

**Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний університет
Кафедра медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту**

**Голяка С.К.
Возний С.С.
Гацюєва Л.С.
Глухова Г.Г.**

**ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ
ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ
З ОСНОВАМИ ДИНАМІЧНОЇ МОРФОЛОГІЇ**

**Навчальний посібник
для студентів факультету фізичного виховання та спорту**

Херсон 2021

**Рекомендовано для друку засіданням
Вченої ради Херсонського державного університету
(Протокол №6 від 30.11.2020 р.)**

Основна мета посібника – забезпечити майбутнім спортивним тренерам, викладачам фізичного виховання, вчителям фізичної культури, спортсменам та іншим фахівцям певну суму знань і умінь з питань: функціональної анатомії кісткової та м'язової системи, анатомо-біомеханічних особливостей опорно-рухового апарату, анатомічного аналізу і характеристики положень та рухів тіла спортсмена. Ці знання можуть бути використані в теоретичних цілях, готуючи студентів до вивчення інших дисциплін медико-біологічного циклу, а також в їх практичній роботі.

Укладачі:

- Голяка С.К.** кандидат біологічних наук, доцент кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту Херсонського державного університету.
- Возний С.С.** кандидат наук з фізичного виховання та спорту, завідувач кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту Херсонського державного університету, доцент.
- Гацоєва Л.С.** кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту Херсонського державного університету.
- Глухова Г.Г.** кандидат педагогічних наук, доцент кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту Херсонського державного університету.

Рецензенти:

- Ромаскевич Ю. О.** головний лікар Херсонського центру громадського здоров'я, Заслужений лікар України, доктор медичних наук, професор.
- Головченко І. В.** кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та імунології Херсонського державного університету.

Голяка С.К., Возний С.С., Гацоєва Л.С., Глухова Г.Г.

Ф 94 **Функціональна анатомія опорно-рухового апарату з основами динамічної морфології** : навчальний посібник / С. К. Голяка, С. С. Возний, Л. С. Гацоєва, Г. Г. Глухова – Херсон: ФОП Вишемирський В. С., 2021. – 88 с.

ISBN 978-617-7941-10-0

ISBN 978-617-7941-10-0

© Голяка С.К., 2021
© Возний С.С., 2021
© Гацоєва Л.С., 2021
© Глухова Г.Г., 2021
© ХДУ, 2021
© ФОП Вишемирський В. С., 2021

ЗМІСТ

Передмова.....	4
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АНАТОМІЇ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ.....	5
1.1. Введення у функціональну анатомію.....	5
1.1.1. Методи морфологічних досліджень.....	5
1.1.2. Загальні поняття, що використовуються при вивченні функціональної анатомії людини.....	6
1.1.3. Положення тіла людини, умовні площини та осі.....	7
1.2. Функціональна анатомія системи органів опори та руху.....	8
1.2.1. Кістки та їх з'єднання.....	8
1.2.2. Функціональна анатомія скелета тулуба.....	13
1.2.3. Кістки верхніх кінцівок та їх з'єднання.....	17
1.2.4. Кістки нижніх кінцівок та їх з'єднання.....	20
1.2.5. Будова і функції м'язів.....	25
1.2.6. Класифікації м'язів.....	27
1.2.7. Функціональна характеристика м'язів.....	29
1.2.8. Функціональні групи м'язів, що проводять рухи в суглобах верхньої кінцівки.....	31
1.2.9. Функціональні групи м'язів, що проводять рухи в суглобах нижньої кінцівки.....	37
1.2.10. Функціональні групи м'язів, що проводять рухи тулуба та шиї.....	43
1.2.11. Морфофункціональний аналіз рухів верхніх і нижніх кінцівок.....	51
РОЗДІЛ 2. ДИНАМІЧНА МОРФОЛОГІЯ.....	57
2.1. Загальна динамічна морфологія.....	57
2.1.1. Схема анатомічного аналізу положень і рухів тіла людини.....	59
2.1.2. Анатомо-біомеханічні особливості опорно-рухового апарату.....	60
2.1.3. Анатомічні важелі та блоки.....	64
2.1.4. Робота рухового апарату.....	67
2.2. Приватна динамічна морфологія.....	70
2.2.1. Анатомічна характеристика положень тіла спортсмена.....	70
2.2.2. Анатомічна характеристика поступальної ходи.....	76
Література.....	88

Передмова

Організм людини – складна динамічна система, тому співвідношення розмірів і мас тіла, функціональний стан органів та систем впродовж всього життя змінюється як відповідно до закономірностей прояву генетичних механізмів його розвитку, так і під впливом зовнішнього середовища, зокрема, при заняттях фізичною культурою та спортом. Контроль за процесом фізичного виховання і спортивних тренувань, вдосконалення методики та підвищення їх ефективності, визначення перспективності того або іншого спортсмена, виявлення передпатологічних станів при заняттях масовою фізичною культурою та спортом неможливо без урахування індивідуальних особливостей будови і функцій організму тих, що займаються.

Для правильної побудови занять фізичною культурою і спортом, а так само для визначення методики відновного лікування хворих людей, під час травм людини, тренерам різних видів, викладачам фізичного виховання, фахівцям з фізичної реабілітації і студентів факультету фізичного виховання та спорту особливо необхідні знання з функціональної анатомії і біомеханічних особливостей опорно-рухового апарату.

Процес вивчення анатомії для них повинен бути спрямований на пізнання будови та функцій живої людини і, в першу чергу, її рухового апарату, діяльність якого спричиняє за собою підвищення функціональних можливостей всіх життєво важливих органів і систем тих, що займаються. Ці знання також необхідні для ефективного використання різних засобів та форм фізичної культури і спорту для поліпшення фізичного розвитку дітей і підлітків, розвитку рухових якостей у спортсменів та для реабілітації хворих різних патологій і травм.

Виклад матеріалу в навчальному посібнику «Функціональна анатомія опорно-рухового апарату з основами динамічної морфології» дано у відповідності та послідовності, яка була запропонована видатним вченим, основоположником функціональної та спортивної анатомії М.Ф. Іваницьким (1895-1969), і продовжена його учнями та послідовниками Б.О. Нікітюком та А.А. Гладишевою. Головний принцип їх системи вивчення анатомії – функціональність і динамічність, тобто вивчення анатомічних фактів крізь призму рухової діяльності. Так виникла динамічна анатомія, як самостійний розділ викладання анатомії, з одного боку, і як наскрізний принцип розгляду анатомічних фактів, з іншою.

Динамічна анатомія вивчає функцію рухового апарату у взаємозв'язку з функцією органів регуляції та забезпечення (функціональна система руху). Тому виникла необхідність включення в анатомічну оцінку рухів і положень тіла (разом з даними про кістки, суглоби та м'язи) відомостей про топографію, будову і функцію дихальної, серцево-судинної, нервової системи та аналізаторів. У зв'язку з цим динамічна анатомія була перейменована в динамічну морфологію.

Основна мета методичної допомоги – забезпечити майбутнім спортивним тренером, викладачам фізичного виховання, спортсменам та іншим фахівцям певну суму знань і умінь з питань функціональної анатомії кісткової і м'язової системи, анатомо-біомеханічних особливостей опорно-рухового апарату, анатомічного аналізу і характеристики положень та рухів тіла спортсмена. Ці знання можуть бути використані в теоретичних цілях, готуючи студентів до вивчення інших медико-біологічних дисциплін, і в практичній роботі. На основі отриманих знань у студентів формуються навички самостійного аналізу положень і рухів тіла, що допоможе в побудові та вдосконаленні тренувального процесу, техніка виконання фізичних вправ і у вирішенні питань ранньої спеціалізації дітей. Автори прагнули в короткій формі викласти основні положення функціональної анатомії та біомеханічних особливостей опорно-рухового апарату.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АНАТОМІЇ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ

1.1.ВВЕДЕННЯ У ФУНКЦІОНАЛЬНУ АНАТОМІЮ

Анатомія – це розділ морфології, що вивчає будову і форми організму людини, складових його органів та систем. Вона вивчає людський організм у зв'язку з виконуваною ним функцією, розвитком і навколишнім середовищем. Тому її можна назвати «функціональна анатомія». Форма і функція – це дві основні категорії, що існують у взаємозв'язку та взаємообумовленості. У організмі немає утворень, які б не виконували ту або іншу функцію. У той же час не може бути функції без органу або системи.

Оскільки основним об'єктом майбутньої практичної діяльності тренера і педагога з фізичного виховання є людина, то в системі фізкультурної освіти анатомія, як предмет викладання, займає важливе місце серед дисциплін медико-біологічного циклу. У підготовці фахівців з фізичного виховання і спорту анатомія має загальноосвітнє (світоглядне), пропедевтичне (підготовче) і практичне (прикладне) значення.

1.1.1. Методи морфологічних досліджень

Сучасні методи вивчення морфологічних особливостей людини досить різноманітні та складні. У спортивній практиці домінуючими є методи дослідження живої людини. Ще в 1905 р. П.Ф. Лесгафт писав: «При вивченні анатомії головним об'єктом повинна бути завжди жива людина». Особливе значення це набуло при вивченні рухового апарату, при аналізі рухів і положень тіла людини. В світлі цього при морфологічних дослідженнях людини застосовують соматометричний, соматоскопічний, рентгенологічний та інші методи.

Соматометричний метод (антропометрія) – вивчення будови тіла за допомогою вимірювань розмірів його окремих частин і всієї людини. Цей метод дозволяє оцінити фізичний розвиток, визначити статуру, склад тіла, силу окремих м'язових груп, ступінь рухливості в суглобах і зміни цих параметрів в процесі занять фізичною культурою та спортом.

Соматоскопічний метод – візуальний огляд форми тіла і його окремих частин. Цим методом можна визначати форму хребта, ніг, стопи, грудної клітки, живота, наявність деформацій хребта, ступінь розвитку м'язів і підшкірного жиру. Соматометричний і соматоскопічний методи широко застосовуються в спортивній практиці: у лікарському контролі за тими, що займаються фізичною культурою і спортом з метою оцінки фізичного розвитку та при визначенні морфологічних особливостей спортсменів різної спеціалізації та кваліфікації.

Рентгенологічний метод дозволяє вивчити на екрані або знімку зображення частин скелета, особливості форми і структури кісток.

Останніми роками з'явилося ряд нових методик морфологічних досліджень живої людини: *комп'ютерна томографія* – метод, що дозволяє вивчити будь-які органи людини як би на зрізах, «заглянувши» всередину і розпізнати виниклу зміну; стереоморфологічна методика, полягає в тому, що особливим приладом визначається стан м'яких тканин, їх розташування і рельєф м'язів; радіоізотопна методика використовується в основному для вивчення біохімічних процесів; ультразвукова локація, реєструє локалізацію жиру, м'язів та деякі розміри тіла; метод анатомічного аналізу положень і рухів спортсмена дає можливість на науковій основі підійти до навчально-тренувальних занять.

1.1.2. Загальні поняття, що використовуються при вивченні функціональної анатомії людини

Орган (серце, мозок, нирки, м'язи тощо) – це частина організму людини, що є природним засобом його пристосування до зовнішнього середовища. Кожен орган має певну форму, будову, положення і виконує специфічні функції.

Системи органів – це сукупність органів пов'язаних один з одним анатомічно і топографічно, таких, що мають загальне походження, схожі риси в будові та виконують загальну функцію в організмі (травна, дихальна та ін. системи).

Апарати – це лише умовне функціональне об'єднання органів і систем (опорно-руховий апарат).

У організмі людини розрізняють наступні системи органів:

1. *Система органів опори і руху* (або опорно-руховий апарат (ОРА)), до складу якої входить кісткова система, з'єднання кісток і виконують, в основному, роль опори та можливості руху частин тіла, і м'язова система, яка сприяє активному переміщенню тіла в просторі та узгодженню певних його положень.

2. *Серцево-судинна система*, що забезпечує в основному за допомогою роботи серця і кровообігу транспорт поживних речовин, кисню, гормонів до тканин і органів, а від останніх – продуктів обміну.

3. *Система органів дихання* включає наступні органи: порожнину носа, гортань, трахею, бронхи, легені, плевру завдяки яким здійснюється процес дихання, тобто газообмін між організмом та зовнішнім середовищем (надходження в організм кисню і видалення вуглекислого газу, що утворився в процесі обміну речовин).

4. *Система органів травлення*, об'єднує органи, в яких відбувається переробка їжі з подальшим всмоктуванням поживних речовин і видалення перероблених та непотрібних продуктів.

5. *Система органів виділення*, в результаті функції, яких організм звільняється від продуктів обміну речовин (сечовина, піт).

6. *Система статевих органів* виконує функцію розмноження та виробляє гормони, що активно впливають на будову і функцію м'язів.

7. *Нервова система* (центральна, периферична, вегетативна) об'єднує функції систем і органів в єдине ціле та управляє діяльністю організму,

забезпечуючи його адаптацію до змінних умов зовнішнього і внутрішнього середовища.

8. Система ендокринних залоз (залоз внутрішньої секреції), виробляє біологічно високоактивні речовини (гормони), які беруть участь в регуляції зростання, розвитку і життєдіяльності організму людини.

9. Система органів чуття (аналізаторів) сприяє сприйняттю інформації із зовнішнього та внутрішнього середовища організму. Будь-який аналізатор складається з трьох ланок: рецептори, провідні шляхи і центри в центральній нервовій системі. Наприклад, вестибулярний аналізатор: рецептори знаходяться у внутрішньому вусі, провідні шляхи – вестибулярний нерв, центр – скронева частка кори головного мозку.

Периферичні кінці аналізатора – рецептори – знаходяться в органах чуття (око, шкіра, м'язи), вони сприймають інформацію із зовнішнього або внутрішнього середовища. Сигнали, що поступають в кору головного мозку по провідниковій частині аналізатора, набувають нових якісних характеристик і усвідомлюються людиною як відчуття (відчуття – це перетворення енергії зовнішнього і внутрішнього подразнення на факт свідомості).

У спортсменів в процесі тривалих тренувань формуються такі відчуття, як «відчуття води – у «плавців», «відчуття супротивника» - у борців, «відчуття льоду» - у ковзанярів і ін.

Для динамічної і спортивної морфології характерний умовний підрозділ функцій цілісного організму на три частини (блоку), які в сучасному розумінні нейрофізіологів (П.К. Анохін та ін.) характеризуються як функціональна система руху, де показано тимчасове об'єднання і взаємозв'язок функцій всіх життєво важливих органів та систем людини в процесі рухової діяльності для досягнення корисного пристосувального результату (табл.1.).

Таблиця 1.

Функціональна система руху

Органи виконання руху	Системи, що регулюють м'язову діяльність	Системи забезпечення м'язової діяльності
- м'язи; - кістки; - зв'язково-суглобовий апарат.	- нервова і ендокринна система; - аналізатори: руховий, вестибулярний, зоровий, тактильний (шкіряний) і слуховий.	- серцево-судинна система;; - дихальна система; - травна система; - система виділення тощо.

1.1.3. Положення тіла людини, умовні площини та осі

При описі будови тіла людини, при встановленні розташування окремих його частин, визначенні проекції кісток, м'язів, внутрішніх органів, судин і нервів його користуються, так званим, початковим положенням. Початковим положенням називається звичайне вертикальне положення людини, коли руки опущені уздовж тулуба, долоні обернені вперед, а великі пальці кисті спрямовані назовні. У розділі динамічна морфологія дається анатомічна характеристика положень тіла спортсмена в зв'язку його орієнтації в просторі, позою і відношенням до опори.

Відносно кінцівок встановлені терміни: проксимальний відділ, що знаходиться ближче до тулуба (стегно, плече) і дистальний, розташований далі від нього (стопа, кисть). Виділяють також медіальну поверхню (внутрішню) і латеральну (зовнішню). В області кисті розрізняють: долонну і тильну поверхню, а в області стопи – підошовну (нижню) і тильну (верхню).

Для визначення просторових відносин органів використовують умовні поняття площини та осі. Щодо тіла людини можна провести три взаємно перпендикулярні площини: поперечну – справа - наліво (фронтальну), передньо-задню (сагітальну) і горизонтальну. Фронтальна площина ділить тіло людини на передню і задню половини. Сагітальна площина проходить через середину тіла ділить його на дві симетричні половини – праву і ліву. Горизонтальна площина проходить перпендикулярно першим двом площинам, паралельно опорній поверхні, ділить тіло людини на верхній і нижній відділи.

Відповідно площинам виділяють три лінії, що умовно проводяться, або осі. Віссю називається лінія, що проходить через центр суглоба, навколо якої одна кістка обертається по відношенню до іншої. Розрізняють: поперечну, сагітальну і вертикальні осі. Навколо поперечної осі в суглобах кінцівок можливе згинання і розгинання (у сагітальній площині), а в області голови і тулуба нахили вперед і назад. Навколо сагітальної осі в суглобах кінцівок проводиться відведення і приведення (у фронтальній площині), а в області голови і тулуба нахили в сторони. Навколо вертикальної осі в суглобах кінцівок можливі поворот назовні – супінація і поворот всередину – пронація (у горизонтальній площині), а в області шиї і тулуба повороти в сторони (скручування).

1.2. ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ СИСТЕМИ ОРГАНІВ ОПОРИ І РУХУ

1.2.1. Кістки та їх з'єднання

До системи органів опори і руху відносяться кістки, їх з'єднання та м'язи, які в сукупності утворюють єдиний у функціональному відношенні опорно-руховий апарат. Залежно від функціональної значущості в руховому апараті розрізняють пасивну його частину і активну. До пасивної відносяться кістки та їх з'єднання, які разом утворюють скелет, до активної – скелетні м'язи (поперечно-посмугована м'язова тканина), які фіксуються на скелеті, а завдяки здатності до скорочення, утримують окремі частини його («місток» та інші положення тіла) або здійснюють їх рух.

До складу скелета входить 206 кісток (85 парних і 36 непарних). Розрізняють кістки трубчасті (довгі і короткі), губчасті, плоскі, змішані та повітроносні. Все різноманіття функцій, що виконуються скелетом можна об'єднати в дві великі групи – механічні та біологічні.

До *механічних функцій* відносяться захисна, опорна, локомоторна (рухова) і ресорна. *Захисна* функція скелета виражається в утворенні кісткових вмістилищ для життєво важливих органів: череп захищає головний мозок, хребетний стовп – спинний мозок, грудна клітка захищає серце, легкі і крупні

кровоносні судини, в порожнині тазу знаходяться органи розмноження. Усередині кісток знаходиться кістковий мозок, що забезпечує утворення клітин крові та імунної системи. *Опорна* функція скелета полягає в тому, що кістки разом з їх з'єднаннями складають опору всього тіла, до них прикріплюються м'які тканини і органи. М'які тканини у вигляді зв'язок, фасцій, капсул і строми органів називають м'яким скелетом (у відмінності від кісткового скелета – твердий або жорсткий скелет), вони теж виконують механічні функції (прикріплюють органи до твердого скелета, підтримують строми органів, захищають їх). Функція опори і пересування скелета поєднується з ресорною функцією (здатністю пом'якшувати поштовхи і струси), яка здійснюється завдяки склепінчастій будові стопи, хрящовим прокладкам між кістками в місцях їх з'єднань, зв'язкам усередині з'єднань кісток, вигинам хребта і ін.

Функція опори і руху можлива завдяки будові кісток у вигляді довгих і коротких важелів, що рухомо сполучені один з одним і приводяться в рух м'язами, керованими нервовою системою. Крім того, кістки визначають напрям ходу судин, нервів, а також форму тіла і його розміри.

Біологічні функції скелета зв'язані за участю його в мінеральному обміні речовин. Кістки є депо солей фосфору, кальцію (99% всього кальцію знаходиться в кістках), заліза, магнію та інших хімічних з'єднань.

Кістки в організмі людини розташовані не ізольовано один від одного, а зв'язані між собою в єдине ціле. Всі з'єднання кісток діляться на три великі групи. Це безперервні з'єднання, напівсуглоби, або симфізи, і переривчасті з'єднання або синовіальні з'єднання (Рис. 1).

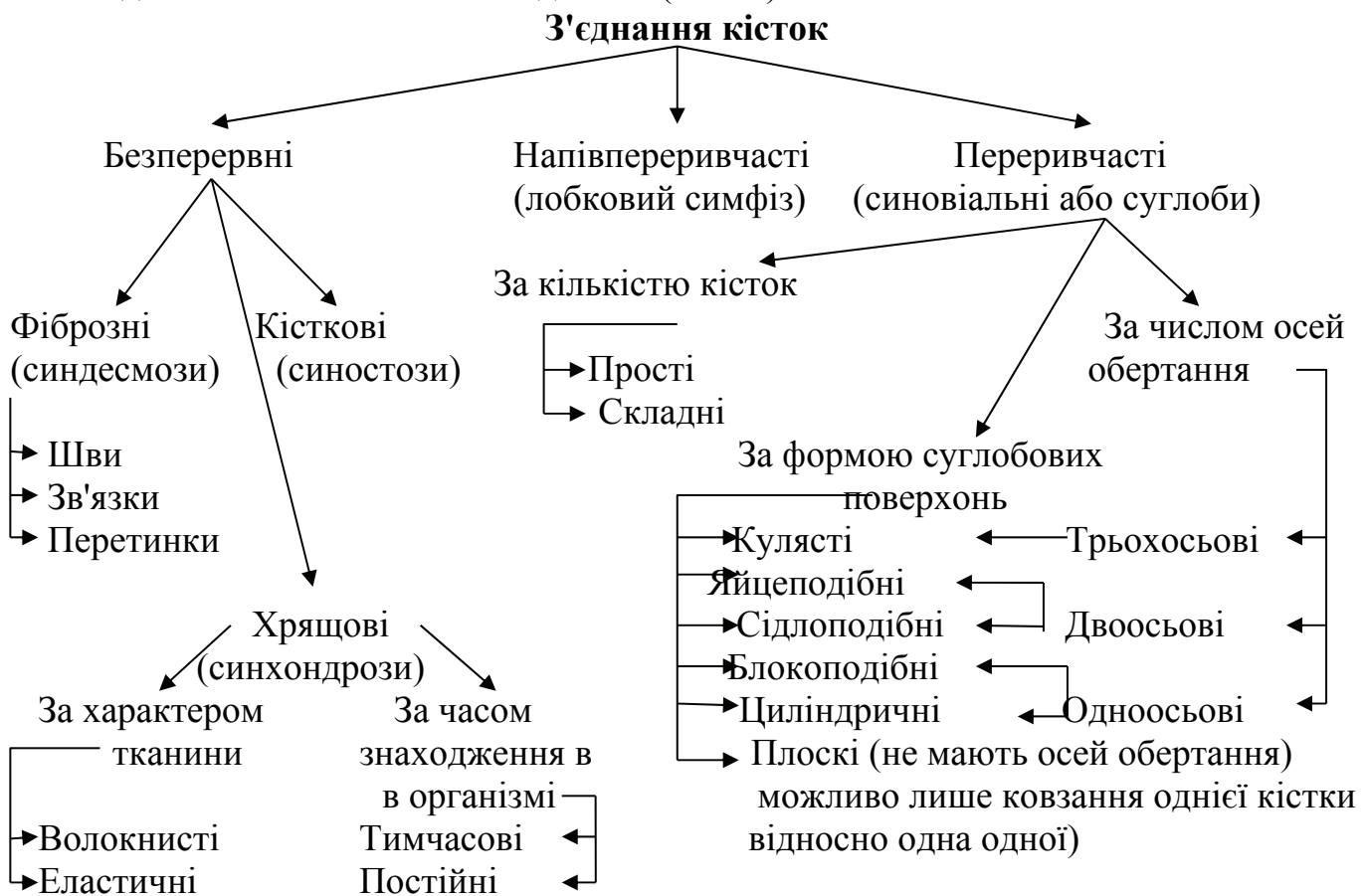


Рис.1. Види з'єднання кісток

Безперервні з'єднання кісток: синдесмози (фіброзні – зв'язки, перетинки, шви); синхондрози (з'єднання за допомогою хряща); синостози – це з'єднання кісток кістковою тканиною (кости черепа).

Переривчасті з'єднання кісток (синовіальні з'єднання) – суглоби. Суглоб має свою специфічну конструкцію, розташування в організмі і виконує певні функції. Всі суглоби мають наступні обов'язкові анатомічні елементи: суглобові поверхні кісток, що з'єднуються, покриті суглобовим гіаліновим хрящем; суглобову капсулу; суглобову порожнину; синовіальну рідину (рис.2.).

Додатковими утвореннями суглоба можуть бути: диски, меніски, суглобові губи, зв'язки, складки, ворсинки. Вони є амортизаторами, покращують конгруентність (відповідність) поверхонь кісток (меніски в колінному суглобі), що з'єднуються, збільшують рухливість, різноманітність рухів і сприяють більш рівномірному розподілу тиску однієї кістки на іншу.

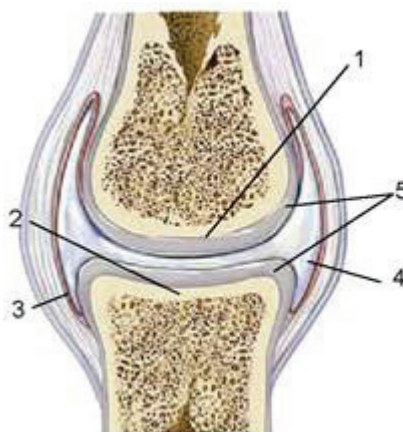


Рис.2. Схематичне зображення будови суглоба

1, 2 - епіфізи кісток суглоба; 3 – суглобова сумка; 4 – суглобова камера з синовіальною рідиною; 5 - суглобова поверхня кістки

Рухливість суглобів неоднакова не тільки у зв'язку з різною формою суглобових поверхонь. Вона залежить і від їх відповідності один одному, стану сумочно-зв'язкового апарату та м'язів, що оточують суглоб, віку, статті, часу доби і характеру діяльності.

М'язова діяльність збільшує рухливість в суглобах. Проте переважання статичних навантажень може зменшити її за рахунок сильних розвинених м'язів – антагоністів. Гальмуючу роль виконують при цьому м'язи, які знаходяться на боці, протилежному руху. Динамічний характер навантажень під час занять фізичною культурою та спортом сприяє збільшенню рухливості в суглобах.

Найбільша рухливість м'язово-зв'язкового апарату спостерігається у віці 7-12 років, а з 13 років вона зменшується. Ступінь рухливості у спортсменів 10-17 років вище, ніж у дітей та підлітків цього віку тих, які не займаються спортом, що вказує на важливу роль м'язової діяльності в її формуванні.

В умовах нормальної фізіологічної діяльності суглоби довго зберігають незмінний об'єм рухів і мало піддаються старінню. При тривалих та надмірних

механічних навантажень, а також з віком, в будові і функціях суглобів з'являються зміни: потоншується суглобовий хрящ, склерозуються суглобова капсула і зв'язки, по периферії суглобових поверхонь утворюються кісткові вирости – остеофіти. Анатомічні зміни, що відбуваються, призводять до функціональних порушень, до обмеження рухливості та зменшення об'єму рухів в суглобі. Ступінь рухливості при реалізації практичних цілей в суглобах визначається за допомогою спеціального приладу – гоніометра (кутоміра). На рисунку 3 показана методика дослідження суглобів, а в таблиці 2 нормальні кути рухливості в суглобах.

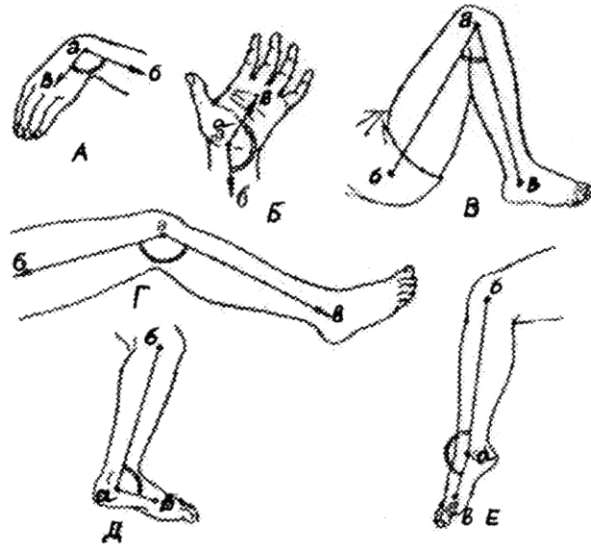


Рис.3. Дослідження рухливості в суглобах (розташування бранш)

Під впливом посиленої м'язової діяльності в скелеті спортсмена відбуваються істотні зміни зовнішнього і внутрішнього характеру. Всі зміни в скелеті з'являються поступово, після 1-2 років занять. Кістки стають масивнішими, різкіше виражені форми, шорсткості, виступи, гребені. На зовнішню форму скелета здійснює вплив положення (поза) спортсмена (велосипедисти, боксери, веслярі та ін.), сила тиску на скелет (підняття вантажів), сила розтягування під час висівів і скручування тіла (акробати, гімнасти, фігуристи). При правильній методиці тренування ці навантаження викликають сприятливі зміни в скелеті. Інакше можливі патологічні зміни його (порочна постава, остеохондроз, плоскостопість та ін.).

Таблиця 2.

Нормальні кути рухів в крупних суглобах

Суглоби	Вид рухів	Відхилення в градусах
Плечовий	Відведення	90 без лопатки, до 180 з лопаткою
	Згинання	180
	Розгинання	До 45
	Ротація назовні	До 90
	Ротація в середину	До 90
Ліктьовий	Згинання	150-160
	Розгинання	5-10
	Супінація	90
	Пронація	90

Продовження таблиці 2.

Променево-зап'ястковий	Згинання	80-90
	Розгинання	79
	Відведення	50-60
	Приведення	30-40
Кульшовий	Відведення	40-45
	Приведення	20-30
	Згинання	120
	Розгинання	15
	Ротація назовні	45
	Ротація в середину	40
Колінний	Згинання	135-150
	Розгинання	15
Гомілковостопний	Згинання	До 45
	Розгинання	20
	Супінація	30
	Пронація	20

Зміни, що відбуваються в скелеті під впливом занять спортом, торкаються також як хімічного складу кісток, так і внутрішньої їх будови, процесів зростання та окостеніння.

Вплив занять спортом на скелет

Будову кісток та їх з'єднань на живій людині вивчають за допомогою рентгенологічного методу дослідження. За однією лише рентгенограмою можна судити про вік її власника, про ступінь фізичного розвитку, спортивну спеціалізацію. Так, наприклад, порівнюючи кістки правої і лівої кистей у фехтувальників можна відмітити, що кістки правої кисті у них розвинені більше, ніж лівої; а у гімнастів в кістках зап'ястку простежується специфічна зміна архітекτονіки губчастої речовини, пов'язана з напрямком м'язової тяги під час роботи на спортивних снарядах. Розташування трабекул губчастої речовини стегна визначається як умовами статичного навантаження, так і за дією м'язів, яка проводить стискаючу і розтягуючу дію на кістці (рис. 4.). При припиненні активної спортивної діяльності пристосувальні зміни кісток залишаються досить тривалий час.

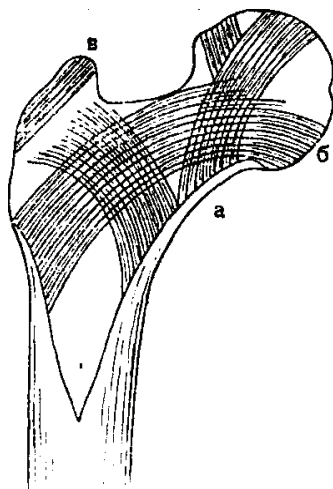


Рис.4. Розташування кісткових трабекул у верхньому кінці стегнової кістки. Криві стиснення (а), розтягування (б) і тяги м'язів (в)

1.2.2. Функціональна анатомія скелета тулуба

При описі скелета прийнято поділяти його на скелет тулуба (хребтовий стовп і грудна клітка), скелет голови (череп) і скелет кінцівок – верхньої та нижньої.

Хребтовий стовп є основним частина скелета тулуба і всього тіла. Він складається з 33-34 хребців, з яких 24 хребці у дорослої людини вільні (7 шийних, 12 грудних, 5 поперекових), останні зрослися один з одним і утворили крижі (5 хребців) і куприк (3-4 хребці). Хребці різних відділів відрізняються формою і величиною. Проте всі мають загальні ознаки. Кожен хребець складається з розташованого спереду тіла, а позаду знаходиться дуга хребця. Дуга і тіло хребця обмежують широкий хребтовий отвір. Хребтові отвори всіх хребців, що накладаються один на одного, утворюють довгий хребтовий канал, в якому знаходиться спинний мозок. Від дуги хребця відходять 7 відростків: один остистий, два поперечних і 4 суглобових (верхні та нижні).

