

**О.В.Цигикало
Г.І.Мардар
С.М.Луканьова
І.В.Марценяк**

ДИНАМІЧНА АНАТОМІЯ

Навчальний посібник

Чернівці – 2011

ЗМІСТ

АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БІОМЕХАНІКИ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ	5
АНАТОМІЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА У ПРОСТОРИ ТА РУХІВ ЧАСТИН ТІЛА	5
АНАТОМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ	7
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДОВУ КІСТКИ. СКЕЛЕТ В ЦІЛОМУ	7
Череп в цілому	24
Скелет верхньої кінцівки	27
Скелет нижньої кінцівки	33
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО З'ЄДНАННЯ КІСТОК	42
З'єднання хребтового стовпа	44
З'єднання грудного пояса	45
З'єднання вільної верхньої кінцівки	46
З'єднання нижньої кінцівки	47
З'єднання вільної нижньої кінцівки	48
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО М'ЯЗИ ТА ФІЗІОЛОГІЮ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	52
Механізм скорочення м'язового волокна	55
М'яз як орган	57
М'язи та фасції спини	62
М'язи та фасції голови	64
М'язи та фасції шиї	66
М'язи та фасції грудної клітки	67
М'язи та фасції живота	69
М'язи та фасції верхньої кінцівки	71
М'язи та фасції нижньої кінцівки	76
Фізіологія гладеньких м'язів	81
ЕЛЕМЕНТИ БІОМЕХАНІКИ М'ЯЗІВ	83
Долаюча, поступлива і утримуюча робота м'язів	84
Рівнодійна сила м'яза	86

Важільний принцип роботи рухового апарату	87
Складання сил	90
Віднімання сил	91
Сили, що діють під кутом	92
УЧАСТЬ М'ЯЗІВ У ВИКОНАННІ ПРОСТИХ РУХІВ ОКРЕМИХ ЧАСТИН ТІЛА	93
РУХИ ТУЛУБА	93
УЧАСТЬ М'ЯЗІВ ТУЛУБА В АКТІ ДИХАННЯ	95
РУХИ ГОЛОВИ ТА ШИЇ	98
РУХИ ПОЯСУ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ	100
РУХИ ВІЛЬНОЇ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ	102
РУХИ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ	105
АНАТОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОЛОЖЕНЬ І РУХІВ ТІЛА ЛЮДИНИ	110
ЗАГАЛЬНИЙ ЦЕНТР ТЯЖІННЯ І ЙОГО РОЛЬ В МЕХАНІЧНІЙ СТІЙКОСТІ ТІЛА	113
ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ РУХІВ	119
АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛОЖЕНЬ ТІЛА	121
ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА ПРИ НИЖНІЙ ОПОРІ	121
Вертикальна симетрична стійка	121
Упор лежачи	125
ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА ПРИ ВЕРХНІЙ ОПОРІ	127
Вис на випрямлених руках	127
Вис на зігнутих руках	129
Упор на паралельних брусах	130
АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛІЧНИХ РУХІВ ..	132
Ходьба	132
Спеціальні види ходьби	141
Ходьба “пригнутих кроком“	141
Спортивна ходьба	143
Ходьба вгору по сходах	144
Ходьба вниз по сходах	145
Біг	146
АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АЦИКЛІЧНИХ РУХІВ	149
Стрибок у довжину змістя	149
Метання списа	155
АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЕРТАЛЬНИХ РУХІВ ..	158
Сальто назад	160
Підйом розгинанням на щабліні	164

АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БІОМЕХАНІКИ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

АНАТОМІЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА У ПРОСТОРІ ТА РУХІВ ЧАСТИН ТІЛА

Для стандартизації опису положення тіла у просторі та рухів окремих його частин використовують певні анатомічні терміни. Рухи тіла та його окремих частин описуються відносно нормальної анатомічної позиції тіла людини.

Площини та вісі тіла людини. Положення тіла у просторі характеризується відношенням його до трьох взаємноперпендикулярних площин – фронтальної, горизонтальної та вертикальної.

Поздовжня вісь проводиться уздовж випрямленого тіла перпендикулярно горизонтальній основі, на якій стоїть тіло.

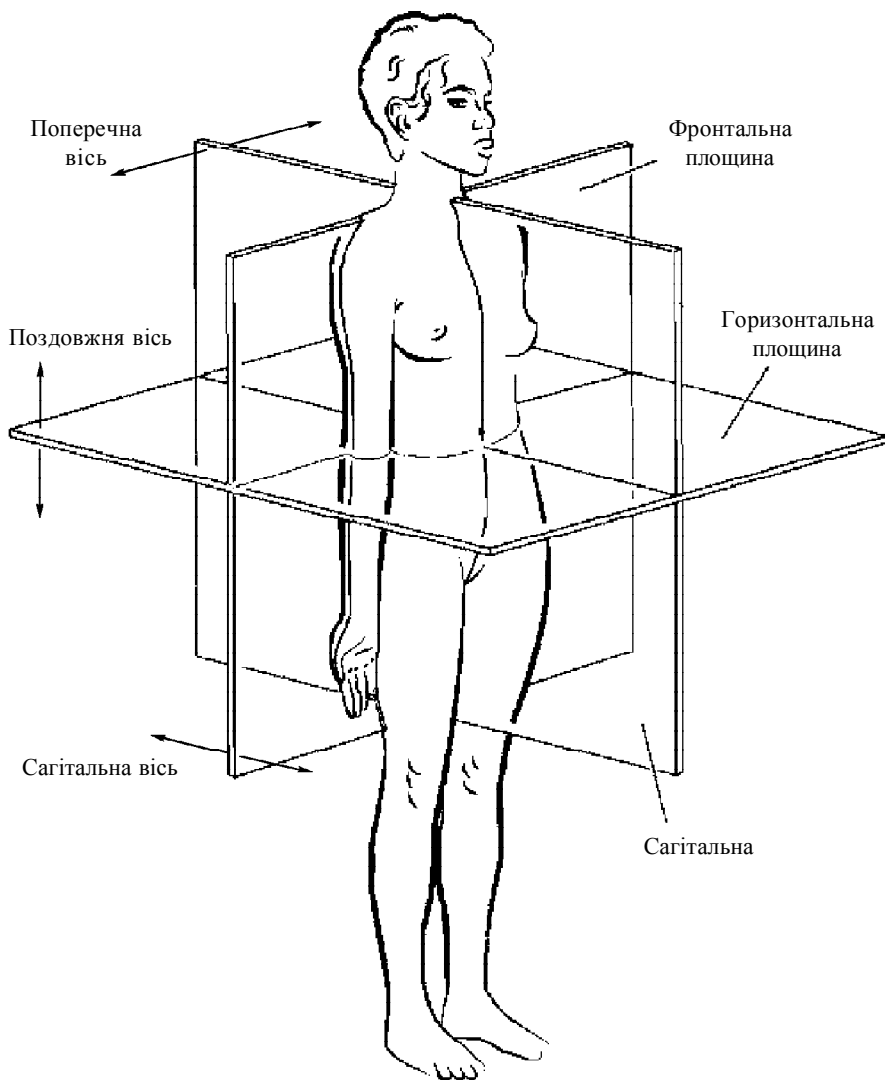
Горизонтальна (або поперечна) вісь спрямована зліва направо, перпендикулярно до поздовжньої вісі.

Сагітальна вісь спрямована спереду назад, перпендикулярно до інших вісей.

Горизонтальна площина паралельна горизонту, розділяє тіло на верхню та нижню частини. В цій площині можливі такі рухи, як повороти тулуба, обертання кінцівок (пронація, супінація). Вони здійснюються навколо поздовжньої вісі.

Фронтальна площина проходить справа наліво або зліва направо і поділяє тіло на передню та задню (або вентральну та дорзальну) частини тіла. В цій площині можливі такі рухи, як нахили вбік, приведення та відведення кінцівок. Ці рухи здійснюються навколо сагітальної вісі.

Сагітальна площина (від латинського *sagittalis* – стріловий) поділяє тіло на праву та ліву частини. У випадку, коли сагітальна площина поділяє тіло на дві однакові половини, її називають середньою площиною. В цій площині можливі такі рухи, як згинання та розгинання голови в атланта-потиличному суглобі, нахили тулуба вперед і назад, згинання та розгинання кінцівок. Ці рухи здійснюються навколо поперечної вісі.



***Вісі та площини людського тіла
(тіло людини в анатомічній позиції)***

АНАТОМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДОВУ КІСТКИ. СКЕЛЕТ В ЦІЛОМУ

Скелет – це твердий остов тіла людини, сформований кістковими та хрящовими елементами, які з'єднуються сполучнотканинними структурами.

Скелет людини складається з осьового та додаткового скелетів. До осьового скелета відносяться хребтовий стовп, кістки грудей та череп. Додатковий скелет складається з кісток верхньої та нижньої кінцівок. Скелет людини складається із окремих кісток, які з'єднуються за допомогою сполучної, хрящової або кісткової тканини. Отже, тип з'єднання визначає рухомість сполучень кісток та їх об'єм рухів. Всього у дорослої людини біля 206 кісток: хребетний стовп (26), череп (23), ребра і груднина (25), верхні кінцівки (64), нижні кінцівки (62), кісточка середнього вуха (6).

Кістка – це пасивний орган руху тому що рухи кісток відбуваються за допомогою прикріплених до них м'язів, які мають здатність до скорочення. Кістка слугує опорою для м'язів і внутрішніх органів, а також виконує захисну функцію, являється депо мінеральних солей, підтримує баланс мінеральних речовин в організмі та виконує кровотворну функцію.

За формою кістки поділяють на довгі, короткі, плоскі, повітряноносні та змішані.

I. Довгі кістки:

1. Грубчасті (плечова і стегнова кістки, кістки передпліччя та гомілки).

2. Губчасті (ребра, груднина).

II. Короткі кістки:

1. Грубчасті (кістки п'ястка та плесна, фаланги пальців).

2. Губчасті (кістка зап'ястка і заплесна, тіла хребців).

III. Плоскі кістки:

1. Кістки черепа (лобова ітім'яна кістки).

2. Кістки поясів кінцівок (лопатка, тазова кістка).

IV. Повітроносні кістки (лобова, решітчаста, клиноподібна, скронева кістки, верхня щелепа).

V. Змішані кістки (більшість кісток основи черепа).

У кожній довгій кістці розрізняють середню частину – діяфіз та два кінці – епіфізи. Верхній кінець називають проксимальним епіфізом, нижній – дистальним. Зони кістки, які розміщені на межі діяфіза та епіфіза, називаються метафізами.

Структурно-функціональною одиницею кістки є остеон (або гаверсова система), який складається із кісткових пластин, що концентрично розміщуються навколо гаверсового каналу. Із остеонів формуються кісткові балки. Проміжки між остеонами заповнені проміжними кістковими пластинками. Остеон та проміжні пластинки є основою кісткової речовини. Вона буває губчаста та компактна. Губчаста речовина переважно знаходиться в епіфізах кісток, тобто в місцях, де при великому обсязі фізичного навантаження потрібно зберегти м'якість і щільність. Компактна речовина знаходиться у діяфізах кісток, які виконують функцію опори та руху.

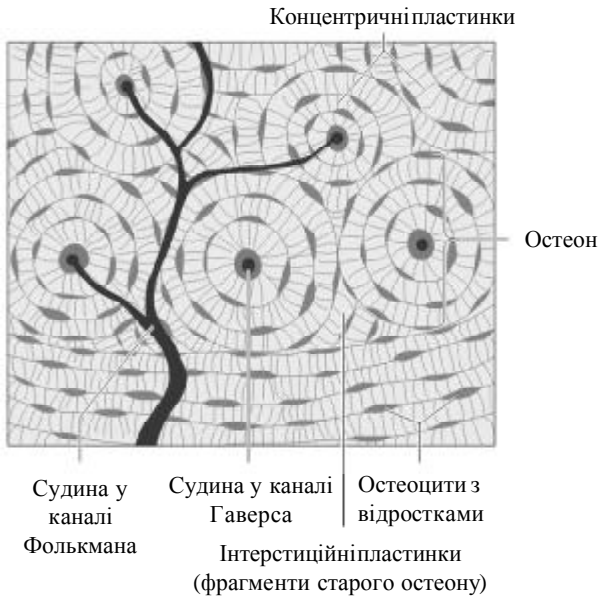
Кістка живої людини містить 50% води, 28,15% органічних речовин і 21,85% неорганічних речовин (сполуки кальцію, фосфору, магнію, натрію, калію та ін.). Висушена кістка на 1/3 складається з органічних речовин (осейн) і на 2/3 з неорганічних речовин. У віковій динаміці це співвідношення змінюється. У дітей переважають органічні речовини, внаслідок чого кістки більш гнучкі, отже, і переломи бувають рідко. У людей літнього віку навпаки, більше неорганічних речовин, що призводить до підвищеної ломкості кісток, навіть від невеликих навантажень.

До складу кісткової речовини входять також судини, які надходять з окістя в фолькмановських каналах. Зовні кістка вкрита окістям. Основна його функція – захисна. Із окістя через живильні отвори в кістку проникають судини і нерви. Окістя тісно прилягає до кістки, винятком є суглобові поверхні кісток, які покриті суглобовим хрящем. В окісті розрізняють два шари: зовнішній – волокнистий, внутрішній – ростковий, камбіальний (остеогенний). За рахунок внутрішнього шару окістя утворюються остеобласти, які відкладаються на поверхні кістки і, таким чином, кістка росте в товщину.

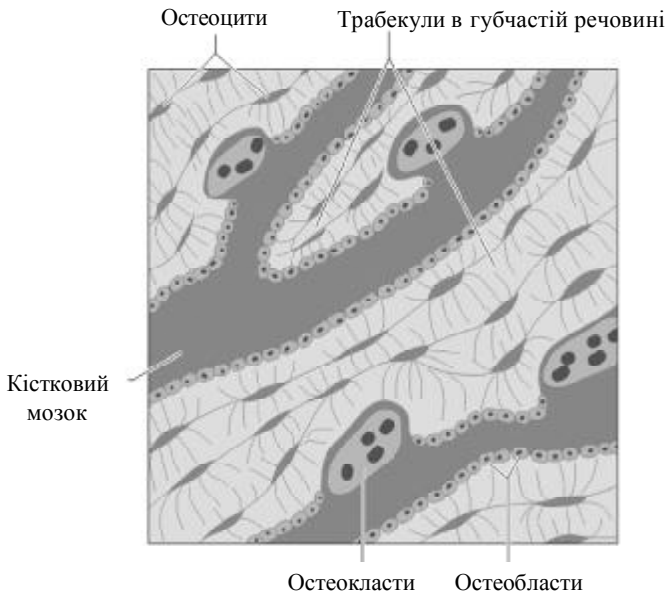


***Схема будови та розвитку довгої кістки
(стрілками показаний напрямок росту кістки)***

В середині кістки знаходиться червоний і жовтий кістковий мозок. Червоний кістковий мозок є органом кровотворення. Він складається із ретикулярної сполучної тканини, що містить клітини кісткового мозку еритроцити, які надають йому червоного забарвлення. До складу червоного кісткового мозку входять також лейкоцити. В основному, червоний кістковий мозок знаходиться у губчастій речовині кісток. Жовтий кістковий мозок складається із жирової тканини, яка надає йому жовтого забарвлення і знаходиться, переважно, у кістково-мозковій порожнині довгих трубчастих кісток. Характерно, що у зародків і новонароджених весь кістковий мозок червоний, але поступово, з віком, він заміщується



Будова зубчастої речовини трубчастої кістки



Будова компакної речовини трубчастої кістки

на жовтий кістковий мозок, який є резервом не тільки жирової тканини, а й кровотворного апарату в організмі людини.

Скелет тулуба. Скелет тулубаскладається з хребтового стовпа та кісток грудної клітки (ребер і груднини).

Хребтовий стовп (хребет) утворений 32-34 хребцями і є осевим скелетом тулубата шиї. У дорослої людини хребет складається із 26 кісток: 24 хребців, крижової та куприкової кісток. Розрізняють п'ять відділів хребтового стовпа: шийний, грудний, поперековий, крижовий і куприковий. Шийний відділ хребта складається із 7 шийних хребців, грудний – із 12 грудних хребців, поперековий – із 5 поперекових хребців, крижовий – із 5 крижових хребців, куприковий – із 3-5 куприкових хребців.

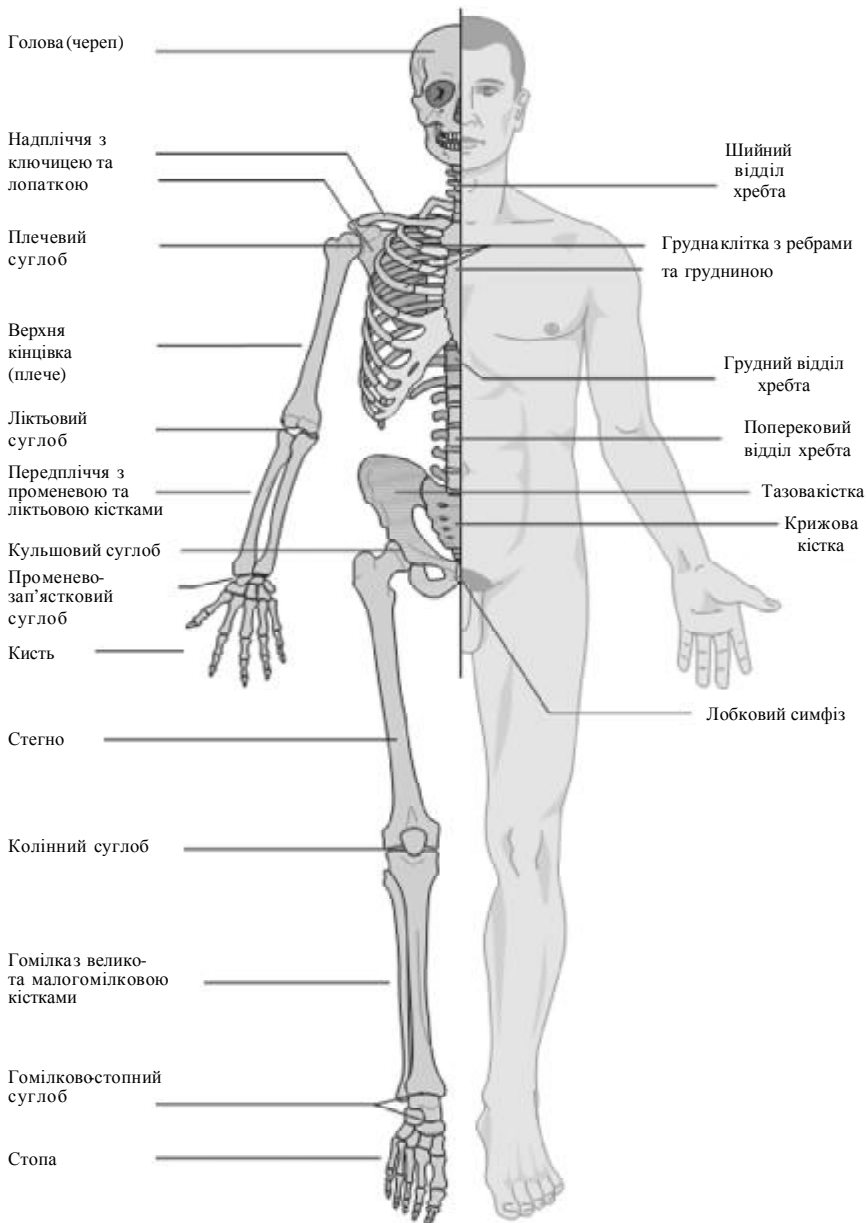
Хребтовий стовп виконує не лише опорну функцію, але й захищає спинний мозок від можливих пошкоджень.

Хребці також поділяють на справжні та несправжні. До справжніх хребців відносять шийні, грудні та поперекові. Несправжні хребці зростаються у крижову та куприкову кістки.

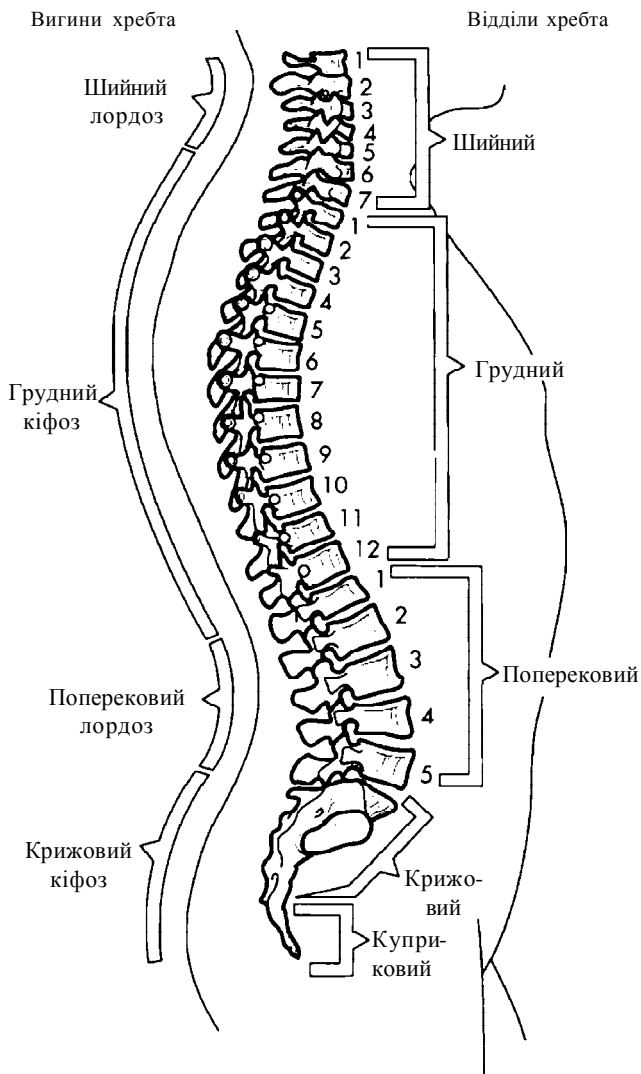
У новонароджених хребтовий стовп має форму випуклої назад дуги. Формуються вигини хребта вперед спочатку у шийному відділі (шийний лордоз), пізніше, коли дитина починає сидіти і ходити, формується вигин опуклістю вперед у поперековому відділі (поперековий лордоз), а в грудному відділі залишається вигин опуклістю назад (грудний кіфоз). Таким чином, фізіологічна S-подібна форма хребта обумовлена зміною положення тіла з горизонтального на вертикальне. Що стосується фронтальних вигинів хребта вліво або вправо, то такі вигини відносяться до хвороби, яка отримала назву сколіоз.

Хребець складається із тіла та дуги, що разом обмежують хребцевий отвір. Від дуги відходить сім відростків, один з яких – остистий є непарним, а решта – поперечні, верхні та нижні суглобові відростки є парними. На дугах сусідніх хребців існують невеликі вирізки, які при накладанні одного хребця на інший перетворюються у міжхребцеві отвори через, які проходять спинномозкові нерви, а хребцеві отвори перетворюються у хребтовий канал, в якому розташований спинний мозок з його оболонками.

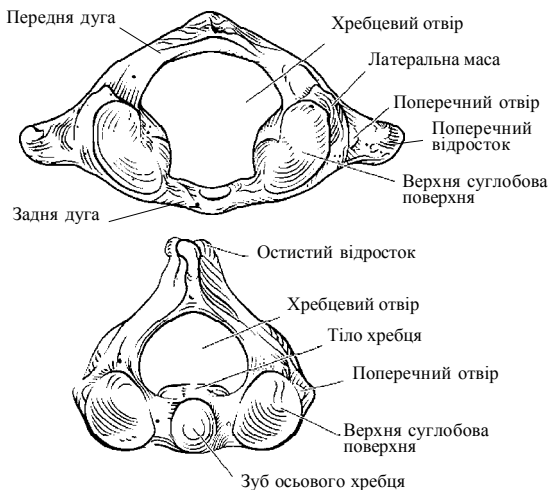
Хребці кожного із відділів хребта мають свої відмінності. Так,



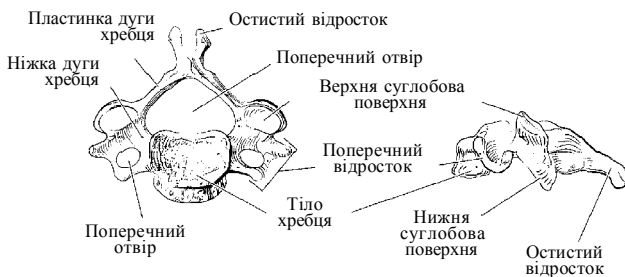
Скелет людини



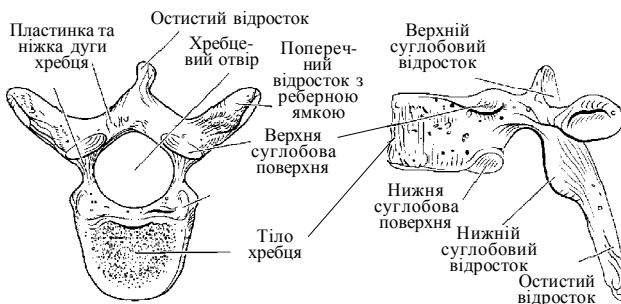
Хребтовий стовп



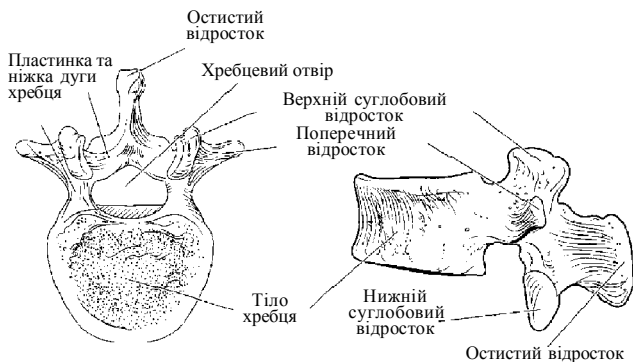
Перший та другий шийні хребці



Типовий шийний хребець



Типовий грудний хребець



Типовий поперековий хребець

шийні хребці невеликі за розмірами, мають роздвоєні остисті відростки, а у поперечних відростках знаходяться отвори для хребтової артерії. Крім того, перший шийний хребець (атлант) не має тіла, а замість його має передню хребцеву дугу. Другий, осьовий хребець, має зуб для з'єднання з передньою дугою атланта. Сьомий шийний хребець має найдовший серед усіх хребців остистий відросток. На тілі та поперечних відростках грудних хребців є суглобові поверхні для з'єднання з голівками ребер, а їх остисті відростки довгі та спрямовані вниз. Для поперекових хребців характерним є відсутність ребрових ямок та масивні тіла, а їх остисті відростки короткі, відходять майже під прямим кутом.

Скелет грудної клітки. Крім хребтового стовбура він утворений також 12 парами ребер та грудниною. Він захищає життєво важливі органи грудної порожнини і разом з дихальними м'язами утворює апарат зовнішнього дихання. Грудна порожнина має два отвори – верхній та нижній. Через верхній отвір проходять органи ший і кровносні судини, а нижній – закритий діафрагмою. Завдяки ритмічним скороченням м'язів грудної клітки і діафрагми зменшується або збільшується об'єм грудної порожнини, що призводить до дихальних екскурсій легенів.

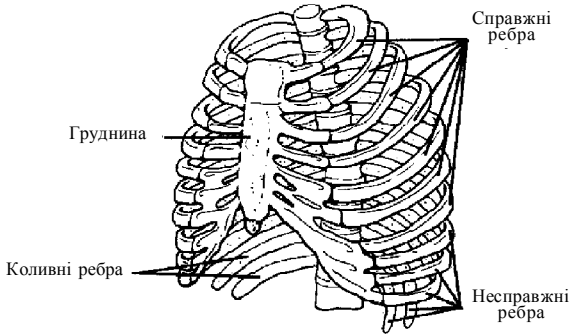
Ребра становлять значну частину скелета грудної клітки. Їх є 12 пар.

Верхні сім пар ребер, які називають справжніми, за допомогою хрящів з'єднуються з грудниною. До несправжніх ребер відносять VIII, IX та X пари ребер, які своїми хрящами з'єднуються і утворюють реброву дугу. Останні XI та XII ребра називаються ко-

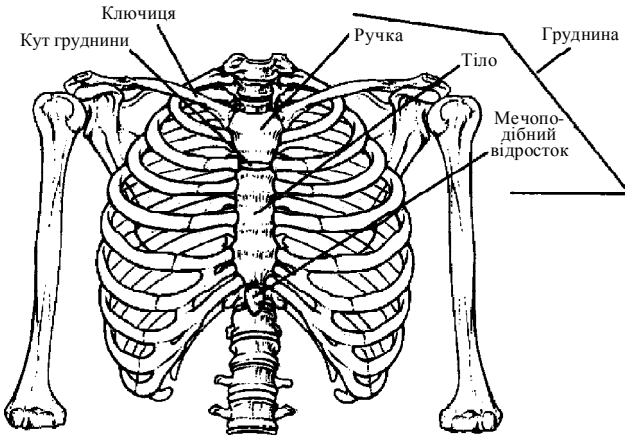
ливними, тому що вони вільно закінчуються в м'язах черевної стінки. Кожне ребро має форму зігнутої пластинки, в якій розрізняють задній кістковий кінець і передній – ребровий хрящ. На задньому, кістковому кінці ребра, знаходиться голівка, шийка і горбик ребра.

Голівки ребер з'єднуються з тілами грудних хребців, а їх горбики – з поперечними відростками грудних хребців. В цих суглобах здійснюються обмежені ковзні рухи пов'язані з дихальними екскурсіями грудної клітки.

Груднина за формою нагадує меч стародавніх римлян, тому її частини відповідно назвали так: верхня частина – ручка груднини, середня – тіло груднини та нижня – мечоподібний відросток.



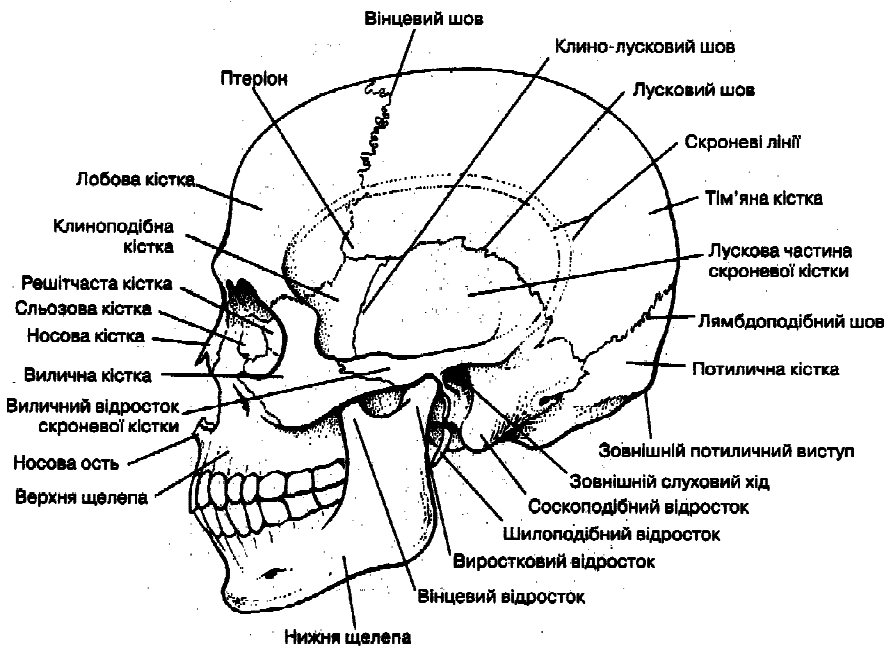
Справжні, несправжні та ковзні ребра



Груднина

Кістки черепа розрізняють парні і непарні. Парні кістки черепа – це тім'яна, вискова, нижня носова раковина, слізна та носова кістки. До непарних кісток черепа відносяться: потилична, клиноподібна, лобова, решітчаста та леміш.

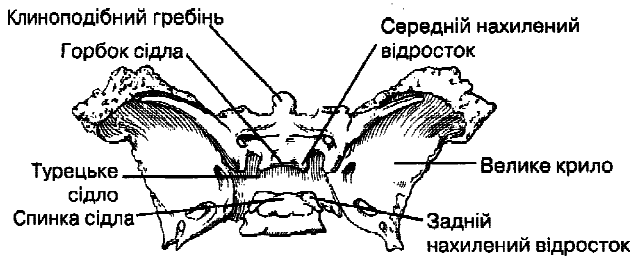
Потилична кістка має чотири частини: основну, дві бічні та потиличну луску. Основна частина має форму клина з верхньою гладкою поверхнею та внутрішньою поверхнею, що утворює схил. Що стосується нижньої поверхні, то вона нерівна і в центрі має глотковий горбик. На нижній поверхні бічних частин знаходяться потиличні виростки, які з'єднуються із суглобовими поверхнями атланта. Позаду від кожного виростка розташована виросткова ямка на дні якої інколи знаходиться отвір, через який виходить з порожнини черепа вена, що носить назву венозного випускника. Біля основи потиличних виростків проходить канал під'язикового нерва. У бічній частині виростків знаходиться яремна вирізка, яка разом з одноіменною вирізкою вискової кістки утворює яремний отвір.



Кістки мозкового та лицевого черепа

Потилична луска на своїй зовнішній поверхні має зовнішній потиличний виступ, від якого відходять парні верхні каркові лінії. На внутрішній поверхні луски знаходиться внутрішня потилична горбистість, від якої відходять борозни поперечної пазухи, а вверху відходить борозна верхньої стріловидної пазухи. Ці борозни поділяють внутрішню поверхню потиличної луски на 4 ямки, з яких дві верхні ямки вміщують потиличні частки великого мозку, а у двох нижніх ямках лежать півкулі мозочка. Спереду основна частина потиличної кістки з'єднується з тілом клиноподібної, її бічні частини – з висковими, потилична луска – з тим'яними кістками.

Клиноподібна кістка знаходиться в центрі кісток основи черепа. Вона складається з тіла, малих та великих крил і крилоподібного відростка. Тіло своєю верхньою поверхнею обернено у порожнину черепа і посередині має заглиблення – турецьке сідло, у якому лежить надзвичайно важлива залоза внутрішньої секреції – гіпофіз. У товщі тіла знаходиться порожнина клиноподібної пазухи, яка за допомогою двох парних отворів сполучається з носовою порожниною. Малі крила відходять в боки від тіла кістки і мають дві поверхні. Верхня поверхня малих крил повернута у порожнину черепа, а нижня – в очну ямку. Біля основи тіла кістки знаходиться початок зорового каналу. Великі крила беруть початок від боків тіла і мають чотири поверхні. На мозковій поверхні є втиснення від борозен головного мозку. Вискова поверхня обернена латерально і поділяється підвисковим гребенем на дві частини. Очноямкова поверхня бере участь в утворенні більшої частини зовнішньої стінки орбіти, а верхньощелепна поверхня бере участь у формуванні крилопіднебінної ямки. В основі великих крил знаходяться такі отвори: круглий, овальний і остистий. Між малими та великими крилами розташована верхня очноямкова щілина, яка з'єднує середню черепну ямку з порожниною орбіти. Крилопіднебінний відросток відходить від тіла кістки вниз. Він утворений бічною та присередньою пластинками, між якими знаходиться крилоподібна ямка. Через товщу основи крилоподібного відростка проходить крилоподібний канал. Через усі отвори, щілини та канали клиноподібної кістки проходять кровоносні судини та нерви.



Клиноподібна кістка

Лобова кістка складається з луски, двох очноямкових та носової частини. Лобова луска на зовнішній своїй поверхні має два лобових горби. Спереду вона переходить у надочноямковий край, який продовжується у виличний відросток, що з'єднується з одноіменною кісткою. У товщі нижнього відділу лобової луски знаходиться лобова пазуха, яка інколи перегородкою розділена на дві частини. Пазуха за допомогою отвора з'єднується з порожниною носа. Носова частина лобової кістки з'єднується з лобовими відростками верхньої щелепи. Очноямкова частина, повернена в порожнину орбіти, бере участь в утворенні її присередньої стінки. На бічній поверхні очноямкової частини знаходиться ямка слізної залози. Решітчаста кістка складається з двох пластинок – горизонтальної і вертикальної та решітчастого лабіринта. Горизонтальна, пластинка заходить у решітчасту частину лобової кістки і утворює верхню стінку носової порожнини. Вона пронизана 30-40 невеликими отворами, через які проходять гілочки нюхових нервів та кровоносні судини. Вертикальна пластинка відходить вниз від решітчастої пластинки і має дві частини: верхню, що виступає над решітчастою пластинкою і утворює півнячий гребінь, і нижню – більшу, яка бере участь в утворенні частини кісткової носової перегородки.

Решітчастий лабіринт розташований з обох боків від вертикальної пластинки і складається з великої кількості решітчастих комірок, що містять повітря і сполучаються одна з одною. Решітчасті комірки умовно поділяють на передні, які відкриваються у середній носовий хід, середні та задні, що відкриваються у верхній носовий хід. Бічна стінка решітчастих клітин представлена тон-

кою кістковою очноямковою пластинкою, яка бере участь в утворенні більшої площі внутрішньої стінки орбіти. На присередній стінці лабіринта знаходяться два відростки, що звисають у носову порожнину: верхня та середня носові раковини.

Леміш – непарна чотирикутної форми кісткова пластинка, що утворює задній відділ носової перегородки. Зверху вона товща і розділена на дві частини – крила, які з'єднуються з тілом основної кістки. Нижній край тонший і з'єднується з носовим гребенем верхньої щелепи. Задній край леміша вільний і відокремлює один від одного носові отвори (хоани).

Тім'яна кістка парна, чотирикутної форми пластинка, яка має внутрішню і зовнішню поверхні та чотири краї (потиличний, лускоподібний, стріловий та лобовий), які переходять у кути. Підвищення на зовнішній поверхні кістки отримало назву тім'яного горба, а на її внутрішній поверхні знаходиться борозна верхньої стрілової венозної пазухи. Ліва і права тім'яні кистки з'єднуються між собою за допомогою стрілового шва. Лускоподібні краї з'єднуються з одноіменними краями вискової кістки, утворюючи лускоподібний шов. Передні лобові краї з'єднуються з лускою лобової кістки і утворюють вінцевий шов, а потиличний край – з лямбдоподіним краєм потиличної кістки, утворюючи лямбдоподібний шов.

Вискова кістка є бічною частиною основи черепа. Вона складається з лускоподібної, барабанної та кам'янистої частин.

Лускоподібна частина має форму пластинки і розміщена у сагітальній площині. У ній розрізняють зовнішню вискову та внутрішню мозкову поверхні. На останній знаходиться борозна-відбиток середньої артерії твердої оболони головного мозку. Від лускоподібної частини відходить виличний відросток, який з'єднується з виличною кісткою, утворюючи виличну дугу. На нижній поверхні лускоподібної частини розміщена нижньощелепна ямка, в яку заходить суглобовий відросток нижньої щелепи.

Барабанна частина оточує спереду, знизу та ззаду зовнішній слуховий отвір, що веде у слуховий прохід і далі у середнє вухо (барабанну порожнину), яка розміщена у пірамідці виличної кістки, або кам'янистій частині.

Кам'яниста частина має три поверхні: передню, задню та нижню. На передній поверхні біля верхівки кам'янистої частини знаходиться втиснення трійчастого нерва. На задній поверхні кам'янистої частини розташований внутрішній слуховий отвір, який веде у кістковий канал, де проходять лицевий та присінково-завитковий нерви. У товщі кам'янистої частини знаходиться барабанна порожнина, що містить три кісточки: стремено, ковадло та молоточок. Барабанна порожнина відділяється від комірки (печери) соскоподібного відростка стінкою в якій знаходиться отвір, що з'єднує її з печерою. У товщі кам'янистої частини знаходяться органи слуху і рівноваги. На нижній поверхні кам'янистої частини знаходиться зовнішній отвір сонного каналу, в якому проходить внутрішня сонна артерія. Канал відкривається круглим отвором на верхівці кам'янистої частини. Трохи позаду від сонного каналу знаходиться яремна ямка, в якій розміщується верхня цибулина внутрішньої яремної вени. На нижньому краї кам'янистої частини є вирізка, яка разом з одноіменною вирізкою потиличної кістки обмежує яремний отвір. Між кам'янистою та лускоподібною частинами знаходиться м'язово-трубний канал, що веде у барабанну порожнину. На задній ділянці нижньої поверхні кам'янистої частини є добре виражений шилоподібний відросток, а позаду від останнього розташований масивний соскоподібний відросток. На середині відстані між названими відростками знаходиться шило-соскоподібний отвір, через який виходить стовбур лицевого нерва. З сусідніми кістками вискова кістка з'єднується за допомогою таких швів: потиличного, тім'яного, клиноподібного та виличного. Нижня носова раковина є парною кісткою, яка має три відростки: слізний, верхньощелепний та решітчастий. Одним краєм вона кріпиться до бічної стінки порожнини носа, яка утворена відростком верхньої щелепи, та до перпендикулярної пластинки піднебінної кістки, а другим краєм звисає вільно у носову порожнину.

Слізна кістка – також парна, розташована в передній частині присередньої стінки орбіти і має форму овала. На її передній поверхні знаходиться слізна борозна, яка разом з одноіменною борозною верхньої щелепи утворює носослізний канал, що відкривається у нижній носовий хід. Передній край слізної кістки

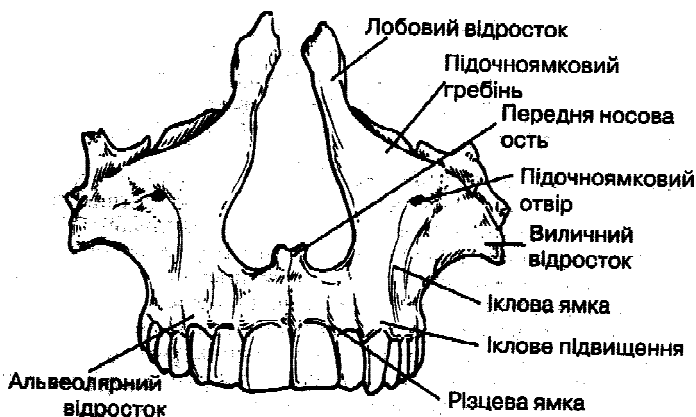
з'єднується з краєм лобового відростка верхньої щелепи; задній край – з очноямковою пластинкою решітчастої кістки; верхній – з краєм очноямкової частини лобової кістки, а нижній – з краєм очноямкової поверхні верхньої щелепи.

Носова кістка чотирикутної форми, яка з'єднується з присереднім краєм другої носової кістки протилежного боку, утворюючи спинку носа. У верхніх відділах обидві кісточки зрощені з лобовою кісткою, а з боків – з лобовими відростками верхньої щелепи. Нижні краї кісток беруть участь в утворенні грушоподібного отвору.

Кістки лица представлені верхньою щелепою, піднебінною та виличною кістками, а також нижньою щелепою. Крім цього до лица відносять також під'язикову кістку.

