiegają jako pasma więzadłowe na przedniej ścianie torebki stawowej, biegnąc od obrąbka stawowego do guzka mniejszego kości ramiennej
- dodatkowe wzmocnienie przez tzw. więzadła czynne tworzące stożek rotatorów, rolę tę pełnią ścięgna mięśni przebiegające w pobliżu stawu, łączące się z torebką stawową; są to ścięgna mięśni: nadgrzebieniowego, podgrzebieniowego, podłopatkowego i obłego mniejszego.

#### • Ruchy

- zgięcie w stawie ramiennym (unoszenie ramienia w przód)
- wyprost i przeprost w stawie ramiennym (opuszczanie w dół, unoszenie ramienia w tył)
  - płaszczyzna ruchu
    - strzałkowa
  - zakres ruchu
    - 30° – przy silnym przywiedzeniu ramienia
    - 60° – przy zwisającym w dół ramieniu
    - 90° – przy nieznacznym odwiedzeniu ramienia
- odwodzenie
- przywodzenie
  - płaszczyzna ruchu
    - czołowa
  - zakres ruchu
    - 75° – prosto w bok
    - 90°-100° – skręcenie w bok, w przód
- ruch obrotowy na zewnątrz
- ruch obrotowy do wewnątrz
  - płaszczyzna ruchu
    - pozioma
  - zakres ruchu
    - 50° – przy ramieniu wyprostowanym w przód
    - 90°-110° – przy ramieniu wyprostowanym w bok

Staw ramienny cechuje się największym zakresem ruchów spośród wszystkich połączeń stawowych. Swoją stabilność i zborność zawdzięcza dwóm układom stabilizatorów: statycznych i dynamicznych. Statycznie stabilizują staw więzadła i ścięgna, natomiast za kontrolę dynamiczną odpowiada napięcie mięśni obręczy barkowej.

#### 2.4. Połączenie („staw”) między ścianą klatki piersiowej i łopatką

Spełnia rolę czynnościowej podstawy dla kończyny górnej. Nie jest to staw w sensie anatomicznym. Łopatka jest zawieszona na klatce piersiowej za pomocą pętli mięśniowych i łączy się stawowo z kośćcem osiowym wyłącznie pośrednio, przez obojczyk.

### 3. Mięśnie biorące udział w ruchach obręczy barkowej

#### 3.1. Mięśnie obręczy kończyny górnej

Łączą one obręcz kończyny górnej z kością ramienną. Są to mięśnie: naramienny, nadgrzebieniowy, podgrzebieniowy, obły mniejszy i większy oraz podłopatkowy. Pierwszy z nich rozpoczyna się na obu kościach obręczy kończyny górnej, pozostałe na łopatce.

##### 3.1.1. Mięsień naramienny (*m. deltoideus*)

- Przyczep początkowy
  - część przednia (obojczykowa) – koniec barkowy obojczyka
  - część środkowa (barkowa) – wyrostek barkowy łopatki
  - część tylna (grzbietowa) – dolny grzbiet grzebienia łopatki
- Przyczep końcowy
  - guzowatość naramienna kości ramiennej
- Unerwienie
  - n. pachowy (*n. axillaris*)
- Czynność
  - część przednia – obraca ramię do wewnątrz i przywodzi, zgina do przodu
  - część środkowa – odwodzi i podnosi ramię (tylko do poziomu stawu ramiennego)
  - część tylna – przywodzi, zgina do tyłu i obraca ramię na zewnątrz

##### 3.1.2. Mięsień nadgrzebieniowy (*m. supraspinatus*)

- Przyczep początkowy
  - dół nadgrzebieniowy i powięź nadgrzebieniowa
- Przyczep końcowy
  - powierzchnia górna guzka większego kości ramiennej
- Unerwienie
  - n. nadłopatkowy (*n. suprascapularis*)
- Czynność
  - odwodzi ramię w stawie ramiennym (rozpoczyna odwiedzenie)
  - obraca ramię na zewnątrz w stawie ramiennym
  - nieznacznie zgina ramię w stawie ramiennym

##### 3.1.3. Mięsień podgrzebieniowy (*m. infraspinatus*)

- Przyczep początkowy
  - na dwóch trzecich przyśrodkowych dołu podgrzebieniowego, powięzi pokrywającej mięsień i przeważnie na przegrodzie włóknistej, która go oddziela od m. obłego mniejszego i większego
- Przyczep końcowy
  - powierzchnia przyśrodkowa guzka większego kości ramiennej

- Unerwienie
  - n. nadłopatkowy (*n. suprascapularis*)
- Czynność
  - obraca ramię na zewnątrz w stawie ramiennym
  - część górna mięśnia pomaga w podnoszeniu ramienia (odwodzi i zgina): przy ustalonym ramieniu odciąga brzeg przyśrodkowy łopatki od klatki piersiowej i pociąga kąt dolny łopatki na zewnątrz

### 3.1.4. Mięsień obły mniejszy (*m. teres minor*)

- Przyczep początkowy
  - powierzchnia grzbietowa bocznego brzegu łopatki, sięgając do jej szyjki, od powięzi podgrzebieniowej
- Przyczep końcowy
  - powierzchnia dolna guzka większego kości ramiennej
- Unerwienie
  - n. pachowy (*n. axillaris*)
- Czynność
  - obraca kość ramienną na zewnątrz w stawie ramiennym i napina torebkę stawową stawu ramiennego

### 3.1.5. Mięsień obły większy (*m. teres major*)

- Przyczep początkowy
  - powierzchnia grzbietowa dolnego kąta łopatki
- Przyczep końcowy
  - grzebień guzka mniejszego kości ramiennej, do tyłu od ścięgna m. najszerszego grzbietu
- Unerwienie
  - nn. podłopatkowe (*nn. subscapularis*)
- Czynność
  - opuszcza podniesione ramię, przywodzi ramię do tyłu i obraca je do wewnątrz

### 3.1.6. Mięsień podłopatkowy (*m. subscapularis*)

- Przyczep początkowy
  - powierzchnia żebrowa łopatki i powięź podłopatkowa
- Przyczep końcowy
  - guzek mniejszy kości ramiennej
- Unerwienie
  - nn. podłopatkowe (*nn. subscapularis*)
- Czynność
  - przywodzi ramię i obraca do wewnątrz ramię w stawie ramiennym



### „Stożek rotatorów”

Struktura anatomiczna nazywana „stożkiem rotatorów” jest to kompleks zbudowany z czterech mięśni i ich ścięgien: nadgrzebieniowego, podgrzebieniowego, podłopatkowego i obłego mniejszego, współpracujących z otaczającymi strukturami anatomicznymi obręczy barkowej: czterema stawami (ramiennie-łopatkowym, połączeniem żebrowo-łopatkowym, stawem mostkowo-obojczykowym i barkowo-obojczykowym). Mięśnie te mają swój początek na łopatkce, a przyczepy dalsze rozmieszczone na guzkach – większym i mniejszym, współtworzących nasadę bliższą kości ramiennej. Stożek rotatorów pokrywa głowę kości ramiennej, przylegając ściśle do torebki stawowej, łącząc się z jej strukturami, a także z więzadłami tworzącymi tzw. „przedział rotatorów” (więzadłem kruczo-ramiennym i obrąbkowo-ramiennym górny). Oba więzadła mają swój początek na podstawie wyrostka kruczego, na jego bocznej powierzchni, rozciągając swój wspólny przyczep na górną część obrąbka stawowego. Przedział rotatorów tworzy trójkątną przestrzeń rozdzielającą górny brzeg ścięgna mięśnia podłopatkowego od przedniego brzegu ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego.

Ścięgna mięśni nadgrzebieniowego i podgrzebieniowego łączą się ściśle w jedną strukturę w bezpośrednim sąsiedztwie guzka większego i jako wspólna anatomiczna jednostka przyczepiają się do niego. Współdziałanie stożka rotatorów i otaczających go mięśni odpowiada za pełny, niespotykany w innych stawach zakres ruchu w stawie ramiennym oraz jako komponenta dynamiczna zapewnia jego stabilność. Zachowanie właściwego balansu mięśniowego jest czynnikiem niezbędnym do prawidłowej pracy stawu i poprzez mechanizm zrównoważonego działania mięśni antagonistycznych zapewnia płynność i bezpieczeństwo ruchów w wielu płaszczyznach. Pociągając głowę kości ramiennej ku dołowi i przyciągając ją do wydrążenia stawowego, stożek rotatorów umożliwia rotację, odwodzenie oraz zginanie ramienia, jednocześnie zapewniając zwartość stawu. Mimo swej niewielkiej siły i masy, mięśnie stożka rotatorów wywołują podobny efekt jak duże mięśnie obręczy kończyny górnej (m. naramienny, piersiowy większy, najszerzy grzbietu, czworoboczny). Przyczepiając się blisko środka obrotu stawu ramiennie-łopatkowego i posiadając względnie krótkie ramię dźwigni, zapewniają stabilizację dynamiczną poprzez prawidłowe centrowanie głowy kości ramiennej w panewce.

## 3.2. Mięśnie ramienia

Mięśnie ramienia dzielimy na dwie grupy: przednią – mięśni zginaczy i tylną – prostowników. Do grupy przedniej zaliczamy następujące mięśnie: kruczo-ramienny, dwugłowy i ramienny. Do drugiej zaś należy mięsień trójgłowy.

### 3.2.1. Mięsień kruczo-ramienny (*m. coracobrachialis*)

- Przyczep początkowy
  - wyrostek kruczy łopatki (przyczep wspólny z głową krótką mięśnia dwugłowego ramienia)
- Przyczep końcowy
  - powierzchnia przyśrodkowa kości ramiennej, w połowie jej długości
- Unerwienie
  - n. mięśniowo-skórny (*n. musculocutaneus*)
- Czynność
  - podnosi (zgina) i przywodzi ramię w stawie ramiennym; poza tym obraca je nieco do wewnątrz lub na zewnątrz w zależności od

położenia ramienia, starając się sprowadzić je do położenia wyjściowego

### 3.2.2. Mięsień dwugłowy ramienia (*m. biceps brachii*)

- Przyczep początkowy
  - głowa długa – guzek nadpanewkowy łopatki i na obrąbku stawowym
  - głowa krótka – wyrostek kruczy łopatki
- Przyczep końcowy
  - obie głowy łączą się w wrzecionowaty brzusiec kończący się przyczepem ścięgnistym na guzowatości kości promieniowej, część włókien przechodzi w rozciągnięto m. dwugłowego ramienia (*aponeurosis m. bicipitis brachii*)
- Unerwienie
  - n. mięśniowo-skórny (*n. musculocutaneus*)
- Czynność w zakresie obręczy barkowej
  - podnosi ramię do przodu (zgina) w stawie ramiennym; głowa długa odwodzi ramię i obraca je do wewnątrz; głowa krótka przywodzi ramię

### 3.2.3. Mięsień trójgłowy ramienia (*m. triceps brachii*)

- Przyczep początkowy
  - głowa długa – guzek podpanewkowy łopatki
  - głowa boczna – powierzchnia tylna kości ramiennej powyżej bruzdy n. promieniowego i przegroda międzymięśniowa boczna
  - głowa przyśrodkowa – powierzchnia tylna kości ramiennej od bruzdy n. promieniowego ku dołowi do torebki stawu łokciowego i przegrody międzymięśniowe boczna i przyśrodkowa
- Przyczep końcowy
  - wspólne ścięgno: powierzchnia tylna wyrostka łokciowego kości łokciowej
- Unerwienie
  - n. promieniowy (*n. radialis*)
- Czynność w zakresie obręczy barkowej
  - głowa długa: prostuje i przywodzi ramię w stawie ramiennym
  - głowa boczna i przyśrodkowa nie działają w obrębie obręczy barkowej, są prostownikami stawu łokciowego

### 3.3. Mięśnie powierzchowne grzbietu

Dzieli się na dwie podgrupy: mięśnie kolcowo-ramienne (*mm. spino-humerales*) i mięśnie kolcowo-żebrowe (*mm. spinocostales*), przy czym te pierwsze mają wpływ na ruchy obręczy barkowej. Do tej grupy zaliczamy

następujące mięśnie: czworoboczny, najszerszy grzbietu, równoległoboczny, dźwigacz łopatki.

### 3.3.1. Mięsień czworoboczny (*m. trapezius*)

- Przyczep początkowy
  - przyśrodkowa część kresy karkowej górnej i guzowatości potylicznej zewnętrznej kości potylicznej; więzadło karkowe; wyrostki kolczyste siódmego kręgu szyjnego i wszystkie kręgi piersiowe oraz więzadło nadkolcowe
- Przyczep końcowy
  - koniec barkowy obojczyka (włókna górne); wyrostek barkowy i grzebień łopatki (włókna środkowe); przyśrodkowy odcinek górnego brzegu grzebienia łopatki (włókna dolne)
- Unerwienie
  - gałąź zewnętrzna n. XI, gałęzie krótkie splotu szyjnego (C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>)
- Czynność w zakresie obręczy barkowej
  - część górna: unosi bark ku górze; część środkowa: zbliża łopatkę do kręgosłupa (ściąganie łopatek); część dolna: opuszcza staw ramienny; część górna i dolna: obracają łopatkę w ten sposób, że kąt górny zbliża się do kręgosłupa, dolny przesuwają się do przodu i bocznie, a panewka stawu kieruje się ku górze

### 3.3.2. Mięsień najszerszy grzbietu (*m. latissimus dorsi*)

- Przyczep początkowy
  - wyrostki kolczyste sześciu dolnych kręgów piersiowych, pięciu kręgów lędźwiowych i grzebień krzyżowy pośrodkowy; tylna trzecia część wargi zewnętrznej grzebienia biodrowego; powierzchnia zewnętrzna IX-XII żebra; dolny kąt łopatki
- Przyczep końcowy
  - grzebień guzka mniejszego kości ramiennej
- Unerwienie
  - n. piersiowo-grzbietowy (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>)
- Czynność w zakresie obręczy barkowej
  - przy ustalonym kręgosłupie opuszcza podniesione ramię, przywodzi je do tyłu i obraca do wewnątrz
  - przeprost w stawie ramiennym

### 3.3.3. Mięsień równoległoboczny (*m. rhomboideus*)

- Przyczep początkowy
  - wyrostki kolczyste dolnych dwóch kręgów szyjnych i czterech górnych kręgów piersiowych; więzadło karkowe i nadkolcowe

- Przyczep końcowy
  - przyśrodkowy brzeg łopatki, począwszy od grzebienia łopatki do jej kąta dolnego
- Unerwienie
  - n. grzbietowy łopatki (C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub>)
- Czynność
  - przesuwa łopatkę w kierunku przyśrodkowym i ku górze

### 3.3.4. Mięsień dźwignacz łopatki (*m. levator scapulae*)

- Przyczep początkowy
  - guzki tylne wyrostków poprzecznych czterech górnych kręgów szyjnych
- Przyczep końcowy
  - górny odcinek brzegu przyśrodkowego łopatki, od kąta górnego do trójkąta grzebienia
- Unerwienie
  - n. grzbietowy łopatki (C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub>), gałęzie splotu szyjnego (C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>)
- Czynność
  - pociąga łopatkę ku górze i przyśrodkowo

## 3.4. Mięśnie powierzchowne klatki piersiowej

### 3.4.1. Mięsień piersiowy większy (*m. pectoralis major*)

- Przyczep początkowy
  - część górna (obojczykowa): przyśrodkowa połowa obojczyka; część środkowa (mostkowo-żebrowa): powierzchnia przednia mostka oraz chrząstek żeber prawdziwych; część dolna (brzuszna): blaszka przednia pochewki m. prostego brzucha
- Przyczep końcowy
  - grzebień guzka większego kości ramiennej
- Unerwienie
  - n. piersiowy przyśrodkowy i boczny C<sub>5</sub>-Th<sub>1</sub>
- Czynność w zakresie obręczy barkowej
  - pociąga łopatkę do przodu, przyciąga ramię przyśrodkowo i do przodu, opuszcza podniesione ramię i obraca je do wewnątrz

### 3.4.2. Mięsień piersiowy mniejszy (*m. pectoralis minor*)

- Przyczep początkowy
  - powierzchnia zewnętrzna końców przednich drugiego lub trzeciego do piątego żebra kostnego
- Przyczep końcowy
  - wyrostek kruczy łopatki

- Unerwienie
  - n. piersiowy przyśrodkowy i boczny (C<sub>8</sub>-Th<sub>1</sub> i C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>)
- Czynność w zakresie obręczy barkowej
  - pociąga przyśrodkowo i do przodu oraz obniża obręcz kończyny górnej; obraca łopatkę, obniżając nieco panewkę stawową

### 3.4.3. Mięsień podobojczykowy (*m. subclavius*)

- Przyczep początkowy
  - powierzchnia górna pierwszego żebra na granicy kostno-chrzęstnej
- Przyczep końcowy
  - powierzchnia dolna końca barkowego obojczyka
- Unerwienie
  - n. podobojczykowy (C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>)
- Czynność
  - pociąga obojczyk ku dołowi i do przodu, hamuje ruchy w stawie mostkowo-obojczykowym

### 3.4.4. Mięsień zębaty przedni (*m. serratus anterior*)

- Przyczep początkowy
  - część górna – I i II żebro
  - część środkowa – II i III żebro
  - część dolna – IV – X żebro
- Przyczep końcowy
  - brzeg przyśrodkowy łopatki
- Unerwienie
  - n. piersiowy długi (C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>)
- Czynność w zakresie obręczy barkowej
  - część górna – pociąga staw ramienny do przodu; część dolna: pociąga bark ku dołowi, obraca łopatkę w ten sposób, że kąt dolny przesuwają się do przodu i bocznie w kierunku dołu pachowego, a panewka stawowa łopatki ku górze

## 4. Kaletki związane czynnościowo z obręczą barkową

W obrębie aparatu ruchowego obręczy barkowej istotną rolę biomechaniczną spełniają kaletki maziowe. Najistotniejszymi z nich są: kaletka podścięgnowa mięśnia nadgrzebieniowego (*bursa subtendinea musculi supraspinati*), kaletka podskórna barkowa (*bursa subcutanea acromialis*), kaletka podbarkowa (*bursa subacromialis*), kaletka podnaramienna (*bursa subdeltoidea*), kaletka międzyguzkowa (*bursa intertubercularis*), kaletka podścięgnowa mięśnia piersiowego większego (*bursa subtendinea musculi pectoralis maioris*), kaletka podścięgnowa mięśnia podłopatkowego (*bursa*

*subtendinea musculi subscapularis*), kaletka podkrocza (*bursa infracoracoidea*), kaletka podścięgnowa mięśnia najszerzego grzbietu (*bursa subtendinea musculi latissimi dorsi*), kaletka podścięgnowa mięśnia obłego większego (*bursa subtendinea musculi teretis maioris*).

## Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
3. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
4. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
5. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
6. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
7. Krechowiecki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
8. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
9. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
10. Lorkowski J., Walocha J., Zakrzewska U.: Anatomia kliniczna obręczy barkowej. Monit. Lek. 2004; 2 (3-4): 22-8.
11. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
12. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
13. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
14. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektorijnych. Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
15. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone. Edinburgh 1989.
16. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

# Staw łokciowy i połączenia kości przedramienia

Jacek Lorkowski, Jerzy Sulko

## Staw łokciowy (*articulatio cubiti*)

### Typ stawu

Staw zawiasowy złożony, zbudowany z 3 stawów otoczonych jedną torebką stawową.

### Stawy tworzące staw łokciowy

#### Staw ramiennie-łokciowy (*articulatio humeroulnaris*)

##### Typ stawu

- staw zawiasowy

##### Powierzchnie stawowe

- główka – błocek kości ramiennej (*trochlea humeri*)
- panewka – wcięcie błočkowe kości łokciowej (*incisura trochlearis ulnae*)

#### Staw ramiennie-promieniowy (*articulatio humeroradialis*):

##### Typ stawu

- staw kulisty wolny

##### Powierzchnie stawowe

- główka – główka kości ramiennej (*capitulum humeri*)
- panewka – dołek głowy kości promieniowej (*fovea capitis radii*)

#### Staw promieniowo-łokciowy bliższy (*articulatio radioulnaris proximalis*)

##### Typ stawu

- staw obrotowy

##### Powierzchnie stawowe

- główka – obwód stawowy głowy kości promieniowej (*circumferentia articularis capitis radii*)
- panewka – wcięcie promieniowe kości łokciowej (*incisura radialis ulnae*) i powierzchnia wewnętrzna więzadła pierścieniowego kości promieniowej (*ligamentum annulare radii*)

## Torebka stawowa

### Błona włóknista

Przyczepy na kości ramiennej

- po stronie tylnej – wzdłuż brzegu górnego dołu wyrostka łokciowego
- po stronie przedniej – nad dołem wyrostka dziobiastego i dołem promieniowym
- po stronie bocznej – poniżej nadkłykcia bocznego kości ramiennej
- po stronie przyśrodkowej – poniżej nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej

Przyczepy na kości łokciowej

- wzdłuż brzegów wcięcia bloczkowego i wcięcia promieniowego
- szczyty wyrostków łokciowego i dziobiastego wewnątrz jamy stawowej

Przyczepy na kości promieniowej

- wokół szyjki kości promieniowej w połowie jej długości.

### Błona maziowa

- przyczepia się do brzegów powierzchni stawowych
- wyściela powierzchnie kości nie pokryte chrząstką stawową znajdujące się wewnątrz torebki włóknistej w szczególności dół wyrostka łokciowego, dół dziobiasty, dół promieniowy
- dochodzi do miejsc przyczepów błony włóknistej i przechodzi na jej powierzchnię wewnętrzną.

Bardzo istotne z punktu widzenia klinicznego jest wyścielenie dołów dziobiastego, promieniowego oraz w szczególności wyrostka łokciowego błoną maziową. Przy długotrwałych unieruchomieniach dochodzi do zrostów śródstawowych, które są przyczyną powstawania przykurczy. Dlatego bardzo istotnym czynnikiem jest jak najwcześniejsze rozpoczęcie leczenia rehabilitacyjnego – kinezyterapii.

Do najczęstszych złamań okolicy stawu łokciowego zaliczamy: złamanie nadkłykciowe kości ramiennej, złamanie kłykcia bocznego oraz nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej, złamanie szyjki kości promieniowej oraz wyrostka łokciowego.

Złamanie nadkłykciowe kości ramiennej jest jednym z najczęściej występujących u dzieci w wieku 4-8 lat. Szczelina złamania przechodzi powyżej nadkłykci, w miejscu gdzie kość jest cienka, a zatem słaba mechanicznie. Niekiedy nawet w tym miejscu kości może występować otwór, tzw. otwór nadbloczkowy (*foramen supratrochleare*). Wyróżniamy dwa typy tego złamania: złamanie wyprostne, w którym odłam dalszy przemieszcza się ku tyłowi kości ramiennej (99% złamań) oraz złamanie zgięciowe, w którym odłam dalszy przemieszcza się do przodu kości ramiennej (1% złamań). Duże przemieszczenie odłamów może spowodować ucisk na tętnicę ramienną lub nerw w dole łokciowym, powodując groźne powikłania. Leczeniem z wyboru jest zachowawcze nastawienie złamania i przeskórne zespolenie drutami Kirschnera. Nazywamy to leczeniem sposobem Sokolowskiego, ponieważ



ta metoda została opisana po raz pierwszy w 1937 roku przez polskiego chirurga – Tadeusza Sokołowskiego.

Złamanie kłykcia bocznego kości ramiennej obejmuje masyw kłykcia kości ramiennej. Powstaje w wyniku upadku na wyprostowaną rękę. Złamany fragment kości może ulec przemieszczeniu, będąc dodatkowo pociągany przez przyczepiającą się do niego grupę mięśni. Złamanie z przemieszczeniem ponad 2-3 mm należy leczyć operacyjnie, zespalając drutami Kirschnera złamany fragment w prawidłowym położeniu.

Złamanie nadkłykcia przyśrodkowego może być izolowanym złamaniem, a może również towarzyszyć zwichnięciu stawu łokciowego. Złamania z przemieszczeniem powyżej 2-3 mm wymagają nastawienia operacyjnego i zespolenia, zwykle drutami Kirschnera.

Złamanie szyjki kości promieniowej, jeśli jest przemieszczone to wymaga nastawienia. Można podjąć próbę nastawienia za pomocą przezskórnie wbitego drutu Kirschnera, którym staramy się nastawić złamanie, spychając głowę kości promieniowej w jej prawidłowe położenie. Jeśli nie przyniesie to efektu, to należy przeprowadzić operacyjne nastawienie złamania.

Złamania wyrostka łokciowego, jeśli są przemieszczone powyżej 3-4 mm, wymagają operacyjnego zespolenia.

## Więzadła

### Więzadło poboczne łokciowe (*lig. collaterale ulnae*)

- przyczep bliższy – nadkłykieć przyśrodkowy kości ramiennej
- przyczep dalszy – brzeg łokciowy wcięcia bloczkowego
- w jego części przedniej silny gruby pęczek przyczepiający się u podstawy wyrostka dziobiastego

(stabilizuje staw głównie w płaszczyźnie czołowej, jego brak objawia się niestabilnością przyśrodkową)

### Więzadło poboczne promieniowe (*lig. collaterale radiale*)

- przyczep bliższy – nadkłykieć boczny kości ramiennej
- przyczep dalszy – dwa rozbieżne ramiona otaczające głowę kości promieniowej przyczepiają się do przodu i tyłu od wcięcia kości promieniowej (wzmacnia więzadło pierścieniowate)

(stabilizuje staw głównie w płaszczyźnie czołowej, dodatkowo wzmacnia więzadło pierścieniowate głowy kości promieniowej i stabilizuje głowę kości promieniowej w prawidłowym ustawieniu, jego brak objawia się niestabilnością boczną stawu łokciowego i niestabilnością głowy kości promieniowej w stawie)

### Więzadło pierścieniowate kości promieniowej (*lig. annularae radii*)

- przyczepy – przedni i tylny brzeg wcięcia promieniowego kości łokciowej

(stabilizuje staw promieniowo-łokciowy bliższy, stanowiąc jednocześnie jego powierzchnię stawową, jego brak lub uszkodzenie objawia się niestabilnością w tym stawie)

## Więzadło czworoboczne (*lig. quadratum*)

- przyczepy – dolny brzeg wcięcia promieniowej kości łokciowej
- odpowiadająca mu część szyjki kości promieniowej
- napięte przy nawracaniu i odwracaniu, luźne w pozycji pośredniej

(stabilizuje staw promieniowo-łokciowy bliższy, napięte przy ustawieniu przedramię w nawróceniu lub odwróceniu, luźne w pozycji pośredniej, jego brak powoduje zmniejszenie stabilności w stawie promieniowo-łokciowym bliższym szczególnie w pełnej probacji lub supinacji)

U dzieci więzadło pierścieniowate kości promieniowej nie jest jeszcze w pełni wykształcone – jest bardziej obszerne i przez to nieco luźniejsze. Jednocześnie głowa kości promieniowej także nie jest w pełni ukształtowana. Zwiększa to możliwość zwichnięcia przy gwałtownym pociąganiu za rękę lub upadku. Dla dzieci w wieku 1-3 lat typowym urazem jest podwichnięcie głowy kości promieniowej. Zwykle wywiad jest typowy – dziecko trzymane za rękę potknęło się i zostało za nią pociągnięte. Od tej pory nie może ruszać kończyną, trzyma ją zgiętą w łokciu, a przedramię jest ustawione w nawróceniu. W tym mechanizmie dochodzi do przemieszczenia, wśliźnięcia się głowy kości promieniowej pod więzadło pierścieniowate. Leczenie polega na nastawieniu podwichnięcia – należy wykonać jednocześnie zgięcie w stawie łokciowym i odwrócenie przedramienia.

Izolowane zwichnięcie głowy kości promieniowej jest niezwykle rzadkim urazem, występującym u nastolatków i wymagającym nastawienia.

Istnieje jeszcze rodzaj zwichnięcia głowy kości promieniowej (czyli zwichnięcia w stawie promieniowo-ramiennym), który towarzyszy złamaniu kości łokciowej. Jest to niezwykle istotne, gdyż przy rozpoznaniu złamania kości łokciowej musimy pamiętać o kontroli stawu łokciowego, aby wykluczyć tego typu zwichnięcie. Złamanie 1/3 bliższej kości łokciowej z towarzyszącym zwichnięciem głowy kości promieniowej nazywamy złamaniem Di Monteggia. Ten rodzaj złamania wymaga anatomicznej repozycji kości łokciowej i nastawienia zwichnięcia głowy kości promieniowej.

Zwichnięcie w stawie łokciowym występuje u dzieci powyżej 10 roku życia. Może mu towarzyszyć złamanie nadkłykcia przyśrodkowego. Dlatego po nastawieniu zwichnięcia należy dokładnie sprawdzić położenie nadkłykcia.

## Mechanika stawu

Staw łokciowy (staw zawiasowy złożony)

=

Staw ramiennie-łokciowy (staw zawiasowy)

+

Staw ramiennie-promieniowy (staw kulisty wolny)

+

Staw promieniowo-łokciowy bliższy (staw obrotowy)

### Isolowany staw ramiennie-łokciowy – staw zawiasowy

Wykonywane ruchy

- zgięcie
- wyprost (z przeprostem do 15°)

### Isolowany staw ramiennie-promieniowy – staw kulisty wolny

Wykonywane ruchy

- zgięcie
- wyprost (z przeprostem)
- odwiedzenie
- przywiedzenie
- rotacja zewnętrzna
- rotacja wewnętrzna
- obwodzenie

### Isolowany staw promieniowo-łokciowy bliższy – staw obrotowy

Wykonywane ruchy

- odwracanie
- nawracanie

(staw ten działa w jednym układzie biomechanicznym ze stawem promieniowo-łokciowym dalszym)

Staw ramiennie-łokciowy jest dominującym elementem stawu łokciowego, ograniczając zakres ruchu w stawie ramiennie-promieniowym.

W związku z powyższym w stawie łokciowym jako całości wykonywane są następujące ruchy:

- zgięcie
- wyprost (z przeprostem do ok. 10°-15°)
- nawracanie i odwracanie (w zespole stawów promieniowo-łokciowego bliższego i promieniowo-łokciowego dalszego, z których drugi nie jest elementem stawu łokciowego!!!)

Pozostałe ruchy w warunkach fizjologicznych są niemożliwe.

Fizjologiczny zakres ruchów w stawie łokciowym najczęściej mieści się w zakresie: zgięcie – prostowanie: 150° – 0° – 10 (15°), nawracanie – odwracanie: 90° – 0° – 90°. Zakres ruchów jest najczęściej wyższy u kobiet.

Spotykana fizjologiczna hypermobilność stawów to nadmierne zwiększenie zakresu ruchów biernych i czynnych, bez towarzyszących chorób tkanki łącznej. Pierwszy zwrócił na nią uwagę żyjący w IV wieku przed naszą erą Hipokrates. Zauważył on, że „Scytowie posiadający większy zakres ruchów w stawach mieli kłopoty w posługiwaniu się oszczepem i łukiem, ale za to jazda konna nie sprawiała im żadnej trudności”. Hypermobilność może ułatwiać wykonywanie zawodu (muzycy, tancerze) lub go utrudniać (atleci).

Patologicznie zwiększony zakres ruchomości występuje w chorobach tkanki łącznej. Jedną z nich jest zespół Marfana, a innym zespół Ehlersa-Danlosa.

Zespół Marfana jest uwarunkowanym genetycznie zaburzeniem w obrębie chromosomu 15, które powoduje powstanie nieprawidłowej fibryliny. Efektem tego jest zaburzenie budowy kości i tkanki łącznej. Charakterystycznymi cechami zespołu Marfana są: wysoki wzrost, długie i wąskie kończyny, wysokie i wąskie podniebienie, długie palce rąk, zwiększony zakres ruchomości w stawach, wada wzroku (najczęściej przemieszczenie soczewki), wady układu krążenia (niedomykalność zastawek, tętniak aorty). Może dojść do powstania deformacji klatki piersiowej, skrzywienia kręgosłupa. Często występują przepukliny spowodowane wiotkością tkanek łącznych.

Zespół Ehlersa-Danlosa jest kolejnym zaburzeniem budowy tkanki łącznej, charakteryzującym się uogólnioną wiotkością. Wada jest spowodowana mutacją genu odpowiedzialnego za produkcję kolagenu. U takich chorych występuje nadmierna ruchomość w stawach. Skóra jest wiotka i rozciągliwa, ma dużą tendencję do tworzenia szerokich i cienkich blizn po zranieniach. Nawet po błahych urazach powstają krwiaki podskórne. Istnieje kilka typów tego zespołu, ale większość chorych cierpi na łagodną postać tej choroby.

## Mięśnie odpowiadające za ruchy czynne w stawie łokciowym

### Zginacze w stawie łokciowym

- mięsień dwugłowy ramienia
- mięsień ramiennie-promieniowy
- mięsień nawrotny obły
- mięsień zginacz promieniowy nadgarstka
- mięsień zginacz łokciowy nadgarstka
- mięsień zginacz powierzchowny palców
- mięsień dłoniowy długi

### Prostowniki w stawie łokciowym

- mięsień trójgłowy ramienia
- mięsień łokciowy

### Nawracacze w zespole stawów promieniowo-łokciowego bliższego i promieniowo-łokciowego dalszego

- mięsień nawrotny obły
- mięsień nawrotny czworoboczny
- mięsień zginacz promieniowy nadgarstka
- mięsień ramiennie-promieniowy (zależnie od położenia nawraca lub odwraca)
- mięsień zginacz powierzchowny palców
- mięsień ramiennie-promieniowy

### Odwracacze w zespole stawów promieniowo-łokciowego bliższego i promieniowo-łokciowego dalszego

- mięsień odwracacz
- mięsień dwugłowy ramienia
- mięsień ramiennie-promieniowy

## Wybrane istotne elementy anatomii topograficznej

### Trójkąt Huetera

Trójkąt równoramienny wyznaczony przez

- szczyt wyrostka łokciowego
- oba nadkłykcie kości ramiennej

Trójkąt Huetera – w zwichnięciach stawu łokciowego ulega odkształceniu, zaś w złamaniu nadkłykciowym nie ulega zmianie.

### Objaw Marksa

W prawidłowym stawie łokciowym

- długa oś kości ramiennej i oś przeprowadzona przez nadkłykcie kości ramiennej tworzą odwróconą literę T.

Przy złamaniach nadkłykciowych układ ten jest zaburzony.

## Połączenia kości przedramienia

### Połączenia kości przedramienia stanowią

- staw promieniowo-łokciowy bliższy (*articulatio radioulnaris proximalis*)
- błona międzykostna przedramienia (*membrana interossea antebrachii*)
- staw promieniowo-łokciowy dalszy (*articulatio radioulnaris distalis*).

### Staw promieniowo-łokciowy bliższy (*articulatio radioulnaris proximalis*)

- opisany powyżej.

### Błona międzykostna przedramienia (*membrana interossea antebrachii*)

Przyczepy:

- rozpięta między brzegami międzykostnymi kości promieniowej i łokciowej
- w części bliższej kończy się silnym pasmem włóknistym, tzw. struną skośną (*chorda obliqua*), która przyczepia się do guzowatości kości łokciowej i nieco poniżej guzowatości kości promieniowej
- najistotniejszy element biomechaniczny to pasma przebiegające od góry i strony promieniowej ku dołowi i stronie łokciowej

Biomechanika połączenia:

- długi zawias dla ruchów obrotowych przedramienia, rozkładający działające tam siły
- w położeniu pośrednim – pełne napięcie włókien

- w położeniu nawrócenia – zmniejszone napięcie, błona pofałdowana
- w położeniu pełnego odwrócenia – maksymalne oddalenie trzonów kości łokciowej i promieniowej, zwiększone napięcie błony i pełne napięcie struny ścięgnowej.

Błona międzykostna przedramienia ma szczególne znaczenie w przenoszeniu sił działających na przedramię przy upadku przy zgiętym stawie łokciowym.

W rzadkich przypadkach błona międzykostna może ulec skostnieniu. Tak dzieje się w genetycznie uwarunkowanej chorobie – wrodzonej łamliwości kości (*osteogenesis imperfecta*). Skostniała błona międzykostna przedramienia jest charakterystyczną cechą typu V tej choroby. W tym typie choroby może też dojść do powstania bujającej, hyperplastycznej kostniny w czasie gojenia złamania lub osteotomii. Skostnienia błony międzykostnej prowadzą do ograniczenia lub zniesienia ruchów pronacji i supinacji.

Istotnym z punktu widzenia biomechaniki stawów jest fakt bezpośredniego współdziałania stawów promieniowo-łokciowego bliższego i dalszego oraz błony międzykostnej przedramienia przy ruchach. Izolowane ruchy są niemożliwe. W związku z powyższym każde złamanie trzonu kości przedramienia z punktu widzenia biomechaniki będzie złamaniem śródstawowym w zespole stawów promieniowo-łokciowych.

Niektóre z mięśni przedramienia mają wpływ na ustawienie odłamów w przypadku złamania kości promieniowej i łokciowej. Wiedza o miejscach przyczepu tych mięśni pozwala na odpowiednie, prawidłowe ustawienie przedramienia, co pomaga utrzymać nastawienie odłamów tych kości.

1. Złamanie w 1/3 bliższej przedramienia. Odłamek bliższy kości promieniowej jest pociągany przez m. odwracacz i ustawia się w odwróceniu. Odłamek dalszy kości promieniowej jest pociągany przez m. nawrotny obły i ustawia się w nawróceniu. Ponieważ mamy wpływ na położenie kości przez ruchomość przedramienia, to celem uzyskania prawidłowego ustawienia odłamów kości promieniowej, należy wykonać odwrócenie przedramienia (supinację).

2. Złamanie w połowie długości przedramienia. Przedramię należy ustawić w pozycji pośredniej, co daje równowagę między działaniem przeciwnych mięśni – m. odwracacz i m. nawrotny czworoboczny.

3. Złamanie w 1/3 dalszej przedramienia. W dalszym odcinku przedramienia działa m. nawrotny czworoboczny, a więc w czasie nastawienia złamania należy ustawić przedramię w nawróceniu (pronacji).

### **Staw promieniowo-łokciowy dalszy (*articulatio radioulnaris distalis*)**

#### Typ stawu

- staw obrotowy

#### Powierzchnie stawowe

- główka – obwód stawowy głowy kości łokciowej (*circumferentia articularis capitis ulnae*)
- panewka – dołek łokciowy kości promieniowej (*incisura ulnaris radii*)
- powierzchnia stawowa uzupełniona przez chrząstkę trójkątną – krążek stawowy (*discus articularis*)

### Mechanika stawu

- staw obrotowy
- ruchy nawracania i odwracania przedramienia (w zespole stawów promieniowo-łokciowych bliższego i dalszego) – opisane powyżej

(całość stawu omówiona przy stawie promieniowo-nadgarstkowym).

### Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.
3. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
4. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
5. Brown D.E., Neumann R.D.: Sekrety Ortopedii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2006.
6. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
7. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
8. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
9. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
10. Lorkowski J., Hładki W.: Przyczynek do ujednoczenia mianownictwa ortopedycznego i anatomicznego. Acta Clin. 2003; 3 (3): 245-50.
11. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
12. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
13. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
14. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
15. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.





# Anatomia kliniczna ręki

Jacek Lorkowski, Marek Trybus

## Ręka jako struktura anatomiczna

Ręka jest jednym z najdoskonalszych wytworów ewolucji człowieka na przestrzeni dziejów świata. Jej podstawowymi funkcjami są ruch i czucie traktowane jako równoważne. Ruch umożliwia niezbędną człowiekowi funkcję chwytłą ręki, umożliwiającą zdobywanie pokarmu i przygotowywanie posiłków, wykonywanie wszelkich czynności zawodowych i pozazawodowych, a także gestykulację służącą niejednokrotnie wyrażaniu swoich uczuć. Bez funkcji czucia ręka stanowiłaby jedynie sprawne, wieloczynnościowe, lecz niekoniecznie precyzyjne urządzenie do wykonywania określonych, narzuconych przez mózg czynności. Nie miałyby ona możliwości dotyku, rozpoznawania trzymanyh przez nią przedmiotów i dostosowania do nich siły chwytu.

Utrata ręki traktowana jest jako ciężkie kalectwo. W przypadku ręki dominującej sięga ono 55%. Ogólnie przyjęte jest, że część promieniowa ręki (promienie I-III) wykorzystywana jest do ruchów precyzyjnych, zaś część łokciowa (promienie IV-V) stabilizuje rękę przy wykonywaniu czynności siłowych.

Anatomicznie ręka składa się z nadgarstka (*carpus*), śródrezcza (*metacarpus*) i palców ręki (*digiti manus*). Topograficznie wyróżniamy dłoń (*palma manus*) i grzbiet ręki (*dorsum manus*). Granicę pomiędzy grzbietem ręki a przedramieniem wyznacza linia łącząca wyrostki rylcowate obu kości przedramienia, natomiast granicę dalszą stanowią głowy kości śródrezcza. Na stronie dłoniowej granicą bliższą jest dalsza linia zgięcia skóry ręki położona na nadgarstku (*rascetta*), zaś granicę dalszą tworzą fałdy międzypalcowe.

Mięśnie kciuka i palca małego uwypuklają na dłoniowej stronie ręki odpowiednio kłęb (*thenar*) i kłębek (*hypothetar*), między którymi znajduje się wgłębienie dłoniowe.

Skóra dłoni jest dość gruba, nieowłosiona, silnie złączona z podłożem dzięki ogromnej liczbie pasm włóknistych łączących skórę z rozciągnem dłoniowym. Pasemka te tworzą liczne przegrody łącznotkankowe wypełnione podskórną tkanką tłuszczową. Jest ona oporna na pociąganie, naciski i obciążenia. Występują na niej typowe bruzdy skórne (cztery typowe: bruzda dłoniowa dalsza, bruzda dłoniowa bliższa, bruzda kłębu kciuka, bruzda III palca). Skóra nadgarstka po stronie zginaczy jest cienka, przesuwalna,

przez co umożliwia ruchy stawów. Ma poprzecznie biegnące, głębokie bruzdy. Zdrowa skóra powinna być lekko wilgotna. Odwrotny przypadek jest ważnym objawem dysfunkcji nerwów (skóra staje się sucha na skutek odnerwienia współczulnego).

## Kości ręki

Szkielet ręki składa się z 27 kości. 19 z nich to kości długie – śródrezcza i palców, zaś pozostałe 8 to wieloboczne kości nadgarstka.

### • Kości nadgarstka (*ossa carpi*)

Ułożone w dwa szeregi: bliższy i dalszy; 8 kości (po 4 w każdym szeregu). Wszystkie posiadają powierzchnie gładkie (stawowe) – pokryte chrząstką stawową oraz powierzchnie chropowate, będące miejscami przyczepu więzadeł i mięśni.

– Szereg bliższy kości nadgarstka stanowią:

#### ▪ Kość łódeczkowata (*os scaphoideum*)

○ największa z kości szeregu bliższego a jej powierzchnia bliższa łączy się stawowo z końcem dalszym kości promieniowej.

○ Kość nadgarstka najczęściej ulega złamaniom (z mechanizmu upadku na rękę w przeproście w stawie promieniowo-nadgarstkowym. Poza typowymi objawami złamania, charakterystyczny jest ból przy ucisku tabakiery anatomicznej (trójkątna przestrzeń ograniczona ścięgnem mięśnia prostownika długiego kciuka od strony przyśrodkowej, ścięgnami mięśni prostownika krótkiego kciuka i odwodziciela długiego kciuka od strony bocznej i obwodową krawędzią kości promieniowej od strony bliższej). Nie zawsze szczelinę złamania uwidacznia celowane badanie rtg na kość łódeczkowatą. U 1/3 osobników unaczynienie kości łódeczkowatej przebiega wyłącznie od jej bieguna obwodowego, więc złamania w jej talii (najwęższym miejscu) prowadzić u nich mogą do martwicy części bliższej.

#### ▪ Kość księżycowata (*os lunatum*)

○ powierzchnia bliższa tej kości łączy się z końcem dalszym kości promieniowej.

○ Naczynia odżywcze tej kości biegną w obrębie przedniego i tylnego więzadła łączącego ją z kością promieniową. Najczęstsze pełne zwichnięcia przednie tej kości doprowadzają do zerwania jednego lub obu więzadeł. W tym drugim przypadku istnieje realne niebezpieczeństwo powstania jałowej martwicy kości księżycowatej.

#### ▪ Kość trójgraniasta (*os triquetrum*)

#### ▪ Kość grochowata (*os pisiforme*)

○ najmniejsza kość nadgarstka.

– Szereg dalszy (od strony promieniowej ku łokciowej) stanowią:

- Kość czworoboczna większa (*os trapezium*)
- Kość czworoboczna mniejsza (*os trapezoideum*)
  - najmniejsza kość szeregu dalszego
- Kość główkowata (*os capitatum*)
  - największa kość nadgarstka, której górna, zaokrąglona część tworzy głowę spoczywającą we wgłębieniu, utworzonym przez kość księżycową i łódeczkową.
- Kość haczykowata (*os hamatum*)

Oba rzędy kości nadgarstka ułożone są na kształt romańskiego łuku architektonicznego wzmacniającego znacznie wytrzymałość tej okolicy na naprężenia i urazy.

