

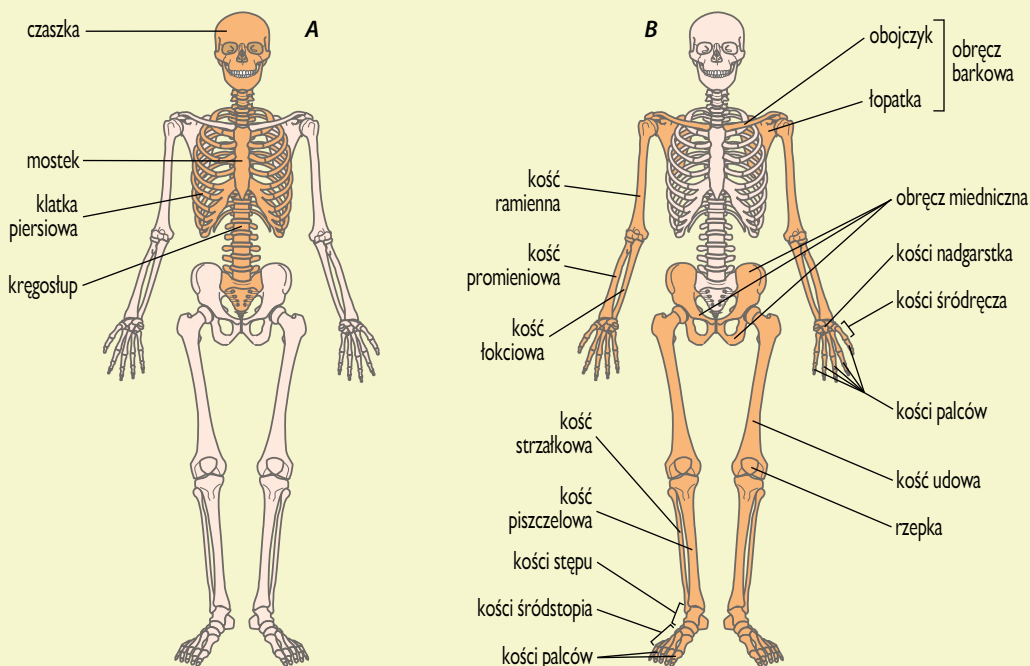
DZIAŁ II UKŁAD RUCHU

3. Układ szkieletowy tworzy rusztowanie i osłania inne narządy

Szkielet człowieka składa się z 206 kości. Są one ułożone w charakterystyczny sposób względem siebie, tworząc rusztowanie ciała. Szkielet zapewnia pionową postawę ciała i dwunożność. Tworzy jego podpórę, na której rozpięte są mięśnie. Razem z nimi stanowi układ ruchu. Szkielet chroni też różne miękkie narządy ciała przed ich mechanicznym uszkodzeniem. W wypełniającym kości szpiku kostnym czerwonym produkowane są wszystkie komórki krwi (krwinki), a przesycona związkami wapnia tkanka kostna jest magazynem tego pierwiastka dla organizmu. Szkielet człowieka posiada także zdolność do wzrostu.

WAŻNE POJĘCIA:

szkielet osiowy,
szkielet obręczy,
szkielet kończyn,
trzon kości,
nasada bliższa kości,
nasada dalsza kości,
szpik kostny czerwony,
okostna,
osseina.



Ryc. 3.1 Szkielet człowieka: A – kości szkieletu osiowego, B – kości szkieletu kończyn

Szkielet człowieka dzielimy na **szkielet osiowy** oraz **szkielet kończyn** i ich **obróczy** (ryc. 3.1). W skład szkieletu osiowego wchodzi: czaszka, kręgosłup, żebra i mostek. Drugą część szkieletu stanowią kości kończyn górnych i dolnych, przymocowane do szkieletu osiowego za pomocą obręczy barkowej i miednicowej.

3.1. Budowa fizyczna i chemiczna kości

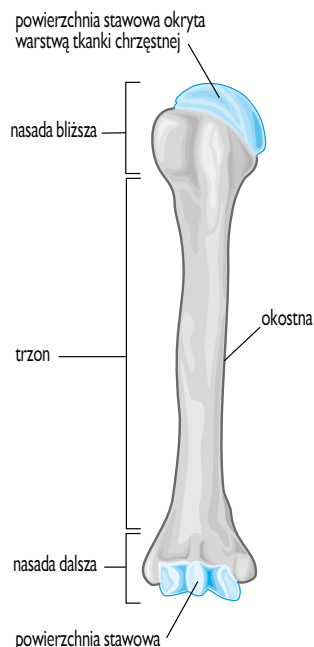
Szkielet człowieka zbudowany jest przede wszystkim z **tkanki kostnej** i w mniejszej ilości z **tkanki chrzęstnej**. Tkanka kostna, w przeciwieństwie do chrzęstnej, jest unaczyniona i unerwiona. Kości wchodzące w skład szkieletu człowieka podzielone zostały ze względu na ich wygląd zewnętrzny na:

- **kości długie**, np. długie kości kończyn górnych i dolnych;
- **kości krótkie**, np. kości nadgarstka;
- **kości płaskie**, np. łopatki, kości miednicy, kości sklepienia czaszki;
- **kości różnokształtne**, np. kręgi, żuchwa, kości podniebienne.

BUDOWA FIZYCZNA KOŚCI

Kość długa zbudowana jest z **trzonu** i dwóch **nasad** – **bliższej** i **dalszej** (ryc. 3.2). Trzon można porównać do pustej w środku rury, zbudowanej z **tkanki kostnej zbitej** (ryc. 3.3). Nasady kości długich i pozostałe kości są zbudowane z **tkanki kostnej gąbczastej**, a tylko na ich powierzchni znajduje się cienka warstwa tkanki kostnej zbitej. Taka budowa zapewnia odpowiednią wytrzymałość, a zarazem powoduje, że szkielet staje się lżejszy.

Różnice w budowie kości szkieletu człowieka wynikają z funkcji, jakie one pełnią, i są wyrazem przystosowania do zadań, jakie wykonują w poszczególnych częściach ciała. Tkanka kostna gąbczasta (ryc. 3.4) zbudowana jest z różnej grubości **beleczek kostnych**. Ułożone są one w taki sposób, aby w miejscu działania sił mogących odkształcić kość, zapewnić im jak największą sztywność i wytrzymałość. Przestrzenie pomiędzy beleczkami kostnymi są wypełnione szpikiem kostnym. **Szpik kostny czerwony** jest odpowiedzialny za tworzenie wszystkich rodzajów komórek krwi. Z czasem jest on zastępowany przez szpik kostny żółty. Ten rodzaj szpiku nie ma właściwości krwiotwórczych. Jamy



Ryc. 3.2 Fizyczna budowa kości długiej na przykładzie kości ramiennej



Ryc. 3.3 Górna część kości udowej – przekrój



Ryc. 3.4 Wewnętrzna budowa kości

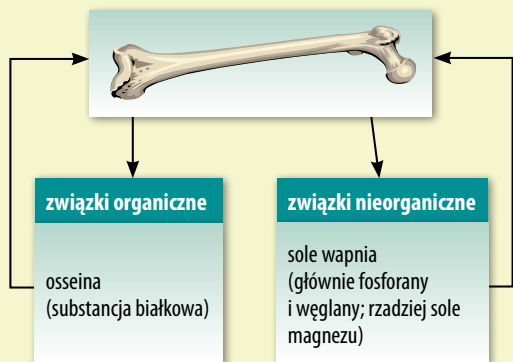
szpikowe kości dorosłego człowieka zawierają szpik żółty, natomiast szpik czerwony znajduje się w nasadach tych kości i w kościach płaskich. Nasady kości pokryte są cienką warstwą gładkiej i twardej chrząstki, która nazywa się chrząstką stawową. Jej zadaniem jest zabezpieczenie powierzchni kości przed ścieraniem się podczas wykonywania ruchu.

Powierzchnia wszystkich kości (z wyjątkiem powierzchni stawowych) pokryta jest cienką błoną łącznotkankową, zwaną **okostną**. Jest ona silnie unaczyniona – dzięki czemu odżywia kość – oraz bogato unerwiona.

Kości mogą rosnąć na długość do około 25 roku życia.