Верхня щелепа має тіло та чотири відростки: лобовий, виличний, піднебінний і комірковий. Тіло верхньої щелепи має чотири поверхні: очноямкову, передню, підвискову та носову. У товщі тіла знаходиться верхньощелепна (гайморова) порожнина, яка через одноіменний отвір з'єднується з середнім носовим ходом. Очноямкова поверхня тіла верхньої щелепи утворює нижню стінку (дно) орбіти, на якій розташована підочноямкова борозна, що переходить у одноіменний канал, який відкривається одноіменним отвором, на дні іклової ямки. Трохи нижче іклової ямки знаходяться коміркові випини зубних комірок. Дещо назад і вбік від передньої поверхні лежить підвискова поверхня, на якій виступає верхньощелепний горб. Передня поверхня продовжується у носову поверхню тіла верхньої щелепи, що бере участь в утворенні бічної стінки носової порожнини і на ній знаходиться верхньощелепний отвір, який сполучає носову порожнину з верхньощелепною пазухою. Поруч з основою лобового відростка знаходиться глибока слізна борозна, яка разом з одноіменною борозною на сусідній кістці бере участь в утворенні носослізного каналу. Лобовий відросток верхньої щелепи спрямований вгору, де з'єднується з лобовою кісткою, утворюючи присередньої стінки орбіти та грушоподібного отвору носа. Виличний відросток з'єднується з одноіменною кісткою. Піднебінний відросток з'єднується з одноіменним відростком протилежного боку утворюючи таким чином більшу

частину твердого піднебіння. Між обома піднебінними відростками, ближче до переднього краю знаходиться різцевий отвір, що веде до різцевого каналу. Комірковий відросток верхньої щелепи має форму підкови, на нижньому краї якої знаходяться 8-9 зубних комірок, які відмежовані одна від другої міжкомірковими перегородками. З сусідніми кістками черепа верхня щелепа з'єднується за допомогою швів: міжщелепним, слізно-щелепним, щелепно-лобовим, а також з виличною, клиноподібною, піднебінною, носовою та решітчастою кістками.

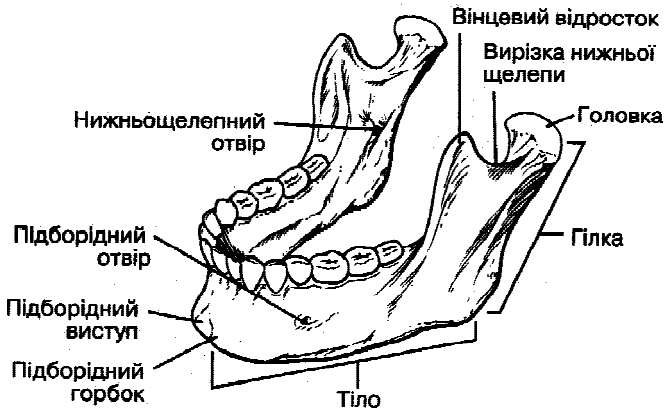


Верхня щелепа

Піднебінна кістка розміщена позаду від верхньої щелепи і разом з нею бере участь в утворенні стінок ротової та носової порожнин. У ній розрізняють вертикальну та горизонтальну пластинки.

Вилична кістка – парна, чотирикутної форми кістка, яка має три поверхні: бічну, висковута очноюмкову. З'єднуючись з відповідними відростками сусідніх кісток утворює виличну дугу.

Нижня щелепа – непарна кістка, що нагадує підкову, в якій розрізняють тіло та дві гілки. У тілі нижньої щелепи виділяють основу та коміркочастину. Посередині основи на зовнішній її поверхні розташовані підборідна горбистість та підборідні отвори через які проходять одноіменні кровоносні судини та нерви. Посередині внутрішньої поверхні нижньої щелепи знаходиться підборідня ость до якої фіксуються м'язи язика, а трохи нижче і збоку



Нижня щелепа

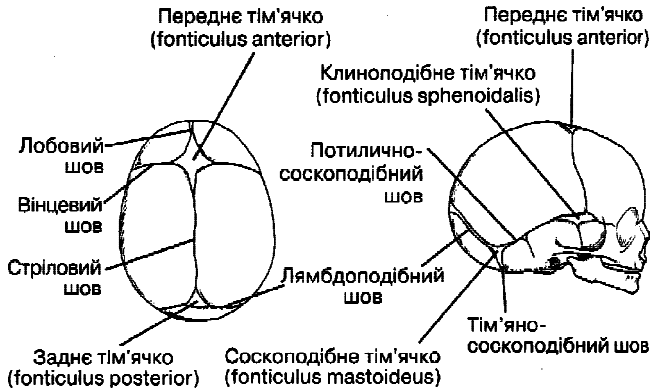
знаходиться двочеревцева ямка. Гілки нижньої щелепи разом з її тілом утворюють, кут до зовнішньої поверхні якого фіксуються жувальні м'язи. Кожна з гілок нижньої щелепи закінчується двома відростками: вінцевим та суглобовим, які відмежовані один від одного вирізкою. Суглобовий відросток закінчується голівкою нижньої щелепи, яка зчленовується з одноіменною ямкою вискової кістки, утворюючи висково-нижньощелепний суглоб. На внутрішній поверхні гілки нижньої щелепи знаходиться отвір нижньої щелепи, який веде в одноіменний канал, в якому проходять однойменні судини та нерви.

Під'язикова кістка непарна, має форму підкови і лежить на шії під нижньою щелепою. У кістці розрізняють тіло та дві пари малих та великих рижків до яких прикріплюються м'язи.

Череп в цілому

Кістки черепа з'єднуються між собою волокнистими, хрящовими, кістковими та м'язовими сполученнями. Більшість кісток черепа з'єднуються таким чином, що між краями, що стикаються, розташовується невеликий шар сполучної тканини. Такий вид з'єднання отримав назву швів. Серед них розрізняють: зубчасті, лускоподібні та плоскі. Вискова, клиноподібна та потилична кістки з'єднуються між собою хрящовими з'єднаннями, а під'язикова кістка з'єднується з черепом за допомогою м'язів.

Череп умовно поділяють на черепне склепіння та основу.



Шви та тім'ячка склепіння черепа

Склепіння черепа утворюють потилична, лобова та тім'яна кістки, у яких виділяють зовнішню та внутрішню поверхні. Кістки склепіння черепа побудовані так, що у них розрізняють зовнішню і внутрішню компактні пластинки, між якими розташований губчастий шар, який заповнений венозною кров'ю. На внутрішній поверхні кісток склепіння знаходяться борозни – відпечатки оболонних артерій, а також пальцеві втиснення від закруток головного мозку.

Основа черепа має складну будову в якій розрізняють зовнішню та внутрішню основи.

На внутрішній основі черепа виділяють три черепні ямки: передню, середню та задню.

Передня черепна ямка утворена очноямковою частиною лобової кістки, малими крилами клиноподібної кістки та решітчастою пластинкою решітчастої кістки. Посередині передньої черепної ямки знаходиться півнячий гребінь, спереду від якого знаходиться сліпий отвір, а з боків знаходиться продирявлені пластинки, через які виходять ниточки нюхових нервів.

Середня черепна ямка утворена клиноподібною та висковою кістками. В ній розрізняють парні бічні частини та непарну центральну. Посередині останньої знаходиться западина яка отримала назву турецького сідла де лежить мозковий придаток – гіпофіз. Спереду від турецького сідла знаходиться борозна зорового перехрестя, яка продовжується у канали зорових нервів. Між малими і

великими крилами клиноподібної кістки розміщена верхня очно-ямкова щілина через яку проходять кровоносні судини та нерви. Поруч з верхівкою кам'янистої частини вискової кістки знаходиться рваний отвір. Крім того у середній черепній ямці знаходяться круглий, овальний та остистий отвори через які проходять кровоносні судини та нерви.

Задня черепна ямка утворена тілом клиноподібної кістки, задніми поверхнями пірамідок вискових кісток, потиличною кісткою і частково тім'яними кістками. У центрі задньої черепної ямки знаходиться великий отвір, у передніх відділах якого знаходиться схил. Латеральніше від великого отвору знаходяться яремні отвори, через які проходять кровоносні судини та нерви. Через великий отвір проходить довгастий мозок. Крім того у задній черепній ямці знаходиться отвір під'язикового нерва і внутрішній слуховий отвір, через який входять лицевий та проміжний нерви. У задній черепній ямці знаходяться півкулі мозочка, середній мозок та частина довгастого мозку.

Зовнішню основу черепа умовно поділяють на передній та задній відділи. У передньому відділі спереду лежить тверде піднебіння, по серединній лінії якого проходить шов, який закінчується різцевим отвором, що веде у різцевий канал. У задньому відділі поперечний піднебінний шов та великі і малі піднебінні отвори, які продовжуються в одноіменні канали. Кісткове піднебіння, крилоподібні відростки та леміш формують задні носові отвори (хоани), які ведуть у носову порожнину. Біля верхівки кам'янистої частини вискової кістки знаходяться рвані отвори, а латеральніше від них знаходяться остисті отвори та шилоподібні відростки. На середній частині тіла потиличної кістки розміщується глотковий горбок, до якого фіксується глотково-основний апоневроз. По боках від великого отвору знаходяться потиличні виростки, які зчленовуються з першим шийним хребцем – атлантом. Біля основи кожного виростка проходять виросткові канали, а ще збоку від останніх знаходяться відносно великі яремні отвори через які проходять кровоносні судини та нерви. Найбільш задне положення на зовнішній основі черепа займають соскоподібні відростки, попереду від яких лежать зовнішні слухові отвори.

До відділу черепа відносять також порожнину носа, очні, крилоподібні, підвискові та вискові ямки.

У новонародженої дитини в нормі існують ділянки, де немає кісток, які отримали назву тім'ячків. Розрізняють: передне (лобове) тім'ячко – найбільше, має ромбоподібну форму, знаходиться між двома частинами лобової кістки і тім'яними кістками, заростає на 2-му році життя; заднє (потиличне) тім'ячко – трикутної форми, знаходиться між тім'яними кістками і потиличною кісткою, заростає на 2-му місяці життя; клиноподібне тім'ячко – парне, знаходиться в місці з'єднання великого крила клиноподібної кістки з лобовою, тім'яною та скроневою кістками, заростає на 2 – 3-му місяці життя; соскоподібне тім'ячко – парне, знаходиться між скроневою, тім'яною і потиличною кістками, заростає на 2 – 3-му місяці життя.

Скелет верхньої кінцівки

Скелет верхньої кінцівки утворений кістками плечового пояса та вільної кінцівки. Пояс складається з двох кісток – ключиці та лопатки, а вільна кінцівка має відділи: плече, передпліччя, кисть та фаланги пальців.

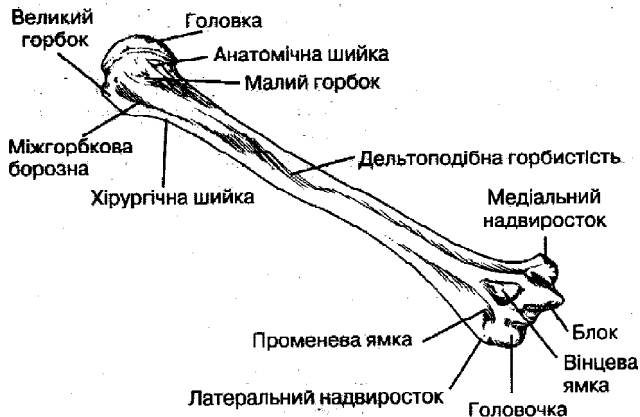
У формуванні кісток верхньої кінцівки велику роль відіграла трудова діяльність людини, що призвело до можливості виконувати точні, координовані, цілеспрямовані рухи.

Ключиця – парна кістка, S-подібної форми. Має тіло та два кінці: присередній або груднинний, і бічний, надплечовий. Груднинний кінець ключиці потовщений і вигнутий вперед містить сидлоподібної форми груднинну суглобову поверхню. Надплечовий кінець ключиці вигнутий назад і сплющений у вертикальному напрямі містить надплечову суглобову поверхню.

Лопатка розміщується на задній поверхні грудної клітки на рівні від II до VII ребер. Це плоска, трикутної форми кістка, на якій розрізняють дві поверхні: реброву або передню та задню, а також три краї: присередній, бічний та верхній. На верхньому краю лопатки знаходиться вирізка, над якою натягнута поперечна зв'язка. Остання разом з вирізкою утворюють отвір для судин та нервів. Дещо вбік і вперед верхній край лопатки переходить у дзубопод-

ібний відросток. Присередній край лопатки довший і тонший, ніж верхній край, повернений до хребта, і добре прощупується через шкіру. Бічний край лопатки потовщений та направлений в бік пахової ділянки. На зовнішній поверхні бічного кута лопатки знаходиться суглобова западина для з'єднання з голівкою плечової кістки. До верхнього і нижнього країв суглобової западини кріпляться сухожилки довгих головок двоголового і триголового м'язів плеча. Нижче суглобової западини знаходиться звуження – шийка. На передній (ребровій) поверхні лопатки знаходиться підлопаткова ямка – місце прикріплення однойменного м'яза. На задній поверхні лопатки розміщена ость, яка ділить цю поверхню на надостьову та більшу за розмірами – підостьову ямки. Від цих ямок беруть початок однойменні м'язи. Бічний відділ лопаткової ості переходить в надплечовий відросток, який з'єднується з суглобовою поверхнею ключиці.

Плечова кістка відноситься до вільної частини верхньої кінцівки і є довгою трубчастою кісткою. В ній розрізняють тіло і два кінці – верхній та нижній. На тілі плечової кістки розрізняють три поверхні: передньоприсередню, передньобічну і задню та два краї: присередній і бічний. На передньоприсередній поверхні тіла (діафіза), дещо нижче його середини, розміщений живильний отвір, що переходить у живильний канал. На передньобічній поверхні тіла, дещо вище живильного отвору, знаходиться дельтоподібна горбистість, до якої кріпиться однойменний м'яз. Позаду дельтоподібної горбистості, на задній поверхні тіла, проходить борозна променевого нерва, що має спіралеподібний хід. Верхній кінець, або проксимальний епіфіз, містить голівку, яка має півкулясту форму, і з'єднується зі суглобовою западиною лопатки. Нижче голівки знаходиться звужена частина, яка отримала назву шийки. Нижче від останньої на передбічній поверхні плечової кістки розміщуються два горбики до яких прикріплюються м'язи. Нижче великого і малого горбиків знаходяться однойменні кісткові гребені: гребінь великого горбка та гребінь малого горбка, до яких також прикріплюються м'язи. Горбики розділені міжгорбковою борозною, в якій розміщується сухожилок довгої голівки двоголового м'яза плеча. Нижче горбиків, на межі верхнього кінця і тіла пле-

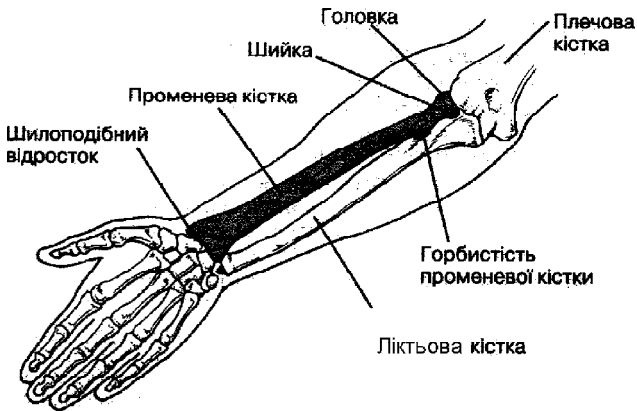


Права плечова кістка, задня поверхня

чової кістки знаходиться звуження – хірургічна шийка, яке відповідає зоні метаепіфізарного хряща. В цій ділянці найчастіше трапляються переломи плеча. Нижній кінець або дистальний епіфіз стиснутий у передньозадньому напрямі. Дистальна ділянка нижнього кінця у бічному відділі містить кулястої форми головочку плечової кістки, що сполучається з голівкою променевої кістки. Біля головочки плечової кістки знаходиться блок, який з'єднується з блоковою вирізкою ліктьової кістки. На передній поверхні дистального епіфізу над головочкою плечової кістки розміщується променева ямка, над блоком – вінцева ямка, на задній поверхні – ліктьова ямка. Розширений і дещо зігнутий наперед нижній кінець плечової кістки – виросток, закінчується з боків надвиростками: присереднім та бічним, які добре пальпуються через шкіру. Присередній надвиросток краще виражений, ніж бічний, і на своїй задній поверхні містить борозну ліктьового нерва. Для вирішення питання права чи ліва плечова кістка необхідно її голівку спрямувати доверху і до середини, а найглибшу ямку (ліктьову) – назад.

До кісток передпліччя відносять ліктьову і променеву кістки.

У ліктьовій кістці розрізняють тіло і два кінці: верхній і нижній. Тіло ліктьової кістки тригранної форми, має три поверхні: передню, задню і присередню, а також краї: передній, задній і міжкістковий. У верхньому відділі передньої поверхні кістки на межі між її тілом і проксимальним епіфізом знаходиться горбистість



Права променева та ліктьова кістки

ліктьової кістки- місце прикріплення плечового м'яза. Верхній кінець або проксимальний епіфіз потовщений і поділяється на два відростки: задній – ліктьовий, який добре пальпується через шкіру і передній – вінцевий. Між цими двома відростками знаходиться блокова вирізка для з'єднання з блоком плечової кістки. На бічній поверхні вінцевого відростка розміщена вирізка променевої кістки – місце з'єднання ліктьової кістки із суглобовим обводом голівки променевої кістки. Позаду променевої вирізки бере початок гребінь м'яза-відвертача, який, прямуючи донизу, досягає верхніх відділів тіла ліктьової кістки.

Нижній кінець, або дистальний епіфіз, ліктьової кістки заокруглений. На ньому розрізняють голівку, яка має суглобовий обвід, – місце з'єднання з променевою кісткою. Медіальніше від голівки ліктьової кістки знаходиться шилоподібний відросток, який добре прощупується.

Для визначення права чи ліва ліктьова кістка необхідно її ліктьовий відросток спрямувати доверху, блокову вирізку – наперед, променеву вирізку та гострий міжкістковий край – назовні, шилоподібний відросток – до середини.

Променева кістка розміщується назовні та дещо спереду від ліктьової. У променевій кістці також розрізняють тіло і два кінці: верхній і нижній.

Тіло променевої кістки тригранної форми, має три поверхні: передню, задню і бічну, а також три краї: передній, задній і міжкістко-

вий. Верхній кінець, або проксимальний епіфіз, променевої кістки утворює округлогулівку. На вигнутій поверхні голівки знаходиться суглобова ямка. На головці є суглобовий обвід для з'єднання з променевою вирізкою ліктьової кістки. Голівка променевої кістки відокремлена від тіла шийкою. Нижче останньої знаходиться горбистість – місце прикріплення двоголового м'яза плеча. На відміну від ліктьової, променева кістка має більш потовщений нижній кінець, ніж верхній. Нижній кінець, або дистальний епіфіз, розширений у фронтальній площині. Його бічний край продовжується у шилоподібний відросток, який добре пальпується через шкіру. Нижня поверхня нижнього кінця вигнута у поперечному і передньо-задньому напрямках. Вона є місцем з'єднання з кістками зап'ястка і називається зап'ястковою суглобовою поверхнею. На внутрішній поверхні нижнього кінця знаходиться вирізка ліктьової кістки для з'єднання із суглобовим обводом голівки ліктьової кістки.

Кістки кисті поділяють зап'ясткові, п'ясткові кістки та фаланги пальців.

Зап'ясткові кістки розміщуються у два ряди: проксимальний і дистальний, у кожному з яких по 4 кістки. До кісток першого (проксимального) ряду зап'ястка, якщо рахувати від великого пальця, відносяться: човноподібна, півмісяцева, тригранна, горохоподібна кістки. До другого (дистального) ряду кісток зап'ястка відносяться: кістка-трапеція, трапецієподібна кістка, головчаста і гачкувата кістка. Назва кісток зап'ястка відображує їх форму. Перші три кістки проксимального ряду (човноподібна, півмісяцева і тригранна), з'єднуючись, утворюють еліптичної форми, опуклу суглобову поверхню для сполучення з дистальним кінцем променевої кістки. Горохоподібна кістка не бере участь в цьому з'єднанні. Вона окремо приєднується до тригранної кістки. На поверхні кожної кістки є суглобові фасетки для з'єднання із сусідніми кістками. Крім того, на долонній поверхні деяких кісток зап'ястка є горбики для прикріплення м'язів і зв'язок.

У своїй сукупності кістки зап'ястка утворюють ніби склепіння, яке опукле на тильній стороні та жолобоподібно вигнуте на долонній. З променевого боку жолоб зап'ястка – зап'ясткова борозна, обмежений підвищенням, яке утворене горбками човно-

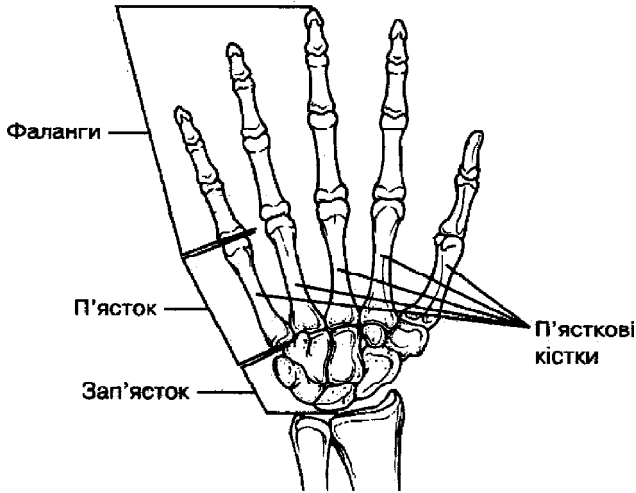


Кістки зап'ястка

подібною кісткою та кістки-трапеції, а з ліктьового боку – другим підвищенням, що сформоване гачком гачкуватої кістки та горохоподібною кісткою.

П'ясткові кістки відносяться до коротких трубчастих кісток, їх п'ять і вони називаються: I, II, III, IV та V п'ястковими кістками. У кожній п'ястковій кістці розрізняють: основу, тіло і голівку. Основи п'ясткових кісток з'єднуються з кістками другого ряду зап'ястка, а з боків – між собою. Основа I п'ясткової кістки має сідлоподібну суглобову поверхню для з'єднання з кісткою-трапецією, бічні суглобові фасетки на ній відсутні. На ліктьовій стороні основи V п'ясткової кістки є горбистість. Голівки п'ясткових кісток містять опуклі суглобові поверхні для з'єднання з проксимальними фалангами пальців.

Фаланги пальців також відносяться до коротких трубчастих кісток. Кожний палець складається з трьох фаланг: проксимальної, середньої і кінцевої. Винятком є великий палець, який має тільки дві фаланги – проксимальну і кінцеву. У кожній фаланзі розрізняють основу, тіло і голівку. Дистальний кінець кінцевої фаланги стиснутий і містить горбистість.



П'ясткові кістки

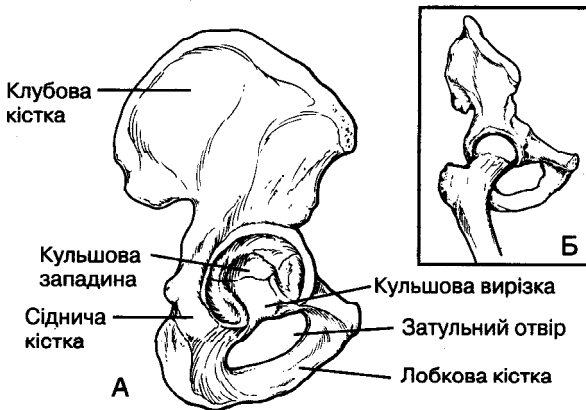
Скелет нижньої кінцівки

Скелет нижньої кінцівки складається із скелету поясу нижньої кінцівки та скелету вільної нижньої кінцівки.

Пояс нижньої кінцівки представлений парною тазовою кісткою та крижовою кісткою.

Тазова кістка належить до плоских кісток і виконує функцію опори, руху та захисту (тазових органів). Вона складається з трьох кісток: клубової, лобкової та сідничної, що зростаються в ділянці кульшової западини, яка має суглобову напівмісяцеву поверхню для з'єднання з голівкою стегнової кістки.

Клубова кістка складається з тіла та крила. Верхній край крила називається гребенем, який спереду закінчується передньою верхньою остю, а ззаду – задньою верхньою остю. Нижче верхніх остей знаходяться нижні передня і задня ості. Нижче передньої нижньої ості в місці з'єднання з лобковою кісткою утворюється клубово-лобкове підвищення, а нижче задньої нижньої ості знаходиться велика сіднична вирізка. На внутрішній поверхні крила клубової кістки знаходиться клубова ямка, яка відмежована від тіла клубової кістки дугоподібною лінією. Позаду від клубової ямки розміщена суглобова поверхня для з'єднання з крижовою кісткою.



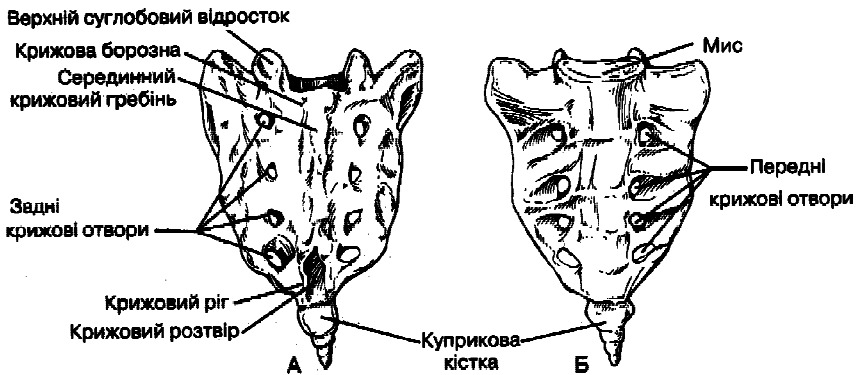
Кульшова западина (А) та її з'єднання з голівкою стегнової кістки (В)

На зовнішній поверхні крила клубової кістки знаходяться три шорсткуваті лінії – місце фіксації сідничних м'язів.

Лобкова кістка складається з тіла та двох гілок – верхньої та нижньої. В місці з'єднання гілок лобкової кістки знаходиться суглобова поверхня для з'єднання з протилежною лобковою кісткою. Збоку від лобкового зрощення розміщений лобковий горбик, від якого вздовж верхньої гілки тягнеться лобковий гребінь, що продовжується в дугоподібну лінію клубової кістки.

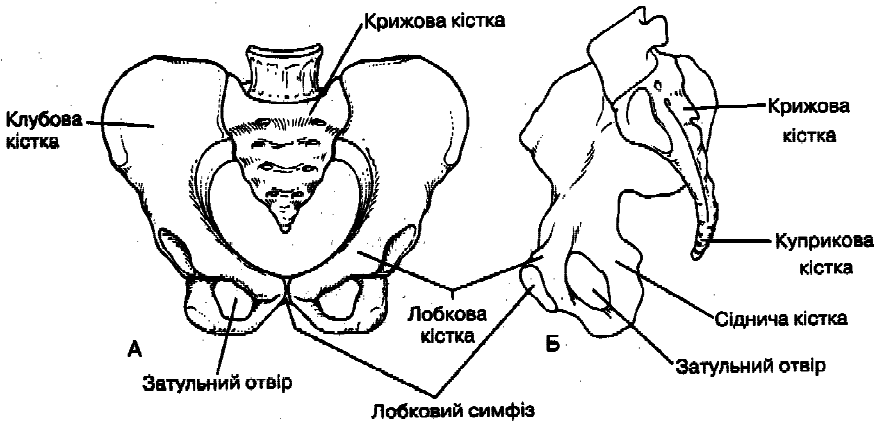
Сіднична кістка має тіло та гілку, що з'єднуються під кутом, на якому виділяють потовщення – сідничний горб. Між останнім та сідничною остю утворюється мала сіднична вирізка. Попереду гілка сідничної кістки з'єднується з нижньою гілкою лобкової кістки, обмежуючи затульний отвір.

Крижова кістка утворена крижовими хребцями, які до 14-16 років між собою не зрощені. Верхня частина крижової кістки має розширену основу, а нижня звужена – верхівку. На бічних, нерівних частинах знаходяться вускоподібні суглобові поверхні для з'єднання з однойменними поверхнями клубових кісток. Тазова поверхня крижової кістки ввігнута і гладенька, а на тильній поверхні знаходяться кісткові гребені. На обох поверхнях є по чотири пари крижових отворів через які проходять кровоносні судини та нерви.



Крижова кістка:

А – внутрішня (тазова) та Б – зовнішня поверхні



Кістки таза

Куприкові хребці зрослися у невеличку, трикутної форми, куприковувістку

Таз в цілому утворює кісткове кільце, яке складається з двох тазових та крижової кісток, з'єднаних між собою. Таз відіграє опорну роль, з'єднує кістки тулуба з нижніми кінцівками, є вмістилищем для внутрішніх органів. У жінок, крім того, таз бере участь в утворенні родового каналу. Таз поділяється на два відділи: великий та малий. Межею між ними є погранична лінія, яка обмежує отвір, що має назву входу в таз або верхньої апертури таза. Донизу від входу розміщена порожнина малого таза, яка внизу закінчується

виходом з таза або нижньою апертурою таза. Остання обмежена гілками лобкових та сідничних кісток, сідничними горбами та зв'язками і куприком.

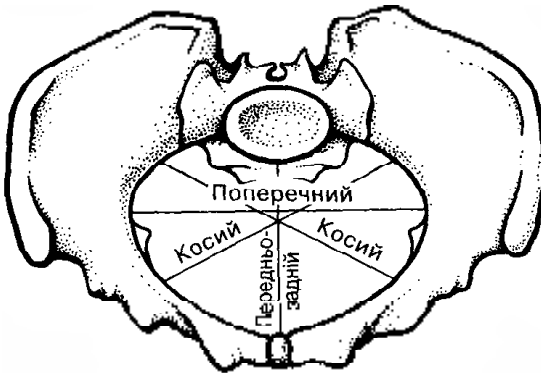
Велике значення в акушерстві мають розміри таза, які вимірюються циркулем (тазоміром). Найбільш важливими є наступні розміри таза у жінок:

1. Відстань між двома передніми верхніми остями клубових кісток (25-27 см).
2. Відстань між двома клубовими гребнями (28-29 см).
3. Відстань між двома великими вертлюгами (30-31 см).
4. Відстань від симфізу до заглибини між V поперековим та I крижовим хребцями (20-21 см).
5. Відстань від верхнього краю лобкового симфізу до миса (11,5 см).
6. Відстань від найбільш виступаючої точки на задній верхній лобкового симфізу до миса (11 см).

Вісь таза – крива лінія, яка з'єднує середини прямих розмірів таза.

Кутнахилу таза – кут між площиною входу в таз та горизонтальною площиною при вертикальному положенні тіла (55-75°).

У жінок, в зв'язку із дітородною функцією, таз має особливості будови, які проявляються в період статевого дозрівання. Кості жіночого таза тонші та більш гладкі, ніж у чоловіків. Крила клубових кісток у жінок більш розгорнуті в боки, вхід в малий таз має

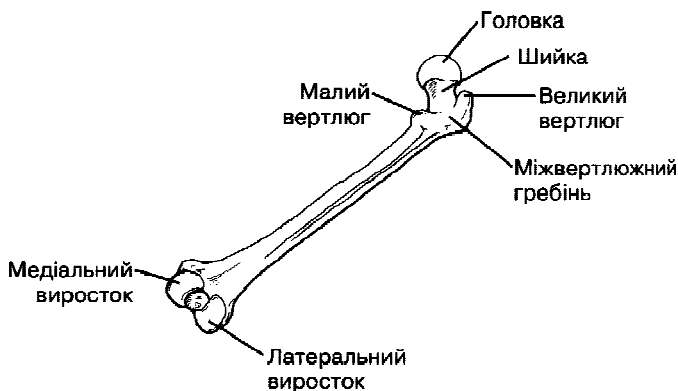


Найважливіші розміри тазового кільця

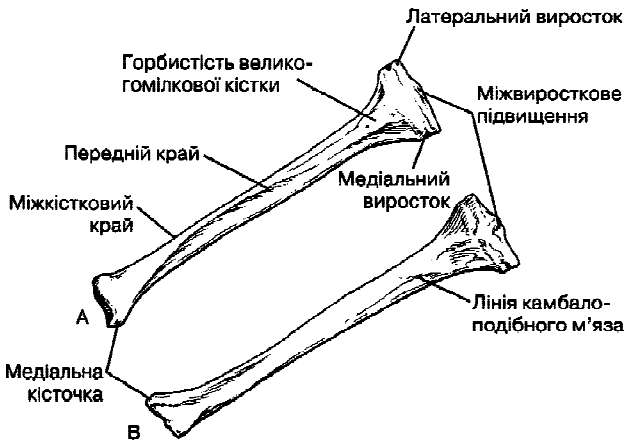
поперечно-овальну форму. Крижова кістка у жінок відносно ширша та плоска, порожнина малого таза більша, ніж у чоловіків. Розміри виходу жіночого таза більші від чоловічого, а лобковий кут наближається до прямого, тоді як в чоловічому він гострий. В загальному жіночий таз низький та широкий, а чоловічий – високий та вузький.

Стегнова кістка – найбільша з усіх довгих трубчастих кісток. В ній розрізняють тіло (діафіз) та два кінці (епіфізи). На проксимальному кінці стегнової кістки знаходиться голівка, яка з'єднана з тілом під тупим кутом (114-153°) за допомогою шийки. В місці переходу шийки в тіло стегнової кістки видаються два кісткових горби – вертлюги: великий та малий. Обидва вертлюги з'єднуються між собою на задній поверхні міжвертлюговим гребенем, на передній – міжвертлюговою лінією. Тіло стегнової кістки має тригранно-закруглену форму. На задній поверхні проходить шорсткуваталінія, яка складається з двох губ – латеральної та медіальної. Внизу губи розходяться, обмежуючи трикутну ділянку підколінної ямки. Дистальний кінець стегнової кістки утворює два виростки. На передній поверхні між виростками міститься надколінкова поверхня, а на задній – міжвиросткова ямка. Збоку на кожному виростку знаходяться два надвиростки.

Надколінок – велика сесамовидна кістка, закладена в товщі сухожилку чотириголого м'яза стегна. В ньому розрізняють основу та верхівку. На задній поверхні знаходиться суглобова поверх-



Стегнова кістка (задня поверхня)



Великогомількова кістка: спереду (А), ззаду (В)

хня, якою надколінок прилягає до надколінкової поверхні стегнової кістки.

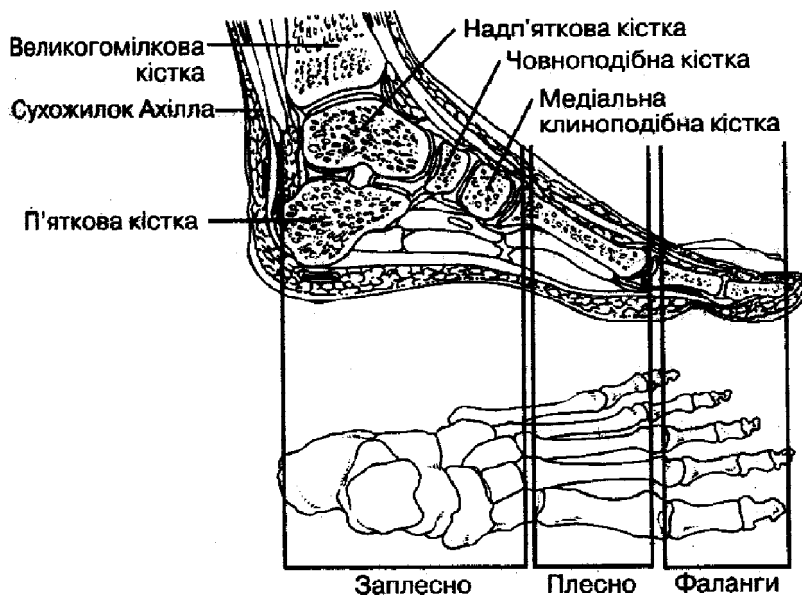
Скелет гомілки складається з двох трубчатих кісток – великогомількової та малогомількової. Основною опорною кісткою є великогомількова, яка займає медіальне положення на гомілці. Проксимально вона з'єднується з стегною кісткою, утворюючи колінний суглоб, а дистально разом із малогомільковою з'єднується з над'яtkовою кісткою, утворюючи гомілковостопний суглоб.

Великогомількова кістка найбільша з кісток гомілки. В ній розрізняють тіло (діафіз) і два кінці (епіфізи) – проксимальний та дистальний. На проксимальному кінці знаходяться два виростки: присередній (медіальний) та бічний (латеральний), які містять суглобові поверхні для з'єднання із виростками стегнової кістки. Між суглобовими поверхнями обох виростків розташовується міжвиросткове підвищення, яке складається з двох горбиків. Спереду та ззаду від підвищення знаходяться передне та задне міжвиросткове поля. Дані утворення необхідні для прикріплення внутрішньо-суглобових зв'язок. На передній поверхні епіфізу нижче суглобових поверхонь є горбистість великогомількової кістки, – місце прикріплення сухожилку чотириголового м'яза стегна. В ділянці бічного виростка міститься суглобова поверхня для з'єднання з голівкою малогомількової кістки. Тіло великогомількової кістки має тригранну форму. В ньому розрізняють три краї: передній, медіальний

та латеральний. Між трьома краями розміщені три поверхні: задня, медіальна та латеральна. Дистальний кінець великогомілкової кістки закінчується нижньою суглобовою поверхнею та медіальною кісточкою, яка має власну суглобову поверхню для з'єднання з надп'ярковою кісткою стопи. Позаду медіальної кісточки проходить сухожилкова борозна, а на латеральному кінці знаходиться вирізка, для з'єднання з малоюмілковою кісткою.

Малоюмілкова кістка займає латеральне положення на гомілці. В ній розрізняють тіло (діафіз) та два кінці (епіфізи). Проксимальний кінець представлений голівкою, яка має верхівку та суглобову поверхню для з'єднання з латеральним виростком великогомілкової кістки. Тіло малоюмілкової кістки має тригранну форму та ніби скручене навколо поздовжньої осі. Медіальний край разом із однойменним краєм великогомілкової кістки служить для прикріплення міжкісткової перетинки. Дистальний кінець утворює латеральну кісточку, на якій знаходиться суглобова поверхня для з'єднання з надп'ярковою кісткою.

Скелет стопи складається з кісток: заплесна, плесна та фаланг пальців.

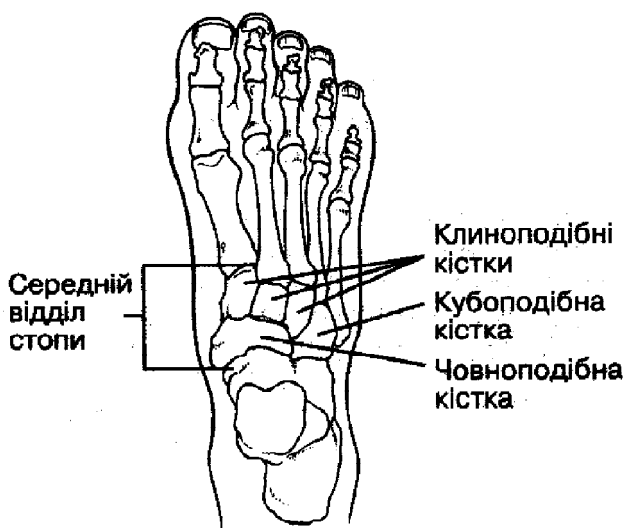


Скелет стопи: вигляд збоку та зверху

Заплюсно складається з семи коротких губчатих кісток, які розташовуються в два ряди. Перший ряд представлений надп'яtkовою та п'яtkовою кістками. Другий ряд утворений присередньо човноподібною та трьома клиновидними кістками, а латерально міститься кубовидна кістка.

Надп'яtkова кістка складається з тіла, шийки та голівки з суглобовою поверхнею для з'єднання з човноподібною кісткою. Тіло містить блок, який має суглобові поверхні: верхню, для з'єднання з нижньою поверхнею великогомілкової кістки, та дві бічні, для з'єднання з кісточками гомілкових кісток. На нижній поверхні надп'яtkової кістки є суглобові поверхні для з'єднання з п'яtkовою кісткою, між якими проходить борозна.

П'яtkова кістка розташовується нижче та позаду від надп'яtkової кістки і на верхній поверхні містить суглобові поверхні для останньої. Задньонижній відділ п'яtkової кістки утворює п'яtkовий горб, який містить два відростки. На передньому кінці знаходиться суглобова поверхня, для з'єднання з кубовидною кісткою. Із зовнішнього боку проходить борозна, яка разом із борозною надп'яtkової кістки утворює кістковий канал, що відкривається на тильній поверхні стопи. На внутрішньому боці розташовується



Кістки плесна

підтримувач надп'яtkової кістки.

Човноподібна кістка розташована між голівкою надп'яtkової кістки та трьома клиновидними кістками, з якими з'єднується за допомогою суглобових поверхонь. З внутрішнього боку виділяється горбистість, яку можна промацати через шкіру.

Клиновидні кістки розташовані між човноподібною та I-III плесневими кістками.

Кубовидна кістка знаходиться між п'яtkовою кісткою та IV-V плесневими кістками. На підшвовій поверхні виділяється горбистість, спереду якої проходить борозна.

Плесно складається з п'яти коротких трубчатих плесневих кісток. В них розрізняють проксимальний кінець – основу, тіло та дистальний кінець – голівку. На основах I та V плесневих кісток знаходяться виступи.

Кістки пальців стопи, короткі трубчаті кістки. За винятком першого пальця, складаються з трьох фаланг. Дистальні фаланги мають на своєму кінці потовщення.

Стопа в цілому. Комплекс кісток стопи, з'єднаних майже нерухомо за допомогою тугих суглобів, утворює тверду основу стопи, яка складається з 10 кісток. Напіврухоме з'єднання кісток стопи утворює пружне рухоме склепіння, що має значення в амортизації рухів при ходьбі та зменшенні навантаження на хребет. В будові стопи виділяють 5 поздовжніх та 1 поперечне склепіння. Поздовжні склепіння починаються з одного пункту на п'яtkовій кістці і розходяться вперед по випуклих доверху радіусах, які відповідають 5 променям стопи вздовж плесневих кісток. Найдовшим та найвищим поздовжнім склепінням є II. Поперечне склепіння утворюється в передній частині стопи при з'єднанні поздовжніх склепінь і має вигляд параболи. Важливу роль в підтримці склепінь відіграють зв'язки, сухожилки м'язів та фасції стопи. При ослабленні вказаних факторів склепіння опускаються, а стопа набуває плоскої форми.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО З'ЄДНАННЯ КІСТОК

Усі кістки тіла людини та хребетних тварин з'єднуються між собою за допомогою різних способів у гармонійну систему, яка забезпечує з одного боку досить велику міцність, а з іншого боку створює значну рухливість компонентів суглобу. Наука, яка вивчає з'єднання кісток, називається артрологією.