Łuk ten tworzy dno i brzegi kanału nadgarstka, który zamknięty jest od strony dłoniowej mocnym więzadłem poprzecznym spinającym zewnętrzne krawędzie obu rzędów kości nadgarstka.

#### • Kości śródrecza:

- Wszystkie 5 kości śródrecza zbudowane z podstawy (końca bliższego), trzonu i głowy (końca dalszego).
  - Trzon – kształt graniastosłupa trójściennego, w którym jedna ze ścian stanowi powierzchnię grzbietową, zaś dwie pozostałe: promieniowa i łokciowa zwrócone są dłoniowo. Powierzchnię grzbietową pokrywają prostowniki palców, natomiast do powierzchni łokciowej i promieniowej przyczepiają się mięśnie międzykostne.
  - Koniec bliższy łączy się stawowo z kośćmi dalszego szeregu nadgarstka.
  - Koniec dalszy – kształt kulisty, tworzy głowę, której powierzchnie boczne są miejscem przyczepu więzadła pobocznego stawu śródrečno-paliczkowego. Głowa kości śródrecza łączy się stawowo z paliczkiem bliższym.
- Pod względem czynnościowym, wyróżnić można dwie części składowe układu kostno-stawowego nadgarstka i śródrecza.
  - część stabilna ręki, na którą składa się II i III kość śródrecza połączone stawami o nieznacznej jedynie ruchomości z kością czworoboczną większą, czworoboczną mniejszą i główkowatą.
  - części ruchome ręki, czyli o dużym zakresie ruchów I kość śródrecza i o znacznie mniejszym zakresie – IV i V kość śródrecza, do pewnego stopnia mogące wręcz okalać swym ruchem stabilną część ręki.

#### • Kości palców ręki (paliczki kostne):

Pierwszy palec od strony promieniowej (kciuk) składa się z dwóch paliczków, pozostałe z trzech.

- Paliczki podstawne i środkowe zbudowane z:
  - końca bliższego (podstawy)
  - trzonu
  - końca dalszego (główki)
- Paliczki dalsze zakończone są guzowatością paliczka dalszego o płaskiej, półksiężycowatej powierzchni.

Długość paliczków zmniejsza się ku obwodowi palców. Paliczki podstawne są najdłuższe, paliczki środkowe – krótsze, paliczki obwodowe jeszcze krótsze. Powoduje to, że podczas wykonywania ruchu zgięcia w stawach śródrečno-palcowych i międzypaliczkowych ręka „zamyka się” zgodnie z ciągiem Fibonacciego tworząc idealną spiralę zbliżoną do przekroju muszli.

### Więzadła stawów ręki

- Więzadła stawu promieniowo-nadgarstkowego:
 

Najsilniejsze więzadła biegną od kości promieniowej do nadgarstka. Przede wszystkim one przenoszą ruchy obrotowe z przedramienia na rękę.

  - Więzadło poboczne promieniowe nadgarstka (*ligamentum collaterale carpi radiale*):
    - mocne i krótkie więzadło, przyczepia się do wyrostka rylcowatego kości promieniowej i do kości łódeczkowatej
    - hamuje ruchy odwodzenia łokciowej ręki
  - Więzadło poboczne łokciowe nadgarstka (*ligamentum collaterale carpi ulnare*):
    - biegnie od wyrostka rylcowatego kości łokciowej do kości grochowatej i kości trójgraniastej
    - hamuje ruchy odwodzenia promieniowego ręki
  - Więzadło dłoniowe promieniowo-nadgarstkowe (*ligamentum radiocarpeum palmare*):
    - szerokie i mocne, biegnie od wyrostka rylcowatego i brzegu dłoniowego powierzchni stawowej nadgarstkowej kości promieniowej do kości łódeczkowatej, księżycowatej, trójgraniastej i główkowej
    - napina się przy zgięciu grzbietowym i odwracaniu ręki
  - Więzadło grzbietowe promieniowo-nadgarstkowe (*ligamentum radiocarpeum dorsale*):
    - przyczepia się do brzegu grzbietowego powierzchni stawowej nadgarstkowej kości promieniowej i do kości szeregu bliższego nadgarstka. Stanowi je kilka pasm więzadłowych
    - napina się przy nawracaniu i zgięciu dłoniowym
  - Więzadło łukowate dłoniowe nadgarstka (*ligamentum arcuatum carpi palmare*):

- powstaje w efekcie częściowego wymieszania włókien więzadła dłoniowego promieniowo-nadgarstkowego z włóknami więzadła dłoniowego łokciowo-nadgarstkowego. Leży ono wzdłuż głowy kości główkowej i kości księżycowej
- hamuje zgięcie grzbietowe
- Więzadło łukowate grzbietowe nadgarstka (*ligamentum arcuatum carpi dorsale*):
  - nie przyczepia się do kości przedramienia, biegnie od kości łódeczkowej do kości trójgraniastej omijając kość księżycową.
  - napina się przy zgięciu dłoniowym i odwodzeniu.
  - (powinno być zaliczone do kolejnej grupy więzadeł, ze względu na punkty przyczepu; zostało wymienione w tej grupie poprzez analogię do więzadła łukowatego dłoniowego nadgarstka)
- Więzadła stawu śródnadgarstkowego i stawów międzynadgarstkowych:
  - Więzadła międzynadgarstkowe dłoniowe:
    - więzadła krótkie i płaskie
    - przeważnie mają przebieg poprzeczny
    - część spośród nich rozchodzi się promieniście od kości główkowej do kości leżących w jej otoczeniu i nazwane zostały więzadłem promienistym nadgarstka.
    - włókna tego więzadła współtworzą z kością czworoboczną większą kanał kostno-włóknisty, w którym przebiega ścięgno zginacza promieniowego nadgarstka.
  - Więzadła międzynadgarstkowe grzbietowe:
    - silne, skośne bądź poprzeczne pasma łączące ze sobą poszczególne kości, zwane więzadłem łukowatym grzbietowym (jest opisane w poprzedniej grupie więzadeł).
  - Więzadła międzykostne.
- Więzadła stawów nadgarstkowo-śródręcznych i międzyśródręcznych:
  - Więzadła nadgarstkowo-śródręczne dłoniowe i grzbietowe
    - Miejscem przyczepu są: szereg dalszy kości nadgarstka i podstawy kości śródręcza II-V. Pomiędzy podstawą III i IV kości śródręcza, kością haczykową i kością główkową biegnie więzadło nadgarstkowo-śródręczne międzykostne.
  - Więzadła śródręczne dłoniowe, grzbietowe i międzykostne:
    - Po stronie grzbietowej znajdują się cztery więzadła, po stronie dłoniowej natomiast trzy (brak więzadła między I a II kością śródręcza). Dodatkowo, trzy więzadła mieszczą się w głębi stawów. Wzmacniają one torebki stawów międzyśródręcznych.

- Troczek zginaczy (Więzadło poprzeczne nadgarstka):
  - Jest rozpięty pomiędzy wyniosłością łokciową a wyniosłością promieniową nadgarstka. Razem z bruzdą nadgarstka współtworzy kanał nadgarstka. Wyniosłość promieniowa nadgarstka jest utworzona przez guzek kości łódeczkowatej oraz guzek kości czworobocznej większej, natomiast wyniosłość łokciowa nadgarstka składa się z kości grochowatej i haczyka kości haczykowatej.

Spśród wielu omówionych powyżej więzadeł, największe znaczenie kliniczne mają więzadła poboczne stawów międzypaliczkowych i śródręczno-palcowych. Ich urazowe przerwanie prowadzić może do znacznego ograniczenia funkcji ręki. Z więzadeł pobocznych stawów międzypaliczkowych dotyczy to szczególnie więzadła pobocznego promieniowego stawu międzypaliczkowego bliższego wskaźciela. Zerwanie tego więzadła uniemożliwia wykonanie sprawnego chwytu szczypcowego pomiędzy kciukiem a wskaźcielowym.

Najważniejszym więzadłem pobocznym stawów śródręczno-palcowych jest więzadło poboczne łokciowe stawu śródręczno-palcowego kciuka. Przerwanie go w typowym tzw. „urazie narciarskim” powoduje brak możliwości wykonania mocnego chwytu szczypcowego pomiędzy kciukiem a wskaźcielowym.

## Mięśnie ręki

### Mięśnie zewnętrzne ręki:

Mają brzusce na przedramieniu, natomiast przyczepy końcowe ścięgien w obrębie ręki.

Dzielimy je na:

- Zginacze (umiejscowione na dłoniowej stronie przedramienia):
  - Zginacz kciuka długi (*musculus flexor pollicis longus*):
    - przyczepia się u podstawy paliczka dalszego kciuka.
    - uwypukla skórę w trakcie zgięcia paliczka dalszego.
    - unerwienie: nerw międzykostny przedni, gałąź od nerwu pośrodkowego (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>, Th<sub>1</sub>).
  - Zginacz palców głęboki (*musculus flexor digitorum profundus*):
    - ścięgna tego mięśnia przyczepiają się u podstawy palców dalszych palców II-V. Mięsień ten umożliwia zginanie palców w stawie międzypaliczkowym dalszym (DIP), przy unieruchomieniu w stawie międzypaliczkowym bliższym (PIP). Ścięgna mięśnia zginacza głębokiego palców od wysokości głów kości śródręcza do dalszej ½ środkowych palców znajdują się w pochewce włóknistej, w skład której wchodzi układ więzadeł obrączkowych (A) i krzyżowych (C). Są to odpowiednio od strony proksymalnej w kierunku dystalnym więzadła A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>. Istnienie tych więzadeł jest niezbędne dla prawidłowego, pełnego zakresu ruchów palców.

- unerwienie: nerw łokciowy i nerw pośrodkowy (gałąź międzykostna przednia; C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>, Th<sub>1</sub>); łokciowa część mięśnia wysyłająca ścięgna do III-V palca jest unerwiona głównie przez nerw łokciowy, choć otrzymuje również włókna z nerwu pośrodkowego; promieniowa część mięśnia, przeznaczona dla palca II jest zaopatrywana wyłącznie przez nerw pośrodkowy.
- Zginacz palców powierzchowny (*musculus flexor digitorum superficialis*):
  - przyczepy ścięgien tego mięśnia dochodzą do paliczków środkowych. Ścięgna zginaczy głębokich palców III, IV i V mają wspólny brzusiec, dlatego właśnie niezależne zginanie jednego z nich przy unieruchomieniu pozostałych dowodzi istnienia nieuszkodzonego zginacza palców powierzchownego. Jego działanie dla każdego palca opiera się na zginaniu w stawie PIP (przy unieruchomieniu w wyproście pozostałych palców, dzięki czemu wyklucza się działanie zginacza palców głębokiego).
  - unerwienie: nerw pośrodkowy (C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>, Th<sub>1</sub>).
- Zginacz nadgarstka promieniowy (*musculus flexor carpi radialis*):
  - dystalny przyczep znajduje się na dłoniowej powierzchni II kości śródreżca. Uwypukła się w trakcie zginania nadgarstka. Mięsień ten jest zginaczem i odwodzicielem w stawie promieniowo-nadgarstkowym.
  - unerwienie: gałąź nerwu pośrodkowego (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>).
- Mięsień dłoniowy długi (*musculus palmaris longus*):
  - przyczepia się do powięzi dłoniowej, położone jest centralnie pomiędzy ścięgnami dwóch w/w mięśni. Uwidacznia się przy ruchu zginania nadgarstka i jednoczesnego przeciwstawiania palca I palcu V. Mięsień ten jest zginaczem w stawie promieniowo-nadgarstkowym oraz odpowiada za napięcie rozciągniętego dłoniowego.
  - unerwienie: nerw pośrodkowy (C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub>).

#### Choroba Dupuytrena

Charakteryzuje się ona powolnym przerostem pasm rozciągniętego dłoniowego z następowym ich obkurczaniem, co prowadzi do postępującego z upływem czasu przykurczu zgięciowego palców. Pierwsze jej objawy pojawiają się zazwyczaj w piątej, szóstej dekadzie życia. Dotyczy ona przeważnie mężczyzn, którzy zapadają na nią 10 x częściej niż kobiety. Zwykle choroba ta przebiega powoli, jednak gdy pierwsze jej objawy pojawiają się u ludzi w młodszym wieku (nawet w trzeciej dekadzie życia) jej przebieg jest szybszy, co prowadzi niekiedy do znacznego ograniczenia funkcji ręki.

Etiologia choroby Dupuytrena nie jest do końca wyjaśniona, lecz najczęściej przyjmuje się, że ma ona podłoże genetyczne w postaci genu dominującego o niepełnej penetracji i ekspresji. Znana już była we wczesnym średniowieczu u plemion celtyckich i wraz

z ekspansją Wikingów rozprzestrzeniła się w Europie i na wschodnim wybrzeżu Ameryki Północnej.

Zazwyczaj pierwotnie przewlekły charakter choroby i powolne, trwające latami narastanie przykurczu palców umożliwia chorym pewną adaptację do zmienionych warunków czynnościowych ręki. Chorzy zgłaszają się więc do leczenia dosyć późno, często z przykurczem znacznego stopnia. Podstawowym sposobem leczenia choroby Dupuytrena jest leczenie operacyjne. Polega ono na wycięciu przerosłych pasm rozciągnięta i uwolnieniu przykurczu palców. Operacje wykonywane są najczęściej w znieczuleniu miejscowym. W okresie pooperacyjnym sztywne unieruchomienie ręki utrzymywane jest jedynie do czasu wygojenia rany, aby zapobiec szybko postępującemu zeszytwnieniu stawów śródrečno-palcowych i międzypaliczkowych.

- Zginacz nadgarstka łokciowy (*musculus flexor carpi ulnaris*):
  - jego dystalny przyczep znajduje się na kości grochowatej, jest wyczuwalny przy zgięciu nadgarstka. Mięsień ten jest zginaczem i przywodzicielem w stawie promieniowo-nadgarstkowym.
  - unerwienie: nerw łokciowy (C<sub>8</sub>, Th<sub>1</sub>).

#### – Strefy mięśni zginaczy

Stosunki anatomiczne ścięgien zginaczy zmieniają się w istotny czynnościowo sposób w zależności od położenia, tj. od odległości od przyczepu dystalnego zginacza.

Wyróżniono w związku z powyższym 5 podstawowych stref:

- Strefa I sięga od przyczepu ścięgna zginacza głębokiego palców do przyczepu ścięgna zginacza powierzchownego palców.
- Strefa II rozciąga się od przyczepu ścięgna zginacza powierzchownego do początku pierwszego troczka, czyli do początku pochewki włóknistej (jest to tzw. „ziemia niczyja” – „no man’s land”). Dzieli się ona na 2 części: II A odcinek, w którym ścięgno zginacza głębokiego przechodzi przez rozdwojony zginacz powierzchowny oraz części II B, gdzie ścięgna głębokiego zginacza palców i powierzchownego zginacza palców biegną nad sobą.
- Strefa III to pole mięśni glistowatych lub śródrečna i rozpoczyna się ono obwodowo od troczka zginaczy i sięga do początku pochewki włóknistej.
- Strefa IV obejmuje kanał nadgarstka – w ciasnej przestrzeni są tu zgrupowane wszystkie ścięgna zginaczy i nerw promieniowy.
- Strefa V to obszar powyżej troczka zginaczy.

- Prostowniki (brzuśce położone są po grzbietowej stronie przedramienia):



- Aparat wyprostny palców podobnie jak zgięciowy zmienia swoje własności biomechaniczne w zależności od odległości od przyczepu dystalnego. Wyróżniono w nim 5 podstawowych stref. Są to:
  - Strefa I – od ½ dalszej paliczka środkowego palca do przyczepu końcowych pasm aparatu wyprostnego  
Uszkodzenie na tej wysokości powoduje ustawienie paliczka obwodowego w zgięciu (przewaga zgninacza głębokiego) i powstanie zniekształcenia zwanego „palcem młoteczkowatym”.
  - Strefa II – obejmuje połowę paliczka środkowego  
Uszkodzenie (przecięcie bądź oderwanie) przyczepu pasma centralnego (końcowego odcinka ścięgna prostownika palca) pierwotnie może być nierozpoznane. Z czasem powstaje zniekształcenie zwane „palcem butonierkowatym”.
  - Strefa III – to przestrzeń nad paliczką podstawnym i stawem śródrečno-paliczkowym
  - Strefa IV – to obszar obejmujący okolicę grzbietową śródrecza  
Na tej wysokości istnieją połączenia międzyścięgniste umożliwiające wyprost palca nawet w przypadku całkowitego uszkodzenia jednego ze ścięgien.
  - Strefa V – to przestrzeń pod troczkiem prostowników

#### Przedziały prostowników

- Pierwszy przedział prostowników:

Ścięgna poniższych mięśni uwypuklają się przy odwodzeniu kciuka.

- ◆ Odwodziciel kciuka długi (*musculus abductor pollicis longus*): przyczepia się u podstawy I kości śródrecza  
Unerwienie: gałąź głęboka nerwu promieniowego (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>).

- ◆ Prostownik kciuka krótki (*musculus extensor pollicis brevis*): przyczepia się u podstawy paliczka bliższego kciuka.

Unerwienie: jw.

- Drugi przedział prostowników:

Ścięgna można wymacać przy przeproście zaciśniętej w pięść dłoni.

- ◆ Prostownik nadgarstka promieniowy długi (*musculus extensor carpi radialis longus*): przyczep u podstawy wskaziciela.

Unerwienie: nerw promieniowy (C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>).

- ◆ Prostownik nadgarstka promieniowy krótki (*musculus extensor carpi radialis brevis*): przyczep u podstawy środkowych kości śródrecza.

Unerwienie: jw.

- Trzeci przedział prostowników:

Ścięgno uwidacznia się przy unoszeniu kciuka z pozycji, w której ręka spoczywa płasko na stole.

- ◆ Prostownik kciuka długi (*musculus extensor pollicis longus*): przebiega dookoła guzka Listera kości promieniowej, przyczepia się u podstawy paliczka dalszego kciuka.

Unerwienie: gałąź głęboka nerwu promieniowego (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>).

○ Czwarty przedział prostowników:

Zawiera ścięgna mięśni prostujących palce II-V w stawach śródrečno-palczkowych (MCP).

- ◆ Prostownik palców (*musculus extensor digitorum*): uwypukła się przy prostowaniu palców, przyczepia się do podstaw palczków bliższych palców II-V, gdzie przechodzi w rozciągnięto grzbietowe palców, dochodzące do ich palczków dalszych.

Unerwienie: gałąź głęboka nerwu promieniowego (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>).

- ◆ Prostownik wskaziciela (*musculus extensor indicis*): uwidacznia się w trakcie prostowania wskaziciela przy pozostałych palcach zwiniętych w pięść. W końcowym przebiegu wchodzi w skład rozciągnięto grzbietowego wskaziciela po połączeniu z jego częścią od prostownika palców

Unerwienie: jw.

○ Piąty przedział prostowników:

- ◆ Prostownik palca małego (*musculus extensor digiti minimi*): prostuje V palec w stawie MCP, uwypukła się przy ruchu prostowania tego palca, gdy pozostałe są zwinięte w pięść. W końcowym przebiegu dochodzi do podstawy paliczka bliższego palca V, przechodzi w jego rozciągnięto grzbietowe dochodzące do paliczka dalszego.

Unerwienie: gałąź głęboka nerwu promieniowego (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>).

○ Szósty przedział prostowników:

- ◆ Prostownik łokciowy nadgarstka (*musculus extensor carpi ulnaris*): przyczepia się u podstawy V kości śródrečna, ścięgno można wymacać obwodowo od głowy kości łokciowej przy jednoczesnych ruchach wyprostu i odwodzenia nadgarstka w stronę łokciową.

Kończy się przyczepem do podstawy V kości śródreżca po stronie grzbietowej

Unerwienie: gałąź głęboka nerwu promieniowego (C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>).

- Strefa VI – jest to obszar proksymalnie w stosunku do troczka prostowników.

### Mięśnie wewnętrzne ręki:

Mają obydwa przyczepy (początkowy i końcowy) w obrębie ręki. Leżą na stronie dłoniowej śródreżca, a także między kośćmi śródreżca. Granicę pomiędzy grzbietem ręki a przedramieniem wyznacza umowna linia przeprowadzona przez wyrostki rylcowate kości: promieniowej i łokciowej. Granicę dalszą stanowią głowy kości śródreżca. Mięśnie dłoni, w liczbie 19, dzielą się na trzy grupy:

- Mięśnie kłębku (*thenar*); wyniosłości promieniowej ręki:

Do kciuka przyczepiają się: cztery mięśnie kłębku, cztery mięśnie dochodzące z przedramienia i jeden mięsień międzykostny.

– Odwodziciel krótki kciuka (*musculus abductor pollicis brevis*):

- jego funkcją jest odwodzenie i przeciwstawianie (staw nadgarstkowo-śródręczny kciuka), zginanie (staw śródręczno-paliczkowy), prostowanie (staw międzypaliczkowy, działa poprzez rozciągnięto dłoniowe).

- Unerwienie: nerw pośrodkowy.

– Zginacz krótki kciuka (*musculus flexor pollicis brevis*):

- jego czynność to: odwodzenie, przywodzenie i przeciwstawianie (staw nadgarstkowo-śródręczny), zginanie (staw śródręczno-paliczkowy). Na mięsień ten składają się dwie głowy: głęboka i powierzchowna.

- Unerwienie: głowa głęboka – gałąź głęboka nerwu łokciowego; głowa powierzchowna – nerw pośrodkowy.

– Przeciwstawiacz kciuka (*musculus opponens pollicis*):

- przeciwstawia i przywodzi.

- Unerwienie: gałęzie nerwu pośrodkowego.

– Przywodziciel kciuka (*musculus adductor pollicis*):

- jego działanie sprowadza się do ruchów: odwodzenia i przeciwstawiania (staw nadgarstkowo-śródręczny), a także zginania (staw śródręczno-paliczkowy). Posiada 2 głowy: skośną i poprzeczną.

- Unerwienie: gałąź głęboka nerwu łokciowego.

- Mięśnie kłębika (*hypothenar*) wyniosłości łokciowej ręki:

– Mięsień dłoniowy krótki (*musculus palmaris brevis*):

- jest skórny mięśniami szczątkowym. Marszczy skórę wyniosłości palca małego.
- Odwodziciel palca małego (*musculus abductor digiti minimi*):
  - jego funkcją jest zginanie i odwodzenie V palca (staw śródrečno-paliczkowy), a także prostowanie (staw międzypaliczkowy).
- Zginacz krótki palca małego (*musculus flexor digiti minimi brevis*):
  - jego czynność opiera się na zginaniu palca V (staw śródrečno-paliczkowy).
- Przeciwwstawiacz palca małego (*musculus opponens digiti minimi*):
  - jego funkcją jest zmiana płaszczyzny położenia V kości śródrečna w stosunku do płaszczyzny pozostałych kości.
  - Unerwienie: mięśnie kłębika unerwione są przez gałęzie nerwu łokciowego. Wszystkie przez gałąź głęboką, z wyjątkiem mięśnia dłoniowego krótkiego, który jest zaopatrzony przez gałąź powierzchowną.
- Mięśnie środkowe ręki:
  - Mięśnie glistowate (*musculi lumbricales*) (4):
    - położone są między ścięgnami zginaczy głębokich palców. Ich funkcją jest zginanie palców II, III, IV i V (stawy śródrečno-paliczkowe), a także prostowanie palców wspólnie z mięśniami międzykostnymi (stawy międzypaliczkowe bliższe i dalsze).
    - Unerwienie: mięśnie glistowate I i II unerwia nerw pośrodkowy, zaś III i IV gałąź głęboka nerwu łokciowego.
  - Mięśnie międzykostne (*musculi interossei*):
    - dzielą się na mięśnie dłoniowe (3) i grzbietowe (4). Mięśnie międzykostne grzbietowe odwodzą palce (stawy śródrečno-paliczkowe), natomiast dłoniowe przywodzą palce II, IV i V. Obie grupy odpowiadają za zginanie (staw śródrečno-paliczkowy) i prostowanie (stawy międzypaliczkowe bliższe i dalsze).
    - Unerwienie: gałąź głęboka nerwu łokciowego.

## Unerwienie ręki

Rękę zaopatrują trzy nerwy, wszystkie przebiegające w obrębie przedramienia. Kontrolują one czynność nadgarstka i palców.

### • Nerw pośrodkowy

W dystalnej części przedramienia nerw biegnie bliżej powierzchni, między ścięgnem mięśnia zginacza promieniowego nadgarstka a ścięgnem mięśnia dłoniowego długiego. Przechodzi przez kanał nadgarstka pod trocz-

kiem zginaczy na dłoń i dzieli się na trzy końcowe gałęzie: nerwy dłoniowe wspólne palców.

Bardzo ważną z punktu widzenia klinicznego jest gałązka ruchowa nerwu biegnąca do kłębu kciuka. Jej położenie wyznacza się na wysokości szczytu opuszki III palca zgiętego w kierunku kłębu kciuka.

#### Zespół cieśni nadgarstka

Jest to choroba, w której dochodzi do uciśnięcia nerwu pośrodkowego w jego przebiegu wzdłuż kanału nadgarstka – anatomicznej przestrzeni ograniczonej kośćmi nadgarstka, tworzącymi sztywny łuk poprzeczny ręki i mocnym więzadłem poprzecznym nadgarstka stanowiącym ścięgno tego łuku. Z chwilą wzrostu ciśnienia w obrębie kanału nadgarstka dochodzi do ucisku nerwu pośrodkowego i wyzwolenia typowych objawów chorobowych, do których należą bóle i drętwienie kciuka, palca II, III i promieniowej powierzchni palca IV unerwionych czuciowo przez nerw pośrodkowy. Charakterystyczną cechą zespołu cieśni kanału nadgarstka jest nasilenie się powyższych dolegliwości w godzinach nocnych. W przypadkach długo trwającej choroby dołączają się również objawy uszkodzenia gałązki ruchowej nerwu pośrodkowego w postaci zaniku mięśni kłębu kciuka.

Najczęstszą (ponad 90% przypadków) przyczyną ucisku nerwu jest idiopatyczny przerost więzadła poprzecznego nadgarstka. Znacznie rzadziej do ucisku nerwu dochodzi przez przemieszczone urazowo kości nadgarstka lub ich odłamy, jak też przemieszczone odłamy złamanej w miejscu typowym kości promieniowej. Wzrost ciśnienia w obrębie kanału nadgarstka doprowadzający do wyzwolenia objawów zespołu uciskowego nerwu pośrodkowego spowodowany być może również rozprężającym wzrostem guzów łagodnych i złośliwych, gromadzeniem np. mukopolisacharydów w tej okolicy, a także gromadzeniem płynów ustrojowych.

Choroba przeważnie dotyczy kobiet w średnim wieku, mężczyźni zapadają na nią 10 x rzadziej.

Zespół cieśni kanału nadgarstka rozpoznawany jest na podstawie wywiadu uzupełnionego badaniem klinicznym (wraz z testem Tinnela i objawem Phalena). Niezbędnym potwierdzeniem rozpoznania klinicznego jest wykonanie badania EMG. Poza nielicznymi przypadkami chorobowymi, w których wyrównanie poziomu hormonów np. tarczycy lub wyrównanie gospodarki wodno-elektrolitowej usuwa przyczynę ucisku nerwu i likwiduje objawy zespołu cieśni nadgarstka, w przeważającej większości przypadków konieczne jest leczenie operacyjne polegające na przecięciu więzadła poprzecznego nadgarstka i uwolnieniu nerwu pośrodkowego. Zabieg operacyjny wykonywany jest zwykle w znieczuleniu przewodowym na wysokości nadgarstka, z odsłonięciem więzadła poprzecznego. W nielicznych ośrodkach wykonywany jest on metodą endoskopową. Pooperacyjne unieruchomienie nadgarstka utrzymywane jest jedynie do czasu wygojenia rany.

#### • Nerw łokciowy:

Biegnie ku dołowi pomiędzy mięśniem zginaczem głębokim palców, a mięśniem zginaczem łokciowym nadgarstka, bocznie od niego biegnie tętnica łokciowa wraz z towarzyszącymi żyłami. W dystalnej części przedramienia nerw ten oddaje gałąź grzbietową ręki i gałąź dłoniową ręki. Przedłużenie pnia nerwu łokciowego wnika przez kanał Guyona (utworzony przez haczyk kości haczykowatej, kość grochową i więzadło poprzeczne

nadgarstka) w rękę (towarzyszy mu tętnica łokciowa) i dzieli się na gałąź powierzchowną i głęboką.

Gałązki czuciowe dzielą się obwodowo od haczyka kości haczykowatej zaopatrując palec V i odłokciową część palca IV. Gałązka grzbietowa skórna przechodzi na grzbietową powierzchnię ręki obwodowo od wyrostka łokciowego. Zaopatruje ona grzbietową powierzchnię ręki nad IV i V kością śródreżca, grzbietową powierzchnię V palca oraz grzbietowo-łokciową palca IV.

- **Nerw promieniowy:**

Na wysokości główki kości ramiennej nerw dzieli się na dwie gałęzie: głęboką i powierzchowną.

- **Gałąź głęboka:**

- na przedramieniu zawija się spiralnie na szyjce kości promieniowej. Tu gałąź ta przebija mięsień odwracacz, najpierw biegnie w warstwie głębokiej tego mięśnia, następnie pomiędzy warstwą głęboką a powierzchowną. Na tylnej części przedramienia dzieli się na kilka gałęzi mięśniowych oraz oddaje nerw międzykostny tylny przedramienia.

- **Gałąź powierzchowna:**

- Cieńsza od gałęzi głębokiej, zawiera głównie komponent czuciowy. W dystalnej trzeciej części przedramienia gałąź powierzchowna kieruje się do boku i ku tyłowi od tętnicy promieniowej. Wchodzi pod ścięgno mięśnia ramiennie-promieniowego owijając się dookoła kości promieniowej. Przechodzi na tylną stronę przedramienia i łączy się z nerwem skórnym bocznym przedramienia. Dzieli się na kilka gałązek, nerwy grzbietowe palców.
- Nie zaopatruje żadnych mięśni wewnętrznych ręki. Czuciowo unerwia odpowiednio  $\frac{3}{4}$  grzbietu ręki i grzbiet palca I, II, III i odpromieniowo IV do wysokości stawu PIP.

Najczęściej opisywane wybrane objawy i testy różnicujące występowanie uszkodzenia nerwów kończyny kończyny górnej wolnej:

- Ręka opadająca – przy porażeniu nerwu promieniowego.
- Ręka błogosławiąca – przy porażeniu nerwu pośrodkowego.
- Ręka szponiasta – przy porażeniu nerwu łokciowego.
- Test Phalena – test zginania w stawie promieniowo-nadgarstkowym – w przypadku zespołu kanału nadgarstka (zespół uciskowy nerwu pośrodkowego) zgięcie w stawie promieniowo-nadgarstkowym na okres około 1 min powoduje narastanie dolegliwości bólowych ręki.
- Objaw Tinela – opukiwanie nerwu pośrodkowego na wysokości kanału nadgarstka powoduje narastanie dyskomfortu i dolegliwości bólowych u osoby z zespołem kanału nadgarstka.

- Objaw Fromenta – wypadnięcie funkcji unerwionego przez nerw łokciowy mięśnia przywodziciela kciuka, zastąpienie przywodzenia kciuka ruchem zgięcia w stawie międzypaliczkowym kciuka (dodatni objaw Fromenta).

## Krażenie

- Unaczynienie tętnicze

Ręka jest zaopatrywana głównie przez dwie tętnice: łokciową i promieniową. Łączą się one systemem łuków tętniczych (krażenie oboczne).

– Powierzchnia dłoniowa:

- Sieć dłoniowa nadgarstka – znajduje się bezpośrednio na powierzchni dłoniowej stawów nadgarstkowych. W tworzeniu biorą udział:
  - gałąź końcowa tętnicy międzykostnej przedniej od tętnicy międzykostnej wspólnej – gałęzi tętnicy łokciowej
  - gałąź dłoniowa nadgarstka tętnicy promieniowej
  - gałąź dłoniowa nadgarstka tętnicy łokciowej
  - gałęzie wsteczne łuku dłoniowego głębokiego
- Łuk dłoniowy powierzchowny – połączenie końcowego odcinka tętnicy łokciowej i gałęzi powierzchownej tętnicy promieniowej. Leży na ścięgnach mięśnia zginacza powierzchownego palców pod rozścięgnem dłoniowym. Oddaje gałęzie do skóry, tkanki podskórnej i trzy tętnice dłoniowe wspólne palców. Te ostatnie na wysokości stawów śródrečno-paliczkowych rozdwiają się na tętnice dłoniowe właściwe palców, zaopatrując zwrócone ku sobie brzegi dłoniowe palców II-V.
- Łuk dłoniowy głęboki – powstaje z połączenia końcowego odcinka tętnicy promieniowej i gałęzi dłoniowej głębokiej tętnicy łokciowej. Położony jest na podstawach kości śródrečna i mięśniach międzykostnych, pod ścięgnami zginaczy palców i przywodzicielem kciuka. Oddaje gałęzie do sieci dłoniowej nadgarstka oraz trzy tętnice dłoniowe śródrečna II, III, IV.

– Powierzchnia grzbietowa:

Z sieci grzbietowej nadgarstka odchodzą tętnice grzbietowe śródrečna II-IV, następnie dzielą się one na tętnice grzbietowe palców. Wyczerpują się one już na paliczkach bliższych. Stronę grzbietową kciuka zaopatruje tętnica grzbietowa I śródrečna, która odchodzi bezpośrednio od tętnicy promieniowej.

- Żyły powierzchowne kończyny górnej:

Kończyna górna ma dwa układy żyłne – jeden powierzchowny, drugi głęboki. Powierzchnowy stanowi główną drogę żylną u zarodka, głęboki rozwija się później. Obydwa układy połączone są między sobą licznymi żyłami przesywającymi.

- Na palcach nie odróżnia się układu żylnego głębokiego. Żyły wytwarzają:
  - Sieć żylną dłoniową rozpoczynającą się splotem żylnym opuszkowym i zbierającą się po obu stronach palca w pojedyncze pnie, tzw. żyły międzygłowowe, które uchodzą do łuków żylnych grzbietowych palców lub do żył grzbietowych śródreęcza. U nasady każdego palca z wyjątkiem kciuka, po stronie dłoniowej, z tej sieci powstaje poprzeczny łuk żylny dłoniowy palca, który łączy się z sąsiednim, tworząc żyłę międzypalcową.
  - Sieć żylną grzbietową powstającą pod paznokciem ze splotu podpaznokciowego. Pośrodku paliczka bliższego żyłki łączą się w łuk żylny grzbietowy palca, który odprowadza krew do sieci grzbietowej dłoni.
- Na dłoni wyróżniamy żyły grzbietu ręki i żyły dłoni. Z miejsca połączenia sąsiednich łuków grzbietowych palców powstają żyły grzbietowe śródreęcza (4), do których uchodzą żyły międzygłowe strony dłoniowej. Żyły te uchodzą następnie do łuku żylnego grzbietowego śródreęcza. Z obu końców łuku odchodzą: żyła odpromieniowa kciuka i żyła odłokciowa palca małego.
- Żyła odpromieniowa (*vena cephalica*):
  - Powstaje z połączenia łuku żylnego grzbietowego ręki z żyłą odpromieniową kciuka, biegnie ku górze, przechodzi powierzchnie przez okolicę tabakierki anatomicznej, spiralnie okala brzeg promieniowy przedramienia (na granicy dolnej i środkowej 1/3) i przechodzi na powierzchnię przednią przedramienia, gdzie na powięzi kieruje się wzdłuż mięśnia ramienno-promieniowego, w towarzystwie nerwu skórno-bocznego przedramienia. Po dojściu do okolicy łokciowej przedniej łączy się z żyłą odłokciową za pomocą żyły pośrodkowej łokcia. Następnie biegnie ku górze w bruździe bocznej mięśnia dwugłowego, potem w rowku naramiennie-piersiowym, w trójkącie naramiennie-piersiowym i po przebiściu powięzi obojczykowo-piersiowej uchodzi do żyły pachowej lub podobojczykowej.

Dopływy:

  - ◆ żyła odpromieniowa dodatkowa
  - ◆ drobne żyły ramienia i przedramienia, barku
  - ◆ żyła piersiowo-barkowa
  - ◆ zespolenie z żyłą szyjną zewnętrzną
- Żyła odłokciowa (*vena basilica*)



- powstaje z połączenia łuku żylnego grzbietowego ręki z żyłą odłokciową palca małego.
- początkowo obejmuje brzeg łokciowy dłoni i dolną część przedramienia, ukazując się na stronie dłoniowej przedramienia wzdłuż mięśnia zginacza łokciowego nadgarstka. W okolicy łokciowej przedniej uchodzi do niej żyła pośrodkowa łokcia. Następnie biegnie w bruzdzie pośrodkowej mięśnia dwugłowego ramienia, uchodząc do jednej z dwóch żył ramiennych, po przebicium powięzi ramienia w miejscu zwanym rozwozem łokciowym.
- Żyła pośrodkowa łokcia stanowi połączenie żyły odpromieniowej i odłokciowej w okolicy łokciowej przedniej, biegnie skośnie ku górze, do przodu od rozścięgnięcia mięśnia dwugłowego ramienia. Łączy się z układem naczyń żylnych głębokich za pomocą żył przezywających.
- Żyła pośrodkowa przedramienia zbiera krew z powierzchownej sieci żylniej dłoni, biegnie pośrodku przedramienia wzdłuż mięśnia dłoniowego długiego. Przeważnie towarzyszy jej gałąź przednia nerwu skórniego przyśrodkowego przedramienia. Kończy się w okolicy łokciowej przedniej, gdzie uchodzi do żyły pośrodkowej łokcia lub rozdzwaja się uchodząc zarówno do żyły odłokciowej i odpromieniowej.
- Odptyw chłonki
  - głęboki – równoległy do odpływu żył głębokich.
    - Limfa z ręki zbierana jest naczyniami limfatycznymi, na których drodze znajdują się węzły chłonne łokciowe głębokie usytuowane w dole łokciowym. Następnie wzdłuż naczyń głębokich ramienia biegnie do węzłów chłonnych dołu pachowego.
  - powierzchowny – równoległy do odpływu żył powierzchownych.
    - Naczynia chłonne towarzyszące żyłom odpromieniowej prowadzą limfę do węzłów chłonnych pachowych szczytowych, często przez węzły chłonne naramiennie-piersiowe. Naczynia chłonne, które biegną z żyłą odłokciową, prowadzą do węzła chłonnego łokciowego powierzchownego, położonego w tkance podskórnej przyśrodkowej powierzchni ramienia w okolicy rozworu łokciowego. Po przebicium powięzi naczynia z tego węzła uchodzą z naczyniami chłonnymi głębokimi do węzłów chłonnych pachowych bocznych.
  - Oba systemy łączą się w okolicy dołu pachowego i w dole łokciowym.

Większość naczyń chłonnych towarzyszy żyłom powierzchownym zmierzającym w kierunku grzbietowej powierzchni ręki. Stąd, w przypadku infekcji w obrębie palców, przestrzeni międzypalcowych oraz krawędzi kłębu i kłębika obrzęk obecny będzie na grzbietowej powierzchni ręki.

## Mechanika stawów ręki

### • Staw promieniowo-nadgarstkowy i śródnadgarstkowy:

Osie obu stawów biegną poprzecznie w stosunku do długiej osi kończyny górnej, oś stawu promieniowo-nadgarstkowego przez kość księżycową, a stawu śródnadgarstkowego przez głowę kości główkowatej. Wyróżniamy tu następujące ruchy:

#### – Zgięcie dłoniowe i grzbietowe:

- Biorą w nich udział obydwie stawy, jednak przy zgięciu grzbietowym staw promieniowo-nadgarstkowy ma zdecydowanie mniejszy zakres ruchu niż staw śródnadgarstkowy. Odwrotny stosunek zaznacza się przy zgięciu dłoniowym: ruch stawu śródnadgarstkowego jest mniejszy w porównaniu do zakresu ruchu stawu promieniowo-nadgarstkowego. W związku z położeniem (ku dołowi i do przodu) panewki kości promieniowej zgięcie dłoniowe jest mniejsze niż grzbietowe.

#### – Odwodzenie promieniowe i łokciowe:

- Odbywa się wzdłuż osi przebiegającej skośnie w stosunku do wszystkich 3 kierunków. Przy odwodzeniu promieniowym następuje przesuwanie kości szeregu bliższego nadgarstka w kierunku łokciowym, zginanie dłoniowe i nawracanie. Przy odwodzeniu łokciowym stosunek ten jest odwrotny. Szereg dalszy kości nadgarstka nie porusza się identycznie jak szereg bliższy. Przy odwodzeniu promieniowym ma tu miejsce ruch boczny w tym samym kierunku, zgięcie grzbietowe i odwracanie. Dzięki temu ręka może wykonać czyste odwodzenie promieniowe. Jako że powierzchnia stawowa kości promieniowej jest zwrócona w kierunku łokciowym, odwodzenie łokciowe jest większe (z położenia pośredniego:  $45^\circ$ , dla porównania: odwodzenie promieniowe –  $15-20^\circ$ ).

#### – Ruchy obwodzenia:

- Jest to kombinacja dwóch w/w rodzajów ruchów.

### • Stawy nadgarstkowo-śródręczne i międzyśródręczne palców II-V:

Są to stawy płaskie, których torebki stawowe i więzadła wykazują znacznego stopnia napięcie. Dzięki temu kości szeregu dalszego nadgarstka tworzą wraz z kośćmi śródręcza funkcjonalną całość o zminimalizowanej ruchomości, która porusza się w stosunku do kości szeregu bliższego i kości przedramienia. Jako że V, a także w mniejszym stopniu IV kość śródręcza

łączą się luźniej z szeregiem dalszym, wykazują większą ruchomość. Dodatkowo V kość śródreżca jest najslabiej wklonowana w nadgarstek, więc może wykonywać słabe ruchy przeciwstawiania.

- Staw nadgarstkowo-śródreżcny kciuka:
  - Przywodzenie i odwodzenie:
    - Oś tych ruchów ustawiona jest w kierunku grzbietowo-dłoniowym. Zakres wynosi 35-40°.
  - Przeciwstawianie i odprowadzanie:
    - Oś ruchu zorientowana jest w kierunku promieniowo-łokciowym. Zakres ruchu wynosi 45-60°.
  - Obwodzenie:
    - Jest kombinacją dwóch powyższych ruchów.
  - Ruchy obrotowe:
    - Zachodzą wzdłuż osi długiej.
- Stawy śródreżcno-paliczkowe:

Są to stawy kuliste, chociaż ich ruchomość jest znacznie ograniczona: nie zachodzą tu czynne ruchy obrotowe. Zachodzą tu głównie: zgięcie grzbietowe i zgięcie dłoniowe (ok. 110°), odwodzenie promieniowe i odwodzenie łokciowe (możliwe, gdy palce są wyprostowane).
- Stawy międzypaliczkowe:

U wszystkich palców z wyjątkiem palca I (kciuka), stawy międzypaliczkowe bliższe i dalsze zbudowane są podobnie i mają charakter stawów czysto zawiasowych. Mają tu miejsce ruchy zginania i prostowania (niektórzy mają zdolność znacznego przeprostu, zwłaszcza w stawach międzypaliczkowych dalszych). W stawie bliższym zakres ruchów wynosi zwykle 120°, zaś w stawie dalszym 70°. W stawie międzypaliczkowym kciuka (jest to również staw zawiasowy) zakres ruchu wynosi 90°. Torebka stawowa i więzadła poboczne uniemożliwiają przegięcie ku tyłowi.

## Piśmiennictwo:

1. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
2. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
4. Burton R.L., The Hand – examination and diagnosis. American Society for Surgery of the Hand. Churchill Livingstone, New York 1983.
5. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.

6. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
7. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
8. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
9. Lorkowski J., Walocha J., Jagodzińska K.: Anatomia kliniczna ręki. *Monit. Lek.* 2004; 2: 10-19.
10. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
11. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
12. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
13. Staheli L.T.: *Pediatric Orthopaedic Secrets*. Hanley & Belfus, inc., Philadelphia 1998.
14. Williams P.L.: *Grey's Anatomy*. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
15. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

# Anatomia kliniczna obręczy miednicznej

Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki

**Miednica (*pelvis*) = obręcz miedniczna**

**Miednica (*pelvis*)**

anatomicznie obręcz kończyn dolnych zbudowana z:

- dwóch kości miednicznych
  - prawej
  - lewej
- dolnego odcinka szkieletu osiowego
  - kości krzyżowej
  - kości guzicznej

**Kość miedniczna (*os coxae*)**

powstaje przez zrośnięcie

- kości biodrowej (*os ilium*)
- kulszowej (*os ischii*)
- łonowej (*os pubis*)

**Dolny odcinek szkieletu osiowego**

- kość krzyżowa (*os sacrum*)
  - powstaje przez zrośnięcie 5 kręgów krzyżowych
- kość guziczna (*os coccygis*)
  - powstaje przez zrośnięcie 4-5 szczątkowych kręgów guzicznych

**Kąt podłonowy**

- u mężczyzn – ostry

**Łuk łonowy**

- u kobiet – łukowato zaokrąglony

Uwaga – kości tworzące obręcz miedniczną zostały opisane w rozdziale osteologii.