SKŁAD CHEMICZNY KOŚCI

Pod względem chemicznym kości zbudowane są z dwóch rodzajów związków: organicznych i nieorganicznych (ryc. 3.5). Jednym ze składników organicznych kości jest **osseina**. Pełni ona bardzo ważną rolę, gdyż dzięki niej kości są sprężyste i bardziej elastyczne. Składnikami nieorganicznymi kości są przede wszystkim **sole wapnia** (węglany i fosforany), w mniejszym stopniu magnezu i inne. Wysycają one substancję kości, powodując jej twardość i wytrzymałość. Skład chemiczny kości zmienia się wraz z wiekiem. Zazwyczaj zmniejszeniu ulega zawartość substancji organicznych, co powoduje, że kości są bardziej kruche i łatwiej mogą ulegać złamaniom. Zmniejsza się również w nich zawartość wapnia. Wysycenie kości solami mineralnymi jest też zależne od naszej diety. Kości są magazynem wapnia i jeśli mamy go zbyt mało we krwi, wówczas pobierany jest on właśnie z nich. Niedostateczna zawartość tego pierwiastka w diecie człowieka może powodować odwapnienie kości.



Ryc. 3.5

Schemat budowy chemicznej kości

ĆWICZENIE 3.1**Sprężyste i kruche...**

czyli sprawdzamy zależność właściwości kości od ich składu chemicznego.

MATERIAŁY I PRZYRZĄDY:

- kości kurczaka,
- 10% kwas octowy (ocet),
- słoik z zakrętką,
- palnik,
- pęseta,
- szczypce drewniane.

POSTĘPOWANIE:

1. Do słoika wlej ocet.
2. Zanurz jedną kość w occie, szczelnie zakręć słoik i odstaw na kilka dni, aby pozbyć się z niej soli mineralnych.
3. Po tym czasie wyjmij kość pęsetą i opłucz pod bieżącą wodą.
4. Sprawdź, jakimi właściwościami charakteryzuje się kość pozbawiona soli mineralnych.
5. Drugą kość chwyć drewnianymi szczypcami.
6. Spalaj ją nad palnikiem, a następnie odłóż do ostygnięcia.
7. Sprawdź właściwości kości po spaleniu substancji organicznych w niej zawartych.
8. Wszystkie obserwacje zanotuj.
9. Wyciągnij wnioski i zapisz je.

PODSUMOWANIE

- Szkielet człowieka umożliwia poruszanie oraz spełnia inne bardzo ważne funkcje: podporową, ochronną, magazynującą, krwiotwórczą i wzrostową.
- Szkielet dzielimy na: osiowy, kończyn i ich obręczy.
- Szkielet tworzy 206 kości, które zbudowane są z tkanki kostnej zbitiej i gąbczastej oraz chrzęstnej.
- Wyróżniamy następujące rodzaje kości ze względu na ich kształt: długie, krótkie, płaskie i różnokształtne.
- W kości długiej wyróżniamy nasadę bliższą, trzon i nasadę dalszą. Kość jest pokryta okostną. Wewnątrz nasad znajduje się tkanka kostna gąbczasta otoczona cienką warstwą tkanki kostnej zbitiej. Ściany trzonu utworzone są z tkanki kostnej zbitiej. W jego wnętrzu znajduje się jama szpikowa wypełniona szpikiem kostnym.
- Pod względem chemicznym kości zbudowane są ze związków organicznych (m.in. osseiny) i związków nieorganicznych – fosforanów i węglanów wapnia lub rzadziej magnezu.

3.2. Budowa i funkcje szkieletu osiowego

WAŻNE POJĘCIA:

mózgoczaszka, trzewio-
czaszka, szwy, kręgosłup,
kręgi, dźwigacz (atlas),
obrotnik, kość krzyżowa,
kość ogonowa, krzywizny
fizjologiczne, lordoza,
kyfoza, klatka piersiowa,
żebra, mostek.

CZASZKA

W czaszce człowieka możemy wyróżnić część mózgową – **mózgoczaszkę** – i część twarzową – **trzewio-
czaszkę**. Stanowi ona kostne rusztowanie głowy. Posiada wiele specyficznych cech, charakterystycznych tylko dla człowieka, np. bródka na żuchwie.

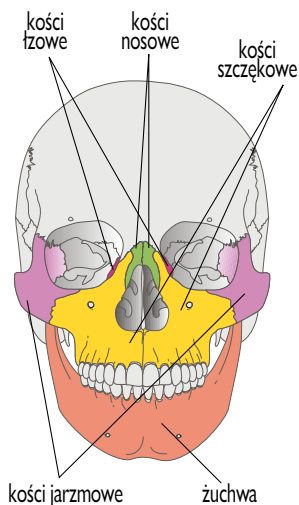
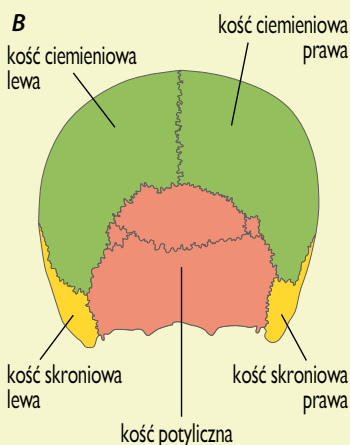
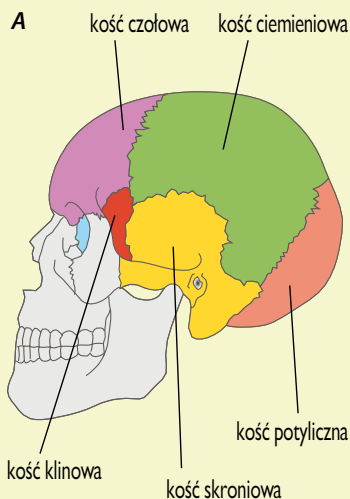
Mózgoczaszka stanowi szczelną puszkę, w której znajduje się mózgowie. Kości są typowymi kośćmi płaskimi, połączonymi ze sobą nieruchomo poprzez tzw. **szwy**. Taka jej budowa zapewnia maksymalną ochronę mózgowia. Mózgoczaszkę buduje 8 kości (ryc. 3.6):

- kość czołowa,
- dwie kości ciemieniowe,
- dwie kości skroniowe,
- kość potyliczna,
- kość klinowa,
- kość sitowa.

Część trzewiowa czaszki (ryc. 3.7) ma za zadanie ochraniać początkowy odcinek dróg oddechowych i przewodu pokarmowego oraz bardzo ważne dla człowieka narządy zmysłów. Budują ją kości:

- dwie szczękowe,
- dwie nosowe,
- dwie jarzmowe,
- dwie podniebienne,
- dwie łzowe,
- pojedyncza żuchwa.

Ich uwydatnienie i zróżnicowany kształt decydują o rysach twarzy człowieka. Kości szczękowe i żuchwa posiadają otwory, w których osadzone są zęby. Zęby są



Ryc. 3.6

Kości mózgoczaszki:

A – widok z boku,
B – widok z tyłu

Ryc. 3.7 Kości trzewioczaszki

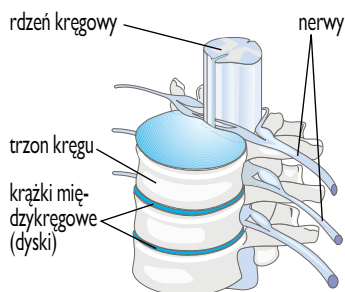
również zbudowane z tkanki kostnej, ale nie pełnią funkcji szkieletowych, lecz służą do rozdrabniania pokarmu. Żuchwa jest jedyną kością ruchomo połączoną w czaszce z kością skroniową, co umożliwia rozdrabnianie i żucie pokarmów. Niektóre kości mózgowcowaszkii i trzewioczaszki budują dwa symetrycznie rozmieszczone zagłębienia zwane oczodołami. W nich umiejscowione są gałki oczne.