Розвиток різних видів з'єднання органів руху та опори людини здійснюється у три етапи, утворюючи такі види з'єднань кісток:

I. Безперервні з'єднання:

- безперервні з'єднання: за допомогою сполучної тканини це такі як міжкісткові перетинки, зв'язки, тім'ячка, шви між більшістю кісток склепіння черепа та зубо-комірковевклинення;

- безперервні тимчасові та постійні з'єднання за допомогою хрящової тканини;

- безперервні з'єднання за допомогою кісткової тканини.

II. Напівсуглоби, або симфізи, до яких відносяться лобковий симфіз,

міжхребцевий симфіз та симфіз ручки груднини.

III. Перервні з'єднання, або суглоби, структурними компонентами яких є: суглобові поверхні, суглобова капсула, суглобова порожнина та суглобовий хрящ.

Капсула має зовнішній шар, утворений фіброзною перетинкою і внутрішній – синовіальний. Синовіальна перетинка може утворювати складки і сумки.

Класифікація суглобів

I. По кількості поверхонь кісток, що з'єднуються:

а) простий суглоб утворюється двома кістками (двома суглобовими поверхнями);

б) складний суглоб, утворений більш ніж двома кістками.

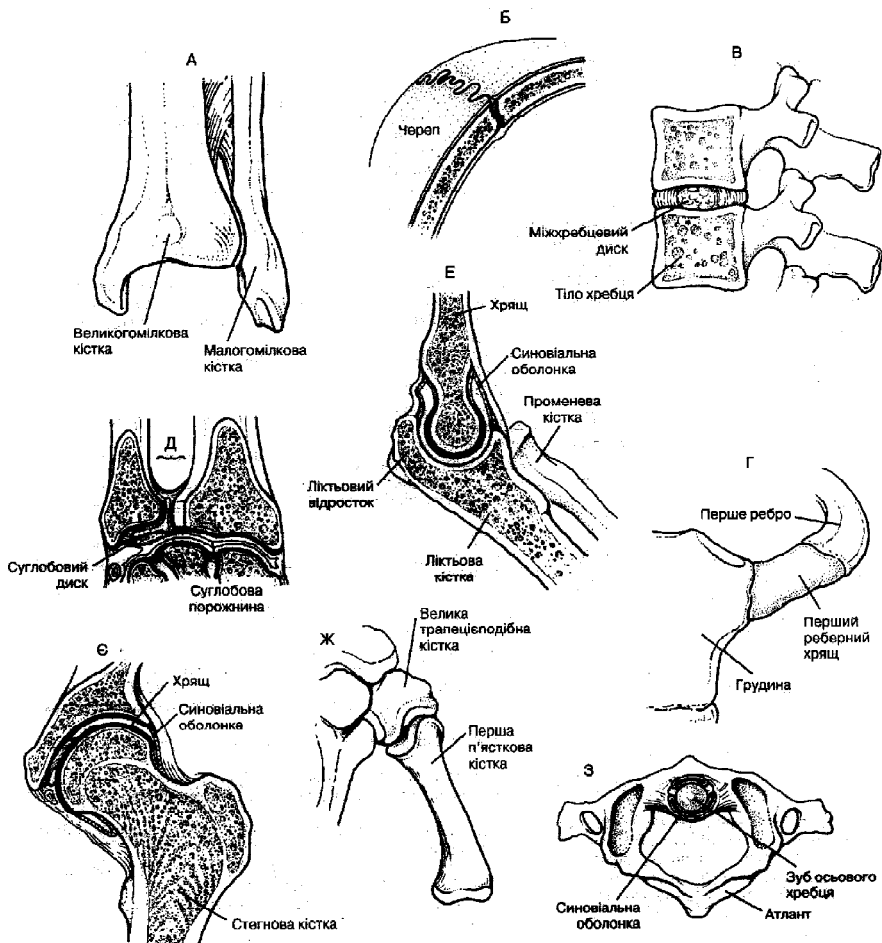
II. За формою суглобових поверхонь, що з'єднуються:

а) плоский суглоб;

б) кулястий;

в) чашоподібний;

г) циліндричний;



Різні види з'єднань кісток

- д) еліпсоподібний;
- е) гвинтоподібний;
- ж) двовиростковий;
- з) сідлоподібний.

III. Залежно від функції або за об'ємом рухів:

а) одноосьові (циліндричний, гвинтоподібний, блокоподібний);

б) двоосьові (еліпсоподібний, виростковий, сідлоподібний);

в) триосьові (кулястий, чашоподібний, плоский).

IV. Комбінований – це комбінація декількох ізольованих один

від одного суглобів, розташованих окремо один від одного, але функціонально пов'язаних (скронево – нижньощелепний).

V. Комплексний – це такий суглоб, в просвіті суглобової порожнини якого є факультативні компоненти (диски, меніски, зв'язки та ін.). Наприклад: колінний, груднинно-ключичний суглоби.

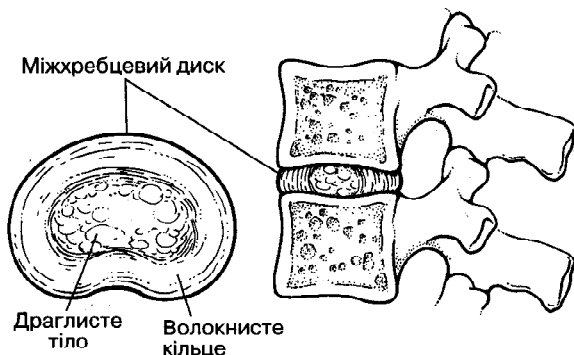
З'єднання хребтового стовпа

Хребці з'єднуються між собою по-різному. Так, тіла хребців з'єднуються безперервно за допомогою міжхребцевих дисків, що відіграють роль амортизаторів і скріплюються передніми та задніми поздовжніми зв'язками які запобігають надмірному згинанню та перерозгинанню хребтового стовпа.

Атлант і осьовий хребець не мають міжхребцевого диска, а вони з'єднуються між собою за допомогою передньої дуги та зуба. В цьому суглобі здійснюються обертальні рухи. Що стосується першого шийного хребця, то він з'єднується з потиличною кісткою за допомогою своїх верхніх суглобових відростків та виростків потиличної кістки. В атланта – потиличному суглобі відбуваються рухи, пов'язані з нахилом голови вперед, назад та вбоки.

Дуги хребців сполучаються між собою безперервно за допомогою жовтих зв'язок.

Остисті та поперечні відростки з'єднані відповідно – міжостистими та міжпоперечними зв'язками. Міжостьові зв'язки, які виходять у ділянці шиї за межі остистих відростків потовщуються і формують каркову зв'язку.



З'єднання тіл хребців

Суглобові відростки з'єднуються перервно за допомогою міжхребцевих суглобів.

З'єднання ребер здійснюються з грудниною та хребтом, а саме: суглоб голівки ребра, утворений суглобовими поверхнями голівки ребра та ребровими ямками на тілі грудного хребця, і реброво-поперечний суглоб, утворений суглобовими поверхнями горбка ребра та ребровою ямкою поперечного відростка. Крім того ребра з'єднуються між собою безперервно зовнішньою та внутрішньою міжребровими перетинками.

З'єднання кісток черепа здійснюється переважно безперервно за допомогою зубчастих, вінцеподібних, лускових та плоских швів.

Скронева кістка з нижньою щелепою з'єднується перервно, утворюючи скронево-нижньощелепний суглоб. Суглобовими поверхнями є нижньощелепна ямка скроневої кістки та голівка нижньої щелепи. Суглобовий диск розділяє суглобову порожнину на верхній та нижній поверхи (комплексний суглоб). У суглобі можливі такі рухи: опускання та піднімання нижньої щелепи, зміщення нижньої щелепи вперед і назад та зміщення нижньої щелепи вправо та вліво, а також кругові рухи.

З'єднання черепа з хребтом здійснюється за допомогою атланта-потиличного суглоба. Суглобовими поверхнями є верхня суглобова ямка атланта і потиличний виросток. У цьому суглобі можливі такі рухи: згинання і розгинання, відведення та приведення.

З'єднання першого та другого шийних хребців утворюють:

а) бічний атланта-осьовий суглоб з обмеженим об'ємом рухів

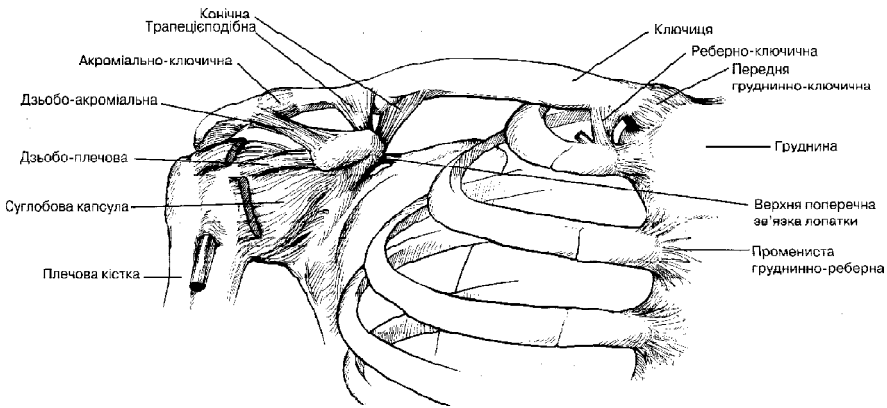
б) серединний атланта-осьовий суглоб, у якому відбувається обертання голови навколо вертикальної осі.

З'єднання верхньої кінцівки

З'єднання грудного пояса

1. Безперервні з'єднання плечового пояса: між дзьобоподібним і надплечовим відростками лопатки.

2. Перервні з'єднання (суглоби): груднинно-ключичний суг-



Зв'язки плечового суглоба та груднини

лоб, утворений суглобовою поверхнею груднинного кінця ключиці та ключичною вирізкою груднини та надплечово-ключичний суглоб, утворений суглобовими поверхнями надплечового відростка лопатки і надплечового кінця ключиці.

З'єднання вільної верхньої кінцівки

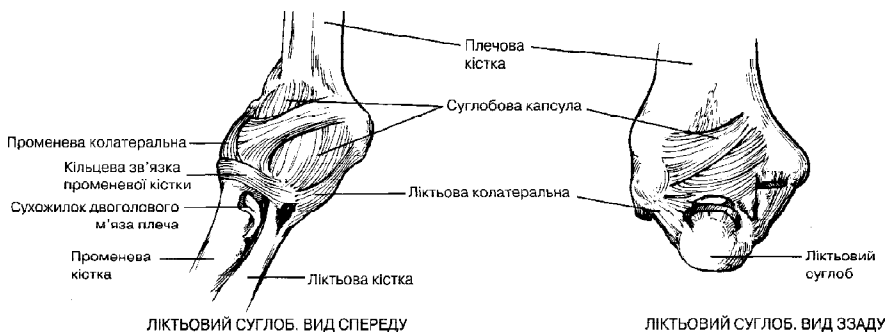
Плечовий суглоб утворений голівкою плечової кістки і суглобовою западиною лопатки. У суглобі можливі рухи згинання і розгинання, відведення і приведення та обертання.

Ліктьовий суглоб складний, включає в собі три суглоби: плечо-ліктьовий, плечо-променевиий, проксимальний променево-ліктьовий. У суглобі здійснюються згинання і розгинання та обертання.

Дистальний променево-ліктьовий суглоб комбінований, утворений дистальними епіфізами променевої і ліктьової кісток. Можливі обертання навколо вертикальної осі при участі ліктьового суглоба.

Між кістками передпліччя є безперервне з'єднання за рахунок міжкісткової перетинки передпліччя.

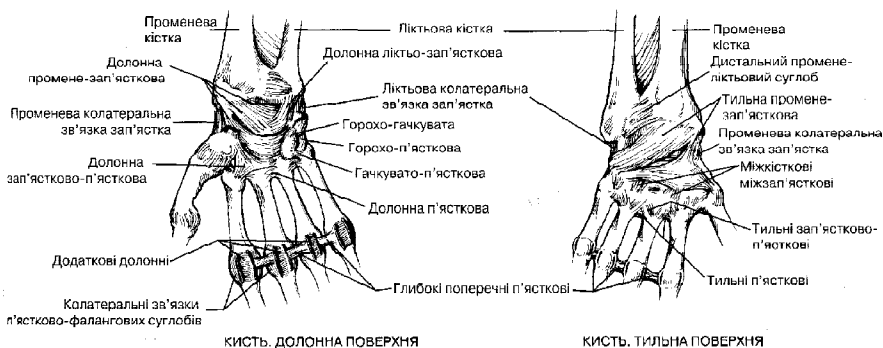
Променево-зап'ястковий суглоб утворений зап'ястковою суглобовою поверхнею променевої кістки і суглобовими поверхнями човноподібної, півмісяцевої і тригранної кісток. Це складний, комплексний, двоосьовий суглоб. Функції: згинання і розгинання, відведення та приведення, а також можливий коловий рух.



ЛІКТЬОВИЙ СУГЛОБ. ВИД СПЕРЕДУ

ЛІКТЬОВИЙ СУГЛОБ. ВИД ЗЗАДУ

Зв'язки ліктьового суглоба



КИСТЬ. ДОЛОННА ПОВЕРХНЯ

КИСТЬ. ТИЛЬНА ПОВЕРХНЯ

Суглобові зв'язки кисті та пальців

До дрібних суглобів кисті та пальців відносяться зап'ясто-п'ясткові, міжп'ясткові, п'ястково-фалангові та міжфалангові суглоби.

З'єднання нижньої кінцівки

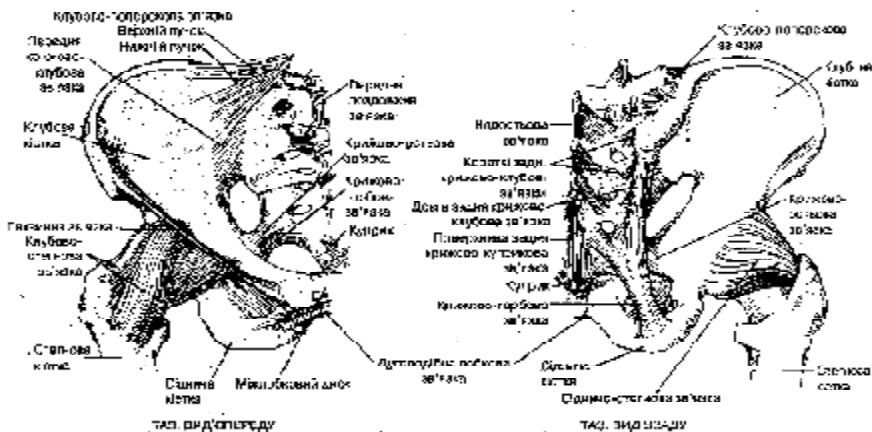
З'єднання тазового пояса

До безперервних з'єднань тазового пояса відносяться такі:

а) затульна перетинка закриває затульний отвір і перетворює затульну борозну в однойменний канал;

б) крижово-горбова зв'язка – між крижовою кісткою та сідничним горбом, перетворює малу сідничну вирізку в малий сідничний отвір;

в) крижово-остьова зв'язка – між крижовою кісткою і сідничною остю, перетворює велику сідничну вирізку у великий сідничний отвір;



Зв'язки таза та кульшового суглоба

г) лобковий симфіз – хрящове з'єднання між суглобовими поверхнями лобкових кісток. Іноді у жінок це з'єднання має щілину.

До перервних з'єднань тазового пояса відноситься парний крижово-клубовий суглоб, який утворений суглобовими поверхнями крижової і клубової кісток. Це простий, плоский суглоб, з обмеженим об'ємом рухів.

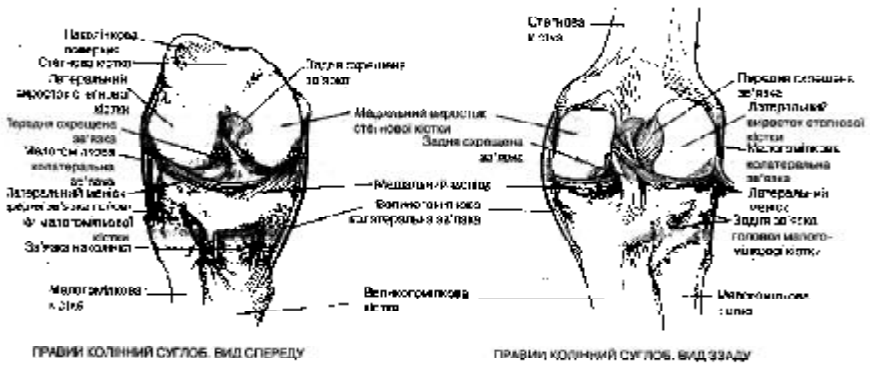
З'єднання вільної нижньої кінцівки

Кульшовий суглоб утворений кульшовою западиною клубової кістки і голівкою стегнової кістки. Суглоб укріплений такими зв'язками:

- а) зв'язка голівки стегнової кістки;
- б) поперечна зв'язка кульшової западини (внутрішньосуглобова);
- в) клубово-стегнова зв'язка;
- г) сіднично-стегнова зв'язка;
- д) лобково-стегнова зв'язка;
- є) коловий пояс.

У кульшовому суглобі здійснюються такі рухи, як відведення і приведення та обертання, а також можливий коловий рух.

Колінний суглоб утворений виростками і надколінною поверхнею стегнової кістки, а також верхніми суглобовими поверхнями великогомілкової кістки та надколінком. Допоміжними елементами суглоба є внутрішньосуглобові меніски.



ПРАВИЙ КОЛІННИЙ СУГЛОБ. ВИД СПЕРЕДУ

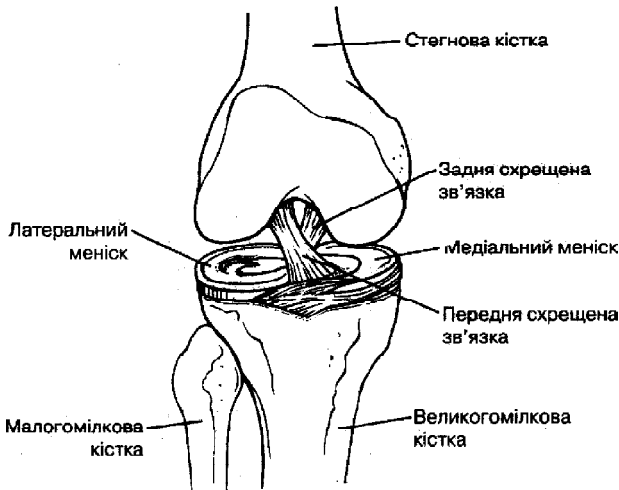
ПРАВИЙ КОЛІННИЙ СУГЛОБ. ВИД ЗЗАДУ

Зв'язки колінного суглоба

Розрізняють такі зв'язки колінного суглоба:

- а) поперечну зв'язку коліна;
- б) передню і задню хрестоподібні зв'язки (внутрішньокапсульні);
- в) великомілкувубічну зв'язку;
- г) маломілкувубічну зв'язку;
- д) косу і дугоподібну підколінні зв'язки;
- е) зв'язку надколінка.

Суглоб складний, двоосовий з можливими рухами навколо фронтальної осі відбувається згинання і розгинання та навколо вертикальної осі – обертання (при зігнутому коліні).



Суглобові меніски колінного суглоба

Велико-малогомілковий суглоб утворений малогомілковою суглобовою поверхнею великогомілкової кістки і голівкою малогомілкової кістки. Простий, плоский, з обмеженим об'ємом рухів.

Між кістками гомілки є також безперервне з'єднання за рахунок міжкісткової перетинки гомілки.

Надп'яtkово-гомілковий суглоб, утворений нижньою суглобовою поверхнею великогомілкової кістки, суглобовими поверхнями присередньої і бічної кісточки та блоком надп'яtkової кістки. Допоміжними елементами є дельтоподібна зв'язка та бічна об'їдна зв'язка. У суглобі здійснюються такі рухи, як згинання (стопа стає на пальці, п'ятка підіймається) і розгинання (стопа стає на п'ятку).

Поперечний суглоб заплесна, або суглоб Шопара, що складається з двох суглобів п'яtkово-кубоподібного та надп'яtkово-човноподібного. Суглоб утворюють суглобові поверхні п'яtkової, кубоподібної надп'яtkової та човноподібної кісток. Допоміжними елементами – зв'язки, серед яких особливо важливою є роздвоєна зв'язка. Функція: у суглобі відбувається приведення (при цьому піднімається внутрішній край стопи) і відведення (при цьому піднімається бічний край стопи).

Заплесно-плеснові суглоби, або суглоб Лісфранка. Суглобовими поверхнями є кубоподібна, клиноподібна кістки і основи плеснових кісток. Ці суглоби підтримуються тильними та підшовними заплесно-плесновими зв'язками, а також міжкістковими клино-плесновими зв'язками. Суглоби з обмеженим об'ємом рухів



Кістки, що утворюють гомілково-стопний суглоб

Міжплеснові суглоби комбіновані, плоскі, з обмеженим об'ємом рухів

Суглоби плесна, заплесно-плеснові суглоби, міжплеснові суглоби формують тверду основу стопи. Кістки стопи, з'єднуючись між собою, утворюють п'ять поздовжніх склепінь і одне поперечне склепіння. Всі поздовжні склепіння починаються на п'ятковій кістці і проходять вздовж плеснових кісток. Поперечне склепіння формується на рівні найвищих точок поздовжніх склепінь. Склепіння стопи втримується зв'язками (пасивні "затяжки" склепінь стопи) і м'язами (активні "затяжки" склепінь стопи) при послабленні "затяжок" склепіння стопи опускається і розвивається плоска стопа.

Плесно-фалангові суглоби утворені голівками плеснових кісток і основами проксимальних фаланг.

Міжфалангові суглоби стопи утворені фалангами пальців.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО М'ЯЗИ ТА ФІЗІОЛОГІЮ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Кістки і їх з'єднання як пасивні органи опорно-рухового апарату знаходяться в тісному анатомічному і функціональному зв'язку з м'язами – активними органами опорно-рухового апарату.

В організмі м'язи здійснюють функцію зовнішнього і внутрішнього руху. Вони побудовані з м'язової тканини, елементи якої здатні до скорочення, змінюючи при цьому свою довжину. Слід відзначити, що м'язи діють з певною силою на ті утворення, до яких вони прикріплюються, в першу чергу, на кістки (як важелі руху), а також на фасції, шкіру і деякі внутрішні органи.

У хребетних і людини існує два основні види м'язів: посмуговані та гладкі. Підвидом посмугованої мускулатури є мускулатура серця.

Посмуговані м'язові волокна, або довільні, скелетні, скорочення яких залежить від нашої волі (за нашим бажанням ми можемо їх припиняти або посилювати на відміну від гладких м'язів, що працюють поза нашою свідомістю у автоматичному режимі) розвиваються там, де рухи здійснюються швидко і енергійно, тобто в межах, так званої, соми. Завдяки функції посмугованих м'язів відбувається переміщення тіла у просторі, різноманітна робота верхніх кінцівок, розширення і звуження грудної клітки при акті дихання, екскурсії хребтового стовпа і голови, жування, ковтання, тобто всі рухи, які відбуваються між окремими частинами скелета. Крім того, від посмугованих м'язів залежать миміка обличчя, рухи ока, мова, а також ковтання і сечовиділення. З посмугованих волокон в людському організмі побудовані м'язи голови і шиї, тулуба, кінцівок, діафрагма, м'язи язика, піднебіння, глотки і верхньої частини стравоходу, гортані та промежини. Крім того, одним з результатів м'язового скорочення є продукція тепла.

В організмі людини є біля 600 скелетних м'язів. Якщо скласти всі м'язи організму разом, то вони могли б розвинути напругу в 20 – 30 тон.

У дорослої людини маса м'язової тканини становить приблизно 40% від маси тіла, у жінок дещо менше, у новонароджених

– 20%, у старих людей – до 30%. М'язи вкривають скелет так, що лише деякі його частини розміщуються безпосередньо під шкірою. Тому особливості зовнішніх форм організму людини залежать в значній мірі від розміщення м'язів (атлетична гімнастика).

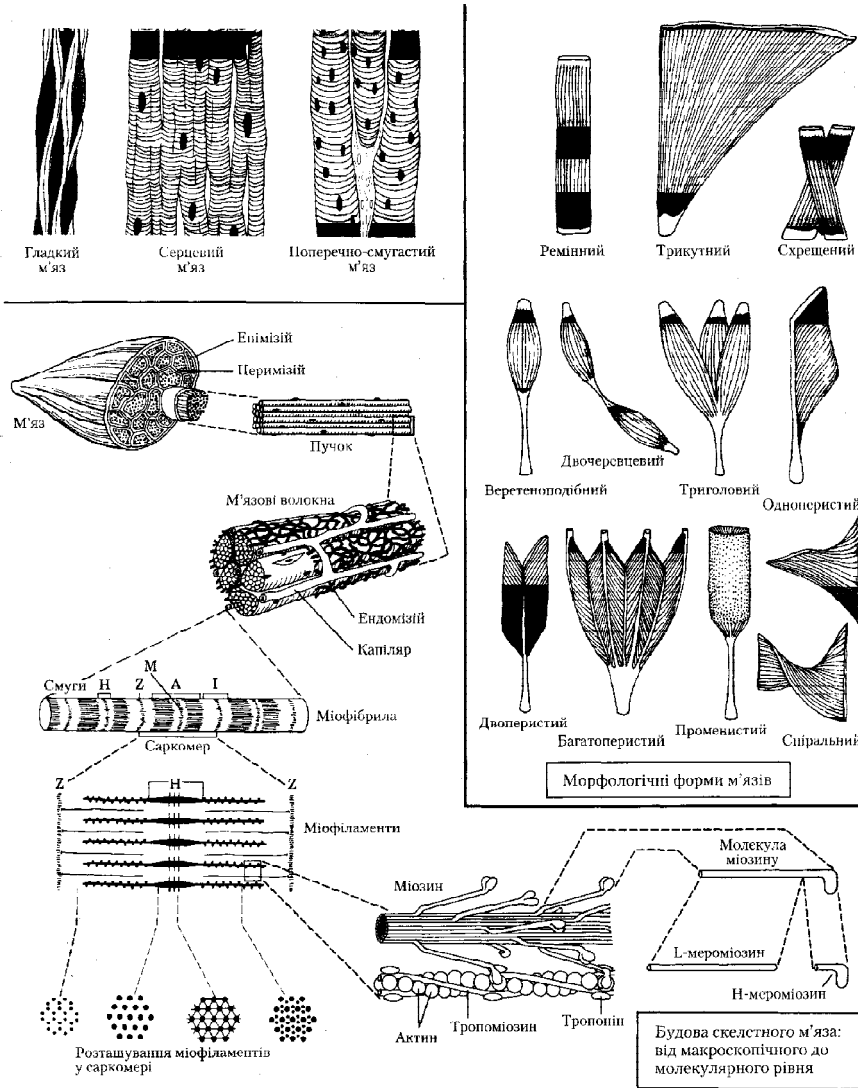
Посмугована м'язова тканина. Структурною функціональною одиницею скелетної м'язової тканини є посмуговане м'язове волокно. Воно є багатоядерним утворенням – симпластом. Довжина посмугованих м'язових волокон становить від декількох міліметрів до 10,0-12,0 см, а діаметр – 12,0-100,0 мкм.

Клітини поперечнопосмугованого м'язового волокна мають цитоплазму, яка називається саркоплазмою (від грец. *sarkos* – м'ясо); ззовні воно оточене тонкою цитоплазматичною мембраною – сарколемою. У саркоплазмі міститься велика кількість ядер, які, зазвичай, розташовуються відразу ж під сарколемою.

Поперечнопосмуговане м'язове волокно містить повний набір органел загального значення, що забезпечують природні процеси живлення і синтезу білків. У мітохондріях, які у великій кількості містяться у м'язовому волокні, накопичується енергія, необхідна для його скорочення. Цитоплазматична сітка, особливо її гранулярна частина, бере участь в синтезі спеціальних білків, що забезпечують скорочення м'язового волокна.

На гістологічному поперечному зрізі м'язове волокно може мати різний колір. Він залежить від кількості м'язового пігменту – міоглобіну, який знаходиться в саркоплазмі м'язового волокна: якщо вміст міоглобіну великий, то волокно має червоно-бурий колір; якщо міоглобіну мало – блідо-червоний. Тому залежно від вмісту міоглобіну розрізняють білі і червоні м'язові волокна. Гістохімічний аналіз показав, що білі м'язові волокна характеризуються переважно анаеробним типом обміну речовин, а червоні – аеробним. Є думка, що волокна з анаеробним типом обміну скорочуються швидко, а волокна з аеробним – повільно. У людини майже в кожному м'язі містяться білі і червоні м'язові волокна, а також волокна слабо пігментовані. Кількісне співвідношення різних волокон залежить від того, які функціональні властивості має м'яз.

Окрім органел загального значення, поперечнопосмуговані м'язові волокна містять також спеціальні органели-міофібрили.



Типи м'язів та деталі їх будови

Вони складають скоротливий апарат м'язових волокон. Товщина міофібрил змінюється від 0,5 до 2,0 мкм. На поперечному розрізі міофібрили мають форму круга, овалу або багатокутника. Збираючись в пучки, вони тягнуться від одного кінця м'язового волокна до іншого. Межі пучків міофібрил зумовлюють посмугованість волокон.

Посмугованість м'язового волокна визначається особливою будовою міофібрил, в яких є ділянки з різними фізико-хімічними і оптичними властивостями. Ділянки з однаковими властивостями розташовуються в м'язовому волокні на одному рівні, що і обумовлює поперечну посмугованість всього волокна. У міофібрилах розрізняють анізотропні диски (диски А), що володіють подвійним променезаломленням при розгляді їх в мікроскоп, і ізотропні диски (диск І). У поляризованому світлі диски І світлі, а диски А – темні.

Використання електронної мікроскопії показало, що обидва диски мають складну внутрішню будову. Посередині диска І проходить темна смужка, яка називається телофрагмою (Т) або лінією Z. Ці лінії – найстійкіші елементи посмугованості міофібрил, що зберігаються при будь-якому функціональному стані останніх. Сегмент міофібрили між двома сусідніми лініями Z називається саркомером – це елементарний комплекс структур, який забезпечує скорочення міофібрил.

Диск А також поділяється навпіл тонкою темною лінією, яка називається мезофрагмою або лінією М, по обидва боки від якої є світліші смужки Н.

За допомогою електронного мікроскопа встановлено, що ізотропний і анізотропний диски побудовані з найтонших ниток – міофіламентів. Серед них розрізняють товсті і тонкі міофіламенти. У ділянках дисків І є лише тонкі міофіламенти, а у ділянках дисків А – тонкі та товсті. Є дані, які свідчать про те, що тонкі міофіламенти побудовані з білка актину, а товсті – з міозину. При взаємодії цих білків і відбувається укорочення міофібрил.

На поперечному розрізі міофібрил видно, що кожна товста нитка межує з шістьма тонкими нитками, а кожна тонка нитка – лише з трьома товстими нитками. Тому тонких міофіламентів більше, ніж товстих.

Механізм скорочення м'язового волокна

М'язове волокно скорочується внаслідок взаємодії білкових молекул актину і міозину, що морфологічно виражається в ковзанні товстих і тонких міофіламентів один відносно одного. При цьому

смужка Н і диск І зменшуються за своїми розмірами аж до повного зникнення, а величина диска А практично не змінюється. Таким чином, укорочення міофібрил досягається внаслідок зменшення дисків І. Розслаблення м'язового волокна супроводжується розширенням ізотропних дисків внаслідок того, що нитки актина висувуються з проміжків між нитками міозину.

При розтягуванні м'язового волокна кінці ниток актина в міофібрилах знаходяться майже на рівні кінців ниток міозину. Їх зчеплення здійснюється лише голівками декількох молекул міозину, розташованих на кінцях ниток. При цьому ізотропний диск стає ширшим. Отже, смужка Н анізотропного диска, за допомогою ниток актина, що розташовуються між нитками міозину, також розширюється. У розтягнутому м'язі щільність розташування ниток актина і міозину в міофібрилах невелика, оскільки при будь-якому стані м'яза об'єм її залишається постійним.

Проникнення ниток актину між нитками міозину відбувається внаслідок звільнення енергії при розпаді речовини, що несе енергію, – аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ) у присутності іонів Са. Активізація взаємодії між актином і міозином відбувається під впливом нервового імпульсу що передається з нервового волокна на м'язове. Спочатку активізуються АТФ-азні центри міозину, внаслідок чого виділяється аденозинтрифосфотаза. Вона розщеплює АТФ до аденозиндифосфornoї кислоти. Енергія, що звільняється при цьому, використовується на розвиток напруги м'яза або на його скорочення.

Що стосується розслаблення м'яза після скорочення і відновлення вихідного стану, то можна вважати, що воно відбувається завдяки еластичним властивостям сарколеми і внутрішньому м'язової сполучної тканини.

Таким чином, в скоротливому акті м'язового волокна умовно розрізняють дві фази: перша – власне акт скорочення, який є процесом структурної взаємодії між актином і міозином, друга – стан скорочення, який полягає в перетворенні всього саркомеру на актоміозинову систему (після короткочасного існування вона розпадається на актин і міозин, і м'язове волокно повертається до вихідного стану).

М'яз як орган

М'яз – це орган, побудований з пучків посмугованих м'язових волокон, що зв'язані між собою пухкою сполучною тканиною, в якій проходять кровоносні судини і нерви. Кожний м'яз має відповідну величину, форму та здійснює ту чи іншу роботу. Багато м'язів мають веретеноподібну форму, що нагадує тіло миші, а з лат. (mus – миша, musculus – мишеня), ось чому в більшості м'язів розрізняють головні частини: середню потовщену частину – тіло або черевце, початковий відділ – голівку і протилежний кінець – хвіст.

Посмугований м'яз включає в себе м'язову і сухожилкову частини. Специфічними тканинними елементами скелетних м'язів є посмуговані м'язові волокна. Довжина волокон в різних м'язах неоднакова і може коливатися від кількох міліметрів до 10-15 см. Товщина волокон змінюється з віком і в різних м'язах також неоднакова, але, як правило, не перевищує 0,1 мм.

Кожне м'язове волокно характеризується трьома фізіологічними властивостями:

а) збудливістю, тобто здатністю відповідати на дію подразника генерацією потенціалу дії;

б) здатністю проводити хвилю збудження вздовж всього волокна;

в) здатністю до скорочення або зміни напруги при збудженні

Таким чином, головною властивістю м'язових волокон, яка визначає рухову функцію м'яза, є здатність м'язового волокна під впливом нервових імпульсів змінювати свій еластичний стан і скорочуватися. Більшість м'язів закінчуються сухожилком

Сухожилок – це щільний волокнистий сполучнотканинний тяж, за допомогою якого м'яз кріпиться до скелету. Сухожилки різноманітні за формою. У більшості м'язів кінцівок вони побудовані у вигляді подовжених циліндричних тяжів. Що стосується м'язів тулуба то вони закінчуються пластинчастими сухожилковими розтягненнями, які називаються апоневрозами. Перехід м'язової частини в сухожилкову має безперервний характер.

Сухожилки характеризуються високим опором. Так, наприклад, п'ятковий (ахілов) сухожилок не розривається при наванта-

женні до 400 кг. Сухожилок чотириголового м'яза стегна витримує вагу до 600 кг.

Складовими частинами м'яза є судини. Усім'язи мають рухові, чутливі і симпатичні нерви, які регулюють не тільки здатність до скорочення, але й обмінні процеси, трофіку м'язової тканини. М'яз, відокремлений від нервів, перероджується і гине. Сукупність волокон розглядається як функціональна одиниця м'яза і називається міоном.

Крім рухових, в середині м'яза між волокнами знаходяться чутливі нервові закінчення. При скороченні м'язових волокон ці закінчення стискаються. Цей тиск перетворюється у чутливий нервовий імпульс, що йде в ЦНС.

Чутливі нервові імпульси постійно несуть інформацію до ЦНС про стан м'яза. Центральні нервові апарати не могли б керувати рухами, коли б в кожний момент не були інформовані про те, в якому стані знаходяться робочі органи руху.

Таким чином, м'яз, як орган, має складну будову. До складу м'яза входить не тільки посмугована м'язова тканина, але й сполучна, яка утворює струму м'яза, сухожилок, кровоносні судини. М'язи підпорядковані нервовій системі через рухові та чутливі нерви.

Форма м'язів надзвичайно різноманітна. Прийнято розрізняти м'язи веретеноподібні, колові, трикутні, квадратні, зубчасті, прямі, хрестоподібні тощо.

Найпростішу форму мають веретеноподібні м'язи. У них пучки м'язових волокон розміщуються поруч один з одним. Для м'яза такої форми характерно те, що його черевце біля початку і в місці прикріплення переходить у тонкий сухожилок. Там, де сухожилок короткий, знаходиться голівка м'яза. У веретеноподібного м'яза може бути не одна, а 2 – 4 голівки (дво-, три-, чотириголові м'язи). Напрямок тяги м'яза при скороченні визначається лінією, яка з'єднує центр початку м'яза на одній кістці з центром прикріплення на другій.

М'язи з косим розміщенням волокон називають перими. Розрізняють однопері м'язи, у яких сухожилок розміщується з одного краю і до цього сухожилка під кутом підходять м'язові волокна; та

двопері з центрально розміщеним сухожилком, м'язи підходять до сухожилка з обох боків.

Багатопері, або віялоподібні м'язи, мають складну систему пучків, які йдуть у різних напрямках

За розмірами м'язи бувають довгі, короткі та широкі.

У широких м'язів м'язові пучки розміщені поруч один з одним. Плоскі широкі м'язи нерідко починаються зубцями і отримали назви зубчастих. Широкі плоскі м'язи закінчуються широкими плоскими сухожилками, які називаються апоневрозами.

Враховуйте, що в організмі людини дуже багато м'язів, їх назва часто відповідає функції м'яза, напряму м'язових волокон, формі. Більшість м'язів людини парні.

У залежності від ділянок тіла м'язи поділяють на м'язи тулуба (спини, грудей, живота), кінцівок, голови та шиї.

Допоміжний апарат м'язів. До допоміжного апарату скелетних м'язів відносять: фасції, слизові та синовіальні сумки, фіброзні та синовіальні піхви сухожилків, м'язові блоки, сухожилкові дуги, сесамоподібні кістки.

Фасції (fascia – бинт, пов'язка) – являють собою оболонки, які покривають м'язи. Вони побудовані з пухкої або щільної волокнистої сполучної тканини і утворюють також оболонки для судин і нервів та оточують різні органи. Прийнято ділити фасції на поверхневі і глибокі або власні.

Функції фасцій. Фасції розмежовують окремі м'язи та групи м'язів, забезпечуючи умови для незалежних скорочень, а також виконують важливу опорну функцію. Разом з клітковиною вони утворюють так званий м'язий остов тіла. Фасціям приписують також захисну та живильну (трофічну) функції

Під впливом комбінованої дії сил тиску і розтягування відбувається ущільнення фасції, внаслідок чого утворюються апоневрози.

Одним із фундаторів анатомії фасцій був вітчизняний вчений, хірург М.І. Пирогов. Його книга "Хирургическая анатомия сосудистых стволів и фасцій", яка вийшла у 1837 році, розкрила значення фасцій для хірургів. З анатомією фасцій пов'язані закономірності розповсюдження ряду запальних процесів. В одних ви-

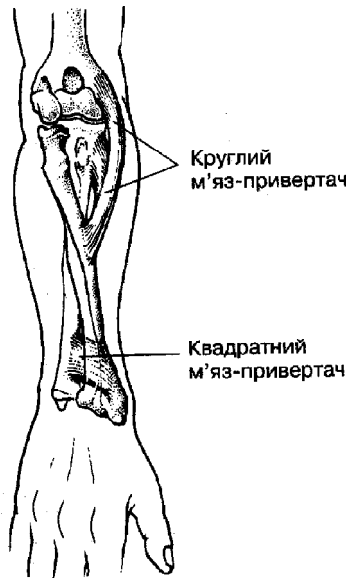
падках фасції ізолюють вогнище запалення, зашкоджуючи розповсюдженню запалення на суміжні групи м'язів, в інших випадках, навпаки, міжфасціальні простори – це можливі шляхи розповсюдження запального процесу.

Сумки, які сполучаються з порожниною близько розташованих суглобів, вистелені синовіальною оболонкою, містять синовію і називаються синовіальними сумками.

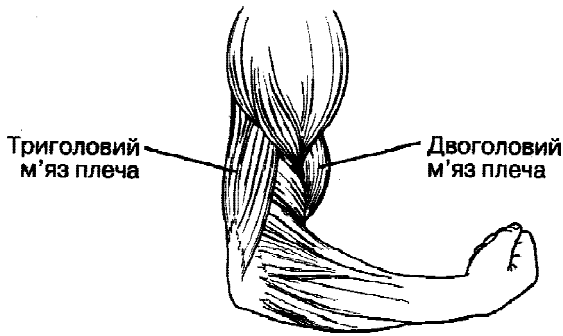
Піхви сухожилків бувають волокнистими та синовіальними. Волокнисті піхви добре виражені на кисті та стопі.

Синовіальні піхви мають складнішу будову. Вони представляють муфти з подвійними стінками, які одягнуті на сухожилки. Синовіальні піхви – це захисні пристосування для сухожилків м'язів в місцях їх тісного прилягання до кістки; вони зменшують тертя; зменшують ризик пошкоджень частини сухожилків на межі їх з кісткою.

За функцією м'язи поділяють на згиначі, розгиначі, привідні, відвідні, повертачі, відвертачі, обертачі, стискачі, або сфінктери, підіймачі, опускачі, випрямлячі, напружачі, суглобові, шкірні, жувальні, мімічні тощо.



М'язи-повертачі (пронатори)



М'язи-антагоністи

Як правило, м'язи розвиваються таким чином, що кожна вісь руху суглоба обслуговується мінімум двома м'язами протилежної дії або м'язами – антагоністами.

В процесі координації функції згиначів і розгиначів, згинання і розгинання здійснюється погоджено.

Якщо при порушенні функції рухового аналізатору – кори великих півкуль – координована робота м'язів – антагоністів порушується, рухи втрачають плавність та точність. Хворий, який страждає порушенням м'язової координації, хватає стакан, судомним рухом підносить його до рота, але, ударяючи себе по зубах, або проносить стакан мимо рота, або п'є, розплескуючи воду.

М'язи, які виконують одну й ту саму функцію, однаково діють на ось руху суглоба, називаються синергістами. М'язи – синергісти можуть мати різний напрям м'язових тяг, але при їх сумісній дії рух відбувається по рівнодіючій цих тяг.

Більшість навіть самих простих рухів здійснюється комбінованими скороченнями декількох або навіть багатьох м'язів. Необхідно розрізнити м'язи, які обов'язково беруть участь у даному русі, та м'язи, які мають допоміжне, факультативне значення. Дія факультативних м'язів відображає індивідуальні особливості рухів даної людини в даний момент її життя, при відповідному стані її вищої нервової діяльності. Усі люди ходять, але кожний по-своєму. Мало того, кожна людина йде по-різному при різних умовах (наприклад, студент після іспиту).