**Elementy kostne obręczy miednicznej**

połączone są ze sobą:

- połączeniami ścisłymi
- połączeniami wolnymi

## Biomechaniczny podział miednicy

Podział miednicy kostnej ze względu na przenoszone w jej obrębie siły:

- dwie kolumny – struktury oporowe:
  - kolumna przednia
  - kolumna tylna
- Obie rozpoczynają się trajektoriami sił przechodzącymi z podstawy kości krzyżowej

### Kolumna przednia

utworzona przez kości:

- część kości biodrowej
- część przednią panewki stawu biodrowego
- część kości łonowej

### Kolumna tylna

utworzona przez kości:

- tylną część kości biodrowej
- kość kulszową

### Wektory sił działających na miednicę

przechodzą przez:

- w czasie stania
  - stawy krzyżowo-biodrowe
  - kolumnę przednią
  - stawy biodrowe
- w czasie stania i siedzenia
  - stawy krzyżowo-biodrowe
  - kolumnę tylną
  - do guzów kulszowych

### Trajektoria oporowa kości miednicznej przednia

- stawy krzyżowo-biodrowe w części górnej i centralnej
- część kości biodrowej w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni uchowatej (obszar o dużej gęstości kostnej)
- tylna-górna część panewki stawu biodrowego
- trzon kości łonowej
- gałąź górna kości łonowej

### Trajektoria oporowa kości miednicznej tylna

- stawy krzyżowo-biodrowe w części dolnej
- obszar o dużej gęstości kostnej dochodzący do części kości kulszowej sąsiadującej z wcięciem kulszowym większym (tzw. „sciatic buttres”) położony w sąsiedztwie powierzchni uchowatej kości biodrowej
- guz kulszowy

**Kolumna przednia = Kolumna biodrowo-łonowa**

- Utworzona przez trajektorie oporowe:
  - krzyżowo-panewkową (część górna)
  - krzyżowo-łonową
  - biodrowo-panewkową
- Części:
  - biodrowa
  - panewkowa
  - łonowa

**Kolumna tylna**

- Utworzona przez trajektorie oporowe:
  - krzyżowo-panewkową (dolna część)
  - krzyżowo-kulszową
- Części:
  - biodrowa – górna
  - kulszowa – dolna
- Tylny brzeg kolumny odpowiada tylnej krawędzi kości miednicznej

**Panewka stawu biodrowego**

Utworzona przez:

- kolumnę przednią
- kolumnę tylną

**Połączenie obu kolumn**

- tzw. gałąź kulszowo-łonowa  
(brak nazwy w oficjalnym mianownictwie anatomicznym)

**Siły z panewki stawu biodrowego**

- przenoszone na łuk Adamsa w obrębie szyjki kości udowej

**Połączenia w zakresie obręczy miednicznej**

- spojenie łonowe (*symphysis pubica*) – nieparzyste
- staw krzyżowo-biodrowy (*articulatio sacroiliaca*) – parzyste

**Spojenie łonowe (*symphysis pubica*)**

- struktura pośrednia pomiędzy chrząstkozrostem i stawem
- posiada ono dwie powierzchnie spojeniowe (*facies symphysiales*)
- posiada czasem niewielką jamkę
- posiada krążek międzyłonowy (*discus interpubicus*)
- więzadła wzmacniające spojenie łonowe
  - więzadło łonowe górne (*lig. pubicum superius*)
    - od góry

- biegnie po górnym brzegu spojenia łonowego przyczepiając się do guzków łonowych prawego i lewego
- więzadło łonowe łukowate (*lig. arcuatum pubis*)
  - od dołu
  - wzmacnia dolny brzeg spojenia łonowego
  - biegnie od brzegu dolnego jednej gałęzi kości łonowej do drugiej

### **Staw krzyżowo-biodrowy (*articulatio sacroiliaca*)**

- Typ stawu
  - staw płaski
- Powierzchnie stawowe
  - powierzchnie uchowate kości krzyżowej i biodrowej
- Torebka stawowa
  - silnie napięta, przyczepia się do brzegów powierzchni stawowych.
- Więzadła wzmacniające staw
  - więzadła krzyżowo-biodrowe (*ligg. sacroiliaca*):
    - brzuszne (*ventralia*)
      - łączą powierzchnię miedniczną części bocznej kości krzyżowej z brzegiem przednim powierzchni uchowatej kości biodrowej
    - grzbietowe (*dorsalia*)
      - łączą grzebień krzyżowy pośredni i boczny z brzegiem tylnym talerza kości biodrowej na przestrzeni od kolca biodrowego tylnego górnego do kolca biodrowego tylnego dolnego.
      - w ich przebiegu wyróżniamy 2 pasma: więzadło krzyżowo-biodrowe grzbietowe krótkie (*lig. sacroiliacum dorsale breve*) przyczepiające się do kolca biodrowego tylnego górnego i więzadło krzyżowo-biodrowe grzbietowe długie (*lig. sacroiliacum dorsale longum*) przyczepiające się do kolca biodrowego tylnego dolnego
    - międzykostne (*interossea*)
      - łączą guzowatości kości biodrowej i kości krzyżowej
  - więzadło biodrowo-łędźwiowe (*lig. iliolumbale*)
  - biegnie od wyrostków żebrowych kręgow L<sub>4</sub> i L<sub>5</sub> do tylnej części grzebienia kości biodrowej oraz powierzchni wewnętrznej talerza kości biodrowej i powierzchni górnej części bocznej kości krzyżowej

### **Stawy krzyżowo-biodrowe i spojenie łonowe**

- zapewniają możliwość wykonywania niewielkich ruchów amortyzacyjnych
- niezbędne do prawidłowej automatyki chodu i stania.



### Pozostałe połączenie obręczy miednicznej

- więzadło krzyżowo-guzowe (*lig. sacrotuberale*)
  - biegnie od brzegu bocznego k. krzyżowej do dołu, przodu i bocznie przyczepia się do brzegu przyśrodkowego guza kulszowego
- więzadło krzyżowo-kolcowe (*lig. sacrospinale*)
  - biegnie od brzegu bocznego dolnej części kości krzyżowej i ogonowej do przodu i boku przyczepiając się do kolca kulszowego
- więzadło pachwinowe (*lig. inguinale*)
  - biegnie od kolca biodrowego przedniego górnego do guzka łonowego
  - wraz z gałęzią górną kości łonowej, brzegiem przednim talerza kości biodrowej i więzadłem rozstępowym (*lig. lacunare*) ogranicza rozstęp wspólny (*lacuna communis*) dzielący się na rozstęp naczyniowy (*lacuna vasorum*), przez który przechodzą naczynia udowe i gałąź udowa nerwu płciowo-udowego oraz rozstęp mięśniowy (*lacuna musculorum*, przez który przechodzą mięsień biodrowo-łędźwiowy oraz nerw udowy i nerw skórny boczny uda (*n. cutaneus femoris lateralis*)).
- Powyższe więzadła w szczególności: więzadło krzyżowo-guzowe i więzadło krzyżowo-kolcowe stabilizują poszczególne elementy miednicy kostnej między sobą stanowiąc dodatkowe trajektorie przenoszenia sił.

### Płaszczyzny i wymiary miednicy

Opisane poniżej wymiary i płaszczyzny miednicy znajdują główne zastosowanie w położnictwie, a nie w ortopedii i rehabilitacji. Zostały w tym miejscu opisane ze względu na bezpośredni związek z miednicą kostną i zasadami przedstawienia opisu miednicy obowiązującymi w anatomii opisowej

#### Miednica (*pelvis*)

Składa się z:

- miednicy większej (*pelvis major*)
- miednicy mniejszej (*pelvis minor*)

#### Kresa graniczna (*linea terminalis*)

Granicę między miednicą większą a miednicą mniejszą wyznacza:

- grzebień kości łonowej
- kresa łukowata
- wzgórek

#### Miednica większa

- górna część całości miednicy
- jest włączona w obręb jamy brzusznej

- niższa i szersza część
- częściowo ograniczona przez:
  - powierzchnie krzyżowo-miedniczne talerzy kości biodrowych i
  - górne odcinki części bocznych kości krzyżowej

### Miednica mniejsza

- dolna część całości miednicy
- wyższa i węższa
- zawarta w pierścieniu kostnym, złożonym z:
  - kości krzyżowej
  - obu kości miedniczych (z wyłączeniem talerzy kości biodrowych)
- elementy pierścienia połączone ze sobą za pomocą:
  - stawów krzyżowo-biodrowych
  - spojenia łonowego

### Miednica mniejsza

- tworzy kanał miednicy (*canalis pelvis*)
- górna część
  - wchód miednicy (*aditus pelvis*)
    - na poziomie kresy granicznej
- dolna część
  - wychód miednicy (*exitus pelvis*)

### Do opisu miednicy wykorzystuje się

- płaszczyzny
- wymiary

### Umowne płaszczyzny i wymiary jamy miednicy

- Pomocne w określaniu jej wielkości i proporcji w stosunku do rozmiarów części przodującej płodu

### Wymiary miednicy

- u kobiet są o 1-1,5 cm większe niż u mężczyzn
- ze względu na istnienie kanału rodnego tylko u kobiety mają praktyczne znaczenie

### Kanał rodny

- utworzony przez miednicę mniejszą
- podzielony przez płaszczyzny na przestrzenie

### Płaszczyzny miednicy

- płaszczyzna wejścia (wchodu) miednicy (*planum aditus pelvis*)
- płaszczyzna próżni miednicy (*planum amplitudinis pelvis*)

- płaszczyzna cieśni miednicy (*planum angustiae pelvis*)
- płaszczyzna wychodu (wyjścia) miednicy (*planum exitus pelvis*)

### Wymiary płaszczyzn

- Płaszczyzny wyznaczają wymiary:
  - prosty
    - największy wymiar w płaszczyźnie strzałkowej
  - poprzeczny
    - największy wymiar w płaszczyźnie czołowej
  - skośny
    - prawy
    - lewy

### Płaszczyzna wejścia (wchodu) miednicy (*planum aditus pelvis*)

- stanowi górną część kanału rodnego
- zawiera wzniesienie kości krzyżowej górną część spojenia łonowego
- wymiary
  - prosty
  - poprzeczny
  - skośne
- ze względu na to, iż elementy te nie znajdują się w jednej płaszczyźnie, można wyodrębnić tutaj dwie płaszczyzny biegnące równolegle:
  - górną płaszczyznę wchodu
    - przez wzniesienie kości krzyżowej i guzki łonowe
  - dolną płaszczyznę wchodu
    - przez kresę graniczną
- Płaszczyzny górna i dolna wchodu tworzą przestrzeń wchodu.

### Przebieg wchodu

#### Wyróżnione wymiary:

- sprzężna anatomiczna (*conjugata anatomica*)
  - wymiar prosty górnej płaszczyzny wchodu
    - odległość między wzniesieniem (*promontorium*), a górnym brzegiem spojenia łonowego w płaszczyźnie pośrodkowej (ok. 11-12 cm)
- wymiar poprzeczny (*diameter transversa*) dolnej płaszczyzny wchodu
  - największa odległość pomiędzy dwoma punktami kresy granicznej w płaszczyźnie czołowej (ok. 13 cm)
- wymiar skośny prawy i lewy (*diameter obliqua*)
  - od wyniosłości biodrowo-łonowej, odpowiednio lewej i prawej, do szczeliny stawu krzyżowo-biodrowego strony przeciwnej

(ok. 12,5 cm) sprężną prawdziwą (*conjugata vera*) = sprężną wejścia

- najkrótszą linią łączącą wznórek i spojenie łonowe (ok. 10-11 cm).
- sprężna przekątna (*conjugata diagonalis*).
  - dł. ok. 13 cm, mierzymy w płaszczyźnie pośrodkowej od wznórka (*promiontorium*) do dolnego brzegu spojenia łonowego

### **Płaszczyzna próżni miednicy (*planum amplitudinis pelvis*)**

- Wyznaczona przez:
  - środek spojenia łonowego
  - środek panewki stawu biodrowego
  - krążek międzykręgowy między II a III kręgiem krzyżowym
- Wyróżnione wymiary:
  - prosty (ok. 12 cm)
  - poprzeczny (ok. 12 cm)

### **Płaszczyzna próżni miednicy (*planum amplitudinis pelvis*)**

Dzieli jamę miednicy na:

- próżnię (górną)
- cieśń (dolną)

### **Cieśń miednicy**

ograniczenia

- od góry
  - przez płaszczyznę próżni miednicy
- od dołu
  - przez płaszczyznę cieśni miednicy (*planum angustiae pelvis*)

### **Płaszczyzna cieśni miednicy (*planum angustiae pelvis*)**

- Wyznaczona przez:
  - najniższy punkt spojenia łonowego
  - końce kolców kulszowych
  - wierzchołek kości krzyżowej
- Wyróżnione wymiary:
  - prosty (ok. 11 cm)
  - poprzeczny (ok. 10,5 cm)

### **Płaszczyzna wychodu (wyjścia) miednicy (*planum exitus pelvis*)**

= przestrzeń wychodu

- Złożona z dwóch płaszczyzn:
  - przedniej
    - kształt trójkąta
    - podstawa – linia międzykulszowa

- łuk podłonowy
- wierzchołek łuku podłonowego
- tylnej
  - kształt trójkąta
  - podstawa – linia międzykulszowa
  - więzadła krzyżowo-guzowe
  - wierzchołek kości guzicznej
- podstawy płaszczyzn przecinają się dachówkowato wzdłuż linii łączącej guzy kulszowe
- Wymiary:
  - prosty wychodu
    - od wierzchołka kości guzicznej do wierzchołka łuku łonowego (wielkość ze względu na pewną ruchomość kości guzicznej w połączeniu krzyżowo-guzicznym, może zawierać się w przedziale od 9,5 do 12,5 cm)
  - poprzeczny wychodu
    - odległość między guzami kulszowymi (ok. 11 cm)

### Oś miednicy (*axis pelvis*)

- Linia łącząca środkowe punkty wszystkich wymiarów prostych
- Przebieg równoległy do powierzchni miedniczej kości krzyżowej, przez środek jamy miednicy

### Wymiary dotyczące miednicy większej

- wymiar międzykolcowy
- wymiar międzygrzebieniowy
- wymiar międzykrętarzowy
- sprzężna zewnętrzna

**Wymiar międzykolcowy (*distantia spinarum*) = szerokość międzykolcowa miednicy**

Odległość między kolcami biodrowymi przednimi górnymi (ok. 25-26 cm)

**Wymiar międzygrzebieniowy (*distantia cristarum*) = największa szerokość miednicy**

Odległość między najbardziej bocznie wysuniętymi punktami grzebieni biodrowych (ok. 28-29 cm)

**Wymiar międzygrzebieniowy = szerokość międzykrętarzowa (*distantia trochanterica*)**

Największa odległość między krętarzami większymi (ok. 31-32 cm)

### Sprężna zewnętrzna (*conjugata externa*)

Odległość między krawędzią przednią górnego brzegu spojenia łonowego, a wierzchołkiem wyrostka kolczystego V kręgu lędźwiowego (ok. 20 cm)

Wymiary miednicy większej ułatwiają określenie kształtów, wymiarów i nieprawidłowości miednicy mniejszej (np. miednica zwężona, miednica ogólnie jednostajnie ściętniona i miednica płaska). Istotna jest różnica pomiędzy wymiarem międzykolcowym i międzygrzebieniowym. Jeśli wynosi ok. 3 cm, to najprawdopodobniej miednica mniejsza jest prawidłowej budowy. Jeśli różnica ta wynosi ok. 0-1,5 cm lub gdy wymiar międzygrzebieniowy jest mniejszy od wymiaru międzykolcowego jest duże prawdopodobieństwo obecności miednicy płaskiej. Miednica taka jest zwężona w jednym odcinku i w jednym wymiarze – we wchodzie i w wymiarze prostym. Łuk łonowy nie tworzy tutaj kąta prostego, lecz kąt rozwarty, a wchód miednicy jest szeroki we wszystkich wymiarach. Towarzyszy temu spłaszczenie kości krzyżowej i zagięcie kości guzicznej.

Zmniejszenie wszystkich wymiarów zewnętrznych wskazuje na istnienie miednicy jednostajnie ściętnionej (prawidłowa budowa, ostry łuk łonowy, proporcjonalne skrócenie wszystkich wymiarów we wszystkich płaszczyznach).

Sprężna zewnętrzna z dużym prawdopodobieństwem wyznacza wymiar sprężnej prawdziwej. Jeśli sprężna zewnętrzna wynosi ponad 20 cm, to sprężna prawdziwa jest prawidłowa. Jeśli wartość ta jest zmniejszona, to sprężna prawdziwa jest skrócona.

### Kąt pochylenia miednicy (*inclinatio pelvis*)

Kąt między płaszczyzną wchodu a płaszczyzną poziomą ( $50^{\circ}$ - $80^{\circ}$ , średnio  $65^{\circ}$ ).

### Różnice płciowe w budowie miednicy

- kość krzyżowa kobiety bardziej poszerzona w wymiarze czołowym
- kifoza krzyżowo-guziczna bardziej pogłębiona u kobiety
- wzgórek (*promontorium*) u kobiety mniej uwypuklony
- talerze kości biodrowych u kobiety szerszej rozstawione
- u kobiet spojenie łonowe niższe
- gałęzie dolne kości łonowych u kobiety ustawione w większym rozwarciu (kąt rozwarty) tworzą tzw. łuk łonowy, u mężczyzn ustawione w mniejszym rozwarciu (kąt ostry) tworzą tzw. kąt podłonowy

### Piśmiennictwo:

1. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
2. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
3. Borejko M., Dziak A.: Badanie radiologiczne w ortopedii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1988.
4. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.

5. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
6. Fröhlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
7. Kiss F., Szentugonthai J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1984.
8. Krechowicki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
9. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
10. Lorkowski J., Walocha J., Gryglewski A.: Anatomia kliniczna obręczy miednicznej (cz. I. Osteologia i syndesmologia). Monit. Lek. 2004; 2 (7-8): 11-14.
11. Lorkowski J., Walocha J., Zakrzewska U., Skrzat J.: Anatomia kliniczna obręczy miednicznej (cz. II. Płaszczyzny i wymiary miednicy). Monit. Lek. 2004; 2 (9): 30-31.
12. Łasiński W.: Anatomia topograficzna i stosowana (Tom 3. Miednica mniejsza, okolica kroczowa, grzbiet i kark). Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1991.
13. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
14. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
15. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
16. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektoryjnych. Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
17. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
18. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.





# Anatomia kliniczna stawu biodrowego

Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki

## Staw biodrowy (*articulatio coxae*)

### Typ stawu

- staw kulisty panewkowy

### Powierzchnie stawowe

- Główka stawowa
  - powierzchnia stawowa głowy kości udowej (*facies articularis capitis femoris*)
- Panewka
  - powierzchnia księżycowata panewki kości miedniczej (*facies lunata acetabuli*)
  - obrębek panewkowy (*labrum acetabulare*), który przyczepia się do brzegu zewnętrznego powierzchni księżycowatej panewki kości miedniczej
  - powierzchnia wewnątrzstawowa więzadła poprzecznego panewki (*ligamentum transversum acetabuli*) – część obrąbka przechodząca ponad wcięciem panewki jako
- względnie gruba chrząstka stawowa
- precyzyjne dopasowanie powierzchni stawowych
- 2/3 głowy zanurzone w panewce

Choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego jest jedną z najczęściej spotykanych patologii narządu ruchu. Stanowi poważny problem medyczny, społeczny i ekonomiczny. Zmiany zwyrodnieniowe stawu biodrowego rozpoczynają się obrzękiem i wzmożeniem unaczynienia torebki stawowej, głównie błony maziowej, która ulega przerostowi, pogrubieniu oraz zbliznowaceniu. Jednocześnie dochodzi do zmian w zakresie chrząstki stawowej, która ulega stopniowej degeneracji – stopniowemu ścięczeniu, staje się mniej elastyczna oraz następuje proces stopniowego zeszkliwienia. Następnie dochodzi do odsłonięcia powierzchni stawowych – warstwy podchrzęstnej. Od tego momentu posiadająca liczne wolne zakończenia nerwowe odsłonięta warstwa podchrzęstna staje się przyczyną dolegliwości bólów. Pod wpływem tarcia, chrząstka stawowa ulega powoli zanikowi i odsłania coraz większą powierzchnię pozbawioną tkanki chrzęstnej. Powstałe w chrząstce stawowej ubytki częściowo zostają wypełnione ziarniną zapalną. W następnym etapie powstawania zmian zwyrodnieniowych, na granicy błony maziowej i chrząstki pojawiają się wyrośla chrzęstne, które ulegają kostnieniu tworząc tzw. osteofity. Niechroniona warstwą chrzęstną tkanka kostna, w związku z nieprawidłowym rozkładem sił na powierzchniach stawowych, jednoczesnym generowaniem bardzo dużych obciążeń, ulega stopniowej częściowej martwicy.

W następstwie tego powstają tzw. geody, które tworzą się w miejscu największych obciążeń. Geody mogą ulec wypełnieniu płynem zapalnym, co powoduje wzrost ciśnienia wewnątrzstawowego, podrażnienia mediatorami procesu zapalnego i zaostrenia objawów tj. powstanie widocznego wysięku, zwiększenie miejscowej ciepłoty, bolesność uciskowa, bolesność przy ruchach, ewentualne zaczerwienienie. Całość prowadzi do upośledzenia funkcji stawu. Stopniowo narastają wyraźnie widoczne zmiany anatomiczne powierzchni stawowych stawu biodrowego tj. spłaszczanie się głowy, skracanie szyjki i jej poszerzanie, „grzybowate” zniekształcenie głowy kości udowej. W obrębie stawu stwierdza się zdwojenie dna panewki oraz wolne ciała śród- i okołostawowe.

## Torebka stawowa

- Błona włóknista – przyczepy:
  - do obrąbka panewki (*limbus acetabuli*), na zewnątrz od obrąbka panewkowego oraz do więzadła poprzecznego panewki
  - na kości udowej przyczep z przodu szeroki – od kresy międzykrętarzowej do połowy długości szyjki
  - u góry przyczep na szyjce biegnie przyśrodkowo od dołu krętarzowego, z tyłu przyśrodkowo od grzebienia międzykrętarzowego, prawie w połowie szyjki kości udowej i u dołu powyżej krętarza mniejszego
- Błona maziowa – przyczepy:
  - do brzegów powierzchni stawowych i wyściela powierzchnie kości
  - dochodzi do miejsc przyczepu błony włóknistej, przechodząc na jej wewnętrzną powierzchnię, sprawiając, że bliższa połowa szyjki kości udowej jest wyścielona błoną maziową
- Torebka stawowa nieco skrzywiona względem kości udowej:
  - pełne jej napięcie w pozycji wyprostnej
  - rozluźnienie w pozycji zgięciowej
- Więzadła bezpośrednio wzmocniają torebkę stawową

Ambroise Parre w XVI wieku opisał złamanie szyjki kości udowej. W 1882 roku Astley Cooper sklasyfikował i podzielił złamania szyjki kości udowej na wewnątrz- i zewnątrz- torebkowe. Zauważył, że złamania wewnątrz- torebkowe nigdy się nie zrastają. Wynika to z unaczynienia głowy i szyjki kości udowej. Pochodzi ono głównie nie z tętnicy więzadła głowy kości udowej, a z tętnic okalających uto przyśrodkowej i bocznej, łączącymi się w okolicy krętarza większego. Uzupełnieniem tego unaczynienia jest pozastawowe połączenie gałęzi naczyń tętnicznych (tętnicy pośladowej górnej, tętnicy pośladowej dolnej i tętnicy uda głębokiej) w dole międzykrętarzowym. Od wszystkich tych naczyń zewnątrz- stawowych odchodzą naczynia torebkowe (uwypuklają błonę maziową od strony wewnętrznej), wstecznie przez torebkę unaczyniające szyjkę i głowę kości udowej. Wewnątrz- torebkowe złamanie nasady bliższej kości udowej przerywa drogę unaczynienia tętniczego i żylnego i staje się przyczyną martwicy awaskularnej od chwili urazu głowy i części proksymalnej szyjki kości udowej.

## Więzadła

- Więzadło biodrowo-udowe (*ligamentum iliofemorale*) = więzadło Bertiniego

- Przyczep początkowy:
  - kolec biodrowy przedni dolny (*spina iliaca anterior inferior*)
  - górny brzeg panewki kości miedniczej (w obrębie trzonu kości biodrowej)
  - wspólny przyczep z przyczepem bliższym m. prostego uda
- Przebieg:
  - podział na 2 pasma
    - pasmo poprzeczne (do 15 mm grubości)
    - pasmo podłużne (do 5 mm grubości)
- Przyczep końcowy:
  - pasmo poprzeczne
    - podstawy krętarza większego
    - do górnej części kresy międzykrętarzowej
  - pasmo podłużne
    - do dolnej części kresy międzykrętarzowej
    - do podstawy krętarza mniejszego
  - pasma podłużne i poprzeczne
    - pętla obejmująca szyjkę kości udowej (część warstwy okrężnej)
- Funkcja:
  - pasmo poprzeczne hamuje
    - rotację zewnętrzną
    - przeprost
    - przywodzenie
  - pasmo podłużne hamuje
    - przeprost
    - rotację wewnętrzną
    - wzmacnia przednią ścianę torebki stawowej
  - oba pasma działając przez warstwę okrężną
    - stabilizacja głowy w panewce
  - więzadło wzmacnia bezpośrednio torebkę stawową

### Więzadło łonowo-udowe (*ligamentum pubofemorale*)

- Przyczep początkowy
  - trzon i gałąź górna kości łonowej
- Przyczep końcowy
  - górny brzeg krętarza mniejszego
  - pętla obejmująca szyjkę kości udowej (część warstwy okrężnej)
- Funkcja
  - hamuje nadmierne ruchy

- odwodzenia
  - rotacji zewnętrznej
  - przenosi część obciążenia głowy kości udowej przy odwodzeniu stawu biodrowego
  - stabilizuje głowę w panewce
  - więzadło wzmacnia bezpośrednio torebkę stawową
- Więzadło kulszowo-udowe (*ligamentum ischiofemorale*)
  - Przyczep początkowy
    - tylny brzeg panewki kości miedniczej (w obrębie trzonu kości kulszowej)
  - Przebieg
    - skośnie ku górze i bocznie
    - układ zbieżny włókien
  - Przyczep końcowy
    - brzeg przedni krętarza większego
    - pętla obejmująca szyjkę kości udowej (część warstwy okrężnej)
  - Funkcja
    - hamuje
      - rotację wewnętrzną (głównie w zgięciu)
      - przywodzenie
    - stabilizuje głowę w panewce
    - więzadło wzmacnia bezpośrednio torebkę stawową
- Warstwa okrężna (*zona orbicularis*) = warstwa Webera
  - Przyczep początkowy
    - utworzony przez przyczepy bliższe więzadeł biodrowo-łonowego (większość włókien), biodrowo-udowego i biodrowo-kulszowego
    - okolica kolca biodrowego przedniego dolnego – przyczep większości włókien
  - Przebieg
    - na wewnętrznej powierzchni błony włóknistej
  - Przyczep końcowy
    - pętla obejmująca szyjkę kości udowej (część warstwy okrężnej) w 1/2 długości szyjki (promień pętli mniejszy od promienia równika głowy kości udowej)
  - Funkcja
    - stabilizacja głowy w panewce
    - więzadło wzmacnia bezpośrednio torebkę stawową
- Więzadło głowy kości udowej (*ligamentum capitis femoris*)
  - Przyczep początkowy

- wcięcie panewki – oba końce brzegów wewnętrznych powierzchni księżycowatej panewki
- brzeg więzadła poprzecznego panewki
- Przebieg
  - spłaszczony, zwężający się powrózek (objęty błoną maziową)
- Przyczep końcowy
  - dołek głowy kości udowej
- Funkcja
  - rozprowadzanie mazi stawowej
  - głównie u dzieci – doprowadzenie unaczynienia do głowy kości udowej (tętnica więzadła głowy od tętnicy zasłonowej)
  - w niewielkim stopniu hamowanie ruchów
    - przywodzenia
    - rotacji zewnętrznej

### Biomechanika stawu

- Staw wieloosiowy – kulisty panewkowy
- Powierzchnie stawowe
  - główka
    - wycinek kuli
  - panewka
    - przekracza równik (wynik występowania obrąbka stawowego)
  - panewka obejmuje ponad  $\frac{1}{2}$  obwodu kuli
- Ruchy
  - zginania/prostowania (z przeprostem)
    - oś ruchu w płaszczyźnie poziomej
    - przechodzi przez środek głowy kości udowej i szczyt krętarza większego
  - odwodzenia/przywodzenia
  - obrót (rotacja) na zewnątrz/obróć (rotacja) do wewnątrz
  - obwodzenie
- Czynność stawu biodrowego w łańcuchu stawowym, którego istotnym elementem jest kręgosłup lędźwiowy
  - kompensuje ograniczenia ruchomości w stawie biodrowym
  - powiększa zakres ruchów czynnych i biernych niemożliwych do wykonania w samym stawie biodrowym

Jeśli krętarz większy znajduje się powyżej linii stanowiącej oś obrotu przy ruchach zgięcia/wyprostu, dochodzi do braku możliwości prawidłowego wydłużania się mięśni pośladkowych stabilizujących miednicę, niedostatecznej jej stabilizacji (tzw. dodatni objaw Trendelenburga) i ograniczenia odwodzenia.

Ograniczenie ruchów w stawie biodrowym w następstwie narastających zmian zwyrodnieniowych: najczęściej kolejno pojawia się brak przeprostu, potem rotacji wewnętrznej

i zewnętrznej, potem odwodzenia, na koniec pojawia się przykurcz w zgięciu, przywiedzeniu i rotacji zewnętrznej oraz jednocześnie skrócenie długości względnej kończyny. W przypadku dalszego braku leczenia bardzo często dochodzi do ankylozy – kościozrostu w patologicznym ustawieniu.

Utajony przykurcz stawu biodrowego (Test Thomasa) – przy maksymalnym zgięciu zdrowego stawu biodrowego staw kolanowy po chorej stronie unosi się ponad powierzchnię w badaniu na leżąco.

• Mięśnie odpowiadające za ruchy czynne w stawie biodrowym (Poniżej siłę mięśnia wykonującego dany ruch oznaczono odpowiednio w sposób wzrastający: (+), (++) , (+++)

– Zginacze:

- mięsień prosty uda (*m. rectus femoris*) (+++)
- mięsień biodrowo-lędźwiowy (*m. iliopsoas*) (++)
- mięsień napinacz powięzi szerokiej (*m. tensor fasciae latae*) (+)
- mięsień krawiecki (*m. sartorius*) (+)

– prostowniki:

- mięsień pośladkowy wielki (*m. gluteus maximus*) (+++)
- mięsień przywodziciel wielki (*m. adductor magnus*) (++)
- mięsień pośladkowy średni (*m. gluteus medius*) (++)
- mięsień pośladkowy mały (*m. gluteus minimus*) (++)
- mięsień półbłoniasty (*m. semimembranosus*) (++)
- mięsień dwugłowy uda – głowa długa (*m. biceps femoris – caput longum*) (+)
- mięsień półścięgnisty (*m. semitendinosus*) (+)

– odwodziciele:

- mięsień pośladkowy średni (*m. gluteus medius*) (+++)
- mięsień pośladkowy wielki (*m. gluteus maximus*) (++)
- mięsień pośladkowy mały (*m. gluteus minimus*) (+)
- mięsień napinacz powięzi szerokiej (*m. tensor fasciae latae*) (+)
- mięsień prosty uda (*m. rectus femoris*) (+)

– przywodziciele:

- mięsień przywodziciel wielki (*m. adductor magnus*) (+++)
- mięsień pośladkowy wielki (*m. gluteus maximus*) (++)
- mięsień przywodziciel długi (*m. adductor longus*) (++)
- mięsień przywodziciel krótki (*m. adductor brevis*) (++)
- mięsień półbłoniasty (*m. semimembranosus*) (++)
- mięsień grzebieniowy (*m. pectineus*) (+)
- mięsień smukły (*m. gracilis*) (+)
- mięsień zasłaniacz wewnętrzny (*m. obturatorius internus*) (+)

– rotatory zewnętrzne:

- mięsień pośladkowy wielki (*m. gluteus maximus*) (+++)

- mięsień pośladkowy średni (*m. gluteus medius*) (++)
- mięsień pośladkowy mały (*m. gluteus minimus*) (++)
- mięsień biodrowo-lędźwiowy (*m. iliopsoas*) (++)
- mięsień krawiecki (*m. sartorius*) (+)
- mięsień gruszkowaty (*m. piriformis*) (+)
- mięsień bliźniaczy górny (*m. gemellus superior*) (+)
- mięsień bliźniaczy dolny (*m. gemellus interior*) (+)
- mięsień czworoboczny uda (*m. quadratus femoris*) (+)
- mięsień zasłaniacz wewnętrzny (*n. obturatorius internus*) (+)
- rotatory wewnętrzne:
  - mięsień przywodziciel wielki (*m. adductor magnus*) (++)
  - mięsień pośladkowy mały (*m. gluteus minimus*) (++)
  - mięsień napinacz powięzi szerokiej (*m. tensor fasciae latae*) (+)
- Funkcje stawu biodrowego
  - podporowa
    - przenoszenie obciążeń z górnej części ciała na dolną
  - lokomocyjna
    - udział w mechanizmie chodu; przyjęcie przez kończyny dolne dowolnej pozycji w przestrzeni
  - funkcja podporowa i lokomocyjna możliwe w przypadku prawidłowego współdziałania
    - mechanizmów stabilizacji biernej
      - głowa kości udowej pokryta w 2/3, tj. powyżej równika panewką kostną, poszerzoną o obrąbek stawowy – całość z pełną kongruencją powierzchni stawowych (zwiększona dzięki tkankom miękkim), kąt nachylenia dachu panewki ok. 30° (kąt Wiberga ok. 30°)
      - kąt szyjkowo-udowy (śr. 128°) i kąt antetorsji szyjki kości udowej (śr. 12°) (tj. kąt między osią szyjki a linią nadkłykci kości udowej w rzucie pionowym wzdłuż osi trzonu uda), które umożliwiają pełny kontakt powierzchniom stawowym w pozycji największego ich obciążenia tj. – wyprost – przywiedzenie – rotacja wewnętrzna
    - mechanizmów stabilizacji czynnej
      - stabilizatory czynne
  - głównie po stronie grzbietowej
  - głównie stabilizatory krótkie:
    - m. pośladkowy średni (*m. gluteus medius*) (+++)
    - m. pośladkowy mały (*m. gluteus minimus*)
    - m. gruszkowaty (*m. piriformis*)
    - m. zasłaniacz zewnętrzny (*m. obturatorius externus*)

- dodatkowe stabilizatory krótkie:
  - m. pośladowy wielki (*m. gluteus maximus*)
  - m. zasłaniacz wewnętrzny (*m. obturatorius internus*)
  - m. bliźniaczy górny (*m. gamellus superior*)
  - m. bliźniaczy dolny (*m. gamellus interior*)
  - m. czworoboczny uda (*m. quadratus femoris*)
  - m. grzebieniowy (*m. pectineus*)
- stabilizatory krótkie:
  - zwiększają zborność stawu biodrowego
  - zmniejszają przemieszczanie względem siebie powierzchni stawowych
  - zmniejszają trybologiczne zużycie ściernie
  - zmniejszają częstość uszkodzeń zmęczeniowych
- stabilizatory krótkie:
  - najbardziej efektywne w przypadku czynności wykonywanych w zamkniętym łańcuchu kinematycznym, czyli podczas unieruchomienia dystalnej części kończyny dolnej
  - długie mięśnie stabilizujące:
    - mięśnie przywodziciele, głównie m. przywodziciel wielki (*m. adductor magnus*)(+++)
    - m. smukły (*m. gracilis*)
    - m. półścięgnisty (*m. semitendinosus*)
    - m. półbłoniasty (*m. semimembranosus*)
- Przy zachowanej równowadze pomiędzy krótkimi i długimi stabilizatorami miednica znajduje się w pozycji zrównoważonej i stawy biodrowe są równomiernie obciążane.
  - prawidłowej kontroli nerwowej:
    - kontrola sensomotoryczna – modulacja, selekcja i synteza informacji przesyłanych z ekstero – i proprioceptorów
    - dobór właściwych wzorców napięcia mięśniowego
- zapewnienie zachowania stabilizacji lokalnej
- utrzymanie równowagi w zakresie całego narządu ruchu

### Unaczynienie stawu

- U osoby dorosłej – od naczyń torebkowych (uwypuklają błonę maziową od strony wewnętrznej)
  - Krew tętnicza do nich doprowadzona jest przez:
    - tętnicę okalającą udo przyśrodkową (+)
    - tętnicę okalającą udo boczną (+)
    - tętnicę pośladową górną
    - tętnicę pośladową dolną
    - tętnicę uda głęboką



- U dziecka
  - Istotnym uzupełnieniem jest:
    - tętnica więzadła głowy kości udowej

### Unerwienie stawu

- Nerw udowy
  - przednia powierzchnia stawu
- Nerw zasłonowy
  - tylnoprzyśrodkowa powierzchnia stawu
- Nerw kulszowy (niekiedy gałąź bezpośrednio od splotu krzyżowego lub nerwu pośladkowego dolnego)
  - powierzchnia tylna stawu

Dolegliwości bólowe w chorobie zwyrodnieniowej stawu biodrowego wynikają głównie ze stałego napięcia i zakwaszenia głównie mięśni przywodzicieli i mięśnia biodrowo-lędźwiowego (ból mięśniowy), zwiększonego napięcia poszerzonej przez wysięk torebki stawowej (ból torebkowy), zniszczenia chrząstki stawowej i odsłonięcia warstwy podchrzęstnej (ból śródstawowy) oraz przekrwienia żylnego (ból wewnątrzkościowy). Ból często promieniuje do kończyny dolnej wolnej. Często jednym z pierwszych objawów zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego jest ból stawu kolanowego w wyniku jego promieniowania wzdłuż nerwu zasłonowego.

### Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.
3. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
4. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
5. Borejko M., Dziak A.: Badanie radiologiczne w ortopedii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1988.
6. Brown D.E., Neumann R.D.: Sekrety Ortopedii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2006.
7. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
8. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
9. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
10. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
11. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.

12. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
13. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
14. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektoryjnych. Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
15. Staheli L.T.: Practice of Pediatric Orthopaedics. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2006.
16. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
17. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

# Anatomia kliniczna stawu kolanowego

Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki

## Staw kolanowy (*articulatio genus*)

- największy, najbardziej złożony staw narządu ruchu człowieka
- łączy koniec dalszy kości udowej z końcem bliższym piszczeli

### I. Typ stawu

- staw zawiasowy zmodyfikowany

### II. Powierzchnie stawowe

- utworzone przez:
  - powierzchnię stawową kłykcia bocznego kości udowej
  - powierzchnię stawową kłykcia przyśrodkowego kości udowej
  - powierzchnię rzepkową kości udowej
  - powierzchnię stawową rzepki
  - powierzchnię stawową kłykcia bocznego kości piszczelowej
  - powierzchnię stawową kłykcia przyśrodkowego kości piszczelowej
- uzupełniające powierzchnie:
  - górna i dolna łąkotki przyśrodkowej
  - górna i dolna łąkotki bocznej

### Główka stawowa

- kłykcie kości udowej
- powierzchnia rzepkowa kości udowej

### Panewka

- powierzchnie kłykci kości piszczelowej
- rzepka

Kształt rzepki, oceniany wg klasyfikacji Wiberga, widoczny w przekroju poprzecznym, jest jednym z czynników decydujących o stabilności w stawie rzepkowo-udowym.

Główka stawowa ma kształt podkowiasty i jest około trzy razy większa od panewki. Powierzchnie stawowe kłykci nie są silnie wypukłe w płaszczyźnie czołowej. W płaszczyźnie strzałkowej stopień wypukłości kłykci kości udowej zmienia się. Promień krzywizny zakreśla spiralę. Powierzchnia stawowa z przodu jest miernie zakrzywiona, natomiast ku tyłowi stopień krzywizny zwiększa się i coraz bardziej przybiera kształt koła. Stąd przy zgiętym stawie kolanowym odbywają się ruchy rotacyjne. Panewka stawowa utworzona jest przez kłykcie kości piszczelowej oraz rzepkę i również wykazuje asymetrię. Powierzchnia

stawowa kłykcia przyśrodkowego ma kształt owalny i jest większa i głębsza niż trójkątnego kształtu powierzchnia stawowa kłykcia bocznego.

### Powierzchnie stawowe kłykci piszczeli

- oddzielone od siebie wyniosłością międzykłykciową (*eminentia intercondylaris*).

Powierzchnie stawowe są pokryte chrząstką szklistą o grubości średnio 3-4 mm. Zwiększa ona sprężystość stawu i pozwala zmniejszyć wstrząsy powstające podczas ruchu (np. chodzenia). Najgrubsza warstwa chrząstki, bo osiągająca 6,5 mm, pokrywa pas oddzielający część przyśrodkową od części bocznej powierzchni stawowej rzepki, czyli tzw. listewkę kierunkową.

W wyprostowanym stawie kolanowym najbardziej płaska część powierzchni stawowej udowej styka się z panewką. Masa ciała rozkłada się wtedy na największą możliwą powierzchnię. W czasie zginania panewka ma kontakt z coraz mniejszą i mniej dopasowaną powierzchnią kłykci, co wiąże się z ich wzrastającą ku tyłowi krzywizną. Umożliwia to wykonywanie ruchów obrotowych goleni.

### Uzupełnienie powierzchni stawowych w stawie kolanowym

- łąkotka boczna (*meniscus lateralis*)
- łąkotka przyśrodkowa (*meniscus medialis*)

### Łąkotka – budowa

- Podział anatomiczny:
  - trzon
  - róg przedni
  - róg tylny
- Podział na strefy ze względu na unaczynienie:
  - red-red
  - red-white
  - white-white

Łąkotki zbudowane są z chrząstki włóknistej. Ich przekroje poprzeczne mają kształt klina, którego podstawa jest skierowana na zewnątrz i zrośnięta z torebką stawową. Powierzchnia górna (nieco wklęsła) przylega do kłykci kości udowej, a powierzchnia dolna (płaska) do powierzchni stawowych kłykci kości piszczelowej. Łąkotki mają kształt półksiężyca, choć łąkotka boczna jest krótsza, mocniej zakrzywiona i bardziej pierścieniowata, zaś łąkotka przyśrodkowa, dłuższa i szersza. Powierzchnia zewnętrzna łąkotki zrasta się z torebką włóknista. Końce łąkotec, czyli rogi przedni i tylny, są połączone pasmami łącznotkankowymi z kością piszczelową. Róg przedni łąkotki bocznej przyczepia się do przodu od guzka międzykłykciowego bocznego, róg tylny natomiast od tyłu do tego guzka i częściowo drugim pasmem włóknistym do guzka międzykłykciowego przyśrodkowego. Róg przedni łąkotki przyśrodkowej rozpoczyna się przed polem międzykłykciowym przednim, zaś róg tylny przyczepia się w polu międzykłykciowym tylnym.

Obie łąkotki dzielą jamę stawową na dwa piętra: górne, między kością udową a łąkawkami – tu odbywają się ruchy zgięcia i prostowania i dolne, między łąkawkami a kością

piszczelową, gdzie odbywają się ruchy obrotowe. W trakcie ruchów w stawie kolanowym łątki przesuwają się na panewce kości piszczelowej w trakcie prostowania do przodu, a przy zginaniu do tyłu, co najmniej o 1 cm. W trakcie ruchów obrotowych łątki również ulegają przesunięciu. Łątko boczna jest bardziej ruchoma od przyśrodkowej. W zależności od ciśnienia wywieranego przez powierzchnie stawowe łątki grubieją, bądź spłaszczają się, zmienia się przy tym ich zakrzywienie. Dzięki temu mogą się dopasować do powierzchni stawowych. Przy wyproście łątki są wydłużone i zwężone, przy zgięciu są krótkie i szerokie. Łątko przyśrodkowa jest bardziej narażona na uszkodzenia gdyż jest silniej przytwierdzona i mniej ruchoma, na przykład wskutek gwałtownego obrotu kości piszczelowej przy zgiętym kolanie.

Poza opisanymi powyżej amortyzacją ruchów i ograniczeniem ich zakresu powyżej stref przeciążeń, oraz stabilizacją stawu, łątki spełniają również inne istotne funkcje. Są to: zwiększenie powierzchni obciążanej (75% obciążeń stawu kolanowego przechodzi przez łątki), zmniejszenie powierzchni chrząstki stawowej wystawianej na ekspozycję działających sił i ulegającej ścieraniu, funkcja czuciowa przez proprioreceptory znajdujące się w częściach obwodowych oraz funkcje odżywcze.