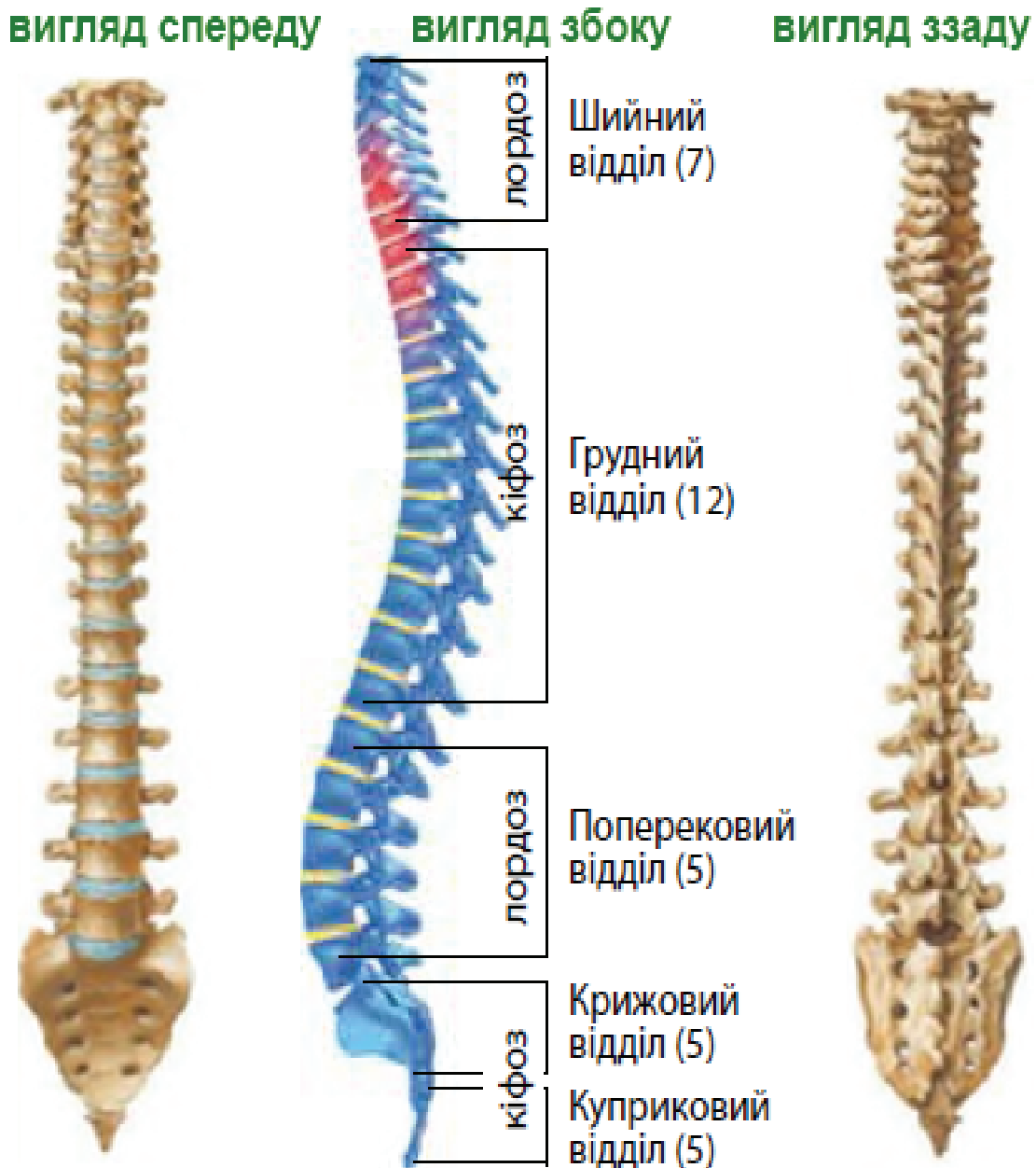


Рис.5. Загальна будова хребта та його відділів

Тіла хребців з'єднуються між собою за допомогою міжхребцевих дисків. У їх центральній частині розташовано драглисте ядро, а на периферії – щільне фіброзне кільце. Дуги хребців, остисті і поперечні відростки з'єднуються зв'язками; між суглобовими відростками вище і нижче лежачих хребців є міжхребцеві суглоби, які значною мірою забезпечують рухливість хребтового стовпа. Рухливість хребтового стовпа залежить також від товщини міжхребцевих дисків. Чим вони товщі, тим рухливість більша. Зв'язковий апарат хребтового стовпа представлений зв'язками, міцність яких іноді перевищує міцність кістки. Передня подовжня зв'язка хребта, що йде по передній поверхні тіл хребців, гальмує його розгинання (рух назад); задня подовжня зв'язка, що йде по задній поверхні тіл хребців усередині хребтового каналу, а також міжостисті зв'язки гальмують рух вперед (згинання), міжпоперечні зв'язки – нахили убік.

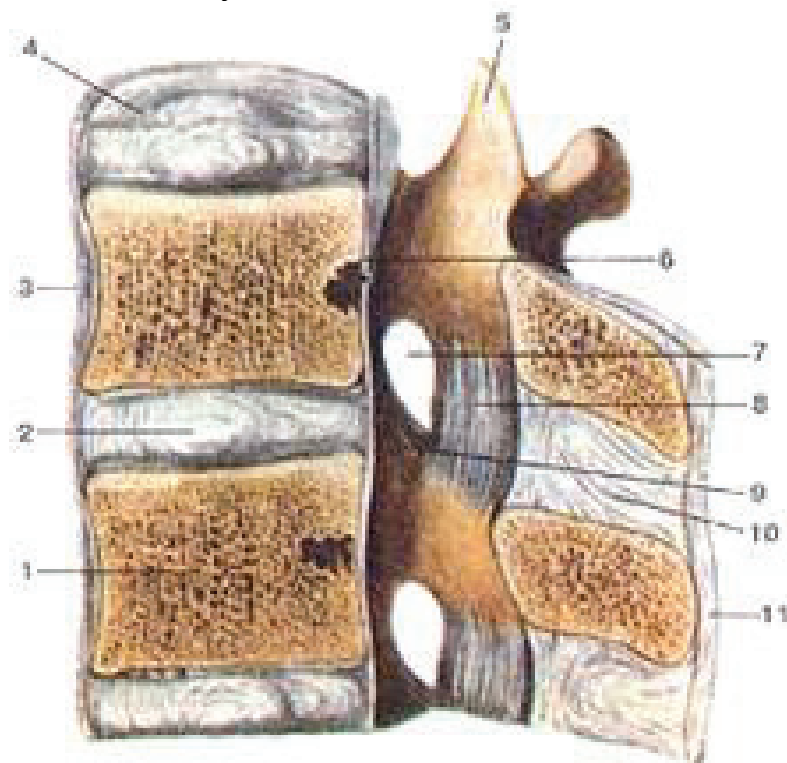


Рис.6. Будова хребця

Хребтовий стовп має фізіологічні вигини в сагітальній площині. Вигини, обернені опуклістю вперед називаються лордозами (шийний і поперековий відділ), а опуклістю назад – кіфозами (грудний і крижовий відділ). Всі вигини хребта пом'якшують поштовхи і струси (ресорна функція), полегшують збереження рівноваги, забезпечують кращу рухливість грудної клітки, а кіфози збільшують ємкість порожнин – грудної клітки і тазу. Хребтовий стовп також виконує опорну функцію, бере участь в утворенні задньої стінки грудної клітки, черевної порожнини і тазу. Будучи вмістищем для спинного мозку, хребет захищає його внутрішні органи від ударів і струсів.

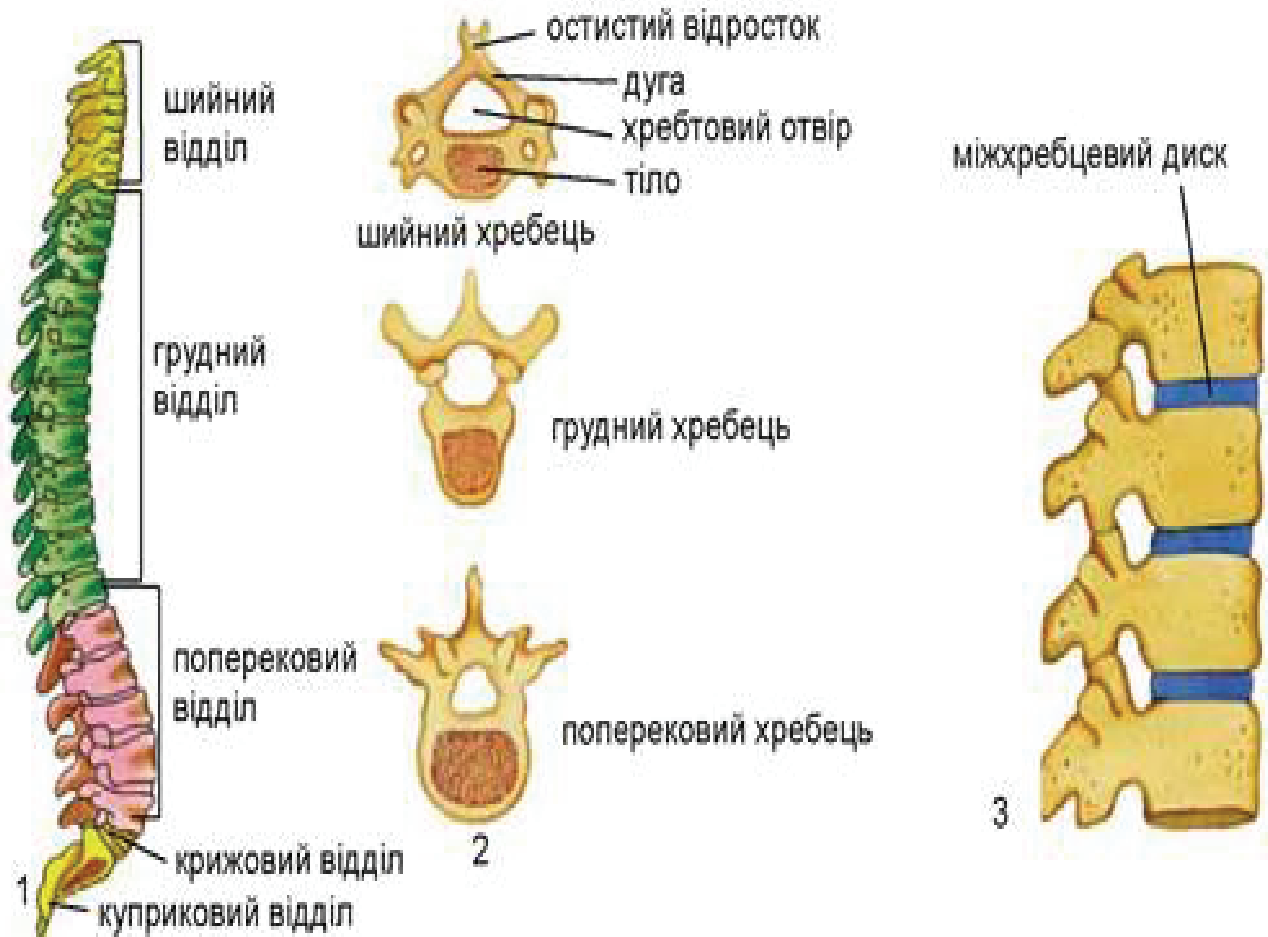


Рис.7. Види хребців, з'єднання хребців

Рухи його можливі навколо трьох осей: згинання і розгинання, повороти і нахили убік. Згинання і розгинання відбувається навколо поперечної осі, амплітуда цих рухів рівна $170-245^\circ$. Величина згинання хребта значно більша, чим розгинання. Нахили управо і вліво навколо сагітальної осі мають розмах рухів біля 165° . Повороти управо і вліво (обертання) відбувається навколо вертикальної осі, загальну амплітуду мають біля 120° . Колові рухи хребтового стовпа (циркумдукція) є результатом почергових рухів навколо всіх осей обертання. Об'єм і напрям рухів в кожному з відділів хребтового стовпа неоднакові: шийний і поперекові відділи найбільш рухомі. Грудний відділ хребтового стовпа найменш рухомий, що обумовлено невеликою товщиною міжхребцевих дисків, сильним нахилом донизу остистих відростків, а також з'єднаннями з ребрами. У всіх рухах тулуба хребтовий стовп приймає участь як єдине ціле, тому ступінь його рухливості визначається особливостями будови всіх видів з'єднань хребців: міжхребцевих дисків, суглобів і синдесмозів. При згинанні хребтового стовпа шийний і поперекові лордози зменшуються, а грудний кіфоз збільшується; при розгинанні навпаки, грудний кіфоз зменшується, а лордози збільшуються.

Міжхребцеві диски у дітей відносно товще, тому рухливість хребтового стовпа у них більша, ніж у дорослих. З віком товщина міжхребцевого диска

поступово зменшується, вони стають менш еластичними, драглисте ядро зменшується в розмірах. У літніх людей унаслідок зменшення товщини міжхребцевих дисків і збільшення кривизни грудного кіфозу зріст з віком зменшується на 3-7 см, також спостерігається загальне розрідження кісткової речовини (остеопороз), звапніння міжхребцевих дисків і передньої подовжньої зв'язки. Все це погіршує опорні і ресорні властивості хребтового стовпа, а також його рухливість та міцність. Рухливість хребтового стовпа залежить і від еластичності м'язового та зв'язково-суглобового апарату, статі, віку і професії (артисти цирку показують феноменальні можливості розгинання хребтового стовпа).

Грудна клітка утворена грудиною, ребрами (12 пар), грудним відділом хребетного стовпа та їх з'єднаннями.

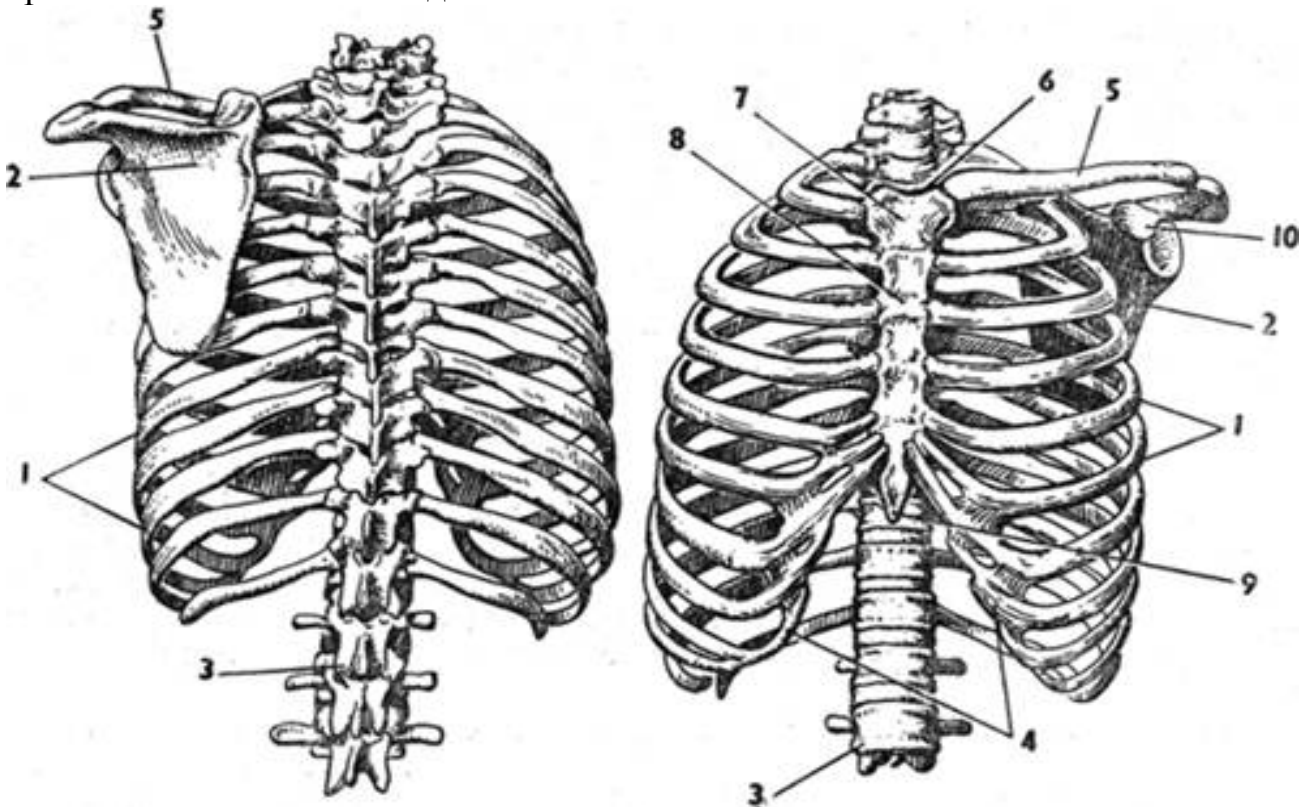


Рис.8. Грудна клітка *А* - позаді; *Б* - спереду:

1 – ребра, *2* – лопатка, *3* - хребет, *4* - надчеревній кут, *5*- ключиця, *6* - яремна виїмка, *7* - рукоятка груднини, *8* - тіло груднини, *9* - мечоподібний відросток, *10* – ростральний відросток лопатки

Порожнину грудної клітки має два отвори – верхній та нижній, останній ширший і закритий діафрагмою (між грудною та черевною порожнинами). Через верхній отвір (апертуру) проходять трахея, стравохід, судини, нерви, а через отвори діафрагми - аорта, стравохід і нижня порожниста вена.

Грудна клітка формою нагадує неправильної форми усічений конус. Вона розширена в поперечному напрямі і сплюснена в передньо-задньому, спереду вона коротша, ніж позаду. Основні різновиди форми грудної клітки: циліндрова, конічна і плоска. Про форму грудної клітки можна судити по трьом її розмірам: вертикальному, поперечному і передньо-задньому. Форма грудної

клітки впливає на особливості форми і топографії внутрішніх органів. При вузькій і довгій грудній клітці серце буває витягнуте у вертикальному положенні (краплинне серце), а при широкій і короткій грудній клітці серце лежить більш горизонтально (лежаче серце).

Грудну клітку умовно ділять на 3 відділи. Верхній відділ (від 1-х до 4-х ребер) характеризується невеликою рухливістю ребер, які зміщуються переважно вгору і вниз. Середній відділ (від 4-х до 8-х ребер) володіє добре вираженою рухливістю ребер, причому зміщуються вони не тільки вгору і вниз, але й в боки. Нижній відділ (нижче за 8-і ребра) ще більш рухливіший і характеризується тим, що амплітуда його рухів при диханні може змінюватися, оскільки кісткова частина його менш закріплена. Наприклад, при фіксації середнього відділу грудної клітки статичною напругою м'язів у гімнастів і борців, рухи нижнього відділу збільшуються. У велосипедистів і ковзанярів специфічність посадки приводить до стягання нижнього відділу грудної клітки і рухливість його зменшується. У теж час заняття плаванням і лижним спортом призводять як до збільшення всіх розмірів грудної клітки, так і до її рухливості.

1.2.3. Кістки верхніх кінцівок та їх з'єднання

Скелет верхніх кінцівок складається з поясу верхніх кінцівок (плечовий пояс) і вільних верхніх кінцівок. Пояс верхніх кінцівок з кожного боку тіла має дві кістки – *ключицю* і *лопатку*. Зі скелетом тулуба з'єднується суглобом тільки ключиця. Лопатка як би вставлена між ключицею і вільною верхньою кінцівкою.

Скелет вільної верхньої кінцівки складається з трьох частин: плече, передпліччя та кістки кисті. Скелет плеча утворений однією кісткою – *плечовою*, скелет передпліччя двома кістками – *ліктьовою та променевою*. Скелет кисті має три відділи: *зап'ясток, п'ясток та фаланги пальців*. Кожен із цих відділів складається з декількох кісток.

З'єднання кісток поясу верхньої кінцівки

Кістки поясу верхньої кінцівки з'єднуються з грудиною за допомогою груднино-ключичного суглоба, а між собою – за допомогою акроміально-ключичного суглоба. Груднино-ключичний суглоб утворений грудним кінцем ключиці і ключичної вирізки рукоятки груднини. Суглоб простий, сідлоподібний, але проте функціонує як кулястий, завдяки наявності внутрішньосуглобового диску. Суглоб трьохосьовий: навколо вертикальної осі відбуваються рухи ключиці (разом з нею і лопатки) вперед і назад; навколо передньо-задньої осі – вгору та донизу; навколо поперечної осі, яка йде уздовж ключиці, – невеликі обертання вперед і назад. Ці рухи невеликі за об'ємом, але дуже важливі для плавців і веслярів. Акроміально-ключичний суглоб утворений акроміальним кінцем ключиці, і акроміальним (плечовим) відростком лопатки. Він простий, плоский, в ньому можливі невеликі рухи у вигляді ковзання.

Пояс верхніх кінцівок не замкнутий. Положення кісток буває різним і залежить від функції м'язів та їх розвитку. При сильно розвинених м'язах, що знаходяться зверху і позаду поясу, він дещо підведений і відтягнутий назад, при

слабко розвинених м'язях, він опущений через тяжкість і зрушений вперед (сутула спина). Лопатка служить опорою для верхньої кінцівки, з'єднуючись в області латерального (зовнішнього) кута з плечовою кісткою. Функціональне значення поясу верхніх кінцівок дуже велике. Розташовуючись у верхньому відділі грудної клітки, він дещо зміщує вільну верхню кінцівку назовні і назад від тулуба, сприяючи збереженню вертикального положення тіла, а також збільшенню розмаху рухів в різних площинах. У спортсменів (гімнасти, акробати) пояс верхньої кінцівки виконує ще й опорну функцію для всього тіла (упори, стійка на кистях, вис прогнувшись, перекиди тощо).

З'єднання кісток вільної верхньої кінцівки

Кістки вільної верхньої кінцівки утворюють плечовий, ліктьовий, а також численні суглоби кисті.

Плечовий суглоб утворений кулястою голівкою плечової кістки і суглобовою западиною лопатки, яка по периферії доповнюється суглобовою губою. Через порожнину суглоба проходить сухожилок довгої голівки двоголового м'яза плеча, який своєю напругою утримує голівку плечової кістки біля суглобової западини лопатки. Суглоб малоконгруентний. За формою плечовий суглоб кулястий. У ньому можливе згинання (рух плеча вперед) і розгинання (рух назад) навколо поперечної осі; відведення убік до горизонтального рівня і приведення до тулуба навколо передньо-задньої осі. Підняття вільної верхньої кінцівки вище за горизонтальний рівень відбувається разом з рухами лопатки (підняття вантажів, початкове положення для нападаючого у волейболі та ін.). Навколо вертикальної осі, що йде уздовж плечової кістки, можливі пронація і супінація. Крім того в плечовому суглобі можливий коловий рух – циркумдукція. Невелика конгруентність кісток, що з'єднуються, великий розмах рухів, недостатньо виражений зв'язковий апарат обумовлюють значну частоту вивихів плеча в плечовому суглобі в порівнянні з іншими суглобами.

Ліктьовий суглоб сполучає плечову кістку з кістками передпліччя. Він утворений дистальним кінцем плечової кістки і проксимальним кінцем ліктьової та променевої кістки. При з'єднанні цих кісток утворюється три самостійні суглоби, ув'язнені в одну суглобову сумку: плечо-ліктьовий (блокоподібної форми), плечо-променевий (кулястий) і променево-ліктьовий (циліндричний). Вцілому в ліктьовому суглобі можливі два види рухів: згинання і розгинання, супінація та пронація. Пронататорно-супінаторні рухи мають важливе значення в спорті: у тенісистів при виконанні кручених ударів по м'ячу, у волейболістів і гандболістів при відповідних подачах та прийомах м'яча та ін.

Променево-зап'ястковий суглоб з'єднує кисть з передпліччям. Він утворений дистальним кінцем променевої кисті та проксимальним рядом (першим) кісток зап'ястку. Ліктьова кістка не бере участь в утворенні суглоба, вона відокремлена від порожнини суглоба суглобовим диском (хрящем), який доповнює суглобову поверхню кістки. Променево-зап'ястковий суглоб складний, еліпсоподібний, з двома осями обертання. Навколо поперечної осі можливе згинання і розгинання, а навколо передньо-задньої осі – відведення

(рух до променевої кістки) і приведення (рух до ліктьової кістки). Можливі, як і у будь-якому двоосному суглобі, і колові рухи. Средньозап'ястковий суглоб знаходиться між кістками першого і другого рядів, а між окремими кістками зап'ястку є міжзап'ясткові суглоби, які малорухливі.

Кістки і суглоби зап'ястку утворюють тверду основу кисті. *Зап'ястково-п'ястковий* суглоб першого (великого) пальця має сідлоподібну форму, в ньому можливі приведення і відведення, а також зіставлення великого пальця мізинцю та іншим пальцям кисті. П'ястково-фалангові суглоби мають кулясту форму, а міжфалангові – блокоподібну. Всі суглоби кисті зміцнені бічними і долонними зв'язками, що дозволяють виконувати кисті іта її пальцям точні, високодиференційовані рухи (обхват снаряду в гімнастиці, ракетки – в тенісі, зброю – в стрільбі). Вцілому кисть, як робочий орган людини, виконуючи функцію захоплення, утримання і переміщення предметів, здійснює певну роботу. У нормі пальцеве захоплення може бути: крюком, циліндровим (утримання спортивних кілець, при обхваті перекладини та ін.) і щипковим (захоплення ручки, збірка дрібних деталей). Послідовними фазами захоплення предмету пальцями є стабілізація положення кисті, розгинання і розведення пальців, а потім зіставлення великого пальця і згинання пальців.

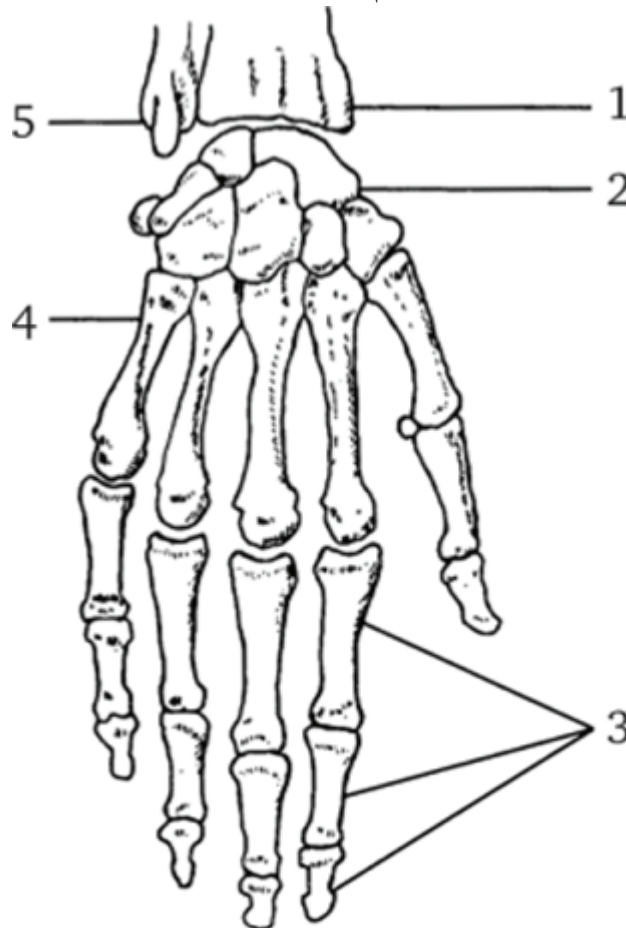


Рис.9. Кістки кисті

1 – променева кістка; 2 – ліктьова кістка; 3 – фаланги пальців; 4 – п'ясткові кістки; 5 – кістки зап'ястку

1.2.4. Кістки нижніх кінцівок та їх з'єднання

Скелет нижніх кінцівок утворений кістками поясу нижніх кінцівок (тазовий пояс) і вільних нижніх кінцівок.

Пояс нижніх кінцівок

До поясу нижніх кінцівок відноситься тазові кістки, крижово-клубові суглоби і з'єднання кісток тазу. Пояс нижніх кінцівок утворений двома тазовими кістками.

Тазова кістка, плоска за формою, складається з клубової, сідничної та лобкової кісток, у дорослої людини зрощених в області *вертлужної* западини (глибокої ямки, що зчленовується з головкою стегнової кістки).

Пояс нижніх кінцівок сполучає вільну нижню кінцівку з тулубом. Тазові кістки, крижі, і куприк, з'єднуються за допомогою крижово-клубових суглобів і лобкового зчленовування (симфізу) утворюють таз. Тазом є кісткове кільце, усередині якого знаходиться порожнина, що містить внутрішні органи. Таз служить опорою для тулуба і пов'язує тулуб з вільними нижніми кінцівками і передає на них вагу вищерозміщених частин тіла, забезпечуючи найбільш вигідні умови при різних положеннях та рухах людини.

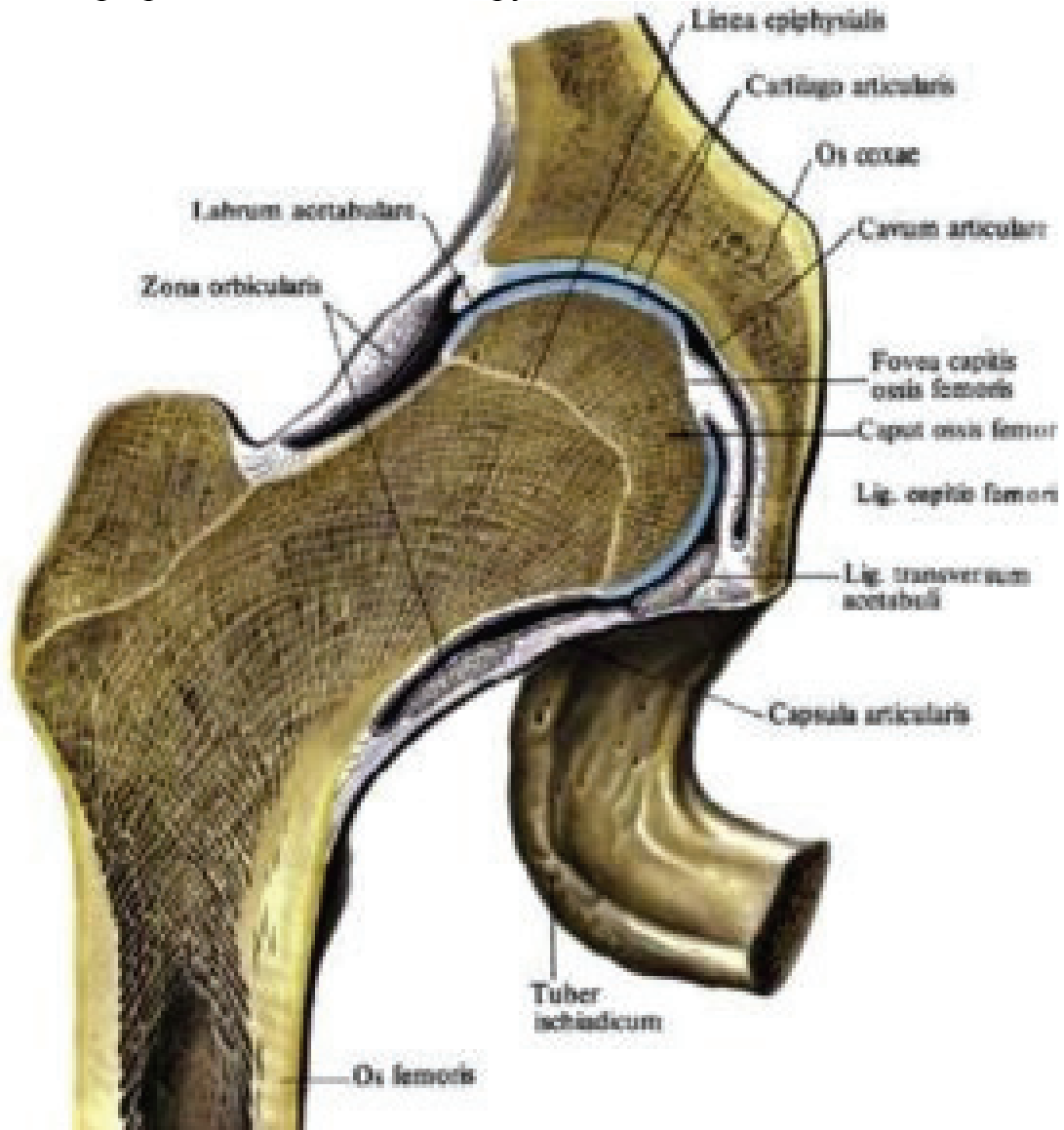


Рис.10. Кульшовий суглоб

Таз є місцем прикріплення м'язів живота, поперекової області та кінцівок. Статеві відмінності жіночого тазу зводяться, в основному, до його великих розмірів, об'єму і збільшення нижньої апертури. Це пов'язано з функцією, яку він виконує - вмістищем плоду, що розвивається в матці, який під час пологів покидає порожнину тазу через його нижню апертуру. Таз при вертикальному положенні людини розташований похило. Площина входу в таз з горизонтальною площиною утворює кут біля 40-60°. Причому у жінок кут нахилу тазу дещо більше, ніж у чоловіків, що зменшує передумови до опущення внутрішніх органів. Похиле положення тазу створює сприятливі умови для збереження рівноваги тіла в положенні стоячи без великих м'язових витрат. Коли людина сидить, кут нахилу тазу зменшується, таз приймає більш горизонтальне положення.