KRĘGOSŁUP

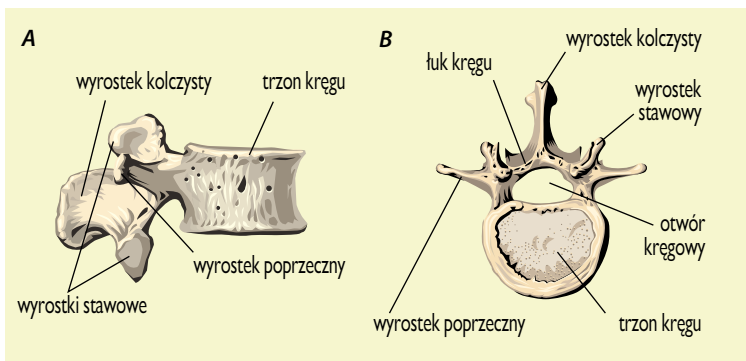
Kręgosłup (ryc. 3.8) stanowi główną oś i trzon szkieletu człowieka. Odpowiedni jego kształt warunkuje pionową postawę ciała. Jest on również osłoną dla rdzenia kręgowego. Zbudowany jest z 33 lub 34 kości, zwanych **kręgami**. Dzieli się on na pięć odcinków, które utworzone są z różnej liczby kręgów: **szyjny** (7 kręgów), **piersiowy** (12), **lędźwiowy** (5), **krzyżowy** (5) i **ogonowy**, zwany także **guzicznym** (4–5). Poszczególne odcinki kręgosłupa mają nieco odmienną budowę, choć wszystkie złożone są z kręgów. Ta różnica w budowie jest związana z funkcją, jaką spełniają, oraz pewnymi zmianami i modyfikacjami kręgów lub ich zrastaniem się w jedną kość. Dwa kolejne kręgi łączą się ze sobą niektórymi wyrostkami i stykają trzonami, pomiędzy którymi znajdują się **krążki międzykręgowe – dyski** (ryc. 3.9). Krążki te są zbudowane z tkanki chrzęstnej i ich zadaniem jest amortyzowanie trzonów kręgów oraz umożliwianie ruchów bocznych, obrotowych, zginania i prostowania kręgosłupa. Ułożone na sobie kręgi tworzą coś na kształt słupa, stąd nazwa kręgosłup. Natomiast z otworów kręgowych powstaje kanał kręgowy, który stanowi ochronę dla rdzenia kręgowego.



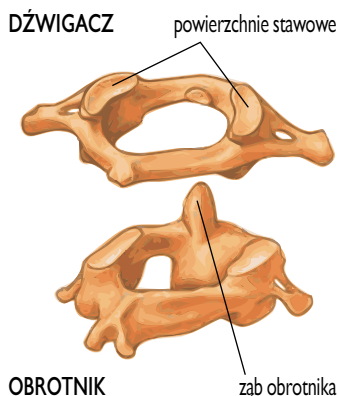
Ryc. 3.8 Budowa kręgosłupa



Ryc. 3.9 Umiejscowienie dysków



Ryc. 3.10 Budowa kręgu: A – widok z boku, B – widok z góry



OBROTNIK

Ryc. 3.11 Budowa dźwigacza i obrotnika



Ryc. 3.12 Naturalne krzywizny kręgosłupa człowieka

ODCINKI KRĘGOSŁUPA

Dwa pierwsze kręgi odcinka **szyjnego**, mające nieco odmienną budowę od pozostałych, to **dźwigacz** (atlas) i **obrotnik** (ryc. 3.11). Pozostałe pięć kręgów odcinka szyjnego ma typową budowę. Ich trzony są niezbyt duże, ponieważ dźwigają tylko głowę, a cały odcinek szyjny charakteryzuje się dużą ruchomością.

Kręgi odcinka **piersiowego** (12) są bardziej masywne od kręgów szyjnych, ponieważ dźwigają kończyny górne, żebra, mostek i głowę. Odcinek **lędźwiowy** (5) posiada bardzo masywne kręgi o dużych, silnych, nerkowatych trzonach. Jego zadaniem jest utrzymanie ciężaru górnej części ciała. Kręgi **krzyżowe** (5) są ze sobą zrosnięte w **kość krzyżową**. Kręgi **ogonowe** (4–5) są również ze sobą zrosnięte i tworzą **kość ogonową**. Jest to końcowy odcinek kręgosłupa człowieka i ma charakter szczątkowy.

Utrzymanie pionowej postawy ciała człowieka jest możliwe dzięki odpowiednio ukształtowanemu kręgosłupowi. Posiada on naturalne **krzywizny fizjologiczne** – **kyfozy** i **lordozy** (ryc. 3.12). Te charakterystyczne wygięcia w kształcie podwójnej litery „S” pomagają w utrzymaniu równowagi ciała, umożliwiają przenoszenie ciężaru ciała oraz amortyzują wstrząsy. Wygięcia kręgosłupa człowieka pojawiają się dopiero w momencie, gdy dziecko zaczyna przyjmować pionową postawę ciała (zaczyna siadać i wstawać). Nie ma ich u noworodków.

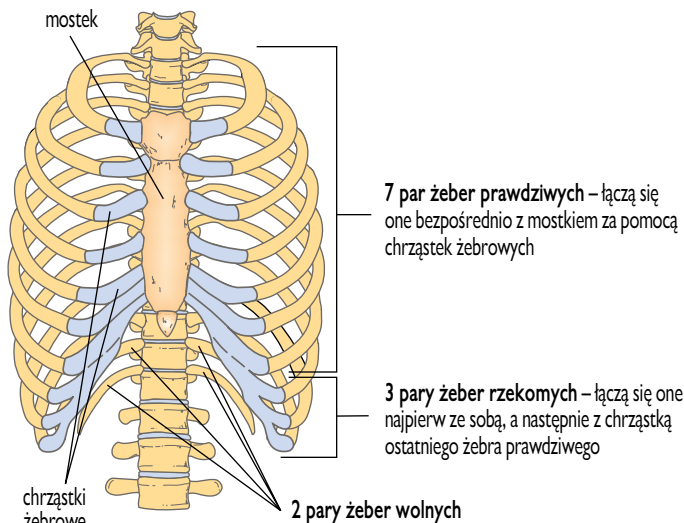
Prawidłowy kształt kręgosłup osiąga w czasie rozwoju i wzrostu ciała, dlatego szczególnie ważny jest okres wczesnego dzieciństwa i okres szkolny. Przy-

mowanie nieprawidłowej postawy (szczególnie podczas siedzenia przy biurku) lub przeciążanie jednej strony ciała mogą być przyczyną skrzywień kręgosłupa i wykształcenia nieprawidłowej postawy ciała. Do najczęstszych skrzywień kręgosłupa zaliczamy pogłębienie jego naturalnych krzywizn lub skrzywienie boczne – **skoliozę**. Każde skrzywienie kręgosłupa jest szkodliwe dla rozwoju organizmu i prowadzi np. do zmian objętości oraz kształtu klatki piersiowej, co znacząco wpływa na pracę płuc i serca.

KLATKA PIERSIOWA

Klatka piersiowa to osłona dla organów wewnętrznych, szczególnie dla płuc i serca. Zbudowana jest z 12 kręgów piersiowych kręgosłupa i 12 par **żebrow** oraz **mostka** (ryc. 3.13). Tworzą one lekkie i sprężyste rusztowanie kostne, które nie zapada się i umożliwia wykonywanie ruchów oddechowych. W zależności od sposobu połączenia z mostkiem wyróżniamy:

- 7 par **żebrow prawdziwych**,
- 3 pary **żebrow rzekomych**,
- 2 pary **żebrow wolnych**.



Ryc. 3.13 Budowa klatki piersiowej

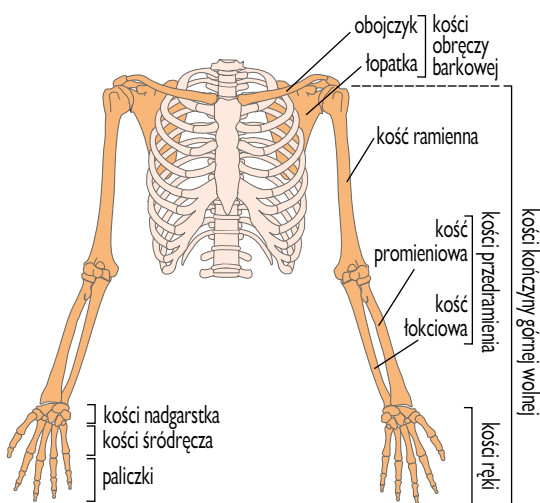
PODSUMOWANIE

- Szkielet osiowy człowieka utworzony jest z czaszki, kręgosłupa, żebrow i mostka.
- W czaszce wyróżniamy kości mózgowczaszki i trzewioczaszki, które pełnią funkcję ochronną dla mózgu i narządów zmysłów.
- Kości mózgowczaszki to: kość czołowa (1), kości ciemieniowe (2), kość potyliczna (1), kości skroniowe (2), kość klinowa (1), kość sitowa (1).
- Kości trzewioczaszki to: kości szczękowe (2), kości nosowe (2), kości jarzmowe (2), kości podniebienne (2), żuchwa (1).
- Kości czaszki połączone są nieruchomo poprzez szwy; tylko żuchwa łączy się stawowo z kością skroniową.
- Kręgosłup składa się z 33 lub 34 kręgów. Wyróżniamy w nim odcinki: szyjny, piersiowy, lędźwiowy, krzyżowy i ogonowy. Ma on kształt podwójnej litery „S” dzięki naturalnym krzywiznom. Krzywizny te warunkują właściwą, pionową postawę ciała, pomagają w utrzymaniu równowagi i amortyzują wstrząsy.
- Kręgi w kręgosłupie łączą się ze sobą poprzez elementy tkanki chrzęstnej, tzw. dyski.
- Wzdłuż kręgosłupa wewnątrz kręgów przebiega kanał kręgowy, ochraniający rdzeń kręgowy.
- Klatka piersiowa składa się z 12 par żebrow przytwierdzonych do 12 kręgów piersiowych i mostka.
- Klatka piersiowa ochrania płuca i serce oraz umożliwia wykonywanie ruchów oddechowych.