Po usunięciu łątek nie obserwuje się większego upośledzenia ruchów, utrudnione jest natomiast prostowanie przy chodzeniu po górach czy schodach. Z punktu widzenia klinicznego istotne jest unaczynienie łątek. Strefa zewnętrzna łątki zwana inaczej strefą „red-red” (R-R) jest stosunkowo dobrze unaczyniona i zapewnia możliwość zrostu tkanek po odpowiednio wykonanym zszyciu chirurgicznym lub w szczególnych przypadkach samoistnie. Centralnie (najbardziej wewnątrz) znajduje się strefa łątki nazywana ze względu na brak unaczynienia „white-white” (W-W). W przypadku uszkodzenia w jej obrębie brak jest możliwości zrostu łątki. Pośrednią strefą znajdującą się pomiędzy wymienionymi powyżej jest strefa „red-white” (R-W), w obrębie której możliwość zrostu uszkodzonej łątki jest wątpliwa.

### III. Torebka stawowa

Przyczep torebki włóknistej stawu kolanowego nie jest zgodny z brzegiem powierzchni stawowych (!!!)

#### Przyczepy torebki włóknistej

- Po stronie przedniej
  - typowa torebka stawowa jest zastąpiona przez ścięgno mięśnia czworogłowego uda
- Po stronie bocznej i przyśrodkowej
  - na kości udowej przyczep torebki stawowej znajduje się odpowiednio poniżej nadkłykcia bocznego i przyśrodkowego, krzyżując linię nasadową
- Po stronie tylnej
  - przyczep torebki stawowej do kości udowej znajduje się na powierzchni podkolanowej około 1 cm powyżej kresy międzykłykciowej (*linea intercondylaris*)
- Na kości piszczelowej
  - torebka włóknista przyczepia się do brzegu podpanewkowego (*margo infraglenoidalis*) do około 0.5 cm poniżej brzegów po-

wierzchni stawowej górnej znajdującej się na kłykciach bocznym i przyśrodkowym kości piszczelowej

- przyczep torebki stawowej do kości piszczelowej obejmuje pełen obwód końca bliższego kości piszczelowej z wyjątkiem części przedniej, gdzie torebka jest zastąpiona w części centralnej przez więzadło rzepki (*ligamentum patellae*), zaś bocznie od więzadła przez troczki rzepki: boczny i przyśrodkowy (*retinacula patellae lateralis et medialis*)

### Przyczep błony maziowej

- Po stronie przedniej na kości udowej
  - około 1.5 cm powyżej górnego brzegu powierzchni rzepkowej, a następnie przechodzi z podłoża kostnego na wewnętrzną powierzchnię torebki włóknistej
  - następnie linia przyczepu torebki maziowej biegnie odpowiednio ku tyłowi i dołowi
- Po stronie przyśrodkowej i bocznej kości udowej
  - krzyżuje linię nasadową
  - przebiega odpowiednio poniżej obu nadkłykci
- Po stronie tylnej kości udowej
  - wzdłuż brzegów powierzchni stawowych obu kłykci
  - więzadła krzyżowe znajdują się na zewnątrz torebki maziowej i są nią pokryte z przodu i z boków
- Na rzepce
  - wzdłuż brzegów powierzchni stawowej
- Na piszczeli
  - do brzegów powierzchni stawowej górnej na każdym z kłykci oddzielnie
- Kształt torebki maziowej porównuje się do spodenek, których nogawki przyczepiają się do brzegów powierzchni stawowych każdego z kłykci oddzielnie, zaś część górna w jednej linii elipsoidalnego kształtu przyczepia się do kości udowej

## IV. Jama stawowa

Jama stawowa stawu kolanowego

- nie jest strukturą jednolitą
- Przegroda strzałkowa, utworzona głównie przez więzadła krzyżowe
  - dzieli ją na połowy:
    - prawą
    - lewą
- Łąkotki
  - dzielą jamę stawu w płaszczyźnie poziomej

- dwa piętra górne
- dwa piętra dolne
- Wszystkie cztery części stawu łączą się ze sobą.

### Jama stawowa

- często łączy się z:
  - zachyłkiem podkolanowym
  - zachyłkiem nadrzepakowym
- rzadziej z:
  - kaletką mięśnia półbłoniastego
  - kaletką podścięgnową przyśrodkową mięśnia brzuchatego łydki
  - kaletką podścięgnową boczną mięśnia brzuchatego łydki
- bardzo rzadko z:
  - kaletką przedrzepakową

### V. Kaletki (zachyłki) związane ze stawem kolanowym

- zachyłek nadrzepakowy (kaletka nadrzepakowa)
- zachyłek podkolanowy (kaletka mięśnia podkolanowego) (*recessus subpopliteus*)
- kaletka podskórna przedrzepakowa (*bursa prepatellaris subcutanea*)
- kaletka podpowięziowa przedrzepakowa (*bursa prepatellaris subfascialis*)
- kaletka podścięgnowa przedrzepakowa (*bursa prepatellaris subtendinea*)
- kaletka podrzepakowa głęboka (*bursa infrapatellaris profunda*)

Kaletki stawowe będące niestałymi elementami stawu w przypadku stałego połączenia z jamą stawu stają się jego zachyłkami. Zachyłek nadrzepakowy (kaletka nadrzepakowa) (*bursa suprapatellaris*) u człowieka dorosłego oddzielony jest od stawu pierścieniowatym przewężeniem. Brzeg górny tej stosunkowo dużej kaletki maziowej sięga kilka centymetrów nad górny brzeg rzepki w wyprostowanym kolanie. Jest zlokalizowana między ścięgnem mięśnia czworogłowego a przednią powierzchnią uda. Wyściela ją warstwa tkanki tłuszczowej. W okresie życia płodowego zachyłek ten jest całkowicie zamknięty, powiększając się wraz z rozwojem osobniczym. U dorosłego wielkość tego zachyłka (kaletki) jak i jego połączenie z jamą stawową jest osobniczo zmienne. W większości przypadków połączenie to jednak występuje.

Zachyłek podkolanowy (kaletka mięśnia podkolanowego) (*recessus subpopliteus*) łączy się prawie zawsze z jamą stawową. Ma on kształt cewkowaty. Zlokalizowany jest na bocznej stronie stawu, do przodu i poniżej ścięgna początkowego mięśnia podkolanowego. Przykrywa go więzadło poboczne strzałkowe. Czasami zachyłek ten sięga aż do stawu piszczelowo-strzałkowego, niejednokrotnie łącząc się z nim.

Kaletki przedrzepakowe znajdują się do przodu od rzepki. Najczęściej są trzy. Kaletka podskórna przedrzepakowa (*bursa prepatellaris subcutanea*) znajduje się w tkance podskórnej przed powięzią szeroką uda. Kaletka podpowięziowa przedrzepakowa (*bursa prepatellaris subfascialis*) umiejscowiona jest między powięzią szeroką uda a ścięgnem mięśnia czworo-

głowego uda. Kaletka podścięgnowa przedrzepkowa (*bursa prepatellaris subtendinea*) leży pomiędzy ścięgnem mięśnia czworogłowego uda a powierzchnią przednią rzepki. Występują stale, często łączą się ze sobą, lecz prawie nigdy z jamą stawową. Wielkość tych kałek jest osobniczo zmienna.

Kaletka podrzepkowa głęboka (*bursa infrapatellaris profunda*) położona jest między powierzchnią tylną więzadła rzepki a powierzchnią przednią końca bliższego kości piszczelowej. Od jamy stawowej oddzielona jest przez ciało tłuszczowe. Czasem zachowuje z nią łączność.

## VI. Ciało tłuszczowe

Ciało tłuszczowe – budowa

- fałd maziowy podrzepkowy (*plica synovialis infrapatellaris*)
- fałdy skrzydłowe (*plicae alares*)

tworzą ciało tłuszczowe – między błoną włóknistą (tu ścięgnem mięśnia czworogłowego) a błoną maziową, którą wpukla w kierunku stawu

Z brzegu bocznego i przyśrodkowego rzepki, od strony powierzchni stawowej, odchodzą dwa duże, wypełnione tkanką tłuszczową, często pokryte kosmkami, fałdy błony maziowej – fałdy skrzydłowe (*plicae alares*). Biegają one zbieżnie do dołu, a w linii ich połączenia, w kierunku strzałkowym znajduje się trzeci fałd – fałd maziowy podrzepkowy (*plica synovialis infrapatellaris*). Jest on również wypełniony tkanką tłuszczową. Przyczepia się do przedniego brzegu dołu międzykłykciowego kości udowej. Wszystkie trzy fałdy razem tworzą ciało tłuszczowe, które znajduje się między błoną włóknistą (tu ścięgnem mięśnia czworogłowego) a błoną maziową wpuklając tą ostatnią w kierunku stawu.

Fałd podrzepkowy stanowi brzeg przedni przegrody błony maziowej. Jest ona całkowicie zachowana u płodu, ustawiona w płaszczyźnie strzałkowej. Przebiega ona od tylnej strony torebki, obejmując więzadła krzyżowe, do wierzchołka rzepki. Dzieli jamę stawową na dwie połowy – prawą i lewą – łączące się do przodu od fałdu podrzepkowego. Czasami stan taki, całkowicie bądź częściowo, może być zachowany u osobnika dorosłego. Kiedy kolano jest zgięte fałdy skrzydłowe wpuklają się w szczelinę stawu, dlatego skóra zapada się z obu stron wzdłuż więzadeł rzepki. Przy wyprostowanym kolanie pod naciskiem kłykci kości udowej ciało tłuszczowe przesuwa się bocznie, wytwarzając po obu stronach uwypuklające skórę fałdy.

## VII. Aparat więzadłowy stawu kolanowego

Więzadła stawu kolanowego

- więzadło rzepki (*ligamentum patellae*) (PL)
- więzadło poboczne strzałkowe (*ligamentum collaterale fibulare*) (LCL)
- więzadło poboczne piszczelowe (*ligamentum collaterale tibiale*) (MCL)
- więzadło krzyżowe przednie (*ligamentum cruciatum anterius*) (ACL)
- więzadło krzyżowe tylne (*ligamentum cruciatum posterius*) (PCL)
- więzadło podkolanowe skośne (*ligamentum popliteum obliquum*)



- więzadło podkolanowe łukowate (*ligamentum popliteum arcuatum*)
- więzadło łąkotkowo-udowe tylne (*ligamentum meniscofemorale posterius*)
- więzadło łąkotkowo-udowe przednie (*ligamentum meniscofemorale anterius*)
- więzadło poprzeczne kolana (*ligamentum transversum genus*) (TL)

Więzadła stawu kolanowego są silnym wzmocnieniem torebki stawowej. W większości są częściami ścięgien mięśni znajdujących się w pobliżu stawu.

Więzadło rzepki (*ligamentum patellae*) (PL) jest środkową częścią wspólnego ścięgna mięśnia czworogłowego uda. Mocne, płaskie pasmo o długości 5-8 cm przyczepia się do przedniej powierzchni i do dolnego brzegu rzepki. Dochodzi do guzowatości piszczeli (*tuberositas tibiae*) zwiężając się ku dołowi. Pomiędzy tylną powierzchnią więzadła a błoną maziową torebki stawowej znajduje się skupienie tkanki tłuszczowej. Od kości piszczelowej więzadło rzepki oddzielone jest kaletką podrzepkową głęboką.

Troczki rzepki są tworzone przez części włókien ścięgniętych głowy przyśrodkowej i bocznej mięśnia czworogłowego uda. Stąd wyróżniamy odpowiednio troczek przyśrodkowy i troczek boczny rzepki. Biegają obok rzepki do przedniej powierzchni kłykci piszczeli. Troczek przyśrodkowy jest szerszy od bocznego, sięga do więzadła piszczelowego pobocznego. Do troczka bocznego dochodzą włókna pasma biodrowo-piszczelowego powięzi szerokiej uda. Większość włókien troczków biegnie podłużnie, jedynie część górna powyżej szczeliny stawowej ma utkanie poprzeczne.

Więzadło poboczne strzałkowe (*ligamentum collaterale fibulare*) (LCL) stanowi okrągły powrózek rozpięty między nadkłykiem bocznym kości udowej a powierzchnią boczną głowy strzałki. Więzadło to nie jest zrosnięte z torebką stawową, ani z łąkotką. Oddzielone jest od nich tkanką tłuszczową.

Więzadło poboczne piszczelowe (*ligamentum collaterale tibiale*) (MCL) biegnie od nadkłykcia przyśrodkowego kości udowej do brzegu podpanewkowego piszczeli i stamtąd dalej ku piszczeli. Łączy się ze ścianą torebki stawowej i łąkotką. Z tyłu i na dole przykrywa ścięgno mięśnia półbłoniastego i tętnicę dolną przyśrodkową kolana. Składa się z warstwy powierzchownej i głębokiej. Warstwa głęboka dodatkowo dzieli się na część przednią, środkową (głębokie więzadło poboczne piszczelowe) i tylną. Przy zgiętym kolanie pozostaje napięta tylko część przednia, zaś w wyproście część tylno-środkowa.

Więzadło podkolanowe skośne (*ligamentum popliteum obliquum*) wzmacnia tylną ścianę torebki stawowej. Biegnie od kłykcia bocznego kości udowej ku dołowi i przyśrodkowo do torebki stawowej i przechodzi w ścięgno mięśnia półbłoniastego. Wzmacnia dno dołu podkolanowego. Hamuje nadmierne prostowanie i ruchy obrotowe. Leży pod tętnicą podkolanową.

Więzadło podkolanowe łukowate (*ligamentum popliteum arcuatum*) również rozpoczyna się w okolicy kłykcia bocznego i gubi się pod więzadłem skośnym. Stanowi przyczep dalszy mięśnia podkolanowego. Wraz z więzadłem pobocznym strzałkowym i mięśniem podkolanowym tworzy zespół łukowaty.

Więzadła krzyżowe w toku rozwoju wniknęły w staw wpuklając błonę maziową. Leżą więc wewnątrz stawu objęte błoną włóknistą torebki, jednocześnie na zewnątrz jamy stawowej, ponieważ są pokryte błoną maziową. Tworzą niekompletną przegrodę stawową. Są odżywiane przez tętnicę środkową kolana, gałąź tętnicy podkolanowej.

Więzadło krzyżowe przednie (*ligamentum cruciatum anterius*) (ACL) biegnie od powierzchni wewnętrznej kłykcia bocznego kości udowej w pobliżu jego tylnego końca, następnie skośnie do przodu, ku dołowi i przyśrodkowo, kończąc się w polu międzykłykci-

wym przednim piszczeli i guzku międzykłykciowym przyśrodkowym. Średnio ma długość 38 mm, szerokość 11 mm, natomiast grubość około 5 mm. Składa się z 2 pęczków: przednio-przyśrodkowego oraz tylno-bocznego.

Przyczep piszczelowy więzadła znajduje się pomiędzy przyczepami rogów łąkotki bocznej. Ma kształt wydłużonego trójkąta o wysokości 30 mm. Sięga do wyniosłości międzykłykciowej. Pole powierzchni waha się w granicach  $136 \pm 33 \text{ mm}^2$ . Część boczna tego pola jest miejscem przyczepu pęczka tylno-bocznego, natomiast przyśrodkowa pęczka przednio-przyśrodkowego. Pole przyczepu na kości udowej ma kształt sierpa skierowanego wypukłością do tyłu. Ma powierzchnię  $113 \pm 27 \text{ mm}^2$ . Górną część pola zajmuje przyczep pęczka przednio-przyśrodkowego, dolną natomiast tylno-bocznego. Przyczep każdego z pęczków zajmuje połowę pola. W stosunku do powierzchni przekroju poprzecznego więzadła w połowie długości pole przyczepu jest około trzy razy większe.

Przy wyproście oba pęczki są napięte. Przeprost prowadzi do zbliżenia pęczka przednio-przyśrodkowego do stropu dołu międzykłykciowego (*fossa intercondylaris*). Przy zetknięciu tych struktur może dojść do uszkodzenia więzadła. W trakcie zginania spada napięcie pęczka tylno-bocznego na skutek przesuwania się do przodu jego przyczepu – jednocześnie włókna obu pęczków się krzyżują. Zadaniem pęczka przednio-przyśrodkowego podczas zginania jest zmiana ruchu toczenia kości udowej na ruch ślizgowy.

Blona maziowa pokrywa więzadło. Wyróżnia się warstwę obwodową błony maziowej i warstwę wewnętrzną, która wnika między włókna więzadła. Warstwa powierzchniowa zanika ok. 10 mm powyżej przyczepu piszczelowego, zastąpiona przez zbitą warstwę włóknistą. Odpowiada to poziomowi kontaktu ze stropem dołu międzykłykciowego. Strefa pokryta przez warstwę włóknistą odpowiada awaskularnemu obszarowi więzadła. Pozostała część więzadła jest dobrze unaczyniona. Źródłem unaczynienia jest tętnica środkowa kolana oraz tętnice dolne kolana. Węzadło w większości tworzy istota włóknisto-chrząstka. Unerwienie więzadła pochodzi od gałęzi stawowej nerwu piszczelowego. Węzadło posiada mechanoreceptory (ciałka Rufiniego, Pacciniego i Golgiego) oraz nocyreceptory.

Węzadło krzyżowe tylne (*ligamentum cruciatum posterius*) (PCL) biegnie od powierzchni bocznej kłykcia przyśrodkowego kości udowej, w pobliżu jego brzegu przedniego, ku tyłowi, dołowi i bocznie do pola międzykłykciowego tylnego. Średnio ma długość 38 mm, a szerokość 13 mm. Główną masę więzadła stanowi pęczek przedni – inaczej przednio-boczny, pozostałe włókna tworzą pęczek tylny, zwany również tylno-przyśrodkowym. Opierając się na nowszych badaniach mikroanatomicznych, można w obrębie PCL wyróżnić cztery części: pęczek przedni i centralny – razem to około 85% włókien PCL, tylno-podłużny i tylno-skośny – pozostałe 15%.

W wyprostowanym kolanie pęczek przedni jest rozluźniony, centralny nieco bardziej napięty, pozostałe zaś silnie naprężone. Pęczek przedni jest w napięciu, gdy kąt zgięcia jest w zakresie 30-90°, pęczek centralny, gdy od 30-120°. Tylny pęczki napinają się ponownie, gdy kąt zgięcia przekroczy 90° i zwiększa się wraz ze wzrostem tego kąta.

Pole przyczepu piszczelowego ma szerokość 15 mm, a jego powierzchnia to  $153 \pm 37 \text{ mm}^2$ . Znajduje się ono pomiędzy kłykcami na tylnej powierzchni piszczeli, wstępując również na powierzchnię górną. Przyczep udowy ma kształt półksiężyca i powierzchnię  $128 \pm 22 \text{ mm}^2$ . Część przednia pola jest miejscem przyczepu pęczka przedniego (przednio-bocznego bądź przedniego i centralnego zależnie od nazewnictwa), tylna zaś tylnego (tylno-przyśrodkowego bądź tylno-podłużnego i tylno-skośnego; j.w.). Każdy z pęczków zajmuje połowę pola przyczepu zarówno piszczelowego jak i udowego. W stosunku do powierzchni przekroju poprzecznego więzadła w połowie długości każde z pół przyczepu jest dwukrotnie większe.

Więzadło w większości tworzy istota włóknisto-chrzęstna. Jest ono z przodu i boku pokryte dobrze unaczynioną maziówką, z tym, że środkowa jedna trzecia więzadła nie jest unaczyniona.

W przypadku oderwania się więzadeł krzyżowych, które zwykle towarzyszy odlamaniu części kostnej – przykładowo guzka międzykłykciowego – kości udowa i piszczelowa zaczynają się względem siebie przesuwać do przodu i do tyłu (objaw szuflady przedniej lub tylnej, oceniany na + lub ++ lub +++). W ruchu prostowania napinają się pasma przednie więzadła krzyżowego przedniego i pasma tylne więzadła krzyżowego tylnego. Przy zgięciu napięte są pasma tylne obu więzadeł, a przy obrocie goleni do wewnątrz wszystkie pasma, poza tylnym więzadła krzyżowego przedniego. W ruchu tym więzadła krzyżowe owijają się wokół siebie. Tylko przy obrocie goleni na zewnątrz, gdy więzadła odwijają się, nie są silnie napięte.

Z więzadłem krzyżowym tylnym związane są więzadła łątkowo-udowe. Więzadło łątkowo-udowe tylne (*ligamentum meniscofemorale posterius*) Wrisberga oddziela się w pobliżu tylnego przyczepu łątki bocznej. Biegnie po tylnej ścianie więzadła krzyżowego tylnego do wewnętrznej powierzchni kłykcia przyśrodkowego kości udowej. Więzadło łątkowo-udowe przednie (*ligamentum meniscofemorale anterius*) Humphreya również odchodzi z tylnego końca łątki bocznej, biegnie po stronie przedniej więzadła krzyżowego tylnego i przyczepia się do powierzchni wewnętrznej kłykcia przyśrodkowego kości udowej.

Więzadło poprzeczne kolana (*ligamentum transversum genus*) (TL) jest rozpięte pomiędzy najbardziej do przodu położonymi punktami obu łątek. Często jest zahamowane w rozwoju lub całkowicie go brak. Odpowiada ono za synchroniczne ruchy obu łątek.

## VIII. Mięśnie działające na staw kolanowy

### Zginacze

- mięsień brzuchaty łydki
- mięsień dwugłowy uda
- mięsień półścięgnisty
- mięsień półbłoniasty
- mięsień krawiecki
- mięsień smukły
- mięsień podkolanowy

### Prostowniki

- mięsień czworogłowy uda

### Rotatory zewnętrzne

- mięsień dwugłowy uda
- mięsień brzuchaty łydki (głowa boczna)

### Rotatory wewnętrzne

- mięsień brzuchaty łydki (głowa przyśrodkowa)
- mięsień dwugłowy uda
- mięsień półścięgnisty
- mięsień półbłoniasty

- mięsień krawiecki
- mięsień smukły

Z grupy przedniej mięśni uda na staw kolanowy działają: mięsień krawiecki (*musculus sartorius*) oraz mięsień czworogłowy uda (*musculus quadriceps femoris*). Mięsień krawiecki jest mięśniem dwustawowym. Mięsień ten jest zginaczem stawu kolanowego i jego rotatorem wewnętrznym. Jego działanie na staw kolanowy jest jednak złożone i zależy od stopnia zgięcia stawu. Przy w pełni wyprostowanym stawie kolanowym, mięsień ten odpowiada za stabilizację wyprostu i ruch przeprostu. Mięsień ten kończy się przechodząc w płaskie rozścięgnio, które nieco poniżej i przyśrodkowo od guzowatości piszczeli przykrywa przyczepy mięśni: smukłego oraz półścięgnistego. Zrasta się z nimi tworząc gęsią stopę powierzchowną (*pes anserinus superficialis*). Unerwiony jest on przez gałęzie nerwu udowego. Mięsień czworogłowy uda jest podzielony na cztery głowy: mięsień prosty uda (*musculus rectus femoris*), mięsień obszerny boczny (*musculus vastus lateralis*), mięsień obszerny przyśrodkowy (*musculus vastus medialis*), mięsień obszerny pośredni (*musculus vastus intermedius*). Najgłębszą warstwą głowy pośredniej mięśnia czworogłowego jest, z punktu widzenia klinicznego, mięsień stawowy kolana (*musculus articularis genu*). Biegnie on od części dalszej trzonu kości udowej do torebki stawowej stawu kolanowego. Napina ją chroniąc przed wpuknięciem wewnątrz stawu.

Mięsień prosty uda jest również mięśniem dwustawowym działającym na staw biodrowy i kolanowy. Pozostałe głowy mięśnia czworogłowego mają przyczepy początkowe na kości udowej. Ostatecznie wszystkie przechodzą we wspólne rozścięgnio końcowe. Przyczepia się ono do górnego, przyśrodkowego i bocznego brzegu rzepki oraz do jej przedniej powierzchni i przechodzi w więzadło rzepki (*ligamentum patellae*). Więzadło to kończy się na guzowatości piszczeli. Mięsień czworogłowy uda jest prostownikiem stawu kolanowego. Unerwiają go gałęzie mięśniowe nerwu udowego.

Mięsień smukły (*musculus gracilis*) należy do grupy przyśrodkowej mięśni uda i jest mięśniem dwustawowym. Owija się od tyłu na nadkłykciu przyśrodkowym i współtworzy gęsią stopę powierzchowną. Kończy się pod ścięgnem mięśnia krawieckiego, nieco powyżej mięśnia półścięgnistego i do przodu od mięśnia półbłoniastego. Zgina i słabo obraca do wewnątrz podudzie w stawie kolanowym. Unerwiony jest przez gałąź przednią nerwu zasłonowego.

W grupie tylnej mięśni uda na staw kolanowy działają: mięsień półścięgnisty (*musculus semitendinosus*), mięsień półbłoniasty (*musculus semimembranosus*) oraz mięsień dwugłowy uda (*musculus biceps femoris*). Mięsień półbłoniasty tworzy bruzdę, w której leży ścięgno mięśnia półścięgnistego. Oba te mięśnie współtworzą gęsią stopę (półścięgnisty – powierzchowną, półbłoniasty – głęboką). Mięsień dwugłowy uda kończy się silnym ścięgnem na głowie strzałki otaczając więzadło poboczne strzałkowe od tyłu i z boku. Wszystkie trzy powyższe mięśnie są mięśniami dwustawowymi (poza głową krótką mięśnia dwugłowego uda) rozpoczynającymi się na guzie kulszowym. Wszystkie powyższe mięśnie są zginaczami stawu kolanowego. Dodatkowo mięśnie: półbłoniasty i półścięgnisty są rotatorami wewnętrznymi, zaś mięsień dwugłowy uda – rotatorem zewnętrznym stawu kolanowego. Powyższe mięśnie grupy tylnej uda unerwione są przez część piszczelową nerwu kulszowego, z wyjątkiem głowy krótkiej mięśnia dwugłowego uda, która jest unerwiona przez część strzałkową nerwu kulszowego.

Mięsień podkolanowy (*musculus popliteus*) jest również zaliczany do grupy tylnej mięśni uda. Biegnie od nadkłykcia bocznego uda do powierzchni tylnej piszczeli. Jest zginaczem i najsilniejszym mięśniem obracającym do wewnątrz w stawie kolanowym. Unerwia go nerw piszczelowy.

Z mięśni goleni na staw kolanowy działa mięsień brzuchaty łydki (*musculus gastrocnemius*). Mięsień ten jest mięśniem trójstawowym. Biegnie od powierzchni podkolanowej kości udowej i tylnej powierzchni torebki stawowej stawu kolanowego – odpowiednio głowa boczna rozpoczyna się powyżej kłykcia bocznego, a głowa przyśrodkowa powyżej przyśrodkowego. W 1/3 dolnej przechodzi w ścięgno, które jest częścią ścięgna Achillesa. Mięsień ten jest silnym zginaczem stawu kolanowego, a jego poszczególne głowy odpowiednio rotatorem wewnętrznym (głowa przyśrodkowa) i zewnętrznym (głowa boczna). Zbliżonym w przyczepach i funkcji do głowy bocznej mięśnia brzuchatego łydki jest mięsień podeszwowy (*musculus plantaris*). Jego działanie na staw kolanowy jest jednak wielokrotnie słabsze. Oba te mięśnie są unerwione przez nerw piszczelowy.

## XI. Unaczynienie stawu kolanowego

### Unaczynienie tętnicze

(naczynia żyłne towarzyszą tętniczym)

- głównie naczynia odchodzące od:
  - tętnicy udowej
  - tętnicy podkolanowej
- sieć stawowa stawu kolanowego

Staw kolanowy zaopatrują: tętnica zstępująca kolana od tętnicy udowej, gałąź zstępująca tętnicy bocznej okalającej udo od tętnicy głębokiej uda, pięć tętnic kolana od tętnicy podkolanowej, dwie tętnice wsteczne piszczelowe od tętnicy piszczelowej przedniej, gałąź okalająca strzałkę od tętnicy piszczelowej tylnej. Wszystkie wyżej wymienione naczynia poza tętnicą środkową kolana wytwarzają sieć kolana i sieć rzepki. Układ naczyń żylnych w obrębie stawu kolanowego jest podobny.

Naczynia chłonne stawu kolanowego wydostają się ze ścian: przyśrodkowej, tylnej i bocznej torebki stawowej. Uchodzą do węzłów chłonnych podkolanowych i biegną towarzysząc naczyniom krwionośnym do węzłów chłonnych pachwinowych głębokich.

## X. Unerwienie stawu kolanowego

Staw kolanowy zaopatrują nerwy:

- nerw udowy
- nerw piszczelowy
- nerw strzałkowy wspólny
- nerw zasłonowy

Gałęzie stawowe dochodzą wraz z naczyniami, prawie wszystkie za pośrednictwem gałęzi mięśniowych. Przednią i górną część stawu zaopatrują gałązki nerwu udowego odchodzące od gałęzi mięśniowych dla mięśni obszernych: przyśrodkowego, pośredniego i bocznego mięśnia czworogłowego. Do przednio-dolnej części stawu dochodzą ze strony bocznej gałązki nerwu strzałkowego wspólnego, a od przyśrodkowej gałązka nerwu piszczelowego. Do górnej części tylnej powierzchni stawu dochodzą włókna od składnika strzałkowego i piszczelowego nerwu kulszowego, dodatkowo

od strony przyśrodkowej nerw zasłonowy. Część dolną powierzchni tylnej zaopatrują 3-4 gałązki nerwu piszczelowego.

## XI. Biomechanika stawu kolanowego

**Funkcjonalnie staw kolanowy składa się ze stawów:**

- stawu udowo-goleniowego
  - podzielonego przez łąkotki na:
    - staw udowo-łąkotkowy
    - łąkotkowo-goleniowy
      - w każdym z powyższych stawów możemy wyróżnić część boczną i przyśrodkową
- stawu rzepkowo-udowego

**Podział anatomiczny czynnościowy kolana wg Jakoba**

- przedział przyśrodkowy:
  - kłykiec przyśrodkowy kości udowej, kłykiec przyśrodkowy kości piszczelowej (czyli przyśrodkowa część plateau piszczeli), łąkotka przyśrodkowa, przyśrodkowy aparat torebkowo-więzadłowy
    - część przednia
    - część środkowa
    - część tylna
- przedział boczny:
  - kłykiec boczny kości udowej, boczna część plateau piszczeli, łąkotka boczna, boczny aparat torebkowo-więzadłowy wraz z kompleksem łukowatym
    - część przednia
    - część środkowa
    - część tylna
- przedział centralny:
  - więzadła krzyżowe, dół międzykłykciowy udowy, pola międzykłykciowe piszczeli przednie i tylne, wyniosłość międzykłykciowa piszczeli
- przedział rzepkowo-udowy:
  - staw rzepkowo-udowy, ciało tłuszczowe, więzadło rzepki, ścięgno mięśnia czworogłowego, zachyłek górny

**Pozycja spoczynkowa stawu kolanowego**

- zgięcie ok. 25°

**Ruchy w stawie kolanowym**

- Zakres zgięcia
  - czynny – 120°-130°

- bierny – 150°, nawet 160°
- Przeprost
  - do 10°
- Rotacja zewnętrzna i wewnętrzna
  - do 45°

Poza pozycjami skrajnego zgięcia i wyprostu w stawie kolanowym odbywają się ruchy obrotowe. Obrót goleni na zewnątrz jest zawsze większy niż obrót do wewnątrz. Zakres rotacji wynosi po około 45°.

### Konieczny zakres ruchomości

- Prawidłowy chód
  - zginamy staw kolanowy do 70°
- Wchodzenie po schodach
  - zginamy staw do 90°
- Bieg
  - zginamy staw do około 130°

Końcowe ruchy zgięcia i wyprostu są związane z niewielkimi przymusowymi ruchami obrotowymi. Odpowiednio przy zgięciu goleni jest rotowana do wewnątrz, przy wyproście natomiast na zewnątrz – nawet do 10°.

### Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.
3. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
4. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
5. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
6. Borejko M., Dziak A.: Badanie radiologiczne w ortopedii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1988.
7. Brown D.E., Neumann R.D.: Sekrety Ortopedii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2006.
8. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
9. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
10. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.

11. Kiss F., Szentugonhai J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1984.
12. Krechowicki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
13. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
14. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
15. Lorkowski J., Walocha J., Gronostaj K.: Anatomia kliniczna stawu kolanowego. *Monit. Lek.* 2004; 2 (5-6): 21-27.
16. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
17. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
18. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
19. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektorijnych. Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
20. Staheli L.T.: *Practice of Pediatric Orthopaedics*. Lippincott Williams & Wilkins. 2006.
21. Williams P.L.: *Grey's Anatomy*. Churchill Livingstone. Edinburg 1989.
22. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.



# Anatomia kliniczna stopy i stawu skokowo-goleniowego

Jacek Lorkowski

## Szkielet części goleni związanej bezpośrednio czynnościowo ze stopą

### Nasada i przynasada dalsza kości piszczelowej (*epiphysis distalis et diaphysis distalis tibiae*)

- Powierzchnia boczna:
  - wklęsła
  - dolna część łączy się ze strzałką wcięciem strzałkowym (*incisura fibularis*)
  - do jej wyniosłych brzegów przyczepiają się więzadła piszczelowo-strzałkowe przednie i tylne
- Powierzchnia przyśrodkowa:
  - przedłuża się w kostkę przyśrodkową (*malleolus medialis*)
  - powierzchnią tylną kostki biegnie płytki rowek – bruzda kostkowa (*sulcus malleolaris*)
    - biegną ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego i zginacza długiego palców
- Powierzchnia tylna:
  - posiada płytki rowek przechodzący w rowek na powierzchni tylnej kości skokowej
    - przebiega ścięgno zginacza długiego palucha

Część tylna końca dalszego kości piszczelowej nazywana jest w praktyce klinicznej trzecią kostką (złamania trójkostkowe, złamania brzegu tylnego końca dalszego kości piszczelowej = złamanie „trzeciej kostki”).

### Koniec dalszy strzałki (*epiphysis distalis fibulae*)

- Koniec dalszy strzałki = kostka boczna (*malleolus lateralis*)
- Powierzchnia przyśrodkowa:
  - powierzchnia stawowa kostki bocznej (*faciem articularis malleoli lateralis*)
- Brzeg tylny kostki bocznej
  - bruzda kostkowa (*sulcus malleolaris*)
    - dla ścięgien mięśnia strzałkowego długiego i krótkiego

- Dół kostki bocznej (*fossa malleoli lateralis*)
  - przyśrodkowo od niej

Zależność między wysokością złamania strzałki a prawdopodobieństwem uszkodzenia więzozrostu piszczelowo strzałkowego: 1) złamanie poniżej więzozrostu, więzozrost nieuszkodzony, 2) złamanie na wysokości więzozrostu, więzozrost w 50% uszkodzony, 3) złamanie powyżej więzozrostu, więzozrost na pewno uszkodzony.

### Stopa (*pes*) – podział anatomiczny

- Stęp (*tarsus*)
- Śródstopie (*metatarsus*)
- Palce (*digiti*)

### Stopa – podział kliniczny

- Część tylna stopy – tyłostopie (*hindfoot*)
- Część środkowa stopy (*midfoot*)
- Część przednia stopy – przodostopie (*forefoot*)

### Część tylna stopy – tyłostopie – tylny odcinek czynnościowy

- Znajduje się bezpośrednio pod kością piszczelową i strzałkową, jest ich podstawą i przedłużeniem
- Elementy składowe:
  - kość skokowa – szczyt i punkt obrotowy
  - kość piętowa – podstawa

### Część środkowa stopy – środkowy odcinek czynnościowy

- 5 kości o niewielkiej wzajemnej ruchomości tworzących czworobok
- Elementy składowe:
  - kość łódkowa
  - 3 kości klinowate
  - kość sześcienna

### Część przednia stopy – przedni odcinek czynnościowy

- Odcinek, w zakresie którego przedniej części znajdują się palce odpowiedzialne za fazę odbicia w trakcie chodu
- Elementy składowe:
  - 5 kości śródstopia
  - 14 kości paliczków

## Szkielet stopy

### Szkielet stopy

Składa się z 26 kości:

- Kości stępu

- Kości śródstopia
- Kości palców
- Trzyczek i kości dodatkowych

### Kości stępu

- Szereg bliższy:
  - kość piętowa (*calcaneus*)
  - kość skokowa (*talus*)
- Szereg dalszy
  - kość klinowata przyśrodkowa (*os cuneiforme mediale*)
  - kość klinowata pośrednia (*os cuneiforme intermedium*)
  - kość klinowata boczna (*os cuneiforme laterale*)
  - kość sześcienna (*os cuboideum*)
  - kość łódkowa (*os naviculare*)

### Kości śródstopia

- 5 kości (*ossa metatarsalia I-V*)

### Kości palców

- Paliczki bliższe (5) (*phalanges proximales*)
- Paliczki środkowe (4) (*phalanges mediales*)
- Paliczki dalsze (5) (*phalanges distales*)

### Kość skokowa (*talus*)

- Składa się z:
  - trzonu
  - szyjki
  - głowy
- Struktury anatomiczne na kości skokowej
  - powierzchnia górna trzonu (*corpus tali*)
    - wyznaczona w większości przez powierzchnię górną bloczka kości skokowej
  - bloczek (*trochlea tali*)
    - zwężający się w swojej tylnej części
    - powierzchnia górna (*facies superior*)
      - szersza od przodu
    - powierzchnia kostkowa przyśrodkowa (*facies malleolaris medialis*)
      - kształt przecinka
    - powierzchnia kostkowa boczna (*facies malleolaris lateralis*)
      - kształt trójkąta
  - powierzchnia tylna trzonu

- tępy wyrostek tylny (*processus posterior tali*)
  - podzielony bruzdą zginacza długiego palucha
    - ◆ guzek przyśrodkowy
    - ◆ guzek boczny
- powierzchnia dolna trzonu:
  - powierzchnia stawowa piętowa tylna
  - wklęsła
  - bruzda kości skokowej – pomiędzy powierzchniami stawowymi piętowymi: środkową i tylną
- szyjka kości skokowej (*collum tali*)
  - skierowana do przodu i przyśrodkowo
  - powierzchnie stawowe piętowe: środkowa i przednia (zachodzi na głowę kości skokowej), często zlewające się ze sobą – na powierzchni dolnej szyjki
- głowa kości skokowej (*caput tali*)
  - powierzchnia stawowa łódkowa w części przedniej głowy
  - powierzchnia stawowa piętowaprzodnia – na powierzchni dolnej głowy (uzupełnienie części powierzchni znajdującej się na szyjce)

Złamania kości skokowej są często trudne do leczenia ze względu na zaburzenia zrostu i martwicę trzonu kości skokowej. Wynika to z zaburzeń unaczynienia. Trzon kości skokowej jest unaczyniony przez często ulegającą uszkodzeniu przy zwichnięciach stawu skokowo-piętowo-łódkowego tętnicę kanału stępu (od tętnicy piszczelowej tylnej). Kość skokową unaczyniają również tętnica zatoki stępu (od tętnicy grzbietowej stopy), a także gałęzie tętnicze górne i tylne. Stosunkowo często uszkodzenie pęczków naczyniowo-nerwowych zawierających tętnicę grzbietową stopy lub piszczelową tylną ma miejsce przy złamaniach z przemieszczeniem trzonu kości skokowej. Jałowa martwica kości skokowej stwierdzana jest najczęściej w złamaniach trzonu kości skokowej, rzadziej w złamaniach szyjki kości. W złamaniach głowy kości skokowej martwica nie występuje.

### Kość piętowa (*calcaneus*)

- Największa kość stopy
- Kształt prostopadłościanu
- 6 powierzchni:
  - powierzchnia górna
    - zawiera 3 powierzchnie stawowe skokowe
    - kolejno od tyłu:
      - powierzchnia stawowa skokowa tylna
        - ◆ duża
        - ◆ wypukła
      - bruzda kości piętowej (*sulcus calcanei*)
      - powierzchnia stawowa skokowa środkowa

- ◆ przyśrodkowy odcinek powierzchni stawowej środkowej leży na zwróconym ku środkowi dużym wyrostku kości piętowej, zwanym podpórką skokową (*sustentaculum tali*)
  - powierzchnia stawowa skokowa przednia
- powierzchnia tylna
  - wypukła
  - tworzy guz piętowy (*tuber calcanei*)
    - przyczep ścięgna mięśnia trójgłowego łydki
- powierzchnia dolna
  - w części tylnej na przedłużeniu guza piętowego występują:
    - wyrostek boczny
      - ◆ mniejszy, do niego przyczepia się część m. odwodziciela palca małego
    - wyrostek przyśrodkowy większy
      - ◆ przyczep m. odwodziciela palucha, m. zginacza krótkiego palców
      - ◆ przyczep rozciągna podeszwowego
- powierzchnia przednia
  - służy do stawowego połączenia z kością sześcienną
- powierzchnia przyśrodkowa
  - jest silnie wklęsła
  - tędy naczynia i nerwy kierują się z goleni na stronę podeszwową stopy
  - znajduje się na niej bruzda ścięgna zginacza długiego palucha
- na powierzchni bocznej
  - znajduje się wyrostek – bloczek strzałkowy (*trochlea peronealis seu fibularis*), w bruzdzie nad bloczkiem biegnie ścięgno m. strzałkowego długiego, są to bruzdy ścięgien m. strzałkowych

Złamania kości piętowej stanowią do 3% wszystkich złamań oraz 60% urazów stępu. Towarzyszy im uszkodzenie struktur chrzęstnych i tkanek miękkich. Złamania pozastawowe są łatwe w leczeniu i wyniki ich leczenia są dobre. Złamania śródstawowe dzielą się na 2 typy (wg Essex-Lopresti). Typ I – postać „języka” (tongue type) – 80% złamań; złamanie bocznej części tylnej powierzchni stawowej. Przy sile skierowanej prostopadłe do podłoża i skośnie do powierzchni stawu skokowo-piętowego kość piętowa ulega fragmentacji w najslabszym miejscu pomiędzy tylną i środkową powierzchnią stawową. Dalsze działanie siły zewnętrznej doprowadza do złamania trzonu i guza piętowego w płaszczyźnie przebiegającej poziomo oraz muskulotaksji odłamu bliższego do góry przez mięsień trójgłowy łydki. Typ II – postać zmiżdżeniowa (depression type) – 20% złamań; złamanie tylnej powierzchni stawowej kości piętowej – siła urazu działa prostopadłe do powierzchni stawu skokowo-piętowego – fragmentacja kości piętowej na dwa odłamy boczny i przyśrodkowy, zmiżdżenie w odłamie bocznym oraz wtórna linia złamania poniżej powierzchni stawowej.

### Kość łódkowata (*os naviculare*)

- Położenie:
  - po stronie przyśrodkowej stopy
  - między kością skokową a kośćmi klinowatymi
- Powierzchnie:
  - górna
  - dolna
  - przednia
  - tylna
  - boczna
  - przyśrodkowa
    - posiada guzowatość kości łódkowatej
      - wyczuwalna palpacyjnie
      - przyczep większej części włókien ścięgna m. piszczelowego tylnego

### Kości klinowate (*ossa cuneiformia*)

- Kość klinowata przyśrodkowa (*os cuneiforme mediale*)
  - największa
  - najbardziej przyśrodkowo
- Kość klinowata pośrednia (*os cuneiforme intermedium*)
  - najmniejsza
- Kość klinowata boczna (*os cuneiforme laterale*)
  - najbardziej bocznie
- Położenie kości klinowatych
  - po stronie przyśrodkowej stopy
  - między kością łódkowatą a podstawami I-III kości śródstopia

### Kość sześcienna (*os cuboideum*)

- Kształt zbliżony do sześcianu (6 powierzchni)
- Topografia: do przodu od kości piętowej na bocznym brzegu stępu
- Powierzchnie:
  - powierzchnia boczna
    - krótsza od przyśrodkowej
  - tylna
    - łączy się z kością piętową
  - przednia
    - łączy się z IV i V kością śródstopia
  - przyśrodkowa
    - powierzchnia stawowa dla kości klinowatej bocznej
    - ku tyłowi często ma małą powierzchnię dla k. łódkowatej

- dolna
  - guzowatość kości sześcienniej
  - do przodu od niej bruzda ścięgna mięśnia strzałkowego długiego
  - wyrostek piętowy – podpierający kość piętową
- górna

### Kości śródstopia (*ossa metatarsalia*)

- 5 kości
- kość II najdłuższa, następne stopniowo coraz krótsze
- na każdej z kości możemy odróżnić:
  - podstawę
  - trzon
  - głowę
- na I i V kości śródstopia wyróżniamy dodatkowo
  - guzowatość I kości śródstopia
    - na podstawie I kości śródstopia bocznie po stronie podeszwowej
    - przyczep ścięgna m. strzałkowego długiego
    - przyśrodkowo od niej znajduje się przyczep ścięgna m. piszczelowego przedniego
  - guzowatość V kości śródstopia (*tuberositas ossis metatarsalis V*)
    - na bocznym brzegu podstawy V kości śródstopia
    - po stronie grzbietowej przyczepiają się mm. strzałkowy krótki i strzałkowy trzeci
    - po stronie podeszwowej przyczepiają się mięśnie odwodziciel i zginacz krótki palca małego

Ludzie młodzi uprawiający intensywnie sport lub narażeni na długotrwały wysiłek fizyczny doznają niekiedy tzw. złamań zmęzeniowych lub marszowych. Zostały one po raz pierwszy opisane u rekrutów, u których po długotrwałym marszu pojawiał się ból stopy, obrzęk i następowało upośledzenie sprawności czynnościowej kończyny. Po odciążeniu objawy zmniejszały się lub nawet ustępowały. W badaniu radiologicznym u chorych tych stwierdzano najczęściej złamania podgłowowe (tzw. złamania szyjki kości śródstopia, brak nazwy szyjki w oficjalnym mianownictwie anatomicznym) szyjki II, III, rzadziej IV kości śródstopia. U pacjentów tych linia przelomu jest słabo widoczna, a często pierwszymi objawami radiologicznymi są nawarstwienia okostnej w miejscu złamania.