Вільна нижня кінцівка

Скелет вільної нижньої кінцівки складається із стегнової кістки, надколінника, двох кісток гомілки і кісток стопи.

Стегнова кістка - найбільша трубчаста кістка в організмі людини. На верхньому (проксимальному) кінці розташовується головка стегна, яка з вертлужної западиною тазу утворює кульшовий суглоб, кулястий за формою і має три осі обертання. Навколо поперечної осі відбувається згинання (рух вперед) і розгинання (рух назад); навколо сагітальної осі відведення і приведення, а навколо подовжньої осі поворот всередину (пронація) і назовні (супінація). Крім того, в кульшовому суглобі можна проводити стегном колові рухи. У кульшовому суглобі відбувається рух стегна у відношенні до тазу, а при закріпленому стегні – рух тазу і тулуба. Згинання стегна залежить від положення гомілки. Якщо гомілка зігнута в коліennom суглобі, то рухливість стегна при русі наперед більше, ніж якщо нога випрямлена в колінному суглобі. Дана залежність пояснюється тим, що в першому випадку двохсуглобові м'язи задньої поверхні стегна знаходяться в розслабленому стані і не перешкоджають руху, а в другому вони розтягуються, виникає пасивна недостатність їх, що гальмує рух.

Вертлужна западина суглоба досить глибока (формою нагадує половинку шкаралупи волоського горіха). Вона спільно з туго натягнутими зв'язками не тільки укріплює кульшовий суглоб, але й обмежує його рухливість, що потрібно для стійкості тіла в просторі. Рухливість стегна в кульшовому суглобі менша, ніж рухливість плеча в плечовому суглобі, у зв'язку з тим, що, по-перше, площі кісток, що зчленовуються в кульшовому суглобі за суглобовими поверхнями, більш конгруентні (відповідають одна одній); по-друге, зв'язковий апарат кульшового суглобу розвинений набагато сильніше; по-третє, кульшовий суглоб оточують значно потужніші м'язи. Одночасно рухливість в кульшовому суглобі збільшується шляхом систематичних тренувань. При сильному розтягненні зв'язкового апарату «на шпагаті» роль м'язів в зміцненні кульшового суглоба зростає. При достатньому тонусі м'язів це зміцнення є достатнім для утримання головки стегнової кістки у вертлужній западині.

Дистальний кінець стегнової кістки розширюється в два виростки, які мають суглобові поверхні для зчленовування з великогомілковою кісткою та з

надколінником. Між виростками є поглиблення (ямка).

Надколінник знаходиться попереду дистального відділу стегнової кістки. Він є крупною сесамовидною кісткою, яка лежить в товщі сухожилку чотириголового м'яза стегна, збільшуючи плече сили цього м'яза і, крім того, захищаючи колінний суглоб від травми. За допомогою зв'язки, що є продовженням сухожилку чотириголового м'язу стегна, надколінник прикріплюється до горбистої великогомілкової кістки. Він добре промацується під шкірою.

Кістки гомілки представлені – медіально-розташованою *великогомілковою кісткою* і латерально - *малогомілковою*. Між кістками натягнута сполучнотканинна міжкісткова перетинка гомілки. Великомілкова кістка зчленовується із стегною кісткою. Верхня частина її масивніша, має два виростки (медіальний і латеральний), що мають зверху дещо увігнуті суглобові поверхні, розділені міжвиростковим піднесенням, до якого прикріплюються хрестоподібні зв'язки колінного суглоба. На латеральній поверхні однойменного виростка великогомілкової кістки є малогомілкова суглобова поверхня для зчленування з голівкою малогомілкової кістки. Великомілкова кістка внизу утворює медіальну, а малогомілкова – латеральну кісточку. Дистальні кінці гомілкових кісток сполучені синдесмозом (фібріозним з'єднанням)

Колінний суглоб утворюється суглобовими поверхнями виростків стегнової кістки, верхньою суглобовою поверхнею великогомілкової кістки і надколінником. За своєю функцією - блокоподібно-обертальний. Навколо поперечної осі можливе згинання і розгинання, а при напівзигнутому колінному суглобі - можливі невеликі повороти гомілки всередину і назовні. Колінний суглоб малоконгруентний: виростки стегнової кістки дуже опуклі, а увігнутість на виростках великогомілкової кістки невелика. Усередині суглоба є дві півмісяцеві форми меніска (медіальний і латеральний), що збільшують його конгруентність. Крім того меніски пом'якшують поштовхи і струси, що отримуються тілом при рухах (ходьбі, бігу, стрибках та ін.), а також сприяють більш рівномірному розподілу тиску стегна на великогомілкову кістку. Меніски спереду сполучені поперечною зв'язкою коліна, а своїми кінцями прикріплені до міжвиросткового підвищення великогомілкової кістки. Суглоб укріплений міцною капсулою, бічними, хрестоподібними та іншими зв'язками. Хрестоподібні зв'язки (передня і задня) знаходяться усередині суглоба. Вони мають важливе значення для зміцнення колінного суглоба: передня перешкоджає зісковзуванню стегнової кістки назад, задня – вперед. Вони можуть надавати гальмуючу дію при розгинанні і згинанні гомілки в колінному суглобі. Розрив хрестоподібних зв'язок може відбуватися при різких згинально-розгинальних рухах, пошкодження меніска при ротаційних зусиллях. Наприклад, при грі у футбол: типовий механізм травми зв'язково-суглобового апарату колінного суглоба – падіння з поворотом при фіксованій стопі і зовнішній ротації верхньої половини тулуба.

Кістки стопи включають кістки заплесни, плесна і фаланги пальців. Стопа людини виконує чітко спеціалізовану функцію пересування та опори. З цим

пов'язана будова її скелету за типом міцної і пружної склепінчастої арки з короткими пальцями. До кісток заплесни відносяться: таранна, п'яtkова, човноподібна, кубоподібна і три клиноподібні. Всі вони - короткі губчасті кістки. До кісток плесни відносяться: п'ять коротких трубчастих плеснових кісток. Пальці складаються з фаланг, які є короткими трубчастими кістками.

Гомілковостопний суглоб і з'єднання кісток стопи. Гомілковостопний суглоб, який також називають надтаранним суглобом, складний за своєю будовою, блокоподібний за формою, утворений суглобовими поверхнями великогомілкової, малоогомілкової і таранної кістки. Сполучені разом кістки гомілки своїми кісточками на зразок вилки охоплюють блок таранної кістки. Суглоб укріплений капсулою і зв'язками. У цьому суглобі навколо поперечної осі можливе підшовне згинання та тильне згинання (розгинання) стопи. З огляду на те, що блок таранної кістки назад звужується, по мірі згинання стопи стає можливим певне приведення, відведення, пронація і супінація (в межах 12-13°). Амплітуда згинально-розгинальних рухів стопи залежить від віку, спортивної спеціалізації і ступеня тренуваності. Кістки заплесни та плесни утворюють множинні малорухливі суглоби, укріплені міцними зв'язками та сухожилками м'язів, що йдуть в подовжньому і поперечному напрямі. Плесно-фалангові та міжфалангові суглоби формою та функції аналогічні п'ястно-фаланговим і міжфаланговим суглобам кисті.

Функціональна характеристика стопи. Стопа виконує три основні функції: опорну, локомоторну і ресорну.

Стопа як орган опори утримує вагу тіла, а в спорті ще й вагу снаряду, тіло партнера та ін. Основною опорою стопи в положенні стоячи є кістка п'ятки і головки плеснових кісток, пальці істотної ролі в опорі не відіграють.

Локомоторна функція стопи полягає в тому, що, взаємодіючи з опорною поверхнею (при ходьбі, бігу, стрибках) стопа забезпечує переміщення тіла, в просторі. При цьому стопа відіграє роль «універсального» суглоба, що трансформує силу м'язів нижньої кінцівки в ефективне пересування. Ресорна функція стопи пов'язана з наявністю в ній зведень і виявляється за типом спіралі, що скручується, оскільки рухи однієї частини стопи викликають в іншій її частини протилежні переміщення. У стопі розрізняють два зведення: подовжній (за довжиною стопи) і поперечний. Подовжнє зведення має дві частини: внутрішню (ресорну частину) і зовнішню (опорну частину). Внутрішню частину подовжнього зведення стопи утворюють: п'яtkова, таранна, човноподібна, три клиновидні і три плеснові (1,2,3) кістки. Висота цієї частини зведення вимірюється від опорної поверхні до горбистої човноподібної кістки і складає в середньому 3-5 см. Зовнішня частина подовжнього зведення стопи утворена п'ятою, кубоподібною і двома плесновими кістками (висота 2-3 см). Поперечне зведення стопи розташоване в області дистального ряду кісток передплесна та основ плеснових кісток (зміцнене потужними зв'язками).

При утриманні зведень стопи відіграють роль пасивні затягування (довга підшовна зв'язка, підшовний апоневроз та ін.) і активні затягування – м'язи стопи і гомілки, що йдуть як в подовжньому (м'язи-згиначі пальців), так і в поперечному напрямі (довгий малоогомілковий м'яз, м'яз великого пальця).

Існує «підйомний» механізм, що натягує підошовний апоневроз по мірі згинання назад пальців при відштовхуванні (мал. 4).

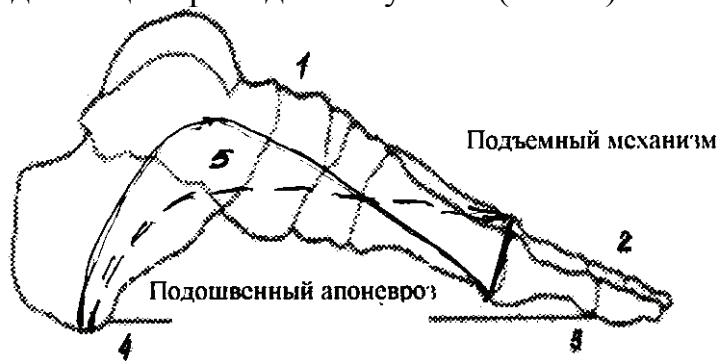


Рис. 11. Підошовний апоневроз і «підйомний механізм» (за М.Іваницьким)

1-натягування підошовного апоневрозу викликає підведення подовжнього зведення; 2 - при вигині пальців назад фасція розтягується поверх плеснових голівок і натягається, підводячи зведення і перетворюючи стопу на жорсткий важіль для відштовхування пальцями; 3 - прикріплення підошовного апоневрозу до фаланг пальців; 4 - прикріплення підошовного апоневрозу до кістки п'яти - найбільш характерна ділянка фасциту і утворення «шпор»; 5 – спіраль, що скручує.

Зовнішнє підтримування подовжнього зведення забезпечується динамічним «канатом», утвореним сухожилками переднього та заднього великогомілкового і довгого малоогомілкового м'язами. Певну роль в підтримці зведень стопи відіграє скупчення жирової тканини, яке забезпечує кращу амортизацію в області кістки п'ятки і головок плеснових кісток.

При стомленні м'язів, їх недостатньому розвитку, слабкому зв'язковому апараті, великих тривалих навантаженнях, що випробовуються стопою, може розвинути плоскостопість (набуте зменшення висоти зведень стопи). При плоскостопості погіршуються ресорні і локомоторні функції стопи, з'являється відчуття втоми, болі та тяжкість в ногах при тривалому стоянні та ходьбі. Причиною плоскостопості можуть бути і природжені особливості будови стопи. Систематичні заняття фізичною культурою та спортом, особливо плаванням, є хорошим способом попередження плоскостопості та виправлення сплющеної стопи. Цікаво, що важкоатлети, у яких стопа витримує величезні навантаження, не страждають часто плоскостопістю. Пояснюється це тим, що у важкоатлетів добре розвинені всі м'язи тіла, у тому числі й м'язи (у поєднанні з жировим прошарком) стопи, перешкоджаючи її сплюсненню.

Вікові особливості скелета кінцівок. Для тренерів і викладачів з фізичного виховання важливого значення набуває знання термінів синостозування – зрощення окремих частин в кістках: епіфізів з діафізами; апофізів, з яких виникають відростки, горби, гребені, піднесення на кістках, з основною частиною кістки; закономірності процесів зростання кісток; становлення і зміна рухливості в з'єднаннях кісток.

Надмірні навантаження, невідповідні їх за обсягом або інтенсивності стану рухового апарату, можуть принести до порушення термінів синостозування або навіть деформації кісток, а в окремих випадках може виникнути захворювання. Окостеніння у дівчаток і дівчат починається і закінчується на 2-3 роки раніше, чим хлопчиків і хлопців. Найбільш посилене зростання в довжину кісток

верхніх і нижніх кінцівок спостерігається в 12-15 років. Процеси синостозування за часом наступають в окремих ланках неоднаково. Наприклад, зрощення окремих кісток тазу починається з 5-6 років і закінчується до 20-21 року. Ці терміни необхідно враховувати тренерам, особливо в процесі фізичного виховання дівчаток. Під час стрибків, тривалому сидінні та стоянні, перенесенні і підйомі вантажів кістки тазу можуть непомітно зміститися і привести до неправильної форми малого тазу, що може згодом ускладнити пологи тощо.

1.2.5. Будова і функції м'язів

Функція м'язів регулюється нервовою системою. І.М. Сеченов писав: «...М'язи за своєю сутністю є двигуни нашого тіла, але самі по собі без поштовхів з нервової системи, вони діяти не можуть, тому поряд з м'язами в роботі завжди бере участь нервова система і бере участь на безліч ладів».

Для тренерів і педагогів з фізичного виховання необхідні знання характеристики м'язів за функціональною ознакою з тим, щоб використовувати їх безпосередньо при аналізі спортивної техніки. Проте, без знання топографії та функції м'язів, напрями рівнодіючої сили їх відносно до осей обертання та інших параметрів, не можуть бути зрозумілі складність й різноманіття рухів, що виконуються руховим апаратом людини.

М'язи складають активну частину рухового апарату. Кожен скелетний м'яз є органом, що складається з поперечно-посмугованої м'язової тканини, сполучної тканини, судин і нервів. М'язовим волокном скелетного м'яза є утворення, що містить всі елементи клітини: саркоплазму, сарколему, ядра, мітохондрії та міофібрили, з якими й пов'язано скорочення м'язів. У основі скорочення лежить взаємодія білкових молекул – актину і міозину. Скелетні м'язи здібні до довільного скорочення (підкоряються волі людини).

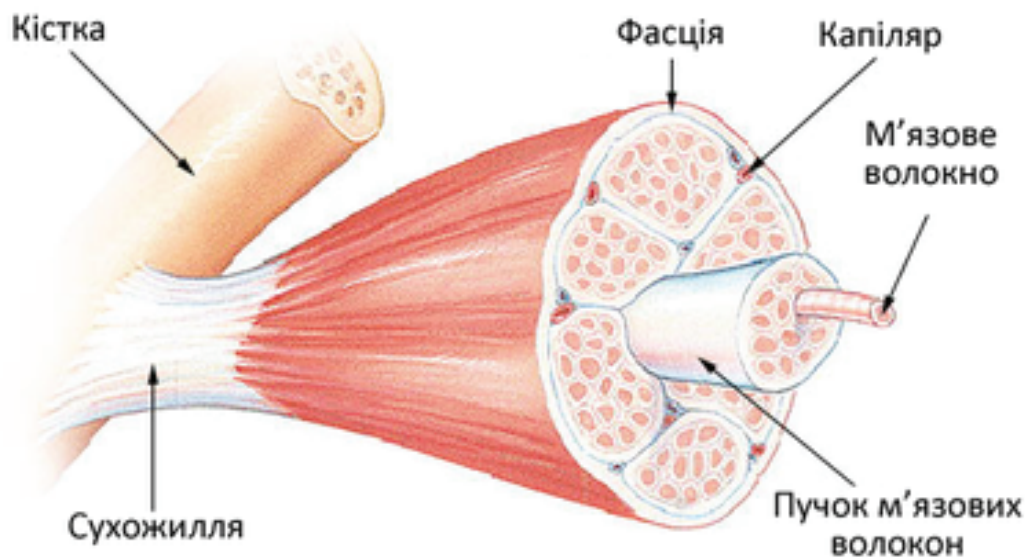


Рис.12. Будова м'язу

Окремі м'язові волокна, їх пучки, цілі м'язи та групи м'язів покриті сполучною тканиною. За допомогою сухожилків, що складаються з щільної сполучної тканини, м'яз фіксується до кістки, передаючи їй зусилля. Форма сухожилків м'язів різноманітна, але частіше зустрічаються циліндричної та плоскої форми. Плоскі, широкі сухожилки носять назву апоневрозів (стопа, долоня, м'язи живота), вони дуже міцні. Сухожилки м'язів фіксується або прикріплюються до окістя кісткових ланок скелета, іноді до фасцій, до шкіри або органів. Одна частина сухожилку м'яза є її початком, інша – місцем прикріплення. За початок м'яза зазвичай береться її проксимальний кінець, за місце прикріплення – дистальна частина. Місце початку м'язу вважають нерухомою точкою, місце прикріплення – рухомою точкою. Але зустрічаються рухи, при яких закріплені дистальні ланки. Таким чином, м'яз може здійснювати роботу при проксимальній та дистальній опорі. Встановлено, що сила з якою м'яз притягатиме дистальну ланку до проксимальної і, навпаки, проксимальну до дистальної, завжди залишатиметься однаковою. Наприклад, при згинанні руки в ліктьовому суглобі передпліччя наближається до плеча; м'язи, розташовані спереду ліктьового суглоба, працюють при проксимальній опорі (при фіксованій плечовій кістці). При згинанні рук в упорі або при підтяганні на перекладині плече наближається до передпліччя; працюють ті ж м'язи, але вже при дистальній опорі (при фіксованих кістках передпліччя).

У кожному з цих рухів беруть участь дві протилежні групи м'язів – згиначі та розгиначі, одні з них скорочуються (агоністи), інші розтягуються або поступово розслабляються (антагоністи). Завдяки цьому можливі все різноманіття рухів між ланками скелета (тулубом, кінцівками, головою); переміщення тіла людини в просторі (ходьба, біг, стрибки та ін.); фіксація частин тіла в певних положеннях, зокрема збереження вертикального положення тіла і інших.

За допомогою м'язів здійснюється механізми дихання, жування, ковтання, мови і робота серця; м'язи впливають на положення і функцію внутрішніх органів, сприяють потоку крові та лімфи, беруть участь в обміні речовин, зокрема теплообміні, а також беруть участь в пологах.

Крім того м'язи – рецепторна зона рухового аналізатора, що сприймає положення тіла людини в просторі та взаєморозташування його частин. Руховий аналізатор складається із специфічних рецепторів, що знаходяться в м'язах, зв'язках, сухожилках і суглобах (пропріорецепторів); провідних шляхів (спинномозкові нерви), що мають три типи волокон: чутливі, рухові і вегетативні центрів в корі головного мозку (передня центральна звивина). Рецептори, сприймають ступінь скорочення і розтягування м'язу, швидкість, прискорення і силу руху. Від рецепторів по чутливих волокнах інформація поступає в центральну нервову систему (зворотний зв'язок), сигналізуючи про стан м'язів, про те як реалізована рухова програма. У більшості спортивних рухів приймають участь майже всі м'язи тіла. Відчуття частин свого тіла, що виникає при цьому, так звані м'язово-суглобові відчуття (відчуття води, доріжки, супротивника), є одним з найважливіших для спортсмена в орієнтації в просторі і досягненні високих спортивних результатів.

Рухові волокна – це нервові шляхи, які передають імпульси з центральної нервової системи до м'язів, викликаючи їх збудження і скорочення.

Вегетативні волокна, що передають імпульси до м'язів з відповідних вегетативних центрів (знаходяться в бічних рогах спинного мозку), впливають на адаптаційно-трофічні функції: обмін речовин, ріст і розвиток м'яза та ін.).

М'язи, що прикріплюються до кісток скелету, завжди знаходяться в стані мінімального рефлекторного напруження, яку називають м'язовим тонусом. Цей тонус підтримується у зв'язку з нервовими імпульсами, що постійно поступають з мозку. Завдяки м'язовому тонусу тіло людини займає певне положення в просторі, підтримується стартова готовність виконувати будь-які рухи і дії.

Тимчасове зниження працездатності м'язів називається стомленням. До стомлення м'язів призводять надмірна величина фізичного навантаження та ритм роботи (дуже швидка, або дуже важка, або повільна монотонна робота). При цьому в м'яз накопичуються продукти обміну речовин, які пригнічують роботу м'язів та зменшують їх енергетичні запаси. Після відпочинку працездатність м'язів відновлюється, особливо після активного відпочинку, коли змінюється характер роботи.

У тілі людини близько 600 м'язів. Більшість з них парні та розташовані симетрично з обох боків тіла людини. Маса скелетних м'язів у дорослої людини складає 35-40% маси тіла; у дітей – 20-25%, в літньому віці – 25-30%. Ступінь розвитку м'язів залежить від статі, особливостей конституції людини, професії, занять спортом та інших чинників. Систематичні фізичні навантаження призводять до структурної перебудови м'язів (функціональна або робоча гіпертрофія) збільшенню її ваги і об'єму.

Основні функціональні властивості скелетних м'язів – збудливість, провідність, скоротність та еластичність. При розтягуванні еластичність виявляється в накопиченні енергії. Під час подальшої роботи ця енергія звільняється, збільшуючи силу м'яза.

1.2.6. Класифікації м'язів

Все різноманіття м'язів можна класифікувати за різними їх параметрами (табл. 3,4).

Таблиця 3.

Класифікація м'язів з врахуванням їх форми та будови

М'язи			
<i>За відношенням до суглобів</i>	<i>За формою</i>	<i>За розташуванням у тілі людини</i>	<i>За напрямком волокон</i>
<ul style="list-style-type: none"> •односуглобові •двосуглобові •багатосуглобові 	<ul style="list-style-type: none"> •довгі і тонкі •короткі і товсті •широкі і плоскі •веретеноподібні 	<ul style="list-style-type: none"> •поверхневі •глибокі •зовнішні •внутрішні •медіальні •латеральні 	<ul style="list-style-type: none"> •кругові (сфінктри) •паралельні (стрічкоподібні, веретеноподібні) •косі (одноперисті, двоперисті, багатоперисті)

Класифікація м'язів за функціональною ознакою і виконуваною роботою

М'язи		
Робота м'язів буває	За дією на суглоби	За функціональними робочими групами
• за формою:	• згиначі (флексори)	• агоністи – м'язи первинні двигуни
<i>динамічна</i> робота (ізотонічне напруження, довжина м'язу зменшується)	• розгиначі (екстензори)	• синергісти – м'язи однакової дії
<i>статична</i> робота (ізометричне напруження – м'яз скорочується, але видимого руху не видно)	• відвідні (абдуктори)	• антагоністи – м'язи протилежної дії
• за характером	• привідні (аддуктори)	• стабілізатори – м'язи, які надають стійкості частинам тіла
<i>долаюча</i> робота (концентричне скорочення, м'яз укорочується)		
<i>утримуюча</i> робота (статичне скорочення, довжина м'язу не змінюється)	• супінатори (поворот назовні)	• нейтралізатори – м'язи, які нейтралізують дію інших м'язів
<i>поступлива</i> робота (ексцентричне скорочення, м'яз подовжується)	• пронатори (поворот в середину)	За зміною розміру отвору
<i>балістична</i> робота (різке, швидке, долаюче скорочення після попереднього розтягування м'язів)		• звужуючі (сфінктери)
		• розширюючі

Розміщення (топорафія) довгих м'язів на кінцівках забезпечує велику амплітуду рухів в суглобах, чим розміщення коротких. Широкі м'язи приймають участь в утворенні стінок порожнин (черевної, грудної). Односуглобові м'язи діють на один суглоб, а багатосуглобові – на всі ті, навколо яких вони проходять. М'язи з косим розміщенням м'язових волокон при одному й тому ж поперечнику володіють більшою силою, ніж м'язи з повздовжнім напрямком волокон. Колоподібні – пов'язані з функціональною потребою періодично звужувати чи розширювати будь які отвори.

Для вивчення функції кожного м'яза необхідно розуміти наступні: 1) кістки на яких діють м'язи (фіксація на кістках); 2) які суглоби знаходяться на шляху м'яза; 3) які осі обертання в суглобі перетинає м'яз і з якого боку від цієї осі вона розташовується; 4) при якій опорі діє м'яз.

1.2.7. Функціональна характеристика м'язів

Будь-який рух людини залежить від адекватного функціонального стану скелетних м'язів. Рухові якості людини під час виконання фізичного навантаження багато в чому визначається здатністю м'язів проводити енергію і силу. Окремий скелетний м'яз включає два основні типи волокон: повільно скоротні (ПС) і швидкоскоротні (ШС). Щоб досягти піку напруги при стимулюванні волокон, що поволі скорочуються, потрібний 110 мс, тоді як що швидко скорочуються – близько 50 мс.

Більшість скелетних м'язів містять як ПС, так і ШС волокна, при цьому ПС волокна характеризується високим рівнем аеробної витривалості та більш пристосовані до виконання рухової роботи низької інтенсивності. ШС волокна пристосовані до анаеробної діяльності. Вони використовуються при навантаженнях «вибухового» типу. Склад волокон в м'язах бігунів на довгі та короткі дистанції значно відрізняється. Наприклад, литкові м'язи чемпіонів світу по марафонському бігу містить 98-99% ПС-волокон, тоді як у сильних спринтерів миру в цих м'язах всього 25% ПС-волокон.

Утворення м'язової сили

Рухи опорно-рухового апарату здійснюється завдяки м'язовій силі, яка відображає здатність проводити фізичну силу. Максимальне зусилля, яке може провести м'яз або група м'язів, називається силою. У спортивній практиці застосовується поняття потужність і витривалість роботи. *Потужність* – це вибуховий компонент сили, результат сили і швидкості руху. М'язова витривалість є здатністю м'язів тривалий час виконувати м'язові дії, що повторюються, або окрему статичну роботу. Діяльний стан м'язу при скороченні буває двоякого роду: при ізометричному режимі напружений м'яз скорочений, але руху не відбувається, довжина його не змінюється, робота носить статичний характер; при ізотонічному напруженні м'яз скорочується і відбувається рух, довжина його змінюється (коротшає або подовжується), робота носить динамічний характер.

Розвиток м'язової сили залежить від багатьох чинників. В першу чергу сила м'язу залежить від кількості та товщини м'язових волокон. Для морфофункціональної характеристики м'язів існують поняття їх анатомічного та фізіологічного поперечників. Анатомічним поперечником м'язу є величина (площа) поперечного перетину його в найбільш широкому місці. Фізіологічним поперечником м'язу називають суму поперечного перетину всіх м'язових волокон даного м'язу. У м'язі з подовжньо розташованими волокнами (стрічкоподібний, веретеноподібний) величина анатомічного та фізіологічного поперечника буде однаковою. При косому розташуванні м'язових волокон (перисті м'язи) фізіологічний поперечник буде більший анатомічного. Ці м'язи сильніші. В процесі систематичних тренувань збільшується товщина м'язових волокон, що призводить до робочої гіпертрофії м'язів, а отже, до збільшення її поперечників.

Довжина м'яза. Для м'язів та їх сполучних тканин (фасцій, сухожиль) характерна еластичність. М'яз може проводити максимальну силу, якщо вона спочатку розтягнута в довжину, на 20% що перевищує її у спокої. При такому

розтягуванні м'язу поєднання накопиченої енергії та сили м'язового скорочення оптимальні. Збільшення або зменшення довжини м'язу приблизно на 20% знижує виробництво сили.

Кут суглоба. Оскільки м'яз проводять силу за допомогою скелетних важелів, щоб з'ясувати процес руху, необхідно зрозуміти фізичне розташування «важелів кісток» і «анатомічних блоків». Сила, яка продукується м'язом, передається кістці через м'язове прикріплення (сухожилки). Максимальна кількість сили, яка передається кістці, залежить від оптимального кута суглоба. Кожен суглоб має оптимальний кут додатку сили. Наприклад, для двоголового м'язу плеча, що скорочується уздовж ліктя, оптимальний кут складає 100° . Зменшення і збільшення кута суглоба приводить до зміни кута додатку сили і знижує величину сили, що передається м'язом кістці.

Здатність м'язу проводити силу також залежить від *швидкості м'язового скорочення*. При концентричному скороченні утворення максимальної сили прогресивно знижується із збільшенням швидкості, а швидко ексцентричне скорочення дає можливість прикласти максимальну силу.

Сили, що діють під кутом. У тих випадках, коли м'язи тягнуть кістку в двох різних напрямках, рівнодіюча сил виражається діагоналлю паралелограма побудованого на векторах цих сил. Наприклад, напрям тяги кожному з найбільш крупних м'язів, що приводять плече, – великого грудного м'язу та найширшого м'язу спини – не співпадають з напрямом руху при приведенні плеча. Рівнодіюча сила двох названих м'язів замінює функцію одній, відсутнього м'язу, необхідного для виконання даного руху.

Розвиток і вікові особливості м'язів

До моменту народження всі скелетні м'язи анатомічно сформовані. Будова та функції скелетних м'язів піддаються значним змінам в процесі росту та розвитку людини. Вікові міни у м'язів стосуються всіх його елементів: м'язових волокон, ядер, судин, нервів та допоміжного апарату.

Зміна внутрішньої структури м'язів супроводжується зміною їх зовнішньої будови і проявом силових показників. До 7 років м'язи ростуть переважно в довжину, а не в товщину, поперечник м'язів збільшується не суттєво. В період статевого дозрівання, коли відбувається посилене зростання тіла, довжина м'язів збільшується більше, ніж їх товщина, що виявляється в зменшенні приросту сили м'язів. Змінюються з віком співвідношення між згиначами та розгиначами. У дітей перших років життя приблизно однаково розвинені згиначі і розгиначі та інші м'язи, за винятком м'язів стопи: поступово на нижній кінцівці починають переважати розгиначі над згиначами, а на верхній – навпаки. Змінюються і вагові співвідношення м'язів. М'язи у новонародженої дитини складають 23,3% ваги тіла, а в 18 років – 44,2%. Що стосується показників сили м'язів, то у дітей 4 і 7 років, за наслідками кистьової динамометрії, вони майже однакові. Максимум зростання сили кисті спостерігається у хлопців і у віці 15-16 років, а у дівчат в 12 років; найбільший приріст станової сили (сили м'язів розгиначів хребетного стовпа) у хлопців спостерігається в період 16-18 років, а у дівчат в 14-16 років.

Зміни м'язів під впливом фізичного навантаження

Фізичні навантаження під час трудових процесів, природних рухах людини, заняттях фізичною культурою та спортом здійснюють вплив на всі системи організму, у тому числі й на м'язи, змінюючи їх будову та функцію. Спостереженнями встановлено, що більш функціонально навантаженні м'язи у дітей, ростуть швидше, ніж менш навантажені. У тих відділах, де переважає силове навантаження, збільшується і поперечний розмір їх, об'єм та маса. При навантаженнях динамічного характеру ці показники також збільшуються, але у меншій мірі. При гіподинамії (понижене фізичне навантаження) м'язи стають в'ялими, зменшуються в об'ємі, в них погіршується кровообіг. Тривала гіподинамія призводить до атрофії м'язів, значному зниженню сили та їх функції.

Показники сили м'язів верхніх, нижніх кінцівок та тулуба неоднакові у спортсменів, які займаються різними видами спорту. Особливо цікаві відмінності в силі м'язів–згиначів стопи та розгиначів тулуба, які забезпечують в першому випадку відштовхуванню при ходьбі та бігу, а в другому – утриманню пози. У хокеїстів показники сили м'язів-згиначів стопи складає 187 кг, у велосипедистів – 176 кг, а у гандболістів – 146 кг. Сила м'язів–розгиначів тулуба у гандболістів дорівнює 184 кг, у хокеїстів – 177 кг, а у велосипедистів – 149 кг. У боксерів велике навантаження припадає на згиначі кисті та пальців, активне напруження їх забезпечує силу та жорсткість удару. Всі ці особливості пов'язані з неоднаковими біомеханічними умовами в роботі рухового апарату та вимогами, що пред'являються до нього в різних видах спорту.

1.2.8. Функціональні групи м'язів, що проводять рухи в суглобах верхньої кінцівки

За функціональною ознакою м'язи верхньої кінцівки поділяються на м'язи, що проводять рух поясу верхньої кінцівки (переважно в груднино-ключичному суглобі) та м'язи вільної верхньої кінцівки, що проводять рухи в плечовому, ліктьовому, променево-зап'ястковому суглобах і суглобах кисті.

Рухи поясу верхньої кінцівки

Схематично рухи поясу верхньої кінцівки (лопатки і ключиці) поділяються на:

1. Рух вперед і назад з відведенням лопатки від хребтового стовпа та приведенням до нього.
 2. Підняття і опускання лопатки та ключиці.
 3. Рух лопатки навколо сагітальної осі нижнім кутом в медіальний та латеральний бік.
 4. Коловий рух латеральним кінцем ключиці та одночасно лопаткою.
- У цих рухах приймають участь шість функціональних груп м'язів.