3.3. Kości kończyn i ich obręczy

WAŻNE POJĘCIA:

obręcz barkowa, łopátka, obojczyk, kość ramieniowa, kość łokciowa, kość promieniowa, obręcz miednicowa, kość miedniczna, kość udowa, rzepka, kość strzałkowa, kość piszczelowa.



Ryc. 3.14 Szkielet kończyn górnych

SZKIELET KOŃCZYNY GÓRNEJ

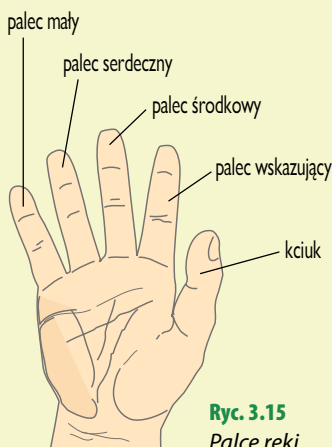
Kończyna górna łączy się ze szkieletem osiowym za pomocą **obręczy barkowej** – **pasa barkowego**. Kości tej obręczy są też miejscem przyczepu mięśni umożliwiających poruszanie kończyną górną. W jej skład wchodzi parzyste **obojczyki** i **łopatki** (ryc. 3.14). Obojczyk jest wygiętą w kształcie litery „S” kością długą, która łączy łopatkę z mostkiem. Łopatki to szerokie kości płaskie, kształtem zbliżone do trójkąta.

Do szkieletu **kończyny górnej wolnej** zaliczamy: kość ramienną, kości przedramienia (łokciową i promieniową) oraz kości ręki. Największa kość kończyny górnej wolnej to **kość ramienna**, stanowiąca kostną część ramienia człowieka. Jest kością długą. Łączy się ona z jednej strony z łopatką, współtworząc **staw barkowy**, a z drugiej strony z kośćmi przedramienia, współtworząc **staw łokciowy**. Kostną część **przedramienia** budują dwie kości: **łokciowa** i **promieniowa**. Są to kości długie.

Ręka zbudowana jest z licznych kości, które są połączone ze sobą ruchomo. Od strony przedramienia tworzą ją: **nadgarstek**, **śródręcze** i **kości palców**. Ręka człowieka posiada 5 palców, które kolejno nazywają się: kciuk, palec wskazujący, palec środkowy, palec serdeczny i palec mały (ryc. 3.15).

SZKIELET KOŃCZYNY DOLNEJ

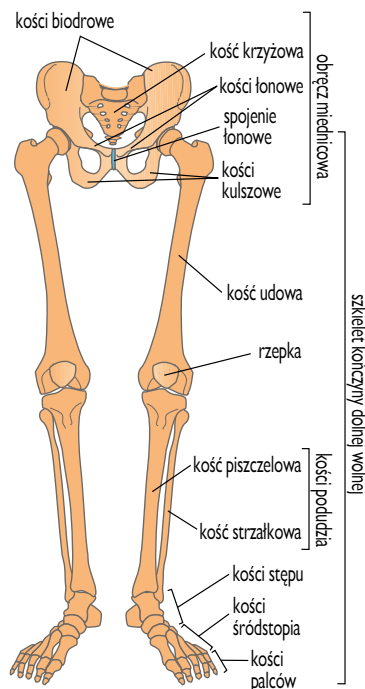
Obręcz kończyny dolnej, tj. **obręcz miednicowa** – **pas miednicowy** – składa się z parzystych kości biodrowych, kulszowych i łonowych oraz z kości krzyżowej (ryc. 3.16). **Kość biodrowa, kulszowa i łonowa** zrosły się, tworząc **kość miedniczną**. Kości miedniczne ustawione są tak,



Ryc. 3.15
Palce ręki

że od przodu łączą się ze sobą chrzęstnym **spojeniem łonowym**, a od tyłu połączone są mocno z **kością krzyżową**. W ten sposób tworzy się **miednica**, zamykająca od dołu tułów i stanowiąca mocne oparcie dla całego ciała i kończyn dolnych wolnych. Stanowi ona także ochronę dla pęcherza moczowego oraz macicy u kobiet.

Kończyna dolna wolna składa się z kości udowej, dwóch kości podudzia (piszczelowej i strzałkowej) oraz z kości stopy. **Kość udowa** jest typową kością długą. Jest to masywna, wytrzymała, najdłuższa i największa kość w szkielecie człowieka. Kości **podudzia** to także kości długie. **Kość piszczelowa** jest bardziej masywna niż **kość strzałkowa**. Łączą się one z kością udową stawem kolanowym, a z przeciwnej strony – z kośćmi stopy. Staw kolanowy osłonięty jest od przodu trójkątną, spłaszczoną kością krótką – **rzepką**. W szkielecie **stopy** możemy wyróżnić: **kości stępu**, **kości śródstopia** i **kości palców** (ryc. 3.17). Szkielet stopy jest bardziej masywny od szkieletu ręki, co wiąże się z przystosowaniem do dwunożności i koniecznością utrzymania ciężaru całego ciała w czasie chodzenia. Z tej też przyczyny kości połączone więzadłami tworzą charakterystyczne sklepienia zapewniające sprężystość i amortyzację stopy podczas chodzenia, ponieważ stopa nie dotyka podłoża na całej swej długości. Zaburzenia związane z nieodpowiednim sklepieniem stopy prowadzą do płaskostopia.



Ryc. 3.16 Szkielet kończyn dolnych



Ryc. 3.17

Zdjęcie rentgenowskie stopy

PODSUMOWANIE

- Szkielet kończyny górnej składa się ze szkieletu obręczy barkowej i kości kończyny wolnej.
- Obręcz barkowa zbudowana jest z pary obojczyków i pary łopatek. Łączy ona kości kończyny górnej wolnej ze szkieletem osiowym.
- Szkielet kończyny górnej wolnej składa się z: kości ramiennej, łokciowej, promieniowej, kości nadgarstka, śródręcza i paliczków.
- Kość ramienna łączy się z łopatką, współtworząc staw barkowy.
- Szkielet kończyny dolnej składa się z obręczy miednicznej i kości kończyny dolnej wolnej.
- Obręcz miedniczną tworzą dwie kości miedniczne i kość krzyżowa.
- Kość miedniczna powstała ze zrośnięcia trzech kości: biodrowej, kulszowej i łonowej.
- Obręcz miedniczna stanowi ochronę pęcherza moczowego, macicy u kobiet oraz łączy kości kończyny wolnej ze szkieletem osiowym.
- Kończyna dolna wolna składa się z: kości udowej, piszczelowej, strzałkowej, rzepki, kości stępu, śródstopia i paliczków.

3.4. Połączenia kości

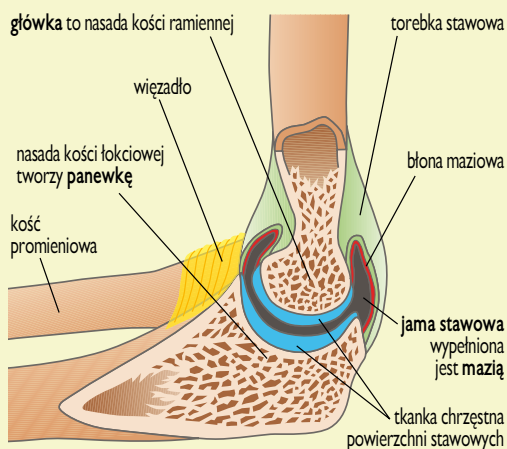
Pojedyncze kości nie mogą spełniać swej roli, jeśli nie są odpowiednio ze sobą połączone. Od funkcji poszczególnych części szkieletu zależy, w jaki sposób kości są ze sobą połączone. W szkielecie człowieka są to połączenia:

- ściste – nieruchome,
- półściste – półruchome,
- ruchome – stawy.

W **połączeniach nieruchomych** kości łączą się ściśle ze sobą i nie mogą one przemieszczać się względem siebie. Przykładem takich połączeń są **zrosty** – miejsca w których kości się zrastają oraz szwy w czaszce.