### Kości palców stopy (*ossa digitorum pedis*)

- Ilość podobnie jak kości palców ręki (14 kości + trzeszczki)
- Palec I = paluch (*hallux*)
  - paliczek bliższy
    - podstawa

- trzon
- głowa
- paliczek dalszy
  - podstawa
  - trzon
  - guzowatość paliczka dalszego
- Palce II – V
  - paliczek bliższy
    - podstawa
    - trzon
    - głowa
  - paliczek środkowy
    - podstawa
    - trzon
    - głowa
  - paliczek dalszy
    - podstawa
    - trzon
    - guzowatość paliczka dalszego

Palec młotkowaty to najczęstsza wada palca II, często występująca również na pozostałych palcach. Wada ta z reguły towarzyszy koślawości palucha. Deformacja polega na ustawieniu palca w wyproście w stawie śródstopno-paliczkowym, zgięciu w stawie międzypaliczkowym bliższym i wyproście międzypaliczkowym dalszym. Na skórze pokrywającej staw po stronie grzbietowej pojawia się bolesny model.

## Połączenia kości goleni – czynnościowo związane ze stawem skokowo-goleniowym

### Staw piszczelowo-strzałkowy (*articulatio tibiofibularis*)

- Powierzchnie stawowe
  - główka
    - powierzchnia stawowa głowy strzałki (*facies articularis capitatis fibulae*)
  - panewka
    - powierzchnia stawowa strzałkowa (*facies articularis fibularis*) na kości piszczelowej
- Torebka stawowa
  - przyczep – do brzegów powierzchni stawowych
- Aparat więzadłowy
  - więzadło przednie głowy strzałki (*lig. capitatis fibulae anterius*)
  - więzadło tylne głowy strzałki (*lig. capitatis fibulae posterius*)



- Biomechanika
  - ruchy nieznaczne
  - ruchy amortyzacyjne
  - przenoszenie części obciążeń z kości udowej przez boczną (strzałkową) kolumnę biomechaniczną (funkcja pomocnicza w stosunku do piszczeli)
  - przenoszenie ruchów amortyzacyjnych ze stawu skokowo-goleniowego i stopy

### **Blona międzykostna goleni (*membrana interossea cruris*)**

- Przyczepy
  - brzegi międzykostne kości piszczelowej i strzałki
- Biomechanika
  - hamowanie przesuwania kości goleni względem siebie
  - przenoszenie części obciążeń z kierunku proksymalnego na dystalny i z dystalnego na proksymalny
    - w szczególności przenoszenie ruchów amortyzacyjnych ze stawu skokowo-goleniowego i stopy

### **Więzozrost piszczelowo-strzałkowy (*syndesmosis tibiofibulare*)**

- Struktury kostne tworzące połączenie
  - wcięcie strzałkowe piszczeli (*incisura fibularis tibiae*)
  - powierzchnia przyśrodkowa dolnego końca strzałki
- Aparat więzadłowy
  - do przodu i do tyłu od więzozrostu wzmocnienie przez dwa silne pasma włókniste
  - więzadło piszczelowo-strzałkowe przednie (*lig. tibiofibulare anterius*)
    - 3 części
      - górna
      - środkowa (najsilniejsza)
      - dolna
  - więzadło piszczelowo-strzałkowe tylne (*lig. tibiofibulare posterius*)
  - więzadło piszczelowo-strzałkowe międzykostne (*lig. tibiofibulare interosseum*)
- Biomechanika
  - nieznaczne odchylenie boczne kostki bocznej i odchylenie przyśrodkowe kostki przyśrodkowej w trakcie ruchów zgięcia grzbietowego stopy

Odległość ponad 5 mm na zdjęciu rtg (w zgięciu grzbietowym stopy w rotacji wewnętrznej 20°-30°) między przyśrodkową krawędzią strzałki i kością piszczelową oznacza całkowite rozerwanie więzozrostu strzałkowo-piszczelowego.

## **Staw skokowo-goleniowy (*articulatio talocruralis*)**

### **= Staw skokowy górny**

#### **Typ stawu**

Staw zawiasowy

#### **Powierzchnie stawowe**

- Główka
  - bloczek kości skokowej (*trochlea tali*)
    - powierzchnia górna (*facies superior*)
      - szersza od przodu
    - powierzchnia kostkowa przyśrodkowa (*facies malleolaris medialis*)
      - kształt przecinka
    - powierzchnia kostkowa boczna (*facies malleolaris lateralis*)
      - kształt trójkąta
- panewka
  - powierzchnia stawowa dolna piszczeli (*facies articularis inferior-tibiae*)
  - powierzchnia stawowa kostki przyśrodkowej (*facies articularis malleoli medialis*)
  - powierzchnia stawowa kostki bocznej (*facies articularis malleoli lateralis*)

#### **Torebka stawowa**

- Błona włóknista
  - przyczep – do brzegów powierzchni stawowych – tylko z przodu zachodzi na szyjkę kości skokowej
  - silna po bokach, bardziej luźna od strony przedniej i tylnej
  - linia nasadowa strzałki na wysokości przyczepu torebki stawowej
  - linia nasadowa piszczeli powyżej przyczepu torebki stawowej
- Błona maziowa
  - wpukła się ku górze w obręb więzozrostu piszczelowo-strzałkowego

#### **Aparat więzadłowy**

- Więzadła bezpośrednio wzmacniają torebkę stawową
- Więzadła wzmacniające ścianę przyśrodkową torebki stawowej (aparaturę więzadłową kostki przyśrodkowej)

- więzadło przyśrodkowe czyli trójgraniaste (*lig. deltoideum*)
  - część piszczelowo-łódkowa (*pars tibionavicularis*) = pasmo przednie, biegnie do powierzchni grzbietowej k. łódkowatej
  - przyczepy
    - kostka przyśrodkowa
    - grzbietowa powierzchnia kości łódkowatej
  - część piszczelowo-skokowa przednia (*pars tibiotalaris anterior*) = głębsze włókna, przechodzą na kość skokową
  - przyczepy
    - kostka przyśrodkowa
    - powierzchnia grzbietowa kości skokowej
  - część piszczelowo-piętowa (*pars tibiocalcanea*) = bardzo mocne pasmo boczne, przyczepia się do podpórki kości skokowej
  - przyczepy
    - kostka przyśrodkowa
    - podpórka kości skokowej
  - bardzo mocne pasmo
  - część piszczelowo-skokowa tylna (*pars tibiotalaris*)
  - przyczepy
    - kostka przyśrodkowa
    - brzeg powierzchni przyśrodkowej bloczka kości skokowej
  - pasmo tylne pokryte pochewką ścięgna m. piszczelowego tylnego
- Więzadła wzmacniające ścianę boczną torebki stawowej (aparatus więzadłowy kostki przyśrodkowej)
  - więzadło skokowo-strzałkowe przednie (*lig. talofibulare anterius*)
    - przyczepy
      - brzeg przedni kostki bocznej
      - brzeg przedni powierzchni stawowej bocznej bloczka kości skokowej
    - silne więzadło
  - więzadło skokowo-strzałkowe tylne (*lig. talofibulare posterius*)
    - przyczepy
      - brzeg tylny kostki bocznej
      - guzek boczny wyrostka tylnego kości skokowej
    - bardzo mocne więzadło
  - więzadło piętowo-strzałkowe (*lig. calcaneofibulare*)
    - przyczepy
      - szczyt kostki bocznej
      - powierzchnia boczna kości piętowej
    - skośny przebieg
    - bocznie przebiegają ścięgna mięśni strzałkowych

## Biomechanika stawu

- Elastyczne połączenie pomiędzy końcem dalszym kości piszczelowej i strzałkowej tworzącymi panewkę stawu przez więzozrost piszczelowo-strzałkowy – nieznaczne odchylenie boczne kostki bocznej i odchylenie przyśrodkowe kostki przyśrodkowej w trakcie ruchów zgięcia grzbietowego stopy
- Silna stabilizacja boczna i przyśrodkowa przez układ kostek bocznej i przyśrodkowej obejmujących bloczek kości skokowej i aparat więzadłowy
- Bloczek kości skokowej od przodu szerszy
- Ryglowanie stopy w zgięciu grzbietowym
- Największe obciążenie powierzchni stawowych na obwodzie, głównie w jego części przedniej i tylnej
- Czynnościowe współdziałanie stawu skokowo-goleniowego głównie ze stawem skokowo-piętowo-łódkowym – sumacyjnie zakres ruchów jak w stawie kulistym w dodatkowym podwójnym mechanizmem resorowym w więzozroście piszczelowo-strzałkowym i więzadle piętowo-łódkowym podszwowym
- Ruchy w stawie skokowo-goleniowym:
  - zgięcie podeszwowe
  - zgięcie grzbietowe
  - śladowe ruchy boczne umożliwiające balansowanie po podłożu w trakcie chodu

Jednym z najczęstszych urazów narządu ruchu jest skręcenie stawu skokowo-goleniowego. Najczęściej dochodzi wówczas do uszkodzenia bocznych stabilizatorów stawu skokowo-goleniowego, głównie w zakresie przednio-bocznej części torebki stawowej. Do urazu dochodzi najczęściej w mechanizmie nagłego przywiedzenia i odwrócenia stopy z jednoczesnym jej zgięciem podeszwowym. Wyróżniamy trójstopniowy podział skręceń stawu skokowo-goleniowego. Stopień I – drobne pęknięcia, mierny obrzęk, brak objawów radiologicznych. Stopień II – rozerwanie torebki stawowej, pęknięcie części włókien więzadłowych, znaczny obrzęk, ból i krwiak, możliwe drobne zmiany w zdjęciach radiologicznych w pozycjach wymuszonych. Stopień III – całkowite rozerwanie więzadeł i torebki stawowej, znaczny obrzęk, ból i krwiak, w obrazie radiologicznym w pozycji wymuszonej asymetria szpary stawowej.

Złamania kostek goleni w ponad 90% przypadków powstają z mechanizmu pośredniego. Złamania te mogą doprowadzić do złamania kostki bocznej, kostki przyśrodkowej, tylnego brzegu końca dalszego piszczeli, uszkodzenia więzozrostu piszczelowo-strzałkowego lub połączenia tych urazów. Najczęściej obecnie stosowany podział złamań kostek wg Lauge-Hansena wyróżnia złamania: supinacyjno-addukcyjne, supinacyjno-rotacyjne, pronacyjno-obdukcyjne, pronacyjno-rotacyjne, kompresyjne-zmiażdżeniowe.

## **Staw skokowo-piętowo-lódkowy (*articulatio talocalcaneonavicularis*)**

= Staw skokowy dolny

### **Mianownictwo**

- Staw skokowo-piętowo-lódkowy (*articulatio talocalcaneonavicularis*) = Staw skokowy przedni
- Staw skokowo-piętowy (*articulatio talocalcanea*) = Staw podskokowy = Staw skokowy tylny

Staw skokowo-piętowo-lódkowy (*articulatio talocalcaneonavicularis*) =  
= Staw skokowo-piętowo-lódkowy (*articulatio talocalcaneonavicularis*) +  
Staw skokowo-piętowy (*articulatio talocalcanea*)  
= Staw skokowy przedni + Staw skokowy tylny

Czytelnik zauważył zapewne błędy – wymienienie po raz drugi tej samej nazwy – Staw skokowo-piętowo-lódkowy dla określenia stawu skokowego przedniego i całego kompleksu stawów skokowego przedniego i skokowego tylnego. Nie jest to jednak błąd autora niniejszego opracowania, lecz wynika z niejednoznaczności nomenklaturowej.

Część autorów nie widzi również znaku równości pomiędzy stawami podskokowym i skokowym tylnym. Wg nich staw podskokowy obejmuje staw skokowy tylny i omówione poniżej staw skokowo-piętowy przedni i staw skokowo-piętowy środkowy.

### **Staw skokowo-piętowo-lódkowy, czyli staw skokowy dolny**

podzielony przez więzadło skokowo-piętowe międzykostne na:

- staw skokowy tylny, czyli skokowo-piętowy (*art. subtalaris*)
- staw skokowy przedni, czyli skokowo-piętowo-lódkowy (*art. talocalcaneonavicularis*)

### **Staw skokowy tylny (*articulatio subtalaris*) = Staw skokowo-piętowy (*articulatio talocalcanea*)**

#### **Powierzchnie stawowe**

- Powierzchnia stawowa piętowa tylna (*facies articularis calcanea posterior*)  
– wklęśła na kości skokowej
- Powierzchnia stawowa skokowa tylna (*facies articularis talaris posterior*)  
– wypukła na kości piętowej

#### **Torebka stawowa**

- Zarówno błona włóknista jak i maziowa przyczepiają się prawie wzdłuż brzegów powierzchni stawowych
- Luźna

## Jama stawowa

- Na ogół nie łączy się z sąsiednimi stawami

## Aparat więzadłowy

- Więzadło skokowo-piętowe tylne (*lig. talocalcaneum posterius*)
  - przyczepy
    - oba guzki wyrostka tylnego kości skokowej
    - powierzchnia górna kości piętowej do tyłu od powierzchni stawowej tylnej
- Więzadło skokowo-piętowe przednie (*lig. talocalcaneum anterius*)
  - przyczepy
    - do przodu od powierzchni stawowej piętowej tylnej
    - do przodu od powierzchni stawowej skokowej tylnej
  - szerokie pasmo włókniste leżące w zatoce stępu do tyłu od więzadła skokowo-piętowego międzykostnego
- Więzadło skokowo-piętowe przyśrodkowe (*lig. talocalcaneum mediale*)
  - przyczepy
    - guzek przyśrodkowy wyrostka tylnego kości skokowej
    - tylny brzeg podpórki kości skokowej
  - przebieg poziomy
- Więzadło skokowo-piętowe boczne (*lig. talocalcaneum laterale*)
  - przyczepy
    - wyrostek boczny kości skokowej
    - powierzchnia boczna kości piętowej
  - przebieg skośny
- Więzadło skokowo-piętowe międzykostne (*lig. talocalcaneum interosseum*)
  - przyczepy
    - bruzda kości piętowej
    - bruzda kości skokowej
  - wypełnia zatokę stępu (*sinus tarsi*)
  - kilka szerokich grubych pasm włóknistych
  - wzmacnia staw nie jego torebkę

## Staw skokowo-piętowo-łódkowy (*articulatio talocalcaneonavicularis*) = Staw skokowy przedni

### Powierzchnie stawowe

- Występują na:
  - kości skokowej (głowie)
  - kości łódkowatej

- kości piętowej
  - więzadło piętowo-łódkowym podszwowym
- Główka:
  - powierzchnia stawowa łódkowata (*facies articularis navicularis*)
    - na głowie kości skokowej
  - powierzchnia stawowa piętowa przednia (*facies articularis calcanea anterior*)
    - na powierzchni dolnej szyjki kości skokowej
  - powierzchnia stawowa piętowa środkowa (*facies articularis talaris media*)
    - na powierzchni dolnej szyjki kości skokowej
- Panewka:
  - powierzchnia stawowa skokowa kości łódkowatej (*facies articularis talaris ossis navicularis*)
    - na kości łódkowatej
  - powierzchnia stawowa skokowa przednia (*facies articularis talaris anterior*)
    - na powierzchni górnej kości piętowej
  - powierzchnia stawowa skokowa środkowa (*facies articularis talaris media*)
    - na powierzchni górnej kości piętowej
  - blaszka włóknisto-chrzęstna (*fibrocartilago navicularis*)
    - na powierzchni górnej więzadła piętowo-łódkowego podszwowego (*lig. calcaneonaviculare plantare*)

### Torebka stawowa

- Wzdłuż brzegów powierzchni stawowych (zarówno błona maziowa jak i włóknista)

### Jama stawowa

- najczęściej jedna wspólna
- w części przypadków, gdy powierzchnie stawowe przednie i środkowe kości skokowej i piętowej są oddzielone od siebie – powierzchnie stawowe środkowe mogą mieć oddzielną jamę stawową

### Aparat więzadłowy

- Więzadło piętowo-łódkowe podszwowe (*lig. calcaneonaviculare plantare*)
  - przyczepy:
    - brzeg przedni i przyśrodkowy podpórki skokowej kości piętowej
    - dolna i przyśrodkowa powierzchnia kości łódkowatej

- silne więzadło o grubości do 5 mm
- wzmocnione czynnie przez mięsień piszczelowy tylny, którego ścięgno oddzielone przez kaletkę maziową wzmacnia jego dolną powierzchnię
- dźwiga głowę kości skokowej
- rozluźnienie więzadła -> obniżenie poziomu głowy kości skokowej -> spłaszczenie sklepienia podłużnego stopy -> płaskostopie podłużne
- **Więzadło piętowo-łódkowe (*lig. calcaneonaviculare*)**
  - przyśrodkowa część więzadła rozdwojonego (*lig. bifurcatum*)
  - przyczepy:
    - brzeg przedni powierzchni grzbietowej kości piętowej
    - tylno-boczny kąt kości łódkowatej (część przyśrodkowa więzadła rozdwojonego)
    - Uwaga; część boczna, słabsza część, więzadła rozdwojonego = więzadło piętowo-sześciennie – przyczep dystalny – powierzchnia grzbietowa kości sześciennej nie wzmacnia jednak stawu skokowo-piętowo-łódkowego, a staw piętowo-sześcienny, całość więzadła rozdwojonego wspólnie wzmacnia staw poprzeczny stępu = staw Choparta)
- **Więzadło skokowo-łódkowe (*lig. talonaviculare*)**
  - przyczepy:
    - powierzchnia grzbietowa szyjki kości skokowej
    - powierzchnia grzbietowa kości łódkowatej

Stopa płaska to stopa, w której łuk podłużny przyśrodkowy załamuje się w stawie skokowo-łódkowym lub klinowo-łódkowym, albo jednocześnie w obu stawach. Zaawansowane płaskostopie łączy się najczęściej z dopodeszwowym zagięciem łuku w stawie skokowo-łódkowym. Pięta, która prawidłowo ustawia się w przedłużeniu goleni przyjmując pozycję koślawą.

## **Staw skokowo-piętowo-łódkowy (*articulatio talocalcaneonavicularis*) = Staw skokowy dolny**

### **Biomechanika stawu**

- Stawy: skokowy przedni i skokowy tylny działają jako zespół stawów, czyli staw skokowo-piętowo-łódkowy = skokowy dolny. W warunkach fizjologicznych brak możliwości wykonania izolowanego ruchu w stawie skokowym przednim lub stawie skokowym tylnym.
- Ruch w stawie skokowym dolnym (w zespole stawów !!!)
  - odbywa się wokół hipotetycznej „osi kompromisowej”: (zgięcie podeszwowe + przywodzenie + odwracanie) lub (zgięcie grzbietowe + odwodzenie + nawracanie)
  - oś obrotu leży w płaszczyźnie zbliżonej do horyzontalnej, biegnie od przodu i strony przyśrodkowej ku tyłowi i stronie bocznej pod



kątem  $10^\circ$  do linii strzałkowej i  $15^\circ$  ku dołowi od linii horyzontalnej

- W wielu podręcznikach wyróżniony jest w stawie skokowym dolnym prosty ruch:
  - odwracanie – nawracanie – z zakresem ruchów ok.  $40^\circ - 0^\circ - 20^\circ$
- Trzeba jednak pamiętać, że w rzeczywistości mamy do czynienia z opisanym powyżej ruchem
  - odwracanie przodostopia = zgięcie podeszwowe + przywodzenie + odwracanie
  - nawracanie przodostopia = zgięcie grzbietowe + odwodzenie + nawracanie
- Lepsze wydaje się użycie do opisu powyższych ruchów nomenklatury anglosaskiej i wyróżnienie:
  - *forefoot inversion* (w skrócie – *inversion*)
  - *forefoot eversion* (w skrócie – *eversion*)
- W przypadku stawu skokowego dolnego istotna jest znaczna różnica w zakresie możliwych do wykonania ruchów czynnych i biernych. W przypadku ruchów biernych zakres ruchomości w poszczególnych komponentach inversion i eversion jest znacznie wyższy.

Stopa końsko-szpotawa jest wadą wrodzoną występującą po urodzeniu w około 1 promilu populacji, częściej u chłopców. Na wadę tą składają się ustawienie końskie stopy, czyli przykurcz w zgięciu podeszwowym, szpotawe ustawienie stępu, przywiedzenie przodostopia, w części zaawansowanych przypadków również wydrążenie przodostopia. Wg XVIII wiecznego opisu Skarpy, kości łódkowata, piętowa i sześcienna dokonują rotacji wokół kości skokowej. Kość skokowa jest zrotowana na zewnątrz w stawie skokowo-goleniowym, jej szyjka skrócona, zaś głowa zrotowana w stronę przyśrodkową. W stawie skokowo-łódkowym dochodzi do zwinięcia, w części przypadków kość łódkowata jest przemieszczona na stronę przyśrodkową kości skokowej. Kość piętowa jest zrotowana na stronę przyśrodkową. Dochodzi do przykurczu tkanek miękkich w szczególności mięśnia trójgłowego łydki, mięśnia piszczelowego tylnego, mięśnia długiego zginacza palucha, mięśnia zginacza długiego palców.

## Stawy stopy związane z jej odcinkiem czynnościowym środkowym i przednim

### Staw piętowo-sześcienny (*art. calcaneocuboidea*)

- Powierzchnie stawowe:
  - powierzchnia stawowa sześcienna kości piętowej
  - powierzchnia stawowa piętowa kości sześciennej
- Torebka stawowa:
  - po stronie piszczelowej napięta
  - po stronie strzałkowej luźna

- przyczepia się wzdłuż brzegów powierzchni stawowych
- Jama stawowa:
  - całkowicie oddzielona od pozostałych stawów (najczęściej)
- Aparat więzadłowy:
  - więzadło piętowo-sześciennie (*lig. calcaneocuboideum*)
    - część boczna (słabsza część) więzadła rozdwojonego
      - przyczepy:
        - brzeg przedni powierzchni grzbietowej kości piętowej
        - przyczep dystalny – powierzchnia grzbietowa kości sześciennej
      - wzmacnia staw piętowo-sześcienny i cały staw poprzeczny stępu = staw Choparta)
    - więzadło piętowo-sześciennie grzbietowe (*lig. calcaneocuboideum dorsale*)
      - przyczepy:
        - powierzchnia grzbietowa i boczna kości piętowej
        - powierzchnia grzbietowa kości sześciennej
    - więzadło piętowo-sześciennie podeszwowe (*lig. calcaneocuboideum plantare*)
      - szerokie pasmo krótkich włókien
      - przyczepy
        - przedni koniec powierzchnia dolna kości piętowej
        - powierzchnia dolna kości sześciennej
    - więzadło podeszwowe długie (*lig. plantare longum*)
      - najsilniejsze więzadło podeszwowe stopy
      - przyczepy:
        - powierzchnia dolna kości piętowej przed guzem piętowym
        - guzowatości kości sześciennej (większość włókien)
        - podstawy kości śródstopia II-V (pasma bardziej powierzchowne)
          - ◆ powyższe włókna zamykają bruzdę dla ścięgna m. strzałkowego długiego
  - Biomechanika:
    - bardzo niewielki zakres ruchomości
      - ze względu na współistnienie w zespole stawów – w stawie poprzecznym stępu – blokowanie zakresu ruchomości przez staw skokowo-lódkowy
    - ruchy amortyzacyjne
    - niewielki zakres ruchów rotacyjnych
    - niewielki zakres ruchów zgięcia podeszwowego i grzbietowego

**Staw poprzeczny stępu (*art. tarsi transversa*) – staw Choparta**

- Elementy tworzące staw:
  - oddzielone od siebie
  - staw skokowo-łódkowy
  - staw piętowo-sześcienny
- Topografia stawu:
  - staw ustawiony prawie w płaszczyźnie czołowej
  - przebieg nieco esowaty – rzut na płaszczyznę horyzontalną
  - wypukłość przyśrodkowa – do przodu
  - wypukłość boczna – do tyłu
- Jama stawowa
  - 2 jamy stawowe oddzielone od siebie
- Aparat więzadłowy
  - wszystkie więzadła stawów wchodzących w obręb stawu poprzecznego stępu
  - głównie więzadło rozdwojone (tzw. klucz do stawu)
- Biomechanika stawu:
  - niewielki zakres ruchomości
  - ruchy amortyzacyjne – dostosowanie stopy do podłoża
  - głównie ruchy przywodzenia i odwodzenia

Dysfunkcja stawu poprzecznego stępu wpływa na mechanizm chodu. W stawach tych odbywa się niewielki ruch obrotowy oraz śladowe ruchy przywodzenia i odwodzenia. Całość składa się na amortyzację chodu i dostosowanie stopy do podłoża. Ruch ten jest sprzężony z ruchami miednicy i obręczy barkowych. Ograniczenie fizjologicznej ruchomości ruchów amortyzacyjnych w stawach stopy, zwłaszcza z towarzyszącymi dolegliwościami bólowymi, jest przyczyną utykania, zmniejszenia ruchów obrotowych miednicy i obręczy barkowych. Zmniejsza się również szerokość kroku i kąt kroku.

Staw Choparta stanowił jeden z typowych poziomów amputacji stopy. Kikut umożliwia chodzenie bez protezy, ale z upośledzeniem normalnego chodu. Z czasem jednak dochodzi do końskiego ustawienia stopy z powodu przewagi zginaczy. W związku z tym standardowo odchodzi się od tego poziomu amputacji.

**Staw klinowo-łódkowy (*art. cuneonavicularis*)**

- Zespół stawów:
  - staw klinowo-łódkowy przyśrodkowy
  - staw klinowo-łódkowy pośredni
  - staw klinowo-łódkowy boczny
- Powierzchnie stawowe:
  - powierzchnia dalsza kości łódkowatej
    - podzielona na 3 oddzielne powierzchnie
  - powierzchnie bliższe 3 kości klinowatych
- Torebka stawowa:

- przyczep do brzegów powierzchni stawowej
- Jama stawowa:
  - prawie zawsze stawy klinowo-łódkowy przyśrodkowy i klinowo-łódkowy pośredni objęte jedną jamą stawową, nieraz wszystkie trzy stawy klinowo-łódkowe objęte jedną torebką, w części przypadków głównie część przyśrodkowa łączy się z sąsiednimi dystalnie położonymi stawami
- Aparat więzadłowy:
  - więzadła klinowo-łódkowe grzbietowe (*ligamenta cuneonavicularia dorsalia*)
  - więzadła klinowo-łódkowe podeszwowe (*ligamenta cuneonavicularia plantaria*)
  - więzadło sześciennie-łódkowe grzbietowe (*lig. cuboideonaviculare dorsale*)
  - więzadło sześciennie-łódkowe podeszwowe (*lig. cuboideonaviculare plantare*)
  - więzadła międzyklinowe grzbietowe (*ligamenta intercuneiformia dorsalia*)
  - więzadła międzyklinowe podeszwowe (*ligamenta intercuneiformia plantaria*)
  - więzadła międzyklinowe międzykostne (*ligamenta intercuneiformia interossea*)
  - więzadło klinowo-sześciennie grzbietowe (*ligamentum cuneocuboideum dorsale*)
  - więzadło klinowo-sześciennie podeszwowe (*ligamentum cuneocuboideum plantare*)
  - więzadło klinowo-sześciennie międzykostne (*ligamentum cuneocuboideum interosseum*)
- Biomechanika
  - bardzo silne połączenia więzadłowe (w tym międzykostne) w kompleksie stawów międzyklinowych i klinowo-łódkowych zapewniają możliwość ruchów amortyzacyjnych – resorowych w trakcie chodu i skoku, jednocześnie dopasowanie powierzchni stawowych w trakcie stania
  - zakres ruchomości bardzo niewielki

### Stawy stępowo-śródstopne (*art. tarsometatarsae*) – staw Lisfranca

- Zespół stawów stępowo-śródstopnych I-V promienia stopy
  - guzowatość V kości śródstopia, charakterystyczny punkt palpacyjny pozwalający na lokalizację stawu w badaniu fizykalnym

- Powierzchnie stawowe:
  - powierzchnie stawowe dalsze 3 kości klinowatych i kości sześcienniej
  - powierzchnie stawowe bliższe podstaw kości śródstopia I-V
    - podstawy kości śródstopia I-III łączą się osobnymi połączeniami stawowymi z kośćmi klinowatymi
    - podstawy kości śródstopia IV i V łączą się z kością sześcienną
- Torebka stawowa:
  - przyczep wzdłuż brzegów powierzchni stawowych
  - zwykle 3 torebki stawowe dla stawów stępowo-śródstępnych
    - często łączące się ze stawami międzyśródstępnymi
  - oddzielne torebki dla promieni stopy:
    - I
    - II i III
    - IV i V
- Jama stawowa:
  - najczęściej jama środkowego stawu połączona z sąsiednimi stawami
  - jama stawu przyśrodkowego i bocznego bez dodatkowych połączeń
- Aparat więzadłowy:
  - więzadła stępowo-śródstępne grzbietowe (*ligg. tarsometatarsea dorsalia*)
  - więzadła stępowo-śródstępne podeszwowe (*ligg. tarsometatarsea plantaria*)
  - więzadła klinowo-śródstępne międzykostne (*ligg. cuneometatarsea interossea*)
- Biomechanika:
  - bardzo silne połączenia więzadłowe (w tym międzykostne), zapewniają możliwość ruchów amortyzacyjnych – resorowych w trakcie chodu i skoku, jednocześnie dopasowanie powierzchni stawowych w trakcie stania
  - zakres ruchomości bardzo niewielki
  - większy zakres ruchomości w zakresie I promienia (zależnie od typu kości klinowatej przyśrodkowej), mniejszy IV i V promień, śladowy II i III promień

Zwichnięcie stawu stępowo-śródstępnego Lisfranca to bardzo rzadki uraz. Wyróżniamy zwichnięcia grzbietowe i podeszwowe. Poważnym klinicznym problemem są ich powikłania. Zaburzenie krążenia często przy nich występujące, szczególnie przy towarzyszących złamaniach kości stępu, wymagają jak najszybszej repozycji złamania, często operacyjnej, oraz wdrożenia m.in. postępowania przeciwobrzękowego.

### Stawy międzyśródstopne (*art. intermetatarsae*)

- Powierzchnie stawowe
  - skierowane do siebie powierzchnie podstaw kości śródstopia
- Torebki stawowe
  - przyczep do brzegów powierzchni stawowych
- Jamy stawowe
  - łączą się przeważnie ze stawami stępowo-śródstopnymi
- Aparat więzadłowy:
  - więzadła śródstopne grzbietowe (*ligamenta metatarsae dorsalia*)
  - więzadła śródstopne podeszwowe (*ligamenta metatarsae plantaria*)
  - więzadła śródstopne międzykostne (*ligamenta metatarsae interossea*)
- Biomechanika:
  - bezpośrednio współdziałają ze stawami stępowo-śródstopnymi
  - bardzo silne połączenia więzadłowe (w tym międzykostne), zapewniają możliwość ruchów amortyzacyjnych – resorowych w trakcie chodu i skoku, jednocześnie dopasowanie powierzchni stawowych w trakcie stania
  - zakres ruchomości bardzo niewielki

### Stawy śródstopno-paliczkowe (*art. metatarsophalangeae*)

- Powierzchnie stawowe:
  - główki
    - powierzchnie stawowe głów kości śródstopia
  - panewki
    - odpowiadające im powierzchnie stawowe podstaw paliczków bliższych
- Torebki stawowe:
  - luźne
  - przyczepy po stronie grzbietowej, po stronie przyśrodkowej i bocznej wzdłuż brzegów powierzchni stawowych
  - po stronie podeszwowej do 2 mm od brzegów powierzchni stawowej
  - po stronie podeszwowej torebki wzmocnione blaszkami włóknisto-chrzęstnymi podeszwowymi (*laminae fibrocartilagineae plantares*)
  - po stronie grzbietowej cienka torebka łączy się włóknami ścięgien prostowników
- Aparat więzadłowy:
  - więzadła poboczne (*lig. collateralia*)

- więzadła podeszwowe (*lig. plantaria*)
- więzadła poprzeczne głębokie śródstopia (*lig. metatarsa transversa profunda*)
  - rozpięte pomiędzy powierzchniami podeszwowymi wszystkich głów kości śródstopia
    - po stronie grzbietowej tych więzadeł biegną mm. międzykostne, po stronie podeszwowej mm. glistowate oraz nerwy i naczynia palców
- Biomechanika stawów:
  - ruchy
    - zgięcie (podeszwowe)
    - wyprost z przeprostem (zgięcie grzbietowe)
    - odwiedzenia i przywiedzenia (głównie przy zgięciu grzbietowym w stawach śródstopno-paliczkowych, w mniejszym stopniu w pozycji pośredniej)
  - w aparat więzadłowy, głównie palucha, wbudowane trzeszczki, będące z punktu widzenia biomechaniki bloczkami zmieniającymi kierunki działających sił

Paluch koślawy (*hallux valgus*) to jedna z najczęściej spotykanych wad stóp. Często występuje wspólnie ze stopą poprzecznie płaską statyczną. Charakteryzuje się szpotawym i grzbietowym odgięciem I kości śródstopia, co powoduje, że mięsień odwodziciel palucha oraz mięśnie prostowniki krótki i długi, a także zginacze, działają po cięciwie pogłębiając zniekształcenie. W skrajnej postaci paluch skręca się pronacyjnie wokół swojej osi. Podwichnięciu w stawie śródstopno-paliczkowym palucha towarzyszy często zapalenie kaletki i dolegliwości bólowe. Postępujący często grzbietowy przykurcz palca II nasila wadę, ze względu na brak podparcia bocznego palucha.

### Stawy międzypaliczkowe stopy (*art interphalageae pedis*)

- Podział:
  - stawy międzypaliczkowe bliższe
    - powierzchnie stawowe:
      - powierzchnia stawowa głowy paliczka bliższego
      - powierzchnia stawowa podstawy paliczka środkowego
  - stawy międzypaliczkowe dalsze
    - powierzchnie stawowe:
      - powierzchnia stawowa głowy paliczka środkowego
      - powierzchnia stawowa podstawy paliczka dalszego
  - staw międzypaliczkowy palucha
    - powierzchnie stawowe:
      - powierzchnia stawowa głowy paliczka bliższego
      - powierzchnia stawowa podstawy paliczka dalszego
- Aparat więzadłowy

- więzadła poboczne
- Biomechanika stawów:
  - ruchy
    - zgięcia (podeszwowe)
    - wyprost z ewentualnym przeprostem (zgięcie grzbietowe)
  - we współczesnej populacji, w zakresie palców promieni bocznych głównie V, powszechnie obecne przykurcze zgięciowe i bardzo znacznie ograniczony zakres ruchomości
  - pomimo, że palce stóp są zbudowane podobnie do jednoimiennych stawów palców ręki, zakres ich ruchów jest dużo mniejszy.

## Mięśnie stopy i stawu skokowo-goleniowego

### Mięśnie stopy

- Mięśnie długie
  - przyczep bliższy mięśnia znajduje się poza stopą
- Mięśnie krótkie
  - przyczep dalszy mięśnia znajduje się w obrębie stopy

### Mięśnie długie stopy

- Zespół mięśni zginaczy podeszwwowych
  - grupa tylna mięśni goleni – warstwa powierzchowna
    - mięsień trójgłowy łydki (*m. triceps surae*)
    - mięsień brzuchaty łydki (*m. gastrocnemius*)
    - mięsień płaszczkowaty (*m. soleus*)
    - mięsień podeszwowy (*m. plantaris*)
  - grupa tylna mięśni goleni – warstwa głęboka
    - mięsień zginacz długi palców (*m. flexor digitorum longus*)
    - mięsień piszczelowy tylny (*m. tibialis posterior*)
    - mięsień zginacz długi palucha (*m. flexor hallucis longus*)
  - grupa boczna mięśni goleni:
    - mięsień strzałkowy długi (*m. peroneus longus*)
    - mięsień strzałkowy krótki (*m. peroneus brevis*)
- Zespół mięśni prostowników (zginaczy grzbietowych)
  - grupa przednia mięśni goleni:
    - mięsień piszczelowy przedni (*m. tibialis anterior*)
    - mięsień prostownik długi palców (*m. extensor digitorum longus*)
    - mięsień strzałkowy trzeci (*m. peroneus tertius*)
    - mięsień prostownik długi palucha (*m. extensor hallucis longus*)



## Mięśnie krótkie stopy

- Mięśnie podeszwy
  - mięśnie wyniosłości pośredniej
    - mięsień zginacz krótki palców (*m. flexor digitorum brevis*)
    - mięsień czworoboczny podeszwy (*m. quadratus plantae*)
    - mięśnie glistowate (*m. lumbricales*)
    - mięśnie międzykostne (*m. interossei*)
  - mięśnie wyniosłości przyśrodkowej
    - mięsień odwodziciel palucha (*m. abductor hallucis*)
    - mięsień zginacz krótki palucha (*m. flexor hallucis brevis*)
    - mięsień przywodziciel palucha (*m. adductor hallucis*)
  - mięśnie wyniosłości bocznej
    - mięsień odwodziciel palca małego (*m. abductor digiti minimi*)
    - mięsień zginacz krótki palca małego (*m. flexor digiti minimi brevis*)
    - mięsień przeciwstawiacz palca małego (*m. opponens digiti minimi*)
- Mięśnie grzbietu stopy
  - mięsień prostownik krótki palców (*m. extensor digitorum brevis*)
  - mięsień prostownik krótki palucha (*m. extensor hallucis brevis*)

## Grupa tylna mięśni goleni

- Składa się z 7 mięśni
- 2 warstwy:
  - warstwa powierzchowna
    - brzusce mięśniowe leżą w komorze kostno-włóknistej ograniczonej
      - od zewnątrz
        - ◆ blaszką powierzchowną powięzi goleni
      - od wewnątrz
        - ◆ kością piszczelową
        - ◆ blaszką głęboką powięzi goleni
        - ◆ przegrodą międzymięśniową tylną i strzałką
    - unerwienie
  - unerwienie grupy mięśniowej – nerw piszczelowy (*n. tibialis*)
    - warstwa głęboka
      - brzusce mięśniowe leżą w komorze kostno-włóknistej ograniczonej przez:
        - ◆ piszczel, strzałkę i błonę międzykostną goleni

◆ blaszkę głęboką powięzi goleni

- unerwienie grupy mięśniowej – nerw piszczelowy (*n. tibialis*)

### Mięsień trójgłowy łydki (*m. triceps surae*)

Mięsień trójgłowy łydki = Mięsień brzuchaty łydki + Mięsień płaszczkowaty

### Mięsień brzuchaty łydki (*m. gastrocnemius*)

- Przyczep bliższy:
  - powierzchnia podkolanowa kości udowej
  - tylna ściana torebki stawowej stawu kolanowego
- Przebieg
  - dwie głowy łączą się, przechodzą w długie, płaskie i szerokie ścięgna łączące się ze ścięgnem mięśnia płaszczkowatego w 1/3 dalszej goleni, powstaje ścięgno piętowe = ścięgno Achillesa
- Przyczep dalszy
  - guz piętowy
- Unerwienie
  - n. piszczelowy
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie
  - L<sub>4-5</sub>-S<sub>1-2</sub>

### Mięsień płaszczkowaty (*m. soleus*)

- Przyczep bliższy
  - powierzchnia tylna obu kości podudzia (głowa strzałki, kresa mięśnia płaszczkowatego)
  - łuk ścięgnisty mięśnia płaszczkowatego
- Przebieg
  - przechodzi w ścięgno piętowe kilka centymetrów powyżej kości piętowej, łączy się ze ścięgnem mięśnia brzuchatego łydki, powstaje ścięgno piętowe = ścięgno Achillesa
- Przyczep dalszy
  - guz piętowy
- Unerwienie
  - n. piszczelowy
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie
  - L<sub>4-5</sub>-S<sub>1-2</sub>

### Mięsień trójgłowy łydki (*m. triceps surae*)

- Funkcja:
  - zginacz podszwowy stawu skokowo-goleniowego (najsilniejszy)
  - odwracacz stopy

- stabilizacja pozycji pionowej
- dodatkowo mięsień brzuchaty łydki jest zginaczem stawu kolanowego i odpowiednio głowa przyśrodkowa rotatorem wewnętrznym, boczna – zewnętrznym w tym stawie

Uszkodzenie ścięgna Achillesa następuje zwykle na podłożu przewlekłych zmian przeciążeniowych, u osób w wieku powyżej 30 lat, którzy nagle wrócili do uprawiania sportu, bez przygotowania, bez rozgrzewki (tzw. „weekendowi wojownicy”). Ścięgno ulega uszkodzeniu głównie w najgorzej unaczynionym miejscu tj. w odległości 2-6 cm powyżej guza piętowego. Przyczyną jest najczęściej tępy uraz na napięte ścięgno lub bardzo silny skurcz napotykający na silny opór. Objawami są: ból w miejscu urazu, obrzęk, krwawe wybroczyny, brak zgięcia podeszwowego stopy podczas ucisku na łydkę przy zgiętym kolanie tzw. objaw Thomsona, niezdolność do stania na palcach, osłabienie czynnego zgięcia podeszwowego oraz wyczuwalny ubytek ciągłości ścięgna. Obraz kliniczny potwierdza obraz USG. Współcześnie leczeniem z wyboru jest leczenie operacyjne. Bezwzględnie wskazanym uzupełnieniem leczenia chirurgicznego jest leczenie rehabilitacyjne (kinezy- i fizykoterapia).

### **Mięsień podeszwowy (*m. plantaris*)**

- Przyczep bliższy:
  - powierzchnia podkolanowa kości udowej powyżej kłykcia bocznego
  - powierzchnia tylna torebki stawowej stawu kolanowego
- Przebieg:
  - długie i wąskie ścięgno biegnie między m. brzuchatym i płaszczkowatym
  - wzdłuż brzegu przyśrodkowego ścięgna Achillesa
- Przyczep dalszy:
  - guz piętowy
- Unerwienie:
  - n. piszczelowy
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4-5</sub>-S<sub>1-2</sub>
- Funkcja:
  - działanie na stawy stopy podobne jak głowy bocznej mięśnia brzuchatego łydki, ale wielokrotnie słabsze

### **Mięsień piszczelowy tylny (*m. tibialis posterior*)**

- Przyczep bliższy:
  - tylna powierzchnia obu kości podudzia
  - tylna powierzchnia błony międzykostnej podudzia w jej części górnej
- Przebieg:
  - pod zginaczem długim palców przechodzi na stronę przyśrodkową

- przebiega w kanale kostki przyśrodkowej na powierzchni więzadła trójgraniastego
- Przyczep dalszy:
  - guzowatość kości łódkowatej
  - kość klinowata przyśrodkowa
- Unerwienie:
  - n. piszczelowy
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie
  - L<sub>5</sub>-S<sub>2</sub>
- Funkcja
  - odwracacz (najsilniejszy)
  - zginacz podszwowy (słaby)
  - przywodziciel
  - stabilizator sklepienia podłużnego i poprzecznego stopy (element strzemięcia ścięgniętego)

Mięsień piszczelowy tylny jako ważny stabilizator sklepienia podłużnego stopy ulega stosunkowo często przeciążeniom. Skutkuje to w części przypadków zapaleniem ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego. Chory odczuwa dolegliwości bólowe umiejscowione za kostką przyśrodkową, które nasila zgięcie podszwowe połączone z nawracaniem. Dolegliwości bólowe mogą promieniować wzdłuż przebiegu mięśnia.