М'язи та фасції спини

М'язи спини поділяють на поверхневі та глибокі.

До поверхневих м'язів спини відносяться:

- трапецієподібний м'яз, який за формою нагадує трапецію і розміщується на верхній частині спини. Він починається від потиличної кістки, остистих відростків грудних хребців і прикріплюється до лопатки та надплечового кінця ключиці. Іннервація: додатковий нерв, шийне сплетення. Функція: верхні пучки м'яза підіймають плечовий пояс, нижні – опускають. При двосторонньому скороченні зводяться лопатки (зміщення плечового пояса назад), розгинається голова і шия;

- найширший м'яз спини, який починається від остистих відростків нижніх грудних і всіх поперекових хребців, крижової і клубової кісток та нижніх ребер і прикріплюється до плечової кістки. Іннервація: грудоспинний нерв. Функція: розгинає, приводить, проує плече (обертає всередину); при фіксованих кінцівках – підтягує тулуб, бере участь у диханні;

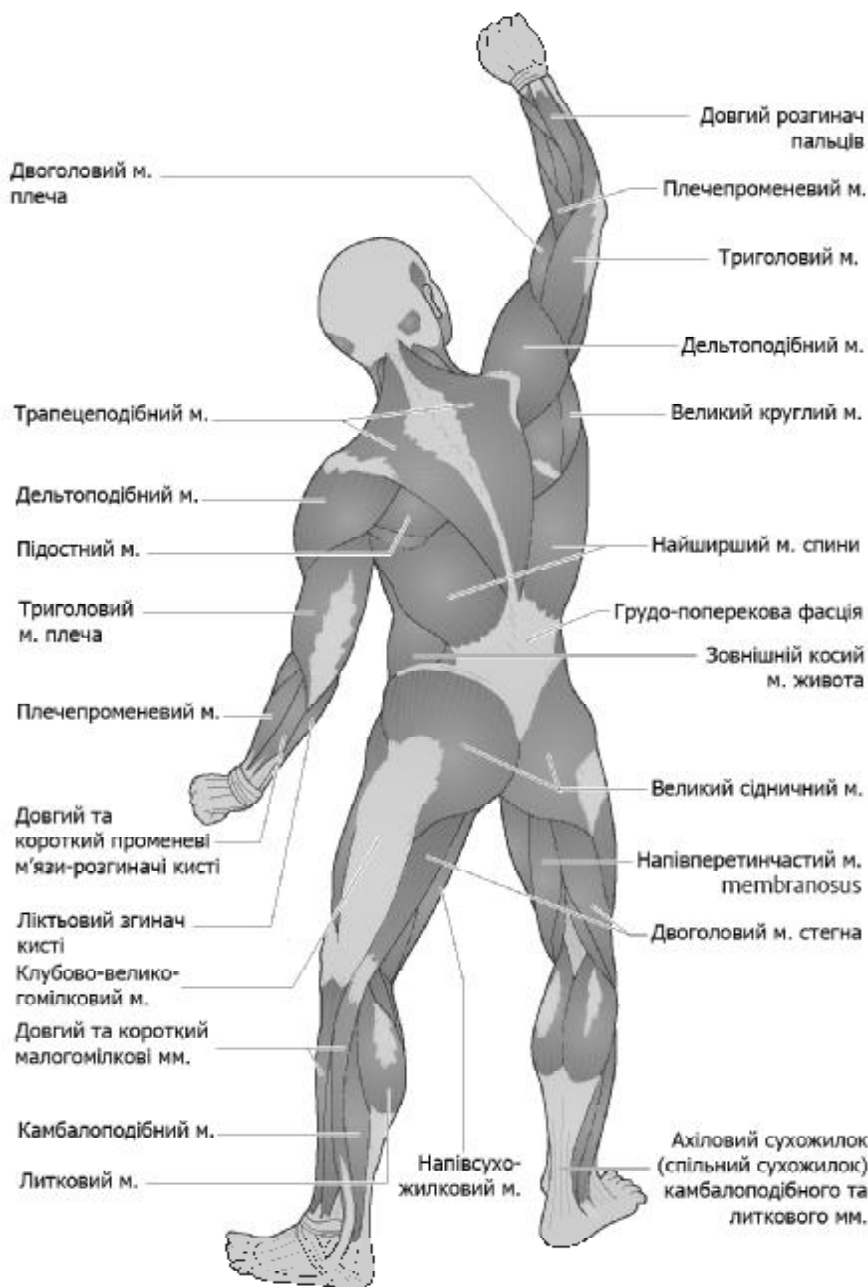
- великий і малий ромбоподібні м'язи починаються від остистих відростків шийних хребців і прикріплюються до лопатки. Іннервація: тильний нерв лопатки. Функція: приводять і підіймають лопатку;

- задній верхній зубчастий м'яз лежить під ромбоподібними м'язами, починається від остистих відростків нижніх шийних та верхніх грудних хребців і чотирма зубцями прикріплюється до II-V ребер. Іннервація: міжреброві нерви. Функція: підіймає ребра і тим самим бере участь у акті дихання;

- задній нижній зубчастий м'яз лежить під найширшим м'язом спини. Іннервація: міжреброві нерви. Функція: опускає ребра, бере участь у акті дихання;

- м'яз-підіймач лопатки розміщується глибше і вище ніж ромбоподібні м'язи. Починається від поперечних відростків шийних хребців і кріпиться до верхнього кута лопатки. Іннервація: тильний нерв лопатки.

До глибоких м'язів спини відносять також м'язи з боків від хребтового стовпа, у жолобі, який утворений остистими та поперечними відростками хребців:



М'язи спини

- м'яз-випрямляч хребта найбільший та найсильніший м'яз спини. Він починається від клубового гребеня та остистих відростків хребців, прикріплюється до кутів ребер і поперечних відростків хребців та соскоподібних відростків. Іннервація: задні гілки спинно-мозкових нервів.

Функція: розгинає хребет та утримує тулубу вертикальному положенні.

- ремінні м'язи голови та шиї трикутної форми починаються від остистих відростків шийних та грудних хребців і прикріплюються до потиличної кістки, соскоподібного відростка та поперечних відростків шийних хребців. Іннервація: передні гілки спинно-мозкових нервів. Функція: обертають голову і підіймають лице вгору, а при симетричному скороченні розгинають шийний відділ хребта.

- поперечно-остьові м'язи йдуть окремими пучками між остистими та поперечними відростками вздовж усього хребтового стовпа. Іннервація: передні гілки спинно-мозкових нервів. Функція: обертають тулубта розгинають хребет;

- міжостьові м'язи знаходяться між остистими відростками сусідніх хребців. Іннервація: передні гілки спинно-мозкових нервів. Функція: розгинають хребет та утримують його у вертикальному положенні;

- міжпоперечні м'язи знаходяться між поперечними відростками сусідніх хребців. Функція: згинають хребет та утримують його у вертикальному положенні.

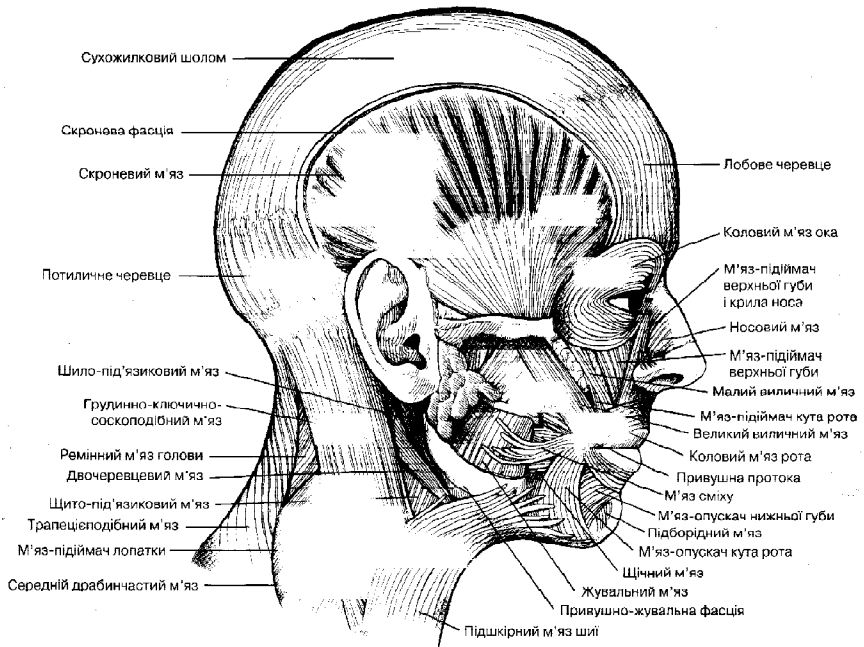
М'язи та фасції голови

Підпотиличні м'язи. До групи підпотиличних м'язів відносяться:

- задні великий і малий прямі м'язи;

- передній і бічний прямі м'язи голови;

- верхній і нижній косі м'язи голови. Усі вони починаються від поперечних та остистих відростків шийних хребців і прикріплюються до потиличної кістки. Іннервація: задні гілки спинно-мозкових нервів. Функція: нахиляють голову вбік, вперед і назад.



М'язи голови

М'язи голови поділяються на жувальні і мімічні.

Жувальні м'язи:

- жувальний м'яз починається від виличної кістки і кріпиться до кута нижньої щелепи;
- скроневи м'яз починається від скроневої кістки і кріпиться до вінцевого відростка нижньої щелепи;
- бічний та присередній крилоподібні м'язи беруть початок від однойменних відростків клиноподібної кістки і кріпляться до нижньої щелепи. Іннервація жувальних м'язів здійснюється третьою гілкою трійчастого нерва – нижньощелепним нервом.

Мімічні м'язи, їх особливості: починаються від кістки і одним кінцем прикріплюються до шкіри; не покриті фасціями; виконують рухи шкіри; розташовуються навколо природних отворів.

До мімічних м'язів відносяться такі м'язи: надчерепний, гордіїв, опускач перегородки носа, коліві м'язи ока та рота, зморщувач та стискач брови, вушні м'язи, м'яз-опускач кута рота, поперечний м'яз підборіддя, м'яз сміху виличні м'язи, м'язи підіймачі губ і кута рота та опускач нижньої губа, а також щічний м'яз. Усі

мімічні м'язи іннервує VI пара черепно-мозкових нервів, а саме – лицевий нерв.

М'язи та фасції шиї

М'язи шиї поділяються на поверхневі та глибокі.

I. Поверхневі м'язи шиї:

- підшкірний м'яз шиї відноситься до мімічних м'язів, лежить безпосередньо під шкірою бічної поверхні шиї. При своєму скороченні натягує шкіру шиї та опускає кут рота. Іннервацію м'яза здійснює VI пара черепно-мозкових нервів, а саме – лицевий нерв.

- груднинно-ключично-соскоподібний м'яз найбільший м'яз шиї, бере початок від груднини та ключиці й кріпиться до соскоподібного відростка скроневої кістки. Іннервація: XI пара черепно-мозкових нервів (додатковим нервом). Функція: нахилиє голову вбік та назад.

Вище під'язикової кістки знаходяться м'язи, що опускають нижню щелепу та піднімають під'язикову кістку, а одночасно і гортань. До цих м'язів відноситься група надпід'язикових м'язів:

- двочеревцевий м'яз починається від нижньої щелепи і кріпиться до під'язикової кістки та соскоподібного відростка скроневої кістки.

- шило-під'язиковий м'яз починається від шилоподібного відростка скроневої кістки і кріпиться до під'язикової кістки;

- щелепно-під'язиковий м'яз бере початок від нижньої щелепи і кріпиться до під'язикової кістки.

Групанадпід'язикових м'язів здійснюють рухи, які сприяють жуванню та ковтанню.

М'язи, що лежать нижче під'язикової кістки, або підпід'язикові м'язи лежать спереду від гортані, трахеї та щитовидної залози. До них відносяться:

- груднинно-під'язиковий м'яз;

- лопатково-під'язиковий м'яз;

- груднинно-щитоподібний м'яз;

- щито-під'язиковий м'яз.

Названа група м'язів бере початок від груднини, лопатки та щитовидного хряща і кріпиться до під'язикової кістки. Іннервація

– гілками шийної петлі із шийного сплетення. Функція: при скороченні відтягують під'язикову кістку і гортань вниз.

II. Глибокі м'язи шиї поділяються на бічну і присередню групи:

а) до бічної групи відносяться передній, середній і задній драбинчасті м'язи, які беруть початок від шийних хребців і кріпляться до верхніх ребер. Ці м'язи беруть участь у акті дихання, особливо, коли воно затруднене.

б) передхребтові м'язи – довгі м'язи голови та шиї розташовані спереду від шийних хребців. М'язи при скороченні згинають шию та нахиляють голову вперед. Глибокі м'язи шиї отримують іннервацію від рухових гілок шийного сплетення.

Фасції шиї

За класифікацією В.М.Шевкуненка на шиї розрізняють п'ять фасцій: поверхневу, поверхневий листок власної фасції шиї, глибокий листок власної фасції шиї (лопатково-ключичний апоневроз), внутрішньошийну та передхребтову фасції. Між фасціями шиї знаходяться клітковинні простори, які відіграють велику роль у поширенні гнійних процесів.

М'язи та фасції грудної клітки

Поділяються на поверхневі та глибокі.

I. Поверхневі м'язи грудної клітки:

- великий грудний м'яз починається від ключиці, груднини та хрящів ребер і прикріплюється до плечової кістки. Функція: згинає, приводить, обертає всередину плече;

- малий грудний м'яз починається від ребер і кріпиться до лопатки. Функція: тягне лопатку вперед і вниз, бере участь у акті вдиху;

- підключичний м'яз знаходиться між ребром і ключицею, тягне ключицю вниз:

- передній зубчастий м'яз починається від нижніх ребер і кріпиться до лопатки. Функція: тягне лопатку вперед і підіймає ребра.

II. Глибокі м'язи грудної клітки:



М'язи грудей та живота

- зовнішні та внутрішні міжреброві м'язи ;
- найглибші міжреброві м'язи:
- підреброві м'язи;
- поперечний м'яз грудної клітки.

Усі названі м'язи йдуть між суміжними ребрами. Функція: підіймають і опускають ребра.

Діафрагма – це м'яз, який герметично розділяє грудну і черевну порожнини. В ній розрізняють м'язову частину та сухожилковий центр.

Діафрагма має три отвори:

- отвір порожнистої вени, розміщений в сухожилковому центрі;
- аортальний отвір і стравохідний отвори, утворені переплетеннями ніжок діафрагми.

В діафрагмі є "слабкі" місця, де відсутні м'язові волокна, а є лише фасції, плевра та очеревина. Це груднинно-реброві Ларрея та Моргань'ї та попереково-реброві трикутники Бохдалека. При надмірно широких трикутниках діафрагми можливі випини вмісту черевної порожнини у грудну, що отримало назву діафрагмових гриж. У розслабленому стані діафрагма у вигляді купола випнута вгору за рахунок більшого тиску в черевній порожнині. При скороченні діафрагми її купол опускається, вона стає плоскою, внаслідок чого здійснюється вдих. Крім того її скорочення сприяють пологам, блюванню, дефекації.

М'язи та фасції живота

М'язи живота поділяють на 3 групи:

1. Передня група:

- прямий м'яз живота починається від хрящів V-VII ребер і прикріплюється до лобкової кістки. М'яз має 3-4 сухожилкових перетинки і охоплений футляром сполучно-тканинного апоневрозу косих м'язів живота. Функція: нахиляє тулуб вперед, а при фіксованій грудній клітці підіймає вгору таз;

- пірамідальний м'яз непостійний, бере початок від лобкової кістки і влітається у білу лінію живота. Функція: натягує білу лінію живота.

II. Бічна група:

- зовнішній косий м'яз живота починається від восьми нижніх ребер і кріпиться до клубової та лобкової кісток. У клубовій ділянці волокна зовнішнього косоного м'яза живота переходять у апоневроз, який утворює потовщений тяж – пахвинну зв'язку (Пупарта), дві ніжки якої обмежують зовнішній отвір пахвинного каналу. Функція: згинає тулуб, тягне грудну клітку вниз, підіймає вверх таз;

- внутрішній косий м'яз живота бере початок від пахвинної зв'язки та клубового гребеня і прикріплюється до трьох нижніх ребер. Функція: повертає тулубу відповідний бік, підійміє таз;

- поперечний м'яз живота бере початок від хрящів VI нижніх ребер, клубового гребеня та пупартової зв'язки і переходить у апоневроз, який бере участь в утворенні футляра прямого м'яза живота і білої лінії. Функція: опускає вниз ребра.

III. Задня група:

- квадратний м'яз попереку з'єднує XII ребро з гребенем клубової кістки, бере участь у нахилах тулубавбик.

Внаслідок взаємного перехрещення м'язових волокон і апоневрозів передньо-бічної стінки живота утворюється цілісна структура – черевний прес, який бере участь у рухах тулуба (згинання, відведення, приведення, обертання), підтримує внутрішньочеревний тиск і захищає органи черевної порожнини, а також бере участь у диханні, дефекації, сечовипусканні, блюванні, а у жінок сприяє потугам.

М'язи черевного пресу вкриті поверхневою і внутрішньочеревною фасціями, а остання з боку черевної порожнини вистелена очеревиною. В певних місцях черевної стінки існують відносно слабкі місця, через які інколи можуть випинатися внутрішні органи і таким чином виникають черевні грижі. До таких місць в першу чергу відноситься пахвинний канал.

Пахвинний канал має чотири стінки та два отвори:

- передня – апоневроз зовнішнього косоного м'яза живота;
- задня – поперечною фасцією;
- верхня – нижніми краями внутрішнього косоного і поперечного м'язів;

- нижня – пахвинною зв'язкою.

Поверхневий отвір пахвинного каналу обмежений ніжками волокон апоневроза зовнішнього косого м'яза.

Глибокий отвір пахвинного каналу знаходиться на внутрішній поверхні передньої черевної стінки у ділянці бічної пахвинної ямки. У чоловіків через пахвинний канал проходить сім'яний канатик, а в жінок – кругла зв'язка матки.

М'язи та фасції верхньої кінцівки

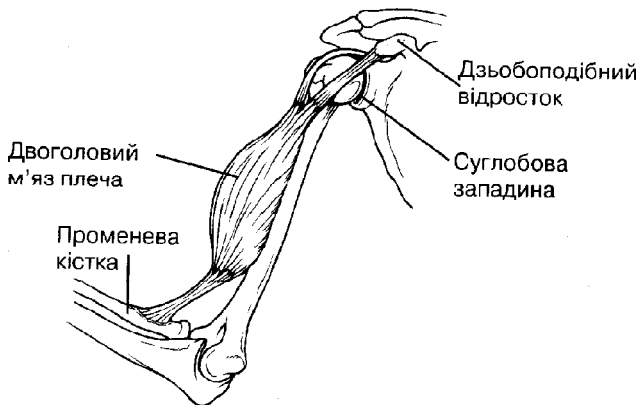
Поділяються на м'язи плечового пояса та вільної верхньої кінцівки.

I. М'язи плечового пояса: дельтоподібний м'яз; надостьовий м'яз; підостьовий м'яз; малий круглий м'яз; великий круглий м'яз; підлопатковий м'яз.

М'язи плечового пояса беруть свій початок від відповідних відділів лопатки (від чого і отримали свої назви) та ключиці і прикріплюються до зовнішньої поверхні плечової кістки. При скороченні ці м'язи змінюють положення верхньої кінцівки, або кісток плечового пояса, якщо рука фіксована. Так, дельтовидний м'яз разом з надосним відводять плече, підлопатковий і великий круглий повертають його до середини, а підосний і малий круглий – назовні.

II. М'язи вільної верхньої кінцівки поділяються на:

1) М'язи плеча (передня та задня групи):



Двоголовий м'яз плеча

- а) передня група (згиначі): дзьобо-плечовий м'яз;
- плечовий м'яз; двоголовий м'яз плеча.

Усі м'язи передньої групи плеча беруть початок від лопатки та плечової кістки і кріпляться до ліктьової, променевої та плечової кісток. Функція: згинають руку в плечовому та ліктьовому суглобах. Іннервація передньої групи м'язів плеча здійснюється м'язовошкірним нервом із бічного пучка плечового сплетення.

б) задня група (розгиначі): триголовий м'яз плеча; ліктьовий м'яз.

М'язи задньої групи плеча беруть початок від лопатки та плечової кістки і прикріплюються до ліктьового відростка ліктьової кістки. Іннервація задньої групи м'язів плеча здійснюється променевим нервом із заднього пучка плечового сплетення. При скороченні м'язів задньої групи плеча здійснюється розгинання передпліччя в ліктьовому суглобі

2) М'язи передпліччя:

- а) передня група (привертачі та згиначі кисті і пальців):
- променевий та ліктьовий згиначі кисті;
- поверхневий та глибокий згиначі пальців;
- довгий згинач великого пальця;
- круглий та квадратний привертачі.

Більшість м'язів передньої групи передпліччя беруть свій початок від внутрішнього надвіростка плечової кістки, а їх іннервація здійснюється серединним нервом за виключення ліктьового згинача кисті та ліктьової половини глибокого згинача пальців, іннервацію яких здійснює ліктьовий нерв.

За функцією м'язи згинають кисть і пальці.

б) задня група (відвертачі і розгиначі):

- променеві розгиначі кисті (три);
- спільний розгинач пальців;
- довгий та короткий розгиначі великого пальця;
- довгий відвідний м'яз великого пальця;
- м'яз-відвертач.

Задня група м'язів передпліччя є антагоністами передньої групи, тобто вони розгинають кисть і пальці і носять назви, які визначають їх функціональне призначення. Задню групу м'язів перед-

пліччя іннервують гілки променевого нерва із заднього пучка плечового сплетення.

Крім того на зовнішній поверхні передпліччя знаходиться плече-променевий м'яз, який бере початок від зовнішнього краю плечової кістки і кріпиться до променевої кістки. Функція: згинає передпліччя та крутить променеву кістку.

3) М'язи кисті поділяються на м'язи долонної і тильної поверхні:

а) м'язи долонної поверхні поділяють на три групи:

-підвищення великого пальця:

- відвідний, короткий згинач, привідний та протиставний м'язи великого пальця;

- середня група м'язів:

- червоподібні (чотири), долонні міжкісткові (три) та тильні міжкісткові (чотири);

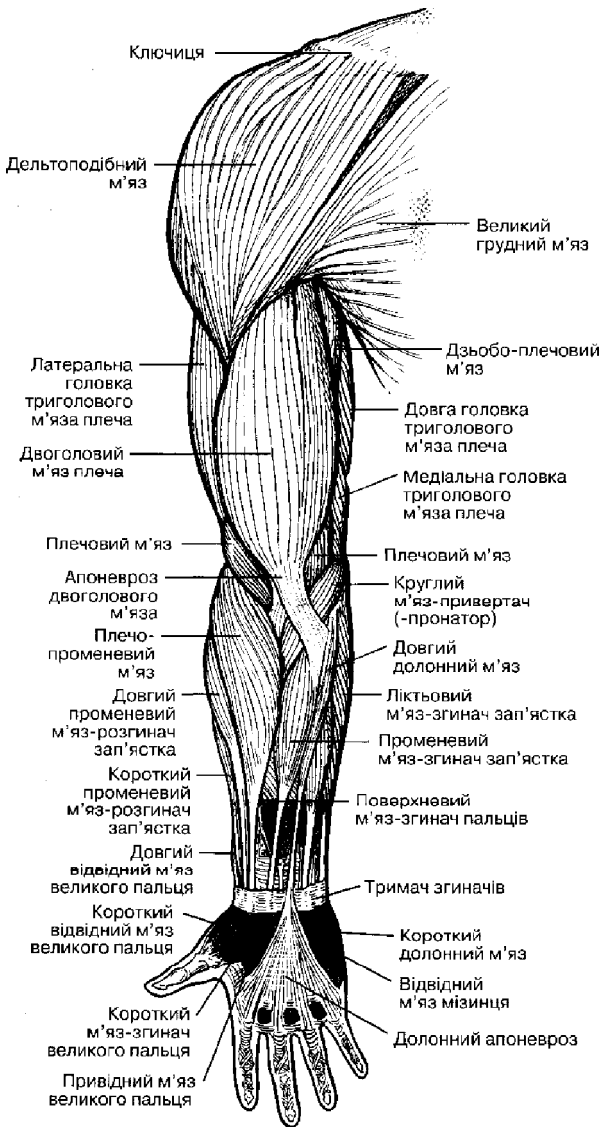
- підвищення мізинця:

- короткий долонний м'яз, короткий згинач, відвідний та протиставний м'язи мізинця.

Між м'язами підвищення великого пальця (тенара), ма м'язами підвищення мізинця (гіпотенара) розташовується трикутної форми апоневротична пластинка – долонний апоневроз в який влітається сухожилок довгого долонного м'яза. Добраякісна гіперплазія долонного апоневроза коли його волокна проростають у сухожилки згиначів пальців отримала назву хвороби, або контрактури Дюпюїтрена. Іннервацію м'язів підвищення великого пальця здійснюють серединний та ліктьовий нерви, м'язів підвищення мізинця – ліктьовий нерв, а середню групу м'язів кисті іннервують серединний, ліктьовий та променевий нерви.

Фасція плеча окутує його м'язи і розмежує їх на окремі групи. Завдяки фасціальним перегородкам утворюються борозни, щілини та проміжки, заповнені пухкою клітковиною, де проходять кровоносні судини та нерви.

Фасція передпліччя утворює ізольовані футляри для окремих м'язів або їх груп. На межі з кистю вона утворює циркулярне потовщення, що отримало назву утримувача згиначів, а на тильній поверхні – відповідно розгиначів. Від утримувача розгиначів між



М'язи верхньої кінцівки (вигляд спереду)

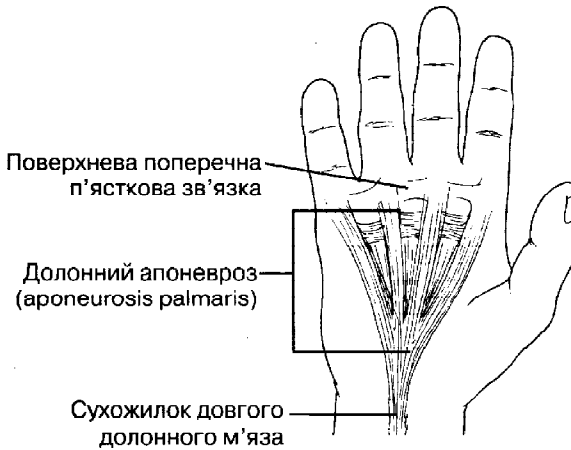
сухожилками проходять сполучнотканинні перегородки, які утворюють кістково-фіброзні канали для сухожилків, охоплених синовіальними піхвами. Що стосується утримувача згиначів, то він обмежує зап'ястковий канал для сухожилків згиначів та їх синовіальних піхв. На долонній поверхні фасція значно потовщується і



М'язи верхньої кінцівки (вигляд ззаду)

перетворюється у трикутної форми пластинку, яка, як зазначалося вище, отримала назву долонного апоневроза.

Велике практичне значення на верхній кінцівці відіграють такі структури, як пахвова западина та ліктюва ямка, в яких лежать великі судинні та нервові стовбури.



Долонний апоневроз

М'язи та фасції нижньої кінцівки

Поділяються на м'язи тазового пояса, та м'язи вільної нижньої кінцівки

І. М'язи тазового пояса

Розрізняють внутрішні та зовнішні м'язи таза. До внутрішніх м'язів таза відносяться:

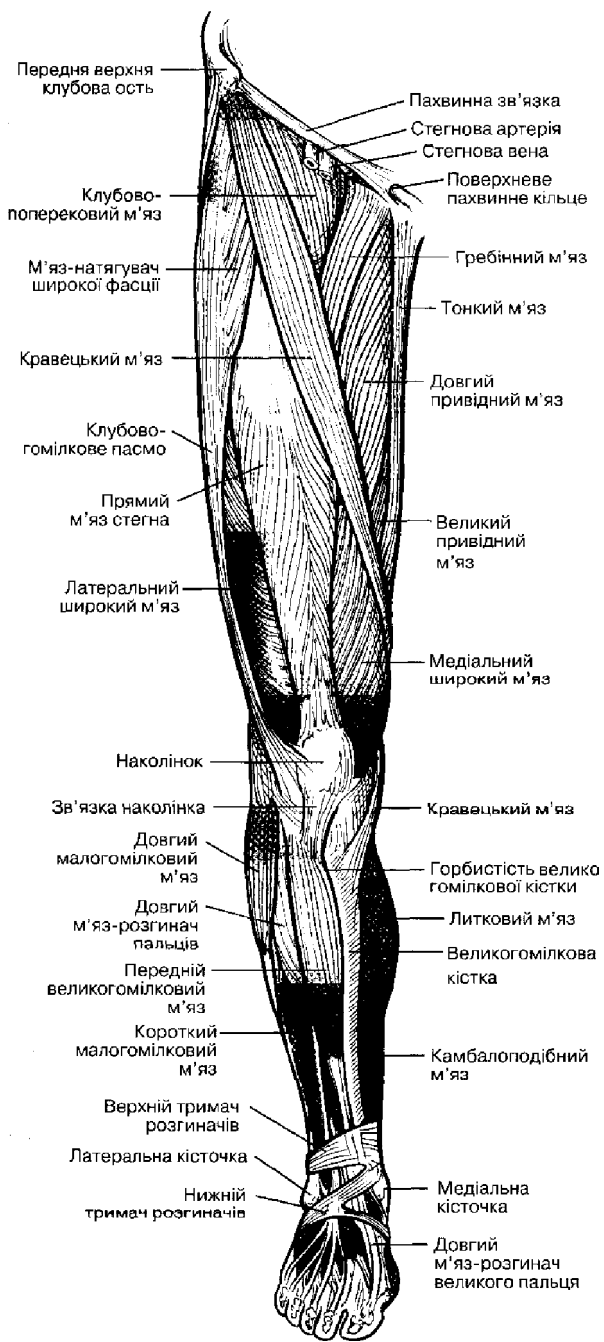
- клубово-поперековий м'яз починається від поперекових хребців і клубової ямки і прикріплюється до малого вертлюга стегнової кістки. Функція: згинає і повертає назовні стегно, а при фіксованих ногах нахиляє тулуб

- грушоподібний м'яз починається від передньої поверхні крижової кістки і кріпиться до великого вертлюга стегнової кістки. Функція: відвертає та відводить стегно.

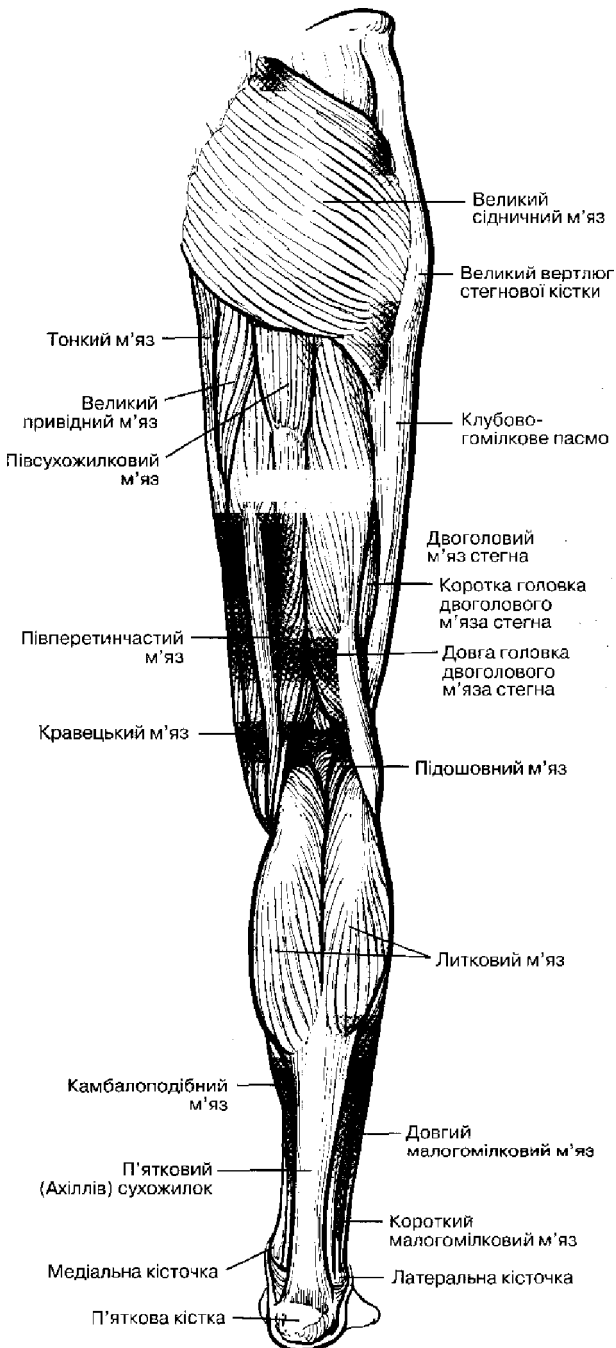
- внутрішній затульний м'яз бере початок від внутрішньої поверхні затульного отвору і прикріплюється до стегнової кістки. Функція: обертає стегно назовні і тягне його назад.

До групи зовнішніх м'язів таза відносяться:

- великий, середній і малий сідничні м'язи;
- верхній і нижній близнюкові м'язи;
- зовнішній затульний м'яз;
- м'яз-натягувачширокої фасції;
- квадратний м'яз стегна.



Передня група м'язів нижньої кінцівки



Задня група м'язів нижньої кінцівки

Усі зовнішні м'язи таза беруть початок від тазових кісток і більшість їх прикріплюються до стегнової кістки. Функція: розгинають та обертають стегно назовні.

II. М'язи вільної нижньої кінцівки

Серед м'язів вільної нижньої кінцівки розрізняють м'язи стегна, гомілки та стопи.

1) М'язи стегна поділяють на передню, задню та присередню групи. а) передня група:

- чотириголовий м'яз стегна, один з найбільших м'язів людського тіла, починається від клубової та стегнової кісток, переходить у товстий сухожилок, який охоплює надколінок і кріпиться до горбистості великогомілкової кістки. Функція: розгинає гомілку і частково згинає стегно.

- кравецький м'яз починається від клубової ості і кріпиться до горбистості великогомілкової кістки. Функція: згинає та обертає стегно назовні, а гомілку обертає до середини.

б) задня група:

- півсухожилковий м'яз;
- півперетинчастий м'яз;
- двоголовий м'яз стегна.

Задня група м'язів стегна бере початок від сідничного горба і кріпиться до кісток гомілки. Функція: згинають і обертають гомілку

в) присередня група:

- гребінний м'яз;
- стрункий м'яз;
- довгий, короткий, великий, малий привідні м'язи.

Присередня група м'язів стегна починається від лобкової та сідничної кісток і кріпиться до стегнової кістки за виключенням стрункого м'яза, який кріпиться до великогомілкової кістки. Функція: приводять стегно.

2) М'язи гомілки поділяють на передню, задню та бічну групи:

а) передня група:

- передній великогомілковий м'яз;
- довгий м'яз-розгинач пальців;
- довгий м'яз-розгинач великого пальця.

Задня група м'язів гомілки починається від кісток гомілки і кріпиться до тильної поверхні кісток стопи. Функція: розгинають стопу та пальці, відвертають стопу.

б) бічна група:

- довгий і короткий малогомілкові м'язи.

Бічна група м'язів гомілки починається від малогомілкової і кріпиться до великогомілкової кістки та кісток стопи. Функція: відводять, крутять та згинають стопу.

в) задня група:

- триголовий м'яз литки;

- литковий м'яз;

- камбалоподібний м'яз;

- підшоввий м'яз;

- підколінний м'яз;

- задній великогомілковий м'яз;

- довгий м'яз-згинач пальців;

- довгий м'яз-згинач великого пальця.

Найбільшим із м'язів задньої групи гомілки є триголовий м'яз литки. Він починається поверхневими голівками від виростків стегнової кістки, а глибокою голівкою – від кісток гомілки і, злившись у міцний п'ятковий (ахіловий) сухожилок, прикріплюється до горба п'яткової кістки. Функція: м'яз згинає стопу та гомілку. Решта м'язів задньої групи гомілки лежать під литковим м'язом. Вони починаються від кісток гомілки, їх сухожилки проходять позаду внутрішньої кісточки і кріпляться до підшоввої поверхні кісток стопи та пальців. Функція: згинають стопу та пальці, підіймають внутрішній край стопи.

3) М'язи стопи нагадують за топографією м'язи кисті і поділяються на підшовву та тильну групу.

а) м'язи підшоввої поверхні поділяють на 3 групи:

- підвищення великого пальця:

- відвідний, привідний, короткий м'язи великого пальця.

- серединна група:

- квадратний м'яз підшви, червоподібні м'язи, короткий згинач пальців, тильні та підшвові міжкістковим'язи.

- підвищення мізинця:

- короткий згинач мізинця та відвідний м'яз.

б) м'язи тильної поверхні:

-короткий розгинач пальців та розгинач великого пальця.

Фасції нижньої кінцівки. М'язи таза покриті внутрішньо-тазовою фасцією, яка є безпосереднім продовженням внутрішньочеревної фасції. Фасція стегна, або широка фасція, найбільш міцна у людському тілі. Вона вкриває та відмежовує м'язи за допомогою міжм'язових перетинок, які кріпляться до стегнової кістки, обмежуючи відповідні футляри, де знаходяться кровоносні судини, нерви та м'язи. Футлярну будову кінцівок використовують при виконанні футлярних новокаїнових анестезій. Фасція гомілки так само розмежовує м'язи на три футляри і утворює потовщення – поперечну зв'язку та кістково-фіброзні канали, де проходять сухожилки м'язів разом з синовіальними піхвами гомілки. Що стосується фасції стопи, то на підшві вона значно потовщується, утворюючи підшоввий апоневроз.

Стегновий канал в нормі не існує, він є слабким місцем, розміщеним під пахвинною зв'язкою. Простір під нею завдяки сполучнотканинній перетинці поділяється на дві частини: бічну – м'язову і присередню – судинну лакуни. В присередньому куті судинної лакуни, біля стінки стегнової вени залишається щілиноподібний простір – стегове кільце. За певних умов (значне схуднення, підвищений внутрішньочеревний тиск, хронічні захворювання легень що супроводжуються надмірним кашлем та ін.), через стеговий канал можуть виходити під шкіру стегна петлі кишок, утворюючи стегову грижу.

Фізіологія гладеньких м'язів

Як відзначалося вище, гладкі м'язи знаходяться у стінках кровоносних судин та порожнистих органів. Вони відрізняються від поперечно посмугованих тим, що прихований (латентний) період збудження у них довший, а порогові подразнення – вищі, внаслідок чого їх збудливість значно нижча. Для них характерним є також те, що обмін речовин у них проходить менш інтенсивно.

Гладенькі м'язи скорочуються більш повільно і впродовж більш тривалого часу. На відміну від поперечно посмугованих,

гладкі м'язи можуть знаходитись у стані тонічного скорочення, що не є тетанусом. Тонічна функція гладких м'язів особливо важлива для забезпечення нормального функціонування різних сфінктерів (сечового міхура, прямої кишки, жовчних протоків та ін), а також для підтримування певної величини артеріального тиску.

Гладенькі м'язи можуть значно більше розтягуватись у порівнянні з посмугованими м'язами, що має суттєве значення у функціонуванні деяких порожнистих органів (сечовий міхур, матка, пряма кишка та ін.). Розташовуючись у стінках порожнистих органів і кровоносних судин, гладенькі м'язи виконують роль своєрідного м'якого скелету та рухового апарату цих органів. Рухова функція гладких м'язів характеризується відносно малою інтенсивністю, незалежною від волі і свідомості людини, часто носить ритмічний хронологічний характер, що відповідає повільному і періодичному ритмові змін, які відбуваються у внутрішньому середовищі організму.

ЕЛЕМЕНТИ БІОМЕХАНІКИ М'ЯЗІВ

Основою роботи м'язів є здатність їх до скорочення. При скороченні м'яз коротшає, внаслідок чого дві кістки, до яких він прикріплюється, зближуються. Діючи таким чином, м'яз створює тягу з певною силою і, пересуваючи вантаж, здійснює певну механічну роботу. Ця робота чисельно виражається в кілограмометрах і визначається як добуток сили м'яза на відстань переміщення вантажу.

Сила м'яза характеризується величиною максимального напруження, яку він здатен розвинути при збудженні. Сила м'яза залежить від: 1) скоротливої сили окремих м'язових волокон, які входять до його складу, 2) його вихідної довжини, 3) характеру іннервації, 4) механічних умов його дії на кістки скелета. На силу м'яза впливає міра тренуваності, стомлення і стану нервової системи людини.

Оскільки сила м'язів залежить від площі їх поперечного перетину, то варто зважати на особливості внутрішньої будови м'яза. У веретеноподібних м'язів напрям волокон паралельний довжині м'яза. Площа поперечного перетину всіх волокон проходить перпендикулярно до довжини м'яза. Пір'ястий м'яз має особливості – його сухожилки йдуть посередині (двопір'ястих) або з краю (однопір'ястих) м'язів, площа поперечного перетину кожного волокна проходить навскоси відносно довжини м'яза. Підсумовуючи перетини окремих волокон, неважко переконатися, що загальна їх площа значно перевищує площу поперечного перетину веретеноподібного м'яза, що має однаковий з пір'ястим м'язом об'єм. Таким чином, пір'ясті м'язи порівняно з веретеноподібними при однаковому діаметрі їх черевця, мають значно більшу силу. З іншого боку, в пір'ястих м'язів менша величина укорочення.

Таким чином, у веретеноподібного м'яза анатомічний поперечник, тобто площа поперечного перетину всіх м'язових волокон, збігається з його фізіологічним поперечником, перпендикулярним ходу його волокон, тоді як в пір'ястих м'язів фізіологічний поперечник більший від анатомічного. Пір'ясті м'язи мають значні прошарки щільної сполучної тканини. Вони важко растягуються і

можуть виконувати більшу роботу статичного характеру, ніж веретеноподібні м'язи. У веретеноподібних м'язів прошарків щільної сполучної тканини майже немає. В них легко чергуються скорочення і розтягування.

Сила м'яза, що має площу поперечного перетину 1-2 см, неоднакова у різних м'язах різних тварин. Орієнтовно можна вважати, що вона складає 10 кг. Якщо при визначенні сили м'язів виходити з цієї цифри, то для згиначів передпліччя вона складає близько 160 кг, для згиначів гомілки – 480 кг. Ці цифри на перший погляд можуть здатися перебільшеними, оскільки вага, яку може підняти людина, згинаючи передпліччя або гомілку, значно менша. Проте, не варто забувати, що вага, яка піднімається, знаходиться зазвичай на значній відстані від того суглоба, в якому відбувається рух, тоді як м'язи, що виконують даний рух, проходять поблизу суглоба і здебільшого прикріплюються безпосередньо поруч з ним.