Функціональні групи м'язів, що проводять рухи поясу верхніх кінцівок.

Рух вперед

Рух поясу верхньої кінцівки вперед проводять м'язи, які перетинають вертикальну вісь груднино-ключичного суглобу та розташовані попереду від

неї. До них відносяться: 1) великий грудний; 2) малий грудний, 3) передній зубчастий.

Рух назад

Рух поясу верхньої кінцівки назад здійснюють м'язи, що перетинають вертикальну вісь груднино-ключичного суглоба і знаходяться позаду від неї. До цієї групи м'язів входять: 1) трапецієподібний м'яз; 2) ромбоподібні м'язи (великий та малий); 3) найширший м'яз спини.

Рух вгору

М'язи, які піднімають пояс верхньої кінцівки, перетинають сагітальну вісь груднино-ключичного суглоба і лежать з латерального боку від неї. Вони йдуть до лопатки та ключиці згори донизу (від черепа або остистих відростків хребців до кісток поясу верхньої кінцівки).

Підняття поясу верхньої кінцівки, проводять наступні м'язи: 1) верхні пучки трапецієподібного м'язу, який тягне вгору латеральний кінець ключиці та акроміональний відросток лопатки; 2) м'яз, який піднімає лопатку; 3) ромбоподібні м'язи, при розкладанні рівнодіючою яких є деякий компонент, спрямовані догори; 4) груднино-ключично-соскоподібний м'яз, який, прикріплюючись однією своєю голівкою до ключиці, тягне її, а отже, й лопатку вгору.

Рух вниз

Достатньо одного лише розслаблення м'язів, що піднімають пояс верхньої кінцівки, щоб він опустився донизу під впливом ваги, як своєю власною, так й вага вільної верхньої кінцівки. Опусканню сприяють м'язи, які йдуть від низу догори, від грудної клітки або хребтового стовпа до кісток поясу верхньої кінцівки: 1) малий грудний м'яз; 2) підключичний м'яз; 3) нижні пучки трапецієподібного м'язу; 4) нижні зубці переднього зубчатого м'язу.

Крім того, опусканню допомагають м'язи, які йдуть з тулуба на плече, а саме: великий грудний м'яз та найширший м'яз спини, головним чином своїми нижніми частинами.

Обертання лопатки (рух нижнім кутом всередину та назовні)

Обертання лопатки всередину, нижнім кутом до хребтового стовпа, проводить пара сил, що утворюється: 1) малим грудним м'язом; 2) нижньою частиною великого ромбоподібного м'язу.

Обертання лопатки назовні, нижнім кутом від хребтового стовпа в латеральний бік, відбувається в результаті дії пари сил, що утворюється верхньою і нижньою частинами трапецієподібного м'язу.

Цьому руху допомагають: 1) передній зубчатий м'яз своїми нижніми та середніми зубцями; 2) великий круглий м'яз при фіксованій вільній верхній кінцівці.

Обертання лопатки назовні спостерігається коли рука піднімається вище за горизонтальний рівень, наприклад, для удару по м'ячу у волейболі, в метанні та інших рухах. Коловий рух поясу верхньої кінцівки відбувається в результаті почергового скорочення всіх його м'язів.

Рухи вільної верхньої кінцівки.

М'язи рухи, що проводять рухи в плечовому суглобі

У плечовому суглобі можливі рухи навколо трьох взаємно перпендикулярних осей: 1) відведення і приведення навколо передньо-задньої (сагітальної) осі; 2) згинання і розгинання навколо поперечної осі; 3) пронація і супінація навколо вертикальної осі; 4) коловий рух (циркумдукція). Забезпечують ці рухи шість функціональних груп м'язів.

Відведення плеча

М'язи, що відводять плече, перетинають сагітальну вісь обертання в плечовому суглобі і розташовані латеральніше від неї. Плечову кістку відводять дельтоподібний і надостний м'язи.

Дельтоподібний м'яз оточує плечовий суглоб спереду, зовні і позаду. Має передню, середню і задню частину. При опорі на плечову кістку дельтоподібний м'яз фіксує пояс верхніх кінцівок до плечової кістки (упор на паралельних брусах), а також несе велике навантаження при стрільбі з пістолета і ін.

Приведення плеча

Спеціальних м'язів, які перетнули б сагітальну вісь плечового суглоба і розташовувалися медіальніше від неї, немає, тому приведення плеча здійснюється за правилом паралелограма сил і здійснюється при одночасному скороченні м'язів, розташованих спереду (*великий грудний м'яз*) і позаду плечового суглоба (*найширша і великий круглий*). Цим м'язам допомагають: 1) підостний; 2) малий круглий; 3) підлопатковий; 4) довга голівка триголового м'язу плеча; 5) дзьобо-плечовий м'яз.

Згинання плеча

М'язи-згиначі плеча перетинають фронтальну (поперечну) вісь плечового суглоба і розташовані спереду від неї.

Згинання плеча (рух вперед) проводять м'язи: 1) дельтоподібний, передня його частина; 2) великий грудний; 3) дзьобо-плечовий; 4) двоголовий м'яз плеча.

Великий грудний м'яз починається спереду грудної клітки, прикріплюється до гребеня великого горбка плечової кістки. Він приймає участь в рухах плечової кістки. Якщо фіксований тулуб, то цей м'яз приводить, пронує і згинає плечову кістку. Якщо фіксована верхня кінцівка (підтягання на перекладині - проксимальна опора), то цей м'яз сприяє підтяганню тулуба вгору.

Розгинання плеча

М'язи, що здійснюють розгинання плеча (рух його назад), перетинають, як і згиначі плеча, поперечну вісь плечового суглоба, але розташовуються позаду від неї. Розгинання плеча проводять наступні м'язи: 1) дельтоподібний, задня його частина; 2) найширший м'яз спини; 3) підостний; 4) малий круглий; 5) великий круглий; 6) довга голівка триголового м'язу плеча.

Найширший м'яз спини починається від остистих відростків хребта, гребеня клубової кістки та нижніх ребер. Прикріплюється до малого горбка плечової кістки. Охоплює нижню частину задньо-бічної поверхні тулуба. Двобічне скорочення м'язу при опорі на плечову кістку сприяє наближенню тулуба до фіксованих верхніх кінцівок (лазіння по канату, рух лижника при

опорі на палиці), підтягання тулуба до фіксованого поясу верхніх кінцівок (вис на кільцях, положення «хрест»). Разом з цим найширший м'яз спини приймає участь в пронації плеча, а разом з великим грудним м'язом приводить його.

Пронація плеча

Пронацію плеча, тобто поворот всередину, проводять м'язи, які перетинають вертикальну вісь плечового суглоба, прикріплюючись спереду від неї. До них відносяться: 1) підлопатковий; 2) великий грудний; 3) дельтоподібний, передня його частина; 4) великий круглий; 5) найширший м'яз спини; 6) дзьобо-плечовий.

Супінація плеча

Супінацію, тобто поворот плеча назовні, проводять м'язи, які як і пронатори перетинають вертикальну вісь плечового суглоба, але розташовані позаду від неї. Сюди відносяться: 1) підостний; 2) малий круглий; 3) дельтоподібний, задня його частина.

Група пронаторів плеча є набагато сильнішою, ніж група супінаторів. У зв'язку з цим пронаторні рухи в плечовому суглобі можна проводити з більшою силою, чим супінаторні. Це може призвести до одного з дефектів постави – сутулуватості. Особливо часто це зустрічається у боксерів при сильно розвинених грудних м'язах. Найбільш розвинені супінатори у гандболістів та тенісистів.

Коловий рух плеча

При почерговій дії всіх м'язів, розташованих навколо плечового суглоба, в ньому відбувається коловий рух (циркумдукція). Розглядаючи ці м'язи, неважко відмітити, що вони розташовані нерівномірно, а саме: всередині і знизу від цього суглоба м'язів немає; замість них є поглиблення, зване пахвовою ямкою.

М'язи, що проводять рухи в ліктьовому суглобі

У ліктьовому суглобі при фіксованому плечі можливі:

- 1) згинання і розгинання передпліччя (навколо поперечної осі – в плечо-ліктьовому суглобі);
- 2) пронація і супінація передпліччя (навколо подовжньої осі – променево-ліктьовому суглобі);

Ці рухи забезпечують чотири функціональні групи м'язів.

Згинання передпліччя

Згинання передпліччя проводять м'язи, які перетинають поперечну вісь ліктьового суглоба і розташовані спереду від неї. До цих м'язів відносяться: 1) двоголовий м'яз плеча 2) плечовий; 3) круглий пронатор, а також ті м'язи, які починаються від медіального надвиростка плечової кістки і продовжуються на передпліччя та кисть.

Двоголовий м'яз є двосуглобовий. Він згинає плече та фіксує головку плечової кістки в цьому суглобі, а також згинає та супінує передпліччя. При проксимальній опорі двоголовий м'яз плеча проводить згинання руки в плечовому суглобі, а при дистальній опорі наближає плече до закріпленого передпліччя (вис на зігнутих руках, підтягування). Напружуючись без укорочення, двоголовий м'яз плеча утримує ланки (сегменти) верхньої кінцівки в плечовому і ліктьовому суглобах (вис, упор).

Розгинання передпліччя

Розгинання передпліччя проводять м'язи, що перетинають поперечну вісь ліктьового суглоба і які знаходяться ззаду від неї. Цих м'язів дві: 1) триголовий м'яз плеча; 2) ліктьовий.

Триголовий м'яз плеча має три голівки: довгу, латеральну і медіальну. Довга голівка починається від підсуглобового горбка лопатки, а дві інші – від плечової кістки. Прикріплюється м'яз до ліктьового відростка ліктьової кістки. М'яз скорочуючись приймає участь в розгинанні та приведенні в плечовому суглобі (довгою голівкою) і розгинанні в ліктьовому. При проксимальній опорі м'яз розгинає руку в ліктьовому суглобі. При дистальній опорі м'яз зміцнює суглоби, біля яких проходить.

Пронація передпліччя

Пронацію передпліччя проводять м'язи: 1) круглий пронатор; 2) квадратний пронатор; 3) плечо-променевий м'яз.

Супінація передпліччя

Супінаторами передпліччя є: 1) двоголовий м'яз плеча; 2) м'яз-супінатор; 3) плечо-променевий м'яз.

Порівнюючи згиначі та розгиначі передпліччя з його пронаторами і супінаторами, можна відмітити, що перша група значно сильніша, ніж друга. Сила м'язів супінаторів переважає над силою м'язів пронаторів, тоді як в плечовому суглобі, навпаки. Слід зазначити, що при пронації та супінації передпліччя опора може бути нижньою та верхньою. При верхній опорі зміцнена ліктьова кістка, а рухається променева; при нижній опорі (на кисть) укріплена променева кістка разом з кистю, а рухається при цьому ліктьова кістка разом з плечовою кісткою. М'язи-супінатори та пронатори передпліччя несуть велике навантаження у фехтуванні та грі в тенісі.

М'язи, що проводять рухи в променево-зап'ястковому суглобі і суглобах кисті

Зазвичай рухи в променево-зап'ястковому суглобі відбуваються одночасно з рухами в середньо-зап'ястковому, зап'ястно-п'ясткових, а нерідко в п'ястково-фалангових та міжфалангових суглобах. Тому доцільно розглянути м'язи, які приймають участь в одночасному русі у всіх цих суглобах. У променево-зап'ястковому та середньо-зап'ястковому суглобах можуть відбуватися рухи навколо двох взаємно перпендикулярних осей обертання поперечної та передньо-задньої (згинання, розгинання, відведення, приведення та колові рухи). У зв'язку з цим тут можна виділити чотири функціональні групи м'язів: згиначі та розгиначі кисті, м'язи, що відводять кисть і ті, що приводять її.

Згинання кисті

У згинанні кисті беруть участь м'язи, які перетинають поперечну вісь променево-зап'ясткового суглоба і розташовуються спереду від неї на передній поверхні передпліччя і кисті. До них відносяться: 1) довгий долонний; 2) променевий згинач зап'ястку; 3) ліктьовий згинач зап'ястку; 4) поверхневий згинач пальців; 5) глибокий згинач пальців; 6) довгий згинач великого пальця.

Всі м'язи багатосуглобові, більшість з них починається від внутрішнього

надвиростка плечової кістки, фасції та кісток передпліччя, прикріплюються до кісток кисті.

Згиначі кисті та пальців при проксимальній опорі згинають кисть і пальці, а при дистальній опорі, опорі на кисть (стійка на кистях, упори), фіксують вище розміщені ланки кінцівки до нижележачим, не тільки запобігаючи їх зсуву, але й зменшуючи дію сили тяжіння на кисть. При висі на випрямлених руках згиначі фіксують кисть до снаряду і протидіють силі тяжіння.

Оскільки м'язи–згиначі кисті та пальців проходять попереду від поперечної осі ліктьового суглоба, вони можуть при проксимальній опорі приймати участь в згинанні передпліччя.

Розгинання кисті

Розгинання кисті проводять м'язи, які перетинають поперечну вісь променево-зап'ясткового суглоба і розташовані ззаду від неї на задній поверхні передпліччя. Ці м'язи багатосуглобові, проводять одночасне розгинання у всіх суглобах, біля яких проходять. До цих м'язів належать: 1) довгий променевий розгинач зап'ястку; 2) короткий розгинач зап'ястку; 3) ліктьовий розгинач зап'ястку; 4) розгинач пальців; 5) розгинач мізинця; 6) розгинач вказівного пальця; 7) довгий розгинач великого пальця кисті.

Майже всі м'язи–розгиначі кисті починаються від зовнішнього надвиростку плечової кістки, задній поверхні кісток передпліччя, а прикріплюється до кісток кисті.

Приведення кисті

М'язів, що розташованих на медіальній поверхні ліктьової кістки і йдуть на кисть строго по медіальній поверхні променево-зап'ясткового суглоба, немає. Приведення кисті (рух у бік V пальця) відбувається за правилом паралелограма сил при одночасному скороченні: 1) ліктьового згинача зап'ястку; 2) ліктьового розгинача зап'ястку.

Невелика участь в приведенні кисті можуть приймати також згиначі та розгиначі пальців, сухожилля яких йдуть до 4-го і 5-го пальців.

Відведення кисті

У відведенні кисті (рух у бік I пальця) беруть участь наступні м'язи: 1) променевий згинач зап'ястку; 2) довгий променевий розгинач зап'ястку; 3) короткий променевий розгинач зап'ястку; 4) довгий м'яз, відвідний великий палець кисті; 5) довгий розгинач великого пальця кисті; 6) короткий розгинач великого пальця кисті.

Крім того, у відведенні кисті беруть невелику участь м'язи, що йдуть з передпліччя до вказівного пальця. У коловому русі кисті по черзі приймають участь всі групи м'язів, розташованих біля променево-зап'ясткового суглоба.

М'язи, що проводять рухи пальців

Пальцями кисті (у п'ястково-фалангових суглобах) можна проводити наступні рухи: згинання, розгинання, відведення (рух від середнього пальця), приведення (рух до середнього пальця) і коловий рух. Крім того, великим пальцем можна проводити зіставлення і відставлення (опозиція і репозиція), оскільки голівка першої п'ясткової кістки не сполучена зв'язковим апаратом з голівкою 2-ої п'ясткової кістки.

М'язами-згиначами пальців кисті є поверхневі і глибокі згиначі пальців та довгий згинач великого пальця.

М'язами-розгиначами пальців кисті є розгинач пальців, довгий і короткий розгиначі великого пальця кисті, а також розгиначі вказівного пальця і мізинця. З них розгиначі великого пальця, як і довгий відвідний м'яз великого пальця, беруть участь також в його відведенні.

Рухи пальців здійснюють також м'язи власне кисті. Вони утворюють на кисті *три групи*, з яких одна розташована в середньому відділі її долонної поверхні, інша - з боку великого пальця кисті і третя - з боку малого пальця кисті. Останні дві групи м'язів утворюють піднесення великого і малого пальців.

Середня група м'язів кисті: червоподібні, долонні міжкісткові та тильні міжкісткові. Функція цих м'язів полягає в тому, що вони згинаючи проксимальні фаланги 2-5-го пальців, одночасно сприяють розгинанню середньої і дистальної фаланг цих пальців. Крім того, вони відводять 2-й і 4-й пальці від 3-го і нахиляють третій палець у бік як променевої, так і ліктьової кістки.

Група м'язів великого пальця кисті представлена: коротким м'язом, відвідним великий палець кисті; короткий згинач великого пальця кисті; м'яз, що протиставляє великий палець кисті; м'яз, що приводить великий палець кисті.

Група м'язів малого пальця кисті (мізинця). Сюди входять: короткий долонний м'яз; м'яз, відвідний мізинець; короткий згинач мізинця і м'яз, що протиставляє мізинець.

1.2.9. Функціональні групи м'язів, що проводять рухи в суглобах нижньої кінцівки

Нижня кінцівка має могутнішу мускулатуру, ніж верхня. Це пов'язано з опорною та локомоторною функціями нижніх кінцівок. На відміну від поясу верхніх кінцівок пояс нижніх кінцівок не має окремої мускулатури, оскільки його рухи пов'язані з рухами хребетного стовпа, що відбуваються за участю м'язів тулуба. М'язи, що йдуть від тазової кістки до стегна і до гомілки, проводять рухи в кульшовому і колінному суглобах. Якщо стегно і гомілка фіксовані, то ці м'язи проводять рух тазу, а разом з ним й рухи тулуба.

М'язи нижньої кінцівки проводять рухи в кульшовому, колінному, гомілковостопному суглобах і суглобах стопи.

Рухи в кульшовому суглобі

Відповідно трьом взаємноперпендикулярним осям обертання, що проходять через центр кульшового суглоба, в цьому суглобі стегном при закріпленому тазі, а разом з ним і всією ногою можна проводити наступні рухи:

- 1) згинання і розгинання (рух вперед і назад навколо поперечної осі);
- 2) відведення і приведення (рух стегна латеральний і медіальний – навколо передньо-задньої осі);
- 3) пронацію і супінацію (поворот стегна всередину і назовні – навколо вертикальної осі);

4) коловий рух (циркумдукцію) — навколо основних і проміжних між лініями осей.

При закріпленні стегна або всієї ноги м'язи проводять рух тазу: вперед, назад, в боки і повороти праворуч та ліворуч. Для здійснення всіх цих рухів в кульшовому суглобі є шість функціональних груп м'язів.

Згинання стегна

До м'язів, що забезпечують згинання стегна в кульшовому суглобі, відносяться м'язи, які перетинають поперечну вісь цього суглоба та розташовані спереду від неї. До них належать: 1) клубово-поперековий; 2) кравецький; 3) м'яз-натягач широкої фасції стегна; 4) гребінчастий; 5) прямий м'яз стегна.

Клубово-поперековий м'яз складається з трьох м'язів: великого, малого поперековою і клубового. Великий та малий поперекові м'язи починаються від 12-го грудного і всіх поперекових хребців (попереду), а клубовий м'яз – від клубової ямки (внутрішня поверхня клубової кістки). Прикріплюються клубово-поперековий м'яз до малого вертела стегнової кістки. Цей м'яз безпосередньо прилягає до передньої поверхні кульшового суглоба. Функція його полягає в згинанні та супінації стегна. А якщо стегно фіксоване, то він (м'яз) згинає хребтовий стовп та таз. При однобічному скороченні м'яз може дещо повертати таз навколо вертикальної осі та приймати участь в нахилі хребтового стовпа убік. Скорочення великого поперекового м'язу збільшує поперековий лордоз, а м'язів живота зменшує його (кут в упорі, кут упри висі).

Розгинання стегна

У розгинанні стегна приймають участь м'язи, які також перетинають поперечну вісь кульшового суглоба, але розташовані позаду від неї. Ці м'язи йдуть як з тазу на стегно, так від тазу на гомілку. До них відносяться: 1) великий сідничний; 2) двоголовий м'яз стегна; 3) напівсухожилковий; 4) напівперетинчастий; 5) великий привідний м'яз.

Великий сідничний м'яз знаходиться на задній поверхні кульшового суглоба, займає всю область сідниці. М'яз починається від задньої поверхні клубової кістки, крижів та куприка, а прикріплюється до широкої фасції стегна та сідниці горбистої стегнової кістки. Його основна функція при опорі на тазовій кістці згинання та супінація стегна. А при опорі на стегно м'яз утримує тіло у вертикальному, властивому людині, положенні; сприяє випрямлянню нахиленого вперед тулуба; приймає участь у всіх рухах, де має місце відштовхування (при стрибках, ходьбі, бігу та ін.); утримує тулуб від нахилу вперед при підйомі в гору, ходьбі вгору після сходів, підняття вантажу.

Двоголовий, напівсухожилковий і напівперетинчастий є двосуглобовими м'язами, починаються від сідничного горбка, а прикріплюються до кісток гомілки. Двоголовий м'яз приймає участь в розгинанні стегна, в згинанні та супінації гомілки в колінному суглобі. Напівсухожилковий та напівперетинчастий м'яз також приймає участь в розгинанні стегна, згинанні та пронації гомілки.

Відведення стегна

М'язи, які відводять стегно перетинають сагітальну вісь кульшового суглоба і розташовані з його латерального боку. До цих м'язів відносяться: 1) середній сідничний; 2) малий сідничний; 3) грушоподібний; 4) внутрішній замикальний; 5) близнюкові; 6) м'яз-тягач широкої фасції стегна.

Середній і малий сідничні м'язи, а також грушоподібний починаються від клубової кістки та крижів, а прикріплюються до великого гребеня стегна. Вони приймають участь у відведенні та пронації стегна. М'яз-натягач широкої фасції стегна починається від верхньої передньої клубової кістки і закінчується в широкій фасції стегна. М'яз приймає участь в згинанні, пронації та відведенні стегна. При опорі на широкій фасції стегна двобічне скорочення м'язу викликає нахил тазу наперед, а однобічне (стояння на одній нозі) – нахил тазу у бік м'яза, що скорочується. Відвідні м'язи стегна мають велике функціональне значення при природних локомоціях людини – ходьбі та бігу (у одноопорній фазі).

Приведення стегна

Приведення стегна здійснюють м'язи, що перетинають сагітальну вісь кульшового суглоба і розташовані медіальніше від неї. До них відносяться: 1) гребінчастий; 2) довгий привідний; 3) короткий привідний; 4) великий привідний; 5) тонкий.

Гребінчастий, довгий та великий привідні м'язи, починаються від лобкової і частково сідничної кістки, прикріплюються до внутрішньої поверхні стегнової кістки. Основна функція м'язів, що приводять, при проксимальній опорі – приведення стегна. При дистальній опорі привідні м'язи фіксують таз до стегна. Велике навантаження вони випробовують у плавців при плаванні стилем брас, ковзанярів, лижників.

Пронація стегна

Група м'язів-пронаторів стегна порівняно невелика, оскільки рухи, пов'язані з пронацією стегна в природних умовах і при заняттях спортом спостерігаються рідко. До неї відносяться: 1) м'яз-натягач широкої фасції; 2) передні пучки середнього сідничного м'язу; 3) передні пучки малого сідничного м'язу; 4) напівсухожилковий, напівперетинчастий та тонкий м'язи.

Супінація стегна

М'язи, які супінують стегно, окрім клубово-поперекового, перетинають криво вертикальну вісь кульшового суглоба. Клубово-поперековий м'яз супінує стегно у зв'язку з особливим розташуванням малого гребеня (не тільки попереду, але й медіальний). До м'язів, які супінують стегно, відносяться: 1) клубово-поперековий; 2) квадратний м'яз стегна; 3) м'язи сідниць, з яких середній та малий супінують стегно тільки своїми задніми пучками; 4) кравецький; 5) внутрішній та зовнішній замикальні м'язи; 6) грушоподібні 7) близнюкові.

Всі м'язи (окрім клубово-поперекового та кравецького) починаються на кістках тазу, а прикріплюються у верхній третині стегна. М'язи-супінатори в порівнянні з пронаторами найбільш розвинені. У супінованому положенні ноги легко зробити розмах при відведенні, виконати вправу типу «шпагат» та ін.

Коловий рух стегна в кульшовому суглобі проводять всі групи м'язів, розташовані біля нього, діючи по черзі. З приведеного переліку м'язів видно, що один і той же м'яз може приймати участь в різних рухах. Наприклад, великий привідний м'яз розгинає стегно із зігнутого положення та приводить з відведеного. Рухливість стегна залежить від того, в якому положенні знаходиться гомілка: якщо вона розігнута, то обмежений об'єм згинання стегна, і, в той же час, якщо гомілка розігнута, то розгинання стегна буде більше, оскільки при цьому буде менше натягнутий чотириглавий м'яз стегна.

М'язи, що проводять рухи в колінному суглобі

М'язи, що оточують колінний суглоб, проводять при закріпленому стегні (при проксимальній опорі) згинання, розгинання, пронацію і супінацію гомілки, при закріпленій гомілці (дистальній опорі) рух стегна вперед, назад, пронацію і супінацію.

Згинання гомілки

М'язи-згиначі гомілки перетинають поперечну вісь колінного суглоба, і розташовані ззаду від неї (на задній поверхні стегна). До них відносяться наступні м'язи: 1) двоголовий м'яз стегна; 2) напівсухожилковий; 3) напівперетинчастий; 4) кравецький; 5) литковий (частина трицепса гомілки); 6) тонкий; 7) підколінний; 8) підошвенний.

Литковий м'яз є частиною трицепса гомілки. Він займає всю задню поверхню гомілки і складається з трьох голівок: дві голівки, медіальна та латеральна, відносяться до литкового м'яза, а одна – до камбалоподібного. Всі три голівки переходять в один загальний сухожилок (ахіловий) п'ятки, який прикріплюється до кістки п'ятки. Місцем початку литкового м'язу є виростки стегна (м'яз двосуглобовий) – медіальний і латеральний. Камбалоподібний м'яз (односуглобовий) починається від задньої поверхні верхньої третини великогомілкової кістки. Він відіграє важливу роль в стоянні, фіксуючи гомілку та перешкоджає падінню тіла вперед. Трицепс при проксимальній опорі згинає стопу (підошовне згинання), при дистальній – фіксує гомілку. Литковий м'яз – один з найсильніших м'язів, що приймає участь у відштовхуванні.

Розгинання гомілки

У розгинанні гомілки приймає участь чотириголовий м'яз стегна, що перетинає поперечну вісь колінного суглоба спереду від неї. Це один з найбільш масивних м'язів людського тіла. Він розташовується на передній поверхні стегна і має чотири головки: 1) прямий м'яз стегна, 2) латеральний широкий м'яз стегна; 3) медіальний широкий м'яз стегна; 4) проміжний широкий м'яз стегна.

З них прямий м'яз стегна є двосуглобовий, він перекидається через кульшовий та колінний суглоб, прямий м'яз починається від нижньої передньої клубової осі, а широкі м'язи від стегнової кістки. Всі чотири голівки утворюють один загальний товстий та широкий сухожилок, який прикріплюється до горбистої великогомілкової кістки. Сухожилок містить в своїй товщі сесамовидну кістку (надколінник), що приймає участь в утворенні колінного суглоба.

Прямий м'яз стегна при проксимальній опорі згинає стегно, при дистальній – нахилиє таз вперед. А вцілому чотириголовий м'яз при проксимальній опорі розгинає гомілку, приймає участь у відштовхуванні, виконуючи долаючу роботу. Він добре розвинений у важкоатлетів, легкоатлетів, бігунів, стрибунів, футболістів. Надколінник збільшує плече сили м'яза та змінює підхід м'язових пучків до опори, що підсилює прояв сили. Особливо важлива поступлива робота чотириголового м'язу стегна. Напівприсядки, в початковому положенні бігуна, стрибуну, він утримує стегно і весь тулуб відносно гомілки, не даючи зближуватися їм в колінному суглобі під впливом сили тяжіння. Велику участь м'яз приймає при ходьбі в гору, вгору по сходах, ходьбі на лижах, їзді на велосипеді та інших рухах.

Пронація гомілки

Пронація гомілки в колінному суглобі можлива тільки по мірі її згинання, тобто по мірі того, як колатеральні зв'язки (великогомілкова та малогомілкова) розслабляються. М'язами, що проводять пронацію гомілки, є все ті м'язи, які розташовані позаду і з медіального боку колінного суглоба: 1) напівсухожилковий; 2) напівперетинчастий; 3) кравецький; 4) тонкий; 5) медіальна голівка литкового; 6) підколінний.

Супінація гомілки

Супінація гомілки в колінному суглобі (як і пронація) можлива тільки по мірі її згинання. Супінаторами гомілки служать м'язи розташовані з латерального боку колінного суглоба: 1) двоголовий м'яз стегна; 2) латеральна голівка литкового.

Таким чином, група м'язів-пронаторів значно сильніша, ніж група м'язів-супінаторів. Пронація і супінація гомілки характерна для футболістів при ударі по м'ячу внутрішньою або зовнішньою частиною стопи.

М'язи, що проводять рухи стопи

Рухи стопи відбуваються в декількох її суглобах. Розрізняють наступні рухи стопи: згинання, розгинання, невелике приведення, відведення і по мірі її згинання, пронацію та супінацію.

Згинання стопи (рух у бік підошви)

М'язи-згиначі стопи перетинають поперечну вісь гомілковостопного суглоба і розташовані позаду від неї на задній та латеральній поверхнях гомілки. До цих м'язів належать: 1) трицепс гомілки; 2) підошвенний; 3) задній великогомілковий; 4) довгий згинач великого пальця; 5) довгий згинач пальців; 6) довгий малогомілковий; 7) короткий малогомілковий.

Задній великогомілковий м'яз розташований під камбалоподібним м'язом, пройшовши під медіальною кісточкою, прикріплюється до кісток стопи. Він приймає участь в згинанні, приведенні та супінації стопи, а також в зміцненні її зведень.

Розгинання стопи (рух вгору)

М'язи-розгиначі стопи перетинають, як і м'язи-згиначі поперечну вісь і знаходяться попереду від нього, утворюючи передню групу м'язів гомілки. До них відносяться: 1) передній великогомілковий; 2) довгий розгинач пальців; 3) довгий розгинач великого пальця.

Передній великогомілковий м'яз – найсильніший в цій групі, починається від латеральної поверхні великогомілкової кістки і прикріплюється до медіального краю стопи. Він прилягає безпосередньо до великогомілкової кістки і добре промацується під шкірою. М'яз сприяє розгинанню стопи, її супінації і частково приведенню. При стоянні і ходьбі вона тягне гомілку вперед, разом з м'язами-антагоністами фіксує гомілковостопний суглоб. При проксимальній опорі передній великогомілковий м'яз розгинає стопу, а при дистальній – нахилає гомілку вперед.

Приведення стопи (рух у бік першого пальця)

Спеціальних м'язів, що приймають участь у приведенні стопи, немає; даний рух здійснюється за правилом паралелограма сил при одночасному скороченні переднього та заднього великогомілкових м'язів.

Відведення стопи (рухи у бік п'ятого пальця)

М'язи, що приймають участь у відведенні стопи, розташовані з латерального боку від вертикальної осі гомілковостопного суглоба.

До них відносяться: короткий та довгий малогомілкові м'язи.

Довгий малогомілковий м'яз починається від латеральної поверхні кісток гомілки. Сухожилок його огинає позаду і знизу латеральну кісточку, прикріплюється до основи I і II плесневої кістці. Він згинає, пронує, відводить стопу та укріплює поперечне зведення її.

Пронація стопи

У пронації стопи приймають участь м'язи, розташовані з латерального боку від сагітальної осі, навколо якої відбувається цей рух. Стопу пронує наступні м'язи: 1) довгий малогомілковий; 2) короткий малогомілковий; 3) третій малогомілковий (непостійний).

При пронації відбувається опускання внутрішнього краю і підняття зовнішнього краю стопи.

Супінація стопи

У супінації стопи приймають участь м'язи, що перетинають сагітальну вісь, навколо якої відбувається цей рух, і розташований медіальний від неї. Стопу супінують наступні м'язи: 1) передній великогомілковий; 2) довгий розгинач великого пальця.

При супінації піднімається внутрішній край стопи, а зовнішній опускається. Почергова дія груп м'язів, що проходять біля суглобів стопи і йдуть до неї з гомілки, викликає її коловий рух.

М'язи, що проводять рух пальців стопи

У рухах пальців стопи приймають участь м'язи, що переходять з гомілки на стопу, і м'язи самої стопи. М'язи, розташовані на підошовній поверхні стопи, згинають пальці, а м'язи, що знаходяться на тильній стороні стопи, розгинають їх. До м'язів самої стопи відносяться ті, які починаються і прикріплюються на стопі. Вони досить численні і можуть бути розділені на дві групи: м'язи підошовної поверхні стопи та м'язи тильної поверхні стопи.

М'язи підошовної поверхні стопи

М'язи підошовної поверхні стопи можуть бути розділені на три групи: 1) медіальну; 2) латеральну; 3) середню.