### **Mięsień zginacz długi palucha (*m. flexor hallucis longus*)**

- Przyczep bliższy:
  - tylna powierzchnia strzałki, jej środkowa część
  - przegroda międzymięśniowa tylna goleni
  - blaszka głęboka powięzi goleni
- Przebieg:
  - w bruździe zginacza długiego palucha kości piętowej i skokowej (stabilizacja głęboką warstwą troczka zginaczy) do tyłu i poniżej zginacza długiego palców
  - krzyżuje stronę grzbietową ścięgna zginacza długiego palców
  - biegnie między brzościami zginacza krótkiego palucha
- Przyczep dalszy:
  - podstawa paliczka dalszego palucha
- Unerwienie:
  - n. piszczelowy
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>1,2</sub>
- Funkcja:
  - zginacz w stawach śródstopno-paliczkowym i międzypaliczkowym palucha

- zginacz podeszwowy
- odwracacz
- przywodziciel
- stabilizator sklepienia podłużnego

### Mięsień zginacz długi palców (*m. flexor digitorum longus*)

- Przyczep bliższy:
  - tylna powierzchnia kości piszczelowej (poniżej kresy mięśnia płaszczkowatego)
  - łuk ścięgniasty mięśnia płaszczkowatego – łuk ścięgniasty pomiędzy kością piszczelową a strzałką
  - blaszka głęboka powięzi pokrywającej m. piszczelowy tylny
- Przebieg:
  - w dolnej 1/3 goleni przechodzi w ścięgno
  - krzyżuje ścięgno m. piszczelowego tylnego (*chiasma crurale*) leżąc bardziej powierzchownie od niego
  - biegnie po stronie tylnej kostki przyśrodkowej razem ze ścięgnem mięśnia piszczelowego tylnego
  - po stronie przyśrodkowej więzadła skokowo-piszczelowego
  - poniżej kostki przyśrodkowej pokryty troczkiem zginaczy
  - krzyżuje stronę podeszwową zginacza długiego palucha (*chiasma plantare*), łączy się z m. czworobocznym podeszwy
  - dzieli się na cztery odnogi dla II-V palca
    - odchodzą od nich mm. glistowate
  - na wysokości bliższych paliczków przeszywają ścięgna mięśnia zginacza krótkiego palców
- Przyczep dalszy:
  - podstawa paliczków dalszych palców II-V po stronie podeszwowej
- Unerwienie:
  - n. piszczelowy
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>1-2</sub>
- Funkcja:
  - zginacz w stawach śródstopno-paliczkowym i międzypaliczkowych palców
  - zginacz podeszwowy
  - odwracacz
  - przywodziciel
  - stabilizator sklepienia podłużnego

### Grupa przednia mięśni goleni

- Położenie:

- brzuśce w komorze kostno-włóknistej
- ograniczenia przedziału mięśniowego
  - piszczel
  - błona międzykostna
  - strzałka
  - przegroda międzymięśniowa przednia goleni
  - powięź goleni
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy głęboki

### **Mięsień piszczelowy przedni (*m. tibialis anterior*)**

- Przyczep bliższy:
  - kłykiec boczny i 2/3 górne bocznej powierzchni piszczeli
  - 2/3 górne przedniej powierzchni błony międzykostnej goleni
  - powięź goleni
- Przebieg:
  - ścięgno biegnie przez przedział przyśrodkowy troczka górnego i dolnego prostowników objęte obszerną pochewką maziową
- Przyczep dalszy:
  - powierzchnia podeszwowa kości klinowatej przyśrodkowej
  - powierzchnia podeszwowa podstawy I kości śródstopia
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy głęboki
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4-5</sub>
- Funkcja:
  - zginacz grzbietowy (silny)
  - odwracacz
  - stabilizuje sklepienie podłużne stopy

Zapalenie ścięgna mięśnia piszczelowego przedniego powstaje często w wyniku noszenia ściśle dopasowanego do grzbietu stopy obuwia, kępującego swobodne przesuwanie się ścięgna w pochewce maziowej. Typowymi objawami są bolesność po stronie przyśrodkowej stopy w miejscu przyczepu ścięgna oraz wzdłuż jego przebiegu, z wyczuwalnymi nieraz krepitacjami, obrzękiem i nieraz zaczerwienieniem skóry.

### **Mięsień prostownik długi palców (*m. extensor digitorum longus*)**

- Przyczep bliższy:
  - kłykiec boczny piszczeli
  - głowa strzałki
  - przegroda międzymięśniowa przednia goleni
  - błona międzykostna goleni
  - powierzchnia wewnętrzna powięzi goleni

- Przebieg:
  - w połowie długości goleni tworzy silne ścięgno
  - przez boczny przedział troczków prostowników górnego i dolnego
  - przechodzi w rozciągnięta grzbietowe II-V palca (na grzbiecie stopy objęte pochewką maziową)
- Przyczep dalszy:
  - powierzchnia grzbietowa paliczków palców II-V przez rozciągnięta grzbietowe
- Unerwienie
  - nerw strzałkowy głęboki
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4</sub>-S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - zginacz grzbietowy
  - nawracacz
  - prostownik stawów palców
  - odwodziciel
  - stabilizuje sklepienie podłużne stopy

### **Mięsień strzałkowy trzeci (*m. peroneus tertius*)**

- Odszczepiona boczna część prostownika długiego palców
- Kończy się na powierzchni grzbietowej podstawy V i IV kości śródstopia
- Funkcja:
  - nawracacz
  - odwodziciel stopy

### **Mięsień prostownik długi palucha (*m. extensor hallucis longus*)**

- Przyczep bliższy:
  - powierzchnia przyśrodkowa strzałki
  - przylegająca powierzchnia przednia błony międzykostnej goleni
- Przebieg:
  - ścięgno biegnie przez przedział boczny troczka górnego prostowników i przedział środkowy troczka dolnego prostowników
- Przyczep dalszy:
  - powierzchnia grzbietowa podstawy paliczka dalszego palucha
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy głęboki
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4</sub>-S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - zginacz grzbietowy stopy

- prostownik stawów palucha
- odwracanie przodostopia

### Grupa boczna mięśni goleni

- 2 mięśnie leżące we wspólnej komorze kostno-włóknistej ograniczonej przez:
  - powierzchnię boczną strzałki
  - przegrodę międzymięśniową goleni przednią
  - przegrodę międzymięśniową goleni tylną
  - powięź goleni
- unerwienie grupy mięśniowej:
  - nerw strzałkowy powierzchowny

### Mięsień strzałkowy długi (*m. peroneus longus*)

- Przyczep bliższy:
  - część górna – kłykiec boczny piszczeli i głowa strzałki, przednia i boczna powierzchnia torebki stawu piszczelowo-strzałkowego
  - część dolna – górna część bocznej powierzchni trzonu strzałki (przez szczelinę między obydwoma częściami przechodzi nerw strzałkowy wspólny)
- Przebieg:
  - płaskie ścięgno przebiega w łożu ścięgna m. strzałkowego krótkiego
  - biegnie ku dołowi i tyłowi po stronie tylnej kostki bocznej
  - ścięgno objęte jest wspólną pochewką maziową ze ścięgnem m. strzałkowego krótkiego, pokryte pasmem powięzi goleni – troczkiem górnym mm. strzałkowych
  - owija się wokół kostki bocznej (z punktu widzenia biomechaniki – bloczek)
  - przebiega na więzadle piętowo-strzałkowym
  - na powierzchni bocznej kości piętowej
  - pod ścięgnem mięśnia strzałkowego krótkiego
  - pod bloczkiem strzałkowym kości piętowej
  - pod troczkiem dolnym mm. strzałkowych
  - wzdłuż chrzęstnej powierzchni bruzdy ścięgna m. strzałkowego długiego kości szkieletowej (biomechanicznie bloczek – wokół którego się zawija)
    - objęte pochewką maziową
    - stabilizowane więzadłem podeszwowym długim, pod którym przebiega
  - skośny przebieg pod sklepieniem poprzecznym, które stabilizuje
- Przyczep dalszy:
  - kość klinowata przyśrodkowa



- guzowatość I kości śródstopia
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy powierzchowny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4-5</sub>, S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - nawracacz
  - zginacz podeszwy
  - stabilizuje sklepienie poprzeczne stopy
  - odwodziciel

### Mięsień strzałkowy krótki (*m. peroneus brevis*)

- Przyczep bliższy:
  - środkowa, trzecia część powierzchni bocznej strzałki
  - przegroda międzymięśniowa goleni przednia
  - przegroda międzymięśniowa goleni tylna
- Przebieg:
  - przebiega razem ze ścięgnem m. strzałkowego długiego w początkowym odcinku
- Przyczep dalszy:
  - guzowatość V kości śródstopia
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy powierzchowny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4-5</sub>, S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - nawracacz
  - zginacz podeszwy
  - odwodziciel

### Mięśnie grzbietu stopy

- 2 mięśnie
- Położenie:
  - na grzbiecie stopy, pod ścięgnem prostownika długiego palców
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy głęboki

### Mięsień prostownik krótki palców (*m. extensor digitorum brevis*)

- Przyczep bliższy:
  - trzon kości piętowej (na powierzchni górnej i bocznej)
- Przebieg:
  - leży pod ścięgnem prostownika długiego palców

- Przyczep dalszy:
  - kończy się na rozcięgnach grzbietowych palców II-IV
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy głęboki
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4-5</sub>, S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - prostownik w stawach palców II-IV
  - słaby odwodziciel palców (w stosunku do palca III)

### **Mięsień prostownik krótki palucha (*m. extensor hallucis brevis*)**

- Przyczep bliższy:
  - trzon kości piętowej
- Przebieg:
  - leży pod ścięgnem prostownika długiego palców
- Przyczep dalszy
  - kończy się na paliczku bliższym palucha
- Unerwienie:
  - nerw strzałkowy głęboki
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>4-5</sub>, S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - prostownik w stawie śródstopno-paliczkowym palucha
  - słaby odwodziciel palucha (w stosunku do palca III)

### **Mięśnie wyniosłości przyśrodkowej**

- 3 mięśnie, związane z paluchem
- Unerwienie:
  - n. podeszwowy boczny
  - n. podeszwowy przyśrodkowy

### **Mięsień odwodziciel palucha (*m. abductor hallucis*)**

- Przyczep bliższy:
  - guz piętowy
  - rozcięgno podeszwowe
- Przebieg:
  - położony powierzchownie na brzegu przyśrodkowym stopy
- Przyczep dalszy:
  - trzeszczka przyśrodkowa
  - podstawa paliczka bliższego palucha
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy przyśrodkowy

- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - wzmacnia część przyśrodkową sklepienia stopy
  - zginacz w stawie śródstopno-paliczkowym palucha
  - odwodziiciel palucha (w stosunku do palca II)

### **Mięsień zginacz krótki palucha (*m. flexor hallucis brevis*)**

- Przyczep bliższy:
  - kość klinowata przyśrodkowa
  - rozciętno podeszwowe
  - więzadło podeszwowe długie
- Przebieg:
  - podział na 2 głowy
- Przyczep dalszy:
  - trzyczka przyśrodkowa palucha
  - trzyczka boczna palucha
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy przyśrodkowy
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>
- Funkcja:
  - wzmacnia sklepienie podłużne stopy
  - zginacz podeszwowy w stawie śródstopno-paliczkowym palucha

### **Mięsień przywodziiciel palucha (*m. adductor hallucis*)**

- Przyczep bliższy:
  - głowa skośna
    - podstawy kości śródstopia II-IV
  - głowa poprzeczna
    - torebki stawowe stawów śródstopno-paliczkowych II – V
- Przebieg:
  - podział na 2 głowy
- Przyczep dalszy:
  - trzyczka boczna palucha
  - podstawa paliczka bliższego palucha
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>

- Funkcja:
  - stabilizacja sklepienia poprzecznego
  - przywodzi paluch w stosunku do palca II
  - zginacz podeszwowy w stawie śródstopno-paliczkowym palucha

### Mięśnie wyniosłości bocznej

- 3 mięśnie związane z palcem V
- Unerwienie
  - n. podeszwowy boczny

### Mięsień odwodziciel palca małego (*m. abductor digiti minimi*)

- Przyczep bliższy:
  - guz piętowy
  - rozciągnięto podeszwowe
- Przebieg:
  - najbardziej powierzchowny mięsień wyniosłości bocznej
- Przyczep dalszy:
  - guzowatość V kości śródstopia
  - podstawa paliczka bliższego palca V
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>
- Funkcja:
  - stabilizacja sklepienia podłużnego stopy
  - zginacz podeszwowy w stawie śródstopno-paliczkowym palca V
  - odwodziciel palca V

### Mięsień zginacz krótki palca małego (*m. flexor digiti minimi brevis*)

- Przyczep bliższy:
  - podstawa V kości śródstopia
  - więzadło podeszwowe długie
  - pochewka mięśnia strzałkowego długiego
- Przebieg:
  - zbieżny przebieg włókien, pod odwodzicielem palca małego
- Przyczep dalszy:
  - podstawa bliższego paliczka małego palca
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>

- Funkcja:
  - stabilizacja sklepienia podłużnego stopy
  - zginacz podeszwowy w stawie śródstopno-paliczkowym palca V

### **Mięsień przeciwstawiacz palca małego (*m. opponens digiti minimi*)**

- Mięsień niestały
- Przyczep bliższy:
  - więzadło podeszwowe długie
  - pochewka mięśnia strzałkowego długiego
- Przebieg:
  - na brzegu bocznym stopy
- Przyczep dalszy:
  - strona boczna V kości śródstopia
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>
- Funkcja:
  - wzmocnienie brzegu bocznego stopy

### **Mięśnie wyniosłości pośredniej**

- 4 mięśnie, położone centralnie na podeszwowej stronie stopy
- Główna zawartość komory mięśniowej:
  - mięsień zginacz krótki palców
- Unerwienie:
  - n. podeszwowy boczny
  - n. podeszwowy przyśrodkowy

### **Mięsień zginacz krótki palców (*m. flexor digitorum brevis*)**

- Przyczep bliższy:
  - guz piętowy – powierzchnia dolna
  - rozciągnięto podeszwowe
- Przebieg:
  - dzieli się na 4 ścięgna
  - ścięgna tworzą rozwory dla przejścia ścięgien zginacza długiego palców
- Przyczep dalszy:
  - podstawy paliczek środkowych palców II-V
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy przyśrodkowy
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>

- Funkcja:
  - wzmocnienie podłużnego sklepienia stopy
  - zginacz palców II-V (stawy śródstopno-paliczkowe, stawy międzypaliczkowe bliższe)

### Mięsień czworoboczny podeszwy (*m. quadratus plantae*)

- Przyczep bliższy:
  - dolna i przyśrodkowa powierzchnia kości piętowej
- Przebieg:
  - położenie – w tylnej części wyniosłości pośredniej
- Przyczep dalszy:
  - brzeg boczny ścięgna zginacza długiego palców
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>
- Funkcja:
  - wzmocnienie podłużnego sklepienia stopy
  - zmienia kierunek sił zginacza długiego palców II-V
  - wzmacnia działanie mięśnia zginacza długiego palców na stawy śródstopno-paliczkowe i międzypaliczkowe

### Mięśnie glistowate (*m. lumbricales*)

- 4 mięśnie
- Przyczep bliższy:
  - ścięgna mięśnia zginacza długiego palców
- Przebieg:
  - po stronie podeszwowej więzadeł poprzecznych głębokich śródstopia
- Przyczep dalszy:
  - przyśrodkowe brzegi podstaw paliczek bliższych II-V
  - najczęściej również do rozciągnięć grzbietowych palców II-V
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy przyśrodkowy (I mięsień glistowaty)
  - nerw podeszwowy boczny (mięśnie glistowate II-IV)
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>2</sub>
- Funkcja:
  - stabilizacja sklepienia podłużnego stopy
  - zgięcie podeszwowe w stawach śródstopno-paliczkowych palców II-V
  - przywodzenie palców II-V w stosunku do palucha

- wyprost w stawach międzypaliczkowych (przy istniejącym połączeniu z rozciągnym grzbietowym palców)

### **Mięśnie międzykostne (*m. interossei*)**

- 7 mięśni:
  - mięśnie międzykostne podeszwowe (3)
  - mięśnie międzykostne grzbietowe (4)

### **Mięśnie międzykostne podeszwowe (3) (*m. interossei plantares*)**

- Przyczep bliższy:
  - na stronie przyśrodkowej kości śródstopia III, IV, V
- Przebieg:
  - po stronie podeszwowej więzadeł poprzecznych głębokich śródstopia
- Przyczep dalszy:
  - podstawy paliczek bliższych III-V
  - blaszki włóknisto-chrzęstne na podeszwowej stronie torebek stawów śródstopno-paliczkowych III-V
  - najczęściej również do rozciągnięć grzbietowych palców III-V
- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>2</sub>
- Funkcja:
  - stabilizacja sklepienia podłużnego stopy
  - zgięcie podeszwowe w stawach śródstopno-paliczkowych palców III-V
  - przywodzenie palców III-V w stosunku do palca II
  - wyprost w stawach międzypaliczkowych III-V (przy istniejącym połączeniu z rozciągnym grzbietowym palców)

### **Mięśnie międzykostne grzbietowe (4) (*m. interossei plantares dorsales*)**

- Przyczep bliższy:
  - zwrócone do siebie powierzchnie wszystkich kości śródstopia
- Przebieg:
  - mięsień dwugłowy
  - po grzbietowej stronie więzadeł poprzecznych głębokich śródstopia
- Przyczep dalszy:
  - podstawy paliczek bliższych
  - blaszki włóknisto-chrzęstne na podeszwowej stronie torebek stawów śródstopno-paliczkowych II-IV
  - najczęściej również do rozciągnięć grzbietowych palców II-IV

- Unerwienie:
  - nerw podeszwowy boczny
- Poziom korzeni rdzeniowych odpowiedzialnych za unerwienie:
  - L<sub>5</sub>-S<sub>2</sub>
- Funkcja:
  - stabilizacja sklepienia podłużnego stopy
  - zgięcie podeszwowe w stawach śródstopno-paliczkowych palców II-IV
  - odwiedzenie palców III i IV w stosunku do palca II
  - wyprost w stawach międzypaliczkowych II-IV (przy istniejącym połączeniu z rozciągnem grzbietowym palców)

## **Dodatkowe struktury narządu ruchu**

### **Troczek górny prostowników**

- Na powierzchni przedniej goleni
- Do przodu i góry od stawu skokowego górnego
- Szerokie pasmo włókien poprzecznych
- Przyczepy:
  - piszczel
  - strzałka
- Przegroda włóknista do piszczeli – dwa przedziały (ścięgna następujących mięśni)
  - przyśrodkowy
    - mięśnia piszczelowego przedniego
  - boczny
    - prostownik długi palców
    - prostownik długi palucha

### **Troczek dolny prostowników**

- Na powierzchni przedniej goleni
- Na granicy goleni i stopy
- Kształt leżącej litery Y
- Przyczepy:
  - strona boczna kości piętowej (warstwa powierzchowna)
  - zatoka stępu (warstwa głęboka)
  - kostka przyśrodkowa (ramię górne)
  - kość łódkowata (ramię dolne)
- Zawartość:
  - (ścięgna następujących mięśni)
  - mięsień piszczelowy przedni



- mięsień prostownik długi palców
- mięsień prostownik długi palucha

### **Troczek górny mięśni strzałkowych**

- Przyczepy:
  - kostka boczna
  - powierzchnia boczna kości piętowej
- Zawartość:  
(ścięgni następujących mięśni)
  - mięsień strzałkowy długi
  - mięsień strzałkowy krótki

### **Troczek górny mięśni strzałkowych**

- Przyczepy:
  - powierzchnia boczna kości piętowej
  - troczek dolny prostowników
- Zawartość:  
(ścięgni następujących mięśni)
  - mięsień strzałkowy długi
  - mięsień strzałkowy krótki

### **Troczek zginaczy**

- Przebieg:
  - do dołu i ku tyłowi
- Przyczepy:
  - kostka przyśrodkowa
  - kość piętowa
- Budowa:
  - 2 blaszki:
    - powierzchnia
    - głęboka
  - pomiędzy nimi
    - naczynia i nerwy kanału kostki przyśrodkowej

### **Kanał kostki przyśrodkowej (*canalis malleolaris*)**

- Przejście z przedziału głębokiego zginaczy na podeszwę stopy
- Ograniczenia:
  - przyśrodkowo:
    - troczek zginaczy
  - bocznie:
    - powierzchnia przyśrodkowa kości piętowej
    - więzadło trójgraniaste

- od góry i przodu:
  - tylny brzeg kostki przyśrodkowej
- od dołu i tyłu:
  - guz piętowy
- Zawartość:
  - ścięgno mięśnia piszczelowego tylnego
  - ścięgno mięśnia zginacza długiego palców
  - naczynie piszczelowe tylne
  - nerw piszczelowy
  - ścięgno mięśnia zginacza długiego palucha
- Uwagi:
  - każde ścięgno ma samodzielną pochewkę maziową
  - często przed wejściem do kanału dzielą się na naczynia i nerwy podeszwowe przyśrodkowe i boczne

### Pochewki ścięgien stopy

- Pochewki ścięgien mięśni prostowników (pochewki grzbietowe):
  - pokryte troczkiem prostowników
  - przechodzą przez trzy przedziały:
    - pochewka maziowa ścięgna m. piszczelowego przedniego
    - pochewka maziowa ścięgna prostownika długiego palucha
    - pochewka maziowa ścięgien prostownika długiego palców stopy
- Pochewki strzałkowe:
  - górna (goleniowo-stępowa)
    - wspólna dla obu mięśni strzałkowych
  - dolna (podeszwowa)
    - oddzielne
- Pochewki piszczelowe pokryte troczkiem zginaczy:
  - pochewka maziowa ścięgna m. piszczelowego tylnego
  - pochewka maziowa ścięgien zginacza długiego palców
  - pochewka maziowa ścięgna zginacza długiego palucha
- Pochewki palcowe:
  - ścięgna zginaczy na powierzchniach podeszwowych każdego z palców objęte oddzielną pochewką

### Rozciągna grzbietowe palców stopy

- Utworzone przez:
  - ścięgna prostowników
- ścięgna mięśni międzykostnych i glistowatych w dużej części populacji nie biorą udziału w ich tworzeniu

- w stawach międzypaliczkowych bliższych i dalszych znaczna przewaga zginaczy nad prostownikami:
  - ustawienie w przykurczu zgięciowym
  - utrudnienie wyprostowania

### Powięź stopy:

- powięź grzbietowa powierzchowna stopy
- powięź grzbietowa głęboka stopy (międzykostna)
- powięź podeszwowa głęboka stopy (międzykostna)
- powięź podeszwowa powierzchowna stopy (rozciągną podeszwowe)

### Rozciągną podeszwowe (*aponeurosis plantaris*)

- Przyczep początkowy:
  - guz piętowy
- Przebieg:
  - bardzo silne pasmo
  - dwuwarstwowe
  - na zginaczu krótkim palców, częściowo się z nim zrasta
  - w połowie długości stopy podział na pięć odnóg zrastających się z palcowymi pochewkami ścięgien
  - w fałdach międzypalcowych przebiega więzadło poprzeczne powierzchowne śródstopia hamujące ruchy odwodzenia palców (*lig. metatarsium transversum superficiale* – tzw. więzadło pływakie)
  - od brzegów bocznych rozciągną do kośćca przebiegają trzy podłużne przegrody dzielące mięśniówkę podeszwy na trzy grupy będące jednocześnie przedziałami mięśniowymi i tzw. komorami uciskowymi.
- Przyczep końcowy:
  - podstawy paliczek bliższych
  - palcowe pochewki ścięgien
- Biomechanika:
  - najsilniejszy bierny stabilizator sklepienia poprzecznego stopy
  - wzmocniony bezpośrednio przez stabilizator czynny (mięsień zginacz krótki palców)
  - w środku fazy podparcia pomaga utrzymać stopę w pozycji neutralnej
  - w fazie odbicia umożliwia utrzymanie supinacyjnego ustawienia stopy

Rozciągną podeszwowe utworzone jest przez pasma łącznotkankowe, które rozpoczynają się na guzie piętowym. Przy długotrwałym ustawieniu stopy w pronacji, przy obniżeniu sklepienia podłużnego rozciągną podczas fazy obciążenia i odbicia ulega przeciążeniom. Powoduje to zapalenie rozciągną podeszwowego, z dolegliwościami umiejscowionymi głównie

w miejscu jego przyczepu. Proces zapalny generują i nasilają również mikrourazy. W części przypadków obrazem radiologicznym tej patologii są tzw. ostrogi piętowe.

## Architektonika stopy

### Typy stopy

- stopa egipska
  - I kość śródstopia i paluch najdłuższy, następne coraz krótsze
- stopa grecka
  - I kość śródstopia i paluch krótsze od II i III kości śródstopia
- stopa prostokątna
  - I kość śródstopia i paluch równe II palcowi, następne nieznacznie krótsze

### Sklepienia stopy

- Szkielet stopy ukształtowany w postaci:
  - sklepień stopy = łuków stopy
  - sklepienie podłużne – krzywizna podłużna w stosunku do osi stopy
  - sklepienie poprzeczne – krzywizna poprzeczna w stosunku do osi stopy

### Sklepienie podłużne

- 5 łuków (odpowiadają promieniom stopy)
  - utworzone przez:
    - 3 łuki wewnętrzne
      - I, II, III kość śródstopia
      - kości klinowate
      - kość łódkowatą
      - kość skokową
      - kość piętową
    - 2 łuki zewnętrzne
      - IV, V kość śródstopia
      - kość sześcienną
      - kość piętową
  - wzmocnione przez:
    - rozciągno podeszwowe
    - więzadło podeszwowe długie
    - więzadło piętowo-sześcienne podeszwowe
    - więzadło piętowo-łódkowe podeszwowe
    - mięśnie podeszwowe stopy
      - głównie mięsień czworoboczny podeszwy
    - ścięgno mięśnia piszczelowego tylnego

- ścięgno mięśnia piszczelowego przedniego
- ścięgno mięśnia zginacza długiego palucha
- ścięgno mięśnia zginacza długiego palców
  - uwaga – w przypadku większości ww. mięśni, na stopie znajduje się tylko ścięgno, ale za utrzymanie sklepienia odpowiada element generujący siłę – brzusiec mięśniowy znajdujący się w obrębie goleni

### **Łuk podłużny przyśrodkowy**

- duża elastyczność i zdolność amortyzacji, wydrążenie do ok. 16-20 mm
- utworzony przez:
  - I kość śródstopia
  - kość klinową przyśrodkową
  - kość łódkowatą
  - kość skokową
  - kość piętową
- wzmocniony z
  - biernie
    - głównie przez
      - więzadło piętowo-sześciennie podeszwowe (więzadło resorowe)
      - więzadło podeszwowe długie
      - rozciągno podeszwowe
  - czynnie (ww. głównie)
    - ścięgna mięśni
      - piszczelowego tylnego
      - piszczelowego przedniego
      - długiego zginacza palucha
      - przywodziciela palucha

Główne ścięgna stabilizujące łuki stopy:

1. Ścięgno mięśnia piszczelowego przedniego
2. Ścięgno mięśnia strzałkowego długiego
3. Ścięgno mięśnia piszczelowego tylnego

Wymienione powyżej ścięgna oraz ścięgno mięśnia strzałkowego krótkiego tworzą tzw. „strzemień ścięgniaste stopy”. Przerwanie ciągłości ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego prowadzi w krótkim okresie czasu do powstania płaskostopia podłużnego.

### **Łuk podłużny boczny**

- mała ruchomość, wydrążenie nie przekraczające 5 mm
- utworzony przez:
  - V kość śródstopia
  - kość sześcienną

- kość piętową
- wzmocniony:
  - biernie
    - więzadła; głównie dwa pasma piętowo-sześciennie
  - czynnie
    - ścięгна mięśni
      - strzałkowego długiego
      - strzałkowego krótkiego
      - przywodziciela palca V

### Słępienie poprzeczne

- 3 łuki
  - tylny
  - środkowy
  - przedni
- Główne stabilizatory:
  - ścięгно mięśnia strzałkowego długiego
  - głowa poprzeczna mięśnia przywodziciela palucha
  - mięśnie międzykostne i glistowate
  - więzadła stępowo-śródstopne
  - więzadła poprzeczne głębokie śródstopia

### Słępienie poprzeczne – łuk tylny

- fizjologicznie styka się z podłożem tylko częścią boczną
- utworzony przez:
  - kość łódkowatą
  - kość sześcienną
  - 3 kości klinowate
- wsporniki bierne
  - więzadła łączące kości środkowego odcinka czynnościowego stopy
- wsporniki czynne
  - ścięгно mięśnia piszczelowego tylnego

### Słępienie poprzeczne – łuk środkowy

- fizjologicznie styka się z podłożem tylko częścią boczną
- małe wydrążenie
- niewielka ruchomość
- utworzony przez:
  - podstawy kości śródstopia I-V
- wsporniki bierne
  - więzadła stawu stępowo-śródstępnego

- wsporniki czynne
  - ścięgno mięśnia strzałkowego długiego

### Sklepienie poprzeczne – łuk przedni

- fizjologicznie styka się z podłożem częścią boczną i przyśrodkową
- najwyższy punkt łuku
- głowa II kości śródstopia
- utworzony przez:
  - głowy kości śródstopia I-V
- wsporniki bierne
  - więzadła poprzeczne głębokie śródstopia
- wsporniki czynne
  - mięśnie międzykostne i glistowate
  - część poprzeczna mięśnia przywodziciela palucha

### Punkty podparcia stopy

- W trakcie stania:
  - guz piętowy
  - głowa I kości śródstopia
  - głowa V kości śródstopia
- W trakcie chodu:
  - poza punktami czynnymi w trakcie stania
  - guzowatości paliczków dalszych palców I-V
    - (we współczesnej populacji bardzo często palca I lub I-III)

### Najważniejsze kąty i linie w ocenie radiologicznej anatomii stopy w szczególności w ocenie sklepienia podłużnego

- kąt wysklepienia (*excavatio*)
  - w płaszczyźnie strzałkowej zawarty między osią guza piętowego i osią I kości śródstopia – norma  $115^{\circ}$ - $130^{\circ}$  w RTG i ok.  $140^{\circ}$  w badaniu klinicznym
- kąt infleksji
  - między dolnym brzegiem guza kości piętowej, kością sześcienną i głowami kości śródstopia ( $145^{\circ}$ - $150^{\circ}$ )
- kąt Storcka
  - kąt w płaszczyźnie strzałkowej między osią podłużną kości skokowej oraz linią przechodzącą od zatoki stępu przez środek guza piętowego – kąt około  $50^{\circ}$  – zwiększa się w tzw. stopie piętowej
- kąt Böhlera
  - kąt w płaszczyźnie strzałkowej wyznaczony przez linie biegnące równoległe do górnej powierzchni przedniego i tylnego odcinka kości piętowej ( $36^{\circ}$ - $40^{\circ}$ )

- kąty Kite'a
  - między osiami podłużnymi kości skokowej i piętowej, u dziecka kilkumiesięcznego na radiogramach w projekcji przednio tylnej i bocznej wynosi  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$ , u dorosłego wynosi około  $20^{\circ}$ , maleje w stopach końsko-szpotaowych, rośnie w płasko-koślawych
- linia McLaughlina
  - łączy szczyt guza piętowego i najbardziej do przodu wysunięty punkt kości piętowej, powierzchnia stawowa powinna być położona powyżej niej

## Unaczynienie części dystalnej goleni i stopy

### Najważniejsze naczynia

- tętnica piszczelowa przednia – (*a. tibialis anterior*)
- tętnica grzbietowa stopy – (*a. dorsalis pedis*), (przedłużenie tętnicy piszczelowej przedniej)
- tętnica piszczelowa tylna (*a. tibialis posterior*)
- tętnica podeszwowa przyśrodkowa (*a. plantaris medialis*) (mniejsza gałąź tętnicy piszczelowej tylnej)
- tętnica podeszwowa boczna (*a. plantaris lateralis*), gałąź tętnicy piszczelowej tylnej kieruje się między zginacz krótki palców i m. czworoboczny podeszwy i współtworzy łuk podeszwowy
- łuk podeszwowy (*arcus plantaris*), odchodzi od tętnicy podeszwowej bocznej i kończy się między I i II kośćmi śródstopia łącząc się z gałęzią podeszwową głęboką tętnicy grzbietowej stopy, oddaje tętnice podeszwowe śródstopia przechodzące w tętnice podeszwowe palców.

### Istotne elementy unaczynienia

- Każdej z tętnic towarzyszą 2 żyły i naczynia chłonne
- Wokół każdego dużego stawu sieć naczyniowa – sieć krążenia obocznego
- Powierzchnownie naczynia żyłne z towarzyszącymi naczyniami chłonnymi

### Punkty badania tętna na kończynie w zakresie jej części dystalnej

- Na tętnicy grzbietowej stopy (grzbiet stopy)
- Na tętnicy piszczelowej tylnej (kanał kostki przyśrodkowej)

## Unerwienie części dystalnej goleni i stopy

### Główne nerwy doprowadzające unerwienie do okolic kostkowej i stopy

- Nerw piszczelowy (*n. tibialis*)
  - nerw podeszwowy przyśrodkowy (*n. plantaris medialis*)
  - nerw podeszwowy boczny (*n. plantaris lateralis*)



- Nerw strzałkowy wspólny (*n. peroneus communis*)
  - nerw strzałkowy powierzchowny (*n. peroneus superficialis*)
  - nerw strzałkowy głęboki (*n. peroneus profundus*)

### Położenie głównych pni nerwowych w przedziałach mięśniowych goleni

- Nerw strzałkowy głęboki
  - przedział przedni – przedział mięśni prostowników
  - wraz z naczyniami piszczelowymi przedni
- Nerw strzałkowy powierzchowny
  - przedział boczny – przedział mięśni strzałkowych
- Nerw piszczelowy:
  - przedział tylny – warstwa głęboka
  - wraz z naczyniami piszczelowymi tylnymi

### Unerwienie skóry stopy

- Przyśrodkowy brzeg stopy:
  - nerw udowo-goleniowy
- Brzeg boczny stopy:
  - nerw skórny grzbietowy boczny
- Grzbiet stopy:
  - grzbiet stopy po stronie przyśrodkowej
    - nerw skórny grzbietowy przyśrodkowy
  - grzbiet stopy na wysokości zwróconych do siebie powierzchni palców II i III
    - nerw skórny grzbietowy przyśrodkowy
  - powierzchnia zwróconych do siebie podstaw palców I i II
    - końcowy odcinek nerwu strzałkowego głębokiego
  - grzbiet stopy po stronie bocznej
    - nerw skórny grzbietowy pośredni
  - zwrócone do siebie powierzchnie podstaw palców III-V
    - nerw skórny grzbietowy pośredni
- Podeszwowa strona stopy:
  - tyłostopie
    - gałęzie piętowe nerwu piszczelowego
  - 2/3 przyśrodkowe śródstopia
    - nerw podeszwowy przyśrodkowy
  - 1/3 boczna śródstopia
    - nerw podeszwowy boczny
- Palce po stronie podeszwowej:
  - I-III i strona przyśrodkowa palca IV
    - nerw podeszwowy przyśrodkowy

- palec V i boczna część palca IV
  - nerw podeszwowo boczny
- Palce po stronie grzbietowej:
  - zwrócone do siebie powierzchnie palców II i III
    - nerw skórny grzbietowy przyśrodkowy
  - zwrócone do siebie powierzchnie palców III-V
    - nerw skórny grzbietowy pośredni
  - zwrócone do siebie powierzchnie palców I i II
    - nerw strzałkowy głęboki
  - brzeg boczny palca V
    - nerw skórny grzbietowy boczny
  - paliczki dalsze i częściowo środkowe
    - nerwy podeszwowo boczny i podeszwowo przyśrodkowy analogicznie jak po stronie podeszwowej

## Piśmiennictwo:

1. Agur A.M.R., Lee M.J. (red. pol. Gielecki J.): Grant atlas anatomii. Wydawnictwo Medyczne Górnicki, Wrocław 1999.
2. Alusio F.V., Christensen C.P., Urbaniak J.R.: Ortopedia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000.
3. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
4. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
5. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
6. Borejko M., Dziak A.: Badanie radiologiczne w ortopedii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1988.
7. Brown D.E., Neumann R.D.: Sekrety Ortopedii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2006.
8. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
9. Du Vries H., Mann R.A.: Surgery of the foot. The C.V. Mosby Company, Saint Louis 1978.
10. Dziak A., Odyński B.: Ortopedia stopy. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1989.
11. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
12. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
13. Jakimowicz W.: Neurologia kliniczna w zarysie. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.

14. Kiss F., Szentugonthai J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1984.
15. Krechowicki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
16. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
17. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
18. Lorkowski J., Hładki W.: Przyczynek do ujednoczenia mianownictwa ortopedycznego i anatomicznego. *Acta Clin.* 2003; 3 (3): 245-250.
19. Lorkowski J., Radło W., Skawina A.: Differences in anatomical and orthopaedic terminology. *Med. Sci. Monit.* 1998; 4 (suppl. 2): 116-118.
20. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
21. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
22. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
23. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektorijnych, Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
24. Staheli L.T.: Practice of Pediatric Orthopaedics. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2006.
25. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
26. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.



# Zestawienie wybranych ważnych przestrzeni anatomicznych w obrębie kończyn górnych, dolnych i ich obręczy

Jacek Lorkowski

Przeźren anatomiczna	Ograniczenia wyróznionej przestrzeni	Zawartość
<b>Obręcz kończyny górnej i kończyna górna wolna</b>		
<b>Dół pachowy</b> <i>(fossa axillaris)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• od przodu:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o mięsień piersiowy większy (<i>musculus pectoralis maior</i>)</li> <li>o mięsień piersiowy mniejszy (<i>musculus pectoralis minor</i>)</li> </ul> </li> <li>• od strony bocznej:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o głowa krótka mięśnia dwugłowego ramienia (<i>caput breve musculi bicipitis brachii</i>)</li> <li>o mięsień kruczo-ramienny (<i>musculus coracobrachialis</i>)</li> <li>o szyjka chirurgiczna kości ramiennej (<i>collum chirurgicum humeri</i>) – strona przyśrodkowa</li> </ul> </li> <li>• od tyłu:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o mięsień najszerszy grzbietu (<i>musculus latissimus dorsi</i>) – część górna</li> <li>o mięsień obły większy (<i>musculus teres maior</i>)</li> <li>o mięsień podłopatkowy (<i>musculus subscapularis</i>)</li> </ul> </li> <li>• od strony przyśrodkowej:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o mięsień zębaty przedni (<i>musculus serratus anterior</i>)</li> </ul> </li> <li>• od dołu (podstawa dołu pachowego):               <ul style="list-style-type: none"> <li>o powięź pachowa (<i>fascia axillaris</i>)</li> </ul> </li> </ul> <p>Uwaga – dół pachowy – kształt – czworosściennnej piramidy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• szczyt               <ul style="list-style-type: none"> <li>o skierowany w stronę obojczyka</li> </ul> </li> <li>• podstawa:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o powięź pachowa (dolne ograniczenie dołu pachowego)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tętnica pachowa (<i>arteria axillaris</i>) z odgałęzieniami</li> <li>• żyła pachowa (<i>vena axillaris</i>) z dopływami</li> <li>• naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>)</li> <li>• węzły chłonne pachowe (<i>nodi lymphatici axillares</i>)</li> <li>• splot ramienny (<i>plexus brachialis</i>) – część podobojczykowa</li> <li>• tkanka łączna wiotka</li> </ul>

<p>Otwór czworoboczny (<i>foramen quadrilaterum</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mięsień obły mniejszy (<i>musculus teres maior</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony bocznej <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Szyjka chirurgiczna kości ramiennej (<i>collum chirurgicum humeri</i>) – strona tylnoprzyśrodkowa</li> </ul> </li> <li>• Od dołu: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mięsień obły większy (<i>musculus teres minor</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony przyśrodkowej: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Głowa długa mięśnia trójgłowego ramienia (<i>caput longum musculi tricipitis brachii</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica okalająca ramię tylną (<i>arteria circumflexa humeri posteriori</i>)</li> <li>• 2 żyły okalające ramię tylne</li> <li>• Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>)</li> <li>• Nerw pachowy (<i>nervus axillaris</i>)</li> </ul>
<p>Otwór trójkątny (<i>foramen trilaterum</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mięsień obły mniejszy (<i>musculus teres minor</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od boku: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Głowa długa mięśnia trójgłowego ramienia (<i>caput longum musculi tricipitis brachii</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mięsień obły większy (<i>musculus teres maior</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica okalająca łopatkę</li> <li>• 2 tętnice okalające łopatkę</li> <li>• Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>)</li> </ul>
<p>Rowek przyśrodkowy mięśnia dwugłowego ramienia (<i>sulcus bicipitalis brachii medialis</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od przodu: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mięsień kruczo-ramienny (<i>musculus coraco-brachialis</i>)</li> <li>◦ Głowa krótka mięśnia dwugłowego ramienia (<i>caput breve musculi bicipitis brachii</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od tyłu: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Głowa przyśrodkowa mięśnia trójgłowego ramienia (<i>caput mediale musculi tricipitis brachii</i>)</li> <li>◦ Głowa długa mięśnia trójgłowego ramienia (<i>caput longum musculi tricipitis brachii</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podpowięziowa <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Tętnica ramienna (<i>arteria brachialis</i>) z odgałęzieniami</li> <li>◦ 2 żyły ramienne z dopływami</li> <li>◦ Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>) głębokie</li> <li>◦ Nerw pośrodkowy (<i>nervus medianus</i>)</li> <li>◦ Nerw łokciowy (<i>nervus ulnaris</i>) – w 2/3 górnych rowka</li> <li>◦ Nerw skórny przyśrodkowy przedramienia (<i>nervus cutaneus antebrachii medialis</i>) – w górnej części rowka</li> </ul> </li> <li>• Nadpowięziowa <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Żyła odłokciowa (<i>vena basilica</i>) – w dolnej części rowka</li> <li>◦ Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>) powierzchowne</li> <li>◦ Węzły chłonne łokciowe powierzchowne (<i>nodi lymphatici ulnares superficiales</i>)</li> <li>◦ Nerw skórny przyśrodkowy ramienia (<i>nervus cutaneus brachii medialis</i>) – gałęzie końcowe</li> <li>◦ Nerw skórny przyśrodkowy przedramienia (<i>nervus cutaneus antebrachii medialis</i>) – w dolnej części rowka</li> </ul> </li> </ul>

<p>Rowek boczny mięśnia dwugłowego ramienia (<i>sulcus bicipitalis brachii lateralis</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od przodu:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Głowa długa mięśnia dwugłowego ramienia (<i>caput longum musculi bicipitis brachii</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od tyłu:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień naramienny (<i>musculus deltoideus</i>)</li> <li>o Mięsień ramienny (<i>musculus brachialis</i>)</li> <li>o Mięsień ramiennie-promieniowy (<i>musculus brachioradialis</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Żyła odpromieniowa (<i>vena cephalica</i>)</li> <li>• Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>) powierzchowne</li> <li>• Nerw skórny boczny ramienia (<i>nervus cutaneus brachii lateralis</i>) – gałęzie końcowe</li> <li>• Nerw skórny boczny przedramienia (<i>nervus cutaneus antebrachii lateralis</i>) – w części dolnej rowka</li> </ul>
<p>Dół łokciowy (<i>fossa cubiti</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od strony górno-przyśrodkowej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Przegroda międzymięśniowa ramienia przyśrodkowa (<i>septum intermusculare brachii mediale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony górno-bocznej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień dwugłowy ramienia (<i>musculus brachii medialis</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony dolno-przyśrodkowej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień nawrotny obły (<i>musculus pronator teres</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony dolno-bocznej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień ramiennie-promieniowy (<i>musculus brachioradialis</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od tyłu (dno):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień ramienny (<i>musculus brachialis</i>)</li> <li>o Mięsień odwracacz (<i>musculus supinator</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od przodu (ograniczenie powierzchniowe):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Powieź łokciowa (<i>fascia cubitalis</i>)</li> <li>o Rozciągno mięśnia dwugłowego ramienia (<i>aponeurosis musculi bicipitis brachii</i>) – wzmacnia ww. powieź</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podpowięziowo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Tętnica ramienna (<i>arteria brachialis</i>) – końcowy odcinek i podział</li> <li>o Tętnica promieniowa (<i>arteria radialis</i>) – początkowy odcinek</li> <li>o Tętnica łokciowa (<i>arteria ulnaris</i>) – początkowy odcinek</li> <li>o Tętnica poboczna łokciowa dolna (<i>arteria collateralis ulnaris interior</i>)</li> <li>o Tętnica wsteczna promieniowa (<i>arteria recurrens radialis</i>)</li> <li>o Tętnica wsteczna łokciowa (<i>arteria recurrens ulnaris</i>)</li> <li>o Tętnica międzykostna wspólna (<i>arteria interossea communis</i>)</li> <li>o Odpowiadające wymienionym tętnicom odcinki żył o tych samych nazwach (1 żyła pachowa, pozostałe po 2 żyły)</li> <li>o Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>) głębokie</li> <li>o Węzły chłonne łokciowe głębokie (<i>nodi lymphatici ulnares profundi</i>)</li> <li>o Nerw pośrodkowy (<i>nervus medianus</i>)</li> <li>o Gałąź głęboka nerwu promieniowego (<i>ramus profundus nervi radialis</i>) – początkowy odcinek</li> </ul> </li> <li>• Nadpowięziowo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Tętnica powierzchowna fałdu łokciowego (<i>arteria plicae cubiti superficialis</i>)</li> <li>o Żyła odpromieniowa (<i>vena cephalica</i>)</li> <li>o Żyła odłokciowa (<i>vena basilica</i>)</li> <li>o Żyła pośrodkowa łokcia (<i>vena mediana cubiti</i>)</li> <li>o Naczynia chłonne powierzchowne (<i>vasa lymphatica superficiales</i>)</li> <li>o Nerw skórny przyśrodkowy przedramienia (<i>nervus cutaneus antebrachii medialis</i>) oraz początkowe odcinki jego gałęzi (przedniej i łokciowej)</li> <li>o Nerw skórny boczny przedramienia (<i>nervus cutaneus antebrachii lateralis</i>)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Uwaga – dół łokciowy – kształt graniastosłupa o podstawie rombu</p>		