Долаюча, поступлива і утримуюча робота м'язів

Долаюча робота – це така робота, при якій м'яз долає тягар даної ланки тіла або інший опір. Поступлива робота – це робота, при якій м'яз, залишаючись напруженим, поступово розслаблюється, поступаючись дії сили тяжіння або дії того чи іншого опору. Під утримуючою роботою м'язів розуміють таку роботу, при якій відбувається урівноваження дії опору, внаслідок чого рух відсутній. Так, наприклад, дельтоподібний м'яз при відведенні руки, утримуванні її в горизонтальному положенні і під час повільного приведення її, залишається напруженим, але робота його неоднакова: у першому випадку вона долаюча, у другому – утримуюча, а в третьому – поступлива.

Розмежування видів роботи м'язів надзвичайно важливе для розуміння участі їх під час певних рухів. Можна вважати, що робота м'язів-антагоністів є одним з випадків поступливої роботи. Наприклад, якщо відбувається згинання передпліччя в результаті долаючої роботи м'язів, розташованих на передній поверхні плеча і частково передпліччя, то розгиначі передпліччя одночасно розтягуються, незважаючи на природний тонус. Дана поступлива робота антагоністів надзвичайно важлива, тому що дозволяє ви-

конувати рухи плавно і регулює роботу м'язів-синергістів.

Зустрічаються й інші види роботи м'язів, наприклад балістична робота, яка полягає у різкому, швидкому долаючому скороченні м'язів після попереднього їх розтягання (наприклад, м'язів верхньої кінцівки під час метання). Рух даної ланки (скажімо, передпліччя) при балістичній роботі продовжується за інерцією після того, як сам м'яз або м'язова група, що викликала даний рух, вже перейшли в стан розслаблення.

Вивчаючи будову і функції людського тіла, не можна обійтися без знання законів механіки, оскільки людське тіло і його окремі ланки володіють певною масою, вагою і об'ємом. Проте при цьому потрібно пам'ятати, що м'язи, які є активними виробниками силової тяги, є живими утвореннями, стан яких залежить від багатьох моментів: міри тренуваності, стомлення, живлення, стану центральної нервової системи та ін.

Механіка взаємодії між м'язами і кістковими важелями значною мірою визначається способом і місцем прикріплення м'язів до кісток. Коли йдеться про поняття "місце початку" або "місце опори" і "місце прикріплення" м'яза, або ж, як інколи кажуть, про "нерухому" або "рухому" точки м'яза, то це слід розуміти умовно. Така умовність пов'язана з уявленням про зазвичай виконуваний рух внаслідок скорочення даного м'яза. Наприклад, плечовий м'яз, який проходить спереду від ліктьового суглоба, зазвичай описується як згинач передпліччя. Місцем його початку (нерухомою точкою) вважають плечову кістку, а місцем прикріплення (рухомою точкою) – ліктьову кістку. Дійсно, здебільшого цей м'яз працює як згинач передпліччя. Але якщо передпліччя або кисть фіксовані, як це буває, наприклад, при підтягуванні на шабліні, то плечовий м'яз згинає плече. Таким чином, місце початку м'яза і місце його прикріплення залежить від того, які ланки тіла в даному випадку рухливіші і можуть взаємно мінятися своїм положенням. Здебільшого та ланка, яка знаходиться далі від тіла (дистальна), рухливіша, ніж та, що розташована ближче до тіла (проксимальна).

Проте, у всіх випадках сила, з якою даний м'яз притягує проксимальну ланку дистальніше і одночасно дистальну проксималь-

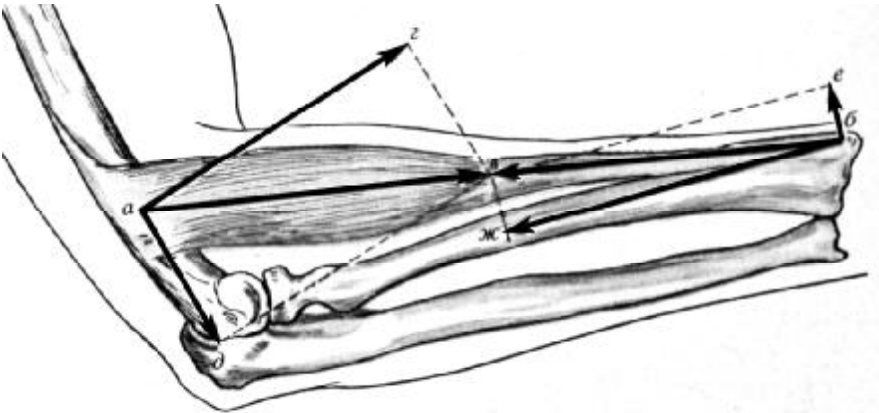
ніше завжди залишається однаковою, згідно закону Ньютона про рівність дії і протидії.

Рівнодійна сила м'яза

Напрямом рівнодійної сили м'яза є пряма, що сполучає центри місця початку та місця його прикріплення. У цьому напрямі можуть зближуватися місця прикріплення даного м'яза. Насправді лише в окремих випадках напрям руху повністю збігається з напрямом тяги м'яза (це відноситься до таких м'язів, як прямий м'яз живота, довгий і короткий променеві розгиначі зап'ястка та ін.). Для більшості м'язів такий збіг неможливий.

Це пояснюється тим, що м'язова сила, зазвичай, діє на кісткову ланку під кутом і, значить, її завжди можна розкласти на складові сили, причому одна з них будеспрямована за довжиною важеля, а інша – перпендикулярно до нього. Сила, що діє за довжиною важеля, викликає стискування важеля, а також укріплює з'єднання кісток по мірі збільшення зовнішніх силових дій на суглоб. Ця сила безпосередньої участі в механіці руху не бере. Друга сила, направлена перпендикулярно до кісткового важеля, є корисною складовою силою тяги м'яза. Вона і виконує рух кісткової ланки.

Корисна складова тим більша, чим під прямішим кутом м'яз підходить до важеля. Коли рівнодійна м'яза утворює з важелем



Складові рівнодійної сили м'яза

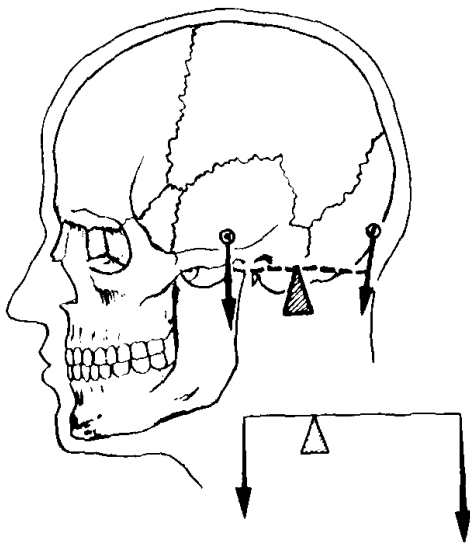
прямий кут, то сила м'язової тяги використовується для руху повністю. Якщо ж ця сила утворює з віссю важеля кут менший, ніж прямий, то корисну складову можна розглядати як катет прямокутного трикутника, гіпотенузою якого є рівнодійна сила. Оскільки катет прямокутного трикутника може бути визначений у вигляді добутку гіпотенузи на синус кута або косинус прилеглого кута, то зв'язок між корисною складовою і підйимальною силою м'яза може бути легко встановлений.

Необхідно мати на увазі, що на будь-яку кісткову ланку діє декілька м'язів, кожен з яких має свою рівнодійну. Значить, рух кісткової ланки в цьому випадку є результатом поєднаної дії м'язів, рівнодійні яких або складаються, або віднімаються.

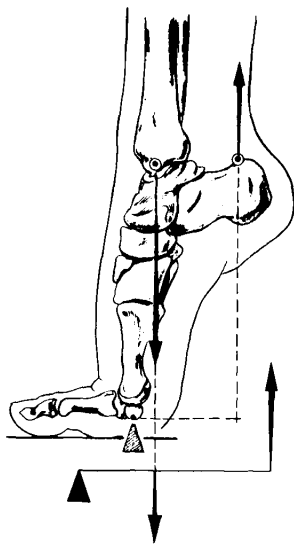
Важільний принцип роботи рухового апарату

Важелі в механіці розрізняють залежно від місця дії сил відносно точки опори (точки обертання) важеля. Якщо дві сили прикладені з обох сторін від точки опори важеля, навколо якої відбувається обертання, і які діють в одному напрямі, то тверде тіло є важелем першого роду. Коли сили прикладені лише з одного боку від точки опори важеля і направлені в різні боки – важіль другого роду.

Важіль першого роду. Відносно рухового апарату людини важіль першого роду називають ще "важелем рівноваги". З цієї точки зору можна пояснити рівновагу в положенні всіх ланок, розміщених вище відносно тих, що розміщені нижче, наприклад, голови відносно хребтового стовпа, таза відносно стегна та ін. У першому прикладі основними силами, які сприяють нахилу голови наперед, є сила тяжіння і сила м'язової тяги. При прямому триманні голови вертикаль, опущена з її центру тяжіння, розташованого дещо ззаду турецького сідла, проходить спереду від поперечної осі атланта-потиличного суглоба. Рівнодійна м'язової сили прикладена до потиличної кістки, проходить ззаду цієї осі. Основою рівноваги є рівність моментів цих двох сил, що обертають. Момент обертання сили дорівнює добутку сили на довжину її плеча, тобто відстані від точки опори важеля до точки прикладення сили.



Череп як важіль першого роду



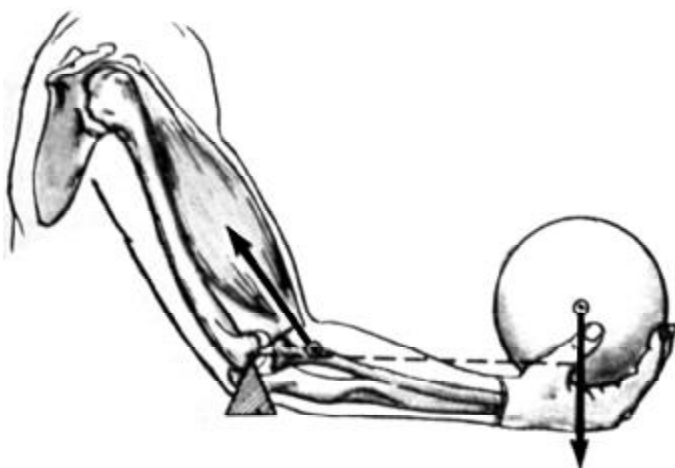
Стопа як важіль другого роду (важіль сили)

Важіль другого роду. У механіці, зазвичай, не зважають на якісну відмінність тих сил, які прикладені до важеля, і, як відомо, не прийнято важіль другого роду поділяти на різновиди. Проте, відносно живого організму необхідно розглядати, як уже згадувалося, дві сили: силу м'язової тяги і силу тяжіння. Тому залежно від місця додатка цих сил відносно точки опори можна розрізняти два різновиди важеля другого роду.

Один різновид часто називають "**важелем сили**". Він характеризується тим, що плече сили м'язової тяги більше плеча сили тяжіння. Прикладом такого важеля може бути стопа під час підйому на півпальцях. Місцем опори в даному випадку є голівки плеснових кісток, через які проходить вісь обертання всієї стопи. Сила м'язової тяги, якщо позначити її у вигляді прямої, що йде від п'яткової кістки у напрямі тяги тріцепса гомілки, як більш енергійний згинач стопи, має більше плече, ніж сила тяжіння. Остання передається через кістки гомілки на стопу і давить безпосередньо на таранну кістку, сприяючи опусканню стопи. Не варто змішувати вектор сили тяжіння з вертикаллю, опущеною із загального центру тяжіння, яка проходить в ділянці голівок плеснових кісток, тоб-

то усередині площі опори, без чого неможливе збереження рівноваги тіла. Рухи важеля цього виду досить обмежені. Образно можна було б сказати, що тут є переваги в силі, але недоліки в амплітуді в швидкості руху

Інший різновид важеля другого роду називають "**важелем швидкості**". Цей різновид часто використовують для пояснення рухів людського тіла. Він характеризується тим, що одна сила – сила м'язової тяги – прикладена поблизу вісі обертання і має значно менше плече, ніж інша сила – протидіюча нею сила тяжіння або сила будь-якого іншого опору. Наприклад, м'язами, що згинають передпліччя, є двоголовий м'яз плеча, плечовий, променевий, круглий пронатор і інші м'язи, що мають рівнодійну силу, яка проходить спереду поперечної вісі ліктьового суглоба. Плече рівнодійної цих м'язів складає близько 2 см. Сила ж тягаря має значно більше плече. Так, якщо людина утримує кистю при зігнутому передпліччі тягар в 16 кг, то плече сили тяжіння складає близько 20,0 см, тобто плече сили опору вдесятеро більше, ніж плече м'язової сили. Основою рівноваги є рівність моментів цих двох сил. Тоді стає зрозумілим, чому при підймальній силі м'язів-згиначів передпліччя, яка складає близько 160 кг, нетренована людина може утримати при зігнутому передпліччі лише 16 кг. Насправді, $160 \times 0,02 = 16 \times 0,2$, тобто кожен момент обертання відповідає 3,2 кгм.



Передпліччя як важіль другого роду ("важіль швидкості")

Таким чином, в цього різновиду важеля є недоліки в підймальній силі внаслідок значного збільшення амплітуди швидкості руху. Дійсно, при згинанні в ліктьовому суглобі кистю, а тим більше кінцями пальців можна виконувати рухи із значно більшою амплітудою і швидкістю, ніж рухи п'ятою стопи при підйомі на пальці. Піднімаючись на пальці, людина підводить тягар всього тіла, який до того ж може бути збільшений будь-яким іншим додатковим вантажем, кистю ж можна підняти тягар значно менший.

При різноманітних рухах і позах людина прагне поставити своє тіло в таке положення, щоб момент сили працюючих м'язів був більший при мінімальному м'язовому зусиллі, а момент сил опору – менший. Оскільки обертальний момент сили м'язів для різного положення організму є величиною постійною, так як він визначається анатомічними особливостями будови рухового апарату, то основна увага приділяється на зменшення моменту сил опору.

Складання сил

Для визначення величини і місця прикладення рівнодійної сили групи синергістів, вектори яких паралельні, варто скласти сили всіх м'язів даної групи. Якщо ця група складається з двох м'язів, то рівнодійна дорівнюватиме сумі їх підймальних сил, а точка її застосування знаходитиметься на прямій, перпендикулярній до напрямку рівнодійних цих двох м'язів, на відстані, обернено пропорційній силі кожного м'яза. Якщо група м'язів-синергістів складається з більшої кількості м'язів, то рівнодійна всієї групи також дорівнює сумі сил всіх м'язів. Місцем її прикріплення є точка, розташована між місцями прикріплення всіх даних м'язів. Якщо заздалегідь визначити точку прикладення рівнодійної кожного з двох м'язів, то неважко знайти точку прикладення рівнодійної всієї даної групи м'язів.

Порівняно небагато м'язів розташовуються паралельно один до одного. Здебільшого їх рівнодійні знаходяться під кутом. Проте, розкладаючи сили за правилом паралелограма, завжди можна визначити ті їх складові, які йдуть паралельно і сприяють руху докола даної вісі.



Паралелограм сил

При складанні сил, що впливають на рух певної ланки тіла, як доданок може бути не лише сила м'язів, але також і сила тяжіння даної ланки.

Віднімання сил

Якщо до кістки прикріпляються м'язи, які тягнуть її в протилежні сторони, то й рух в цьому випадку відбувається внаслідок складання сил з різним знаком, тобто має місце віднімання сил. Рівнодійна при цьому направлена у бік більшої сили і дорівнює різниці між більшою і меншою силами. Наприклад, до лопатки, зокрема до її хребетного краю, прикріплюються м'язи, які тягнуть її в різні боки. Так, нижній відділ великого ромбоподібного м'яза і нижні зубці переднього зубчастого м'яза, працюючи одночасно, тягнуть нижній кут лопатки в протилежні сторони. У тому випадку, коли сили м'язів, що рухають дану кістку у різних напрямках, виявляються рівними, вони врівноважуються один одним і кістка залишається нерухомою, фіксованою на своєму місці.

Сили, що діють під кутом

У тих випадках, коли м'язи тягнуть кістку у двох різних, але не прямо протилежних напрямках, рівнодійна м'язових сил виражається діагоналлю паралелограма, побудованого на цих силах. Наприклад, напрям тяги кожного з м'язів, які відводять плече (великого грудного м'яза і найширшого м'яза спини), не збігаються з напрямом руху при приведенні плеча. Взагалі навіть не існує такого м'яза, напрям сили тяги якого повністю збігався б з напрямом руху при приведенні плеча, коли цей рух відбувається у фронтальній площині. Такими чином, два м'язи, утворюючи між собою паралелограм сил, замінюють відсутнім м'яз, необхідний для виконання даного руху. Правило паралелограма сил відноситься не лише до двох, але також і до декількох м'язів, що тягнуть дану кістку у різних напрямках. У таких випадках для визначення загальної рівнодійної, тобто загальної діагоналі, необхідно скласти паралелограм між кожними двома м'язами, а потім паралелограми між діагоналями перших паралелограмів, поки, нарешті, не буде знайдена загальна рівнодійна всієї даної групи м'язів.

УЧАСТЬ М'ЯЗІВ У ВИКОНАННІ ПРОСТИХ РУХІВ ОКРЕМИХ ЧАСТИН ТІЛА

РУХИ ТУЛУБА

Руси тулуба здійснюються завдяки рухомості з'єднань між хребцями. У біомеханічному відношенні хребтовий стовп є єдиним утворенням, тому м'язові зусилля впливають на нього в цілому. Значна частина м'язових зусиль витрачається на утримання тулуба у вертикальному положенні.

Рухомість хребтового стовпа дозволяє виконувати такі руси тулуба, як: 1) згинання і розгинання (нахили вперед і назад); 2) руси убік (нахили вправо і вліво); 3) обертання довкола вертикальної вісі (повороти направо і наліво); 4) круговий рух.

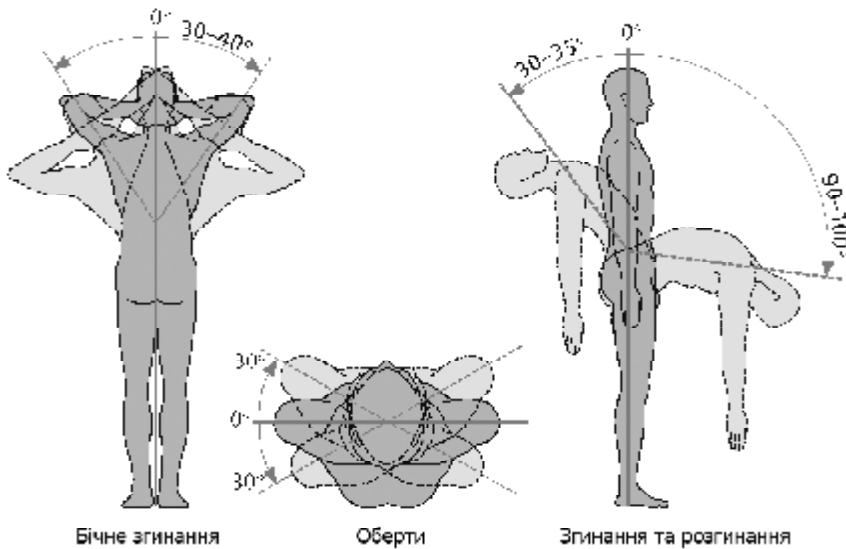
Згинання тулуба виконують м'язи, рівнодійні сили яких знаходяться попереду від поперечних вісей, які проходять через хребтовий стовп. До цих м'язів відносяться:

- 1) прямий м'яз живота;
- 2) зовнішній косий м'яз живота;
- 3) внутрішній косий м'яз живота;
- 4) великий і малий поперекові м'язи.

Розгинання тулуба виконують м'язи спини, розташовані на задній поверхні тулуба позаду від поперечних вісей, які проходять через хребетний стовп:

- 1) м'яз-випрямляч хребта;
- 2) поперечно-остъовий м'яз;
- 3) трапецієподібний м'яз;
- 4) короткі м'язи спини.

Нахил тулуба убік відбувається при одночасному (синергічному) скороченні м'язів згиначів і розгиначів хребтового стовпа на одній стороні тулуба. Складання сил, які розвиваються м'язами, здійснюється за правилом паралелограма; при цьому рівнодійна спрямована у той бік, на якому відбувається скорочення м'язів. При нахилі убік одночасне скорочення згиначів і розгиначів тулуба доповнюється роботою інших м'язів: квадратного м'яза попереку, ромбоподібних і міжреберних м'язів, нижнього заднього зуб-



Рухи тулуба.

частого м'яза. При поверненні у вихідне вертикальне положення працюють однойменні м'язи протилежної сторони тіла.

Обертання тулуба докола вертикальної осі вправо і вліво виконують наступні м'язи:

- 1) м'язи-обертачі (скорочуються на тій стороні, в яку здійснюється рух);
- 2) внутрішній косий м'яз живота (скорочується на тій стороні, в яку здійснюється рух);
- 3) зовнішній косий м'яз живота (скорочується на стороні, протилежній тій, в яку здійснюється рух).

Варто зазначити, що в обертанні тулуба можуть одночасно брати участь розгиначі сторони, в яку здійснюється обертання, і згиначі протилежної сторони, складові м'язових зусиль яких утворюють силу, корисну для даного руху. При поверненні тіла у вихідне положення працюють однойменні м'язи протилежних сторін.

Колові рухи тулуба або обертання по колу (циркумдукція), відбуваються при почерговому скороченні всіх груп м'язів тулуба, що виконують його розгинання, нахил убік і згинання.

УЧАСТЬ М'ЯЗІВ ТУЛУБА В АКТІ ДИХАННЯ

Робота м'язів тулуба які беруть участь у акті дихання, зумовлена тими мимовільними рухами, які безпосередньо пов'язані з диханням. Вона поділяється на дві фази: вдих і видих.

Наповнення легень повітрям відбувається внаслідок розширення внутрішнього простору грудної клітки. Збільшення об'єму грудної клітки зумовлене двома чинниками: скороченням діафрагми, під час якого купол її стає плоским, і рухом ребер.

Рухи діафрагми відбуваються внаслідок скорочення її м'язової частини, тоді як сухожилковий центр, який складається із щільної сполучної тканини, не бере участі у цих рухах. При скороченні м'язових волокон сухожилковий центр опускається і купол діафрагми стає плоским, а при їх розслабленні, навпаки, сухожилковий центр і купол діафрагми піднімаються. Якщо рух діафрагми вниз здійснюється активно, то рух уверх, тобто повернення у вихідне положення, пасивно, – внаслідок різниці внутрішньочеревного і грудного тиску.

Основною функцією діафрагми є її участь в акті дихання. При її скороченні та опусканні купола збільшується вертикальний розмір грудної порожнини, внаслідок чого забезпечується приплив повітря в легені.

По відношенню до м'язів черевного преса діафрагма може бути як синергістом, так і антагоністом. Вона працює спільно з цими м'язами, коли потрібне підвищення внутрішньочеревного тиску. Якщо діафрагма виконує звичайні дихальні екскурсії, то вона є антагоністом цих м'язів. Опускання куполу діафрагми можливе лише за умови, якщо м'язи черевного преса повністю або частково розслаблені. Спостерігаючи на живій людині дихальні рухи, видно, що кожен вдих, який виконується внаслідок скорочення діафрагми, супроводжується невеликим випинанням передньої стінки живота. Коли вдих виконується внаслідок руху ребер, цього випинання може не бути.

Положення діафрагми може змінюватися залежно від віку, величини дихальних екскурсій від положення тіла. У дітей діафрагма розташована вище, ніж у дорослих. При положенні тіла лежачи вона дещо зміщується вгору порівняно з положенням стоячи.

Варто зазначити, що форма живота при різних положеннях тіла неоднакова: у положенні стоячи, коли органи черевної порожнини зміщуються через свій тягар вниз, відбувається незначне випинання передньої черевної стінки. Дуже чітко такі зміни простежуються у людей літнього віку, що пов'язане із загальним опусканням органів черевної порожнини (вісцероптозом).

При згинанні тулуба грудна клітка і таз зближуються, внаслідок чого вертикальний розмір черевної порожнини зменшується, відбувається випинання черевної стінки. Навпаки, при сильному розгинанні тулуба (при виконанні вправи “міст”) вертикальний розмір черевної порожнини збільшується, спостерігається втягування черевної стінки, купол діафрагми піднімається.

При черевному типу дихання діафрагма під час вдиху стає плоска і купол її внаслідок скорочення поперекової і реберної частин опускається. При грудному типу дихання діафрагма може при вдиху навіть підніматися внаслідок підняття ребер. При змішаному типі дихання одночасно і діафрагма стає плоска, і піднімається передня частина грудної клітки.

Спокійне дихання здійснюється переважно внаслідок скорочення і розслаблення лише діафрагми. Напруга зовнішніх і внутрішніх міжреберних м'язів незначна. Але вона відіграє важливу роль, оскільки запобігає западінню тканин у міжреберних проміжках при вдиху і їх випинанню при видиху. При спокійному диханні збільшується вертикальний розмір грудної клітки. М'язи живота знаходяться у розслабленому стані і легко розтягуються внутрішніми органами, які зміщуються вниз.

Таким чином, основними дихальними м'язами є діафрагма і міжреберні м'язи.

При посиленому (напруженому) диханні грудна клітка значно розширюється у нижніх відділах, збільшується її передньозадній розмір у середньому відділі. Розширення грудної клітки відбувається внаслідок узгодженого руху ребер. Внаслідок синхронного обертання ребер, їх передні кінці піднімаються, нижній відділ груднини дещо виступає вперед, а середні відділи ребер висуваються вбік. Разом з основними дихальними м'язами до роботи залучаються додаткові, які поділяються на м'язи вдиху і м'язи видиху.

До додаткових м'язів, які беруть участь в акті вдиху, відносяться:

- 1) м'язи-підйімачі ребер;
- 2) верхній задній зубчастий м'яз;
- 3) квадратний м'яз попереку;
- 4) клубово-реберний м'яз попереку;
- 5) драбинчасті м'язи, які піднімають перше і друге ребра.

До процесу дихання також залучаються м'язи, що діють на пояс верхніх кінцівок: трапецієподібний, ромбоподібний, малий і великий грудні м'язи, а також м'яз-підйімачлопатки. Ці м'язи при скороченні приводять пояс верхніх кінцівок і фіксують його, що надає можливість брати участь у дихальних рухах підключично-му, передньому зубчастому великому і малому грудним м'язам, які сприяють розширенню грудної клітки у фазі вдиху.

При напруженому диханні кривизна хребтового стовпа зникає і форма його наближається до вертикальної прямої. Це досягається внаслідок узгодженої роботи всіх розгиначів тулуба

До м'язів, що беруть участь в акті видиху, відносяться:

- 1) прямий м'яз живота, який має велике плече сили відносно вісей обертання ребер;
- 2) поперечний м'яз живота, який своєю верхньою частиною зближує реберні дуги і зменшує об'єм грудей;
- 3) зовнішній і внутрішній косі м'язи живота;
- 4) підреберні та внутрішні міжреберні м'язи;
- 5) поперечний м'яз грудей;
- 6) нижній задній зубчастий м'яз.

Скорочення цих м'язів сприяє максимальному зменшенню розмірів грудної клітки. Воно завжди супроводжується розслабленням тих м'язів, які додатково беруть участь у акті вдиху, а також опусканням поясу верхніх кінцівок, що створює стискуюче зусилля для грудної клітки.

Зазвичай розрізняють дихання черевне, або діафрагмальне, і грудне, або реберне. Повним диханням є таке, при якому черевне дихання поєднується з грудним. Людина задіює одночасно і грудне, і черевне дихання.

Думка, що чоловікам і жінкам властиві різні типи дихання,

заперечується багатьма вченими, які справедливо вважають, що природжених статевих особливостей дихання не існує. Різниця між рухами ребер у чоловіків і жінок полягає лише у величині дуги руху

Проте деякі обставини можуть змінити типи дихання: переповнення шлунково-кишкового тракту, різноманітні захворювання черевної порожнини, вагітність в останні місяці, здавлення нижньої реберної дуги широким поясом, – тобто все те, що утруднює скорочення діафрагми і примушує задіювати грудне дихання.

При будь-якій фізичній вправі, коли напружені деякі дихальні м'язи, можна шляхом ізолюваного скорочення інших м'язів не припиняти дихальних рухів. Рекомендується не зменшувати дихальні рухи незалежно від міри напруги м'язів. Проте, слідувати цьому правилу в деяких випадках буває надзвичайно важко, особливо тоді, коли тулуб фіксований у певному положенні і всі м'язи напружені (наприклад, борцівський або гімнастичний міст).

Діафрагмальне дихання можна регулювати легше, ніж реберне. Якість механізму дихання залежить не лише від природних особливостей грудної клітки конкретної людини, але й від тренуваності, внаслідок чого вузька грудна клітка з хорошою дихальною технікою може працювати значно ефективніше, ніж широка грудна клітка з поганою дихальною технікою.

Механізм дихання може значно змінюватися зі зміною положення тіла людини. Наприклад, піднімання рук (а разом з цим, і піднімання поясу верхніх кінцівок) збільшує тонус допоміжних м'язів, що сприяє вдиху (малий грудний, підключичний та великий грудний м'язи). У положенні "руки на стегна" також створюються сприятливі умови для вдиху внаслідок напруги цих м'язів.

Робота діафрагми значно ускладнюється під час вису на зігнутих ногах, а також у стійці на кистях та у положенні вису прогнувшись, оскільки за цих умов діафрагма, скорочуючись, повинна піднімати нутрощі черевної порожнини.

РУХИ ГОЛОВИ ТА ШИЇ

Рухи голови та шиї взаємопов'язані, оскільки зумовлені рухомостю шийного відділу хребта.

Розрізняють такі рухи голови та шиї: згинання і розгинання (нахил вперед і назад), нахил убік (вправо і вліво), повороти довкола вертикальної вісі (вправо і вліво), колові рухи.

Згинання голови та шиї здійснюють м'язи, розташовані попереду шийного відділу хребта, під час одночасного скорочення з обох сторін. Такими м'язами є:

- 1) довгий м'яз голови;
- 2) довгий м'яз шиї;
- 3) передній і латеральний прямі м'язи голови;
- 4) драбинчасті м'язи (передній, середній і задній);
- 5) груднинно-ключично-соскоподібний м'яз.

У вищезазначеному русі також беруть участь м'язи, які прикріплюються до під'язикової кістки.

Розгинання голови та шиї здійснюють м'язи спини, які прикріплюються до основи черепа та шийних хребців і розміщені ззаду від хребтового стовпа, якщо вони скорочуються одночасно справа і зліва. До цих м'язів відносяться:

- 1) трапецієподібний м'яз (його верхній відділ);
- 2) ремінні м'язи голови і шиї;
- 3) попереочно-остистий м'яз;
- 4) м'яз-випрямляч хребта (його верхній відділ);
- 5) короткі м'язи голови (великий і малий задні прямі м'язи голови і верхній косий м'яз голови), які безпосередньо діють на атланта-потиличний суглоб;

б) груднинно-ключично-соскоподібний м'яз, який приєднується до цього руху після того, як точка його прикріплення (соскоподібний відросток) виявляється ззаду від точки опори голови – атланта-потиличного суглоба;

7) м'яз-піднімач лопатки (при фіксованому поясі верхніх кінцівок).

Нахил голови та шиї вбік відбувається при одночасному скороченні на одній стороні згиначів і розгиначів (нахил відбувається в ту ж сторону, на якій скорочуються м'язи). Отже, при згинанні та розгинанні голови і шиї м'язи-згиначі і м'язи-розгиначі по обидва боки тіла працюють як синергісти, а між собою вони є антагоністами. При нахилах голови та шиї вбік м'язи-згиначі та м'язи-

розгиначі на одній стороні тіла працюють як синергісти, але вони є антагоністами тих же м'язів протилежної сторони тіла. Таким чином, ще раз підтверджується той факт, що антагонізм і синергізм відображають функціональні взаємодії між групами м'язів при виконанні певних рухів.

Поворот голови і шиї вправо і вліво здійснюється тими м'язами, які мають косий напрям волокон відносно вертикальної вісі. У повороті голови та шиї вправо беруть участь:

- 1) ремінні м'язи голови та шиї справа;
- 2) груднинно-ключично-соскоподібний м'яз зліва;
- 3) нижній косий м'яз голови справа;
- 4) латеральний прямий м'яз голови зліва;
- 5) великий задній прямий м'яз голови справа;
- 6) верхній відділ м'яза-випрямляча хребта справа, а саме, його порції – найдовший та остистий м'язи грудної клітки;
- 7) лопатково-під'язиковий м'яз справа.

При поверненні голови та шиї у вихідне положення, а також при повороті наліво, працюють однойменні м'язи протилежної сторони.

Колові рухи голови та шиї відбуваються внаслідок послідовного скорочення м'язів-згиначів і м'язів-розгиначів.

РУХИ ПОЯСУ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ

Пояс верхньої кінцівки служить не лише опорою верхньої кінцівки, але й збільшує обсяг її рухів завдяки своїй рухомості. У рухах поясу верхньої кінцівки беруть участь не лише м'язи, які мають тут свої місця прикріплення, але й великий грудний м'яз та найширший м'яз спини (через плечову кістку).

Все різноманіття складних рухів поясу верхньої кінцівки можна розкласти на прості рухові акти:

- 1) рухи вперед і назад (перше супроводжується відведенням лопатки від хребтового стовпа, а друге – приведенням її);
 - 2) піднімання та опускання лопатки і ключиці;
 - 3) рух лопатки нижнім кутом всередину і назовні;
 - 4) коловий рух зовнішнім кінцем ключиці та лопаткою.
- Рух поясу верхньої кінцівки вперед здійснюють м'язи:



Рухи верхніх кінцівок.

- 2) м'яз-підіймачлопатки;
- 3) ромбоподібні м'язи, при розкладанні рівнодійної яких є деяка складова, спрямована вгору;
- 4) груднинно-ключично-соскоподібний м'яз (при фіксованому положенні голови та шиї).

Для руху поясу верхньої кінцівки вниз досить розслаблення м'язів, які піднімають його, оскільки при цьому він опускається під впливом ваги верхньої кінцівки. Активному опусканню його сприяють:

- 1) малий грудний м'яз;
- 2) підключичний м'яз;
- 3) нижні пучки трапецієподібного м'яза;
- 4) нижні зубці переднього зубчастого м'яза;
- 5) нижні пучки великого грудного м'яза;
- 6) нижні пучки найширшого м'яза спини.

Обертання лопатки нижнім кутом назовні має дуже важли-

- 1) великий грудний м'яз (через плечову кістку);
- 2) малий грудний м'яз;
- 3) передній зубчастий м'яз.

Рух поясу верхньої кінцівки назад здійснюють:

- 1) трапецієподібний м'яз
- 2) великий та малий ромбоподібні м'язи
- 3) найширший м'яз спини (через плечову кістку).

Піднімання поясу верхньої кінцівки відбувається при одночасному скороченні таких м'язів:

- 1) верхні пучки трапецієподібного м'яза, які тягнуть вгору зовнішній кінець ключиці та плечовий відросток лопатки;

ве значення, оскільки завдяки цьому руху верхня кінцівка піднімається вище за рівень поясу верхньої кінцівки. Воно відбувається в результаті

1) дії пари сил, утворюваних верхньою та нижньою частинами трапецієподібного м'яза;

2) скорочення переднього зубчастого м'яза.

Обертання лопатки нижнім кутом всередину відбувається під дією ваги верхньої кінцівки. Виконанню цього руху допомагають:

1) великий і малий грудні м'язи;

2) нижня частина великого ромбоподібного м'яза;

3) найширший м'яз спини (через плечову кістку).

Коловий рух поясу верхньої кінцівки відбувається в результаті почергового скорочення всіх м'язів, які діють на нього.

РУХИ ВІЛЬНОЇ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ

Рухи вільної верхньої кінцівки визначаються діапазоном можливих рухів в її суглобах. Якби вони не були складні та різноманітні, їх можна розглядати як сукупність простих рухів різних суглобах. При цьому рухи довкола кожної осі обертання здійснюються певною групою м'язів.

Участь м'язів у здійсненні рухів у плечовому суглобі

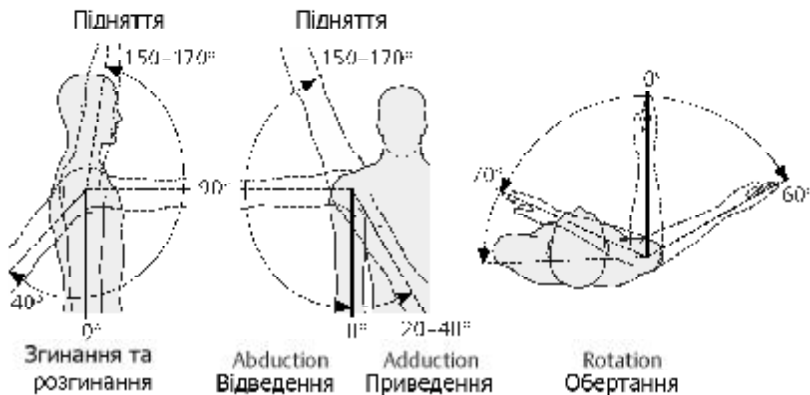
Відведення плеча: 1) дельтоподібний м'яз, 2) надостний м'яз.

Приведення плеча: 1) великий грудний м'яз, 2) найширший м'яз спини, 3) підостний м'яз, 4) великий і малий круглі м'язи, 5) підлопатковий м'яз, 6) довга голівка трицепсу плеча, 7) дзьобоподібно-плечовий м'яз.

Згинання плеча: 1) передня частина дельтоподібного м'яза, 2) великий грудний м'яз, 3) дзьобоподібно-плечовий м'яз, 4) двоголовий м'яз плеча.

Розгинання плеча: 1) задня частина дельтоподібного м'яза, 2) найширший м'яз спини, 3) підостний м'яз, 4) великий і малий круглі м'язи, 5) триголовий м'яз плеча.

Пронація плеча: 1) підлопатковий м'яз, 2) великий грудний м'яз, 3) передня частина дельтоподібного м'яза, 4) найширший м'яз спини, 5) великий круглий м'яз, 6) дзьобоподібно-плечовий м'яз.



Рухи поясу верхньої кінцівки.

Супінація плеча: 1) підостний м'яз, 2) малий круглий м'яз, 3) задня частина дельтоподібного м'яза.

Коловий рух плеча відбувається при почерговому скороченні всіх м'язів, розташованих довкола плечового суглоба.

Розглянемо участь м'язів у рухах передпліччя.

Згинання передпліччя: 1) двоголовий м'яз плеча, 2) плечовий м'яз, 3) плечо-променевий м'яз, 4) круглий пронатор (виконання цього руху допомагають також м'язи, які починаються від внутрішнього надвиростка плечової кістки і продовжуються на передпліччя і кисть).

Розгинання передпліччя: 1) триголовий м'яз, 2) ліктьовий м'яз.

Пронація передпліччя: 1) круглий пронатор, 2) квадратний пронатор, 3) плечо-променевий м'яз (при вихідному супінованому положенні передпліччя).

Супінація передпліччя: 1) двоголовий м'яз плеча; 2) м'яз-супінатор, 3) плечо-променевий м'яз (при вихідному пронованому положенні передпліччя).

Рухи в променево-зап'ястковому суглобі зазвичай відбуваються одночасно з рухами в середньо-зап'ястковому, зап'ястково-п'ястковому, а часто і в п'ястково-фалангових суглобах.

Розглянемо участь м'язів у рухах кисті в променево-зап'ястковому суглобі

Згинання кисті: 1) променевий згинач зап'ястка, 2) лік-

товий згинач зап'ястка, 3) довгий долонний м'яз, 4) поверхневий згинач пальців, 5) глибокий згинач пальців, 6) довгий згинач великого пальця. Останні три м'язи здійснюють одночасне згинання пальців кисті.

Розгинання кисті: 1) довгий променевий розгинач зап'ястка, 2) короткий променевий розгинач зап'ястка, 3) ліктьовий розгинач зап'ястка, 4) розгинач пальців, 5) розгинач вказівного пальця, 6) розгинач мізинця, 7) довгий розгинач великого пальця. Останні чотири м'язи одночасно здійснюють розгинання пальців кисті.

Приведення кисті: 1) ліктьовий згинач зап'ястка; 2) ліктьовий розгинач зап'ястка. Незначну участь в приведенні кисті беруть згиначі та розгиначі, сухожилки яких йдуть до четвертого і п'ятого пальців кисті.

Відведення кисті: 1) променевий згинач зап'ястка, 2) довгий променевий розгинач зап'ястка, 3) короткий променевий розгинач зап'ястка, 4) довгий відвідний м'яз великого пальця, 5) довгий розгинач великого пальця, 6) короткий розгинач великого пальця. Три останні м'язи беруть участь в цьому русі при фіксованому положенні великого пальця.

Коловий рух кисті відбувається в результаті послідовного і почергового скорочення її згиначів і розгиначів.

Аналізуючи рухи пальців, слід враховувати, що при згинанні пальців на кожну його фалангу діє певний м'яз: на проксимальну фалангу – червоподібні, долонні і тильні міжкісткові м'язи; на середню фалангу – поверхневий згинач пальців; на дистальну фалангу – глибокий згинач пальців. Розгинання пальців відбувається в результаті скорочення розгинача пальців, а також тих м'язів, які ізольовано діють на другий і п'ятий пальці.

Найбільшу свободу рухів має великий палець кисті. Він може здійснювати такі рухи: згинання, розгинання, відведення, приведення, зіставлення (опозиція) і протиставлення (опозиція), а також колові рухи. Такий великий діапазон рухів великого пальця визначає його цінність у трудових процесах. Для виконання кожного з зазначених рухів існує спеціальний м'яз. Функції всіх м'язів, які діють на великий палець, відображені в їх назвах.

РУХИ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ

Рухи нижньої кінцівки здійснюються при взаємодії м'язових зусиль із зовнішніми силами, головною з яких є сила земного тяжіння. Залежно від того, яке положення займає тіло по відношенню до напрямку сили гравітації, участь різних м'язів у виконанні одного і того ж руху може бути різною. Під час розгляду рухів нижньої кінцівки, доцільно умисно абстрагуватися від зовнішніх чинників з метою вивчити участь м'язів, які здійснюють рухи, виходячи з їх анатомічного положення.

Розглянемо участь м'язів у рухах стегна в кульшовому суглобі

Згинання стегна: 1) клубово-поперековий м'яз; 2) кравецький м'яз; 3) м'яз-натягач широкої фасції; 4) гребінчастий м'яз; 5) прямий м'яз стегна.

Розгинання стегна: 1) великий сідничний м'яз; 2) двоголовий м'яз стегна; 3) напівсухожилковий м'яз; 4) напівперетинчастий м'яз; 5) великий привідний м'яз.