Медіальна група розташована в області медіальної частини подовжнього зведення стопи: прикріплюються до 1-го пальця і є м'язами цього пальця. До них відносяться: *м'яз, що відводить великий палець стопи; короткий згинач великого пальця стопи; м'яз, що приводить великий палець стопи.*

Латеральна група прикріпляється до 5-го пальця стопи і складається з двох м'язів: *м'яза, відвідного мізинець стопи, і короткого згинача мізинця стопи.*

Середня група є найбільш значною. У неї входять: *короткий згинач пальців, квадратний м'яз підошви, чотири червоподібні м'язи, міжкісткові м'язи (три підошовні і чотири тильні).*

Середня група є найбільш значною. У неї входять: *короткий згинач пальців, квадратний м'яз підошви, чотири червоподібні м'язи, міжкісткові м'язи (три підошовні і чотири тильні).*

М'язи підошовної поверхні стопи укріплюють подовжнє зведення її, зближуючи п'яту і дистальні відділи. Поперечне зведення стопи укріплює поперечна голівка м'язу, що приводить великий палець стопи, і сухожильна петля, що складається з переднього великогомілкового та довгого малоогомілкового м'язів. М'язи підошовної поверхні стопи своїм тонусом та функцією підтримують зведення стопи, запобігаючи одній з деформацій її – *плоскостопість.*

М'язи тильної поверхні стопи

На тильній поверхні стопи знаходяться декілька дрібних м'язів, пальців, що є розгиначами, а також сухожилля м'язів передньої групи гомілки. До них відносяться *короткий розгинач пальців стопи і короткий розгинач великого пальця.* При порівнянні м'язів підошовної та тильної поверхні стопи добре видно, що перші значно сильніше, чим другі. Це пояснюється відмінністю в їх функціях. М'язи підошовної поверхні стопи приймають участь в утриманні зведень стопи та в значній мірі забезпечують її ресорні властивості.

М'язи ж тильної поверхні стопи приймають участь в розгинанні пальців при переміщенні стопи наперед (наприклад, під час ходьби і бігу).

1.2.10. Функціональні групи м'язів, що проводять рухи тулуба та шиї

М'язи тулуба та шиї прийнято поділяти за топографо-анатомічною ознакою на *м'язи спини і шийної області, м'яза переднього відділу шиї, м'яза грудей та м'яза живота.*

Функції м'язів тулуба та шиї різноманітні: 1) забезпечення вертикального положення тіла людини; 2) утримання в рівновазі та виконання рухів хребтового стовпа і голови; 3) участь в утворенні стінок грудної та черевної порожнин; 4) підтримка положення внутрішніх органів черевної порожнини та регулювання внутрішньочеревного тиску; 5) виконання дихальних рухів.

М'язові групи, що проводять рухи хребтового стовпа

Хребтовий стовп, а разом з ним весь тулуб, шия і голова можуть виконати наступні рухи: 1) розгинання і згинання (нахили тулуба назад та вперед) навколо поперечної осі; 2) рухи убік (нахили управо та вліво) навколо

передньо-задньої осі; 3) скручування (повороти праворуч та ліворуч) навколо вертикальної осі; 4) коловий рух.

Для здійснення цих рухів необхідно шість функціональних груп м'язів.

Розгинання хребтового стовпа

У розгинанні хребта приймають участь всі м'язи, які розміщені на задній поверхні тулуба. М'язи спини мають декілька шарів. Поверхнево розташованими є трапецієподібний та найширший; під ними знаходяться м'яз, що піднімає лопатку і ромбоподібні м'язи; ще більш глибоко, розташовані задні зубчаті м'язи і м'яз-випрямляч хребта. Проте ті з них, які мають подовжній напрям м'язових волокон, беруть участь більшою мірою в цьому русі, чим м'язи, що мають косий напрям м'язових пучків (найширший м'яз спини).

До м'язів, що розгинають хребтовий стовп, відносяться ті, які перетинають поперечну вісь обертання і розташовані позаду від неї на задній поверхні тулуба та шиї. Основні м'язи з них: 1) трапецієподібний; 2) задні зубчаті м'язи, верхній та нижній; 3) ремінний м'яз шиї та голови; 4) м'яз, що випрямляє хребет; 5) поперечно-остистий м'яз; 6) короткі м'язи спини; 7) великий та малий ромбоподібні.

М'яз-випрямляч хребта йде уздовж хребтового стовпа від крижів до черепа. Цей м'яз є основним розгиначем хребтового стовпа. Він розташовується в поглибленні між остистими і поперечними відростками хребців. У м'язі розрізняють три частини: медіальна - остистий м'яз, який прилягає безпосередньо до остистих відростків; середня - довгий м'яз, який лежить на поперечних відростках хребців і латеральна – клубово-реберний м'яз, пучки якого фіксуються до клубової кістки, крижів і ребер. Окрім розгинання хребта довгий м'яз, доходячи до черепа, сприяє нахилу та розгинанню голови, а клубово-реберний опускає ребра.

Трапецієподібний м'яз розташований поверхнево у верхньому відділі тулуба. Він має форму неправильного чотирикутника. Починається від потиличної кістки, від остистих відростків шийних та грудних хребців, прикріплюється до ключиці і лопатки. У ньому розрізняють три частини: верхню, середню і нижню. М'язові пучки верхньої частини спрямовані донизу, середньою – горизонтально, а нижньою – догори. У зв'язку з цим функції її різноманітні. При опорі на кістках поясу верхньої кінцівки скорочення трапецієподібного м'язу того чи іншого боку викликає розгинання голови, шийного та грудного відділу хребтового стовпа, при цьому зменшується грудний кіфоз та збільшується шийний лордоз (наприклад, положення тіла при стійці «струнко»). Ромбоподібні м'язи розташовані під трапецієподібним. Починаються від остистих відростків шийних і грудних хребців, прикріплюються до хребтового краю лопатки. Коли вони скорочуються при опорі на хребтовий стовп, вони тягнуть лопатку назад і вгору, а при опорі на лопатки, як і трапецієподібний розгинають хребтовий стовп. Недостатній розвиток трапецієподібного та ромбоподібних м'язів може призвести до сутулості і збільшення грудного кіфозу.

Згинання хребтового стовпа

М'язи, які забезпечують згинання тулуба, шиї та голови є всі ті м'язи, що знаходяться попереду від поперечних осей, які проходять через центри міжхребетних дисків та попереду від поперечної осі атланта-потиличного суглобу. До них належать м'язи переднього відділу шиї (як поверхневі, так і глибокі), м'язи живота, а також клубово-поперековий м'яз. Найбільш важливі з них наступні: 1) груднино-ключично-соскоподібний; 2) драбинчасті; 3) довгий м'яз голови і шиї; 4) прямий м'яз живота; 5) косі м'язи живота; 6) клубово-поперековий.

Перші три м'язи відносяться до м'язів шиї і приймають участь в згинанні шийного відділу хребта та нахилі голови вперед; наступні два входять до складу черевного преса і приймають участь в згинанні поперекового відділу хребта. Клубово-поперековий м'яз при фіксованому стегні згинає хребет та таз.

Груднино-ключично-соскоподібний м'яз починається від груднини та ключиці і прикріплюється до соскоподібного відростку скроневої кістки. Функція м'язу складна. При нижній опорі (на ключиці та груднині) двобічне скорочення м'язу утримує голову у вертикальному положенні, згинає шийний відділ хребта. При однобічному скороченні цей м'яз нахилиє голову убік та повертає в протилежному напрямі.

Рух хребтового стовпа убік

Нахил хребтового стовпа убік відбувається за правилом паралелограма сил, при одночасному скороченні згиначів та розгиначів з цього боку. Їм допомагають, працюючи з одного боку: 1) м'яз, що піднімає лопатку (при закріпленій лопатці); 2) квадратний м'яз попереку; 3) міжреберні м'язи; 4) м'язи між поперечними відростками.

Скручування хребтового стовпа

Обертання хребтового стовпа навколо подовжньої осі, або скручування, проводять головним чином наступні м'язи, якщо вони працюють з одного боку: 1) груднино-ключично-соскоподібний (який повертає і піднімає голову в протилежний бік); 2) верхня частина трапецієподібного м'язу; 3) драбинчасті м'язи разом з м'язом, який піднімає лопатку, протилежного боку, які утворюють пару сил, що обертає голову та шию; 4) зовнішній косий м'яз живота спільно з внутрішнім косим м'язом іншого боку; 5) м'язи-обертачі, розташовані між остистими і поперечними відростками; їм допомагають інші глибокі м'язи спини; 6) клубово-поперековий м'яз (при закріпленому стегні).

Слід звернути увагу на те, що при обертанні хребтового стовпа, а разом з ним і всього тулуба в роботі можуть приймати одночасну участь розгиначі того ж боку та згиначі протилежного боку, складові яких утворюють пару сил.

Коловий рух хребтового стовпа

Коловий рух хребтового стовпа (циркумдукція) відбувається при почерговій участі всіх груп м'язів тулуба, що проводять його розгинання, згинання, нахили убік та повороти. Коловий рух може виконуватися верхнім відділом хребтового стовпа в положенні стоячи, коли нижній його відділ разом з тазом та нижніми кінцівками фіксований, або ж нижнім відділом в положенні, наприклад, вису на кистях, коли фіксований верхній відділ.

М'язи живота

Живіт - це частина тулуба, розташована між грудною кліткою і тазом. Порожниною живота є черевна порожнина, стінки якої утворені вгорі діафрагмою, внизу кістками і м'язами тазу та тазовим дном (промежиною). Задню стінку утворює хребтовий стовп і парний квадратний м'яз попереку. Передня і бічні стінки утворені також парними м'язами та їх фасціями. Це парні зовнішні та внутрішні косі, поперечний і прямий м'яз живота. Черевна порожнина містить в собі внутрішні органи (печінку, шлунок, селезінку, підшлункову залозу, кишечник).

Черевний прес. До черевного пресу відносяться всі вище названі м'язи живота, зокрема діафрагма і м'язи тазового дна. Функція м'язів черевного преса різноманітна і складна. Вони приймають участь в рухах хребта (згинання, нахили, скручування), стабілізують його і весь тулуб.

У тому випадку, коли фіксована верхня частина тулуба, вони згинають таз або нахилиють його убік (наприклад, при виконанні багатьох гімнастичних вправ на поперечині, паралельних брусах, коні, а також при стрибку з жердиною тощо).

Відтягуючи грудну клітку донизу, м'язи черевного преса сприяють її опусканню і, таким чином, видиху, а також скорочуючись спільно зі всіма м'язами, що замикають черевну порожнину, зокрема з діафрагмою, підвищенню внутрішньочеревного тиску (спостерігається при натужуванні). Зміна під час дихання внутрішньочеревного і внутрішньогрудного тиску допомагає просуванню венозної крові до серця (позасерцевий чинник кровообігу).

М'язи черевного преса і внутрішньочеревний тиск фіксують положення органів черевної порожнини; сприяють спорожненню внутрішніх органів (сечового міхура, прямої кишки), а у жінок крім того відіграють істотну роль при пологах.

Прямий м'яз розташований спереду безпосередньо праворуч та ліворуч середньої лінії живота. Вона починається від хрящів 5-7 ребер і мечеподібного відростку і прикріплюється до лобкової кістки. Функції її різноманітні. Вона підтримує внутрішньочеревний тиск, приймає участь в утворенні черевного преса є згиначем хребтового стовпа в умовах «долаючої» роботи, тягне грудну клітку донизу, опускає ребра, сприяючи видиху. Цей м'яз має велику площу попереченого перетину, характеризується великою підйомною силою, оскільки у нього велике плече сили відносно до поперечних осей обертання хребтового стовпа, у зв'язку з чим він є найсильнішим його згиначем. Коли верхній відділ тулуба фіксований (проксимальна опора), при скороченні прямого м'яза живота відбувається підняття тазу, що особливо добре помітно під час виконання вправи «кут в упорі».

Зовнішній та внутрішній косі м'язи тонкі, плоскі приймають участь в скручуванні хребтового стовпа. Причому зовнішній косий м'яз повертає корпус в протилежний бік, а внутрішній повертає корпус в той бік на якому він знаходиться. Наприклад, при метанні спису спостерігається скорочення співдружності окремих пучків правим (у правшій) зовнішнім косим і лівим внутрішнім косим м'язами живота, що сприяє скручуванню тулуба навколо

його вертикальної осі.

Поперечний м'яз живота знаходиться під косими м'язами і опоясує всю черевну порожнину, обумовлюючи форму живота (талію), підтримує внутрішньочеревний тиск і сприяє видиху.

М'язи тазового дна закривають вихід з тазу. Вони розділяються на діафрагму тазу та сечостатеву діафрагму. Найбільш крупними м'язами діафрагми тазу є м'яз, що піднімає задній прохід, куприковий м'яз, зовнішній м'яз та м'яз, що стискає задній прохід (зовнішній сфінктер). Сечостатева діафрагма складається з декількох м'язів, в глибокому шарі їх знаходиться сфінктер (зовнішній) сечовипускального каналу і парний глибокий поперечний м'яз промежини.

У гімнастиці, легкій та важкій атлетиці, альпінізмі та інших видах спорту, де має місце натужування, необхідно підбирати спеціальні вправи для зміцнення м'язів тазового дна. Натужування (напруга м'язів живота та підвищення внутрішньочеревного тиску) сприяє кращому виконанню різних вправ, оскільки стабілізує тулуб та внутрішні органи, дозволяє подолати великі опори у вигляді ваги снаряда, ваги тіла суперника та ін.

Стінки черевної порожнини мають неоднакову міцність. У них є місця найменшого опору внутрішньочеревному тиску, через яких можуть виходити внутрішні органи, утворюючи грижі. Такими місцями є: пупкове кільце, біла лінія живота, паховий канал, простір між окремими частинами діафрагми та тазове дно. При ослабленні тонусу м'язів живота, слабкому фізичним розвитку, в старості (малорухливий спосіб життя) може відбуватися опущення внутрішніх органів (птоз), яке супроводжується і порушенням їх функцій.

Грудна клітка

Грудну клітку утворюють грудний відділ хребтового стовпа та 12 пар ребер, що замикаються попереду грудної клітки. З хребтом ребра з'єднуються за допомогою реберно-хребетних суглобів, а з грудниною з'єднуються за допомогою суглобів та хрящових з'єднань. Хрящ I ребра безпосередньо з'єднується з грудниною, а хрящі шести решти ребер (II - VII) з'єднуються з нею за допомогою невеликих груднино-реберних суглобів плоскої форми, попереду та ззаду зміцненні зв'язками.

Передні кінці нижніх (несправжніх) ребер (VIII, IX, X) з грудниною безпосередньо не з'єднуються, вони з'єднуються з хрящами вищерозміщених ребер міжхрящовими суглобами і утворюють реброву дугу. Нижні ребра XI і XII не з'єднуються з вищерозміщеними. Їх називають ребра, що коливаються.

Грудна клітка як ціле. Основними формами грудної клітки є циліндрична, конічна та плоска. Крім цього виділяють широку і коротку, довгу та вузьку форми. Існують перехідні форми. Кут між правою і лівою ребровими дугами називається підгруднинним. При широкій та короткій грудній клітці цей кут має великі розміри, а при вузькій і довгій менші. Форма грудної клітки різна у чоловіків та жінок і пов'язана з особливостями форми та положенням внутрішніх органів. Про форму грудної клітки можна судити по трьом її розмірам: вертикальному, поперечному і передньо-задньому. На форму грудної клітки, а тим більше на її рухливість значний вплив здійснюють тривалі заняття

фізичними вправами. Так, заняття плаванням, лижним спортом, боротьбою та іншими видами спорту призводять до збільшення як розмірів грудної клітки, так і її рухливості на всіх напрямках, заняття гімнастикою сприяють збільшенню рухливості головним чином нижнього відділу грудної клітки, але мало змінюють її розміри; у велосипедистів і ковзанярів зменшені розміри та рухливість цей відділу.

Дихальні м'язи

Механізм зовнішнього дихання (вдих і видих) забезпечує безперервне надходження повітря в легені і видалення його з них. Вдих пов'язаний з розширенням грудної порожнини, в грудній клітці, а видих – із зменшенням її розмірів. М'язи, які беруть участь в диханні отримали назву дихальних.

Всі м'язи, що приймають участь в механізмі дихання, прийнято поділяти на дві групи: м'язи, що проводять вдих, і м'язи, що проводять видих. Основними м'язами вдиху є: 1) діафрагма; 2) зовнішні і внутрішні міжреберні м'язи; 3) м'язи, що піднімають ребра; 4) верхній задній зубчатий м'яз; 5) нижній задній зубчатий м'яз (при діафрагмальному і при повному диханні); 6) квадратний м'яз попереку (за тієї ж умови); 7) клубово-реберний м'яз (за тієї ж умови).

Допоміжними м'язами вдиху є: 1) драбинчасті м'язи: передній, середній та задній (при фіксованій шийній частині хребетного стовпа); 2) груднино-ключично-соскоподібний м'яз (при фіксованій голові); 3) малий грудний м'яз (при фіксованому поясі верхньої кінцівки); 4) підключичний (за тієї ж умови); 5) великий грудний м'яз своєю нижньою частиною (при фіксованій плечовій кістці); 6) нижні пучки переднього зубчатого м'яза (при фіксованій лопатці); 7) передні м'язи шиї - груднино-під'язиковий, груднинно-щитоподібний та ін.

Крім того, збільшенню вертикального розміру грудної порожнини сприяє розгинання хребтового стовпа, головним чином в його грудному відділі. Тому до *допоміжних м'язів* можна також віднести: 8) м'язи, що розгинають хребтовий стовп в грудному його відділі, з яких найбільше значення має м'яз, що випрямляє хребет.

Побічно в розширенні грудної клітки приймають участь: 1) верхня частина трапецієподібного м'язу; 2) ромбоподібні м'язи; 3) м'яз, що піднімає лопатку; 4) ключична голівка груднинно-ключично-соскоподібного м'язу. З цього переліку видно, що при форсованому вдиху в механізмі дихання приймає участь значно більша кількість м'язів.

М'язами, що працюють при видиху є: 1) м'язи живота - безпосередні антагоністи діафрагми; 2) внутрішні і зовнішні міжреберні; 3) підреберні; 4) поперечний м'яз грудної клітки; 5) нижній задній зубчатий м'яз; 6) квадратний м'яз попереку; 7) клубово-реберний м'яз.

Особливу роль в диханні відіграє діафрагма, що є тонким м'язом побудований з поперечно-посмугованої м'язової тканини. Формою вона нагадує неправильний купол, обернений своєю верхівкою догори, у бік грудної порожнини. Діафрагма (грудно-черевна перегородка) відокремлює грудну порожнину від черевної, має ряд отворів, через які проходять життєво важливі утворення (аорта, стравохід, вени). Основною функцією діафрагми є її участь в

диханні. Окрім цього діафрагма сприяє просуванню крові до серця, підсилює перистальтику кишечника і надає масажуючу дію на печінку.

Дихання – це біологічний процес газообміну між організмом і зовнішнім середовищем. Завдяки ритмічному скороченню діафрагми (16-18 разів на хвилину) та інших дихальних м'язів об'єм грудної клітки може збільшуватися (при вдиху), та зменшуватися (при видиху). При розширенні грудної клітки легені пасивно розтягуються, розширюються. При цьому тиск в легенях знижується і стає нижчим атмосферного (на 3-4 мм.рт.ст.). Тому атмосферне повітря, унаслідок різниці тиску, через дихальні шляхи спрямовується в легені. Так відбувається вдих. При глибокому, форсованому диханні, скорочуються не тільки основні дихальні м'язи, але й допоміжні. Видих здійснюється при розслабленні м'язів вдиху і скороченні м'язів видиху. Підведена і розширена при вдиху грудна клітка, через свою тяжкість та при дії ряду м'язів, опускається. Розтягнуті легені завдяки своїй еластичності зменшуються в об'ємі. При цьому тиск в легенів різко зростає і повітря покидає легені. Так відбувається *видих*.

При скороченні м'язових волокон діафрагма опускається, а при розслабленні піднімається. Причому, опускання здійснюється активно, а рух догори, тобто розслаблення і підняття – пасивно за рахунок різниці внутрішньочеревного і внутрішньогрудного тиску та скорочення м'язів живота. Розширення грудної клітки у вертикальному напрямі відбувається переважно за рахунок опускання діафрагми, в тому час, як збільшення її передньо-заднього і поперечного розміру – за рахунок одночасного руху ребер в сторони, вгору і наперед. Відносно до м'язів живота діафрагма може бути або синергістом або антагоністом. Вона є їх синергістом, коли потрібне підвищення внутрішньочеревного тиску (натужування); якщо відбуваються звичайні дихальні екскурсії, вона є їх антагоністом. Положення діафрагми може змінюватися залежно від віку, дихальних екскурсій та положень тіла. Наприклад, при сильному розгинанні хребта (положення «міст»), вертикальний розмір грудної та черевної порожнини збільшується, діафрагма при цьому розташовується вище.

Діафрагма добре піддається тренуванню. Рухливість діафрагми при диханні у спортсменів більше, ніж у тих, що не займаються спортом і може досягати до 10 см.

1.2.11.Морфофункціональний аналіз рухів верхніх і нижніх кінцівок

Анаксагор (V століття до н.е.) вважав, що «людина розумна, бо вона має руки».

Верхні кінцівки

Найбільш важливою частиною верхньої кінцівки є кисть, яка виконує при заняттях спортом хапальні та утримуючі рухи. У кожному суглобі верхньої кінцівки є певне визначене число «ступенів свободи» для здійснення рухів,

залежне від його анатомічної будови (форми суглоба). Тільки три основні суглоби верхньої кінцівки – плечовий, ліктьовий і променево-зап'ястковий в цілому складають сім «ступенів свободи», які дають необмежені можливості функції кисті. У повсякденному житті та під час занять фізичною культурою і спортом частіше здійснюються не ізольовані рухи в одному суглобі, а складні комплексні рухи одночасно в декількох суглобах за участю великого числа м'язів. Наприклад, при ударі по м'ячу у волейболі в русі беруть участь всі суглоби верхньої кінцівки та функціонують м'язи плечового поясу, плеча, передпліччя і кистки, рухи відбуваються навколо різних осей обертання. Крім м'язів велике значення для функції пальців мають тунелі в щільному долонному апоневрозі, що забезпечує безперешкодне ковзання сухожиль, і зв'язковий апарат.

Координувана функція пальців та кисті в цілому і можливість диференціювати предмети за розміром та формою під час роботи на снарядах і зі снарядами визначається м'язово-суглобовим відчуттям (стереогенезом) за допомогою рухового аналізатора і сприйняттями рецепторного апарату шкіри долонної поверхні пальців (тактильний або шкірний аналізатор). Передачі інформації сприяють зворотні імпульси (зв'язки), які виникають в результаті зіткнення пальців з поверхнею спортивного снаряда (м'яч, ядро, жердина, перекладина та ін.), які передаються в постцентральною звивину кори головного мозку.

При необхідності точнішого контролю за виконанням того або іншого руху включається у функцію (окрім вищеназваних) зоровий і вестибулярний аналізатори (наприклад, при закиданні м'яча в кільце). На підставі утворених зорових та інших відчуттів (сприйнять) можливий перехід інформації з різних центрів кори головного мозку на область прецентральної звивини з подальшим розповсюдженням еферентних імпульсів на руховий апарат. Інформація може бути передана і через підкіркові рухові центри.

У роботі верхньої кінцівки розрізняють два види можливих місць опори: проксимальна (верхня) і дистальна (нижня), відповідно до цього функціонують різні м'язові групи. В цілому робота рухового апарату верхньої кінцівки при виконанні фізичних вправ неоднакова.

Основними рухами верхньої кінцівки під час занять фізичною культурою та спортом є наступні:

- *наближення* до тулуба будь-якого предмету (весла у веслуванні та ін.). В цей час у м'язів верхньої кінцівки фіксованою частиною є їх місце початку, тобто проксимальний кінець; вони працюють при верхній опорі. При цих рухах працюють м'язи, які згинають передпліччя та кисть, а також розгиначі та привідні м'язи плеча;

- *відштовхування* від тулуба будь-якого предмету (при штовханні ядра, жиму штанги та ін.). При цьому збільшується відстань між проксимальним та дистальними кінцями верхньої кінцівки, відбувається розгинання в ліктьовому і променево-зап'ястковому суглобах, і згинання - в плечовому. М'язами, що працюють при цьому русі, є згиначі плеча, розгиначі передпліччя, а також

згиначі кисті та пальців; одночасно відбувається рух поясу верхньої кінцівки вперед і вгору, в якому беруть участь відповідні групи м'язів;

- *виконання ударів* (у боксі). В даному випадку рухи верхньої кінцівки можуть бути різноманітними. Так, прямий удар в боксі за характером рухів схожий з тими, які виконуються при відштовхуванні предмету від тулуба. Кисть зігнута в кулак, удару завдають головним чином головками п'ясткових кісток і тильною поверхнею проксимальних фаланг пальців. Велику роль при цих рухах, крім м'язів верхньої кінцівки, зокрема трицепсу плеча та великого грудного, відіграють м'язи поясу верхніх кінцівок, особливо передній зубчастий;

- *махові рухи* використовуються для збільшення радіусу обертання та швидкості руху предмету (при метанні диска, гранати). Під час цих рухів рука утримується у випрямленому положенні. Попереднє відведення її назад, тобто замах, збільшує ступінь розтягування м'язів, що проводять рух поясу верхньої кінцівки вперед і рух в плечовому і інших суглобах самої руки. Сама верхня кінцівка використовується для збільшення радіусу обертання снаряда щодо тулуба. Завдяки цьому відцентрова сила, що набуває тілом під час обертання біля вертикальної осі, що проходить через тулуб, зростає. М'язами, що працюють при метанні є ті, які приводять в рух за напрямом вперед пояс верхньої кінцівки і плечову кістку.

При метанні снаряда робота може характеризуватися як *балістична*, де відбувається різке, швидке долаюче скорочення після попереднього розтягування м'язів. При цьому м'яз дає поштовх ланці і розслабляється, подальший рух продовжується за інерцією. Тут спостерігається послідовний характер роботи м'язів: концентричне скорочення м'язів агоністів (первинних двигунів) для початку руху, далі рух за інерцією, коли активність м'язів мінімальна і ексцентричне скорочення м'язів – антагоністів для уповільнення руху;

- *рухи, які пов'язані з опорною функцією* (у стійці на кистях, упорі на паралельних брусах). При використанні верхньої кінцівки як опори вона утримується у випрямленому положенні за рахунок згинання в плечовому і розгинання в ліктьовому та променево-зап'ястковому суглобах. Вся вага тіла передається на опорну поверхню через кістки верхньої кінцівки. Вони стискаються по їх подовжніх осях. Працюючими м'язами є розгиначі передпліччя (триголовий м'яз плеча та ліктьовий), згиначі пальців і кисті, що оберігають кисть від надмірного перерозгинання в променево-зап'ястковому суглобі. При використанні верхньої кінцівки як орган опори у висі на перекладині, працюють в основному згиначі пальців. Кістки при цьому витримують навантаження на розтягування;

- *наближення тулуба до площі опори або віддалення від неї* (при піднятті та опусканні на перекладині, на кільцях та ін.). Ці рухи виконуються при дистальній опорі верхньої кінцівки. При цьому два суміжні рухи (підтягання та опускання) виконуються одними й тими ж м'язами. Різниця в їх роботі полягає в тому, що в першому випадку вони виконують долаючу роботу, а в другому –

поступливу. Силою, що діє, при опусканні є сила тяжіння всього тіла, а м'язи регулюють утворений цією силою рух. При підтягуванні працюючими м'язами є згиначі передпліччя, а також розгиначі та привідні м'язи плеча. В упорі лежачи напружені трицепс та згиначі плеча (передня частина дельтоподібного м'язу, великий грудний). Чим ближче місце прикріплення м'яза до суглоба, тим менше його обертальний момент, але більше швидкість руху ланки. Те ж саме можна сказати про всі м'язи верхньої кінцівки. Особливо це відноситься до м'язів, що прикріплюються до плечової кістки і йдуть до неї з тулуба (великий грудний, найширший м'яз спини). Якщо вони прикріплюються дистальніше на плечовій кістці, то їх обертальний момент, і, отже, сила з якою вони можуть приводити плече, буде більше, ніж у тому випадку, коли місце їх прикріплення розташоване більш проксимально. Разом з тим амплітуда рухливості плеча при його відведенні в першому випадку буде менша, ніж в другому;

- *локомоторні рухи* верхніх кінцівок, пов'язані з переміщенням тіла в просторі, забезпечує плавання. Гребок рукою сприяє пересуванню тіла, що знаходиться у воді. В даному випадку верхня кінцівка є важелем, рухомим місцем опори якого є вода. Певну локомоторну функцію верхні кінцівки виконують при ходьбі, бігу, стрибках.

Нижні кінцівки

Характерною функціональною особливістю нижніх кінцівок є участь їх в опорі, пересуванні і амортизації. Вільна нижня кінцівка має три крупні суглоби (кульшовий, колінний та гомілковостопний) укріплені потужними зв'язками і м'язами. На нижніх кінцівках багато пристосувань ресорного характеру, пом'якшувальних поштовхи, струси, удари.

Рухи, які виконує нижня кінцівка як цілісний орган під час занять фізичною культурою і спортом вельми різноманітні:

- *опорна функція* нижньої кінцівки виявляється в положенні стоячи з опорою на обидві або одну ногу. У положенні стоячи стопа спирається об землю кісткою п'ятки і головками плеснових кісток. При звичайному стоянні нижня кінцівка розігнута в кульшовому та колінному суглобах, в гомілковостопному знаходиться в середньому положенні між згинанням і розгинанням. У функціональному відношенні суглоби нижньої кінцівки в більшості випадків зв'язані між собою. Наприклад, щоб зігнути колінний суглоб в положенні стоячи, треба зігнути гомілковостопний суглоб та ін.

- *ресорна функція* нижньої кінцівки дуже важлива, оскільки зменшує поштовхи і струси тіла при ходьбі, бігу, стрибках. Вона обумовлена наявністю зведень стопи, м'язів, внутрішньосуглобових зв'язок та менісків.

Стопа є ділянкою тіла безпосередньо дотичній з опорною поверхнею. При опорі, ходьбі та стрибках на стопу доводиться значні навантаження, які потім розподіляються вгору по нижній кінцівці. Під час бігу, сили діють на стопу, перевищують масу тіла в 3 рази. Кісти стопи утворюють два зведення: поперечний і поздовжній. Поперечне зведення визначається у спокої і зникає, коли головки плеснових кісток (створюючих його) стосуються поверхні під час

стояння та переміщення маси тіла. Поздовжнє зведення стопи включає медіальний та латеральний відділ. Він укріплений апоневрозом, зв'язками і м'язами та виконує основну роль в амортизації (ресорна функція). Встановлено, що при стоянні із зімкнутими ногами вага тіла передається на зовнішню частину, а при широкій стійці – на внутрішню частину подовжнього зведення стопи.

Ресорні функції нижньої кінцівки залежать не тільки від стану стопи, але й всієї нижньої кінцівки. У будь-якому приземленні на стопу приймає участь вся нижня кінцівка, як апарат, що амортизує струс, при цьому всі суглоби у момент приземлення виявляються в дещо зігнутому стані, а м'язи, що проводять розгинання в них, рефлекторно напружуються і дозволяють шляхом поступливої роботи виконувати подальший рух в цих суглобах, не допускаючи, проте, крайнього положення. В цілому, вага м'язів нижньої кінцівки у момент приземлення виконують поступливу роботу.

Якщо розглядати ці м'язи від низу догори, тобто за напрямком шляху передачі самого опору, то м'язи, що приймають участь в поступливій роботі наступні: на стопі – всі м'язи підошовної поверхні; в області гомілковостопного суглоба – м'язи, що проходять позаду його поперечної осі (трицепс гомілки, задній великогомілковий, згиначі пальців і малогомілкові м'язи); в області колінного суглоба – чотириголовий м'яз стегна; в області кульшового суглоба – м'яза його задньої поверхні (розгиначі). При приземленні з п'ятки (стрибок в довжину) амортизаційні властивості стопи не виявляються і тому амортизація здійснюється іншими частинами нижньої кінцівки;

- *локомоторна функція нижньої кінцівки* полягає в тому, що проводячи відштовхування від опорної поверхні, вона забезпечує можливість активного переміщення всього тіла в просторі при ходьбі, бігу, стрибках. Аналізуючи рухи опорної ноги, слід виділити згинання стопи, розгинання в колінному та кульшовому суглобах, а також рух тазу в кульшовому суглобі.