<b>Kanał nadgarstka (<i>canalis carpi</i>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od strony dłoniowej (przedniej):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Troczek zginaczy (<i>retinaculum flexorum</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony łokciowej (przyśrodkowej):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wyniosłość promieniowa nadgarstka (<i>eminentia carpi ulnaris</i>) = kość grochowata (<i>os pisiforme</i>) + haczyk kości haczykowatej (<i>hamulus ossia hamaki</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony promieniowej (bocznej):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wyniosłość promieniowa nadgarstka (<i>eminentia carpi radialis</i>) = guzek kości łódeczkowatej (<i>tuberculum ossia scaphoidei</i>) + guzek kości czworobocznej większej (<i>tuberculum ossia trapezie</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony grzbietowej (tylnej) = dno kanału nadgarstka:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Bruzda nadgarstka (<i>sulcus carpi</i>) = powierzchnia dłoniowa kości nadgarstka (<i>ossa carpi</i>) – obu szeregów, połączonych aparatem więzadłowym</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica nerwu pośrodkowego (<i>arteria nervi mediani</i>)</li> <li>• 2 żyły nerwu pośrodkowego</li> <li>• Nerw pośrodkowy (<i>nervus medianus</i>)</li> <li>• Ścięgno (jedno) mięśnia zginacza długiego kciuka (<i>musculus flexor pollicis longus</i>)</li> <li>• Ścięgna (cztery) mięśnia zginacza powierzchownego palców (<i>musculus flexor digitorum superficialis</i>)</li> <li>• Ścięgna (cztery) mięśnia zginacza głębokiego palców (<i>musculus flexor digitorum profundus</i>)</li> <li>• Pochewka maziowa ścięgna zginacza długiego kciuka</li> <li>• Pochewka maziowa ścięgien zginaczy palców (II-V)</li> </ul>
<b>Tabakierka anatomiczna (<i>foveola radialis</i>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od strony łokciowej (przyśrodkowej):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Ścięgno mięśnia prostownika długiego kciuka (<i>musculus extensor pollicis longus</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony promieniowej (bocznej):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Ścięgno mięśnia prostownika krótkiego kciuka (<i>musculus extensor pollicis brevis</i>)</li> <li>o Ścięgno mięśnia odwodziciela długiego kciuka (<i>musculus abductor pollicis longus</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od góry:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Troczek prostowników (<i>retinaculum extensorum</i>)</li> </ul> </li> <li>• Podstawa (dno):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kość łódeczkowata (<i>os scaphoideum</i>)</li> <li>o Kość czworoboczna większa (<i>os trapezium</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica promieniowa (<i>arteria radialis</i>)</li> <li>• Tętnica grzbietowa śródreżca I (<i>arteria metacarpi dorsalis I</i>)</li> <li>• Po 2 naczynia żyłne towarzyszące wymienionym tętnicom o analogicznych do nich nazwach</li> <li>• Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>) głębokie</li> <li>• Żyła odpromieniowa (<i>vena cephalica</i>)</li> <li>• Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>) powierzchowne</li> <li>• Gałąź powierzchowna nerwu promieniowego (<i>ramus superficialis nerki radialis</i>)</li> <li>• Ścięgno mięśnia prostownika promieniowego nadgarstka długiego (<i>musculus extensor carpi radialis longus</i>)</li> <li>• Ścięgno mięśnia prostownika promieniowego nadgarstka krótkiego (<i>musculus extensor carpi radialis brevis</i>)</li> </ul>



Obręcz kończyny dolnej i kończyna dolna wolna		
<p>Otwór kulszowy większy (<i>foramen ischiadicum maius</i>)</p> <p>Podzielony przez mięsień gruszkowaty (<i>musculus piriformis</i>) na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Otwór nadgruszkowy (<i>foramen suprapiriforme</i>)</li> <li>• Otwór podgruszkowy (<i>foramen infrapiriforme</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od przodu i góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wcięcie kulszowe większe (<i>incisura ischiadica maior</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kolec biodrowy tylny dolny (<i>spina iliaca posterior inferior</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od tyłu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Brzęg boczny kości krzyżowej (<i>margo lateralis ossis sacralis</i>)</li> <li>o Wiązadło krzyżowo-guzowe (<i>ligamentum sacrotuberale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kolec kulszowy (<i>spina ischiadica</i>)</li> <li>o Wiązadło krzyżowo-kolcowe (<i>ligamentum sacrospinale</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otwór nadgruszkowy (<i>foramen suprapiriforme</i>): <ul style="list-style-type: none"> <li>o Tętnica pośladowka górna (<i>arteria glutea superior</i>)</li> <li>o Żyła pośladowka górna (<i>vena glutea superior</i>)</li> <li>o Naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>o Nerw pośladowki górny (<i>nervus gluteus superior</i>)</li> </ul> </li> <li>• Otwór podgruszkowy (<i>foramen infrapiriforme</i>): <ul style="list-style-type: none"> <li>o Tętnica pośladowka dolna (<i>arteria glutea inferior</i>)</li> <li>o Żyła pośladowka dolna (<i>vena glutea inferior</i>)</li> <li>o Tętnica sromowa wewnętrzna (<i>arteria pudenda interna</i>)</li> <li>o Żyła sromowa wewnętrzna (<i>vena pudenda interna</i>)</li> <li>o Naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>o Nerw kulszowy (<i>nervus ischiadicus</i>)</li> <li>o Nerw pośladowki dolny (<i>nervus gluteus inferior</i>)</li> <li>o Nerw skórny tylny uda (<i>nervus cutaneus femoris posterior</i>)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Otwór kulszowy mniejszy (<i>foramen ischiadicum minus</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od przodu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wcięcie kulszowe mniejsze (<i>incisura ischiadica minor</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kolec kulszowy (<i>spina ischiadica</i>)</li> <li>o Wiązadło krzyżowo-kolcowe (<i>ligamentum sacrospinale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od tyłu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wiązadło krzyżowo-guzowe (<i>ligamentum sacrotuberale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Guz kulszowy (<i>tuber ischiadicum</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mięsień zasłaniacz wewnętrzny (<i>musculus obturator internus</i>)</li> <li>• Tętnica sromowa wewnętrzna (<i>arteria pudenda interna</i>)</li> <li>• Żyła sromowa wewnętrzna (<i>vena pudenda interna</i>)</li> <li>• Naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>• Nerw sromowy (<i>nervus pudendus</i>)</li> </ul>
<p>Kanal zasłonowy (<i>canalis obturatorius</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Rowek zasłonowy (<i>sulcus obturatorius</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Błona zasłonowa (<i>membrana obturatoria</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od przodu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Guzek zasłonowy przedni (<i>tuberculum obturatorium anterius</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od tyłu: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Guzek zasłonowy tylny (<i>tuberculum obturatorium posterius</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica zasłonowa (<i>arteria obturatoria</i>)</li> <li>• Żyły zasłonowe</li> <li>• Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>)</li> <li>• Nerw zasłonowy (<i>nervus obturatorius</i>)</li> </ul>

<p><b>Rozstępnaczy-niowy</b> (<i>laguna vasorum</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wiązadło pachwinowe (<i>ligamentum inguinale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Gałąź górna kości łonowej (<i>ramus superior ossia pubis</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od boku: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Łuk biodrowo-grzebieniowy (<i>arcus iliopectineus</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony przyśrodkowej: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wiązadło rozstępowe (<i>ligamentum lacunare</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica biodrowa zewnętrzna (<i>arteria iliaca externa</i>) przechodząca w tętnicę udową (<i>arteria femoralis</i>) – położona najbardziej do boku</li> <li>• Żyła udowa (<i>vena femoralis</i>) przechodząca w żyłę biodrową zewnętrzną (<i>vena iliaca externa</i>) – położona przyśrodkowo od tętnicy</li> <li>• Naczynia chłonne (<i>vasa lymphatica</i>) głębokie</li> <li>• Węzeł chłonny rozstępowy przyśrodkowy (<i>nodus lymphaticus lacunaris medialis</i>)</li> <li>• Gałąź udowa nerwu płciowo-udowego (<i>ramus femoralis nervus genitofemoralis</i>)</li> </ul>
<p><b>Rozstępmięśniowy</b> (<i>lacuna musculorum</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wiązadło pachwinowe (<i>ligamentum inguinale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Brzeg przedni talerza kości biodrowej (<i>ala ossia ilii</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony przyśrodkowej: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Łuk biodrowo-grzebieniowy (<i>arcus iliopectineus</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mięsień biodrowo-łędźwiowy (<i>musculus iliopsoas</i>)</li> <li>• Nerw udowy (<i>nervus femoralis</i>) lub jego gałęzie</li> <li>• Nerw skórny boczny uda (<i>nervus cutaneus femoris lateralis</i>) – niestały element</li> </ul>
<p><b>Trójkąt udowy</b> (<i>trigonum femorale</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od góry: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wiązadło pachwinowe (<i>ligamentum inguinale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu i strony przyśrodkowej: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Brzeg przedni mięśnia przywodziciela długiego (<i>musculus adductor longus</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu i strony bocznej: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Brzeg przyśrodkowy mięśnia krawieckiego (<i>musculus sartorius</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica udowa (<i>arteria femoralis</i>) – I odcinek wraz z odgałęzieniami</li> <li>• Żyła udowa (<i>vena femoralis</i>) – odpowiadający tętnicy jej III odcinek wraz z dopływami</li> <li>• Naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>• Węzły chłonne pachwinowe głębokie (<i>noduli lymphatici inguinales profundi</i>)</li> <li>• Nerw udowy (<i>nervus femoralis</i>) – gałęzie mięśniowe i gałęzie skórne</li> <li>• Gałąź udowa nerwu płciowo-udowego (<i>ramus femoralis nervi genitofemoralis</i>)</li> <li>• Nerw skórny boczny uda (<i>nervus cutaneus femoris lateralis</i>) – niestały element</li> </ul>

<p><b>Dół biodrowo-grzebieniowy</b> (<i>fossa iliopectinea</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od góry:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wiązadło pachwinowe (<i>ligamentum inguinale</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu i strony przyśrodkowej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Brzeg przyśrodkowy mięśnia grzebieniowego (<i>musculus pectineus</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od dołu i strony bocznej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Brzeg boczny mięśnia biodrowo-lędźwiowego (<i>musculus iliopsoas</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od tyłu (dno):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Błazka głęboka powięzi szerokiej uda (<i>lamina profunda fasciae latae</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od przodu (powierzchnie):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Błazka powierzchowna powięzi szerokiej (<i>lamina superficialis fasciae latae</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica udowa (<i>arteria femoralis</i>) – część I odcinka wraz z odgałęzieniami</li> <li>• Żyła udowa (<i>vena femoralis</i>) – odpowiadająca tętnicy część III odcinka wraz z dopływami</li> <li>• Naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>• Węzły chłonne pachwinowe głębokie (<i>nodi lymphatici inguinales profundi</i>)</li> <li>• Nerw udowy (<i>nervus femoralis</i>) – gałęzie mięśniowe i gałęzie skórne</li> <li>• Gałąź udowa nerwu płciowo-udowego (<i>ramus femoralis nervi genitofemoralis</i>)</li> <li>• Nerw skórny boczny uda (<i>nervus cutaneus femoris lateralis</i>) – niestały element</li> </ul>
<p><b>Kanał przywodzicieli</b> (<i>canalis adductorius</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od przodu:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Błazka międzymięśniowa (<i>lamina vastoadductoria</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony przyśrodkowej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień przywodziciel wielki (<i>musculus adductor magnus</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od boku:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień obszerny przyśrodkowy (<i>musculus vastus medialis</i>)</li> </ul> </li> </ul> <p>Uwaga – kanał przywodzicieli – przedłużenie trójkąta udowego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica udowa (<i>arteria femoralis</i>) – III odcinek</li> <li>• Żyła udowa (<i>vena femoralis</i>) – I odcinek</li> <li>• Naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>• Nerw udowo-goleniowy (<i>nervus saphenus</i>) – w 2/3 górnych kanału</li> </ul>
<p><b>Rozwór ścięgnisty przywodzicieli</b> (<i>hiatus tendineus adductorius</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Od strony tylno-przyśrodkowej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mięsień przywodziciel wielki (<i>musculus adductor magnus</i>)</li> </ul> </li> <li>• Od strony przednio-bocznej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kość udowa (<i>femur</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tętnica udowa (<i>arteria femoralis</i>) przechodzi w tętnicę podkolanową (<i>arteria poplitea</i>)</li> <li>• Żyła podkolanowa (<i>vena poplitea</i>) przechodzi w żyłę udową (<i>vena femoralis</i>)</li> <li>• Naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> </ul>

<p><b>Dół podkolanowy</b> (<i>fossa poplitea</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• od strony górnoprzyśrodkowej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o mięsień półścięgnisty (<i>musculus semitendinosus</i>)</li> <li>o mięsień półbłoniasty (<i>musculus semimembranosus</i>)</li> </ul> </li> <li>• od strony górnobocznej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o mięsień dwugłowy uda (<i>musculus biceps femoris</i>)</li> </ul> </li> <li>• od strony dolnoprzyśrodkowej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o głowa przyśrodkowa mięśnia brzuchatego łydki (<i>caput mediale musculi gastrocnemii</i>)</li> </ul> </li> <li>• od strony dolnobocznej:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o głowa boczna mięśnia brzuchatego łydki (<i>caput laterale musculi gastrocnemii</i>)</li> </ul> </li> <li>• od przodu (dno):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o powierzchnia podkolanowa kości udowej (<i>planum popliteum femoris</i>)</li> <li>o tylna ściana torebki stawu kolanowego (<i>capsula articularis genus</i>) wzmocniona przez więzadło podkolanowe skośne (<i>ligamentum popliteum obliquum</i>)</li> <li>o mięsień podkolanowy (<i>musculus popliteus</i>)</li> </ul> </li> <li>• od tyłu (ograniczenie powierzchowne):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o powięź podkolanowa (<i>fascia poplitea</i>)</li> </ul> </li> </ul> <p>Uwaga – dół podkolanowy – kształt graniastosłupa o podstawie rombu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podpowięziowo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o tętnica podkolanowa (<i>arteria poplitea</i>) wraz z odgałęzieniami</li> <li>o żyła podkolanowa (<i>vena poplitea</i>) wraz z dopływami</li> <li>o żyła odstrzałowa (<i>vena saphena parva</i>) – końcowy odcinek</li> <li>o naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>o węzły chłonne podkolanowe głębokie (<i>nodi lymphatici poplitei profundi</i>)</li> <li>o nerw piszczelowy (<i>nervus tibialis</i>)</li> <li>o nerw strzałkowy wspólny (<i>nervus peroneus communis</i>)</li> <li>o nerw skórny łydki przyśrodkowy (<i>nervus cutaneus surae medialis</i>)</li> <li>o nerw skórny łydki boczny (<i>nervus cutaneus surae lateralis</i>)</li> </ul> </li> <li>• nadpowięziowo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o żyła odstrzałowa (<i>vena saphena parva</i>)</li> <li>o żyła udowo-podkolanowa (<i>vena femoropoplitea</i>)</li> <li>o węzeł chłonny podkolanowy powierzchowny (<i>nodus lymphaticus popliteus superficialis</i>)</li> <li>o nerw skórny uda tylny (<i>nervus cutaneus femoris posterior</i>) – gałęzie końcowe</li> <li>o nerw skórny łydki przyśrodkowy (<i>nervus cutaneus surae medialis</i>)</li> <li>o nerw skórny łydki boczny (<i>nervus cutaneus surae lateralis</i>)</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Kanał kostki przyśrodkowej</b> (<i>canalis malleolaris</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przyśrodkowo             <ul style="list-style-type: none"> <li>o troczek zginaczy (<i>retinaculum flexorum</i>)</li> </ul> </li> <li>• bocznie             <ul style="list-style-type: none"> <li>o powierzchnia przyśrodkowa kości piętowej (<i>faciem medialis ossis calcanei</i>)</li> <li>o więzadło trójgraniaste (<i>ligamentum deltoideum</i>)</li> </ul> </li> <li>• od góry i przodu             <ul style="list-style-type: none"> <li>o tylny brzeg kostki przyśrodkowej (<i>malleolus medialis</i>)</li> </ul> </li> <li>• od dołu i tyłu             <ul style="list-style-type: none"> <li>o guz piętowy (<i>tuber calcanei</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ścięgno mięśnia piszczelowego tylnego (<i>musculus tibialis posteriori</i>)</li> <li>• ścięgno mięśnia zginacza długiego palców (<i>musculus flexor digitorum longus</i>)</li> <li>• ścięgno mięśnia zginacza długiego palucha (<i>musculus flexor hallucis longus</i>)</li> <li>• tętnica piszczelowa tylna (<i>arteria tibialis posteriori</i>)</li> <li>• 2 jednoimienne żyły</li> <li>• naczynia chłonne głębokie (<i>vasa lymphatica profunda</i>)</li> <li>• nerw piszczelowy (<i>nervus tibialis</i>)             <ul style="list-style-type: none"> <li>o (każde ścięgno ma samodzielną pochewkę maziową</li> <li>o najczęściej przed wejściem do kanału dzielą się na naczynia i nerwy na naczynia i nerwy podeszwowe przyśrodkowe i boczne)</li> </ul> </li> </ul>

**Piśmiennictwo:**

1. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
2. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
4. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
5. Du Vries H., Mann R.A.: Surgery of the foot. The C.V. Mosby Company, Saint Louis 1978.
6. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
7. Frohlich E.D., Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
8. Hładki W., Lorkowski J.: Podstawy anatomii: kompendium. Podhalańska PWSZ, Nowy Targ 2008.
9. Kiss F., Szentugonthai J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1984.
10. Krechowicki A., Czerwiński F.: Zarys anatomii człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987.
11. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
12. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
13. Lorkowski J., Hładki W.: przyczynek do ujednoczenia mianownictwa ortopedycznego i anatomicznego. Acta Clin. 2003; 3 (3): 245-250.
14. Lorkowski J., Radło W., Skawina A.: Differences in anatomical and orthopaedic terminology. Med. Sci. Monit. 1998; 4 (suppl. 2): 116-118.
15. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
16. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
17. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
18. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektoryjnych, Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
19. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
20. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.



# Zestawienie najważniejszych ruchów w stawach

Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki

## Pozycja anatomiczna

Pozycja ciała używana do opisu położenia struktur anatomicznych względem siebie:

- pozycja stojąca, pełny wyprost
- kończyny górne, ustawione symetrycznie względem siebie, zwisają swobodnie po obydwu stronach tułowia
- powierzchnie dłoniowe rąk zwrócone do przodu
- kończyny dolne, ustawione symetrycznie, w pełnym wyproście
- pięty połączone ze sobą, stopy w niewielkiej rotacji zewnętrznej

## Pozycja „zerowa” w badaniu ortopedycznym

Jak pozycja anatomiczna, z wyjątkiem ustawienia kończyny górnej w zgięciu 90° w stawie łokciowym oraz ustawienia przedramienia w pozycji pośredniej tj. brzeg łokciowy ręki zwrócony ku dołowi, brzeg promieniowy ku górze.

Staw	Rodzaj wykonywanego ruchu	Płaszczyzna ruchu
<b>Stawy kręgosłupa</b>		
<b>Kręgosłup – całość (odcinek szyjny, piersiowy, lędźwiowy, połączenie stawowe kręgu L<sub>5</sub> z kością krzyżową)</b>	zgięcie / wyprost (z przeprostem)	strzałkowa
	zgięcie boczne kręgosłupa w stronę prawą / zgięcie boczne kręgosłupa w stronę lewą	czołowa
	ruchy obrotowe w prawo / ruchy obrotowe w lewo	pozioma
	ruchy obwodzenia w stronę prawą / ruchy obwodzenia w stronę lewą	złożenie powyższych ruchów – ruch we wszystkich płaszczyznach

Kręgosłup szyjny – całość (połączenie kręgosłupa z kością potyliczną oraz odcinek szyjny C <sub>1</sub> -C <sub>7</sub> kręgosłupa)	zgięcie / wyprost (z przeprostem) (ruch w płaszczyźnie strzałkowej)	strzałkowa
	zgięcie boczne kręgosłupa w stronę prawą / zgięcie boczne kręgosłupa w stronę lewą	czołowa
	ruchy obrotowe w prawo / ruchy obrotowe w lewo	pozioma
	ruchy obwodzenia w stronę prawą / ruchy obwodzenia w stronę lewą	złożenie powyższych ruchów – ruch we wszystkich płaszczyznach
Staw szczytowo-potyliczny ( <i>articulatio atlantooccipitalis</i> ) tzw. staw głowy górny	zgięcie do przodu / zgięcie do tyłu tzw. ruchy potakiwania	strzałkowa
Staw szczytowo-obrotowy ( <i>articulatio atlantoaxialis</i> ) tzw. staw głowy dolny	ruch śrubowy w prawo / ruch śrubowy w lewo (tj. ruch obrotowy i równoczesny ruch obrotowy w prawo lub lewo i równocześnie ku górze lub dołowi)	ruch w płaszczyźnie poziomej + ruch w osi pionowej
<b>Obwód kończyny górnej i kończyna górna wolna</b>		
Staw ramienny i pozostałe stawy obręczy barkowej (jako całość)	zgięcie (do ok. 180°) / wyprost z przeprostem	strzałkowa
	odwiedzenie (do ok. 180°) / przywiedzenie	czołowa
	rotacja zewnętrzna / rotacja wewnętrzna	pozioma
	obwodzenie	złożenie powyższych ruchów – ruch w punktach wyznaczonych przez powyższe płaszczyzny
Staw mostkowo-obojęzyczny ( <i>articulatio sternoclavicularis</i> )	wysuwanie barkowego końca obojęzyka do przodu / przesuwanie barkowego końca obojęzyka do tyłu	pozioma
	unoszenie barkowego końca obojęzyka / obniżanie barkowego końca obojęzyka	czołowa
	skręcanie na zewnątrz barkowego końca obojęzyka / skręcanie do wewnątrz barkowego końca obojęzyka	strzałkowa
	obwodzenie	złożenie powyższych ruchów – ruch we wszystkich płaszczyznach



<b>Staw barkowo- obojczykowy (<i>articulatio acromioclavicularis</i>)</b>	wysuwanie do przodu bocznego kąta łopatki / wysuwanie do tyłu bocznego kąta łopatki	pozioma
	unoszenie ku górze kąta bocznego obojczyka / obniżanie ku dołowi kąta bocznego łopatki	czołowa
	wysuwanie do przodu kąta dolnego łopatki / wysuwanie do tyłu kąta dolnego łopatki	strzałkowa
	obwodzenie	złożenie powyższych ruchów – ruch we wszystkich płaszczyznach
<b>Staw ramienny (<i>articulatio humeri</i>)</b>	zgięcie / wyprost (z przeprostem)	strzałkowa
	odwodzenie (do 90°) / przywodzenie	czołowa
	rotacja zewnętrzną / rotacja wewnętrzna	pozioma
	obwodzenie	złożenie powyższych ruchów – ruch we wszystkich płaszczyznach
<b>Staw łokciowy (<i>articulatio cubiti</i>)</b>	zgięcie / wyprost (z przeprostem)	strzałkowa
	nawracanie i odwracanie (w zespole stawów promieniowo-łokciowego bliższego i promieniowo- łokciowego dalszego, z których pierwszy jest elementem stawu łokciowego)	ruch w płaszczyźnie poprzecznej, najbardziej zbliżonej do poziomej
<b>Staw promieniowo- nadgarstkowy (<i>articulatio radiocarpea</i>)</b>	zgięcie dłoniowe / zgięcie grzbietowe	ruch w płaszczyźnie strzałkowej
	odwiedzenie (odwodzenie promieniowe) / przywiedzenie (odwodzenie łokciowe)	ruch w płaszczyźnie czołowej
	obwodzenie	złożenie powyższych ruchów – ruch w płaszczyźnie wyznaczonej przez punkty wyznaczone przez powyższe płaszczyzny

Staw nadgarstkowo- śródręczny kciuka ( <i>articulatio carpometacarpea pollicis</i> )	przywodzenie / odwodzenie (promieniowe)	czołowa
	odwiedzenie dłoniowe / przywiedzenie dłoniowe (ruchy nie wyróżniane przez anatomię opisową, wyróżniane przez Amerykańskie Towarzystwo Chirurgii Ręki)	ruch w płaszczyźnie strzałkowej, przy ocenie ruchu z pozycji anatomicznej
	przeciwstawianie / odprowadzanie	ruch w płaszczyźnie poprzecznej, najbardziej zbliżonej do poziomej
	obwodzenie	złożenie powyższych ruchów – ruchu w płaszczyźnie będącej złożeniem punktów wyznaczonych przez powyższe płaszczyzny
Stawy śródręczno- paliczkowe II-V ( <i>articulationes metacarpophalangeae</i> )	zgięcie dłoniowe / wyprost (z przeprostem)	strzałkowa
	odwodzenie w stosunku do palca III / przywodzenie w stosunku do palca III (możliwe, gdy palce nie są w zgięciu)	czołowa
	ruch obwodzenia	złożenie powyższych ruchów – ruch w płaszczyźnie będącej złożeniem powyższych płaszczyzn
Stawy międzypaliczkowe ( <i>articulationes interphalageae</i> )	zgięcie / wyprost	strzałkowa
<b>Obręcz kończyny dolnej i kończyna dolna wolna</b>		
Staw krzyżowo-biodrowy ( <i>articulatio sacroiliaca</i> )	niewielkie ruchy amortyzacyjne	niewielkie ruchy we wszystkich płaszczyznach
Staw biodrowy ( <i>articulatio coxae</i> )	zgięcie / wyprost (z przeprostem)	ruch w płaszczyźnie strzałkowej
	odwodzenie / przywodzenie	ruch w płaszczyźnie czołowej
	obrót (rotacja) na zewnątrz / obrót (rotacja) do wewnątrz	ruch w płaszczyźnie poziomej
	obwodzenie	złożenie powyższych ruchów – ruch we wszystkich płaszczyznach

	zgięcie / wyprost	strzałkowa
Staw kolanowy ( <i>articulatio genus</i> )	rotacja zewnętrzna / rotacja wewnętrzna (ruchy przy zgiętym stawie kolanowym)	pozioma
Staw skokowo-goleniowy ( <i>articulatio talocruralis</i> ), czyli staw skokowy górny	zgięcie podeszwowe / zgięcie grzbietowe	strzałkowa
Staw skokowo-piętowo-lódkowy ( <i>articulatio talocalcaneonavicularis</i> ), czyli staw skokowy dolny	odwracanie przodostopia ( <i>inversion</i> ) (połączenie zgięcia podeszwowego, przywodzenia i odwracania) / nawracanie przodostopia ( <i>eversion</i> ) (połączenie zgięcia grzbietowego odwodzenia i nawracania)	złożenie powyższych ruchów, ruch we wszystkich płaszczyznach
Zespół stawów skokowo-goleniowy i skokowo-piętowo-lódkowy	obwodzenie	ruch we wszystkich płaszczyznach
Staw poprzeczny stępu – ( <i>articulatio tarsi transversa Choparti</i> )	niewielki zakres ruchów, głównie: przywodzenia / niewielkie ruchy odwodzenia	złożenie ruchów we wszystkich płaszczyznach, głównie poziomej
Stawy stępowo-śródstopne – ( <i>articulatio tarsometatarsae Lisfranci</i> )	niewielki zakres ruchów, głównie odwiedzenia w zakresie I promienia	złożenie ruchów we wszystkich płaszczyznach, głównie poziomej
Stawy śródstopno-paliczkowe – ( <i>articulationes metatarsophalangeae</i> )	zgięcie podeszwowe / wyprost z przeprostem (zgięcie grzbietowe)	strzałkowa
	odwiedzenie / przywiedzenie (niewielkie, głównie przy zgięciu grzbietowym w stawach śródstopno-paliczkowych)	ruchy we wszystkich płaszczyznach, głównie poziomej
Stawy międzypaliczkowe stopy – ( <i>articulationes interphalangeae pedis</i> )	zgięcie podeszwowe / wyprost (w zakresie palca V często tylko śladowy zakres ruchów)	strzałkowa

## Piśmiennictwo:

1. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
2. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.

4. Chung K.W.: Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
5. Du Vries H., Mann R.A.: Surgery of the foot. The C.V. Mosby Company, Saint Louis 1978.
6. Feneis H.: Ilustrowany słownik międzynarodowego mianownictwa anatomicznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
7. Frohlich E.D.: Rypins' Medical Boards Review. J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1989.
8. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
9. Lorkowski J.: Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium. Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2011.
10. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
11. Sobotta J.: Atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Warszawa 2002.
12. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
13. Sokołowska-Pituchowa J., Konarzewska-Rymarkiewicz K.: Skrypty do ćwiczeń prosektorijnych, Wydawnictwo AM, Kraków 1982.
14. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone. Edinburgh 1989.
15. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

# Zestawienie wybranych rozbieżności pomiędzy mianownictwem anatomicznym i ortopedycznym

Jacek Lorkowski, Barbara Para

NAZWA ANATOMICZNA	NAZWA KLINICZNA	WYJAŚNIENIE
<p><b>Wyrostki żebrowe</b></p>	<p>wyrostki poprzeczne</p>	<p>mianownictwo anatomiczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• w obrębie kręgów lędźwiowych wyróżniono po 2 wyrostki żebrowe</li> <li>• wyrostek żebrowy składa się z dwóch części:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o większej, czyli szczątkowego żebra</li> <li>o mniejszej, to jest właściwego wyrostka poprzecznego</li> </ul> </li> </ul> <p>nomenklatura kliniczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyrostki poprzeczne zwyczajowo określenie, nie oddające pochodzenia rozwojowego poszczególnych elementów kręgów</li> <li>• czasami do pierwszego i drugiego kręgu lędźwiowego przyczepiają się tzw. żebra lędźwiowe, w tym przypadku zgodnie z zasadami obowiązującymi w anatomii opisowej mówimy o wyrostku poprzecznym i żebrze lędźwiowym</li> </ul>
<p><b>Brak wyróżnienia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• szyjki kości śródreza</li> <li>• szyjki kości śródstopia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szyjka kości śródreza</li> <li>• szyjka kości śródstopia</li> </ul>	<p>mianownictwo anatomiczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• określenia szyjka kości śródreza i szyjka kości śródstopia nie występuje w oficjalnym mianownictwie anatomicznym</li> <li>• z punktu widzenia anatomii mówimy o:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o części dalszej trzonu lub przy nasadzie dalszej odpowiednio kości śródreza lub śródstopia</li> </ul> </li> </ul> <p>nomenklatura kliniczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• szyjka kości śródreza i szyjka kości śródstopia są to części kości, które znajdują się pomiędzy głową a trzonem</li> <li>• nazwy te stosowane są w celu określenia lokalizacji jednego z typów złamań, jak również przy opisie technik zabiegów operacyjnych</li> </ul>

<p><b>Mięsień łokciowy</b></p>	<p>brak wyróżnienia: mięśnia łokciowego</p>	<p>mianownictwo anatomiczne: w obrębie grupy tylnej ramienia wyróżnia się:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mięsień trójgłowy ramienia</li> <li>• mięsień łokciowy</li> </ul> <p>nomenklatura kliniczna: w obrębie grupy tylnej ramienia wyróżnia się:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mięsień trójgłowy ramienia uważając, że mięsień łokciowy ramienia to jego część</li> </ul>
<p><b>Mięsień stawowy kolana</b></p>	<p>brak wyróżnienia: mięśnia stawowego kolana</p>	<p>mianownictwo anatomiczne: mięsień stawowy kolana różni się nie tylko przyczepami, ale i funkcją z mięśniem czworogłowym uda, będącym głównym prostownikiem stawu kolanowego</p> <p>nomenklatura kliniczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• w terminologii ortopedycznej nie stosuje się określenia mięsień stawowy kolana</li> <li>• w rozumieniu ortopedycznym włókna mięśniowe tworzące mięsień stawowy kolana to warstwa głęboka 1/3 dalszej głowy pośredniej mięśnia czworogłowego uda</li> <li>• nomenklatura ortopedyczna nie wskazuje na różnicę kliniczną wynikającą z funkcji i przyczepów mięśnia stawowego kolana</li> </ul>
<p><b>Brak wyróżnienia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kłykiec boczny kości ramiennej</li> <li>• kłykiec przyśrodkowy kości ramiennej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kłykiec boczny kości ramiennej</li> <li>• kłykiec przyśrodkowy kości ramiennej</li> </ul>	<p>mianownictwo anatomiczne: w anatomii opisowej wymienia się:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• część boczną kłykcia kości ramiennej</li> <li>• część przyśrodkową kłykcia kości ramiennej</li> </ul> <p>nomenklatura kliniczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• złamanie kłykcia bocznego jest to złamanie dystalnego fragmentu kości, obejmującego nadkłykiec boczny, główkę kości ramiennej i część boczną bloczka kości ramiennej</li> <li>• złamanie kłykcia przyśrodkowego jest to złamanie dystalnej części kości ramiennej, obejmujące nadkłykiec przyśrodkowy i część przyśrodkową bloczka kości ramiennej</li> <li>• w ortopedii zastosowanie nazwy kłykiec boczny i przyśrodkowy ma na celu uproszczenie nazw anatomicznych, jakimi są część boczna i część przyśrodkowa kłykcia kości ramiennej</li> </ul>

<p>Pozycja zerowa</p>	<p>pozycja pośrednia</p>	<p>mianownictwo anatomiczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• w anatomii dla celów opisowych przyjmuje się, że kończyny górne „zwisają wzdłuż tułowia” (wg A. Bochenka) z powierzchniami dłoniowymi rąk skierowanymi ku przodowi. Przedramię znajduje się więc w pełnym odwróceniu (supinacji) w stawach promieniowo-łokciowym bliższym i promieniowo-łokciowym dalszym</li> <li>• w tym ustawieniu opisuje się wszystkie struktury anatomiczne zawarte w obrębie przedramienia i ręki, często zamiennie stosuje się określenia:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o przyśrodkowy i łokciowy</li> <li>o boczny i promieniowy</li> <li>o przedni i dłoniowy</li> <li>o tylny i grzbietowy.</li> </ul> </li> <li>• pozycja pełnego odwrócenia pozwala na prosty opis przebiegu naczyń, nerwów, mięśni etc.</li> <li>• przy opisach anatomicznych jest wyróżniona jedyna pozycja kończyny górnej, a więc również pozycja zerowa przy opisie ruchów w stawach promieniowo-łokciowym bliższym i dalszym</li> </ul> <p>nomenklatura kliniczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• w badaniu ortopedycznym przez pozycję zerową dla opisu ruchów nawracania i odwracania przedramienia rozumie się pozycję pośrednią pomiędzy nawróceniem (pronacją) i odwróceniem (supinacją) przedramienia, przy zgięciu w stawie łokciowym do 90 stopni</li> <li>• w tym ułożeniu można dokładnie ocenić ruch nawracania i odwracania przedramienia eliminując ruch rotacyjny w stawie ramiennym</li> </ul>
-----------------------	--------------------------	--

<p><b>Staw skokowo-piętowo-łódkowy</b></p>	<p>brak wyróżnienia: stawu skokowo-łódkowego</p>	<p>mianownictwo anatomiczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anatomia opisowa wyróżnia staw skokowo-piętowo-łódkowy. Staw ten obejmuje połączenia pomiędzy kością skokową a piętową i łódkowatą</li> </ul> <p>nomenklatura kliniczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przy opisie zabiegów w ortopedii w obrębie stępu wyróżnione są stawy podskokowy i poprzeczny stępu</li> <li>• z opisów zabiegów artrodezy (usztywnienie stawów) stawu skokowego, staw skokowy obejmuje zwrócone do siebie powierzchnie stawowe kości skokowej i piętowej, lecz nie obejmuje zwróconych do siebie powierzchni stawowych kości skokowej i łódkowatej</li> <li>• staw skokowo-łódkowy nie zawiera się w obrębie stawu skokowego dolnego</li> </ul>
--	--	---

## Piśmiennictwo:

1. Aleksandrowicz R.: Mianownictwo anatomiczne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
2. Aleksandrowicz R., Gielecki J., Gacek W.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-polsko-angielski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
3. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
4. Chung K.W., Gross Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia 2005.
5. Du Vries H., Mann R.A.: Surgery of the foot. The C.V. Mosby Company, Saint Louis 1978.
6. Lippert H. (red. pol. Aleksandrowicz R.): Anatomia. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 1998.
7. Lorkowski J., Hładki W.: Przyczynek do ujednoczenia mianownictwa ortopedycznego i anatomicznego. Acta Clin. 2003, 3 (3): 245-250.
8. Lorkowski J., Radło W., Skawina A.: Differences in anatomical and orthopaedic terminology. Med. Sci. Monit. 1998; 4 (suppl. 2): 116-118.
9. Skawina A.: Anatomia prawidłowa człowieka. Wydawnictwo UJ, Kraków 2006.
10. Sokołowska-Pituchowa J.: Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
11. Williams P.L.: Grey's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh 1989.
12. Woźniak W.: Anatomia człowieka. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.



# Zestawienie wybranych wrodzonych wad narządów ruchu u dzieci

Jacek Lorkowski, Jerzy Sulko

WADA NARZĄDU RUCHU	WADY TOWARZYSZĄCE	CHARAKTERYSTYKA WADY
<b>Dysplazja stawu biodrowego</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nieodpowiedni kąt nachylenia szyjki główki kości udowej</li> <li>• spłylenie panewki i „grzybkowata” główka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wrodzona wada stawu biodrowego</li> <li>• polega na niedorozwoju panewki stawowej</li> <li>• w jednostronnej dysplazji stwierdza się względne skrócenie kończyny</li> </ul>
<b>Stopa końskoszpotawa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szpotawe ustawienie i odwrócenie (głównie okolicy pięty)</li> <li>• przywiedzenie przodostopia</li> <li>• nadmierne wydrażenie łuku podłużnego stopy</li> <li>• końskie (zgięcie podszwowe stopy)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zniekształcenie narządu ruchu, które występuje w postaci:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- wrodzonej (u noworodków)</li> <li>- nabytej (u osób obłożnie chorych, kiedy stopy są ułożone niewłaściwie)</li> </ul> </li> <li>• charakteryzująca się zmianą kształtu, jak i upośledzeniem czynności stopy, przy zachowaniu jej części składowych.</li> </ul>
<b>Hipochondroplazja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogłębiona lordoza lędźwiowa z wypukleniem części krzyżowej kregosłupa i brzucha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wrodzona choroba prowadząca do nieprawidłowego kostnienia śródchrzęstnego, co powoduje zaburzenie rozwoju pewnych kości w organizmie i karłowatość.</li> <li>• osoby dotknięte tą chorobą charakteryzują się karłowatością i nieproporcjonalną budową ciała</li> </ul>
<b>Chondrodysplazja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaburzenia miejscowe w procesie chondrogenyzy</li> <li>• wapnienie chrząstek nasadowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaburzenie wzrostu chrząstek nasadowych spowodowane czynnikami zewn. lub dziedzicznymi</li> <li>• prowadzi do skrócenia kości kończyn i kregosłupa (wzrost karłowaty), a także rozrostu kości czaszki (głowa mopsowata)</li> </ul>

<b>Zespół zaniku ogonkowego</b>	brak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje się całkowitym lub częściowym niedorozwojem kręgow krzyżowych, połączony z niedorozwojem kończyn dolnych</li> </ul>
<b>Polidaktylia</b>	brak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wada wrodzona polegająca na obecności dodatkowego palca bądź palców lub ich fragmentów</li> </ul>
<b>Dysplazja promieniowa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedorozwój promieniowej części ręki</li> <li>• kąt ustawienia do osi przedramienia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedorozwój kości promieniowej inaczej dysplazja promieniowa jest wadą wrodzoną</li> <li>• oprócz ubytku kości promieniowej wadę tę cechuje niedorozwój promieniowej części ręki wraz z jej kątowym ustawieniem do osi przedramienia</li> </ul>
<b>Ectromelia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• amelia: <ul style="list-style-type: none"> <li>- tetra-amelia</li> <li>- meromelia</li> </ul> </li> <li>• fokomelia</li> <li>• hemimelia</li> <li>• sirenomelia</li> </ul>	<p>ectromelia jest wrodzoną chorobą, w której kości długie są nieobecne lub słabo rozwinięte.</p> <p>Przykłady obejmują:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• amelia jest niezwykle rzadką wadą wrodzoną, skutkuje brakiem jednej lub więcej kończyn</li> <li>• tetra-amelia – brak wszystkich kończyn</li> <li>• meromelia – częściowy brak kończyny lub kończyn</li> <li>• fokomelia – wyrastanie dłoni lub stóp bezpośrednio z tułowia</li> <li>• hemimelia – kończyna połowicza</li> <li>• sirenomelia – nogi są złączone razem, nadając im wygląd syrenki ogona</li> </ul>

NAZWA UBYTKU	PODZIAŁ UBYTKU	WYJAŚNIENIE
<b>UBYTKI TERMINALNE</b>	<p>KOŃCZYNA GÓRNA I DOLNA:</p> <p>I. Ubytki poprzeczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• całkowita Hemimelia</li> <li>• niecałkowita Hemimelia</li> </ul> <p>II. Ubytki przyosiowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• promieniowa Hemimelia</li> <li>• łokciowa Hemimelia</li> <li>• piszczelowa Hemimelia</li> <li>• strzałkowa Hemimelia</li> </ul>	<p>ubytki terminalne (wg klasyfikacji Frantza'a i O'Rahilly) są to ubytki, w których wszystkie części położone dystalnie w stosunku do ubytku i części położone w linii ubytku są dotknięte zniekształceniem.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W ubytku terminalnym poprzecznym defekt rozciąga się poprzecznie przez całą szerokość kończyny np. Amelia, całkowita hemimelia (brak przedramienia i ręki lub goleni i stopy) lub niecałkowita hemimelia (część kończyny jest obecna)</li> <li>• W ubytku terminalnym przyosiowym obejmuje nie-drozwój przyosiowy (kość promieniowa, łokciowa) i zaosiowy (kość piszczelowa i strzałkowa) np.: całkowita lub niecałkowita hemimelia.</li> </ul>
<b>UBYTKI WTRĄCONE</b>	<p>KOŃCZYNA GÓRNA I DOLNA:</p> <p>I. Ubytki poprzeczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• całkowita Fokomelia</li> <li>• niecałkowita Fokomelia</li> </ul> <p>II. Ubytki przyosiowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• promieniowa Hemimelia</li> <li>• łokciowa Hemimelia</li> <li>• piszczelowa Hemimelia</li> <li>• strzałkowa Hemimelia</li> </ul>	<p>ubytki wtrącone (wg klasyfikacji Frantza'a i O'Rahilly) są to ubytki obejmujące środkową część kończyny, przy czym dystalna i proksymalna część kończyny jest obecna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• w ubytku wtrąconym poprzecznym obejmuje ubytki całej, środkowej części kończyny wraz z jej skróceniem np.: całkowita fokomelia</li> <li>• w ubytku wtrąconym przyosiowym są to ubytki, które są definiowane jako częściowy brak przedosiowych i zaosiowych części kończyn, z nienaruszoną ich częścią proksymalną i dystalną</li> </ul>



**Piśmiennictwo:**

1. Cady RB.: Developmental dysplasia of the hip: definition, recognition, and prevention of late sequelae. *Pediatr Ann.* 2006.35(2): 92-101.
2. Colaço H.B., Patel S., Lee M.H., Shaw O.M.: Congenital clubfoot: a review. *Br. J. Hosp. Med. (Lond.)*. 2010; 71(4): 200-205.
3. Huggins M.J., Smith J.R., Chun K., Ray P.N., Shah J/K., Whelan D.T.: Achondroplasia-hypochondroplasia complex in a newborn infant. *Am. J. Med. Genet.* 1999; 84(5): 396-400.
4. Lejman T., Sułko J.: Wrodzony niedorozwój kości piszczelowej (hemimelia tibialis). *Biblioteka Ortopedii Dziecięcej*, Tom V, Wyd. FOLIUM – Lublin 1999: 71-76.
5. Lorkowski J., Zakrzewska U., Hładki W.: Anatomical basis of classifications of congenital limbs deficiencies. *Przegl. Lek.* 2006. 63 (Suppl. 5): 17-22.
6. Lourie G.M., Lins R.E.: Radial longitudinal deficiency. A review and update. *Hand Clin.* 1998; 14(1): 85-99.
7. Makhoul I.R., Goldstein I., Smolkin T., Avrahami R., Sujov P.: Congenital limb deficiencies in newborn infants: prevalence, characteristics and prenatal diagnosis. *Prenat. Diagn.* 2003; 23(3): 198-200.
8. Schmidt C.C., Neufeld S.K.: Ulnar ray deficiency. *Hand Clin.* 1998;14(1): 65-76.
9. Shirley E.D., Ain M.C.: Achondroplasia: manifestations and treatment. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2009; 17(4): 231-241.
10. Spiegel D.A., Loder R.T., Crandall R.C.: Congenital longitudinal deficiency of the tibia. *Int. Orthop.* 2003, 27(6): 338-342.
11. Sulko J., Kozłowski K.: Spondyloepimetaphyseal dysplasia with joint laxity, leptodactylic or Hall type: report of a case with normal face and literature review. *J. Pediatr. Orthop. B.* 2008; 17(6): 323-327.
12. Sulko J.: Fibular dimelia. *Chir. Narządów Ruchu Ortop. Pol.* 2009; 74(1): 18-21.
13. Sulko J., Miklaszewski K., Podosek A., Kozłowski K.: Expansion of Carraro syndrome or a new disorder? *Eur. J. Pediatr.* 2010; 169(5): 599-602.
14. Torode I.P., Gillespie R.: The classification and treatment of proximal femoral deficiencies. *Prosthet. Orthot. Int.* 1991; 15(2): 117-126.
15. Verma A., Yadu S.: Fibular hemimelia. *Indian. Pediatr.* 2003; 40(4): 359-362.