W **połączeniach półruchomych** kości połączone są przy pomocy tkanki chrzęstnej. Są to **chrząstkozrosty**, umożliwiające ograniczone poruszanie się. Przykładem mogą być tu połączenia żeber z mostkiem, spojenie łonowe wiążące kości miedniczne oraz dyski pomiędzy kręgami.

Połączenia ruchome – **stawy** – występują w takich miejscach szkieletu, w których kości powinny zmieniać położenie względem siebie. Stawy zbudowane są w ten sposób, że na jednej z kości wchodzących w jego skład jest zagłębienie – **panewka** – a na drugiej uwypuklenie – **główka stawowa**. Panewka i główka stawowa odpowiadają sobie kształtem (ryc. 3.18).



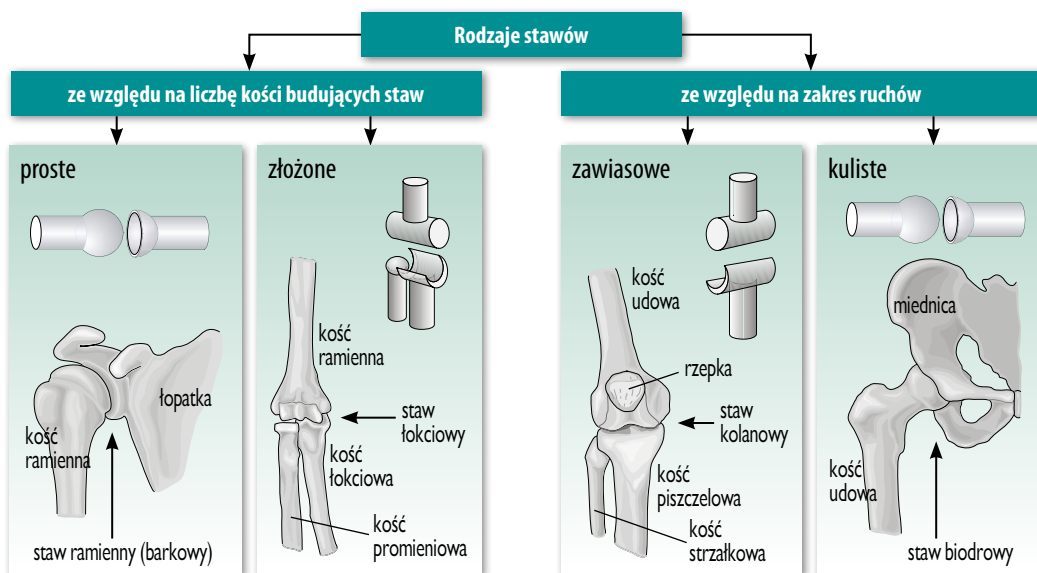
Ryc. 3.18 Budowa stawu na przykładzie stawu łokciowego

WAŻNE POJĘCIA:

połączenia nieruchome,
połączenia półruchome,
stawy,
torebka stawowa,
więzadła,
zwinięcie stawu.

Powierzchnie stawowe kości są pokryte tkanką chrzęstną, która zapobiega tarcia kości. Pomiędzy kośćmi budującymi staw istnieje przestrzeń zwana **jamą stawową**, która jest wypełniona **mazią stawową**. Staw otacza łącznotkankowa **torebka stawowa**. Zapobiega ona nadmiernemu rozsuwaniu się kości i wydostawaniu się mazi na zewnątrz oraz chroni staw.

Stawy wzmocnione są też **więzadłami**, zbudowanymi z pasm bardzo wytrzymałej tkanki łącznej. Jeśli dojdzie do przemieszczenia się powierzchni stawowych względem siebie, to następuje tzw. **zwinięcie stawu**. Jest ono bardzo bolesne i zazwyczaj towarzyszy mu rozerwanie torebki stawowej.



Ryc. 3.19 Rodzaje stawów

PODSUMOWANIE

- Kości w szkielecie połączone są: nieruchomo (szwy, zrosty), półruchomo (chrząstkozrosty, dyski) i ruchomo (stawy).
- Staw tworzą stykające się dwie lub więcej kości. Miejsce ich styku wyściela chrząstka stawowa, przestrzeń pomiędzy nimi to jama stawowa, która jest wypełniona mazią. Staw otacza torebka stawowa, pełniąca funkcję ochronną.

WARTO WIEDZIEĆ

- Istnieją różnice w budowie miednicy kobiet i mężczyzn. Jest to związane przede wszystkim z przystosowaniem miednicy kobiet do porodu, dlatego jest ona krótka i szeroka, a u mężczyzn – wąska. To jedna z różnic w szkielecie zależna od płci. Wykorzystuje się ją w archeologii i kryminalistyce do określania płci na podstawie zachowanego szkieletu.
- Kości, które nie pełnią funkcji szkieletowych u człowieka, to zęby i kosteczki słuchowe.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

- Wymień w punktach funkcje układu szkieletowego.
- Określ jednym zdaniem funkcję poszczególnych elementów budujących kość: okostnej, istoty zbitęj, beleczek kostnych, szpiku kostnego czerwonego.
- Wymień związki chemiczne budujące kości i podaj ich funkcje. Napisz, co stanie się z kością, jeśli zostanie ich pozbawiona.
- Skonstruuj tabelę, w której podasz funkcje mózgowczonej i trzewioczonej oraz wymienisz kości je tworzące.
- Wykonaj schematyczny rysunek klatki piersiowej (mostek, trzy rodzaje żeber, kręgosłup) i zaznacz wszystkie jej elementy.
- Porównaj budowę kończyny górnej i dolnej. Jakie widzisz podobieństwa i różnice pomiędzy nimi?
- Jakie znasz rodzaje połączeń kości? Uzasadnij potrzebę łączenia się kości w taki, a nie inny sposób.

4. Układ mięśniowy umożliwia poruszanie się

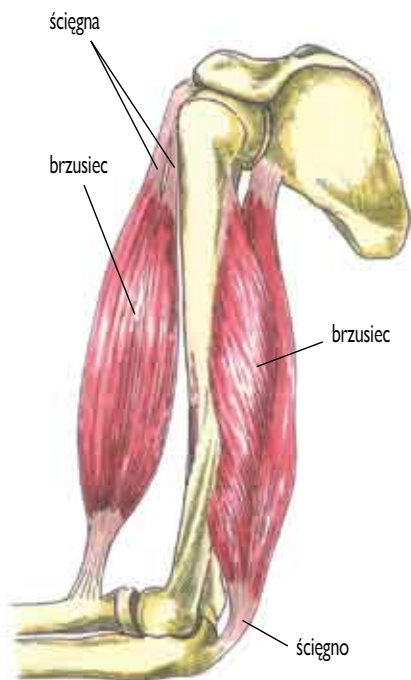
WAŻNE POJĘCIA:

układ mięśniowy,
brzusiec,
ścięgna.

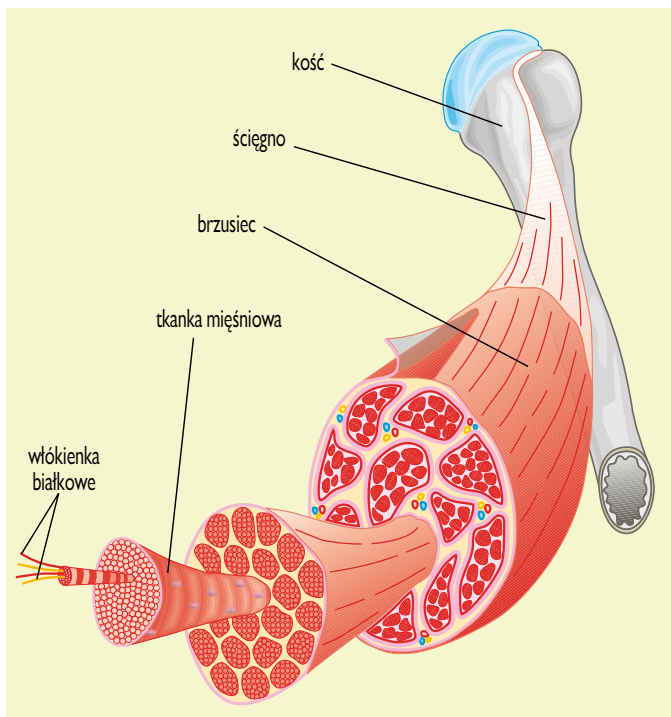
Na **układ mięśniowy** człowieka składa się 450–500 mięśni. Stanowią one 35–40% masy ciała człowieka. Zasadniczą jego funkcją jest poruszanie, stąd często zwie się go układem czynnym ruchu. Poza tym mięśnie umożliwiają przepływ płynów, zachowanie odpowiedniej postawy ciała, a także – poprzez skurcze – dostarczają ciepło organizmowi. Mięśnie są bardzo dobrze ukrwione i unerwione – jest to niezbędne do dobrego wypełniania funkcji.