Основні м'язи, що приймають участь в пересуванні це: при відштовхуванні – м'язи – розгиначі стегна і м'яза – згиначі стопи в гомілковостопному суглобі (концентричне скорочення); при перенесенні ноги – м'язи – згиначі стегна і м'яза – розгиначі стопи; при приземленні – м'язи – розгиначі гомілки і м'яза – згиначі стопи в гомілковостопному суглобі (ексцентричне скорочення);

- *при ударах (футбол)*, що виконуються нижньою кінцівкою, дистальний її кінець рухається вільно. Подібний рух спостерігається при виконанні ряду гімнастичних вправ, а також при бігу, ходьбі (при перенесенні ноги з положення заднього кроку в положення переднього кроку). У цих рухах активна і пасивна недостатність двосуглобових м'язів відіграє важливу роль, визначаючи рухливість окремих ланок ноги. Коли стопа не закріплена, при ударі спочатку відбувається рух в кульшовому суглобі, а потім в колінному та гомілковостопних суглобах і, нарешті, в суглобах стопи. Ці рухи здійснюються майже одночасно або послідовно один за одним з дуже невеликим інтервалом;

- *при віддаленні тулуба від місця опори* (відбуваються у веслуванні, важкій атлетиці, при піднятті на носки, у велосипедному спорті та ін.). При цьому відбувається розгинання в колінному та кульшовому, та згинання в

гомільковостопному суглобах. Під час веслування, у велосипедному спорті стопа і нахилений вперед таз фіксовані. Тут беруть участь в роботі не тільки м'язи ніг, але й рук та тулуба;

- при відитовхуванні тіла від навколишнього водного середовища (у плаванні) робота нижніх кінцівок має ряд особливостей, залежних від способу плавання. При плаванні способом брас на грудях після попереднього розведення і згинання ніг в кульшовому та колінному суглобі проводиться їх різке приведення та розгинання. Зі всього циклу рухів саме це вимагає найбільшої м'язової напруги. Вони виконуються за участю всіх м'язів (великим, довгим та коротким привідними, тонким, гребінчастим), які забезпечують приведення, також м'язів - розгиначів гомілки та згиначів стопи. При плаванні стилем кроль в кульшовому суглобі виконуються поперемінні рухи стегна вгору і вниз відносно до горизонтальної площини, що проходить через його центр. Робота м'язів, що оточують цей суглоб характеризується тим, що для «верхньої» ноги невелика сила їх скорочення необхідна при русі її вниз до горизонтальної площини, а для «нижньої» ноги - при рухах її вгору до цієї ж площини. Плаванням є особлива фізична вправа, оскільки вода створює опір рухам всіх частин тіла, занурених у воду. Під час руху у воді відбуваються концентричне скорочення м'язів. Сила тяжіння здійснює незначний вплив у воді, тому на суглоби доводиться менше навантаження.

Зміни розташування серця, діафрагми і внутрішніх органів при різних положеннях тіла

Вчителю фізичної культури, тренерів необхідно знати ті топографічні, морфологічні і функціональні особливості внутрішніх органів, які обумовлені зміною положення тіла спортсмена під час виконання різних фізичних вправ.

Зміщення внутрішніх органів при зміні положення тіла досліджується за допомогою контрастної рентгенографії. Для цього безпосередньо в орган вводяться спеціальні контрастні речовини. На початку проводять R-знімок в звичайному вертикальному положенні, а потім при виконанні вправи. За даними рентгенограм оцінюють зміну меж того або іншого органу, використовуючи кісткові орієнтири.

Серце розташовується в середостінні. Форму серця зазвичай порівнюють з неправильним конусом, оберненою основою назад, праворуч і догори, а верхівкою вперед, ліворуч, донизу. Його велика частина знаходиться в лівій половині тіла, а менша - в правій. Верхівка серця лежить на рівні 5-го лівого міжреберного проміжку, дещо назовні від вертикальної лінії, що проходить через середину ключиці.

Положення та маса серця залежать від типу статури, форми грудної клітки, статі та віку людини, положення його тіла в просторі. У жінок частіше, ніж у чоловіків, спостерігається більш горизонтальне положення серця. Величина і маса серця у спортсменів більші, ніж у людей, що не займаються спортом. У перших також більше резервні можливості серця і вище його працездатність.

Велике значення в розташуванні серця має положення діафрагми. У

момент вдиху серце опускається разом з діафрагмою, а при видиху піднімається діафрагмою.

Стінка серця складається з трьох шарів. Внутрішній називається ендокард, середній, - міокард, зовнішній, - епікард. На рівні основ крупних судин епікард переходить в навколосерцеву сумку, яка називається перикардом. Між ним і епікардом знаходиться щілистый простір - порожнина перикарду.

Робота серця пов'язана з функцією міокарду – серцевого м'яза, що характеризується як і скелетні м'язи збудливістю, провідністю та скоротністю. Завдяки наявності провідної системи серця здатне скорочуватися *автоматично*. При тривалих тренуваннях на витривалість міокард гіпертрофується і стає більш працездатним.

При виконанні різних вправ (вис прогнувшись, стійка на кистях, міст та ін.) змінюється форма і положення серця - це призводить до зміни напрямку струму крові відносно до серця і циркуляції крові в організмі в цілому. При виконанні вищеназваних вправ серце спортсмена приймає більш горизонтальне положення і зміщується у напрямі голови від 8 до 6 см. Зміни меж серця, пов'язані з виконанням тих або інших вправ більш виражені на *видиху*, чим на вдиху. Встановлено, що серце в положеннях тіла вниз головою працює інтенсивніше, оскільки до нього пред'являються вищі вимоги (виштовхувати кров в незвичайному для нього положенні). Це свідчить про необхідність строгого дозування таких вправ у спортсменів-новачків і фізкультурників.

Органи черевної порожнини (шлунок, печінка, товстий кишечник та ін.) і тазу (матка і маткові труби) також змінюють своє положення при виконанні фізичних вправ. Так, найбільші відхилення від початкового положення спостерігаються при виконанні стійки на кистях: межа шлунку зміщується краніально на 18-19 см. При цьому значно змінюється форма шлунку. Якщо в положенні стоячи форма шлунку нагадує вид подовженого гачка, то в стійці на кистях він лежить майже горизонтально і має форму рогу.

Людина постійно дихає і, в деяких положеннях тіла, функція дихання може бути утруднена. У нормалізації дихання важливу роль відіграють дихальні м'язи і, особливо, діафрагма. Як відомо положення діафрагми, з одного боку, багато в чому залежить від зсуву внутрішніх органів, але з іншого боку, вона сама може робити істотний вплив на положення органів грудної та черевної порожнин. Рухливість діафрагми при диханні у спортсменів більше (6-8 см), ніж у тих, що не займаються спортом (3-4 см). Основною функцією діафрагми є участь її в акті дихання. Рухи її відбуваються завдяки скороченню м'язової частини, а сухожильний центр пасивно слідує за цим рухом. Значні зсуви діафрагми в положенні людини вниз головою утрудняють її рух при вдиху із-за великого тиску на неї органів черевної порожнини. У зв'язку з тиском печінки на правий купол діафрагми зміщення його більше, ніж лівого. Це відбивається не тільки на зовнішньому диханні, але й на кровообігу. У висококваліфікованих гімнастів зміщення діафрагми значно менше, ніж у початківців. Будучи поперечно-посмугованим м'язом, діафрагма може функціонувати під контролем нашої свідомості і без вольових імпульсів, як

наприклад це відбувається під час сну. Діафрагма добре піддається тренуванню.

Можна відзначити загальні закономірності зсуву внутрішніх органів при русі тіла людини. Під час руху тіла вниз (початок руху, падіння, приземлення) двічі змінюється тиск органів черевної порожнини на її стінки: спочатку воно зменшується, а потім збільшується в порівнянні з початковою величиною. Причому збільшення тиску превалює над його зменшенням, це ефект дії інерційних сил на внутрішні органи, він більше виражений в нижніх відділах черевної порожнини, де м'язи менш розвинені. Тому при постійних динамічних (стрибки) і статичних навантаженнях слабкі м'язи живота можуть з'явитися однією з причин опущення внутрішніх органів. Ступінь прояву інерційної сили внутрішніх органів залежить не стільки від маси тіла, скільки від маси самих цих органів.

РОЗДІЛ 2. ДИНАМІЧНА МОРФОЛОГІЯ

Антропологія (від греч. anthropos - людина) - наука про походження та еволюцію людини, утворенні людських рас і про нормальні варіанти фізичної будови людини.

Морфологія (morphē - форма) людини - це розділ антропології, що вивчає форми та будову організму, його мінливість у зв'язку з віковими, статевими, професійними і територіальними особливостями, а також варіації окремих його частин.

Анатомія (від греч. anatomō - розтинаю) людини - розділ морфології, вивчає зовнішню і внутрішню будову людини.

Динамічна анатомія (gynamikos - що діє) - розділ анатомії, вивчає спортивні, трудові, художні та інші рухи людського тіла.

Основним завданням динамічної анатомії є вивчення анатомії рухів і положень тіла (характеристика роботи м'язів, рухливості в суглобах, зсувів серця, судин та внутрішніх органів залежно від положень тіла). Анатомічні зміни в організмі, які відбуваються при виконанні рухів, причому не тільки адаптаційного характеру, але й результати так званого спортивного відбору, з'ясовує разом з динамічною анатомією (морфологією) і спортивна морфологія.

Історія розвитку динамічної морфології нерозривно пов'язана з анатомією, диференціальною і спортивною морфологією, а також біомеханікою.

Рухи людини цікавили учених з давніх часів. Ще *К. Гален* (130-201 н.е.) експериментально довів, що рухи в суглобах проводять м'язи, які напружуються під контролем свідомості людини. Він ввів поняття про тонус (мимовільна напруга м'язів), а також про антагоністичні групи м'язів.

Абуалі - Ібн - Сино (Авіцена) (980 -1037 н.е.) багато уваги приділяв аналізу положень і рухів людини на основі даних анатомії і механіки.

Бореллі (1708-1779) створив класифікацію локомоторних рухів - переміщень в просторі та виділив три основні види: за способом відштовхування від опори (ходьба, біг, стрибки), за способом відштовхування від навколишнього середовища (плавання) і за способом підтягання до опорної поверхні (лазіння по канату, жердині).

Брати Вебери на початку XIX сторіччя детально вивчали ходьбу.

Брауне і Фішер в кінці XIX століття експериментально на трупах визначили відносну масу частин тіла людини та положення їх центрів тяжіння.

І.М. Сеченов - в книзі «Нарис робочих рухів» (1901) вивчав складні робочі рухи руки, як робочого органу, ноги як опори тіла. На основі цього написав методичні рекомендації з раціональної організації м'язової діяльності.

Н.А. Бернштейн - розкрив вікові особливості ходьби і отримав нові дані з біодинаміки локомоцій.

У розробці наукових основ динамічної анатомії і обґрунтуванні необхідності цих знань для фахівців з фізичного виховання велика заслуга належить *П.Ф. Лесгафту* (1837 - 1909) та його учням. Він опублікував книги: «Теорію тілесних рухів» і «Керівництво з фізичного виховання дітей шкільного

віку», де показав, що фізичні вправи слід вибирати виходячи з будови організму. У 1927 р. послідовники П.Ф.Лесгафта почали читати курс «Теорія рухів», а потім «Біомеханіка фізичних вправ».

П.Ф. Лесгафт писав, що «при вивченні анатомії головним об'єктом повинен бути живий організм, із спостережень над яким повинно виходити всяке вивчення, мертвий же препарат повинен служити тільки перевіркою і доповненням до живого організму, що вивчається». Для працівників фізичної культури і спорту таке вивчення відіграє особливо важливу роль. У своїй практичній діяльності вони мають справу завжди з живою людиною. Тому весь процес вивчення анатомії повинен бути спрямований на пізнання живого людського тіла. Потрібно навчитися визначати на людині найбільш виступаючі кісткові утворення, щілини крупних суглобів, топографію м'язів і розуміти значення останніх для вивчення рельєфу зовнішньої поверхні тіла. Пронамацуючи поверхневі м'язи, необхідно навчитися визначати їх стан.

Михайло Федорович Іваницький (1895 - 1969) - творець оригінальної системи викладання анатомії. Творчо розвиваючи ідеї П.Ф. Лесгафта та інших учених, він з нових функціональних позицій підійшов до створення підручника з анатомії для студентів інститутів фізичної культури, який перевидавався тринадцять разів (у останньому випадку під редакцією Б.А. Нікітюка та ін. учених, 2016 р.).

Головний принцип М.Ф.Іваницького в системі вивчення анатомії - це функціональність і динамічність, тобто розгляд анатомічних чинників крізь призму особливостей рухової діяльності. Так виникла *динамічна анатомія*. Принцип динамічності зажадав вивчення анатомії м'язів у зв'язку з рухами тіла, які вони здійснюють. Динамічну анатомію почали викладати після опису будови опорно-рухового апарату. Спортивні анатоми прийшли до висновку, що в анатомічну оцінку положень і рухів тіла необхідно включити (разом з даними про кістки, м'язи, суглоби) відомості про серце та інші внутрішні органи й адаптацію їх до м'язової діяльності. Це разом з динамічною анатомією (морфологією) вивчає і спортивна морфологія.

Класифікація динамічної морфології

Динамічна морфологія розвиває основні принципи функціональної анатомії в їх додатку до вивчення рухів тіла. Розглядаючи вікові, статеві, соматотипологічні особливості положень та рухів тіла, вона пов'язана з віковою і конституціональною морфологією, з вивченням морфологічних проявів статевого деморфізму.

Динамічна морфологія, вирішуючи складні завдання, нерозривно пов'язані з біомеханікою, а також із спортивною морфологією.

З урахуванням завдань, що вирішуються динамічною морфологією, її підрозділяють на *загальну*, з областю прикордонних знань з біомеханікою, і *приватну*.

Загальна динамічна морфологія - вивчає органи і структури тіла у зв'язку з виконуваним рухом. При цьому розуміється вивчення будови тіла людини на різних структурних рівнях організації - від рівня організму вцілому (макроскопічного) до клітинного і внутрішньоклітинного рівнів

(мікроскопічного) у зв'язку з особливостями рухової діяльності. При аналізі положень та рухів людини руховий апарат розглядається як цілісне утворення у взаємозв'язку з системами його регуляції та забезпечення (функціональна система руху).

Область *прикордонна з біомеханікою* вивчає питання динамічної морфології, пов'язана з положенням центру тяжіння (мас) і об'ємом тіла, видами та умовами його рівноваги, дією важелів тощо.

Приватна динамічна морфологія - розглядає анатомічну характеристику рухів і положень тіла у зв'язку з потребами спортивною, професійною, педагогічною, побутовою та інших видів практики. Ці дані необхідні для вдосконалення спортивної майстерності, вирішення питань виробничих та побутових навичок, успішної розробки нових тренажерних пристроїв в спорті. Розглядаючи з позиції анатомії яке-небудь положення або рух тіла, необхідно добре знати техніку виконання і ясно уявляти собі цільову спрямованість та закономірності даної вправи. Тому приватна динамічна морфологія тісно пов'язана з теорією та методикою фізичного виховання і біомеханікою.

2.1. ЗАГАЛЬНА ДИНАМІЧНА МОРФОЛОГІЯ

Значення даного розділу для тренерів і викладачів з фізичного виховання можна розглядати в двох аспектах – в педагогічному та прикладному (практичному).

Педагогічний аспект полягає в тому, що знання, набуті при вивченні будови та функції опорно-рухового апарату (попередні розділи) не тільки повторюються і закріплюються, але й систематизувалися стосовно завдань спортивної практики.

Прикладне значення очевидне: на основі отримуваних знань формуються навички та уміння самостійного аналізу положень і рухів спортсмена, що допомагає краще зрозуміти вправи та удосконалювати техніку їх виконань.

Вивчаючи динамічну морфологію особливу увагу необхідно звернути на послідовність анатомічного аналізу положень і рухів людини та їх характеристику з позиції законів біомеханіки.

2.1.1.Схема анатомічного аналізу положень і рухів тіла людини

I. *Морфологія положення або руху тіла.* На підставі зорового ознайомлення з виконуваною вправою, за допомогою фотографії або кінограми описується поза виконавця (положення тіла і його окремих частин – тулуба, голови, кінцівок) в просторі. При аналізі рухів дається його загальна характеристика, підрозділ на фази відповідно класифікації рухів, опис окремих фаз.

II. *Анатомо-біомеханічні особливості опорно-рухового апарату.* Характеристика положення або руху тіла з позиції законів механіки дуже важлива для розуміння роботи рухового апарату. Тут розглядаються: сили, що діють; розташування загального центру тяжіння тіла (ЗЦТ) і центру тяжіння

його окремих ланок; площа опори; вид та умови рівноваги; ступінь стійкості; центр об'єму і питома вага тіла людини; анатомічні важелі та блоки.

III. Робота рухового апарату.

1) Стан пасивного рухового апарату: положення ланок тіла в суглобах; величина кутів в суглобах, амплітуда і напрям руху; розташування вертикалі ЗЦТ тіла відносно осей обертання в суглобах; моменти сили тяжіння окремих ланок тіла.

2) Стан активного рухового апарату: визначення функціональних груп м'язів, що забезпечують даний рух або положення; стан м'язів (напружений, розслаблений, укорочений, розтягнутий); характер роботи, що виконується (утримуюча, поступлива, долаюча, балістична); характер м'язової опори (проксимальна, дистальна); напрям рівнодіючої сили м'язів відносно осей обертання в суглобах; відношення між м'язами – антагоністами і синергістами; роль двосуглобових м'язів, особливості моментів сил м'язової тяги при даному положенні ланок тіла в суглобах.

IV. *Особливості механізму зовнішнього дихання, топографії і функції внутрішніх органів.* Оцінка механізму зовнішнього дихання (вдих і видих) та стану систем забезпечення і регуляції рухів пов'язана з топографією, будовою та функцією їх у момент виконання різних рухів в спорті і підтримування певних поз (стрибок на батуті, стійка на кистях та ін.). При цьому оцінюється тип дихання (грудний, черевний, змішаний), положення грудної клітки і екскурсія діафрагми, стан міжреберних м'язів та живота; топографія функція серця та судин; зсув органів черевної порожнини і вплив всіх змін на загальний стан організму людини. А потім аналізується позитивний і негативний вплив даного стану на організм тих, що займаються спортом чи фізичною культурою, особливо дітей.

V. *Висновки та рекомендації.* Відповідно проведеному аналізу надаються практичні поради із застосування вправ особам різного віку та статі, що займаються фізичною культурою і спортом.

2.1.2.Анатомо-біомеханічні особливості опорно-рухового апарату

Сили, що діють. Кожен рух, які здійснює людина, будь-яке положення, яке вона займає, вправа, що виконується, обумовлені взаємодіями зовнішніх та внутрішніх сил.

Зовнішні сили – це сили, що діють на людину ззовні або що виникають при взаємодії із зовнішніми тілами (землею, будь-якими спортивними предметами, супротивником в боротьбі тощо), з цих сил найбільше значення мають сила тяжіння, сила реакції опори, сила інерції і сила опору середовища: кожна з них в біомеханіці характеризується величиною, напрямом та точкою додатку.

При аналізі дії зовнішніх сил мають певне значення три основні закони механіки, сформульовані Ньютоном: закон інерції (I), закон прискорення (II) і закон дії і протидії (III).

Сила тяжіння – це сила, з якою тіло людини притягується до землі. Вона рівна вазі тіла, прикладена в його центрі тяжіння і спрямована донизу.

Сила реакції опори – це сила, що діє на тіло людини з боку площі опори при тиску на неї. При вертикальному положенні тіла сила реакції опори рівна силі тяжіння, але протилежна по напрямку (III закон Ньютона). При ходьбі, бігу, стрибках в довжину з місця вона спрямована під деяким кутом і може бути розкладена на дві складові: вертикальну та горизонтальну. Вертикальна сила реакції опори спрямована вгору і взаємодіє з силою тяжіння, горизонтальна (сила тертя) – є силою, сприяючою переміщенню тіла. Якби не було тертя, людина не могла б ходити, бігати: нога, якою проводиться відштовхування, ковзала б назад і переміщення тіла було б неможливе. Для створення кращих умов тертя – опори при відштовхуванні – легкоатлети застосовують взуття з шипами, а альпіністи використовують пластинки або скоби з довгими виступами для пересування по льодовиках.

Сила інерції або сила опору маси тіла силам, які прагнуть змінити його положення, виявляється переважно в поступальній та обертальній ході. (*Інерція* – це властивість тіла зберігати стан рівномірного прямолінійного руху або спокою, коли сили, що діють на нього, відсутні або взаємно урівноважені)

Сила опору середовища може бути гальмуючою рух (зустрічний вітер) або супутньою йому (плавання за течією річки). Зменшення гальмівного впливу середовища досягається створенням найбільш вигідної обтічної пози (низька посадка і спеціальні шоломи велосипедиста).

Внутрішні сили – це сили що виникають усередині організму. Вони поділяються на пасивні та активні. До внутрішніх *пасивних сил* відносяться: сила еластичної тяги м'яких тканин (зв'язок, суглобових сумок, фасцій м'язів та ін.), сила опору хрящів, кісток, а також сила молекулярного зчеплення рідини, що знаходиться в суглобі.

Одна з основних *активних внутрішніх сил* є сила тяги скелетних м'язів. Величина м'язової сили визначається її фізіологічним поперечником. Напрямок її визначається рівнодіючою силою м'язів і співпадає з напрямом натягнення кісткового важеля, до якого прикріплюється, оскільки при своєму скороченні м'язу наближають початкове та кінцеве місце прикріплення. Точкою додатку м'язової сили є центр фіксації м'яза на рухомій ланці. Якщо сили, що діють на тіло урівноважені, то тіло знаходиться у спокої. Кожна з сил може бути рушійною та гальмуючою. Наприклад, сила тяжіння при русі (стрибок) донизу є рушійною силою, а при русі вгору – гальмуючою.

Загальний центр тяжіння людини (ЗЦТ) або загальний центр мас (ЗЦМ) тіла – це точка додатку рівнодіючих всіх сил тяжіння складових його частин (ланок тіла). Коли говорять «центр тяжіння людського тіла» і мають на увазі живу людину, то мають на увазі не геометричну точку, а лише сферу, в якій вона розташована. Кожна частина тіла людини при певній масі і специфічному розташуванні її має власний центр тяжіння. Так, центр тяжіння голови розташований на 7 мм позаду турецького сідла, центр тяжіння тулуба знаходиться у верхнього краю першого поперекового хребця.

Розташування ЗЦТ тіла людини залежить від багатьох чинників: віку, статі, розвитку мускулатури, форми хребта, статури та ін. Розташування ЗЦТ тіла змінюється також при різних позах та рухах ланок людини, при зміні

кровообігу, дихання, травлення, в період вагітності та ін. При цьому усередині тіла відбувається перерозподіл його маси, що позначається на положення ЗЦТ.

У новонароджених ЗЦТ розташовується на рівні 5-6 грудних хребців. У чоловіків ЗЦТ знаходиться на рівні 3-го поперекового – 5 крижового хребця, а у жінок на рівні 5-го поперекового до 1-го куприкового. У літньому віці положення ЗЦТ тіла залежить, крім усього іншого, від особливостей постави. При доліхоморфних пропорціях тіла ЗЦТ розташовується відносно нижче, ніж при брахіморфних. При переважному відкладенні підшкірного жирового шару в області тазу та стегон (у жінок) ЗЦТ тіла знаходиться нижчим, ніж при більш рівномірному його розподілі. Особливості пропорцій тіла та розподілу м'язової маси у спортсменів різних спеціалізацій також обумовлюють відмінності в положенні ЗЦТ тіла. У плавців розташування його вище, чим у тенісистів, а у велосипедистів нижче; у футболістів нижче, ніж у баскетболістів. При анатомічному аналізі рухів важливо знати *траєкторію* (переміщення) центру тяжіння. Без цього неможливо визначити ні швидкість, ні прискорення, ні зусилля, що випробовується тілом або його окремими ланками при виконанні руху (стрибок в довжину, висоту). Для визначення траєкторії ЗЦТ тіла при русі користуються малюнками, кінограмами, відеозйомками.

У сучасній біомеханіці введено поняття геометрія мас тіла. Термін "геометрія мас" був запропонований французом Антоном де ля Гупійером в 1987 р. В даний час геометрію мас тіла учені характеризують як розподіл біоланок тіла людини в просторі щодо соматичної системи відліку, що включає дані про місце локалізації загального центру мас, моментів інерції біоланок щодо їх осей і площин обертання, еліпсоїдів інерції і ряду інших показників.

Маса тіла є фізичною мірою енергії, тому закономірності її формування в онтогенезі фактично визначають закони розвитку та становлення енергетичного потенціалу організму дітей і підлітків. Результати досліджень свідчать про те, що в ході онтогенетичного розвитку у людини змінюється не тільки масо-зростові показники, але й геометрія мас тіла. У зв'язку з цим є підстави припускати, що кожній геометрії мас тіла людини в період розвитку відповідають певні закономірності нейрогуморального, ендокринного та іншого забезпечення.

Місце положення ЗЦТ людини у багатьох випадках є вирішальним чинником рівноваги. Для з'ясування рівноваги важливо визначити проекцію ЗЦТ на площу опори. Для цього знаходять лінію гравітації - уявну вертикальну лінію, проведену з центру тяжіння тіла до площі опори.

Площа опори визначається площею опорних поверхонь тіла і величиною простору ув'язненого між ними. Від неї залежить стійкість людини. Площа опори збільшується при широкій стійці, при опорі на лижні палиці, милиці тощо. Площа опори завжди враховується при анатомічному аналізі фізичних вправ.

Види і стійкість рівноваги. Розрізняють рівновагу стійку, при цьому центр тяжіння знаходиться нижчим за площу опори (вис на кільцях). І нестійку (обмежено стійку) - центр тяжіння вищий за площу опори (стоячи або сидячи; колінно-кистьове тощо).

Стабільність рівноваги (або ступінь стійкості) тіла визначається трьома чинниками: 1) величиною площі опори; 2) висотою центру тяжіння від площі опори; 3) розташуванням лінії гравітації відносно площі опори. Чим більша площа опори, чим нижче розташований центр тяжіння і чим ближче до центру площі опори проходить лінія гравітації, тим більш стійка рівновага. Якщо лінія гравітації йде за площу опори, то людина втрачає рівновагу.

Кількісною характеристикою ступеня стійкості тіла є *кут стійкості*. Він утворений вертикаллю, опущеною з ЗЦТ тіла і лінії дотичної, проведеної з нього до краю площі опори. Чим більше кут стійкості, тим стійкість тіла більша. Величина кута стійкості визначає можливості переміщення тіла без втрати рівноваги.

Для аналізу рухів під час плавання та визначення гідродинамічних якостей плавця необхідно мати поняття про центр об'єму. *Центром об'єму* називається точка додатку сил тиску води на тіло людини. Він знаходиться дещо вище (на 2-6 см) ЗЦТ тіла. Якщо вертикаль загального центру об'єму тіла співпадає з вертикаллю ЗЦТ, або близько розташованих до нього, то можна легко зберегти у воді горизонтальне положення. Для цього людина в спокійному стані, лежачи на воді може витягнути руки вгору, закласти їх за голову і спокійно дихати.

Знаючи об'єм та вагу людини можна визначити його *питому вагу*, яка є точнішою кількісною характеристикою фізичного розвитку людини та міцності організму. За динамікою питомої ваги можна судити про ступінь тренуваності спортсмена, про посиленний розвиток м'язової або жирової маси.

Пара сил, плече сили, момент сили м'язу, що обертається

У біомеханіці розрізняють два види рухів: обертальні та поступальні. Обертальні або ротаційні – це рухи в суглобах (згинання, розгинання та ін.). А поступальні або локомоторні – це переміщення тіла в просторі (ходьба), які відбуваються в результаті ротаційних рухів в суглобах. Обертання в суглобі є результат дії *пари сил*, де однією силою є м'язова тяга, а іншою – опір, який надає даній кістці сусідня кістка, що з'єднується з нею. Сила опору спрямована паралельно і протилежно м'язовій силі. Наприклад, при розгинанні гомілки м'язова тяга чотириголового м'язу стегна спрямована вгору, а сила опору стегнової кістки відносно до великогомілкової, спрямована донизу. Плече сили (перпендикуляр, опущений з осі обертання на напрям дії сили) чотириголового м'язу збільшується за рахунок надколінника.

Функція будь-якого м'язу залежить не тільки від сили, але й плеча сили. Відношення величини сили на її плече називається обертальним моментом сили м'язу. Вцілому обертальний момент м'язу обумовлений дією і інших сил. При цьому *сила тяжіння* сегменту розглядається як протидіюча сила, викликана дією сили тяжіння на частину тіла, визначувана як маса (вага) цієї частини тіла, а плече протидіючої сили – як відстань, виміряна по перпендикулярній прямій, від осі обертання до точки, яка є центром мас вказаної частини тіла. Точка додатку сили визначається місцем прикріплення сил, що діють, а точка додатку опору – центром опору (гравітації) і можливою додатковою зовнішньою тяжкістю. Момент сили, протидіючої руху кінцівки, може бути збільшений як за допомогою додаткового вантажу, так і за рахунок плеча дії сили (Рис.13.).

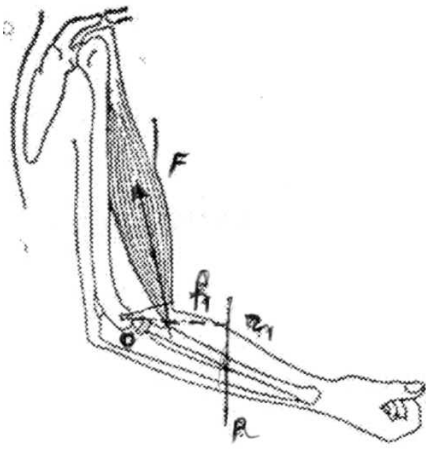


Рис. 13. Дійсне плече сили (Of_1) двоголового м'язу плеча при його дії на передпліччя (важіль) і дійсне плече опору, в даному випадку гравітації, важеля передпліччя (Or_1), що обертається навколо точки опори в центрі ліктьового суглоба

F — м'язова сила; R — опір (гравітація).

При цьому концентричне скорочення м'язів забезпечує утворення рушійного моменту, який перевищує протидіючий момент сили. Ексцентричне скорочення м'язів забезпечує утворення обертового моменту, який менше протидіючого моменту сили. При ізометричному скороченні м'язів забезпечується утворення рушійного моменту, рівного протидіючому моменту сили. Отриманню чіткого уявлення в різноманітті функцій ОРА допомагає аналіз рухів, які виконуються з точки зору: кісткових важелів, завдяки яким здійснюється тяга м'язів; площин, в яких проводяться рухи; а також структури окремих рухів. Певне значення для правильної побудови рухів має вивчення характеру діяльності м'язів (динамічний, статичний), з урахуванням місця їх прикріплення та біомеханічних особливостей, якими відрізняється функція кінцівок і тулуба.

2.1.3. Анатомічні важелі та блоки

З біомеханічної точки зору ОРА людини є складною структурою, яка складається з окремих сегментів. Кожен з цих сегментів можна розглядати як важіль (непохитна деталь), оскільки сегменти тіла людини характеризуються необхідними властивостями, що властиві важелю в механіці. Іншим механічним пристосуванням яким природа наділила людину для збільшення ефективності м'язової сили є простий блок.

Анатомічними блоками служать кісткові виступи, сесамовидні кістки або зв'язки, які огинають м'язові сухожилки та змінюють їх хід. З їх допомогою здійснюється тільки зміна напрямку м'язової сили без зміни її величини. Прикладом анатомічного блоку є надколінна чашка, розташована в сухожилку чотириголового м'язу стегна. Надколінник відокремлює цей м'яз від центру руху суглоба та змінює кут її місця прикріплення. В результаті цього чотириголовий м'яз діє вже за сприятливіших біомеханічних умов. У людини важелі та блоки використовуються як основний механізм для перетворення сили на ефективний рух. Кожен важіль має чотири компоненти: тверде тіло, точку опори та дві сили прикладені до твердого тіла. Тіло людини має свої живі важелі, в яких твердим тілом виявляється кістка; точкою опори служить контактна суглобова поверхня зі своєю віссю обертання; і на кістку діють сила опору (наприклад, сила тяжіння частини тіла, вага спортивного снаряда, сила дії партнера) і сила обертання важеля є результатом скорочення скелетних

м'язів.

Залежно від взаєморозташування цих компонентів розрізняють три види важелів (Рис.14.).