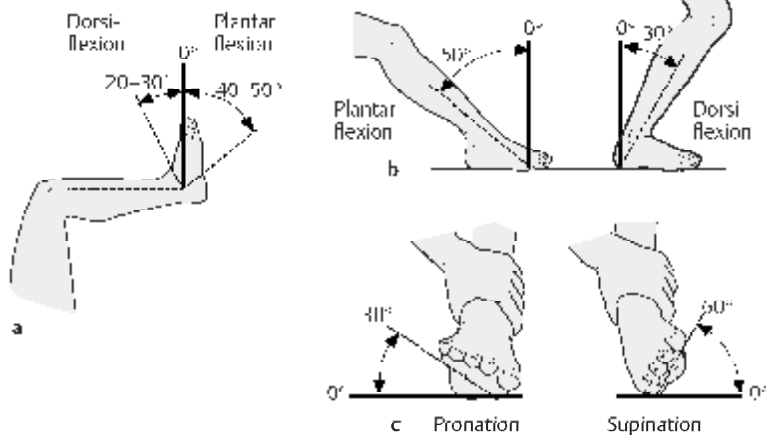
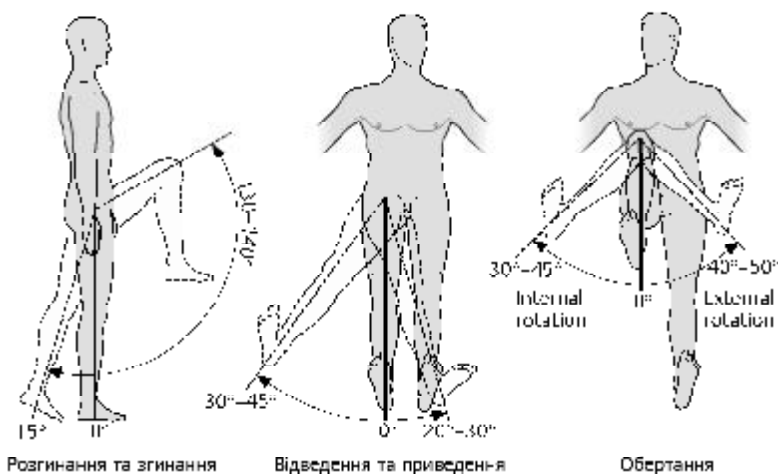
Відведення стегна: 1) середній сідничний м'яз; 2) малий сідничний м'яз; 3) грушоподібний м'яз; 4) внутрішній затульний м'яз; 5) м'яз-натягач широкої фасції.

Приведення стегна: 1) гребінчастий м'яз; 2) довгий привідний м'яз; 3) короткий привідний м'яз; 4) великий привідний м'яз; 5) тонкий м'яз.

Супінація стегна: 1) клубово-поперековий м'яз; 2) квадратний м'яз стегна; 3) сідничні м'язи (середній і малий супінують стегно лише своїми задніми пучками); 4) кравецький м'яз; 5) внутрішній і зовнішній затульні м'язи; 6) грушоподібний м'яз.

Пронація стегна: 1) м'яз-натягач широкої фасції; 2) передні пучки середнього сідничного м'яза; 3) передні пучки малого сідничного м'яза; 4) напівсухожилковий м'яз; 5) напівперетинчастий м'яз; 6) тонкий м'яз.

Слід зауважити, що при опорі випрямленої ноги п'ятою об землю пронація і супінація стегна можуть бути здійснені інтенсивніше, ніж без фіксації стопи. Це пояснюється тим, що в першому випадку м'язи-згиначі стегна розслаблені, а в другому – скорочені та своїм тонусом перешкоджають обертальним рухам стегна довкола вертикальної вісі, яка проходить через кульшовий суглоб.



Рухи нижньої кінцівки.

Колові рухи здійснюються скороченням по черзі всіх груп м'язів, розмішених довкола кульшового суглоба

Отже, один і той же м'яз може брати участь в різних рухах, а при різних вихідних положеннях один м'яз може виконувати різну роботу. Наприклад, великий привідний м'яз розгинає стегно з його зігнутого положення і приводить – з відведеного. Крім того, в крупних м'язах можуть працювати ізольовано окремі пучки. Наприклад, малий сідничний м'яз під час скорочення відводить стегно, а скорочення його передніх пучків повертає його.

Розглянемо участь м'язів у рухах в колінному суглобі

Згинання гомілки: 1) двоголовий м'яз стегна; 2) напівсухожилковий м'яз; 3) напівперетинчастий м'яз; 4) кравецький м'яз; 5) тонкий м'яз; 6) підколінний м'яз; 7) литковий м'яз.

Розгинання гомілки: лише один м'яз – чотириголовий м'яз стегна.

Пронація гомілки: 1) напівсухожилковий м'яз; 2) напівперетинчастий м'яз; 3) кравецький м'яз; 4) тонкий м'яз; 5) медіальна голівка литкового м'яза; 6) підколінний м'яз.

Супінація гомілки: 1) двоголовий м'яз стегна; 2) латеральна голівка литкового м'яза.

Пронація і супінація гомілки можливі лише за умов її незначного згинання, тобто у міру того, як великогомілкова і малогомілкова колатеральні зв'язки розслаблюються.

Розглянемо участь м'язів у рухах стопи.

Згинання стопи: 1) триголовий м'яз гомілки; 2) задній великогомілковий м'яз; 3) довгий згинач великого пальця; 4) довгий згинач пальців; 5) довгий малогомілковий м'яз; 6) короткий малогомілковий м'яз.

Розгинання стопи: 1) передній великогомілковий м'яз; 2) довгий розгинач пальців; 3) довгий розгинач великого пальця.

Приведення стопи: 1) передній великогомілковий м'яз; 2) задній великогомілковий м'яз.

Відведення стопи: 1) короткий малогомілковий м'яз; 2) довгий малогомілковий м'яз.

Пронація стопи: 1) довгий малогомілковий м'яз; 2) короткий малогомілковий м'яз.

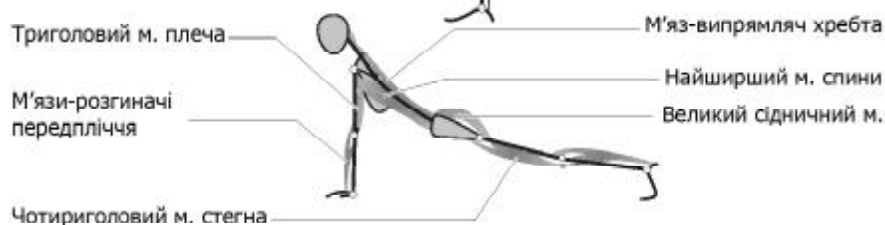
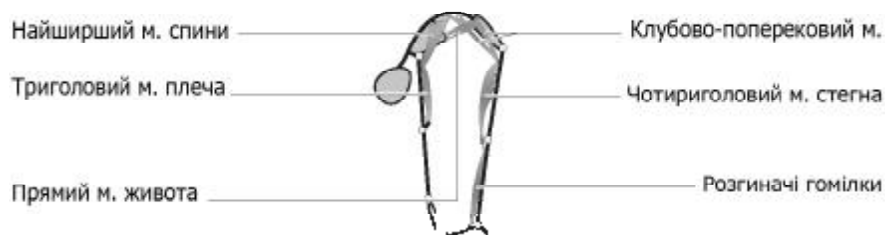
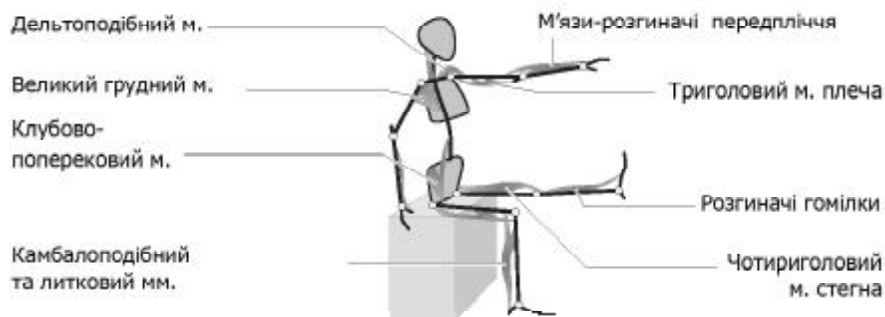
Супінація стопи: 1) передній великогомілковий м'яз; 2) довгий розгинач великого пальця.

Коловий рух стопи можливий при почерговій дії груп м'язів, які проходять біля суглобів стопи.

У рухах пальців беруть участь м'язи, які переходять з гомілки на стопу, і власне м'язи стопи. Основна функція м'язів, розташованих на підошовній поверхні стопи, – згинання пальців, а м'язів, які знаходяться на тильній стороні стопи, – розгинання пальців.

Група м'язів тильної поверхні стопи розвинена значно слаб-

ше за групу м'язів підошовної поверхні. Це зумовлено функціональним значенням м'язів. Підошовні м'язи відіграють важливу ресорну роль, а також, згинаючи пальці, забезпечують зчеплення стопи з опорною поверхнею під час ходьби та бігу.



Участь м'язів у рухах тіла



Участь м'язів у рухах тіла

АНАТОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОЛОЖЕНЬ І РУХІВ ТІЛА ЛЮДИНИ

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ АНАТОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПОЛОЖЕНЬ І РУХІВ ТІЛА

У попередніх розділах було розглянуто будову основних елементів і ланок рухового апарату, а також їх участь у виконанні простих рухів окремих частин тіла. Насправді рухи людини значно складніші та різноманітніші. До них відносяться переміщення тіла в просторі, трудові рухи, фізичні вправи, рухи, пов'язані з мовою тощо. Характерною особливістю рухів людини є те, що в їх здійсненні бере участь весь руховий апарат в цілому, оскільки будь-який складний рух є певною сукупністю простих рухів в різних суглобах, зумовленою координованою роботою скелетних м'язів.

Рухи людини здійснюються у взаємозв'язку із зовнішнім середовищем і тому визначаються силами, які діють на організм. Зовнішнім силам протидіють сили м'язової тяги, які розвиваються скелетними м'язами під час їх скорочення. Аналізуючи ці сили, можна дати анатомічну характеристику роботи рухового апарату в цілому при виконанні рухів або збереженні певних положень тіла.

Положення тіла в просторі є тимчасовою фазою відносного спокою тіла, тобто відсутністю видимого зовнішнього руху. Проте це не означає, що при збереженні певного положення тіла у просторі руховий апарат людини вимкнений з роботи. Аналіз будови скелета показує, що він складається з окремих кісткових ланок, які рухомо сполучені між собою. Тому збереження положення однієї кісткової ланки відносно іншої вимагають напруги певних груп м'язів. Постійна напруга скелетних м'язів зумовлена тим, що тіло людини на Землі завжди знаходиться під впливом сил тяжіння.

Сила тяжіння людського тіла, яка чисельно дорівнює його вазі, відноситься до зовнішніх сил, що діють на організм, і проти яких постійно здійснюється активна робота рухового апарату. Сила тяжіння направлена з центру тяжіння тіла вниз строго перпендикулярно до горизонтальної площини, на яку спирається людина. У місці зіткнення тіла з опорною поверхнею на організм людини

діє інша сила – сила реакції опори, яка чисельно дорівнює силі тяжіння, але прямо протилежна до неї по напрямку.

Фізичний сенс сили реакції опори заснований на третьому законі механіки, який свідчить, що при взаємодії двох тіл (в даному випадку тіла людини і опорної поверхні) сила дії завжди дорівнює силі протидії. З механіки відомо, що доки сила тяжіння і сила реакції опори діють по одній прямій, тверде тіло зберігає стан рівноваги (або спокою).

При рухах і положеннях живого людського тіла взаємовідношення між силою тяжіння і силою реакції опори значно складніші. З одного боку, це зумовлено тим, що тіло людини не є твердим тілом, а рухомо сполученими між собою частинами – тулубом, головою і кінцівками, – кожна з яких також складається з рухомих ланок (наприклад, нижня кінцівка – із стегна, гомілки і стопи). З іншого боку, сила реакції опори передається в організмі людини від однієї ланки до іншої лише через щільні тканини, нездатні до пластичної деформації (переважно через кістковутканину). Значить, сила реакції опори діє лише уздовж кісток скелету. Оскільки частини скелету сполучені між собою рухомо, цілком очевидно, що дія сили тяжіння і сили реакції опори по одній прямій представляють лише окремий випадок їх взаємодії. Враховуючи різноманіття різних положень тіла і рухів, слід визнати, що в організмі людини ці сили діють не по одній прямій. Тому майже при будь-якому положенні тіла на кожну з його ланок і на все тіло в цілому діє пара сил: одну складає сила тяжіння тіла в цілому або його окремої ланки, а іншу – сила реакції опори, що діє або на тіло в цілому, або на його окрему ланку. Взаємодія цих сил зумовлює обертання однієї кісткової ланки відносно іншої. Оскільки сила тяжіння має плече по відношенню майже до всіх суглобів, те збереження положення тіла досягається за рахунок активної роботи м'язів, які протидіють силі тяжіння.

Сила м'язової тяги відноситься до внутрішніх сил організму. Вона виникає в результаті активної напруги скелетних м'язів. Напряму дії сили м'язової тяги може збігатися з напрямом сили реакції опори. В такому разі обидві сили (сила м'язової тяги і сила реакції опори) протидіятимуть силі тяжіння. Якщо ці сили врівно-

важені, то тіло людини або його окрема частина знаходиться в стані відносного спокою (наприклад, положення людини стоячи з відведеною верхньою або нижньою кінцівкою). Якщо напрям сили м'язової тяги збігається з напрямом сили тяжіння, то за своєю сумарною величиною вони перевершують силу реакції опори. В результаті цього рівновага тіла порушується і відбувається його рух.

Під час руху на тіло людини діє ще ряд сил. Наприклад, сила тертя, що збільшує зчеплення опорної кінцівки з опорною поверхнею; сила лобового опору, яка залежить від щільності середовища і форми тіла і яка, як правило, гальмує рух. Під час спортивних вправ дію сили лобового опору можна зменшити, приймаючи специфічну, найвигіднішу позу з меншою лобовою поверхнею і кращою обтічністю (наприклад, бігун при зустрічному вітрі більше нахиляє тулуб вперед). При плаванні, веслуванні сила опору середовища сприяє руху. Тому для збільшення цієї сили під час гребка використовують велику лобову поверхню (долоні рук, весла), а при підготовчих рухах до гребка рука або весло виноситься з меншою швидкістю і з меншою лобовою поверхнею. Сила інерції проти діє силам, прискорюючим або уповільнюючим рух, вона відіграє важливу роль в руховій діяльності людини. Проявляючись в проміжках між поштовхами, вона згладжує їх, робить рухи плавнішими. Всі ці сили впродовж руху змінюються, впливають одна на іншу. Їх взаємодія складна і визначає кінематичну структуру руху як цілісного рухового акту.

Кожне положення тіла в цілому характеризується певним положенням голови і кінцівок відносно тулуба, а також положенням тіла відносно опорної поверхні. До тих пір, доки взаємне розташування частин тіла стримується активною роботою м'язів, воно знаходиться в стані рівноваги. Будь-яка рівновага тіла досягається за рахунок складної координації в роботі скелетних м'язів, в основі якої лежить умовно рефлекторна діяльність центральної нервової системи. У збереженні певного положення важлива роль належить шкірній (тактильній) і м'язово-суглобовій (пропріоцептивній) чутливості, зоровим і слуховим аналізаторам, а також органу рівноваги (стато-кінетична чутливість).

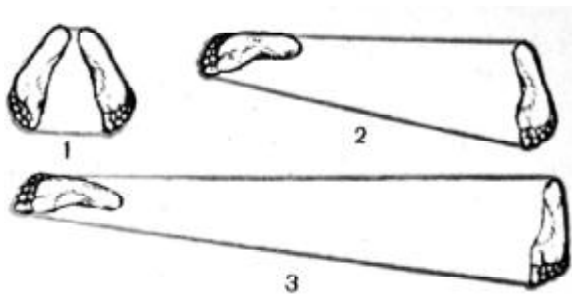
ЗАГАЛЬНИЙ ЦЕНТР ТЯЖІННЯ І ЙОГО РОЛЬ В МЕХАНІЧНІЙ СТІЙКОСТІ ТІЛА

Під загальним центром тяжіння (ЗЦТ) розуміють точку докладання рівнодійної сили тяжіння всіх частин тіла. Визначення положення ЗЦТ тіла відіграє важливу роль при вирішенні різних питань механіки рухів. Річ у тому, що рівновага і стійкість тіла визначаються положенням ЗЦТ тіла по відношенню до опорної поверхні.

Загальна площа опори – це площа, обмежена крайніми точками опорних поверхонь тіла, іншими словами, площа опорних поверхонь і площа простору між ними. Проте не вся площа опори може бути діючою, оскільки м'які тканини не беруть участі в передачі сили реакції опори. Величина площі опори при різних положеннях тіла спортсмена дуже варіює: у стійці на фігурному ковзані вона дуже мала, при звичайному положенні стоячи вона більша, при виставлянні ноги вперед або убік ще більше. Із збільшенням площі опори збільшується і загальна стійкість тіла.

Розрізняють два види рівноваги тіла людини: стійку і нестійку. Байдужа рівновага зустрічається вкрай рідко.

Стійкою рівновагою тіла називається така рівновага, при якій ЗЦТ тіла розташований нижче площі опори. У цих випадках тіло, виведене із стану рівноваги і надане самому собі, без впливу інших сил, а лише під дією власної сили тяжіння повертається у вихідне положення. Прикладами стійкої рівноваги є вис на випрямлених руках, куту висі тощо.



Загальна площа опори: при вихідному положенні стоячи (1), при вихідній стойці фехтувальника (2), при випаді фехтувальника (3).

Нестійкою рівновагою тіла називається така рівновага, при якому ЗЦТ тіла розташований вище площі опори. Якщо тіло виведене з цієї рівноваги і надано самому собі, то воно не повертається у вихідне положення, а падає під дією власної сили тяжіння (ваги тіла). До такого виду рівноваги відносяться всі положення стоячи, упор лежачи, стійка на кистях тощо.

Стійкість тіла зберігається до тих пір, доки вертикаль, опущена з ЗЦТ, не виходить за межі площі опори. Як тільки ця вертикаль виходить за межі площі опори, рівновага порушується і тіло падає.

У живому організмі людини проекція ЗЦТ не є строго фіксованою точкою. Залежно від процесів кровообігу, дихання, травлення в кожен момент часу положення окремих елементів тіла змінюється, що позначається і на положенні його ЗЦТ. Наприклад, при стані відносного спокою (наприклад, в положенні стоячи або лежачи) питома вага грудного відділу тулуба залежить від фази дихання. При вдиху він менший, при видиху, навпаки, більший. У зв'язку з цим відбувається постійне невелике переміщення ЗЦТ вгору і вниз. При переході з вертикального положення (положення стоячи) в горизонтальне (положення лежачи) в організмі відбувається перерозподіл крові. Вона відливає від нижніх кінцівок приблизно в кількості 100 см³. Після кількох глибоких вдихів об'єм крові, що притікає до легенів, зростає приблизно на стільки ж. Ця зміна кровонаповнення різних частин тіла неминуче позначається на локалізації ЗЦТ. Орієнтовно можна вважати, що діаметр сфери, усередині якої відбувається його постійне переміщення, при спокійному положенні тіла дорівнює 5-10 мм. При зміні взаємного розташування частин тіла коливання в положенні ЗЦТ можуть бути більшими.

Для встановлення проекції ЗЦТ тіла необхідно визначити його в трьох взаємно перпендикулярних площинах: фронтальній, горизонтальній і сагітальній. Проте, в більшості випадків визначають висоту положення ЗЦТ тіла над опорною поверхнею. Річ у тому, що при симетричному стоянні ЗЦТ знаходиться в серединній площині, оскільки права і ліва половини тіла мають приблизно однакову вагу. Правда, точніші розрахунки показують, що у зв'язку

з асиметричним розташуванням внутрішніх органів права половина тіла приблизно на 500 г важча за ліву (у правій половині тіла знаходиться такий масивний орган, як печінка; крім того, у більшості людей м'язи правої половини тіла розвинені краще і мають більшу вагу, ніж м'язи лівої половини). Проте, в стандартних розрахунках ці відмінності в увагу не беруться.

Шейдт (1924) визначав висоту положення ЗЦТ тіла, використовуючи принцип важеля другого роду. Для цього випробовуваний лягає на дошку, яка одним кінцем спирається на гострий клин, закріплений на опорній поверхні, а іншим – на гострий клин, розташований на майданчику вагів. Ваги показують певне значення, яке відповідає величині зусилля на дистальному кінці важеля. Клинни встановлюються так, щоб відстань між ними дорівнювала довжині тіла випробовуваного, тому довжина важеля завжди відома. Аби важіль знаходився в стані рівноваги, моменти сил, що діють на нього, мають бути рівні. Значить, добуток ваги тіла на висоту положення ЗЦТ тіла дорівнює добутку показань вагів на довжину тіла:

$Ph = pL$, де P – вага тіла, h – висота положення ЗЦТ тіла від підшовної поверхні стоп, p – показання вагів, L – довжина тіла. З цього відношення висота положення ЗЦТ тіла знаходиться розрахунковим шляхом: $h = p \times L / P$.

Зазвичай вважають, що ЗЦТ тіла людини в положенні стоячи розташований в серединній площині в середньому на 2,5 см нижче за мис крижової кістки і на 4-5 см вище поперечної вісі кульшових суглобів, приблизно на середині відстані між крижовою кісткою і лобковим симфізом.

Брауне і Фішер визначили положення ЗЦТ тіла і центрів тяжіння його окремих частин. Вони встановили, що центр тяжіння голови лежить ззаду від спинки турецького сідла приблизно на 7 мм; центр тяжіння тулуба – спереду верхнього краю першого поперекового хребця. Вздовж вісі тулуба його центр тяжіння віддалений від краніального кінця приблизно на $3/5$ довжини, а від каудального – на $2/5$ довжини.

Пряму між поперечними вісями, що проходять через плечові та кульшові суглоби, центр тяжіння тулуба ділить приблизно у

відношенні 4:5. За Фішером, ізольоване стегно, гомілка, плече і передпліччя мають центр тяжіння в тому місці, відрізки від якого до проксимального і дистальних кінців цих ланок відносяться приблизно як 4:5. Центр тяжіння кисті з дещо зігнутими пальцями розташований на 1 см проксимальніше голівки третьої п'ястної кістки.

Знаючи положення центру тяжіння кожної з двох частин тіла, які з'єднані між собою (плеча і передпліччя, стегна і гомілки тощо), неважко визначити положення загального для них центру тяжіння. Він знаходиться на прямій, яка сполучає центри тяжіння кожної з ланок, і ділить цю пряму у відношенні, зворотно пропорційному до їх мас. За допомогою перетворення дволанкових систем можна визначити положення ЗЦТ тіла.

Висота положення ЗЦТ у різних людей значно варіює залежно від низки чинників, до яких в першу чергу відносять стать, вік, розвиток м'язів та жирової клітковини, вагу скелету тощо. Можливі навіть добові коливання висоти положення ЗЦТ, пов'язані з пластичними деформаціями, які випробовують з'єднання скелета при великих фізичних навантаженнях.

В жінок у положенні стоячи ЗЦТ тіла зазвичай знаходиться дещо нижче, ніж у чоловіків: у чоловіків – в середньому на рівні передньонижнього краю тіла п'ятого поперекового хребця (індивідуальні коливання – від третього поперекового до п'ятого крижового хребця); у жінок – на рівні передненижнього краю тіла першого крижового хребця (індивідуальні коливання – від п'ятого поперекового до першого куприкового хребця).

У дітей раннього віку ЗЦТ тіла розташований вище, ніж у дорослих. Так, в новонароджених він лежить на рівні V-VI грудних хребців, в дітей віком до 2-х років – на рівні I поперекового хребця, до 16-18 років він поступово переміщується не лише вниз, але і назад.

Висота положення ЗЦТ тіла залежить і від спортивної спеціалізації. Так, у футболістів він розташований в середньому нижче, ніж у гімнастів. Індивідуальні коливання висоти положення ЗЦТ тіла значно більші та помітніші, ніж коливання загальної довжини тіла.

Для прискорення процесу визначення місця розташування ЗЦТ тіла, а також для визначення його траєкторії при тому чи іншому складному русі В.М.Абалаков запропонував метод, заснований на використанні спеціальної моделі, частини тіла якої рухомо сполучені між собою, що дозволяє задати їм різне положення. Модель зроблена таким чином, що відносна вага її частин відповідає ваговим відношенням між частинами тіла нормальної людини. При зміні взаєморозташування частин тіла проекція його ЗЦТ також змінюється. Змінюється при цьому і стійкість тіла. Для практики це питання дуже важливе, оскільки при більшій стійкості тіла можна виконувати рухи з більшою амплітудою без порушення рівноваги, проте почати рух при малій мірі стійкості легше, ніж при великій.

Стійкість тіла визначається величиною площі опори, висотою розташування ЗЦТ тіла та місцем проходження вертикалі, опущеної з ЗЦТ всередині площі опори. Чим більше площа опори і чим нижче розташований ЗЦТ тіла, тим більше стійкість тіла. Так, в положенні стоячи із зімкнутими стопами рівновагу зберігати важче, ніж в положенні, коли стопи знаходяться на ширині плечей.

Кількісним вираженням міри стійкості тіла в тому чи іншому напрямку є кут стійкості. Це кут, утворений вертикаллю, опущеною з ЗЦТ тіла, і прямою, проведеною з ЗЦТ тіла до краю площі опори. Чим більше кут стійкості, тим більша міра стійкості тіла. При симетричному положенні тіла вертикаль, опущена з ЗЦТ тіла, проходить через центр площі опори. При стоянні на лижах кут стійкості, а отже, і стійкість тіла вперед буде більша, ніж назад, а в праву і ліву сторони кути стійкості будуть однаковими і невеликими.

Вертикаль, опущена з ЗЦТ тіла, проходить на деякій відстані від осей обертання в суглобах. У зв'язку з цим сила тяжіння в будь-якому положенні тіла має по відношенню до кожного суглоба певний момент обертання, рівний добутку величини сили тяжіння на її плече. Плечем сили тяжіння є перпендикуляр, проведений з центру суглоба до вертикалі, опущеної з ЗЦТ тіла. Чим більше плече сили тяжіння, тим більший момент обертання вона має по відношенню до суглоба.

За рахунок активної напруги окремих груп скелетних м'язів можна змінити розташування ланок тіла, що призведе до переміщення вертикалі, опущеної з ЗЦТ тіла всередині площі опори. Наближення цієї вертикалі до краю площі опори зменшує стійкість тіла у відповідному напрямку, що сприяє початку руху. Робота м'язів визначається взаємним розташуванням кісткових ланок в суглобах, а також положенням ЗЦТ тіла. Тому для анатомічної характеристики положення або руху тіла необхідно визначити:

- 1) напрям рівнодійного м'яза або групи м'язів відносно тієї чи іншої осі обертання суглоба;
- 2) при якій опорі діє м'яз або група м'язів (дистальної або проксимальної);
- 3) взаємовідношення між м'язами-антагоністами і синергістами;
- 4) плече і момент обертання сили м'язової тяги, силу тяжіння окремих кісткових ланок і умови, які сприяють їх зміні;
- 5) режим роботи м'язів (динамічний, статичний, долаючий, поступливий, утримуючий або балістичний).

Кожне положення або рух тіла людини має певну структуру з точки зору участі в них компонентів рухового апарату. Виявлення сил, що діють на організм, дозволяє визначити умови і особливості роботи м'язів, міру використання сили тяжіння, інерції та інших сил в рухах.

Слід відзначити, що робота рухового апарату неминуче позначається на особливостях функціонування внутрішніх органів. Особливий інтерес являє стан механізму зовнішнього дихання, оскільки значна частина м'язів тулуба безпосереднім чином бере участь в акті дихання.

На основі аналізу роботи рухового апарату можна зробити висновок про те, який вплив з біологічної і педагогічної точок зору здійснює той чи інший рух на організм: на будову скелета, на рухомість в з'єднаннях, на поставу тіла, на розвиток окремих функціональних груп м'язів тощо. Причому необхідно відзначити не лише позитивні зміни, що відбуваються в організмі під впливом вправ або рухів, але і негативні, якщо вони мають місце.

ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ РУХІВ

Рухи тіла людини попри їх складність та різноманіття можна розділити на дві групи: прості рухи, які здійснюються в окремих суглобах, і складні рухи, які є руховими актами, при виконанні яких відбувається поєднана робота в багатьох суглобах. Сукупність рухів, за допомогою яких здійснюється переміщення людини в просторі, називається локомоціями (*locus* – місце, *motio* – рух).

Переміщення тіла людини в просторі відбувається в результаті відштовхування від опорної поверхні або притягування до неї, або в результаті відштовхування і притягування. При цьому зовнішні сили, що діють на організм (сила тяжіння і сила реакції опори), взаємодіють з силою м'язової тяги, що і веде до переміщення тіла в просторі. Локомоції здійснюються завдяки координованій роботі м'язів, одні з яких виконують статичну роботу, утримуючи положення окремих частин тіла, а інші – динамічну.

Залежно від характеру рухової діяльності правої і лівої половин тіла, рухи розділяють на симетричні та асиметричні. При симетричних рухах обидві половини тіла виконують однакові рухи, при асиметричних – різні. Тому аналіз роботи рухового апарату при симетричних рухах проводиться з одного боку тіла, а при асиметричних – з обох боків. Симетричні рухи, у свою чергу, можуть бути одночасно симетричними (наприклад, плавання стилем “брас”) і різночасно симетричними (ходьба, біг, плавання способом “кроль”). Рухи можуть здійснюватися і без зміни місця, тобто рухи на місці (присідання тощо).

За структурою розрізняють циклічні та ациклічні локомоції. Циклічні локомоції – це ті, при яких одні й ті ж рухи постійно повторюються в певній послідовності. Тому після кожного циклу рухів всі частини тіла повертаються у вихідне положення (ходьба, біг, пересування на лижах тощо). При ациклічних локомоціях повторення рухів не відбувається, вони по суті своїй представляють одноактну дію.

Залежно від характеру переміщення тіла, локомоції ще поділяють на поступальні, обертальні та змішані (поступально-обертальні). Поступальною ходою називається така хода, під час якої

точки тіла по відношенню до опорної поверхні та одна до одної утворюють паралельні лінії (наприклад, ходьба, біг, стрибок в довжину з місця). При обертальному русі точки тіла рухаються відносно сусідніх точок по дугах кіл (наприклад, сальто, пірует). При змішаному русі мають місце і ті, і інші елементи.

Характер руху людини формується поступово впродовж всього її життя. Особливо це стосується професійних рухових навичок. Основні природні локомоції (ходьба, біг, стрибок тощо) частково є природженими. Їх остаточне формування закінчується в різні періоди життя дитини. Провідна роль в координації рухів належить нервовій системі.

АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛОЖЕНЬ ТІЛА

Положення тіла характеризуються взаємним урівноваженням сил, які діють на людину. Специфіка положення тіла полягає в тому, що завдяки наявності внутрішніх активних м'язових сил, людина може змінювати взаємне розташування ланок тіла, протидіючи зовнішнім силам, і зберігати рівновагу. Всі положення тіла можна розділити на симетричні та асиметричні. При симетричних положеннях тіла робота правої та лівої половин рухового апарату однакова, при асиметричних – різна. Крім того, розрізняють положення тіла при нижній опорі, при верхній опорі та при змішаній опорі.

ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА ПРИ НИЖНІЙ ОПОРІ

Вертикальна симетрична стійка

Вертикальне положення тіла є природним і звичним для людини, воно виробилося в процесі її тривалої еволюції. Воно служить робочою позою, вихідним положенням для рухів, у тому числі і для фізичних вправ, а також використовується як проміжні та кінцеві пози при різних спортивних рухах. У положенні стоячи тіло людини розташоване вертикально, голова тримається прямо, руки вільно опущені уздовж тулуба, нижні кінцівки випрямлені, підошовною поверхнею стоп стикаються з опорною поверхнею. Оскільки права і ліва половини тіла симетричні, то вага тіла рівномірно розподіляється на обидві нижні кінцівки та їх дистальні ланки – стопи. Головними точками опори на стопі є нижня поверхня п'яtkового горба і голівки плеснових кісток, причому тиск більшою мірою припадає на п'яту. Якщо в положенні стоячи схилити тулуб дещо назад або вперед, то разом з цим сила тиску на передній і задній відділи стопи змінюватиметься; у міру висунення тулуба вперед тиск на передній відділ стопи зростає, а на задній – зменшується, і навпаки.

Оскільки в положенні стоячи загальний центр тяжіння тіла розташований вищим за площу опори, тіло знаходиться в стані

нестійкої рівноваги. Воно дещо погойдується, що головним чином залежить від дії і протидії різних груп м'язів.

Розрізняють три основні види положення стоячи: антропометричне (або “нормальне положення”), спокійне (або “зручна стійка”) і напружене (або “військове положення”).

Антропометричним положенням є таке, що слугує початковим для виміру довжини тіла і його окремих частин. У цьому положенні тіло випрямлене і торкається своєю задньою поверхнею (лопатками, сідницями і п'ятами) до стіни або вертикальної стійки ростоміра. Оскільки воно дещо відхилене назад, то вертикаль, опущена з його ЗЦТ, знаходиться в одній фронтальній площині з центром тяжіння голови, тулуба і поперечними віями крупних суглобів (плечового, ліктьового, променево-зап'ясткового, кульшового, колінного і гомілковостопного) і проходить всередині площі опори, ближче до її заднього краю. Правий і лівий кути стійкості однакові, а передній більший, ніж задній, у зв'язку з чим стійкість тіла назад дуже невелика. У цьому положенні в однаковій мірі опиняються напруженими м'язи, що знаходяться спереду і ззаду від поперечних осей обертання суглобів голови, тулуба і нижніх кінцівок.

Антропометричне положення тіла мало використовується в звичайних умовах життєдіяльності людини і в практиці спорту. Воно є досить втомливим і малозручним, оскільки переміщення тіла назад без порушення рівноваги сильно обмежене.

Спокійне положення характеризується тим, що тіло знаходиться в невимушеному стані. Голова тримається прямо, верхня частина тулуба дещо відведена назад, а таз зміщений вперед; хребтовий стовп зберігає свої фізіологічні вигини, хоча грудний кіфоз дещо збільшений; грудна клітка сплюснена, ребра дещо опущені. Вертикаль, проведена з ЗЦТ тіла, проходить через центр площі опори. Звідси міра стійкості тіла вперед і назад однакова; передній і задній кути стійкості становлять біля 10° . Центри тяжіння голови і тулуба розташовані дещо спереду від фронтальної площини, проведеної через ЗЦТ тіла. По відношенню до поперечних вісей кульшових суглобів, ця площина проходить ззаду, а по відношенню до колінних і гомілково-стопних суглобів – спереду.

Напруга м'язів при спокійному положенні незначна, оскільки моменти сил тяжіння окремих частин тіла невеликі. Момент сили тяжіння голови сприяє її нахилу вперед, цьому протидіє напруга м'язів, які нахилиють голови назад і розгинають шию. Силі тяжіння тулуба, яка намагається зігнути хребтовий стовп, протидіють м'язи, які розгинають його. Нахилу таза назад перешкоджає натягнення клубово-стегнових і лобково-стегнових зв'язок. Перерозгинання в колінному суглобі запобігає натягненню задньої хрестоподібної в'язки, а також великогомілкової і малогомілковою колатеральних в'язок. Розгинання в гомілковостопному суглобі, тобто нахил гомілки вперед, обмежено своєрідним пристроєм блоку таранної кісті, яка в цьому положенні щільно охоплена великогомілковою і малогомілковою кістками. Крім пасивних сил, рівновагу тіла забезпечують також м'язи нижньої кінцівки: згиначі стегна, розгиначі гомілки і згиначі стопи.

Напружене положення відрізняється тим, що при ньому тулуб нахилений вперед, голова тримається прямо, грудний кіфоз зменшений, а поперековий лордоз збільшений у порівнянні зі спокійним положенням тіла, нахил таза також збільшений, живіт підтягнутий, ноги випрямлені, грудна клітка "розгорнута", ребра дещо підведені, пояс верхньої кінцівки відведений назад, руки опущені та притиснуті до тулуба

При напруженому положенні вертикаль, опущена із ЗЦТ тіла, проходить спереду від поперечних вісей суглобів нижніх кінцівок і розташовується всередині площі опори, ближче до її переднього краю. Стійкість вперед дуже мала, передній кут стійкості складає приблизно 6-8°, а задній – 12-14°. Напружене положення стоячи говорить про готовність людини до руху вперед. Специфічне розташування окремих частин тіла призводить до того, що моменти сили тяжіння відносно суглобів нижніх кінцівок більші, ніж при інших видах стояння. Це зумовлює більшу напругу м'язів, протидіючих силі тяжіння. При даному вигляді стояння найбільше навантаження припадає на м'язи задньої половини тіла, скорочення яких запобігає його падінню вперед; збільшується навантаження на розгиначі голови і розгиначі хребтового стовпа; виявляються скороченими розгиначі стегна, згиначі гомілки і згиначі стопи;

у фіксації колінного суглоба бере участь також чотириголовий м'яз стегна.

Всі м'язи нижніх кінцівок і тулуба працюють при дистальній опорі, закріплюючи положення верхньої частини тіла по відношенню нижньої. Вільна верхня кінцівка при всіх видах стояння знаходиться в стійкій рівновазі. Вона "підвішена" до поясу верхньої кінцівки, який є для неї опорою.

Плечовий, ліктьовий і променево-зап'ястковий суглоби укріплені за рахунок рівномірної напруги згиначів і розгиначів, які працюють при проксимальній опорі. Крім того, при всіх видах стояння в роботу включаються згиначі та розгиначі хребтового стовпа, які укріплюють його у фронтальній площині, а також група привідних м'язів стегна.

Значне навантаження при стоянні припадає на стопу, через яку на площу опори передається весь тягар тіла. При антропометричному типі стояння навантаження припадає в основному на жорсткіший задній відділ стопи, при спокійному стоянні воно рівномірно розподіляється на всі відділи, а при напруженому – припадає, головним чином, на менш жорсткий передній відділ. Тягар тіла, впливаючи на стопу, може призводити до зменшення висоти її склепінь, як при плоскостопості. Напруга м'язів підшовної поверхні стопи, а також переднього великогомілкового та довгого малогомілкового м'язів, сприяє підтримці склепінь стопи.

Що стосується дихання, то при напруженому стоянні, коли грудний кіфоз дещо зменшується, створюються сприятливі умови для поглибленого вдиху. При спокійному стоянні грудний кіфоз, навпаки, дещо збільшується, що сприяє видиху. При додатковій фіксації поясу верхніх кінцівок (положення "руки за голову" або "руки на пояс") можна задіяти в диханні допоміжних м'язів вдиху: малий грудний, передній зубчастий тощо.

Положення стоячи як початкове для виконання спортивних рухів, повинно задовольняти певні умови. Так, тіло повинне мати достатню стійкість і знаходитися в положенні, зручному для початку ходьби, бігу або стрибка. Поза людини повинна задовольняти деяким естетичним вимогам і не допускати дефектів постави (наприклад, сутулості).

Упор лежачи

Упор лежачи відноситься до положень тіла при нижній опорі. При упорі лежачи тіло випрямлене і займає похиле положення, голова тримається прямо, шийний відділ хребта знаходиться в стані незначного розгинання, верхні кінцівки випрямлені, розташовані майже під прямим кутом до тулуба і стикаються з опорною поверхнею, нижні кінцівки також випрямлені, але знаходяться під гострим кутом до опорної поверхні. При цьому всі частини тіла утворюють замкнутий кінематичний ланцюг.

У даному положенні тіло людини можна представити у вигляді одного поздовжнього і двох поперечних склепінь: поздовжнім склепінням є хребтовий стовп, який спирається на поперечні склепіння; переднє поперечне склепіння утворене кістками вільних верхніх кінцівок та кістками поясу верхніх кінцівок, сполученими з грудниною; заднє – кістками таза, який жорстко сполучений з хребтовим стовпом і вільними нижніми кінцівками.

Площею опори в упорі лежачи є опорні поверхні кистів, носків стоп і площа простору, заключеного між ними. Оскільки ЗЦТ тіла знаходиться вище за площу опори, то рівновага тіла є нестійкою. Проте міра стійкості тіла порівняно велика, оскільки положення ЗЦТ тіла невисоке – 30-35 см, а площа опори достатньо велика – 4000 см², а вертикаль, проведена з ЗЦТ тіла, проходить через площу опори далеко від її меж. Кути стійкості також досить великі: передній дорівнює 70°, задній – 50°. Тому в даному положенні можна робити різні рухи з переміщенням частин тіла без порушення рівноваги.

Не дивлячись на відносно велику міру стійкості, знаходитися в цьому положенні тривалий час важко, оскільки підтримка рівноваги вимагає значної напруги м'язів, які протидіють силі тяжіння і утримують ланки тіла в певному положенні. Сила тяжіння утворює значні за величиною моменти обертання по відношенню до суглобів тулуба, верхніх і нижніх кінцівок. Сила реакції опори розподіляється між верхніми і нижніми кінцівками (так, при вазі людини 75 кг, на верхні кінцівки діє сила реакції опори приблизно в 45 кг, а на нижні кінцівки – в 30 кг).

Аналіз роботи м'язів показує, що голова підтримується за ра-

хунок статичної напруги м'язів, які розгинають голову та шию. Серед м'язів тулуба найбільшого навантаження зазнають м'язи живота і м'яза-випрямляча хребта. При своїй одночасній нарузі вони закріплюють хребтовий стовп і не дозволяють внутрішнім органам опускатися під впливом власної ваги.

В ділянці променево-зап'ясткового суглобасилі тяжіння протидіють згиначі кисті та пальців, які працюють при дистальній опорі і фіксують положення передпліччя відносно кисті. Ліктьовий суглоб укріплений м'язами-розгиначами передпліччя, оскільки сила тяжіння прагне зігнути руку в ліктьовому суглобі. В ділянці плечового суглоба напружені майже всі м'язи, які його оточують. Вони укріплюють положення поясу верхніх кінцівок відносно плечової кістки, працюючи при дистальній опорі. Великі та малі грудні, а також передні зубчасті м'язи, опираючись на ключиці та ребра, утримують тулуб спереду; великі й малі круглі, підостні та підлопаткові м'язи, а також довга голівка триголова м'яза плеча, опираючись на плечові кістки, утримують тулуб ззаду. Дельтоподібний м'яз фіксує ключицю і лопатку до плечової кістки. Пояс верхніх кінцівок фіксується до хребтового стовпа за рахунок напруження трапецієподібного, ромбоподібного м'язів та найширшого м'яза спини. Кульшовий суглоб закріплюють м'язи-згиначі стегна, напруга яких перешкоджає опусканню тулуба, колінний суглоб – м'язи-розгиначі гомілки. Напруга згиначів стопи, особливо камбалоподібного м'яза, запобігає розгинанню стопи. Напруга всіх вказаних м'язів збільшується, якщо упор лежачи виконується не на шорсткій, а на слизькій поверхні.

При виконанні упору лежачи є деякі особливості в механізмі зовнішнього дихання. Напруга грудних м'язів і передніх зубчастих м'язів зумовлює піднімання ребер та розтягування міжреберних м'язів. Верхній і середній відділи грудної клітки знаходяться немов би в стані вдиху, що утруднює рухи ребер і при вдиху, і при видиху. Дихальні екскурсії діафрагми також утруднені, оскільки скорочені м'язи живота перешкоджають її опусканню при вдиху, хоча добре тренована діафрагма легко долає цю перешкоду. Дихання при цій вправі переважно нижньогрудне і діафрагмальне.