Poza mięśniami szkieletowymi w ciele człowieka występuje bardzo dużo mięśni odpowiedzialnych za skurcze naczyń krwionośnych, ścian przewodu pokarmowego itp., które tworzy tkanka mięśniowa gładka oraz mięsień sercowy, zbudowany z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej sercowej.

Typowy mięsień szkieletowy zbudowany jest z brzuśca i ścięgien (ryc. 4.1). **Brzusiec** budują skupienia włókien mięśniowych, które tworzy tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana, natomiast **ścięgna** utworzone są z włóknistej tkanki łącznej (ryc. 4.2). Zadaniem ścięgien jest przymocowanie mięśnia do kości, skóry lub błon śluzowych. Skurcz mięśnia powoduje pociągnięcie niekurczliwych ścięgien, które przemieszczają za sobą np. kości, co powoduje ruch danej części ciała.



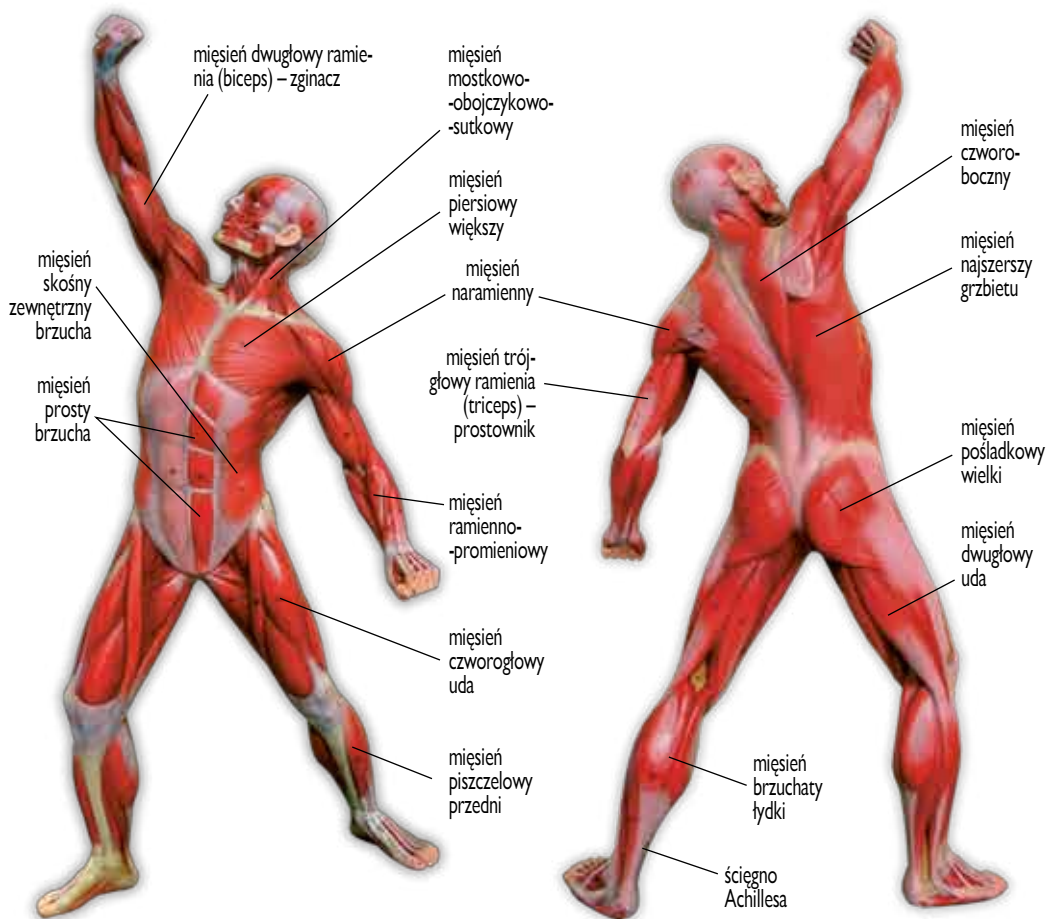
Ryc. 4.1 Budowa mięśnia szkieletowego



Ryc. 4.2 Struktura mięśnia szkieletowego

Poprzez kurczenie się mięśnie wykonują pracę, przy czym skurcz jest fazą czynną, a rozkurcz bierną. Mięśnie szkieletowe człowieka możemy podzielić ze względu na ich **położenie** w ciele człowieka na:

- mięśnie głowy,
- mięśnie szyi,
- mięśnie klatki piersiowej,
- mięśnie grzbietu,
- mięśnie brzucha,
- mięśnie kończyn.



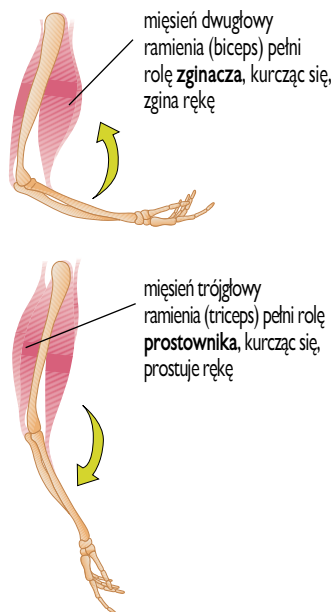
Ryc. 4.3 Umięśnienie człowieka

PODSUMOWANIE

- Układ mięśniowy człowieka składa się z 450–500 mięśni. Umożliwia on organizmowi: poruszanie się, przepływ płynów ustrojowych, zachowanie odpowiedniej postawy; dostarcza też organizmowi ciepła.
- Mięsień szkieletowy zbudowany jest z brzośca i ścięgien, które łączą go z kośćmi i skórą. Brzośiec jest utworzony z włókienek mięśniowych, a te – z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej szkieletowej. Ścięgna tworzy tkanka łączna włóknista.
- Mięśnie tworzące układ mięśniowy dzielimy także ze względu na kształt i położenie.

4.1. Poruszanie się jako wynik współdziałania mięśni, ścięgien, kości i stawów

Wykonanie ruchów kończynami czy poruszanie się jest tak oczywiste, że nikt z nas nie zastanawia się, w jaki sposób to się dzieje. Wiemy, że ruch jest uwarunkowany pracą mięśni, które stanowią tzw. układ czynny ruchu. Wiemy także, że szkielet człowieka stanowi tzw. układ bierny ruchu. Czy zatem kości i mięśnie wystarczą, aby się poruszać? Otóż, nie. Potrzebne są bowiem odpowiednie, ruchome połączenia kości (stawy) oraz struktury, za pośrednictwem których mięśnie przyczepią się do kości (ścięgna).



Ryc. 4.4 Przeciwstawne działanie antagonistycznych mięśni – dwugłowego i trójąłowego ramienia – powoduje zginanie i prostowanie ręki

w stawie łokciowym. Staw, jak pamiętamy, jest odpowiednio zabezpieczony przed tarciem i rozerwaniem, dlatego wykonywany ruch jest bezpieczny i naturalny. Aby przedramię wróciło ponownie do pozycji wyjściowej, czyli aby można było je opuścić, musi rozpocząć działanie mięsień antagonista – tzw. **prostownik**. Jest nim mięsień trójąłowy ramienia, leżący po przeciwnej stronie mięśnia dwugłowego ramienia. Jego skurcz powoduje skrócenie długości włókien mięśniowych, przyciągnięcie ku sobie ścięgien tego mięśnia, które przenoszą ruch na kości, odpowiednio je pociągając. Kości przemieszczają się względem siebie w stawie łokciowym i przedramię powraca do stanu wyjściowego.