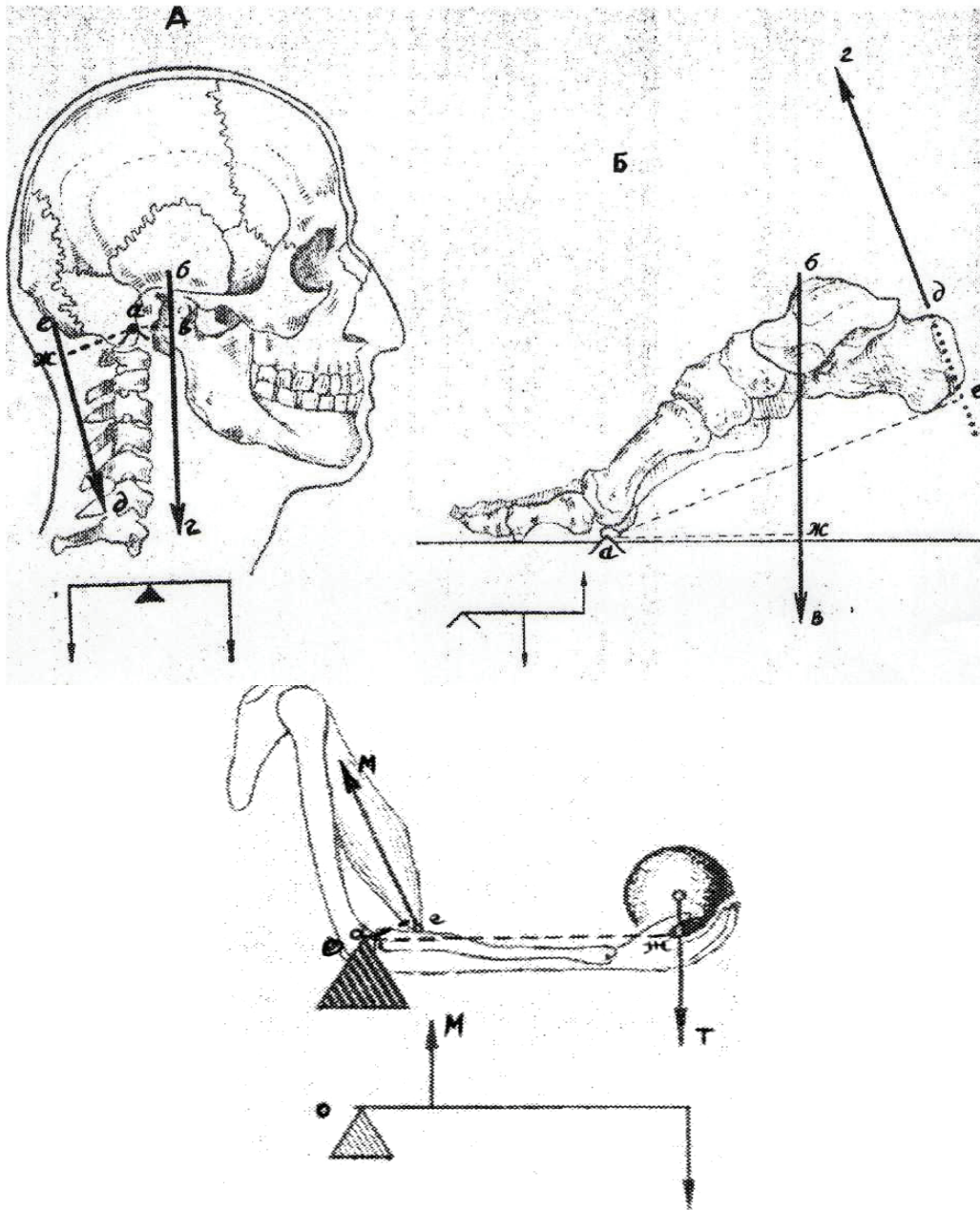


Рис.14. Приклади важелів

A – голова як важіль першого роду:

a – поперечна вісь атланта-потиличного суглобу;

бг – напрям сили тяжіння голови

ед – напрям сили м'язової тяги

ав – плече сили тяжіння, аж – плече сили м'язової тяги.

Б – стопа як важіль другого роду:

a – точка опори, д – точка додатку сили м'язової тяги, бв – напрям сили тяжкості

дг – напрям рівнодіючої сили м'язової тяги, ае – плече сили м'язової тяги, аж – плече сили тяжіння

В – передпліччя як важіль третього роду:

О – вісь обертання, М – напрям м'язової тяги, Т – напрям сили тяжіння.

Пунктирними лініями показані плечі сили м'язової тяги (ае) і сили тяжіння (аж)

Відносно рухового апарату людини *важіль I роду* називають важелем рівноваги, де точка додатку м'язової тяги та точка опору знаходяться по різні боки від точки опори (від суглоба). Прикладом *важеля I роду* може служити голова, яка спирається на атлант (точка опори). Вага голови (її лицьова частина) знаходяться по один бік атланта-потиличного суглобу, а місце додатку сили потиличних м'язів до потиличної кістки – з іншого боку.

Рівновага голови досягається за умови, коли обертальний момент сили (відношення сили потиличних м'язів на довжину плеча сили, рівну відстані від точки опори до місця додатку сили), що додається, відповідатиме обертальному моменту сили тяжіння передньої частини голови (відношення сили тяжіння на довжину плеча, яка рівна відстані від точки опори до точки додатку сили тяжіння)

У *важеля II роду* і точки додатку м'язової сили, і точка опору (сили тяжіння) знаходяться з одного боку від точки опори (осі суглоба). У біомеханіці виділяють два різновиди важеля другого роду (умовно їх назвемо важіль другого і третього роду).

У *першого виду важеля II роду* (важелі сили) плече додатку м'язової сили довше за плече опору (наприклад, стопа людини). Плече додатку сили трицепсу гомілки (відстань від горба п'ятки до точки опори – головок плесневих кісток) довше за плече додатку сили тяжіння (від осі гомілковостопного суглоба до точки опори). У цьому важелі є виграш в силі (важіль довший), що додається, і програш в швидкості переміщення сили тяжіння (важіль коротший).

У *другого виду важеля II роду* (*важеля швидкості*) плече додатку м'язової сили буде коротше за плече опору (додаток сили тяжіння). Плече від ліктьового суглоба до місця прикріплення сухожилку двоголового м'яза коротше, ніж відстань від цього суглоба до кисті, де знаходиться додаток сили тяжіння. В цьому випадку є виграш в швидкості і розмаху переміщення кисті (плече довше) та програш в силі, що діє на кістковий важіль (коротке плече додатку сили).

І в той ж час, передпліччя є важелем I роду при розгинанні в ліктьовому суглобі, що супроводжується скороченням трицепсу плеча. В цьому випадку точка опори (центр руху ліктьового суглоба) буде знаходитися між точкою додатку сили (місце прикріплення сухожилля трицепсу до ліктьового відростка ліктьової кістки) та точкою додатку опору (центр тяжіння передпліччя). Вся верхня кінцівка може служити прикладом важеля третього роду, якщо випрямлену руку відвести в плечовому суглобі. Точка опори – центр (вісь) руху суглоба, точка додатку сили знаходитиметься в місці прикріплення дельтоподібного м'язу до плечової кістки, точка додатку опору співпадає з центром тяжіння всієї руки.

Аналіз анатомічних важелів тіла людини показує, що плече сили в більшості випадків коротше за плече опору, тобто анатомічні важелі є пристосуваннями для вигравання в швидкості та об'ємі руху за рахунок сили. У спорті за допомогою важеля, залежно від його виду, можна виграти в силі за рахунок відстані (об'єм руху) та в розмаху і швидкості за рахунок сили. При важелях діє принцип збереження роботи, виражений основним правилом

механіки: скільки виграно в силі, стільки втрачено в швидкості, і навпаки. Наприклад, під час згинання передпліччя скорочуються м'язи, рівнодіюча сила яких проходить попереду поперечної осі ліктьового суглоба. Плече рівнодіючої сили становить приблизно 2 см, а плече сили тяжіння (якщо людина утримує кисть при зігнутому передпліччі вантаж 16 кг), приблизно 20 см, тобто плече сили опору в 10 разів більше, ніж плече м'язової сили. Умовою рівноваги є рівність моментів цих двох сил, що обертаються. Звідси зрозуміло, чому при підйомній силі м'язів–згиначів передпліччя дорівнює приблизно 160 кг, нетренована людина може утримати при зігнутому передпліччі тільки приблизно 16 кг. В даному випадку, $160 \times 2 = 16 \times 20$, тобто кожен момент обертання дорівнює 320.

2.1.4. Робота рухового апарату

Для характеристики пасивної частини рухового апарату визначають положення ланок тіла в суглобах, об'єм, напрям руху і величину кутів в суглобах. Остання визначається за допомогою кутоміра (гоніометра) або іншого спеціального приладу. Результати порівнюються з нормальними величинами. Точніші дані щодо функцій суглобів і положення кісток дають рентгенівські знімки.

Важливе значення у функції суглобів має зв'язково-капсульний апарат. Зміцнюючи суглоби, зв'язки одночасно відіграють роль гальма, обмежуючи рухливість кісток, що з'єднуються. За допомогою систематичних вправ можна збільшити еластичність зв'язкового апарату та ступінь рухливості в суглобах. При малорухливому способі життя та в старості амплітуда рухів в суглобах значно знижується.

Для руху в суглобах необхідні певні м'язові зусилля. В умовах людського тіла прикладені м'язові сили приведуть його частини в рух тільки в тому випадку, якщо вони впливають на кістковий важіль під кутом. Необхідно, щоб лінія натягнення м'язу складала з механічною віссю відповідного сегменту деякий кут для пересування його. Але навіть коли м'яз тягне сегмент під кутом, зазвичай не вся, а тільки частина її сили використовується для отримання руху. Вважається, що м'язова сила має дві складові частини.

Одна ротаційна або робоча, така, що викликає обертання кісткового важеля. У неї напрям м'язової тяги перпендикулярний механічній осі сегменту.

Друга частина не ротаційна (не робоча). Її лінія дії співпадає з механічною віссю сегменту і може призвести до стабілізуючого ефекту. Завдяки стабілізуючій функції, м'язи, доповнюючи капсули і зв'язки, зміцнюють суглоби. Це особливо відноситься до суглобів великої рухливості та з порівняно слабкими зв'язками, прикладом є плечовий суглоб. Він зміцнений такими м'язами як дзьобо-плечовий і підлопатковий, які при всіх позиціях суглобу залишаються майже паралельними кістковому важелю, до певного кута руху в суглобі. В більшості випадків ротаційна функція м'язів збільшується за рахунок наявності різних анатомічних блоків (наприклад, дельтоподібна горбистість на плечовій кістці).

Стабілізуюча функція окремих м'язів сприяє збереженню певної пози (положення) при виконанні певного цілеспрямованого руху. Наприклад, при віджиманні, основні активні м'язи випрямляють руку в ліктьовому суглобі. Але цей рух було б неможливо виконати без роботи м'язів, що забезпечують міцне і стійке положення ліктьового та плечового суглоба, – це робота стабілізаторів (позних м'язів) на зменшення ступенів свободи біомеханічної системи верхньої кінцівки; проте, без роботи мускулатури хребта та м'язів ніг, скорочення яких підтримує незмінене положення тулуба, нижніх кінцівок та дозволяє стопі бути точкою опори, неможливо було б виконати віджимання.

Нерідко м'язи – двигуни володіють однією загальною дією, а інша їх дія може бути взаємно протилежною. Так, наприклад, ліктьовий і променеві розгиначі кисті володіють загальною дією – розгинання кисті, в той же час вони мають і іншу дію одних – це променеве відведення, а других – ліктьове відведення (приведення) кисті. Коли ці м'язи скорочуються одночасно (агоністи), виходить розгинання кисті, при цьому їх ліктьове та променеве відведення нейтралізуються. В цьому випадку їх називають м'язами нейтралізаторами. Таким чином, робота рухового апарату здійснюється м'язами: агоністами, синергістами, антагоністами, стабілізаторами і нейтралізаторами.

Значення сили м'язів і розташування центру тяжіння для збереження стійкої рівноваги тіла людини

У всіх випадках вертикального положення тіла людини збереження рівноваги є головним завданням, оскільки інакше воно падає. Тіло стоїть тим міцніше, чим ширше його площа опори, чим нижче розташований центр тяжіння і чим ближче до центру площі опори розташована лінія гравітації. Проте, напружуючи відповідні м'язові групи, ми можемо утримати тіло (у певних межах) навіть тоді, коли проекція центру тяжіння виведена за межі площі опори (сильний нахил тулуба вперед, в сторони тощо). Статичні і динамічні моменти дії мускулатури знаходяться в прямому зв'язку з положенням центру тяжіння тіла. Оскільки центр тяжіння тіла розташовується приблизно на рівні II крижового хребця позаду поперечної лінії, що сполучає центри кульшових суглобів, то ймовірність тулуба (разом з тазом) перекинутися назад протистоять м'язи і зв'язки, які зміцнюють кульшові суглоби спереду. Так забезпечується рівновага всієї верхньої частини тіла людини, що знаходиться на ногах у вертикальному положенні.

Ймовірність тіла впасти вперед при стоянні пов'язана також з проходженням вертикалі центру тяжіння попереду (на 3-4 см) від поперечної осі гомілковостопного суглоба. Падінню протистоять дії м'язів задньої поверхні гомілки. Якщо гравітаційна лінія центру тяжіння переміститься ще далі наперед, то від сильного скорочення трицепсу гомілки п'ята підводиться, відривається від площини опори і тоді прямовисна лінія центру тяжіння переміщається вперед і опорою служить пальці стопи; рівновага утримується всіма м'язами гомілки і стопи.

Особливості функції багатосуглобових м'язів

М'язи, які охоплюють два і більш за суглоби, мають деякі особливості в процесі рухової діяльності. При скороченні м'яз зазвичай коротшають приблизно на 50% від своєї довжини в спокійному розслабленому стані. Для односуглобових м'язів цього достатньо для здійснення повного об'єму руху в суглобі, над яким вона перекинута. У багатосуглобових м'язів ці співвідношення різні. Коли багатосуглобовий м'яз при скороченні закінчить повний об'єм руху в одному з суглобів, над яким він перекинтий, його сила і скоротлива здатність стає недостатньою для закінчення руху в решті суглобів. Місця прикріплення м'язу виявляються близько одне до іншого, м'яз частково розслаблений і при такому положенні він не може розвинути достатньої сили. У таких випадках говорять про активну *недостатність багатосуглобових м'язів*. Так, наприклад, згиначі пальців кисті проходять над променево-зап'ястковим, п'ястно-фаланговими та міжфаланговими суглобами пальців. При повному згинанні променево-зап'ясткового суглоба (біля 90°) ці м'язи вже не мають достатньої сили для здійснення повного об'єму і сили руху в п'ястно-фалангових і міжфалангових суглобах, тобто при повному згинанні кисті в променево-зап'ястковому суглобі пальці не можуть повністю стиснутися в кулак. У односуглобових м'язах, м'язи-антагоністи (в даному випадку розгиначі кисті) можуть дати можливість зробити повний об'єм згинання в суглобі.

Якщо ж розтягнути багатосуглобовий м'яз шляхом здійснення повного антагоністичного руху в одному із суглобів, над яким він перекинтий, то довжина його вже недостатня, щоб провести рухи в інших суглобах над якими він проходить. Цей стан називають *пасивною недостатністю багатосуглобових м'язів*. Прикладом можуть служити двосуглобові розгиначі кульшового суглоба (двоголовий м'яз стегна, напівперетинчастий і напівсухожилний), які перекинуті над кульшовим і колінним суглобами (для останнього вони – згиначі). Якщо ці м'язи розтягнути шляхом розгинання в колінному суглобі, то їх довжина буде недостатньою для здійснення повного згинання в кульшовому суглобі. Якщо в початковому положенні лежачи на спині розігнути ногу в колінному суглобі, а потім зігнути в кульшовому, то згинання досягне кута 90°. Якщо ж зігнути ногу колінному суглобі і згадані двосуглобові м'язи привести в стан розслаблення шляхом наближення їх місць прикріплення, то згинання в кульшовому суглобі може бути здійснене в повному об'ємі – до 125-130°. Достатнє ознайомлення з проявами активної і пасивної недостатності м'язів має важливе значення при заняттях спортом, фізичною культурою і фізичною реабілітацією. Воно розкриває можливості дозованого тренування певних м'язових груп та збільшення амплітуди руху в суглобах.

У висновках і рекомендаціях відповідно повному анатомічному аналізу рухів і положень тіла даються поради з оптимізації методів фізичної дії на людину (у тому числі і в цілях фізичної реабілітації), з вдосконалення спортивної техніки та гармонійному розвитку організму людини.

2.2. ПРИВАТНА ДИНАМІЧНА МОРФОЛОГІЯ

Анатомічний аналіз положень і рухів людини, а також фізичних вправ, які виконуються повинен сприяти:

1. Оптимізації впливу методів фізичної дії на організм людини (зокрема в лікувальній меті та на користь реабілітації).
2. Допомогати розробці методичних рекомендацій для ефективнішого і економнішого використання резервних можливостей організму.
3. Сприяти вдосконаленню спортивної техніки.
4. Сприяти гармонійному розвитку організму людини.

У цьому розділі розглядаються анатомічна характеристика положень тіла, поступальної і поступально-обертальної ходи.

2.2.1. Анатомічна характеристика положень тіла спортсмена

Положень тіла, в яких може знаходитися спортсмен, дуже багато. Положення тіла умовно відносять до статичних положень, при яких взаємно врівноважуються зовнішні сили: сила тяжіння і сила реакції опори. Умови рівноваги в цих положеннях залежать від взаємного розташування ланок тіла щодо один одного і щодо площі опори. Разом з цим збереження будь-якого положення тіла забезпечується напругою і силою м'язів (внутрішні сили). При цьому, чим більше момент сили тяжіння ланок, тим велике навантаження припадає на м'язи, що зберігають їх в певному положенні.

Все різноманіття положень тіла, що виконуються спортсменом можна класифікувати таким чином.

1. *Орієнтацією в просторі* (вертикальне, горизонтальне, в нахилі, головою вниз та ін.).
2. *Позою* (розташуванням окремих частин тіла відносно один до одного).
3. Залежно від розподілу навантаження на праву та ліву половину тіла положення діляться на *симетричні* і *асиметричні*. При симетричних положеннях, до яких відносяться багато видів стійок, де робота рухового апарату однакова для правої та лівої половини тіла. Асиметричні положення (стійка боксера, фехтувальника) характеризується нерівномірною участю в них правої та лівої половини тіла.
4. Розташування і проекція *центру тяжіння* та *величини площі опори* відіграють вирішальну роль в утриманні рівноваги при виконанні багатьох фізичних вправ.
5. За видом *рівноваги* положення тіла – положення стійкої та нестійкої (обмежено стійкої) рівноваги.
6. За відношенням до *опорної поверхні* розрізняють положення тіла з нижньою опорою (положення стоячи, гімнастичний міст), з верхньою опорою (виси на кільцях, на перекладині) та із змішаною опорою (положення на паралельних брусах, їзда на велосипеді).
7. Залежно від *характеру опори* зовнішні сили можуть діяти на стиснення (утримання штанги), на розрив (вис на кільцях), на вигин (місток), на скручування (момент метання молота). Це обумовлює певні особливості в

роботі рухового апарату, у функціонуванні кардіореспіраторної системи, внутрішніх органів та інших систем організму.

Положення стоячи

Положення стоячи - це природне звичне для людини положення тіла, вироблене в процесі тривалої еволюції. Його підтримка пов'язана в першу чергу з проблемою рівноваги, яка залежить від багатьох зовнішніх і внутрішніх чинників. У положенні стоячи тіло знаходиться у вертикальному положенні, голова тримається прямо, руки опущені уздовж тіла, ноги випрямлені, п'ятки зімкнуті, носки розведені (приблизно під кутом 60-65°), положення тіла - симетричне. Воно є робочою позою, початковим та кінцевим положенням для багатьох рухів і фізичних вправ. Стояння відноситься до положень тіла з нижньою опорою.

Площа опори утворюється площею підошовної поверхні стоп та площею простору, ув'язненого між ними. Сила реакції опори рівна силі тяжіння, але спрямована протилежно. Сила тяжіння при стоянні спрямована донизу і діє стискаючим чином на ланки тіла. Чим ближче ланка до опорної поверхні, тим більше момент сили тяжіння. Тому найбільше навантаження випробовують нижні кінцівки, особливо стопа. Головним місцем опори стопи є нижня поверхня горбка п'ятки, голівки плесневих кісток та пальців.

Якщо в положенні стоячи відводити тіло назад або вперед, то сила тиску на різні частини стопи змінюватиметься. Центр тяжіння знаходиться вищим за площу опори. Тому людина знаходиться в нестійкому або обмежено стійкому положенні. Стійкість буде більша, якщо стопи розташовані ширше за плечі і на ногах - взуття з жорсткою підошвою. Якщо вертикаль ЗЦТ тіла вийде за межі площі опори, то тіло втратить рівновагу. Залежно від розміщення вертикалі ЗЦТ тіла ближче до переднього або заднього краю опори розрізняють 3 види положення стоячи: антропометричне, спокійне, напружене.

Антропометричне положення є початковим при вимірюваннях зросту людини і окремих ланок його. При цьому тіло дещо відхилене назад та стикається зі зростоміром областю між лопаток, сідниць і п'яток, голова тримається прямо, у фронтальній площині, тім'я направлене вгору. ЗЦТ тіла знаходиться приблизно в площині поперечних осей крупних суглобів кінцівок. Навантаження на м'язи, розташовані спереду та позаду від осей суглобів, розподіляється більш менш рівномірно. Це положення вимушене, малозручне і утомливе, у зв'язку з неоднаковим розвитком м'язів нижніх кінцівок попереду і позаду (особливо на гомілці) та з тим, що вертикаль центру тяжіння розташована ближче до задньої межі площі опори (рис. 15).

Спокійне положення (за командою «Вільно») зручне і наближається до звичного невимушеного для кожної людини способу тримати своє тіло в просторі (постава). Голова при спокійному положенні дещо нахилена вперед, грудний кіфоз збільшений, ребра опущені, навантаження на м'язи – розгиначі хребта не великі. Проекція центру тяжіння знаходиться приблизно в середині площі опори, положення стійкіше, ніж антропометричне.

Напружене положення – тулуб випрямлений і дещо виведений вперед. Вертикаль ЗЦТ тіла проходить поблизу передньої межі площі опори.

У зв'язку з цим, для утримання тіла у вертикальному положенні, м'язи розташовані на задніх поверхнях тулуба та суглобів нижньої кінцівки, повинні знаходитися в сильнішому напруженні, щоб оберегти тіло від падіння. Стійка за командою «Струнко» є положенням середнє між напругою та спокійним станом.

Будь-яка стійка повинна задовольняти певним вимогам естетичного характеру: не викликати утворення порушень постави (сутулість, сколіотична постава та ін.), а також сильної напруги м'язів та витрати енергії. Мінімальній витраті м'язової сили з боку організму для підтримки рівноваги більше всього задовольняє спокійне положення. При тривалих асиметричних положеннях тіла спортсмена (веслування на каное, бокс, теніс) м'язи тулуба і кінцівок розвиваються неоднаково (асиметрично). Це спричиняє за собою деформації хребта і приводить до порушень постави у вигляді бічного викривлення (сколіотична постава) або збільшення природного викривлення хребта в грудному відділі (сутулість, кіфоз). Останній, зокрема, виникає при слабкості міжлопаткових м'язів (ромбоподібного, трапецієподібного та ін.) і сильнішому розвитку – грудних.

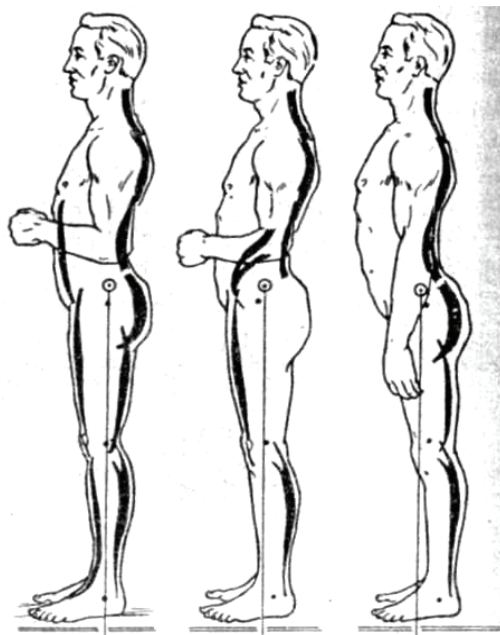


Рис.15. Напруження м'язів під час різних положень стоячи

1 - антропометричне положення (м'язи скорочені як на передній, так і на задній поверхні тіла); 2 - спокійне положення (невелика напруга м'язів задньої поверхні тулуба, передньої групи м'язів стегна і задньої групи м'язів гомілки); 3 - напружене положення (підвищена напруга м'язів всієї задньої поверхні тіла).

Стійка на кистях

У стійці на кистях тіло займає вертикальне положення головою донизу. Вправа відноситься до положень тіла з нижньою опорою, коли вищерозміщені ланки тіла врівноважуються нижележащими. Площа опори невелика, вона представлена площею опорних поверхонь кистей та площею простору між ними. Стійка на кистях відноситься до обмежено стійкого положення. ЗЦТ

розташований досить високо (в області крижових хребців), кути стійкості невеликі, ступінь стійкості на всіх напрямках невеликі.

Відомо, що рівновага кожної ланки зберігається за умови рівності моментів двох сил: сила тяжіння і сили м'язів, що проходять біля суглоба, щодо якого може обертатися ланка. Тому сила м'язів буде тим більше, чим більше маса тіла і плече сили тяжіння.

У положенні стійка на кистях особливо напружені м'язи в області променево-зап'ясткового суглоба, кисті та передпліччя. В області плечового суглоба напружені не тільки м'язи плечового суглоба, зміцнюючи його, але й м'язи плечового поясу, що фіксують його кісткову основу. Велику напругу випробовують м'язи спини, грудей, живота. М'язи нижньої кінцівки працюють при проксимальній опорі. ЗЦТ системи «стопа-гомілка-стегно» розташовані в дистальній частині стегна, а вертикаль опущена з цього центру проходить дещо позаду поперечної осі кульшового суглоба, створюючи умови для розгинання в ньому. Протидіючою силою, що врівноважує вищерозміщені ланки, є момент сили м'язів-згиначів стегна і напруженням клубово-стегнової зв'язки.

Незначні переміщення тіла вперед та назад при виконанні стійки на кистях врівноважуються напруженням грудних та найширших м'язів спини. Напружуючись одночасно, вони запобігають коливанням тіла навколо сагітальної осі. При нахилі тіла праворуч напружуються м'язи лівої половини тіла і навпаки. Голова врівноважується м'язами розгиначами шийного відділу хребта (трапецієподібним, ремінними м'язами і м'язами, що випрямляють хребет). Грудна клітка у верхньому і середньому відділах фіксована м'язами поясу верхніх кінцівок, плечового суглоба та живота. У положенні стійка на кистях під дією сили тяжіння органи черевної порожнини зміщуються донизу, тиснуть на діафрагму та утримують її в стані видиху, дихання при цьому утруднене. Верхньо-грудне дихання майже повністю виключене, дещо виражене нижньо-грудне. Черевне дихання також утруднене через напругу м'язів живота, що перешкоджають опусканню діафрагми та тиску на неї внутрішніх органів. У стійці на кистях утруднений кровообіг. Кров затримується у венах голови, що призводить до розширення судин голови та ший, підвищення тиску в них, почервонінню обличчя. Ця вправа сприяє розвитку сили м'язів верхніх кінцівок, живота, спини, здійснює тренуючу дію на діафрагму та вестибулярний апарат і в той же час протипоказана людям (особливо дітям), у яких спостерігається порушення з боку серцево-судинної системи.

Гімнастичний міст

Положення «міст» - одне з поширених в гімнастиці, акробатиці, боротьбі. У положенні «міст» тіло є зігнутою дугоподібною формою з більшим або меншим радіусом кривизни.

Із зовнішніх сил значення має не тільки сила тяжіння, але й сила тертя, від величини якої залежить напруження м'язів і можливість виконання самої вправи. З внутрішніх сил, сприяючих збереженню рівноваги тіла в даному положенні має значення сила еластичної тяги, що виникає при розтяганні м'язів, зв'язок, суглобових сумок, хрящів. Площа опори представлена площею

зіткнення долонної поверхні кистей і підошовної поверхні стопи з опорною поверхнею, а також площею простору між ними.

ЗЦТ тіла розташований вище за площу опори, поза тілом, дещо нижче за хребтовий стовп, приблизно над серединою площі опори. Рівновага обмежено стійка. Розташування ланок тіла таке, що в гомілковостопному і колінному суглобах відбувається згинання, а в кульшовому суглобі та в суглобах хребта - розгинання. Грудний кіфоз зменшений, а поперековий і шийні лордози збільшені. Пояс верхніх кінцівок зміщений до голови. У плечових, ліктьових та променево-зап'ясткових суглобах спостерігається різке розгинання. Найактивніше працюють м'язи, що знаходяться на кінцівках та в області хребтового стовпа. Грудна клітка знаходиться в положенні *вдишу*, м'язи живота розтягнуті і напружені, що утрудняє рух діафрагми. Вона знаходиться в положенні *видишу* і відтіснена до голови. Серце та інші органи також відтіснені до голови. Все це утрудняє роботу кардіореспіраторної системи. Тому довго знаходитися в цьому положенні, особливо дітям, не рекомендується. Разом з тим положення «міст» сприяє розвитку гнучкості хребтового стовпа, збільшенню рухливості в суглобах кінцівок, є таким, що коригує при порушеннях постави (сутулість), підвищує силу і еластичність м'язово-зв'язкового апарату, особливо передній поверхні тулуба і кінцівок.

Вис на прямих руках

Вис на прямих руках може бути виконаний на нерухомих і рухомих снарядах. При висі на прямих руках тіло знаходиться у вертикальному положенні, руки підняті вгору і фіксовані до снаряда (кільцям, поперечині); хват кистями може бути зверху – передпліччя проновано і знизу – передпліччя супіновано. Хват, коли кисті розведені на ширину плечей вважається найбільш раціональним. При дуже широкому хватові потрібна дуже велика робота міжлопаткових м'язів, а при вузькому хватові, унаслідок зменшення площі опори, положення спортсмена стає менш стійким. Голова тримається прямо, тулуб дещо розігнутий, ноги випрямлені, носки стоп відтягнуті. Із зовнішніх сил велике значення має сила тяжіння, яка спрямоване згори донизу, діючи на розтягання (розрив), прагнучи відокремити нижче лежачі частини тіла від вищерозміщених. Внутрішні, активні і пасивні сили спрямовані на утримання, фіксацію і зміцнення цих ланок в їх з'єднаннях. Цьому сприяє в першу чергу м'язи, навантаження на яких тим більше, чим вище вони розташовані. Найбільше навантаження при висі падає на м'язи верхньої кінцівки, які повинні не тільки утримати пальці на поперечині в зігнутому положенні, але також оберегти зв'язково-суглобовий апарат від перерозтягнення. Під дією сили тяжіння і сили опорних реакцій снаряду пальці прагнуть розігнутися. Момент дії цих сил врівноважується моментами сил тяги м'язів–згиначів кисті і пальців, які виконують утримуючу роботу. У ліктьовому суглобі м'язи також напружені – згиначі і розгиначі передпліччя, але ця напруга невелика, оскільки ліктьовий відросток, подібно до гачка, охоплює блок плечової кістки. В області плечового суглоба напружені всі м'язи, що оточують його. Вони фіксують пояс верхньої кінцівки до вільної верхньої кінцівки. А сам пояс верхньої кінцівки (лопатка) фіксується до тулуба трапецієподібним, ромбоподібним, переднім зубчастим і

найширшим м'язами спини. На м'язи тулуба і нижні кінцівки доводиться значно менше навантаження.

Площа опори при висі на прямих руках представлена площею опорних поверхонь долонь, дотичних з снарядом і площею простору, ув'язненого між ними. ЗЦТ тіла розташований нижче за площу опори, тому рівновага стійка.

Виси сприяють розвитку сили м'язів верхньої кінцівки, створюють сприятливі умови для тренування діафрагмального дихання (хоча грудне дихання дещо утруднене), є хорошою коригуючою вправою в профілактиці дефектів постави і застосовується як вправа, що витягає хребет, при остеохондрозі.

Упор на паралельних брусах

При упорі на паралельних брусах тіло займає вертикальне положення, руки опущені уздовж тулуба, випрямлені і, спираючись на жердині, фіксовані до спортивного снаряду. Взаємодія зовнішніх сил – сили тяжіння та реакції опори в області верхніх кінцівок спрямована на стиснення, тоді як решта частин тіла – на розрив. Моменти цих сил врівноважуються дією активних і пасивних внутрішніх сил (сила м'язів, сила опору кісток, м'яких тканин). Це положення відноситься до вправ із змішаною *опорою*. Площею опори верхніх кінцівок є площа зіткнення кистей з жердиною і площа простору між ними. В цьому випадку ЗЦТ тіла, розташований в області крижових хребців знаходиться вищим за площу опори та рівновагу можна було б вважати нестійкою. Проте, відносно закріпленому в області плечового суглоба поясу верхніх кінцівок (площа опори) ЗЦТ тіла лежить нижче за площу опори, у зв'язку з чим тіло знаходиться в стійкій рівновазі; його можна уподібнити маятнику, з віссю обертання, що проходить через центри плечових суглобів.

Робота рухового апарату при виконанні упору на паралельних брусах зводиться в основному до протидії впливу тяжіння та утриманню рук у випрямленому положенні, а пояси верхніх кінцівок – зміцненим відносно до тулуба. Кисть під впливом сили тяжіння знаходяться в розігнутому положенні, 2-5 пальців розташовані зовні, а перший палець протиставлений останнім і знаходиться з внутрішнього боку жердини. Передпліччя займає середнє положення між супінацією та пронацією. Суглобові поверхні кісток верхніх кінцівок упираються один в одного, суглобові щілини звужені. Найбільше навантаження при упорі на паралельних брусах припадає на м'язи верхньої кінцівки, які утримують руки у випрямленому положенні та закріплюють пояс верхніх кінцівок як відносно тулуба, так і відносно вільної верхньої кінцівки.