Упор лежачи сприяє розвитку м'язів живота, може застосо-

вуватися як коригуюча вправа при дефектах постави і як тренувальна вправа для розвитку днафрагмального типу дихання.

ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА ПРИ ВЕРХНІЙ ОПОРІ

До найпоширеніших положень тіла при верхній опорі можна віднести різні виси. Робота рухового апарату найбільш специфічна у висі на випрямлених руках і у висі на зігнутих руках.

Вис на випрямлених руках

При висі на випрямлених руках тіло людини займає вертикальне положення, руки підняті вгору, випрявлені і фіксовані до снаряда (щабліні, кільцям тощо). Голова тримається прямо, тулуб знаходиться в розігнутому стані, внаслідок чого грудний кіфоз зменшений, а поперековий лордоз збільшений. Ноги – прямі, носки стоп відтягнуті (стопа розігнута).

Всі виси відносяться до стійких видів рівноваги, так як ЗЦТ тіла розташований нижче за площу опори, проте він знаходиться дещо вище за його звичайне положення, оскільки руки підняті і маса головного кінця тіла збільшена. Площа опори при висі на випрямлених руках представлена площею опорних поверхонь кистів і площею простору, заключеного між ними. Сила тяжіння діє на тіло таким чином, що вона прагне відокремити нижні ланки тіла, тобто вона немов розтягує тіло. Їй протидіє сила м'язової тяги, створена статичною напругою м'язів, які оточують суглоби. Рівновага при висі на випрямлених руках зберігається до тих пір, поки момент сили тяжіння тіла дорівнює нулю. Як тільки ЗЦТ тіла зміщується відносно лінії підвісу вперед або назад, з'являється плече сили тяжіння, внаслідок чого утворюється момент сили тяжіння і тіло почне гойдатися подібно маятнику.

Основне навантаження припадає на м'язи верхніх кінцівок. Воно направлене на те, аби утримати пальці кисті в зігнутому положенні та оберезти суглоби верхніх кінцівок від розтягування. Пальці кисті стримуються в зігнутому положенні статичною напругою поверхневого та глибокого згиначів пальців, а також скороченням власних м'язів кисті. В ділянці променево-зап'ястково-

го і ліктьового суглобів напружені як м'язи-згиначі, так і м'язи-розгиначі, хоча напруга перших більш виражена. При висі хватом зверху, коли передпліччя проньовані (привернуті), в роботу включаються м'язи-пронаторы (круглий і квадратний привертачі), а при висі хватом знизу, коли передпліччя супіновані (відвернуті), дія пронаторів ослаблена, а супінатори (плечо-променевий м'яз і м'яз-відвертач) напружені. Працюючи при дистальній опорі, м'язи, зміцнюючі променезап'ястковий і ліктьовий суглоби, фіксують положення нижніх ланок тіла.

У зміцненні плечового суглоба беруть участь майже всі м'язи, які його оточують. Вони одночасно фіксують положення кісток поясу верхніх кінцівок. Найбільш скорочені ті м'язи, які опускають його, і ті, які утримують лопатку від надмірного зміщення вперед. До цих м'язів належать: малий грудний, підключичний, передній зубчастий, ромбоподібний м'язи, нижня частина трапецієподібного м'яза. Крім цього, значну допомогу в утриманні тулуба надають найширший м'яз спини, великий круглий і великий грудний м'язи, які підтягують його до плечових кісток.

На роботу м'язів верхніх кінцівок впливає ширина хвату. Якщо кисті розташовані на ширині плечей, то корисна складова сили цих м'язів буде більша, тобто майже вся сила їх буде направлена на подолання сили тяжіння.

Коли хват ширший за ширину плечей, то різко збільшується сила, яка прагне змістити лопатки назовні від хребтового стовпа, і для їх утримання потрібна набагато більша робота трапецієподібного і ромбоподібного м'язів, які зближують лопатки. Корисна складова сили м'язів, які піднімають тулуб при цьому зменшується.

Якщо кисті зближені, утримувати тіло в рівновазі дуже важко, оскільки площа опори порівняно мала, суглобові западини лопаток обернені вгору, у зв'язку з чим м'язи, які опускають пояс верхніх кінцівок, сильно розтягнуті і не можуть тривалий час утримувати положення відповідних ланок тіла.

Положення таза фіксується напругою м'язів живота і м'язів, які випрямляють тулуб. Нижні кінцівки в кульшових і колінних суглобах розігнуті, а в гомілково-стопних – максимально зігнуті. За

таких умов переважно напружені розгиначі стегна (великий сідничний м'яз), розгиначі гомілки (чотириголовий м'яз стегна), згиначі стопи (м'язи задньої і зовнішньої поверхні гомілки) і м'язи підошовної поверхні стопи.

Дихання при висі на випрямлених руках утруднене. Верхній відділ грудної клітки підведений і знаходиться в стані вдиху, оскільки м'язи, що опускають пояс верхніх кінцівок, своєю напруженою фіксують ребра у верхньому положенні. Нижній відділ грудної клітки під дією сили тяжіння відтягнутий вниз. В результаті цього грудна клітка розтягнута, що і обмежує її дихальні рухи. Дихання здійснюється переважно за рахунок скорочення діафрагми, хоча напружені м'язи живота також утрудняють її рухи.

Специфічність положення тіла при даному вигляді вису сприяє розвитку м'язів верхніх кінцівок і м'язів, які випрямляють хребтовий стовп, що впливає на формування постави і сприяє виправленню її дефектів. Поступово зростаюча напруга м'язів живота створює сприятливі умови для тренування діафрагми.

Вис на зігнутих руках

При висі на зігнутих руках тіло людини займає не повне вертикальне положення, а дещо нахилене таким чином, що верхня його половина знаходиться ближча до щаблини або кілець, чим нижня. Верхні кінцівки зігнуті в ліктьових і плечових суглобах, тулуб розігнутий, ноги випрямлені, носки стоп відтягнуті.

Взаємодія зовнішніх і внутрішніх сил, що діють на тіло людини при висі на зігнутих руках, аналогічно такому при висі на випрямлених руках. Основна особливість її полягає в тому, що в сильно напруженому стані знаходяться згиначі передпліччя (плечовий і плечо-променевий м'язи та круглий м'яз-привертач) і плеча (двоголовий м'яз плеча і дзьобоподібно-плечовий м'яз). Ці м'язи виконують настільки велику роботу, що у висі на зігнутих руках звичай людина може знаходитися недовго. М'язи верхньої кінцівки працюють при дистальній опорі, викликаючи рух не передпліччя до плеча, а плеча до передпліччя і тулуба до плеча. Значне навантаження припадає також на м'язи, які приводять плече (найширший м'яз спини, великий круглий і великий грудний м'язи). Не-

велике розгинання в плечовому суглобі, в порівнянні з висом на випрямлених руках, забезпечується скороченням найширшого м'яза за спини, підостного, великого і малого круглих м'язів, а також триголовим м'язом плеча (переважно його довгою голівкою). Причому напруга триголового м'яза плеча зростає по мірі згинання верхньої кінцівки в ліктьовому суглобі, оскільки місце початку і місце прикріплення цього м'яза віддаляються один від одного.

Дихальні екскурсії грудної клітки і діафрагми при висі на зігнутих руках більш утруднені, порівняно з висом на випрямлених руках. Це пов'язано з тим, що м'язи, які йдуть з верхньої кінцівки до тулуба опиняються в більш напруженому стані, оскільки вони беруть участь в утриманні поясу верхньої кінцівки. Значне напруження м'язів живота утруднює дихальні екскурсії діафрагми.

З точки зору впливу на організм, вис на зігнутих руках ідентичний вису на випрямлених руках, хоча навантаження на м'язи верхніх кінцівок і живота в даному положенні більше.

Упор на паралельних брусах

Упор на паралельних брусах є різновидом вису і відноситься до такого виду положень тіла, при якому одні частини тіла (верхні кінцівки) мають нижню опору, а інші (нижні кінцівки) – верхню. У зв'язку з цим сила тяжіння діє на них неоднаково: верхні кінцівки вона здавлює, а тулуб і нижні кінцівки розтягує.

При упорі на паралельних брусах тулуб розташований вертикально, голова тримається прямо, руки опущені уздовж тулуба і фіксовані до гімнастичного снаряда, ноги випрявлені, носки стоп відтягнуті. Всі відділи верхніх кінцівок міцно закріплені по відношенню один до одного, внаслідок чого верхні кінцівки є нерухомими вертикальними опорами для всього тіла. Тулуб, а разом з ним голова і нижні кінцівки немов підвішені до поясу верхніх кінцівок подібно маятнику з віссю обертання, яка проходить через центри плечових суглобів. Дія сили тяжіння намагається відокремити нижчі частини тіла. Реакція опори, що виникає при зіткненні кистей рук з опорною поверхнею, протилежна по напрямку силі тяжіння і протидіє їй. Площа опори представлена площею опорних поверхонь правої та лівої кистей і площею простору між ними.

ЗЦТ тіла розташований вище за площу опори, оскільки опорними поверхнями є кисті. Тому рівновага тіла в упорі на паралельних брусах характеризується як нестійка. Якщо розглядати рівновагу тіла відносно поясу верхніх кінцівок, то її слід характеризувати як стійку.

Робота рухового апарату визначається особливостями розташування частин тіла, їх відношенням до площі опори і положенням ЗЦТ тіла. Верхні кінцівки працюють при дистальній опорі, а нижніе – при проксимальній. Тулуб разом з головою і шиєю спирається не на нижні кінцівки, а на верхні. Напрямок м'язів направлена на те, аби утримати верхні кінцівки, тулубі нижні кінцівки у випрямленому положенні та закріпити пояс верхніх кінцівок.

Кисть розігнута під впливом сили тяжіння (пасивно). М'язи кисті, а також поверхневі та глибокі згиначі пальців зазвичай напружені, вони утримують кисть у фіксованому положенні. При цьому м'язи-згиначі пальців і кисті своєю напругою обмежують міру розгинання в променево-зап'ясткових суглобах. Найбільшого навантаження зазнають кисті зап'ястка та п'ястка.

У ліктьовому суглобі плече під впливом сили тяжіння прагне зігнути по відношенню до передпліччя, чому сприяє дещо зігнуте один відносно одного положення цих двох відділів верхньої кінцівки. Перешкоджає згинанню напруження триголового м'яза плеча. Проте будова ліктьового суглоба така, що, знаходячись в положенні розгинання, він виявляється більш закріпленим, ніж в положенні навіть невеликого згинання (суглоб замикається). Людям із слабким розвитком мускулатури особливо жінкам, властиве незначне перерозгинання в ліктьовому суглобі. Таке перерозгинання утримує плече від подальшого розгинання, а м'язи його передньої поверхні (двоголовий м'яз плеча, плечовий і плечо-променевий м'язи, круглий пронатор тощо) – від пошкодження ліктьового суглоба.

У зміцненні плечового суглоба та у фіксації поясу верхньої кінцівки беруть участь всі м'язи, які оточують цей суглоб. Головне навантаження припадає на м'язи, які приводять плече (великий грудний м'яз, найширший м'яз спини, підлопатковий, великий і малий круглі м'язи, довга голівка триголового м'яза плеча). Опус-

канню тулуба під дією сили тяжіння перешкоджають ті м'язи, які опускають пояс верхньої кінцівки (малий грудний м'яз, нижня частина трапецієподібного і нижні зубці переднього зубчастого м'язів), а також м'язи, які фіксують лопатку та утримують її внутрішній край паралельно хребтовому стовпу (ромбоподібний м'яз, середня частина трапецієподібного м'яза).

В утриманні тулуба важливу роль також відіграють великий грудний м'яз і найширший м'яз спини. Нижні частини цих м'язів сприяють підтягуванню тулуба вгору, зменшуючи тим самим дію сили тяжіння. Випрямлене положення тулуба досягається напруженою м'язів, які випрямляють хребтовий стовп.

В ділянці кульшового суглоба скорочуються розгиначі стегна, які утримують нижню кінцівку в положенні незначного розгинання. Перерозгинанню стегна перешкоджає незначна напруга м'язів живота, які утримують природний нахил таза. Розгинання в колінному суглобі відбувається під впливом скорочення чотириголового м'яза стегна. Стопа в зігнутому положенні утримується напруженою згиначів стопи і пальців (м'язами задньої і зовнішньої поверхонь гомілки і підшовної поверхні стопи).

Грудна клітка при упорі на паралельних брусах знаходиться в дещо розтягнутому стані, тобто в положенні вдиху, завдяки напруженню крупних м'язів, які піднімають ребра. Дихання відбувається не стільки за рахунок екскурсій грудної клітки, скільки завдяки скороченням діафрагми.

Вправа “упор на паралельних брусах” розвиває велику кількість м'язів, головним чином, м'язи поясу верхніх кінцівок і вільної верхньої кінцівки, а також м'язи спини, що сприяє формуванню правильної постави.

АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛІЧНИХ РУХІВ

Ходьба

Ходьба є одним з основних природних видів переміщення тіла в просторі. Вона є складним, різночасно симетричним, циклічним рухом, пов'язаним з відштовхуванням тіла від опорної по-

верхні і переміщенням його в просторі. Під час ходьби в роботі бере участь майже весь руховий апарат, а також системи, які регулюють і забезпечують його діяльність (нервова, серцево-судинна, дихальна тощо).

Характерною особливістю ходьби є те, що тіло ніколи не втрачає зв'язку з опорною поверхнею, опора поперемінно здійснюється то на одну, то на іншу ногу. Час, протягом якого з поверхнею опори стикається лише одна нога, називається одноопорним періодом. Короткочасний момент, коли винесена вперед кінцівка вже торкається опори, а та, що знаходиться ззаду, ще не відокремилася від неї, називається двоопорним періодом.

Під час ходьби повторюється порушення та відновлення рівноваги тіла. Переміщення тіла в просторі відбувається за рахунок використання зовнішніх і внутрішніх сил, які діють на організм людини. В результаті долаючої роботи м'язів при відштовхуванні від опорної поверхні, тілу передаються поштовхи, направлені вгору і вперед. Проте, рухи тіла виявляються плавними, що забезпечується згладжуванням поштовхів завдяки інерції тіла та амортизаційним властивостям опорно-рухового апарату (насамперед – склепіння стопи, міжхребцеві диски та фізіологічні вигини хребта).

Сила тяжіння тіла має безпосереднє значення для його поступальної ходи. При переході з положення стоячи до ходьби перший момент руху зазвичай пов'язаний з нахилом тулуба вперед. В результаті цього вертикаль, опущена з ЗЦТ тіла, виноситься за передню межу площі опори і рівновага тіла порушується. Тіло через своє власне тяжіння починає падати і, таким чином, дещо просувається вперед. Під час винесенні однієї ноги вперед створюється нова площа опори, і рівновага відновлюється. Під час подальшого руху тіло виводиться з рівноваги при кожному винесенні вперед ноги.

Відштовхуючись під час ходьби від опори, тіло зустрічає тожний і протилежно направлений опір, без якого ходьба була б неможлива. Якщо силу цього опору розкласти на складові, то одна з них, залежна від жорсткості ґрунту, буде направлена вертикально, а інша, залежна від тертя між її поверхнею і нижньою поверхнею стопи, – горизонтально. Якщо жорсткість ґрунту або тертя

незначні, ходьба будевкрай утруднена

Площа опори при ходьбі періодично змінюється. У одноопорний період площа опори найменша, оскільки вона представлена лише площею зіткнення стопи однієї ноги з опорною поверхнею. В період подвійної опори площа опори збільшується, оскільки складається з площі опорних поверхонь обох стоп і площі простору, заключеного між ними. Проте, слід мати на увазі, що в двоопорний період тіло спирається не на всю підошовну поверхню стоп, а лише на п'яту однієї ноги і носок іншої. Рівновага при ходьбі нестійка. Міра стійкості тіла різна: у одноопорний період вона дуже мала, а в двоопорний – досить велика.

Ходьба є складним рухом, тому складається з кількох простих рухів, в основі яких лежить попереми́нне згинання і розгинання нижніх кінцівок та їх ланок. Рух однієї ноги під час ходьби називається одиночним кроком. Тіло по черзі спирається то на одну, то на другу ногу. Значить, одна нога, на яку відбувається опора, буде опорною ногою, а інша, яка у цей момент переноситься вперед, – вільною (або переносною) ногою. Робота м'язів на опорній нозі сильно відрізняється від роботи м'язів на вільній нозі. Одиночні кроки постійно повторюються в певній послідовності, в результаті чого весь руховий акт під час ходьби можна розділити на окремі цикли.

Циклом ходьби є подвійний крок. Він складається з двох одиночних кроків, один з яких здійснюється однією ногою, а інший – другою ногою. Після кожного подвійного кроку частини і ланки тіла приходять по відношенню один до одного у вихідне положення.

Залежно від особливостей роботи опорно-рухового апарату і положення опорної або вільної ноги по відношенню до вертикалі, опущеної з ЦТ тіла, кожен одиночний крок може бути розділений на фази, кожна з яких часто називають простим кроком. Коли опорна нога знаходиться попереду від вертикалі, опущеної з ЦТ тіла, положення називається переднім кроком опорної ноги (або фазою передньої опори). Якщо опорна нога знаходиться ззаду від вказаної вертикалі, то говорять про задній крок опорної ноги (або фазу задньої опори). Між фазами передньої і задньої опори

існує момент вертикалі опорної ноги, який характеризується тим, що поздовжня вісь опорної ноги збігається з вертикаллю, опущеною з ЗЦТ тіла. Аналогічним чином одиночний крок вільної (переносний) ноги розділяють на: задній крок вільної ноги (або фазу заднього кроку), передній крок вільної ноги (або фазу переднього кроку) і момент вертикалі вільної ноги.

Таким чином, по своїй структурі кожен подвійний крок складається з двох одиночних кроків і чотирьох простих кроків. Тим часом по пройденій відстані подвійний крок складається лише з трьох простих кроків, оскільки відбувається “накладання” простого кроку однієї ноги на простий крок іншої ноги, тобто одна й та ж відстань немов проходиться двічі.

Рухи верхньої кінцівки під час ходьби відбуваються вперед і назад. Вони складаються із заднього маху і переднього маху. Верхню кінцівку, яка знаходиться в положенні заднього маху, умовно називають задньою рукою, а ту, що знаходиться в положенні переднього маху – передньою рукою. Між переднім і заднім махами верхньої кінцівки можна виділити момент вертикалі, коли поздовжня вісь верхньої кінцівки і вертикальна вісь тулуба збігаються.

У різні фази ходьби робота рухового апарату людини має свої особливості.

Передній крок опорної ноги. В цій фазі поздовжня вісь винесеної вперед опорної ноги знаходиться спереду від вертикалі, опущеної з ЗЦТ тіла. Опора спочатку відбувається на обидві кінцівки, оскільки за часом передній крок опорної ноги і задній крок вільної ноги збігаються. Опорна нога спирається на п'ятку, під час чого тіло випробовує передній поштовх.

Сила тяжіння направлена вниз, строго перпендикулярно до опорної поверхні, а сила реакції опори має косий напрям, який збігається з поздовжньою віссю опорної ноги. Якщо силу реакції опори розкласти на її складові – вертикальну і горизонтальну, то горизонтальна складова буде направлена назад, що, природно, дещо гальмує поступальну ходу тіла.

У фазу переднього кроку опорної ноги виникає значне плече сили тяжіння, яке залежить від ширини кроку. В результаті цього момент сили тяжіння тіла перевищує момент сили реакції опори.

Проте, падіння тіла не відбувається, оскільки здійснюваний іншою ногою поштовховий рух надає тілу додатковий імпульс і воно якийсь проміжок часу рухається за інерцією. У міру переміщення вільної ноги ЗЦТ тіла зміщується вперед, і вертикаль, опущена з нього, переходить в межі опорної поверхні.

На початку фази передньої опори нога хоча і випрямлена, але не закріплена в колінному суглобі, тому вона ставиться на опору дещо зігнутою. Випрямлення її в колінному суглобі, а також розгинання в кульшовому суглобі відбуваються частково пасивно під дією інерції тіла, яке здійснює поступальну ходу. Амортизації переднього поштовху сприяють суглобові хрящі та внутрішньосуглобові зв'язки колінного суглоба, а також активна напруга м'язів, особливо чотириголового м'яза стегна.

Своєрідний рух здійснюється стопою опорної ноги – вона немов перекочується з п'яти на носок. Він здійснюється переважно пасивно завдяки дії інерційних сил при поступальній ході. На початку фази, під час приземлення на п'ятку, скороченими виявляються м'язи передньої поверхні гомілки – вони сприяють закріпленню гомілково-стопного суглоба. При перекочуванні стопи на носок ці м'язи виконують поступливу роботу, плавно опускаючи стопу на опорну поверхню. В цей момент в роботу включаються задня і зовнішня групи м'язів гомілки. Їх робота носить долаючий характер. Обидві групи м'язів мають проксимальну опору. Напруга м'язів підошовної поверхні стопи, а також довгого малогомілкового і переднього великогомілкового м'язів збільшує висоту склепінь стопи. Розігнуте положення колінного суглоба забезпечується напругою чотириголового м'яза стегна (переважно його стегновими голівками), який виконує поступливу роботу при дистальній опорі. Дещо напруженими є м'язи задньої поверхні стегна та сідниці.

Момент вертикалі опорної ноги. В цій фазі стопа стикається з опорою всією підошовною поверхнею, нога випрямлена в колінному і кульшовому суглобах. Поздовжня вісь її збігається з вертикаллю, опущеною з ЗЦТ тіла, і яка, пересікаючи поперечні вісі кульшового, колінного і гомілково-стопного суглобів, проходить через середину площі опори. Моменти сили тяжіння і сили ре-

акції опори врівноважені. Напруга м'язів-згиначів та розгиначів нижньої кінцівки найменша, оскільки положення її ланок зберігається пасивно завдяки дії сили тяжіння та сил інерції. Основне навантаження припадає на м'язи тулуба, які утримують його вертикальне положення, а також на м'язи, які підтримують склепіння стопи.

Слід вказати на специфічну роботу відвідних м'язів стегна опорної ноги. Вони функціонують при дистальній опорі та своєю напругою перешкоджають опусканню таза у бік вільної ноги. Найбільше значення серед цих м'язів мають середній і малий сідничні м'язи, а також м'яз-натягач широкої фасції.

Задній крок опорної ноги. Ця фаза є найбільш важливою, оскільки в кінці її за рахунок скорочення м'язів нижньої кінцівки здійснюється так званий задній поштовх – додатковий імпульс тілу, необхідний для поступальної ходи вперед.

В період заднього кроку опорної ноги закінчується перекочування стопи, опора зі всієї підшви переходить на носок. Площа опори при цьому різко зменшується. Дія сили тяжіння направлена перпендикулярно вниз, а сили реакції опори – вгору, уздовж вісі опорної ноги. У міру переміщення вільної ноги вперед, яке здійснюється синхронно із заднім кроком опорної ноги, ЗЦТ тіла зміщується вперед. В результаті цього виникає плече сили тяжіння. Коли момент сили тяжіння стає більше моменту сили реакції опори, рівновага тіла порушується, і воно під дією сили тяжіння опускається на виставлену вперед вільну ногу. Горизонтальна складова рівнодійної сили реакції опори сприяє поступальній ході, збільшуючи швидкість переміщення тіла.

При задньому поштовху відбувається згинання в гомілково-стопному суглобі, розгинання в колінному і кульшовому суглобах. У цих рухах беруть участь м'язи-згиначі стопи і пальців (м'язи задньої та зовнішньої поверхонь гомілки, м'язи підшовної поверхні стопи), які виконують долаючу роботу при дистальній опорі. Під дією сили тяжіння заздалегідь відбувається пасивне розгинання в плесне-фалангових і міжфалангових суглобах, внаслідок чого м'язи-згиначі пальців стопи дещо розтягуються, що створює умови для посилення їх дії під час поштовху. У колінному і кульшово-

му суглобах основне навантаження припадає на м'язи-розгиначі гомілки (чотириголовий м'яз стегна), і розгиначі стегна (в основному, на великий сідничний і великий привідний м'язи), які скорочуються при дистальній опорі та виконують роботу долаючого характеру. Напруга відвідних м'язів стегна наприкінці фази зменшується, оскільки з постановкою вільної ноги на п'ятку починається двоопорний період, і таз приймає горизонтальне положення.

Задній крок вільної ноги. Після заднього поштовху опорна нога втрачає зв'язок з опорною поверхнею і стає вільною (або переносною) ногою. Маховий рух, який здійснюється вільною ногою, відіграє важливу роль в поступальному переміщенні тулуба і перенесенні всієї ваги тіла на опорну ногу.

При задньому кроці вільної ноги відбуваються розгинання в гомілково-стопному і згинання в колінному і кульшовому суглобах, що сприяє її вільному перенесенню повз опорну ногу і зменшує момент її інерції.

М'язи вільної ноги, на відміну від опорної, працюють при проксимальній опорі. Маховий рух здійснюється в кульшовому суглобі. Центр тяжіння вільної ноги знаходиться під місцем її опори (кульшовим суглобом), тому маховий рух і здійснюється за інерцією під впливом сил, які виникають при задньому поштовху.

Робота м'язів направлена переважно на збереження положення ланок вільної кінцівки. Основне навантаження припадає на згиначі стегна (прямий м'яз стегна, клубово-поперековий, кравецький, гребінчастий м'язи), які працюють при проксимальній опорі. М'язи ділянки сідниць і натягач широкої фасції розслаблені. М'язи задньої поверхні стегна (двоголовий м'яз стегна, напівсухожилковий в напівперетинчастий м'язи), які згинають гомілку, напружені, утримують її в зігнутому положенні. М'язи зовнішньої та задньої поверхонь гомілки розслабляються, а м'язи передньої поверхні, які здійснюють розгинання стопи, напружуються.

Момент вертикалі вільної ноги. У цій фазі поздовжня вісь вільної ноги збігається з вертикаллю, опущеною з ЗЦТ тіла, нога стає немов підвішеною в ділянці кульшового суглоба. М'язові групи, які знаходяться в стані скорочення, такі ж, як і в попередній фазі. Згинання в кульшовому і колінному суглобах, а також розги-

нання в гомілково-стопному суглобі вільної ноги є необхідними: таз нахилиється у бік вільної ноги і, якби вона була випрямлена, то зачіпалася б за опорну поверхню носком стопи.

Передній крок вільної ноги. Протягом цієї фази рух стегна сповільнюється, тоді як в колінному суглобі відбувається розгинання і гомілка продовжує переміщатися наперед. Згиначі стегна максимально напружені, оскільки вони утримують на вазі всю нижню кінцівку, винесену вперед. До них приєднується чотириголовий м'яз стегна, який розгинає гомілку в колінному суглобі, здійснюючи балістичну роботу. Наприкінці переднього кроку вільної ноги напруга чотириголового м'яза стегна слабшає, що сприяє амортизації переднього поштовху при постановці ноги на опорну поверхню. У гомілково-стопному суглобі відбувається невелике згинання стопи, так що у момент приземлення вона знаходиться під прямим кутом до поздовжньої вісі гомілки. Тонус згиначів і розгиначів стопи підвищений, що додає жорсткості дистальній ланці кінцівки. У такому положенні нога ставиться на опорну поверхню п'яткою і стає опорною ногою. На цьому закінчується повний цикл рухів нижніх кінцівок під час ходьби.

ЗЦТ тіла переміщується не по прямій, тому що зазнає коливань. Під час двоопорного періоду положення ЗЦТ тіла найнижче. Навпаки, в одноопорному періоді воно найвище, особливо в момент вертикалі опорної ноги.

Коливання ЗЦТ тіла в сторони пов'язані з переміщенням на опорну ногу всієї маси тіла, завдяки чому траєкторія ЗЦТ тіла проходить безпосередньо над площею опори. Чим ходьба швидша, тим ці коливальні рухи менші, що пояснюється вирівнюючим впливом інерції тіла. Максимум зміщення ЗЦТ тіла в бік спостерігається в момент вертикалі опорної ноги. Ці коливання збільшуються, якщо нога ставиться далеко від лінії напрямку руху. Порівнюючи коливання ЗЦТ тіла в бік з вертикальними коливаннями, неважко відмітити, що вони збігаються за часом. Коливання ЗЦТ тіла в передньо-задньому напрямку проявляються прискоренням його руху завдяки задньому поштовху та уповільненням – завдяки передньому.

Рухи тулуба під час ходьби різноманітні. Крім основної по-

ступальної ходи вперед, це коливання у вертикальному і поперечному напрямках, а також поворот і скручування тулуба докола вертикальної вісі та незначний нахил його вперед.

Робота м'язів тулуба під час ходьби зумовлена його вертикальним положенням, а також скручуванням, яке відбувається разом з рухом верхніх кінцівок. У фазі переднього кроку опорної ноги відбувається поворот тулуба бік опорної ноги. При цьому скорочуються внутрішній косий м'яз живота (з боку опорної ноги) і зовнішній косий м'яз живота (з боку вільної ноги). Для утримання тулуба від нахилу вперед, на стороні опорної ноги напружується м'яз-випрямляч хребта. У момент вертикалі опорної ноги напружуються м'язи передньої і задньої поверхонь тулуба (косі м'язи живота, прямий м'яз живота, квадратний м'яз попереку і м'яз-випрямляч хребта), які утримують його у вертикальному положенні. Особливо помітна напруга м'яза-випрямляча хребта на стороні вільної ноги, який перешкоджає опусканню таза. При задньому кроці опорної ноги скорочуються м'язи передньої стінки живота, особливо прямий м'яз живота, що перешкоджає сильному нахилу тіла назад.

Робота м'язів поясу верхніх кінцівок і вільної верхньої кінцівки при звичайній ходьбі незначна. Верхні кінцівки рухаються в протилежних напрямках по відношенню до однойменних нижніх кінцівок. Завдяки цьому зменшується поворот тулуба докола вертикальної вісі. Під час руху руки вперед скорочуються передні групи м'язів плеча та передпліччя, а під час руху назад – задні групи м'язів цих ділянок.

При швидкій ходьбі робота м'язів верхньої кінцівки значно збільшується, особливо при спортивній ходьбі, коли руки не лише здійснюють різкі рухи наперед і назад, але й дещо відведені в сторони, а пояс верхньої кінцівки підведений.

Найважливішими характеристиками ходьби людини є довжина кроку та темп – частота кроків.

Довжина кроку може бути різною. У дорослої людини вона дорівнює приблизно 75 см. У дітей до 9-річного віку довжина кроку в 2,5 рази більше довжини стопи, у віці від 8 до 14 років – в 2,75 рази, а в більш пізньому віці – більш ніж в 3 рази.

Число кроків за хвилину при звичайній ходьбі дорівнює приблизно 100-120, тобто один крок триває приблизно 0,5 сек. При швидкій ходьбі можливе збільшення числа кроків до 150 і навіть до 170 за хв. При темпі 190-200 кроків за хв. звичайна ходьба переходить в біг.

Від довжини кроку і від швидкості ходьби залежить час перебігу окремих фаз руху. При збільшенні довжини кроку та постійному темпі послідовність фаз зберігається, але співвідношення їх дещо змінюється. Тривалість опорного періоду (двоопорного і опори на всю стопу) зменшується, а тривалість фаз вільної та переносної ноги, опори на п'ятку і носок зростає.

СПЕЦІАЛЬНІ ВИДИ ХОДЬБИ

Ходьба “пригнутих кроком”

Цей вид ходьби характеризується тим, що сила тяжіння найбільшою мірою використовується для поступального переміщення тіла. Тулуб сильно нахилений вперед, ноги зігнуті в колінному і кульшовому суглобах. Даний вид ходьби застосовується як тренувальний засіб, зазвичай ковзанярями, лижниками та легкоатлетами. Збільшення нахилу тіла, а отже, і ЗЦТ тіла, вперед призводить до того, що кроки виконуються ширшими. У зв'язку з цим ЗЦТ тіла нижчий порівняно із звичайною ходьбою, стійкість тіла зростає, оскільки кути стійкості (передній і задній) та площа опори в двоопорний період стають більшими. Відштовхування при ходьбі “пригнутих кроком” здійснюється сильніше і під гострішим кутом. Цьому сприяє попереднє розтягання м'язів опорної ноги. Крім того, гостріший кут відштовхування і зігнуте положення нижньої кінцівки зменшують вертикальні та поперечні коливання ЗЦТ тіла. Стопа приземлюється не з п'ятки, як при звичайній ходьбі, а відразу на всю підошву, оскільки винесена вперед нога дещо зігнута в колінному суглобі. Тому при ходьбі “пригнутих кроком” передній поштовх амортизується значно краще. Більш паралельна постановка стоп вигідна з біомеханічної точки зору, оскільки дозволяє при відштовхуванні більшій мірі використовувати силу м'язів підошовної поверхні стопи і забезпечувати більш прямолінійний рух

ЗЦТ тіла. Дещо зігнуте положення нижньої кінцівки в колінному суглобі зберігається у всіх фазах опорного періоду, тому перенесення вільної ноги буде утруднено, а навантаження на м'язи нижньої кінцівки та на м'язи тулуба різко зростає.

Оскільки приземлення відбувається відразу на всю підошовну поверхню стопи, у фазі переднього кроку опорної ноги відсутня поступлива робота м'язів передньої поверхні гомілки. На опорній нозі особливо велике навантаження несуть: розгиначі в колінному (чотириголовий м'яз стегна) і кульшовому (переважно великий сідничний м'яз) суглобах та розгиначі хребтового стовпа. Чотириголовий м'яз стегна у фазі переднього кроку опорної ноги виконує поступливу роботу, амортизуючи передній поштовх, у момент вертикалі – утримуючу, протидіючи силі тяжіння, яка прагне зігнути ногу в колінному суглобі, і, нарешті, у фазі заднього кроку опорної ноги – долаючи, викликаючи майже повне розгинання ноги в колінному суглобі. У задньому поштовху беруть участь також м'язи-згиначі стопи і пальців. У зв'язку з постановкою стопи на всю підошовну поверхню, триголовий м'яз гомілки заздалегідь перед поштовхом розтягується, що сприяє балістичній роботі її у фазі поштовху. Великий сідничний м'яз і розгиначі хребта виявляються напруженими у всіх фазах не лише опорної ноги, але і вільної; вони утримують сильно нахилений вперед тулуб. Крім того, великий сідничний м'яз бере участь в задньому поштовху та в розгинанні стегна.

Оскільки опорна нога впродовж всіх фаз дещо зігнута в колінному суглобі, “зменшення” довжини вільної ноги необхідне більшою мірою, ніж при звичайній ходьбі. Це досягається завдяки скорочення м'язів передньої поверхні гомілки (розгиначів стопи) і задньої поверхні стегна (згиначів гомілки). Перенесення вільної ноги вперед відбувається під дією сил інерції, що виникають в результаті заднього поштовху. Цьому також сприяє і те, що вільна нижня кінцівка працює при проксимальній опорі. Положення її ланок стримується напруженою згиначів стегна, згиначів гомілки і розгиначів стопи.

М'язи верхньої кінцівки працюють в принципі так само, як і при звичайній ходьбі, але інтенсивніше.

На підставі вивчення кісток доісторичної людини, можна припустити, що наші предки ходили “пригнутиим кроком”. Відомо також, що у людей, яким доводиться долати великі відстані, а тим більше з вантажем, хода нагадує ходьбу “пригнутиим кроком”. Цей вид ходьби має переваги в швидкості руху. Через три місяці систематичного навчання ходьбі “пригнутиим кроком” можна здолати дистанцію в 20 км протягом 2 годин. Добре тренована людина проходить кілометр шляху за 6,0-6,5 хв. При такій великій швидкості руху ходьба “пригнутиим кроком” може перейти в біг.

Спортивна ходьба

Особливість цього виду ходьби полягає в тому, що нижні кінцівки майже у всіх фазах від моменту приземлення до моменту вертикалі знаходяться у випрямленому стані.

Вільна нога приземлюється зовнішньою стороною п’ятки, тому ресорні властивості нижньої кінцівки для зменшення переднього поштовху не можуть бути досить добре використані. Тулуб знаходиться у випрямленому положенні, голова дещо розігнута, пояс верхніх кінцівок підведений. Період подвійної опори зведений до мінімуму. Перекочування стопи опорної ноги відбувається різко та швидко із зовнішнього боку п’ятки, по зовнішньому краю стопи на голівку першої плеснової кістки на великий палець. У момент вертикалі таз опускається у бік вільної ноги більше, ніж при звичайній ходьбі, так що поперечна вісь колінного суглоба на вільній нозі виявляється нижчою, ніж на опорній нозі. Крім того, у момент вертикалі таз значно зміщується у бік опорної ноги.

Задній поштовх здійснюється випрямленою ногою при участі лише згиначів стопи і пальців, розгиначів стегна. Це, звичайно, збільшує навантаження на них. Невелике перерозгинання в колінному суглобі опорної ноги, характерне для спортивної ходьби, може створити подібність заднього поштовху. Випрямлений стан опорної ноги зумовлює менші вертикальні коливання ЗЦТ тіла.

Вільна нога в меншій мірі, ніж при звичайній ходьбі, згинається в колінному суглобі, тому її момент інерції зменшується незначно, а переміщення вперед вимагає великих зусиль з боку згиначів стегна. При винесенні вільної ноги вперед таз виконує складний

рух, в основі якого лежить нахил його назад і винесення вперед ділянки кульшового суглобації ноги, що сприяє подовженню кроку. Для винесення вперед вільної ноги необхідно, щоб м'язи задньої поверхні стегна були дуже еластичними, оскільки опора відбувається на випрямлену в колінному суглобі кінцівку. Недостатня еластичність цих м'язів може гальмувати рух ноги вперед та укорочувати крок.

Руки при спортивній ходьбі зігнуті в ліктьових суглобах, рухаються з великим розмахом і енергичніше, ніж в інших видах ходьби. Рухи рук і ніг строго координовані. У плечовому суглобі окрім м'язів, що згинають і розгинають руку, напружені м'язи, що відводять плече, а в ділянці поясу верхніх кінцівок – м'язи, що піднімають його.

Функціональні групи м'язів, що забезпечують рухи тіла при спортивній ходьбі, такі ж, як і при звичайній ходьбі, але навантаження на них припадає значно більше. Тренування в цьому виді ходьби призводить до збільшення довжини кроку до 130 см, а частоти кроків – до 200-210 за хв. Під час спортивної ходьби один кілометр можна пройти за 4,5 хв.

Ходьба вгору по сходах

Ця ходьба, як і ходьба по похилій площині вгору, супроводжується переміщенням тіла не лише по горизонталі, але і по вертикалі. Сила тяжіння при цьому виді ходьби гальмує просування тіла вперед. Тулуб значно нахилений вперед, щоб вертикаль, опущена з ЗЦТ тіла, була наближена до переднього краю площі опори. Вільна нога, зігнута в колінному суглобі, приземлюється на всю підошовну поверхню стопи. При ходьбі дуже крутими сходами або по похилій площині вільна нога часто опускається на передній відділ стопи. Період подвійної опори зазвичай збільшений.

При випрямленні поставленої ноги (передній крок опорної ноги) велике навантаження припадає на розгиначі в колінному і кульшовому суглобах. Особливо велике значення чотириголового м'яза стегна, який, виконуючи долаючу роботу, забезпечує піднімання тіла. В даному випадку чотириголовий м'яз стегна ско-

рочується при дистальній опорі, викликаючи рух стегна в колінному суглобі по відношенню до закріпленої гомілки. У момент вертикалі опорної ноги напруга м'язів найменша, оскільки нога випрямлена і положення її ланок утримується під дією сили тяжіння. При задньому кроці опорної ноги тіло подається вперед і відбувається його поступальне переміщення у просторі. Задній поштовх збігається по фазі з постановкою вільної ноги на наступну сходинку. Тіло спирається на обидві кінцівки. Згинання в гомілково-стопному суглобі задньої ноги відбувається одночасно з розгинанням в колінному суглобі передньої ноги. Задній поштовх опорної ноги відбувається переважно за рахунок скорочення згиначів стопи і розгиначів стегна.

Напруга м'язів вільної ноги незначна – у фазі заднього кроку вільної ноги вони практично розслаблені. При передньому кроці вільної ноги відбувається згинання в колінному і кульшовому суглобах за рахунок скорочення відповідних груп м'язів.

Таким чином, при ходьбі вгору по сходах найбільше навантаження по подоланню сили тяжіння припадає на згиначі стопи, розгиначі гомілки та стегна. М'язи-випрямлячі тулуба напружені в усіх фазах ходьби. У зв'язку з цим ходьба вгору сходами досить утомлива, частота дихання збільшується.

Ходьба вниз по сходах

При ходьбі вниз по сходах, а також по похилій площині сила тяжіння сприяє переміщенню тіла вперед і вниз, збільшуючи швидкість поступальної ходи. Тулубещо відхилений назад, тому ЗЦТ тіла проектується ближче до заднього краю площі опори. Приземлення вільної ноги відбувається на передній відділ стопи, а потім на всю підошву; стопа перекочується з носки на п'ятку при поступливій роботі м'язів-згиначів стопи і пальців. Це дозволяє ефективно використовувати амортизаційні властивості нижньої кінцівки і зменшити передній поштовх.

Опорна нога ставиться на нижню сходинку випрямленою і переймає на себе тягар всього тіла. Під час винесення вільної ноги вперед, опорна нога під впливом сили тяжіння та сили інерції згинається в колінному і кульшовому суглобах. В цей момент м'я-

зи передньої поверхні стегна та ділянки сідниці виконують поступливу роботу, протидіючи силі тяжіння. Вільна нога розгинається в колінному і кульшовому суглобах пасивно під дією власної ваги. Основне навантаження, хоча і значно менше, ніж при ходьбі вгору по сходах, припадає на м'язи опорної ноги. Найбільше напружений чотириголовий м'яз стегна (у фазі заднього кроку опорної ноги) та розгиначі стопи (у фазі переднього кроку опорної ноги). Рухи рук такі ж, як і при звичайній ходьбі.

Біг

Біг, як і ходьба, є складним, локомоторним, різночасно-симетричним, циклічним рухом, пов'язаним з відштовхуванням тіла від опорної поверхні та швидким його переміщенням у просторі.

Довжина кроку під час бігу зазвичай пов'язана з його швидкістю і залежить головним чином від сили і напрямку поштовху, довжини нижніх кінцівок та інших чинників.

Сили, що діють, цикл рухів, фази рухів нижніх кінцівок та їх послідовність, а також рухи тулуба і верхніх кінцівок під час бігу такі ж, як і під час ходьби. Однією з основних відмінностей бігу від ходьби є відсутність при бігу двоопорного періоду і наявність фази польоту. При бігу опора відбувається то на одну, то на іншу ногу, а у фазі польоту тіло зовсім не має контакту з опорною поверхнею. Отже, головна особливість бігу полягає в чергуванні опорних і безопорних положень тіла. Відштовхування при бігу здійснюється з більшою силою і під гострішим кутом до опорної поверхні, що зумовлює швидше пересування тіла.