Współdziałanie szkieletu, stawów, mięśni i ścięgien w wykonywaniu ruchów omówimy na konkretnym przykładzie podnoszenia przedramienia do momentu, aż utworzy kąt prosty w stawie łokciowym z ramieniem (ryc. 4.4). Przeanalizujemy budowę najważniejszych elementów i ich połączeń, które współdziałają w wykonywaniu tego ruchu. Kość ramienna łączy się w stawie ramiennym z pasem barkowym oraz z kośćmi przedramienia (łokciową i promieniową) w stawie łokciowym. Staw łokciowy jest stawem zawiasowym, czyli ma on ograniczone ruchy tylko do jednego kierunku. Nawet połączone ruchomo (stawami) kości nie są w stanie samodzielnie się poruszać, jeśli nie będą z nimi współdziałały mięśnie. W podnoszeniu przedramienia biorą udział mięśnie ramienia. Mięśnie przyczepione są do kości przy pomocy ścięgien, które stanowią ich zakończenie. Ścięgna nie mają zdolności kurczenia się. Skurcz mięśnia dwugłowego ramienia – **mięsień zginacz** – powoduje przyciągnięcie ścięgien ku sobie. Pociągają one za sobą kości, powodując podniesienie przedramienia do odpowiedniej pozycji. W tym czasie następuje przemieszczenie się kości względem siebie

W górę i w dół...**ĆWICZENIE 4.1** *czyli jak działa mój aparat ruchu.***POSTĘPOWANIE:**

1. Stań wyprostowany z rękoma opuszczonymi w dół.
2. Podwinię rękawy tak, aby dokładnie widzieć ramię i przedramię.
3. Postaraj się dokładnie zapoznać z budową tych części kończyny górnej.
4. Drugą ręką dokładnie „wymacaj” wszystkie elementy i odnajdź poszczególne kości, mięśnie, ich ścięgna.
5. Trzymając ręką staw łokciowy, podnoś i opuszczaj kilkakrotnie przedramię i dokładnie wybadaj działanie stawu łokciowego.
6. Podobnie, trzymając za brzusiec, a następnie ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia, postaraj się zauważyć jego rolę w podnoszeniu i opuszczaniu ramienia.
7. Czynność tę wykonaj, trzymając również mięsień trójgłowy ramienia i jego ścięgna.
8. Wszystkie obserwacje zanotuj.
9. Wyjaśnij, dlaczego mięsień dwugłowy ramienia nazywamy zginaczem, a trójgłowy – prostownikiem.
10. Wyciągnij wnioski i zapisz je.

Należy pamiętać, że **antagonistyczne** działanie mięśni umożliwia ruch człowieka, co wiąże się z mechanizmem działania mięśni. Skurcz jest aktywny, natomiast aby mięsień powrócił do swojej pierwotnej długości, w czasie rozkurczu musi zadziałać aktywnie inny mięsień, który „rozciągnie” zachodzące na siebie elementy włókienek mięśniowych. Aby lepiej zrozumieć działanie i współdziałanie poszczególnych elementów w czasie wykonywania ruchu, należy ruchy te wykonać powoli, dotykając drugą ręką mięśni i w ten sposób wyczuwając, który mięsień się kurczy, a który rozkurcza, jak i kiedy napinają się ścięgna, do jakich kości są przytwierdzone i w końcu, jak przemieszczają się kości w stawie. W nauce budowy, a przede wszystkim funkcjonowania własnego ciała, bardzo ważne jest świadome wykonywanie pewnych czynności, czy też świadome „wysłuchanie się” w rytm własnego ciała.

PODSUMOWANIE

- Podczas wykonywania ruchów współdziałają ze sobą mięśnie, kości, stawy i ścięgna.

WARTO WIEDZIEĆ

Aby utrzymać chociażby pionową postawę ciała lub podczas wykonywania codziennych czynności (np. podczas siedzenia), wiele mięśni pozostaje w stanie ciągłego, niezbyt wielkiego napięcia. Jest ono regulowane przez układ nerwowy, który wysyła delikatne impulsy, powodując skurcze i napięcie mięśni. Odbywa się to poza świadomością człowieka. Zachowanie ciała człowieka przy braku takiego napięcia można sobie uziłysłowić, obserwując mdlejącego człowieka, który traci na jakiś czas napięcie pewnych partii mięśni. Obserwujemy powolne osuwanie się i upadek – mięśnie mdlejącej osoby nie mogą wówczas utrzymać odpowiedniej postawy ciała.

5. Aktywność fizyczna warunkiem zdrowia człowieka

Postęp techniczny i cywilizacyjny niesie ze sobą wiele udogodnień. Często nie zdajemy sobie sprawy, że udogodnienia te nie są pożyteczne dla naszego zdrowia. Na przykład z powodu udogodnień komunikacyjnych mniej się poruszamy, czego skutkiem mogą być różnego rodzaju dolegliwości i choroby, które dosięgną nas na starość. Człowiek zawsze był bardzo aktywny ruchowo. W odległej przeszłości wiązało się to z nieustannym poszukiwaniem pokarmu czy nagłą potrzebą ucieczki przed drapieżnikami. Teraz aż tak duża zdolność ruchowa nie jest potrzebna, choć ruch pozostaje czynnością naturalną i niezbędną do zachowania sprawności. W życiu powinniśmy jednak zachować równowagę między aktywnością ruchową a życiem statycznym.



Ryc. 5.1 Dla zachowania zdrowia i kondycji fizycznej powinniśmy uprawiać sport, najlepiej taki, który sprawia nam przyjemność

WAŻNE POJĘCIA:

ćwiczenia fizyczne,
wady postawy,
skolioza,
płaskostopie,
krzywica,
osteoporoza,
choroby reumatyczne.

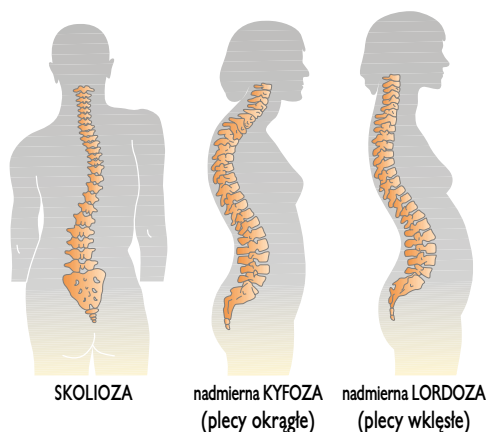
Ważne jest, aby w miarę regularnie wykonywać **ćwiczenia fizyczne**, uczęszczając na lekcje wychowania fizycznego. Przystępując do ćwiczeń, należy zawsze rozpocząć od ćwiczeń rozluźniających (rozgrzewki), które pozwolą odpowiednio przygotować mięśnie i stawy do większego wysiłku oraz układ krążenia i układ oddechowy do zwiększonego tempa ich pracy. Zbyt szybkie przeciążenie organizmu lub zbyt długie i zbyt intensywne uprawianie ćwiczeń fizycznych nie jest zdrowe. Dlatego wszelkie ćwiczenia powinny być wykonywane pod okiem nauczyciela wychowania fizycznego lub trenera. Źle dobrane ćwiczenia, szczególnie ćwiczenia siłowe, mogą doprowadzić do kontuzji i uszkodzenia ciała, a czasami mogą pogłębić wadę postawy. Najczęstsze kontuzje to: złamania kości, zwichnięcia i skręcenia stawów, zerwanie ścięgien oraz stłuczenia i naciągnięcia mięśni. Odpowiednio udzielona pierwsza pomoc może wydatnie pomóc kontuzjowanemu, zanim trafi on w ręce lekarza. Warto zapoznać się z zasadami udzielania pierwszej pomocy – pomoc taka może nawet uratować życie.

Wiele osób zastanawia się, jakie ćwiczenia powinno się wykonywać, którą dyscyplinę sportu uprawiać. Odpowiedź jest prosta. Przede wszystkim ćwiczenia powinny sprawiać nam przyjemność, gdyż w innym wypadku będą tylko obowiązkiem i z czasem ich zaprzestaniemy. Warto

ćwiczyć regularnie – na przykład jedną godzinę, cztery razy w tygodniu. Tylko wówczas spełnią one swoje zadanie. Wiele osób ćwiczy przy muzyce, w małych lub większych grupach. Grupowe uprawianie sportu jest bardziej motywujące, rozwija współzawodnictwo i chęć doskonalenia się. Młodzi ludzie często grają w amatorskich drużynach piłki nożnej, siatkówki czy koszykówki. Uczestnictwo w takiej drużynie nie tylko pomaga nam utrzymać kondycję, ale też czyni nas członkami zespołu, z którym dzielimy porażki i zwycięstwa – hartuje naszego ducha i uczy odpowiedzialności za siebie i innych. Można także zwiększyć swą aktywność, spacerując, biegając, pływając lub jeżdżąc na rowerze z kolegami i koleżankami. Do naszej dyspozycji są kluby sportowe, baseny, sale treningowe, siłownie i ośrodki odnowy biologicznej. Dobrze, że panuje moda, by wyglądać zdrowo, mieć wysportowaną sylwetkę i tryskać optymizmem. Jest to pożądaný styl życia, gdyż przyczynia się do pomyślności nas wszystkich.