## Redaktorzy i autorzy książki

**Hładki Waldemar** – prof. dr hab. n. med., specjalista ortopedii i traumatologii, chirurgii ogólnej, medycyny ratunkowej. Absolwent AM w Krakowie. Pracuje w Collegium Medicum UJ. Pracował m.in. w III Katedrze i Klinice Chirurgii Ogólnej i II Katedrze Chirurgii Ogólnej, a obecnie w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii. Poza ww. pracował m.in. na Oddziale Klinicznym Ortopedii i Traumatologii Szpitala Specjalistycznego im. G. Narutowicza i na Oddziale Klinicznym Medycyny Ratunkowej i Obrażeń Wielonarządowych Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie. Przebywał na stażach zagranicznych w klinikach uniwersyteckich w Szwajcarii i Belgii. Aktualnie jest Dyrektorem Instytutu Ratownictwa Medycznego Podhalańskiej Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Targu. Od wielu lat pracuje w Przychodni Specjalistycznej „Klinika Krakowska”. Jest autorem ponad 250 prac, głównie z zakresu ortopedii, traumatologii narządu ruchu i medycyny ratunkowej. Redaktor naczelny czasopisma „Ostry Dyżur”.

**Lorkowski Jacek** – dr n. med., specjalista ortopeda traumatolog. Ukończył Wydział Lekarski AM w Krakowie. Pracował m.in. w Collegium Medicum UJ w Krakowie (w Katedrze Anatomii, w II Katedrze Chirurgii Ogólnej CM UJ oraz w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii), w Krakowskiej Akademii im. A. Frycza-Modrzewskiego oraz w Szpitalu Uniwersyteckim w Krakowie (w Klinice Ortopedii oraz w Klinice Medycyny Ratunkowej i Obrażeń Wielonarządowych). Przebywał na stażach zagranicznych m.in. w Hadassah Hospital Uniwersytetu Hebrajskiego w Jerozolimie, Klinice Ortopedii Uniwersytetu Louven w Mont Godinne, w Centrum Traumatologii Szpitala w Horn, na Uniwersytecie Nauk Stosowanych w Kotce i na Uniwersytecie Ludwiga Maksymiliana w Monachium. Aktualnie pracuje w Klinice Ortopedii i Traumatologii Centralnego Szpitala Klinicznego MSW w Warszawie i Centrum Rehabilitacji „Zdrowie” w Krakowie. Jest autorem ponad 300 prac z zakresu anatomii, ortopedii i biomechaniki.

### Współautorzy poszczególnych rozdziałów

**Brzóska Roman** – dr n. med., specjalista ortopeda traumatolog. Absolwent Wydziału Lekarskiego Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach. Pracował m.in. Clinique Generale w Annecy. Aktualnie pracuje w Klinice

Św. Łukasza w Bielsku-Białej. Specjalizuje się w zagadnieniach związanych z obręczą barkową, jest autorem licznych publikacji z tej dziedziny.

**Czaplarska Karolina** – fizjoterapeuta, jednocześnie socjolog (absolwent Instytutu Stosowanych Nauk Społecznych, Uniwersytetu Warszawskiego). Pracuje w Zakładzie Usprawniania Leczniczego Centralnego Szpitala Klinicznego MSW w Warszawie. Pracowała przy projektach unijnych. W kręgu jej zainteresowań znajduje się m.in. biomechanika narządu ruchu i wpływy oddziaływania niskich temperatur na narząd ruchu oraz szeroko rozumiana rehabilitacja osób niepełnosprawnych.

**Fedorowicz Filip** – adwokat. Ukończył Wydział Prawa i Administracji UJ w Krakowie. Pracował m.in. w Katedrze Prawa Rzymskiego Wydziału Prawa i Administracji UJ. Aktualnie pracuje jako Senior Partner w FG – Adwokaci sp.p. w Krakowie.

**Jasiewicz Barbara** – dr n. med., specjalista ortopeda, adiunkt Kliniki Ortopedii i Rehabilitacji CM Uniwersytetu Jagiellońskiego. Zajmuje się ortopedią od ponad 20 lat. Obecnie jej zainteresowania koncentrują się na ortopedii dziecięcej i chirurgii kręgosłupa. Mieszka i pracuje w Zakopanem.

**Kozień Marek S.** – dr hab. inż., prof. nadzw. Politechniki Krakowskiej. Absolwent i pracownik Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej. W kręgu zainteresowań naukowych znajdują się zagadnienia dynamiki układów mechanicznych, wibroakustyki i sterowania drganiami oraz biomechanika.

**Nawrotek Bartłomiej** – lek. med., absolwent Wydziału Lekarskiego Collegium Medicum UJ. Rezydent, pracownik Kliniki Kardiologii CM UJ w Krakowie. W kręgu jego zainteresowań poza kardiologią znajduje się również szeroko rozumiana anatomia i fizjologia.

**Para Barbara** – absolwent fizjoterapii i ekonomii. W kręgu jej zainteresowań znajdują się zagadnienia związane m.in. z wrodzonymi wadami układu nerwowego.

**Polit Jakub** – dr hab. n. hum., absolwent i pracownik Wydziału Historyczno-Filozoficznego UJ w Krakowie. W kręgu jego zainteresowań znajdują się zagadnienia związane również z naukami pomocniczymi historii.

**Sułko Jerzy** – dr hab. n. med., specjalista ortopeda traumatolog. Absolwent Akademii Medycznej w Krakowie. Pracuje w Collegium Medicum UJ i Uniwersyteckim Szpitalu Dziecięcym w Krakowie. W kręgu jego zainteresowań znajdują się m.in. zmiany wrodzone narządu ruchu, w szczególności wrodzona łamliwość kości.

**Teul Iwona** – dr n. biol., antropolog, absolwent Antropologii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Aktualnie pracuje w katedrze Anatomii Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego. W kręgu jej zainteresowań jest m.in. osteogeneza, głównie w zakresie kości czaszki oraz zmiany pozapalne zatok.

**Trybus Marek** – dr hab. n. med., specjalista chirurgii plastycznej. Absolwent Akademii Medycznej w Krakowie. Pracuje w Collegium Medicum UJ (najpierw w III Katedrze Chirurgii Ogólnej, aktualnie w II Katedrze Chirurgii Ogólnej) oraz Szpitalu Uniwersyteckim w Krakowie. W kręgu jego zainteresowań znajdują się m.in. urazy ręki.

**Węgrzyn Katarzyna** – lek. med., ukończyła Wydział Lekarski AM w Warszawie w 2008 roku. Pracuje w Klinice Okulistyki I Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Medycznego w Warszawie. W jej kręgu zainteresowań znajdują się urazy twarzoczaszki.

**Wieczorek Włodzimierz OP** – dominikanin, absolwent teologii PAT w Krakowie. Aktualnie pracuje w Lublinie. Specjalizuje się w zagadnieniach etyki.

**Wilk Renata** – dr n. biol., absolwent biologii molekularnej. Pracuje w Katedrze Anatomii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego. Zainteresowana szeroko rozumianymi zagadnieniami biologii molekularnej i anatomii.





# Aneks – ryciny wybranych przypadków klinicznych z zakresu wad i urazów narządu ruchu

*Jacek Lorkowski, Waldemar Hładki, Barbara Jasiewicz, Jerzy Sulko, Roman Brzóska*



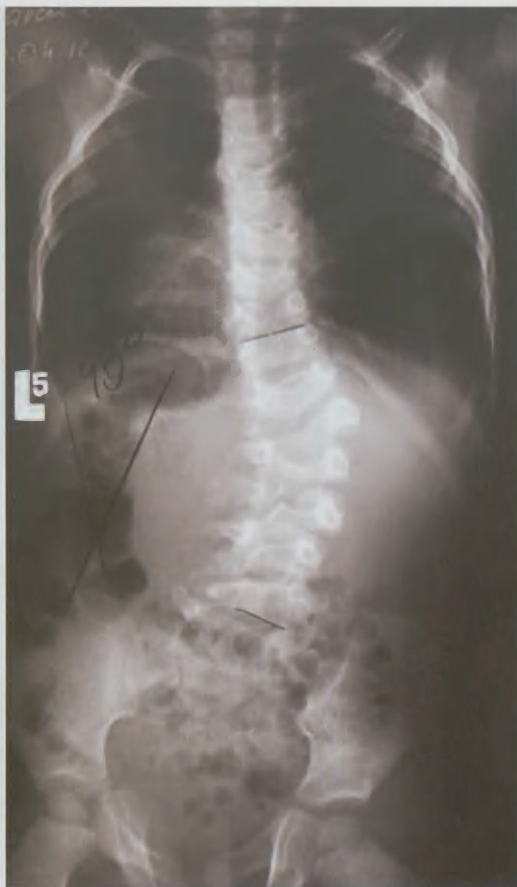
Ryc. 01a, Ryc. 01b – Zdjęcie nastolatki ze skoliozą wrodzoną



Ryc. 02 – Zdjęcie osoby ze skoliozą idiopatyczną

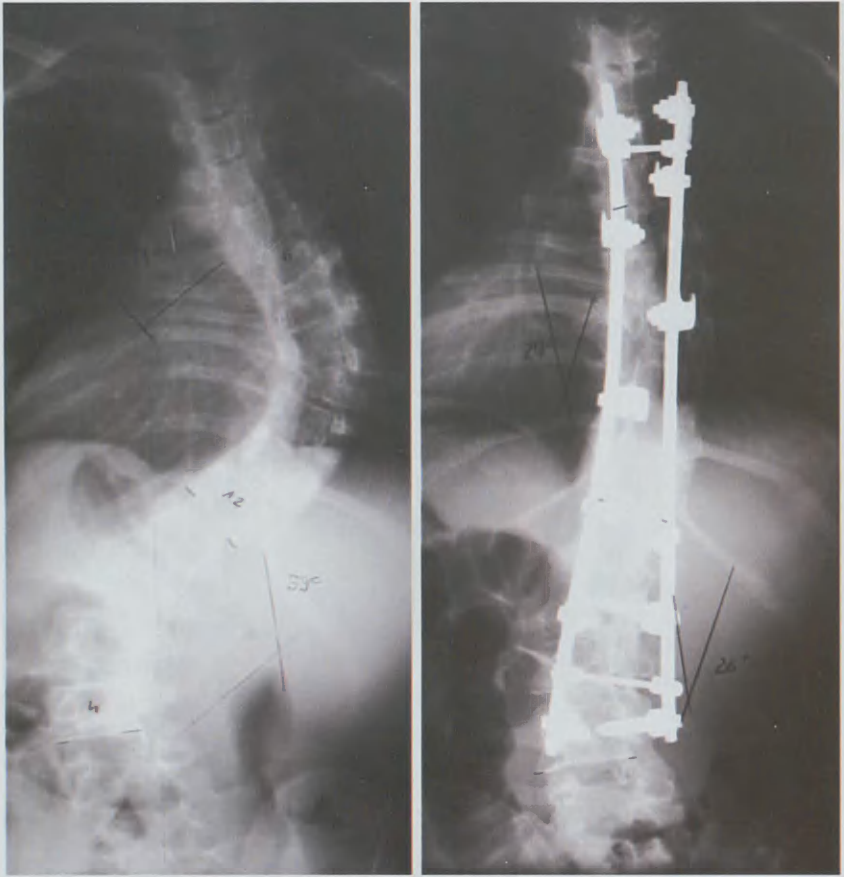


Ryc. 03 – Skolioza. Rekonstrukcja 3-D szkieletu osiowego postkranialnego w tomografii komputerowej



Ryc. 04 – Obraz radiologiczny skoliozy piersiowo-lędźwiowej (w projekcji przednio-tylnej)

Ryc. 05 – Skolioza wrodzona. Obraz radiologiczny w projekcji przednio-tylnej. Widoczne półkręgi  $L_1$  i  $L_3$



Ryc. 06 – Obraz radiologiczny (w projekcji przednio-tylnej) skoliozy idiopatycznej przed (po stronie lewej) i po operacyjnej korekcji (po stronie prawej)



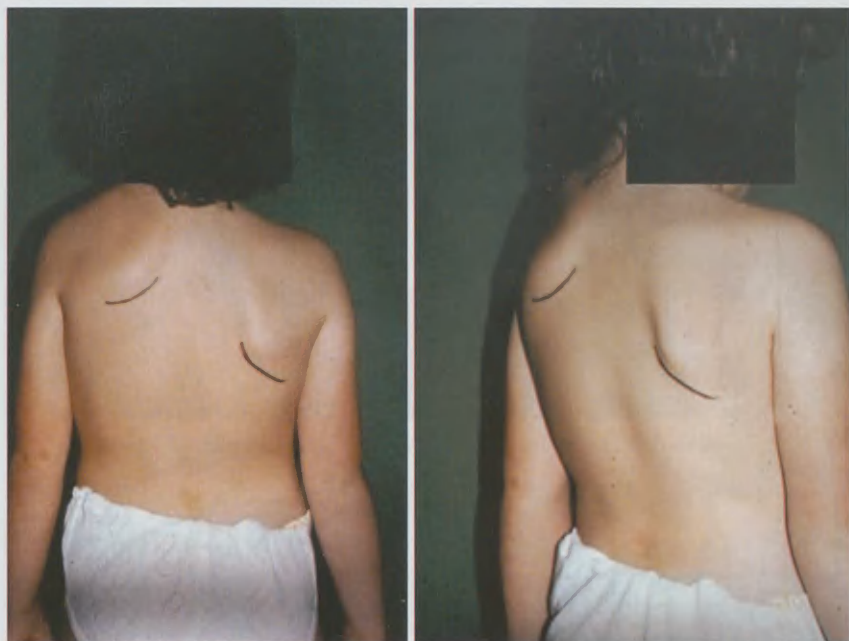
Ryc. 07 – Obraz dziecka z zaawansowaną skoliozą i widoczne znacznego stopnia zniekształcenie klatki piersiowej z garbem żebrowym



Ryc. 08 – Wielowadzie. Obraz radiologiczny klatki piersiowej dziecka z widoczną skoliozą, nieprawidłowo wykształconymi kręgami i żebrami



Ryc. 09 – Obraz dziecka z zaawansowaną skoliozą. Wyraźnie widoczna asymetria łopatek



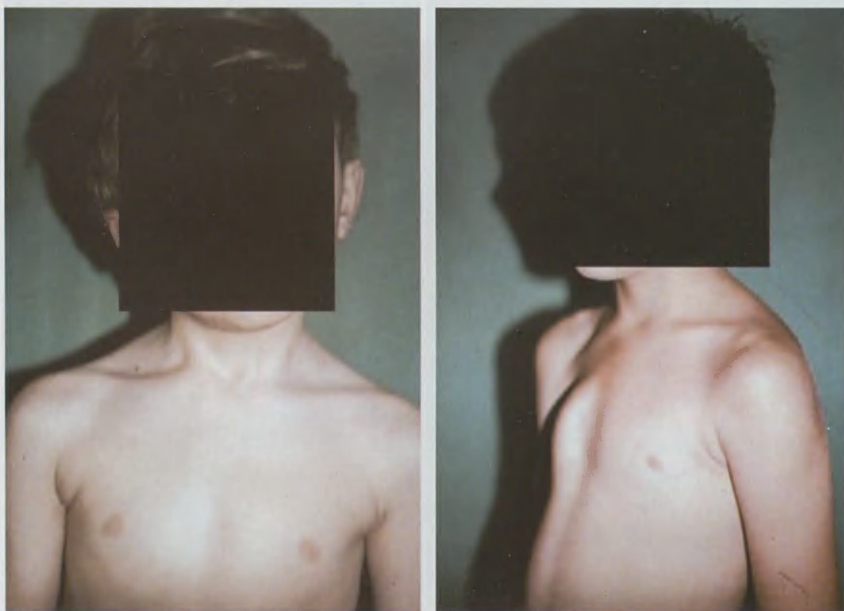
Ryc. 10 – Zdjęcie dziecka z wysokim ustawieniem łopatk



Ryc. 11 – Zdjęcie radiologiczne klatki piersiowej dziecka (w projekcji przednio-tylnej) ze zrostami żeber i widoczną skoliozą



Ryc. 12 – Obraz dziecka z klatką piersiową lejkową (znacznie zaawansowana wada)



Ryc. 13 – Zdjęcie dziecka z klatką piersiową kurczą





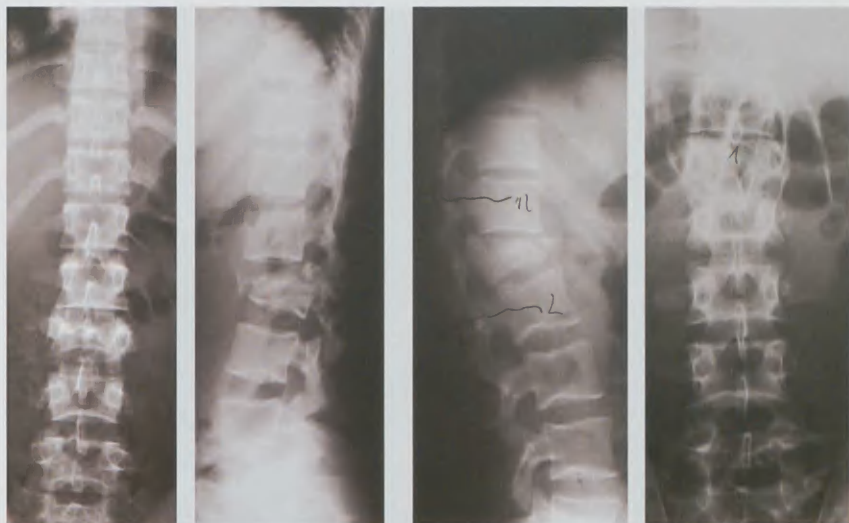
Ryc. 14, Ryc. 15 – Zdjęcie dziecka z jednostronną amelią



Ryc. 16 – Obraz radiologiczny kręgozmyku L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> (w projekcji bocznej)



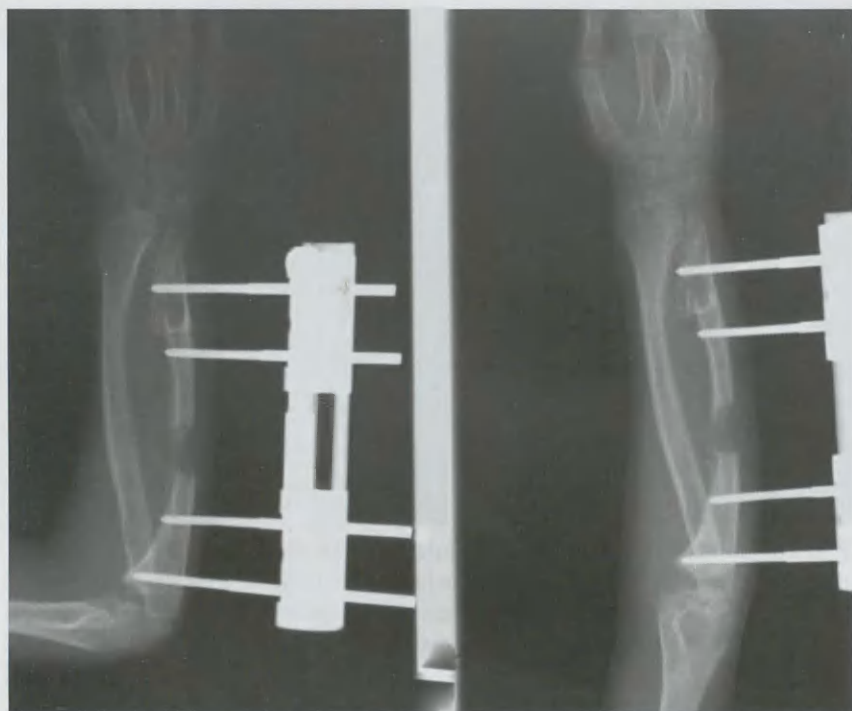
Ryc. 17 – Obraz dyskopatii w badaniu w tomografii komputerowej



Ryc. 18 – Złamanie kręgu  $L_3$ . Obraz radiologiczny kręgosłupa w odcinku piersiowo-lędźwiowym w projekcji przednio-tylnej i bocznej (zdjęcia po lewej stronie). Złamanie kręgu  $L_1$ . Obraz radiologiczny kręgosłupa w odcinku piersiowo-lędźwiowym w projekcji przednio-tylnej i bocznej (zdjęcia po stronie prawej)



Ryc. 19 – Zdjęcie 6 letniego dziecka ze zdwojeniem kciuka



Ryc. 20 – Wrodzony niedorozwój kości łokciowej u dziecka. Wydłużanie kości łokciowej na stabilizatorze zewnętrznym. Obraz radiologiczny w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 21 – Zdjęcie radiologiczne przedramienia (w projekcji przednio-tylnej i bocznej) dziecka ze skróceniem pozapalnym kości promieniowej



Ryc. 22 – Obraz radiologiczny miednicy dziecka (w projekcji przednio-tylnej) z prawostronną dysplazją i podwichnięciem stawu biodrowego



Ryc. 23 – Zdjęcie dziecka z końsko-szpotawym ustawieniem stóp



Ryc. 24 – Radiogram stopy płaskiej wrodzonej (projekcja boczna)



Ryc. 25 – Zdjęcie stopy dziecka z palcami dodatkowymi



Ryc. 26 – Zdjęcie stopy z paluchem szpotawym



Ryc. 27 – Stopa dziecka – wielowadzie stopy (lustrzana duplikacja I i II promienia, ubytek III, IV, V promienia)

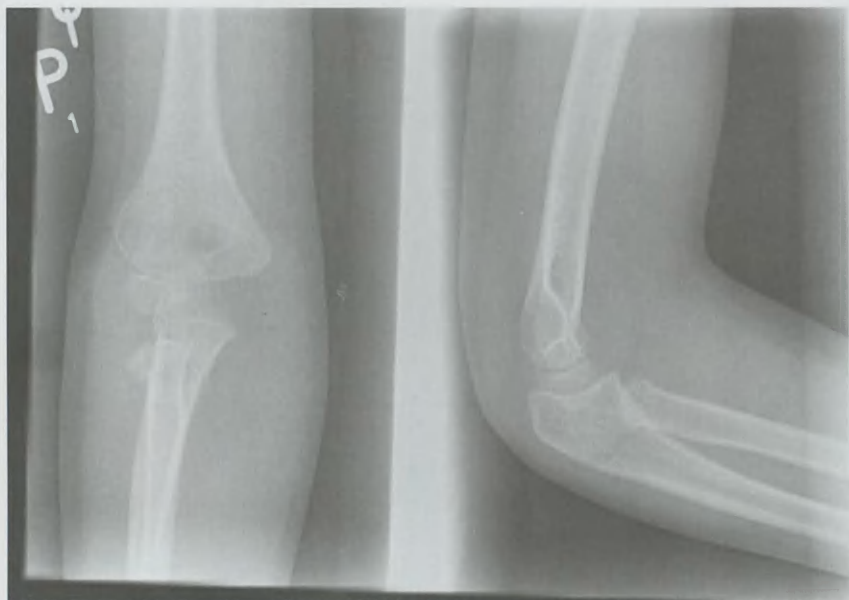




Ryc. 28 – Obraz radiologiczny (w projekcji przednio-tylnej) obu stóp z dodatkowymi kośćmi łódkowatymi



Ryc. 29 – Nierozpoznane złamanie Monteggia (złamanie trzonu kości łokciowej ze zwicnięciem w stawie ramienno-promieniowym), dodatkowo widoczne chrząstki wzrostowe i jądra kostnienia. Zdjęcie radiologiczne przedramienia u dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 30 – Złamanie szyjki kości ramiennej oraz nieprzemieszczone złamanie przy-  
nasady bliższej kości łokciowej. Zdjęcie radiologiczne stawu łokciowego u dziecka  
w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 31 – Złamanie nadkłykciowe kości ramiennej – typ wyprostny, dodatkowo  
widoczne chrząstki wzrostowe i jądra kostnienia. Zdjęcie radiologiczne stawu łok-  
ciowego u dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej

Ryc. 32 – Złamanie nadkłykciowej kości ramiennej – typ wyprostny, stan po repozycji i stabilizacji złamania drutami Kirschnera, odtworzone poprawne stosunki anatomiczne. Zdjęcie radiologiczne stawu łokciowego u dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 33 – Zwężenie tylne stawu łokciowego. Zdjęcie radiologiczne stawu łokciowego w projekcji bocznej





Ryc. 34a – Zdjęcie dziecka z zespołem Ehlers-Danlos'a



Ryc. 34b – Zdjęcie ręki dziecka z zespołem Ehlers-Danlos'a. Widoczna hypermobilność stawów ręki



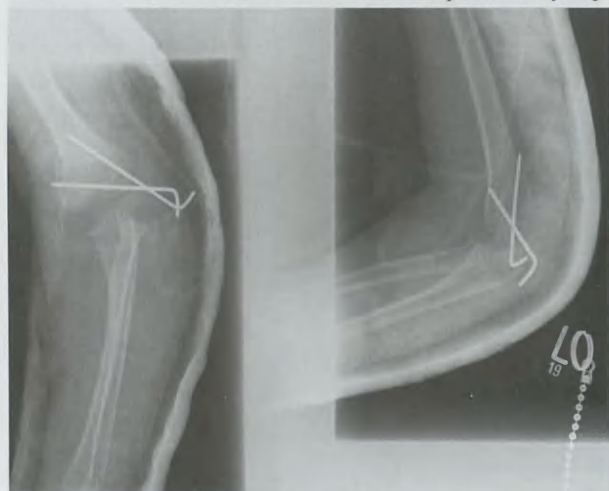
Ryc. 34c – Zdjęcie kończyny dolnej dziecka z zespołem Ehlers-Danlos'a. Widoczna hypermobilność stawu kolanowego – znacznego stopnia przeprost



Ryc. 34d – Zdjęcie kończyny górnej dziecka z zespołem Ehlers-Danlos'a. Widoczna hypermobilność stawu łokciowego – znacznego stopnia przeprost



Ryc. 35 – Złamanie kłykcia bocznego kości ramiennej, z przemieszczeniem odłamów. Zdjęcie radiologiczne stawu łokciowego u dziecka w projekcji przednio-tylnej



Ryc. 36 – Złamanie kłykcia bocznego kości ramiennej (z punktu widzenia nomenklatury anatomii opisowej złamanie części bocznej kłykcia kości ramiennej), stan po repozycji i stabilizacji złamania 2 drutami Kirschnera, odtworzone poprawne stosunki anatomiczne. Zdjęcie radiologiczne stawu łokciowego u dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 37 – Złamanie nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej z przemieszczeniem odłamów, dodatkowo widoczne jeszcze niezarośnięte chrząstki wzrostowe. Zdjęcie radiologiczne stawu łokciowego u dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 38 – Złamanie nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej, stan po repozycji i stabilizacji złamania 2 drutami Kirschnera, odtworzone poprawne stosunki anatomiczne. Zdjęcie radiologiczne stawu łokciowego u dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej



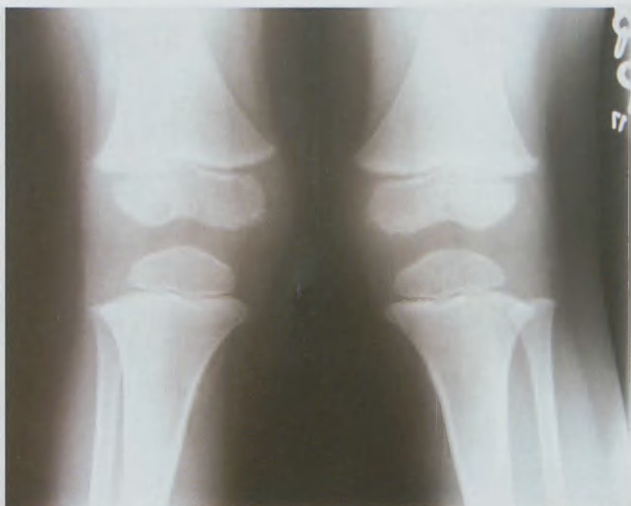
Ryc. 39 – 3 miesiąc życia – brak jąder kostnienia głów kości udowych. Zdjęcie radiologiczne miednicy dziecka w projekcji przednio-tylnej



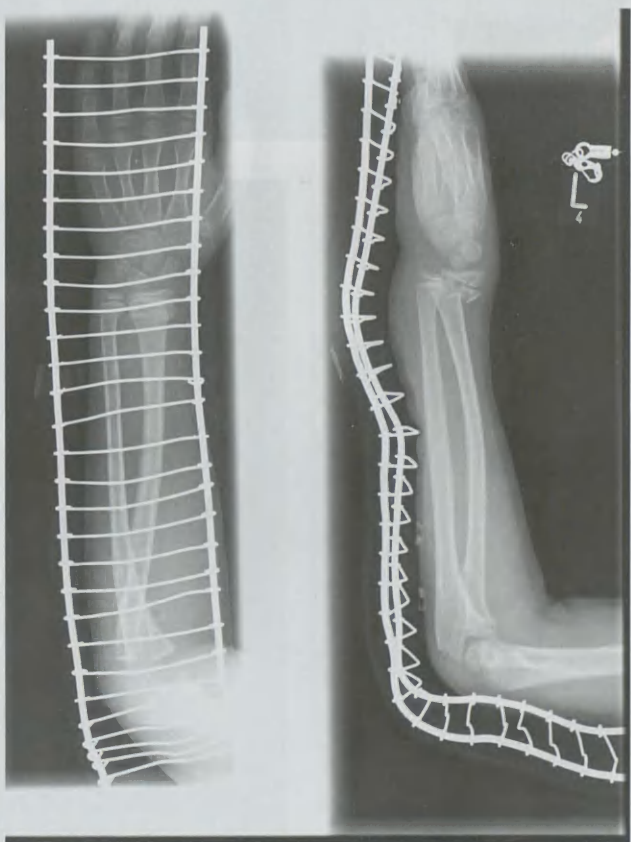
Ryc. 40 – 5 miesiąc życia – obecne jądra kostnienia głów kości udowych. Zdjęcie radiologiczne miednicy dziecka w projekcji przednio-tylnej



Ryc. 41 – Chrząstki wzrostowe okolicy kolana. Zdjęcie radiologiczne stawów kolanowych dziecka w projekcji przednio-tylnej



Ryc. 42 – Złuszczenie nasady dalszej kości promieniowej. Zdjęcie radiologiczne przedramienia ze stawem łokciowym i promieniowo-nadgarstkowym dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 43 – Przebudowa przemieszczonego złamania kości promieniowej – odokostnowe tworzenie kości. Zdjęcie radiologiczne przedramienia ze stawem łokciowym i promieniowo-nadgarstkowym dziecka w projekcji przednio-tylnej i bocznej



Ryc. 44a – Przemieszczone złamanie kości udowej u noworodka. Zdjęcie radiologiczne kości udowej

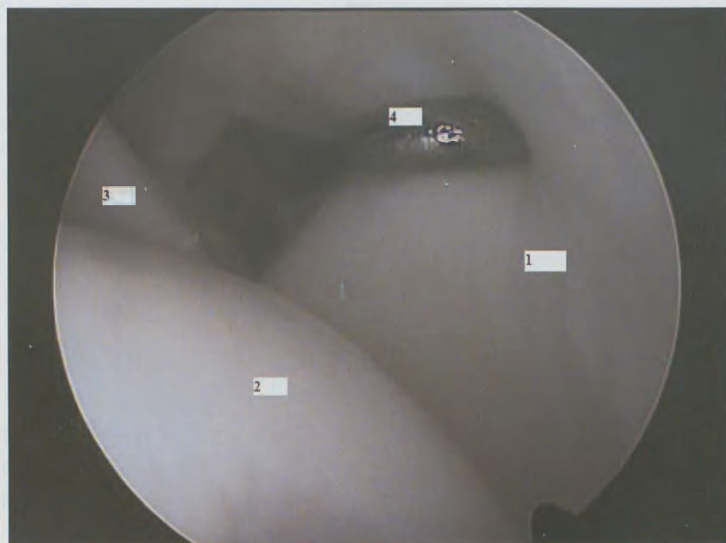




Ryc. 44b – Obfita kostnina gojąca złamanie. Zdjęcie radiologiczne kości udowej



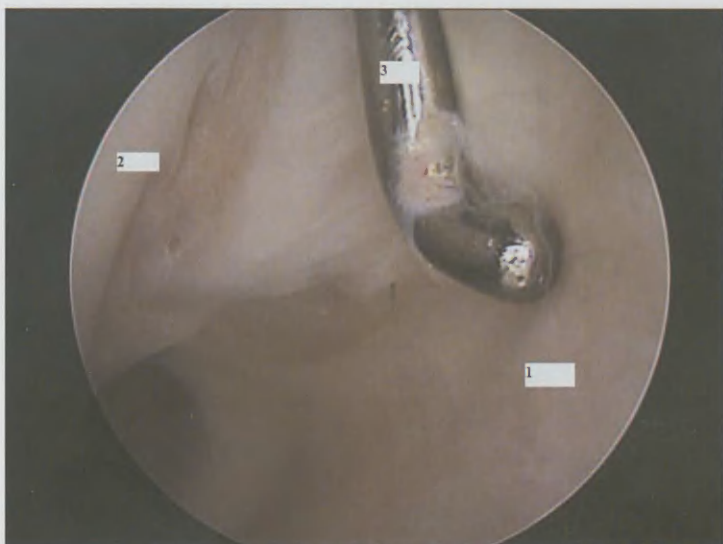
Ryc. 44c – Pełna przebudowa złamania kości udowej. Zdjęcie radiologiczne kości udowej



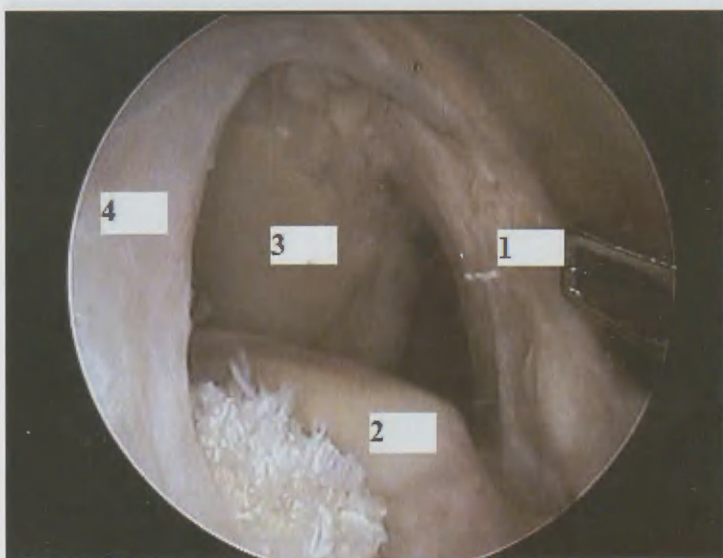
Ryc. 45 – Prawidłowy obraz artroskopowy stawu ramiennego. 1. Prawidłowy przyręczep ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego; 2. Głowa kości ramiennej; 3. Ścięgno przyręczepu głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia; 4. Haczyk artroskopowy



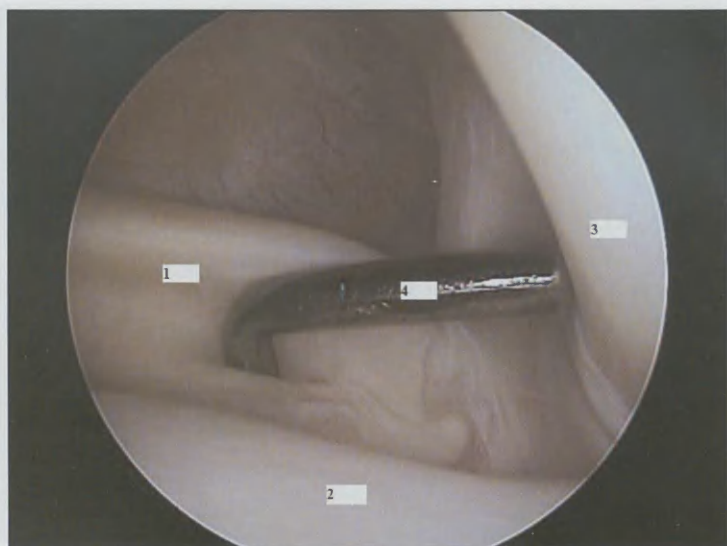
Ryc. 46 – Obraz artroskopowy stawu ramiennego. Uszkodzone ścięgno mięśnia nadgrzebieniowego. 1. Brzeg oderwanego ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego; 2. Głowa kości ramiennej; 3. Uszkodzona powierzchnia guzka większego kości ramiennej



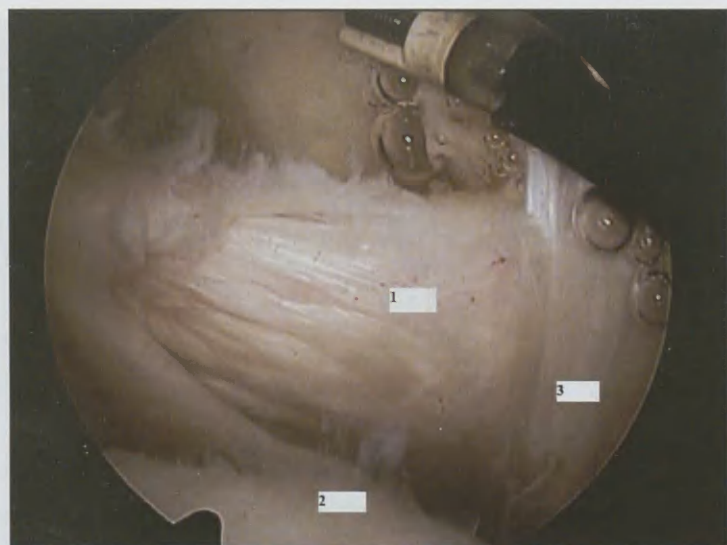
Ryc. 47 – Prawidłowy obraz artroskopowy stawu ramiennego. 1. Prawidłowy przyczep ścięgna mięśnia podgrzebieniowego; 2. Głowa kości ramiennej; 3. Haczyk artroskopowy



Ryc. 48 – Obraz artroskopowy stawu ramiennego. Uszkodzenie ścięgna mięśnia podgrzebieniowego. 1. Brzeg uszkodzonego ścięgna mięśnia podgrzebieniowego; 2. Głowa kości ramiennej; 3. Powierzchnia chrzęstna wydrążenia stawowego; 4. Zachowany przyczep ścięgna mięśnia nadgrzebieniowego



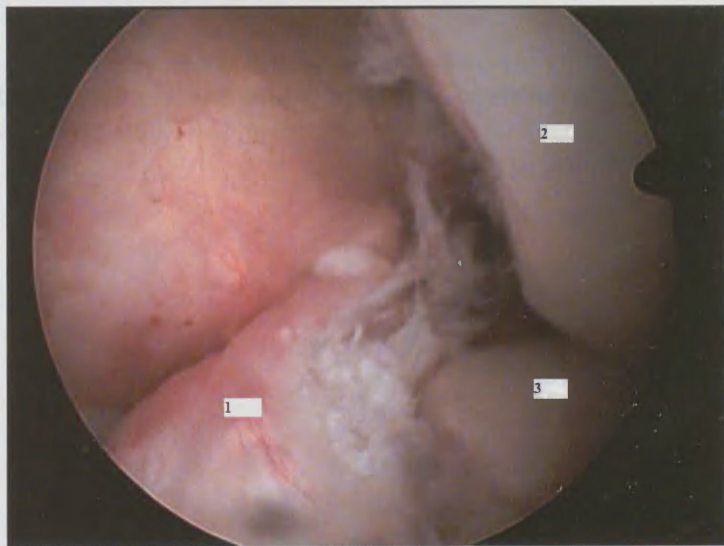
Ryc. 49 – Prawidłowy obraz artroskopowy stawu ramiennego. 1. Prawidłowy przyczep ścięgna mięśnia podłopatkowego; 2. Głowa kości ramiennej; 3. Ścięgno głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia; 4. Haczyk artroskopowy



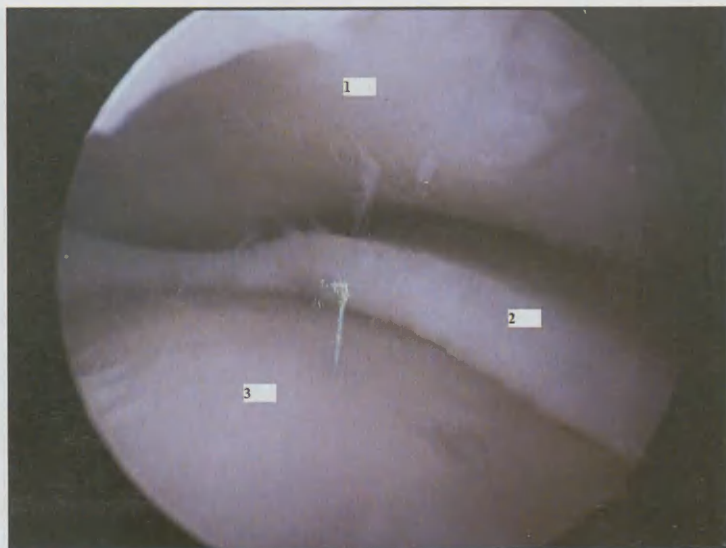
Ryc. 50 – Obraz artroskopowy stawu ramiennego. Uszkodzenie ścięgna mięśnia podłopatkowego. 1. Uszkodzony przyczep ścięgna mięśnia podłopatkowego; 2. Głowa kości ramiennej; 3. Zwichnięte do przodu ścięgno głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia



Ryc. 51 – Prawidłowy obraz artroskopowy stawu kolannowego. 1. Prawidłowe więzadło krzyżowe przednie; 2. Kość udowa



Ryc. 52 – Obraz artroskopowy stawu kolannowego. Uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego. 1. Uszkodzone więzadło krzyżowe przednie; 2. Kość udowa; 3. Kość piszczelowa



Ryc. 53. – Obraz artroskopowy stawu skokowo-goleniowego. 1. Powierzchnia stawowa końca dalszego kości piszczelowej; 2. Powierzchnia chrzęstna boczka kości skokowej; 3. Rozległy ubytek chrząstki powierzchni stawowej boczka kości skokowej

(Ryciny 1-28 – z materiału Kliniki Ortopedii i Rehabilitacji CM UJ w Zakopanem, udostępnione za zgodą Kierownika Kliniki przez dr med. B. Jasiewicz; Ryciny 29-44 – ze zbiorów dr hab. med. J. Sułko; Ryciny 45-53 – ze zbiorów dr med. R. Brzóska)







10007259

**Hładki Waldemar** – prof. dr hab. n. med., specjalista o chirurgii ogólnej, medycyny ratunkowej. Absolwent AM w Collegium Medicum UJ. Pracował m.in. w III Katedrze i I i II Katedrze Chirurgii Ogólnej, a obecnie w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraznej Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii. Poza ww. pracował m.in. na Oddziale Klinicznym Ortopedii i Traumatologii Szpitala Specjalistycznego im. G. Narutowicza i na Oddziale Klinicznym Medycyny Ratunkowej i Obrażeń Wielonarządowych Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie. Przebywał na stażach zagranicznych w klinikach uniwersyteckich w Szwajcarii i Belgii. Aktualnie jest Dyrektorem Instytutu Ratownictwa Medycznego Podhalańskiej Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Targu. Od wielu lat pracuje w Przychodni Specjalistycznej „Klinika Krakowska”. Jest autorem ponad 250 prac, głównie z zakresu ortopedii, traumatologii narządu ruchu i medycyny ratunkowej. Redaktor naczelný czasopisma „Ostry Dyżur”.

**Lorkowski Jacek** – dr n. med., specjalista ortopeda traumatolog. Ukończył Wydział Lekarski AM w Krakowie. Pracował m.in. w Collegium Medicum UJ w Krakowie (w Katedrze Anatomii, w II Katedrze Chirurgii Ogólnej CM UJ oraz w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraznej Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii), w Krakowskiej Akademii im. A. Frycza-Modrzewskiego oraz w Szpitalu Uniwersyteckim w Krakowie (w Klinice Ortopedii oraz w Klinice Medycyny Ratunkowej i Obrażeń Wielonarządowych). Przebywał na stażach zagranicznych m.in. w Hadassah Hospital Uniwersytetu Hebrajskiego w Jerozolimie, Klinice Ortopedii Uniwersytetu Louven w Mont Godinne, w Centrum Traumatologii Szpitala w Horn, na Uniwersytecie Nauk Stosowanych w Kotce i na Uniwersytecie Ludwiga Maksymiliana w Monachium. Aktualnie pracuje w Klinice Ortopedii i Traumatologii Centralnego Szpitala Klinicznego MSW w Warszawie i Centrum Rehabilitacji „Zdrowie” w Krakowie. Jest autorem ponad 300 prac z zakresu anatomii, ortopedii i biomechaniki.