Взаємодія зовнішніх і внутрішніх сил під час бігу має деякі особливості. Якщо сила тяжіння впливає на тіло бігуна у всіх фазах бігу, то сила реакції опори у зв'язку з наявністю фази польоту – лише в опорні періоди. Вертикальна складова реакції опори при бігу часто перевищує подвоєну вагу тіла бігуна. При цьому велике значення має характер опорної поверхні: чим більша сила тертя при взаємодії підошви з опорною поверхнею, тим ефективніше відштовхування. Під час бігу велике значення має сила опору середовища, що зростає при збільшенні швидкості бігу. Площа опори при бігу значно менша, ніж при ходьбі, оскільки вона пред-

ставлена лише площею опорної поверхні стопи в кожен з моментів зіткнення її з ґрунтом.

ЗЦТ тіла здійснює вертикальні та поперечні коливання. Найвище положення він займає у фазі польоту, а найнижче – в момент вертикалі опорної ноги. Розмах коливань ЗЦТ тіла може досягати 10-12 см. Коливання ЗЦТ тіла в праву та ліву сторони можуть бути менші, ніж при ходьбі. Коливання всього тіла вгору і вниз, а також в сторони і навіть довкола поздовжньої осі тіла під час бігу також можуть бути менш виражені, чим при ходьбі. Ці коливання згладжуються під впливом інерції тіла, яка при бігу більш виражена, чим при ходьбі. Тому якщо розглядати бігуна в профіль, то переміщення його тіла здаватиметься більш паралельним по відношенню до опорної поверхні.

Оскільки опір середовища при бігу збільшується із зростанням швидкості бігу, для зменшення гальмівної дії варто зменшити лобовий опір тіла, що досягається зміною нахилу тулуба. При бігу на короткі дистанції кут нахилу тулуба більший і складає $55-60^\circ$, а при бігу на довгі дистанції – менший і досягає $75-80^\circ$.

Фази рухуніг, які були описані під час аналізу ходьби, відносяться також і до бігу. В той же час, вони мають і деякі особливості.

У фазі переднього кроку опорної ноги, яка починається з миті її приземлення, тілу передається передній поштовх. Оскільки опускання ноги зазвичай відбувається на передній відділ стопи при згинанні в колінному суглобі, цей поштовх менший за рахунок пружності чотириголового м'яза стегна і м'язів задньої поверхні гомілки.

Незначне випрямлення опорної ноги в колінному суглобі відбувається в момент вертикалі, і лише до кінця заднього кроку, тобто у момент заднього поштовху, вона повністю розгинається в колінному і кульшовому суглобах. При відштовхуванні від опорної поверхні м'язи включаються в роботу не одночасно, а послідовно: спочатку відбувається розгинання в кульшовому суглобі, потім в колінному і, нарешті, згинання в гомілково-стопному.

У фазах вільної ноги після відштовхування відбувається сильне згинання гомілки, яка при цьому може знаходитися по

відношенню до стегна під кутом $<90^\circ$, що сприяє зменшенню моменту інерції ноги, полегшенню і прискоренню її перенесення з положення заднього кроку вільної ноги в положення переднього кроку вільної ноги. Перенесення вільної ноги відбувається завдяки руху в кульшовому суглобі, який здійснюється за інерцією, а також в результаті балістичної роботи м'язів-згиначів стегна: клубово-поперекового м'яза, м'яза-натягача широкої фасції, частково чотириголового м'яза стегна.

Під час бігу нога може приземлитися на п'ятку, на носок і навіть на зовнішній край переднього відділу стопи. Приземлення на п'ятку частіше відбувається під час бігу на довгі дистанції, а на носок – на короткі. Кожен з цих видів приземлення має свої переваги і недоліки. При приземленні на п'ятку сильніша віддача і недостатньо використовуються амортизаційні властивості нижньої кінцівки, але навантаження на м'язи, особливо задньої поверхні гомілки, менше. При приземленні на носки більша пластичність рухів, менша віддача від поштовху у фазі переднього кроку опорної ноги; для амортизації поштовху ефективно задіюється пружність склепінь стопи та еластичність м'язів. Проте, таке приземлення вимагає великої напруги м'язів-згиначів стопи і пальців, яке можна зберігати тільки нетривалий час. Навантаження на ці м'язи сильно зростає, оскільки вони скорочені і під час фази переднього кроку опорної ноги, і під час фази заднього кроку (при поштовху). Вони розслабляються лише під час перенесення ноги вперед. При приземленні на носок крок коротший, ніж при приземленні на п'ятку, оскільки в другому випадку винесена вперед нога більшою мірою розігнута в колінному суглобі, і тому стопа сильніше виноситься вперед, чим в першому випадку.

Приземлення на зовнішній край переднього відділу стопи можливе лише у тому випадку, коли бігун під час фази польоту встигає розслабити м'язи гомілки, і стопа приймає дещо супіноване положення перед приземленням.

Під час бігу, у порівнянні з ходьбою, інша постановка стоп. Під час бігу вони ставляться ближче до серединної лінії тіла, що зменшує коливання ЗЦТ тіла в сторони, паралельні між собою і навіть можуть бути обернені носками дещо всередину. Таке їх по-

ложення дозволяє більшою мірою задіяти для поштовху всі м'язи задньої поверхні гомілки і підошовної сторони стопи, у тому числі й довгий згинач великого пальця, який за підйимальною силою значно переверщує інші м'язи, які складають глибокий шар м'язів задньої поверхні гомілки.

При бігу чіткіша, ніж при ходьбі, перехресна координація рук, що сприяє зменшенню скручування тулуба. Руки рухаються при бігу з більшою амплітудою і сильно зігнуті в ліктьових суглобах. В період заднього маху вони повністю не розгинаються, як при ходьбі (зігнуті руки у зв'язку із зменшенням моменту інерції легко переносити). Таке положення рук в ліктьовому суглобі підтримується напруженою м'язів-згиначів передпліччя, які працюють при проксимальній опорі. Напруженими виявляються також м'язи-згиначі кисті та пальців, які утримують пальці кисті в зігнутому положенні. Рухи вільної верхньої кінцівки вперед і назад (згинання і розгинання) відбуваються при почерговій нарузі м'язів-згиначів і розгиначів плеча. Навантаження на ці м'язи значно більше, ніж при ходьбі.

Рухи тулуба при бігу такі ж, як і при ходьбі.

Значне навантаження на м'язи під час бігу сприяє підвищенню обміну речовин в організмі, посиленню дихання і кровообігу. Бігун на короткі дистанції зазвичай робить 2-3 дихальних рухів або ж біжить із затримкою дихання. Затримка дихання і фіксація грудної клітки сприяють роботі верхніх кінцівок, оскільки забезпечують жорстку опору для м'язів. Однією з причин зниження швидкості в середині короткої дистанції можуть бути дихальні рухи грудної клітки з великою амплітудою.

Біг сприяє розвитку переважно м'язів нижніх кінцівок, виробляє координацію рухів, позитивно впливає на кровообіг і дихання.

АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АЦИКЛІЧНИХ РУХІВ

Стрибок у довжину зміця

Стрибок в довжину з місця – це складний, локомоторний, одночасно симетричний, ациклічний рух. Він характеризується

максимальною напругою працюючих м'язів протягом дуже короткого часу, внаслідок чого тіло, підкинуте в повітря, з великою швидкістю долає деяку відстань.

На відміну від ходьби та бігу, стрибок в довжину з місця – одноактний (ациклічне) рух, в ньому немає фаз, які повторюються. З точки зору біомеханічних закономірностей він є основним, тоді як інші види стрибків (стрибок в довжину з розгону, потрійний стрибок, стрибок у висоту тощо) – його різновиди.

Стрибок, як і будь-який інший рух, виконується під дією зовнішніх і внутрішніх сил. Сила тяжіння направлена з ЗЦТ тіла перпендикулярно вниз і перешкоджає його поступальній ході. Сила реакції опори діє не у всіх фазах стрибка, оскільки у фазі польоту тіло втрачає зв'язок з опорною поверхнею. Серед внутрішніх сил основне значення має сила, яка розвивається м'язами при їх напруженні. Момент сили м'язів у фазі поштовху перевищує момент сили тяжіння, що забезпечує відрив тіла від опорної поверхні та його вільний політ. Під час поштовху тілу стрибуна надається необхідна початкова швидкість і напрям польоту. Швидкість руху, що створюється поштовхом, залежить, у свою чергу, від імпульсу сили і часу, впродовж якого діятиме сила поштовху. Тому ефективність поштовху підвищується, якщо ЗЦТ тіла на початку поштовху займає нижче положення, а в кінці його – вище.

ЗЦТ тіла при стрибку рухається по параболі, траєкторія його зумовлена взаємодією сили тяжіння і сили поштовху. Характер параболічної кривої залежить від кута, під яким поштовх направлений до опорної поверхні. За законами балістики політ буде довшим, якщо поштовх направлений під кутом 45° до опорної поверхні. Якщо ж кут поштовху перевищує 45° , то політ буде вищий, але ближчий; при куті менше 45° політ буде нижчий і ближчий до місця початку руху. Рівновага та стійкість тіла в різних фазах стрибка різні, оскільки вони визначаються розмірами площі опори і положенням ЗЦТ, яке, у свою чергу, залежить від взаємного розташування частин тіла.

Рухи тіла при стрибку в довжину з місця можна розділити на чотири фази: підготовчу, поштовху, польоту і приземлення.

Підготовча фаза характеризується тим, що стрибун робить

присідання і розгинає випрямлені в ліктьових суглобах руки. При цьому під впливом сили тяжіння відбувається ніби складання ланок тіла, подібно до пружини, закріпленої на одному кінці. Гомілка нахиляється до фіксованої на опорній поверхні стопи, кут між гомілкою і стопою зменшується, тобто відбувається розгинання в гомілково-стопному суглобі. У колінному і кульшовому суглобах відбувається згинання, стегно наближається до гомілки, а тулуб – до стегна. М'язи нижньої кінцівки в цій фазі здійснюють поступливу роботу, перешкоджаючи дії сили тяжіння і фіксуючи положення вищерозміщених ланок по відношенню до нижніх. Основне навантаження припадає на великий сідничний м'яз, чотириголовий м'яз стегна, а також згиначі стопи і пальців, тобто на ті м'язи, які в наступній фазі виконуватимуть поштовх. Попереднє розтягання та подальша напруга цих м'язів сприяє їх балістичній роботі.

Одночасно напружені м'язи-розгиначі хребта та глибокі м'язи потиличної ділянки, які утримують тулуб в нахиленому положенні, а голову – в прямому. Положення верхніх кінцівок забезпечується напругою м'язів-розгиначів плеча, передпліччя та кисті. Якщо пальці кисті зігнуті, то до вказаних м'язів приєднуються м'язи-згиначі кисті та пальців.

У підготовчій фазі створюються сприятливі умови для подальшої фази – фази поштовху: низьке положення ЗЦТ тіла і розтягання провідних груп м'язів. Стійкість тіла в цій фазі порівняно висока, проте значна напруга м'язів нижніх кінцівок і тулуба перешкоджає тривалому перебуванню тіла в даному положенні. До кінця підготовчої фази тулуб стрибуна дещо подається вперед, площа опори зменшується, внаслідок чого вертикаль ЗЦТ тіла наближається до передньої межі площі опори. Стійкість тіла вперед зменшується і, якщо наступна фаза не настане, тіло втрачає рівновагу і падає.

Фаза поштовху. Подальший нахил тулуба вперед призводить до того, що вертикаль, опущена з ЗЦТ тіла, виходить за передню межу площі опори. Опора відбувається вже не на всю підшовну поверхню стопи, а лише на її передній відділ. Падінню тіла запобігає те, що починається рух. Стрибун різко випрямляє нижні

кінцівки, тулубі робить помах руками вгору. Ці рухи здійснюються за рахунок згинання стоп, розгинання в колінних і кульшових суглобах, розгинання хребта, піднімання поясу верхніх кінцівок, згинання в плечових і розгинання в ліктьових суглобах. При цьому напружуються м'язи підошовної поверхні стопи, задньої та зовнішньої поверхонь гомілки, які виконують згинання в гомілковостопному суглобі; чотириголовий м'яз стегна (особливо його стегнові голівки), який є основним розгиначем в колінному суглобі, великий сідничний і великий привідний м'язи, які забезпечують розгинання стегна в кульшовому суглобі. Одночасно напружуються м'язи-випрямлячі тулуба. На верхніх кінцівках працюють м'язи, що піднімають плечовий пояс, згиначі плеча, розгиначі передпліччя, а також м'язи, які оточують променево-зап'ястковий суглоб. Ці м'язи здійснюють долаючу роботу, причому на нижній кінцівці та на тулубі – при дистальній опорі, а на верхній кінцівці – при проксимальній опорі. Рухи ланок нижніх кінцівок та помах руками вгору сприяють підвищенню положення ЗЦТ тіла, збільшенню тривалості та дальності польоту стрибуну.

Опорна поверхня для поштовху має бути жорсткою і шорсткою, інакше станеться його амортизація, і він виявиться слабким. При стрибку в довжину з місця стопи зазвичай ставлять паралельно або навіть дещо повернутими. Деякі стрибуни навіть проносять ногу в кульшовому суглобі, що не лише дозволяє в максимально використувати для поштовху силу м'язів-згиначів стопи, але і забезпечує симетричну передачу поштовху обох ніг тулубу, оскільки при проноvanому положенні нижніх кінцівок поперечна вісь гомілково-стопних суглобів стає майже паралельною поперечній вісі таза.

Наприкінці фази поштовху до вказаних м'язів приєднуються м'язи-антагоністи. Їх скорочення гальмує рух в суглобах, закріплює положення ланок тіла, створюючи тверду основу для передачі сили поштовху на ЗЦТ тіла і запобігаючи травмам в суглобах.

Фаза польоту. На початку фази польоту тіло стрибуну набуває випрямленого, дещо нахиленого вперед положення. Напрямок польоту після поштовху є заданим, проте його дальність залежить від зовнішніх сил та від взаємнорозташування ланок тіла.

Так, при сильному зустрічному вітрі, коли виразно виражена сила опору середовища, дальність польоту буде менша і, навпаки, при попутному вітрі, коли сила опору середовища сприяє руху – більша. Під час польоту створюється найвигідніше положення тіла для подолання перешкод і відбувається підготовка до приземлення. У польоті можливі лише компенсаторні рухи тіла, рухи в двох протилежних напрямках (при підвищенні траєкторії однієї частини тіла відбувається пониження траєкторії іншої).

Для зменшення моменту інерції, лобового опору і для вигідного приземлення виконуються наступні рухи: винесення ніг вперед, згинання в колінному і кульшовому суглобах, розгинання стопи, згинання тулуба, опускання поясу верхньої кінцівки, розгинання рук в плечовому суглобі. М'язи-згиначі хребта, згиначі кульшового і колінного суглобів, розгиначі стопи за відсутності опори зближують місця початку і прикріплення, тобто притягують до середини дистальний і проксимальний кінці м'язів зі швидкістю, обернено пропорційною до квадратів мас. Після опускання поясу верхньої кінцівки він відносно закріплюється, і рухається назад м'язами-розгиначами плеча при проксимальній опорі.

У міру винесення ніг вперед створюються вигідні умови для приземлення. Згинання тулуба опускання поясу верхньої кінцівки та рух рук назад сприяють найнижчому положенню ЗЦТ тіла. Перед моментом приземлення ноги по відношенню до опорної поверхні мають бути розташовані приблизно під тим же кутом, що і під час відштовхування. Недостатнє винесення їх вперед зменшує дальність стрибка, а надмірне – може викликати падіння тіла назад. Різке згинання стегна відбувається в результаті скорочення клубово-поперекового м'яза, натягача широкої фасції та прямого м'яза стегна. Важливу роль в раціональному приземленні відіграє і положення таза. За рахунок скорочення м'язів живота відбувається обертання таза довкола поперечної вісі, він підтягується до грудної клітки, що сприяє винесенню вперед нижніх кінцівок. Перед приземленням завдяки скороченню чотириголового м'яза стегна відбувається розгинання в колінному суглобі. Стопа знаходиться під прямим кутом до поздовжньої вісі гомілки і утримується в цьому положенні напруженою передньою групою м'язів гомілки.

Фаза приземлення. У цій фазі необхідно погасити швидкість польоту без різких поштовхів, а також зберегти рівновагу тіла. Під час зіткнення з опорною поверхнею тіло отримує сильний поштовх, який амортизується завдяки еластичності з'єднань та поступливій роботі згиначів стопи, розгиначів гомілки, стегна, тулуба, а також завдяки таким пристосуванням для пом'якшення поштовхів і струсів, як в'язка голівки стегна, меніски і хрестоподібні в'язки колінного суглоба, хрящі суглобових поверхонь кісток, синовіальна рідина тощо. Під час приземлення не можуть бути повністю використані ресорні властивості стопи, оскільки воно відбувається зазвичай не на передній, а на задній відділ стопи, і склепінчаста будова її в даному випадку відіграє незначну роль, тобто не задіюється.

Стійкість тіла у момент приземлення мала. Площа опори утворена поверхнею задніх відділів стоп і простором між ними. Вертикаль, опущена з ЗЦТ тіла, проектується ззаду площі опори. Після приземлення тіло за інерцією продовжує рухатися вперед. Це призводить до того, що ЗЦТ тіла проходить над площею опори і зміщується вперед по мірі поступального руху тулуба. Падіння назад можливо в тому випадку, якщо нижні кінцівки надмірно винесені вперед і продовження траєкторії ЗЦТ тіла не досягає площі опори. Різкі рухи руками назад, а потім вперед сприяють просуванню тулуба вперед і підвищують стійкість тіла, запобігаючи його падінню назад.

Як видно з аналізу роботи м'язів, майже у всіх фазах рухів під час стрибка беруть участь одні й ті ж функціональні групи м'язів: згиначі стопи і пальців, розгиначі гомілки, розгиначі стегна і розгиначі хребтового стовпа. У підготовчій фазі і на початку фази приземлення вони виконують поступливу роботу, а при поштовху і в кінці фази приземлення, коли стрибун повертається у вихідне положення, – долають роботу. Тому при стрибку в довжину з місця найсильніше розвиваються дані групи м'язів. Крім того, цей стрибок сприяє розвитку координації рухів.

Особливості механізму вдихання під час стрибка в довжину з місця полягають в тому, що в підготовчій фазі при помаху руками вгору створюються сприятливі умови для вдиху, під час польоту

дихання дещо затримується, а при приземленні відбувається видих.

Метання списа

Метання – це складний, ациклічний, асиметричний, локомоторний (якщо виконується з розгону) рух, при якому створюються зусилля, які сприяють переміщенню снаряда.

За характером рухів всі метання можна розділити на: метання кидком, коли рух здійснюється з легким снарядом (вкидання м'яча з ауту футболі, баскетболі, метання гранати, спису тощо); метання з поворотом, яке виконуються переважно із снарядами середньої та важкої ваги (диск, молот); штовхання, як правило, важких снарядів (ядра).

Не дивлячись на те, що кожний вид метання має свою специфіку щодо техніки виконуваних рухів, у всіх видах метань можна виділити загальні фази та схожі риси, які забезпечують ефект руху. В металевих рухах розрізняють три фази: фазу вихідного положення, особливо виражену при метанні з місця; фазу попередніх дій, при якій створюються оптимальні умови для фінального зусилля, і фазу завершального руху, що визначає необхідну силу або точність руху.

Анатомічна характеристика метального руху розглянемо на прикладі метання списа.

Метання списа – це складний ациклічний, асиметричний рух.

При метанні списа фаза вихідного положення і фаза попередніх дій немов зливаються в одну, тоді як фаза завершального руху виражена досить виразно. Метання списа, як і будь-який рух тіла, зумовлене взаємодією зовнішніх і внутрішніх сил. Сила тяжіння тіла і снаряда, що метається, діє впродовж всіх фаз, а сила реакції опори – лише в опорні періоди. Площа опори, а отже, і міра стійкості тіла в різних фазах неоднакові: при розгоні в опорні періоди площа опори мінімальна і представлена лише площею опорної поверхні однієї стопи; у фазу попередніх дій перед фінальним зусиллям вона найбільша і складається з площі опорних поверхонь обох стоп і площі простору, заключеного між ними.

У фазі вихідного положення і при розгоні спис стримується кистю так, що I і III пальці щільно охоплюють його, II палець витягнуть уздовж списа, а IV і V пальці вільно лежать біля III пальця. Рука із списом піднята вгору і зігнута в ліктьовому суглобі. Спис розташований над плечовим суглобом, лікоть направлений вперед, кисть знаходиться приблизно на рівні вушної раковини. М'язи-згиначі кисті та пальців розтягнуті та напружені, вони перешкоджають її розгинанню під дією сили тяжіння списа. Зігнуте положення руки в ліктьовому суглобі стримується згиначами передпліччя, а в плечовому суглобі – розгиначами плеча і м'язами, що відводять плече, які забезпечують положення плеча майже під прямим кутом до тулуба. Всі ці м'язи працюють при проксимальній опорі. На протилежній стороні напружені м'язи, що фіксують пояс верхньої кінцівки до тулуба, м'язи, що оточують плечовий, ліктьовий, променево-зап'ястковий суглоби та суглоби кисті. Всі вони працюють також при проксимальній опорі. Особливості роботи м'язів тулуба і нижніх кінцівок такі ж, як при звичайному бігу.

У фазі попередніх дій метальник займає положення, найбільш вигідне для подальшого фінального зусилля. Його тіло подібне до натягнутого луку, особливо якщо кидок виконується без розгону. Рука, в якій затиснутий снаряд, розігнута в плечовому та ліктьовому суглобах. Тулубі пояс верхніх кінцівок розгорнуті в напрямку руху списа так, що плече вільної руки виведене вперед. Вона зігнута в ліктьовому суглобі та приведена до тулуба.

При метанні правою рукою основний тягар тіла припадає на ліву ногу. Вона розігнута в кульшовому і колінному суглобах і зігнута в гомілково-стопному суглобі. Права нога, дещо зігнута в колінному суглобі, винесена вперед і поставлена на опорну поверхню бічною частиною стопи перехресно перед лівою ногою (так званий “перехресний крок”). Стійкість тіла назад вкрай незначна, оскільки завдяки нахилу тулуба назад ЗЦТ тіла проектується на задню межу площі опори. Положення тіла стримується напругою м'язів-згиначів і розгиначів хребта, а також розгиначів стегна і гомілки, згиначів стопи. Положення ланок верхньої кінцівки стримується напругою м'язів-розгиначів плеча і передпліччя. М'язи-згиначі верхньої кінцівки сильно розтягнуті та напружені. Скручу-

вання тулуба відбувається під впливом скорочення внутрішнього косого м'яза живота з протилежного боку.

Всі попередні дії металника спрямовані на те, щоб відвести руку зі снарядом максимально назад і цим привести м'язи в робочий стан. Попереднє розтягання основних функціональних груп м'язів за рахунок взаєморозташування окремих частин тіла сприяє їх скороченню в балістичному режимі.

У фазі завершального руху відбувається інтенсивна напруга м'язів і досягається фінальне зусилля, необхідне для метання снаряда.

Поштовх лівою ногою, здійснюваний завдяки напруги м'язів задньої та зовнішньої поверхонь гомілки, сприяє перенесенню ваги тіла на праву ногу. Права нога, яка до цього моменту була дещо зігнутою в колінному суглобі, різко випрямляється. Відбуваються швидке розгинання в кульшовому і колінному суглобах та згинання в гомілково-стопному суглобі. Основне навантаження припадає на великий сідничний м'яз, чотириголовий м'яз стегна, а також на м'язи задньої та зовнішньої поверхонь гомілки. До цих рухів приєднується згинання тулуба не лише в ділянці хребта, але і в кульшовому суглобі. Скорочуються м'язи живота, м'язи-згиначі стегна. Пояс верхніх кінцівок рухається разом з тулубом вперед, при цьому праве плече виноситься вгору і вперед. Права рука різко згинається в плечовому суглобі. У ліктьовому суглобі спочатку відбувається згинання, що супроводжується розтяганням триголового м'яза плеча, а потім різке розгинання. Закінчується фінальний рух згинанням кисті. До м'язів, які найінтенсивніше працюють у момент кидка, можна віднести передній зубчастий, великий і малий грудні м'язи, передню частину дельтоподібного, довгу голівку двоголового м'яза, дзьобоподібно-плечовий м'яз. Вони працюють при проксимальній опорі. Руку, зігнуту в ліктьовому суглобі, утримують м'язи-згиначі передпліччя, а розгинають розгиначі передпліччя (трицепс плеча). Рух кисті здійснюється напруженою м'язів-згиначів кисті та пальців.

Різне розгинання в плечовому суглобі (з деякою пронацією) лівої руки сприяє компенсаторному винесенню вперед поясу верхньої кінцівки металної руки, "подовжує" її, збільшує швидкість

руху і дальність польоту списа. Робота м'язів носить балістичний (вибуховий) характер. При метаннях снарядів на дальність спочатку скорочуються сильніші м'язи, що забезпечують повільні рухи крупних ланок тіла, потім менш сильні м'язи і, наприкінці зусилля – м'язи дистальних ланок тіла.

Дихання під час металевих рухів нерівномірне. Під час розгону здійснюються 1-2 дихальних рухів. У фазі замаху, коли метальна рука відведена назад, створюються сприятливі умови для вдиху, а у фазі завершального руху – для видиху. Часто металевники затримують дихання у фазі фінального зусилля і видих роблять після нього.

Метання вимагає від спортсмена такі фізичні якості, як гнучкість і сила. Для металевників важлива гнучкість хребтового стовпа, велика рухомість в плечовому і кульшовому суглобах, а також сила м'язів, які беруть найбільш активну участь у рухах. В той же час, слід зазначити неоднакове навантаження на праву та ліву половини опорно-рухового апарату, у зв'язку з чим необхідно звертати увагу на гармонійний розвиток м'язів в процесі тренувань.

АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЕРТАЛЬНИХ РУХІВ

Все різноманіття спортивних вправ, пов'язаних з обертанням тіла людини, можна розділити на дві групи, які принципово відрізняються одна від іншої. Одну групу складають рухи, які здійснюються тілом людини довкола снаряда, який є фіксованою віссю обертання тіла. До іншої групи слід віднести рухи, під час яких вісь обертання не є фіксованою, а вільно утворюється тілом. У цих випадках вісь обертання тіла проходить через його ЗЦТ.

Прикладами простих обертальних рухів можуть бути рухи в суглобах. Сили, які діють на якусь ланку тіла, зазвичай знаходяться на деякій відстані від вісі обертання, тобто мають плече сили. Добуток величини сили на плече сили дає так званий момент сили. Співвідношення моментів сил, які діють (наприклад, моменту сили тяжіння руки і моменту сили функціональної групи м'язів,

які відводять плече), визначає напрямок обертального руху і вид роботи м'язів.

Кожне тіло має певну інерцію, у зв'язку з чим для виведення тіла із стану спокою або для зміни швидкості та напрямку його руху необхідно прикласти до тіла додаткову сторінню силу. Цією властивістю пояснюється та обставина, що всі сили, які викликають зміну стану тіла, зустрічають з боку самого тіла певний опір. Такий опір при поступальному русі прямо пропорційний масі тіла, а при обертальному – моменту інерції тіла. Момент інерції дорівнює добутку маси тіла на квадрат його радіусу по відношенню до осі обертання ($I = m \cdot r^2$). Оскільки довжина ланок тіла практично незмінна, то можна вважати, що при простому русі моменти їх інерції майже не міняються. Якщо ж при обертальному русі декількох ланок одночасно змінюється їх взаємне розташування, наприклад, рух вільної ноги під час бігу, то момент інерції ланки (у даному прикладі – ноги по відношенню до поперечної осі кульшового суглоба) міняється.

При складному обертальному русі всього тіла людини довкола вісі, яка проходить або через опорну точку при обертанні довкола снаряда, або через ЗЦТ тіла при його вільному обертанні, можливі аналогічні зміни моменту інерції. Чим ближче розташовуються частки маси тіла до вісі обертання, тим менше стає момент інерції, і навпаки.

Якщо тіло приведено в обертальний рух з якою-небудь швидкістю, то добуток моменту інерції тіла на його кутову швидкість визначає так званий кінетичний момент тіла. Коли тіло обертається в безопорному положенні (наприклад, при стрибках у воду, зіскоках з щабелини, акробатичних вправах), кінетичний момент тіла майже не змінюється. Звідси витікає, що при відносно постійному добутку збільшення одного співмножника пов'язане із зменшенням в стільки ж разів іншого співмножника. Виходячи з цього, легко знайти шлях керування кутовою швидкістю обертання тіла у польоті. Для збільшення її необхідно зменшити момент інерції тіла і навпаки. Зміна моменту інерції тіла, що обертається, здійснюється за допомогою внутрішніх сил, що підлягають аналізу при анатомічній характеристиці обертальних рухів тіла люди-

ни. За участю функціональних груп м'язів досягається наближення або віддалення ланок тіла відносно вісі обертання, що і змінює швидкість руху

Особливості будови форми тіла людини, нерівномірність розподілу м'язової та жирової тканин створюють різні моменти інерції по відношенню до поздовжньої, поперечної та сагітальної (передньо-задньої) вісім обертання. Найменший момент інерції тіла – при його обертальних рухах довкола поздовжньої вісі, оскільки частини тіла найближче розташовані до неї. При обертаннях довкола поперечної вісі, яка проходить через ЗЦТ тіла, момент обертання більший, проте його можна зменшити, наближаючи частини тіла до вісі обертання.

Анатомічні особливості будови хребтового стовпа і кульшового суглоба допускають наближення частин тіла до вісі обертання. Велика амплітуда рухів при згинанні тіла в кульшових суглобах використовується в спортивній практиці при згурпуванні, чим і досягається зменшення моменту інерції тіла і збільшення швидкості його обертання. Так, при виконанні сальто назад в згурпуванні момент інерції зменшується приблизно втричі, а при виконанні піруету коли верхні та нижні кінцівки наближаються до поздовжньої вісі тіла, момент інерції може бути зменшений в 7 разів. Збільшення числа обертів під час польоту також може бути досягнуте за рахунок зменшення моменту інерції тіла шляхом його угрупування. Збільшення швидкості обертання призводить до зростання відцентрової сили, яка, у свою чергу, прагне віддалити частини тіла від вісі обертання, що збільшує навантаження на м'язи.

Найрідше зустрічаються обертальні рухи тіла довкола сагітальної вісі (наприклад, бічне сальто) що пояснюється великим моментом інерції тіла із-за обмеженої можливості бічного згурпування.

Обертальні рухи тіла довкола поздовжньої та поперечної вісей виконуються переважно при симетричному розташуванні рук і ніг. Порушення його веде до ускладнення обертальних рухів.

Сальто назад

Сальто назад – це складний, локомоторний, симетричний, ациклічний, обертальний рух, пов'язаний з відштовхуванням тіла

від площі опори, польотом в повітрі, обертанням і приземленням. Весь рух можна розділити на фази: підготовчу фазу поштовху, фазу польоту і фазу приземлення.

Підготовча фаза полягає в створенні найвигідних умов для подальшого поштовху. Тіло знаходиться в положенні напівприсідання. Руки опущені, розігнуті в ліктьовому і плечовому суглобах. Тулубвипрямлений, поперековий лордоз згладжений. Ноги зігнуті в кульшовому і колінному суглобах і розігнуті в гомілковостопному. У зв'язку з цим в підготовчій фазі відбувається розтягання тих м'язів, які в наступній фазі повинні включитися в інтенсивну роботу. До них відносяться: великий сідничний м'яз, чотириголовий м'яз стегна, м'язи задньої та зовнішньої поверхні гомілки. Всі вони здійснюють поступливу роботу, розтягуються по мірі присідання. Випрямлене положення тулуба стримується напруженою розгиначем хребта.

Фаза поштовху. Перебіг роботи опорно-рухового апарату в цій фазі такий, як і під час стрибку в довжину з місця. Відмінність полягає в тому, що поштовх здійснюється під більшим кутом. Сила реакції опори направлена не в ЗЦТ тіла, а дещо спереду від нього і разом з силою тяжіння та силою інерції створює пари сил, що зумовлюють початкове обертання тіла.

Основне навантаження припадає на м'язи нижніх кінцівок, які енергійно і швидко випрямляються за рахунок одночасного розгинання в кульшових і колінних та згинання в гомілково-стопних суглобах. Ці рухи виконуються тими м'язами, які заздалегідь були розтягнуті. Великий момент сили м'язів, направлений на подолання сили тяжіння, по відношенню до поперечної вісі кульшового суглоба створюють великий сідничний м'яз, великий привідний м'яз стегна (в основному його довга голівка), напівсухожилковий, напівперетинчастий і двоголовий м'язи, по відношенню до поперечної вісі колінного суглоба – чотириголовий м'яз стегна, гомілковостопного суглоба – триголовий м'яз гомілки, довгий і короткий малогомілкові м'язи, задній великогомілковий м'яз, довгий згинач великого пальця, довгий згинач пальців, а також власні м'язи підошовної поверхні стопи.

На тулубі напружуються м'язи, які випрямляють хребтовий

стовп. Наприкінці фази поштовху в роботу включаються м'язи-згиначі хребтового стовпа (м'язи живота), які своєю напругою запобігають перерозгинанню тулуба, фіксують його у випрямленому положенні. При цьому внутрішньочеревний тиск підвищується і виникає короткочасна затримка дихання.

Ефективність відштовхування залежить і від швидких махових рухів руками вгору, завдяки чому збільшується момент інерції тіла і стає вищим його ЗЦТ. При цьому працюють м'язи, які піднімають пояс верхніх кінцівок (верхні пучки трапецієподібного м'яза, м'яз-підіймач лопатки і ромбоподібний м'яз), а також м'язи, які згинають плече (передня частина дельтоподібного м'яза, дзьобоподібно-плечовий м'яз, двоголовий м'яз плеча).

У момент відриву тіла від опорної поверхні тяга працюючих м'язів зменшується; збільшується напруга їх антагоністів, внаслідок чого частини тіла короткочасно фіксуються у випрямленому положенні.

Фаза польоту триває від моменту відриву тіла від опори і до моменту його приземлення. За цей час відбувається поступально-обертальний рух тіла (у даному випадку з одним повним обертом назад довкола поперечної вісі). Необхідні умови для нього забезпечують мах руками вгору і випрямлення тулуба. Оскільки підняте в повітря тіло має великий момент інерції по відношенню до поперечної вісі, яка проходить через ЗЦТ тіла, мала кутова швидкість не може забезпечити обертання тіла на 360°. В результаті згрупування тіла його поздовжній розмір зменшується в 2-3,5 рази, що призводить до збільшення кутової швидкості обертання.

Угрупування виконується за участю функціональних груп м'язів, які згинають тулуб (прямі, зовнішні косі та внутрішні косі м'язи живота), згинають стегно в кульшовому суглобі (клубово-поперековий, гребінчастий і кравецький м'язи, м'яз-натягач широкої фасції та група привідних м'язів), згинають гомілку в колінному суглобі (напівсухожилковий, напівперетинчастий та двоголовий м'яз стегна). Пояс верхніх кінцівок зміщується вниз і приводиться до серединної лінії, при цьому напружується великий і малий грудні та передній зубчасті м'язи. Руки зігнуті в ліктьових суглобах за рахунок напруги двоголового м'яза плеча, плечового,

плечо-променевого м'язів, круглого пронатора, та приведені до тулуба великим грудним м'язом, найширшим м'язом спини, великим і малим круглими м'язами. Кисті охоплюють середні третини гомілок.

Різке розгинання голови створює додатковий імпульс для обертання тулуба. Цей рух здійснюють глибокі м'язи потиличної ділянки, а також верхня частина трапецієподібного м'яза, ремінні м'язи голови та шийна частина м'яза-випрямляча хребта.

При високому зльоті та щільному згрупованні тіло встигає до середини низхідної частини траєкторії польоту обернутися на 270-300°. В кінці фази польоту відбувається випрямлення тіла. Це призводить до того, що момент інерції зростає і воно втрачає кутову швидкість обертання. Випрямленню тіла сприяють також відцентрові сили, які виникають при швидкому його обертанні. Розгинання тулуба, нижніх і верхніх кінцівок відбувається активно в результаті скорочення м'язів-розгиначів хребта, стегна, гомілки та згиначів плеча. Слід зазначити, що повного розгинання не настає, оскільки дещо зігнуте положення необхідне для амортизації поштовху під час приземлення.

Фаза приземлення. При правильному приземленні тіло зберігає рівновагу і не зазнає значних струсів. Це досягається завдяки попередньому розгинанню тулуба і кінцівок, а також амортизаційним властивостям опорно-рухового апарату. Приземлення відбувається на передній відділ стоп з подальшим опусканням на всю їх підошовну поверхню. Швидкість тіла, що вільно опускається, гальмується за рахунок поступливої роботи м'язів тулуба і нижніх кінцівок. Сила динамічного тиску і сила реакції опори нарастають по напрямку від голови до ніг, тобто у міру наближення до площі опори. Оскільки ці сили направлені на згинання голови, хребтового стовпа, нижніх кінцівок в кульшових і колінних суглобах, а також розгинання в гомілково-стопних суглобах, то поступливу роботу виконують ті м'язи, які здійснюють протилежно направлені рухи у всіх цих суглобах: м'язи-розгиначі голови та хребта, кульшових та колінних суглобів, і м'язи-згиначі стопи.

Аналіз роботи м'язів, які беруть участь у виконанні сальто назад, показує, що у фазі поштовху потрібне короткочасне і дуже

енергійне їх скорочення. У інших фазах м'язові зусилля, не є найважливішими.

Виконання сальто назад і подібних вправ вимагає точної координації рухів всього тіла, в основі якої лежить умовно-рефлекторна діяльність нервової системи. Вправа може бути технічно вірно виконана лише в тому випадку, якщо спортсмен добре "відчуває" своє тіло. Це досягається шляхом систематичного тренування для формування динамічного стереотипу цієї вправи.

Під час виконання сальто назад зазвичай спостерігається затримка дихання. Проте, вона не робить негативного впливу на організм, оскільки весь рух триває дуже короткий час. Безпосередньо перед присіданням спортсмен робить 2-3 глибокі вдихи та видихи. Відштовхування супроводжується затримкою дихання на початку видиху. Під час згруповання у польоті створюються умови для повного видиху, але зазвичай його не роблять. Таким чином, при сальто назад дещо затриманим виявляється видих, який закінчується вже після приземлення.

Під час виконання сальто назад при відштовхуванні та приземленні понад усе проявляється інерційність внутрішніх органів, що супроводжується деяким їх зміщенням і деформацією. При відштовхуванні це пов'язано з тим, що м'язові зусилля, направлені на випрямлення ніг, діють через таз на скелет тулуба. Тому в першу чергу прискорення впливає на скелет тулуба разом з м'язовими тканинами, а потім – на внутрішні органи. При приземленні скелет тулуба знову ж таки першим зазнає уповільнення. Все це призводить до того, що інерційні сили внутрішніх органів позначаються на стані стінок черевної порожнини. Прояв реактивних сил внутрішніх органів при відштовхуванні та приземленні залежить від маси внутрішніх органів і міри їх наповнення, а також від стану м'язів стінок черевної порожнини.

Підйом розгинанням на щабліні

Підйом розгинанням є одним з прикладів обертання тіла довкола фіксованої вісі. Воно вимагає не стільки сильної мускулатури скільки точної координації м'язової напруги. Тіло гімнаста здійснює симетричний обертальний рух, при якому воно з положення вису

переходить в упор на випрямлених руках.

У вихідному положенні (вис на випрямлених руках) тіло знає навантаження на розтягування, яке зростає по напрямку від стоп до кистей. В цьому положенні тіла основне навантаження припадає на м'язи верхніх кінцівок і тулуба, утримуючі частини тіла в місцях їх з'єднань.

Виконання підйому розгинанням на шабліні зводиться до того, що після махових рухів всього тіла, в ту мить, коли тіло опиняється в крайньому положенні переднього маху, ноги згинаються в кульшових суглобах так, що тіло переходить в положення вису зігнувшись (гомілки своїми середніми відділами розміщуються біля шабліни). З вису зігнувшись здійснюється енергійний ривок ногами вперед-вверх (ноги весь час стримуються біля грифа шабліни). Обертання тіла відбувається в результаті одночасного розгинання тулуба, розгинання в кульшових і плечових суглобах. Під час руху гімнаст прямими руками тисне на гриф шабліни, утримуючи тулуб біля вісі обертання.

В період маху ногами м'язи верхньої кінцівки утримують кисть в зігнутому положенні на шабліні, а також оберігають всі суглоби верхньої кінцівки від надмірного навантаження, зумовленого дією сили тяжіння тіла, з одного боку, і дією відцентрової сили, яка виникає під час гойдання, з іншого. Згиначі та розгиначі стегна і хребтового стовпа, розташовані спереду і ззаду від поперечної вісі кульшового суглоба, а також спереду і ззаду від хребтового стовпа, напружуються поперемінно. М'язи вільної нижньої кінцівки утримують її у випрямленому положенні під час всієї вправи. До цих м'язів належать м'язи передньої поверхні стегна (чотириголовий м'яз стегна), а також задньої та зовнішньої поверхні гомілки (литковий та задній великогомілковий м'язи, довгий згинач великого пальця, довгий згинач пальців, довгий і короткий мало-гомілкові м'язи) і м'язи підошовної поверхні стопи.

Згинання тулуба виконують головним чином м'язи живота – прямі, зовнішні та внутрішні косі м'язи живота, а згинання стегна – клубово-поперековий, кравецький і гребінчастий м'язи, м'яз-натягач широкої фасції та прямий м'яз стегна. В момент вису зігнувшись напружені всі м'язи верхньої кінцівки, які беруть участь

у зміцненні суглобів та у згинанні пальців, а також м'язи поясу верхніх кінцівок. Вони запобігають надмірному переміщенню лопатки назовні (ромбоподібні м'язи, середня частина трапецієподібного м'яза та найширший м'яз спини).

Нарешті, в мить, коли гімнаст переходить в положення упору на щабліні, робота м'язів стає найбільш напруженою: при одночасному розгинанні в кульшових і плечових суглобах відбувається підтягування тулуба до грифа щабліни. У цьому русі беруть участь м'язи, які розгинають стегно в кульшовому суглобі (великий сідничний, великий привідний, напівсухожилковий і напівперетинчастий м'язи), м'язи-випрямлячі хребта, м'язи-розгиначі плеча (задня частина дельтоподібного м'яза, найширший м'яз спини, великий круглий м'яз, довга голівка триголового м'яза та великий грудний м'яз), а також м'язи, які наближають лопатку до хребтового стовпа (трапецієподібні та ромбоподібні м'язи). Значний об'єм роботи виконують згиначі та розгиначі кисті, а також поверхневий і глибокий згиначі пальців, довгий згинач великого пальця і короткі м'язи долонної ділянки кисті.

Таким чином, при підйомі розгинанням на щабліні основне навантаження зазнають м'язи верхніх кінцівок. Виконанню всієї справи сприяє уміла зміна моменту інерції тіла, узгодженість і послідовність рухів.