WADY POSTAWY

Znaczny odsetek ludzi ma wady i choroby układu kostnego. Należą do nich przede wszystkim **wady postawy** (ryc. 5.2), czyli zaburzenia stojącej pozycji ciała: skolioza, pogłębienie naturalnych krzywizn kręgosłupa (plecy okrągłe, wklęsłe i płaskie), płaskostopie, odstawanie łopatek, asymetria barków, asymetria żeber i klatki piersiowej. Większość z nich to wady nabyte, choć mogą być one także wadami wrodzonymi. Przyczyną większości wad jest zbyt mała aktywność fizyczna, siedzący tryb życia, nieprawidłowa pozycja zajmowana przy siedzeniu, np. przy biurku lub w ławce szkolnej, noszenie torby tylko na jednym ramieniu, niewłaściwe obuwie, nieprawidłowe i niewłaściwe żywienie dzieci i młodzieży w momencie, kiedy szkielet się rozrasta i twardnieje. Złe nawyki związane z postawą ciała są główną przyczyną wszelkiego rodzaju jej nieprawidłowości. Wady postawy mogą powstawać również w wyniku przebytych chorób i urazów. Pogłębienie krzywizny piersiowej prowadzi do powstania **okrągłych pleców**, a pogłębienie krzywizny lędźwiowej do tzw. **pleców wklęsłych**. Jeśli obie krzywizny (piersiowa i lędźwiowa) są spłaszczane, wówczas mamy do czynienia z **plecami płaskimi**. **Skolioza** jest to boczne skrzywienie kręgosłupa, polegające na odchyleniu osi kręgosłupa w bok. Wszystkie skrzywienia koryguje się odpowiednimi ćwiczeniami korekcyjnymi. Powinno się je rozpocząć w jak najwcześniejszym wieku, gdyż jak najszybsze korygowanie wady lub zapobieganie jej pogłębieniu się jest bardzo istotne dla ogólnego zdrowia człowieka. Wady tego typu prowadzą często do wielu zmian wtórnych w układzie ruchu, krwionośnym i oddechowym.



Ryc. 5.2 Wady kręgosłupa

CHOROBY UKŁADU SZKIELETOWEGO

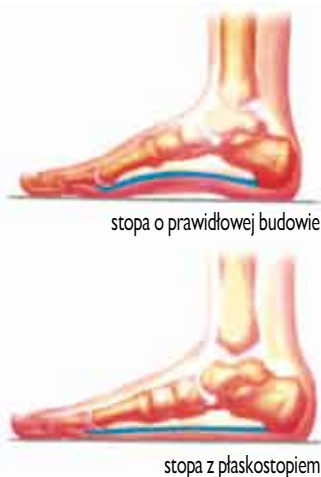
Płaskostopie (ryc. 5.3) polega na obniżeniu się fizjologicznych sklepień stopy tak, że staje się ona płaska i przylega do podłoża całą powierzchnią. Osoba mająca płaskie stopy ma problemy ze staniem i chodzeniem, miewa silne bóle stawów, cierpi na zapalenia stawów i obrzęk stóp. Stosuje się wówczas ćwiczenia korekcyjne i odpowiednie wkładki ortopedyczne.

U dzieci pomiędzy 2. miesiącem a 3. rokiem życia może pojawić się choroba zwana **krzywicą** (ryc. 5.4). Prowadzi ona do deformacji kości, a przez to do powstawania wad rozwojowych. Spowodowana jest złą gospodarką wapniowo-fosforanową, w wyniku niedoboru witaminy D₃. Jej pierwszymi objawami są: niepokój, utrata łaknienia, drażliwość i wzmożone pocenie się. Obecnie choroba ta jest dość rzadka, a profilaktyka polega na podawaniu preparatów z witaminą D₃.

Innym problemem związanym z układem kostnym człowieka jest zmniejszenie ilości wapnia w kościach – tzw. **odwapnienie kości** – oraz zanik tkanki kostnej i zmiany w jej budowie prowadzące do choroby zwanej **osteoporozą**. W **osteoporozie** przewagę mają procesy utraty kości nad procesami prowadzącymi do ich regeneracji. U ludzi z tą chorobą beleczki kostne stają się coraz cieńsze, aż w końcu zanikają, powodując dezorganizację struktury przestrzennej kości.

Najczęściej problemy tego rodzaju dotyczą ludzi starszych. Słabszy szkielet staje się mniej wytrzymały na urazy mechaniczne, jest bardziej kruchy i podatny na złamania. Największą grupą ryzyka są kobiety po 50. roku życia, lecz choroba ta występuje także u mężczyzn i ludzi młodych. W profilaktyce i leczeniu zaleca się większą aktywność ruchową, odpowiednią dietę bogatą w wapń, a czasami terapię hormonalną.

Jednymi z poważniejszych chorób układu szkieletowego są tzw. **choroby reumatyczne**. Powodują one m.in. zmiany i stany zapalne w stawach, objawiające się silnymi i bolesnymi zaczerwienieniami i obrzękami. Choroby te mogą prowadzić do ograniczenia ruchomości stawów, a nawet do całkowitego ich unieruchomienia.



Ryc. 5.3 Płaskostopie polega na obniżeniu się fizjologicznych sklepień stopy



Ryc. 5.4 A – dziecko z wyraźnie widoczną krzywicą, B – zdjęcie rentgenowskie pokazujące zniekształcone kości nóg dziecka w wyniku krzywicy



Ryc. 5.5 Złamane przedramię: A – rentgenowskie zdjęcie złamanej kości łokciowej i promieniowej, B – gipsowy opatrunek złamanego przedramienia



Ryc. 5.6 Skręcenie stawu

URAZY MECHANICZNE

Kości człowieka mogą ulegać **złamaniom** (ryc. 5.5) na skutek działania sił zewnętrznych. Dochodzi wówczas do przerwania ciągłości tkanki kostnej, co objawia się bardzo silnym bólem, który nasila się w momencie podejmowania prób poruszania; obserwuje się też obrzęk i deformację danego odcinka ciała.

Stawy również mogą ulegać urazom mechanicznym. Do najczęstszych należą **skręcenia** (ryc. 5.6) i **zwichnięcia**.

Także mięśnie człowieka podlegają urazom mechanicznym. Uszkodzeniu mogą ulec brzośce, przejścia mięśnia w ścięgno, ścięgna i miejsca połączenia ścięgna z kością. W wyniku działania siły mechanicznej na mięsień może dojść do jego **stłuczenia**.

PODSUMOWANIE

- Ruch jest naturalną czynnością, niezbędną do zachowania odpowiedniej sprawności organizmu i jego prawidłowego funkcjonowania.
- Do najczęstszych kontuzji zaliczamy: złamania kości, zwichnięcia i skręcenia stawów, zerwanie ścięgien oraz stłuczenia i naciągnięcia, naderwania i rozerwania mięśni.
- Niewłaściwa postawa ciała może spowodować skrzywienia kręgosłupa: pogłębienie naturalnych krzywizn oraz boczne skrzywienie kręgosłupa (skoliozę).
- Płaskostopie polega na obniżeniu się fizjologicznych sklepień stopy tak, że staje się ona płaska i przylega do podłoża całą powierzchnią.
- Krzywica jest spowodowana złą gospodarką wapniowo-fosforanową w wyniku niedoboru witaminy D_3 i prowadzi do deformacji kości, a przez to do powstawania wad rozwojowych.
- Demineralizacja kości oraz zanik tkanki kostnej i zmiany w jej budowie prowadzą do choroby zwanej osteoporozą.
- Jednymi z poważniejszych chorób układu szkieletowego są tzw. choroby reumatyczne, powodujące między innymi zmiany i stany zapalne w stawach.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Podaj zasady diety i pielęgnacji małych dzieci, które pozwolą na uniknięcie krzywicy.
2. Osteoporoza to choroba układu szkieletowego, polegająca na obniżeniu zawartości wapnia w substancji międzykomórkowej kości, która występuje najczęściej u osób starszych. Sformułuj trzy zalecenia profilaktyczne, których przestrzeganie mogłoby ograniczyć powstawanie tej choroby.
3. W jaki sposób należy dbać o utrzymanie prawidłowej postawy ciała?
4. Podaj pięć argumentów, którymi posłużyłbyś się w celu przekonania swoich kolegów do częstego uprawiania sportu.
5. Zaprojektuj reklamę i antyreklamę aktywności fizycznej.
6. Wymień wady i choroby układu szkieletowego.