Опусканню тулуба під дією сили тяжіння донизу відносно до поясу верхньої кінцівки перешкоджають м'язи, що опускають пояс верхньої кінцівки: малий грудний, підключичний, нижні пучки трапецієподібного та нижні зубці переднього зубчатого м'язу, а також ті, що фіксують лопатку та утримують її медіальний край паралельно хребтовому стовпу: ромбоподібний, середня частина трапецієподібного. Певне значення мають великий грудний та найширший м'яз спини, які сприяють підтяганню тулуба догори і приведенню плеча.

При упорі на кільцях навантаження на м'язи значно зростає, оскільки вони повинні одночасно перешкоджати розбіжності кілець в боки. Якщо гімнаст переходить в положення «хрест», то напруга м'язів, що перешкоджають цьому руху (приведення плеча: великий грудний, найширший та великий круглий), ще більше зростає. По мірі відведення рук збільшується плече сили тяжіння тіла і зростає її момент обертання, тому дану вправу може виконати спортсмен з дуже добре розвиненою мускулатурою поясу верхніх кінцівок та грудної клітки.

Грудна клітка при упорі на паралельних брусах розтягнута. Дихання у верхньому відділі дещо утруднене. Але для функції діафрагми та нижніх ребер перешкод немає. Вправи в упорі на снарядах розвивають м'язи поясу та вільної верхньої кінцівки, а також м'язи спини та живота. Вони можуть бути такими, що коригують і усувають дефекти постави.

2.2.2.Анатомічна характеристика поступальної ходи

У здійсненні поступальної ходи тіла приймають участь всі ланки функціональної системи руху: опорно-руховий апарат, системи регуляції та забезпечення.

Кожен активний, поступальний рух людини є результат взаємодії зовнішніх та внутрішніх сил. Якщо сили, що діють на тіло людини, взаємно урівноважені, виникає певне (статичне) положення тіла, якщо ж ці сили не урівноважені, то тіло або його частини переміщуються за напрямком рівнодіючої більшої сили – відбувається рух.

Розрізняють два види рухів тіла або його окремих частин: поступальні та обертальні. При першому виді рухів всі частини тіла описують паралельні прямі лінії (людина переміщається в просторі), а при другому – сегменти тіла рухаються тільки біля тієї або іншої осі обертання. Причому, поступальна хода (ходьба) відбувається в результаті обертальних рухів окремих сегментів тіла (згинання – розгинання в суглобах нижньої кінцівки). Окрім цих два основних виду рухів розрізняють рухи змішаного характеру (поступально-обертальні) при яких тіло, переміщуючись в ту або іншу сторону, одночасно обертається навколо однієї з осей тіла («сальто», стрибки на батуті).

Поступальна хода є прикладом локомоцій – переміщень тіла в просторі за рахунок роботи активної (м'язами) і пасивної частини (кістки та їх з'єднання) людини (внутрішні сили).

Із зовнішніх сил найбільше значення при рухах мають: сила тяжіння, сила реакції опори, сили опору середовища та сила інерції. Сила тяжіння, при переміщеннях тіла донизу сприяє руху, при переміщеннях вгору – гальмує. Рухи в суглобах, викликані силою тяжіння можуть бути сповільнені або прискорені за допомогою роботи певних м'язів (сила підйому маси тіла у момент стрибка у висоту посилюється за рахунок змахами рук вгору). До сил що перешкоджають руху відносяться: сила опору середовища гальмує рух, (величина її залежить від щільності середовища) та сили опору внутрішніх тканин. Сила реакції опори за величиною та за напрямком неоднакова і залежить від ваги тіла, швидкості руху та характеру роботи. Силу інерції

(інерцію обертання), необхідно подолати для створення руху або пригнітити при гальмуванні (приземлення після стрибка в довжину).

Рухи людини, як і положення, в яких вона може знаходитися, дуже різноманітні. Вони класифікуються за різними ознаками (табл. 5.). Оскільки прості рухи були розглянуті при вивченні з'єднань кісток та м'язів, в даному розділі проводиться анатомічний аналіз складних рухів: як приклад циклічних рухів – ходьба і біг, ациклічних – стрибки в довжину з місця, обертальних – сальто назад.

Таблиця 5.

Класифікації рухів

I. За участю ланок тіла	<ul style="list-style-type: none"> → - прості → - складні
II. Зі зміною правої та лівої половини тіла	<ul style="list-style-type: none"> → - симетричні → - асиметричні
III. За відношенням до середовища	<ul style="list-style-type: none"> → - без зміни місця → - із змінною місця
IV. За чергуванням фаз руху	<ul style="list-style-type: none"> → - циклічні → - ациклічні → - змішані
V. За характером руху тіла	<ul style="list-style-type: none"> → - обертальні → - поступальні → - комбіновані
VI. За взаємодією з опорною поверхнею	<ul style="list-style-type: none"> → - за способом відштовхування від опорної поверхні (від твердої, від рідкого середовища) → - за способом притягання до опорної поверхні (підтягування) → - за комбінованим способом (за участю рук і ніг – лазіння)
VII. За характером м'язового скорочення та виду роботи	<ul style="list-style-type: none"> → - концентричне (долаюча робота) → - статичне (утримуюча робота) → - ексцентричне (поступлива робота)

Ходьба – складний, локомоторний (поступальний), різночасно-симетричний, циклічний рух, пов'язаний з відштовхуванням тіла від опорної поверхні та переміщенням його в просторі.

З позиції біомеханіки це найбільш звичайна рухова діяльність людини при якій відбувається позмінна активність роботи двох ніг і рук (рис. 16.). Кожна нога при цьому проходить послідовно дві фази – опорну і махову. Нога дотична

з поверхнею опори, називається опорною; інша нога – називається вільною або маховою. Нogu в положенні заднього кроку називають задньою, а в положенні переднього кроку – передньою.

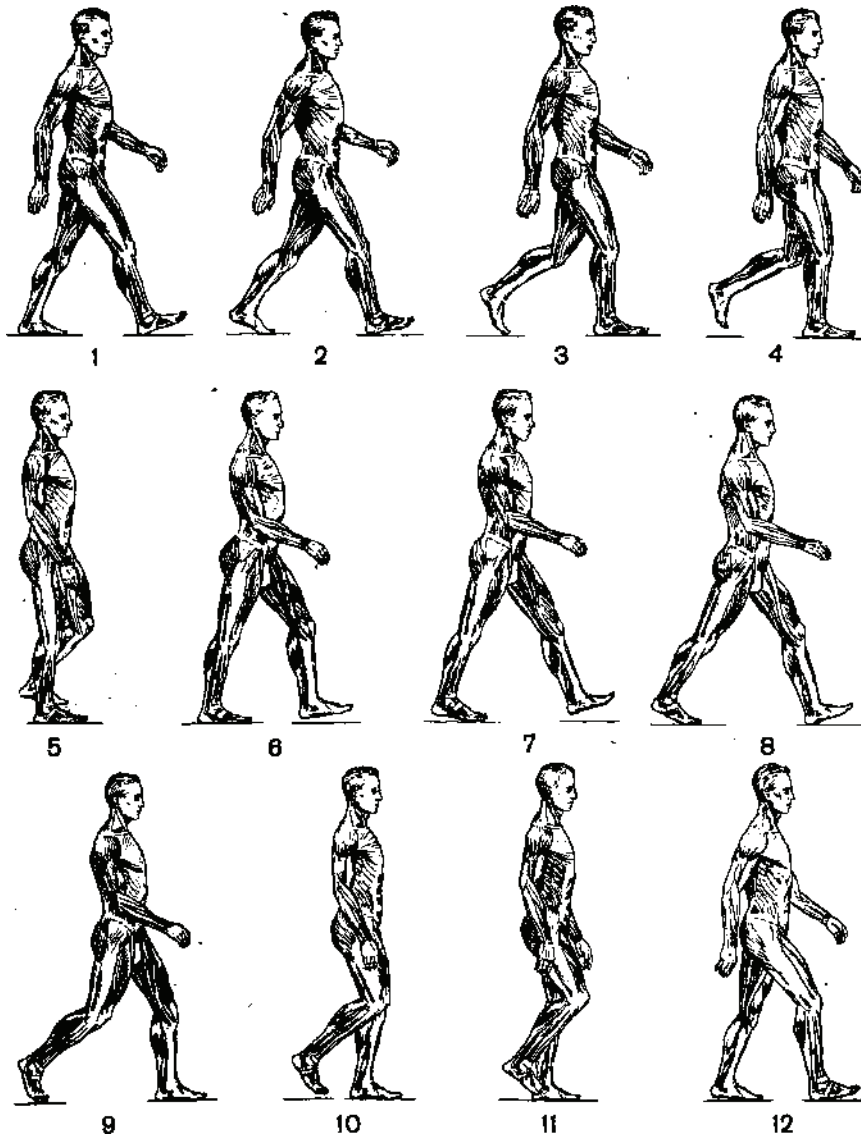


Рис. 16. Фази ходьби:

1,2,3,4 - передній крок опорної ноги (правою); 5 - момент вертикалі опорної ноги; 6, 7, 8, 9 - задній крок опорної ноги; 10 — задній крок вільної ноги; 11 — момент вертикалі вільної ноги; 12 — передній крок вільної ноги

Циклом руху при ходьбі є подвійний крок, який складається з двох одиночних кроків, – одного, проведеного однією ногою, та іншого, проведеного іншою ногою. Ці два кроки складають *подвійний крок*. У кожному одиночному кроці виділяють чотири фази: подвійної опори, задній крок, момент вертикалі та передній крок. Одиночний крок складається з двох простих кроків – *заднього* і *переднього*. Задній крок – це частина одиночного кроку, при якому нога рухається позаду фронтальної площини, що проходить через ЗЦТ тіла, а передній крок – це та частина, при якій нога знаходиться попереду фронтальної площини. Дуже короткий інтервал між ними називається моментом вертикалі.

При ходьбі тіло ніколи не втрачає зв'язку з опорною поверхнею: виникають періоди то подвійної, то одинарної опори. При двохопорному положенні одна нога (передня) спирається п'ятою, а інша (задня) – носком. При одинарній опорі одна нога (опорна) стикається з опорною поверхнею, у той час інша (махова) вільно переміщається за напрямком вперед. Подібні (махові) рухи виконують і верхні кінцівки.

Відмінності в напрямі, величині та взаємодії зовнішніх сил в окремі фази ходьби обумовлює і неоднакове функціонування опорно-рухового апарату (рис.17.).

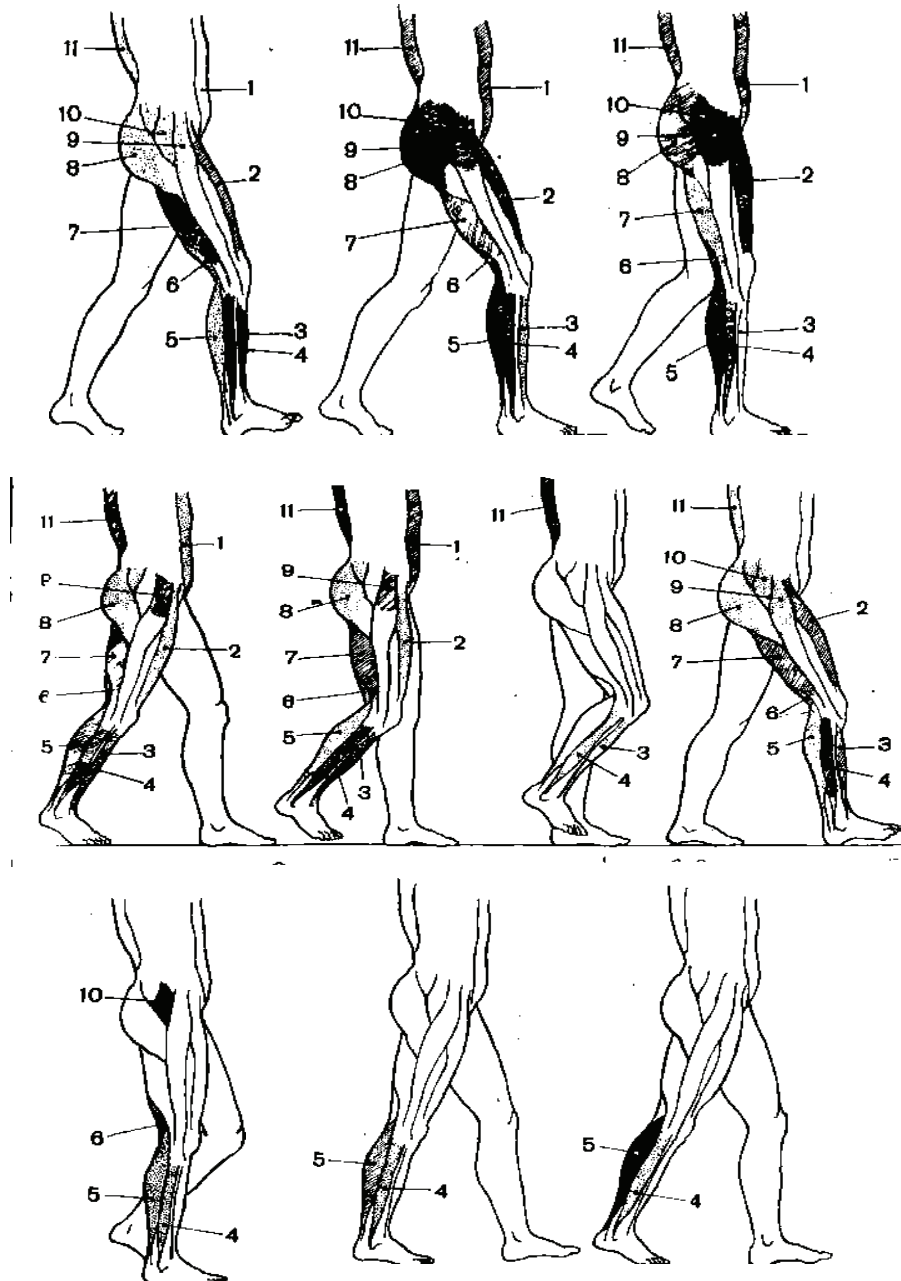


Рис.17. Робота м'язів під час ходьби

1 – прями́й м'яз живота; 2 – прями́й м. стегна; 3 – передній великогомілковий м.; 4 – довгий великогомілковий м.; 5 – литковий м.; 6 – напівсухожилковий м.; 7 – двоголовий м.; 8 – великий сідничний м.; 9 – м. натягач широкої фасції; 10 – середній сідничний м.; 11 – крижово-остистий м.

Щоб при ходьбі був виконаний повний цикл рухів, необхідно після одиночного кроку однією ногою зробити такий же крок інший. При кожному подвійному кроці відбувається як би накладення одного простого кроку однієї ноги на один простий крок інший, в цілому в подвійному кроці виходить шість окремих фаз: перша фаза (передній крок опорної ноги); друга – момент вертикалі опорної ноги; третя – задній крок опорної ноги; четверта – задній крок вільної ноги; п'ята – момент вертикалі вільної ноги; шоста – передній крок вільної ноги. При звичайній ходьбі опорна фаза буває тривалішою, ніж при швидкій, а при бігу (підтюпцем) вже махова фаза триваліша.

Ходьба, як і будь-який інший рух, відбувається в результаті взаємодії зовнішніх та внутрішніх сил. Взаємодія сили тяжіння і сили реакції опори різна при ходьбі залежно від її фази. Сила тяжіння діє впродовж всього циклу рухів, а сила реакції опори лише у фазі опори ноги. Сили реакції опори при ходьбі можна розділити на вертикальну та горизонтальну складові. Вертикальна складова спрямована вгору і протидіє силі тяжіння. Горизонтальна складова сили реакції опори в першій фазі опорної ноги спрямована назад і дещо зменшує швидкість руху тіла.

У фазі заднього кроку опорної ноги вона спрямована вперед і сприяє збільшенню швидкості руху, досягаючи максимуму при поштовху. Сила реакції опори передається на ЗЦТ тіла, який випробовує коливання в трьох напрямках: вгору-вниз, в боки та вперед. Вертикальні коливання ЗЦТ тіла при ходьбі досягають 4-6 см, причому, чим більше випрямлена опорна нога, тим коливання більше.

Під час подвійної опори положення ЗЦТ найбільш низьке. В цілому загальний центр тяжіння при ходьбі рухається не по прямій, а випробовує коливання у різних напрямках, які визначають ходу людини. Площа *опори* при ходьбі змінюється. В період одинарної опори вона найменша і відповідає площі опори стопи, а в двоопорний період – найбільша і представлена площею опорних поверхонь стоп і площею простору між ними. Опорна поверхня при ходьбі повинна мати певну щільність та шорсткість. Так, ходьба по рихлому снігу утруднена із-за невисокої щільності, а ходьба по льоду – із-за незначного тертя. Тіло при ходьбі знаходиться в стані нестійкої рівноваги, оскільки площа опори знаходиться нижчим за центр тяжіння.

Відмінності в напрямку, величині та взаємодії зовнішніх сил в окремі фази ходьби обумовлюють і неоднакове функціонування опорно-рухового апарату.

Під час ходьби в роботі приймають участь майже всі м'язи нижніх кінцівок. Робота м'язів опорної ноги у всіх фазах опорного періоду виконують функцію амортизатора, опори всього тіла і забезпечують відштовхування. Відповідно послідовно включаються м'язи всієї нижньої кінцівки, які виконують долаючу або поступливу роботу.

Після поштовху вільна нога переміщується вперед у зігнутому положенні. Тому почергово скорочуються м'язи-згиначі гомілки, потім розгиначі стопи, далі приєднуються чотириголовий м'яз стегна

Під час ходьби рухи тулуба відбуваються навколо трьох осей обертання: поперечної, передньо-задньої та вертикальної. Цим і пояснюється своєчасне

напруження окремих м'язових груп.

Перехресна координація, яка виникає зменшує обертальні рухи тулуба (скручування). При виносі вперед вільної ноги (передній крок) тулуб разом з тазом повертається навколо вертикальної осі в бік опорної ноги. При цьому спільно напружуються косі та поперечний м'язи живота. А для попередження руху тулуба вперед і назад напружуються м'язи спини та черевного пресу. Велике значення під час ходьби має спільна дія рухів верхніх та нижніх кінцівок, при цьому винос вперед правої ноги поєднується з виносом вперед лівої руки і навпаки. Рухи рук під час звичайної ходьби не потребують значних зусиль, так як рухи в суглобах верхніх кінцівок відбуваються вільно (головним чином під дією інерції), з невеликою амплітудою і витратами енергії. Під час руху руки вперед скорочуються м'язи-згиначі плечового та ліктьового суглобів, а під час руху назад – м'язи-розгиначі цих суглобів.

Є декілька різновидів ходьби (спортивна ходьба, ходьба по похилій площині, пригинним кроком та ін.), при якій рухи, що виконуються окремими частинами тіла, і робота м'язів різні. Наочне уявлення про особливості ходьби вгору і вниз по похилій площині дає наступна таблиця (табл. 6.).

Таблиця 6.

Особливості ходьби по похилій площині

Основні параметри ходьби	Ходьба по похилій площині	
	вгору	вниз
Напрямок руху ЗЦТ тіла	вперед-вгору	вперед-вниз
Дія сили тяжіння	перешкоджає руху	сприяє руху
Положення тулуба	похило вперед	похило назад
Розташування вертикалі ЗЦТ тіла відносно до площі опори	у передньої межі	у задньої межі
Положення ноги на початку опорної фази	зігнута в колінному і кульшовому суглобі	пряма
Найбільш важливі моменти у фазах опорної ноги	момент вертикалі і відштовхування	передній крок і момент вертикалі
Характер роботи провідних м'язів (розгиначі стегна, гомілки та згиначів стопи) в опорній фазі.	що долає	поступлива

Ходьба – прекрасний засіб для розвитку функції опорно-рухового апарату, оскільки її легко дозувати за частотою та довжиною кроку (темпом руху), за кілометражем або часом, і за рельєфом місцевості (ходьба на спусках і підйомах). Ходьба також робить позитивний вплив на функцію кардіореспіраторної, нервової та інших систем організму. У зв'язку з цим ходьба широко рекомендується як оздоровчий засіб для людей різного віку ведучих малорухливий спосіб життя, і як реабілітаційне – при захворюваннях і травмах людини.

Біг

Біг – це складний, локомоторний, циклічний різночасно-симетричний рух,

зв'язаний як і ходьба з відштовхуванням тіла від опори та швидким переміщенням його в просторі. При бігу та ходьбі є як риси схожості так і певні відмінності.

Схожі риси: ті ж сили (зовнішні і внутрішні), що діють, той же цикл рухів (подвійний крок), така ж перехресна координація (при бігу вона різкіше виражена), ті ж м'язові групи, що приймають участь в роботі. Відмінність бігу від ходьби полягає в тому, що під час бігу *відсутній період подвійної опори*, тіло в опорні періоди спирається по черзі то на одну, то на іншу ногу, а між цими періодами є період польоту, який відповідає фазі подвійної опори при ходьбі. Приземлення при бігу може бути з п'ятки (частіше використовується при бігу на довгих дистанціях) і з носка (при бігу на короткі дистанції) (рис. 18).

Перший вид менш утомливий і (ближче до ходьби), але зменшує ресорні властивості нижньої кінцівки і збільшує противіддачу. Вважається, що чим далі від ЗЦТ тіла ставиться стопа (довший крок), тим більше вірогідне приземлення з п'ятки, чим ближче до ЗЦТ тіла, тим вірогідніше приземлення на передній відділ стопи. Останнє пов'язане з сильнішим нахилом тулуба вперед. Щоб утримати тулуб в певному нахилі посилюється напруження м'язів тулуба, особливо розгиначів хребта. При бігу велике навантаження на нижні кінцівки, які забезпечують сильніший, ніж при ходьбі, поштовх, утримують ногу в більш зігнутому положенні при перенесенні її вперед, виконують поступливу роботу при приземленні, сприяючи амортизації поштовху. Особливо сильним є скорочення чотириголового м'яза стегну і м'язів гомілки у момент відштовхування задньої ноги від землі.



Рис.18. Напруження м'язів нижніх кінцівок під час ходьби

Значну роль в бігу відіграють м'язи-розгиначі кульшового суглобу, особливо великий сідничний м'яз. У момент поштовху і під час заднього кроку вільної ноги (четверта фаза), цей м'яз знаходиться в скороченому, напруженому стані, в тому час як на іншій нозі (шоста фаза) він розтягнутий.

Під час бігу з приземленням з п'ятки розрізняють в рухах кожної ноги ті ж шість фаз, що і при ходьбі (рис.19.): 1) приземлення та передній крок опорної

ноги; 2) фаза вертикалі опорної ноги; 3) задній крок опорної ноги; 4) задній крок вільної ноги; 5) фаза вертикалі вільної ноги; 6) передній крок вільної ноги, після приземлення якої цикл рухів починається спочатку.

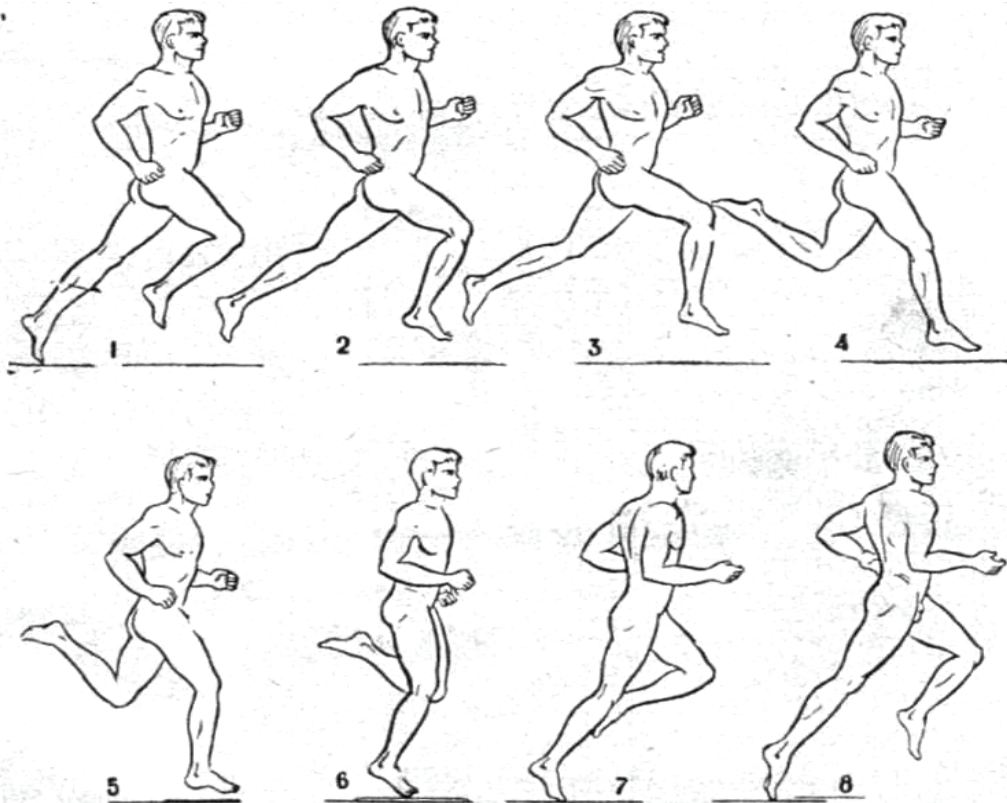


Рис.19.. Біг (за М.Ф.Іваницьким)

1, 6, 7, 8 – тіло спирається на землю; 2, 3, 4, 5 - фаза польоту у повітрі

Якщо в положенні стоячи стопи зазвичай дещо розгорнуті (супіновані), а під час ходьби вони розташовуються більш паралельно, то під час бігу стопи або паралельні одна одній, або навіть обернені носами дещо всередину (проновані). Позитивним при цьому є те, що ЗЦТ тіла рухається, в основному, над площею опори і його коливальні рухи в поперечному напрямі незначні; а також проновані положення стоп дозволяє, більшою мірою, використовувати для поштовху задню і латеральну групи м'язів гомілки та підошовної поверхні стопи.

Біг сприяє підвищенню функції опорно-рухового апарату, під час бігу на тривалі дистанції виробляється рухова якість – витривалість, а на коротких – переважно сила і швидкість.

Швидкість бігу визначається як добуток довжини кроку на кількість кроків в одиницю часу. Для збільшення обох показників при бігу стегно повинне згинатися більшою мірою і з більшою швидкістю. При стомленні спортсмена знижується більш значно довжина кроку, а ніж темп бігу. Для бігунів-новачків та фізкультурників різного віку роль лімітуючого чинника нерідко відіграє стан їх серцево-судинної системи, зв'язково-суглобового апарату та маси тіла. Дихання здійснюється, в основному, за рахунок екскурсії грудної клітки, а діафрагмальне дихання дещо утруднене унаслідок сильної

напруги м'язів живота під час бігу. Особливості механізму зовнішнього дихання залежать від швидкості бігу. Під час бігу на короткі дистанції дихання буває рідкішим, що призводить до виникнення кисневого боргу, а на середні та довгі дистанції – частішає.

Стрибок в довжину з місця

Стрибок в довжину з місця – це складний, локомоторний, ациклічний, одночасно-симетричний рух, пов'язаний з відштовхуванням тіла від опорної поверхні, підкиданням його вгору (політ) і подальшим приземленням.

Стрибок в довжину з місця має чотири фази: підготовчу, поштовху, польоту і приземлення.

Підготовча фаза полягає в присіданні (кульшовий та колінний суглоби зігнуті, гомілковостопний розігнутий) і створення пози найбільш вигідною для відштовхування: при цьому ЗЦТ тіла повинен прийняти найбільш низьке положення і виходити за передню межу площі опори. З попереднього зігнутого положення нижніх кінцівок і падіння тіла, що розвивається, починається фаза відштовхування. Унаслідок скорочення м'язів відбувається розгинання кульшового, колінного суглоба та підошовне згинання гомілковостопного суглоба, з одночасним помахом рук вгору, це сприяє підвищенню розташування ЗЦТ тіла, який під час стрибка описує параболу. Сила поштовху, за законами механіки, при стрибку в довжину з місця повинна бути спрямована під кутом 45° . При цьому дальність польоту буде найбільшою. Якщо ж кут відштовхування буде більший 45° , то політ буде вищий і ближчий, а якщо менше 45° - тоді нижчим та ближчим. При відштовхуванні під кутом 90° тіло злітає вгору і приземляється на своє початкове місце. При стрибку в довжину з розгону кут відштовхування повинен бути менше 45° , оскільки тут додатково відіграє велику роль інерція тіла, що виникає в результаті попереднього розгону. На величину кута відштовхування може впливати попутний або зустрічний вітер. Щоб у момент відштовхування в найбільшій мірі використовувати м'язи-згиначі пальців стопи треба тримати в дещо пронованому стані.

Площа опори в різних фазах стрибка змінюється: у підготовчій фазі вона найбільша, до кінця фази поштовху вона зменшується; на початку фази приземлення площа опори невелика (тільки на задній відділ стопи), а до кінця фази площа опори збільшується, оскільки стрибун спирається повністю на обидві стопи.

Фаза польоту не є пасивною, в ній необхідно максимально використовувати задану траєкторію польоту, прийняти та зберегти певне положення тіла. Траєкторію польоту змінити неможливо, але якщо зігнути ноги, то приземлення відбудеться далі від місця відштовхування. До кінця польоту нижні кінцівки виносять («викидають») вперед. Це відбувається в першу чергу завдяки згиначам стегна і певному опусканню тазу донизу. Одночасно відбувається рух рук (на початку вперед, а потім донизу) і згинання тулуба, який виконують, в основному, прямий та косі м'язи живота. На фазу польоту із зовнішніх сил може надати дію сильного вітру.

Фазою приземлення закінчується стрибок. Під час її м'язи нижньої кінцівки

виконують поступливу роботу (зігнуті колінний та кульшовий суглоб), зменшуючи ті струси, яке отримує тіло при зіткненні з опорою. Збільшенню амортизації сприяють меніски колінного суглоба, зв'язки головки стегна, нахил тулуба вперед та деформації ґрунту (пісок). Ресорні властивості стопи використовуються мало, оскільки приземлення відбувається на п'ятку.

Узгоджена робота верхніх та нижніх кінцівок, витягування корпусу вперед, разом з відштовхуванням, визначають довжину стрибка.

Стрибок в довжину з місця сприяє переважному розвитку функції м'язів нижніх кінцівок, координації та точності рухів.

Рух рук вгору у момент поштовху при відштовхуванні сприяють вдиху, під час польоту спостерігається певна затримка дихання, а приземлення зазвичай пов'язане з видихом.

Обертальні рухи

Обертальні рухи тіла набули широкого поширення в спорті: у гімнастиці (обороти, махи, зіскоки), в акробатиці (перекочування, перекиди, сальто, перевороти), у фігурному катанні (піруети, «дзига»), стрибках у воду та в багатьох сучасних екстремальних видах спорту. Обертальні рухи можуть відбуватися як навколо вільних (абстрактних) осей обертання, проведених щодо тіла людини через ЗЦТ (поперечна, сагітальна, вертикальна), так і навколо закріплених (матеріальних), де віссю обертання є спортивний снаряд (перекладина, кільця).

Як і всі інші рухи, обертальні рухи обумовлені взаємодією зовнішніх та внутрішніх сил. Проте характер їх взаємодії при обертальних рухах інший, чим при поступальних. Так, із зовнішніх сил - сила відштовхування повинна бути спрямована не паралельно осі обертання і не в ЗЦТ тіла (як при бігу, ходьбі, стрибках), а так, щоб між ЗЦТ і напрямом сили, що діє, утворилося плече сили, для виникнення моменту обертання. Момент обертання дорівнює відношенню сили на плече дії (найкоротша відстань від осі обертання до точки додатку сили). Чим більше момент обертання, тим більше прискорення надається тілу, тому чим далі точка додатку сили від осі обертання, тим ефективніше її дія.

Внутрішні сили (сила м'язів) при поступальній ході у фазі вільного переміщення (фаза польоту) не можуть зробити вплив на траєкторію ЗЦТ тіла, а при обертальних рухах зміною взаємного розташування частин тіла за допомогою м'язових зусиль можна збільшити або зменшити швидкість руху. Наприклад, фігурист виконує пірует з відведеними руками, обертається з невеликою швидкістю, але опустивши руки, він може різко підвищити швидкість і, навпаки. Це пов'язано з тим, що, *інерція* маси тіла (здатність чинити опір), що обертається, виявляється інакше, ніж при поступальній ході. При поступальній ході швидкості всіх точок тіла однакові, при обертальних, чим далі матеріальна точка тіла розташована від осі обертання, тим більше лінійна швидкість.

Виражаючи лінійну швидкість через кутову, таку, що характеризує швидкість обертального руху, можна визначити момент інерції для кожної точки і для тіла вцілому. *Момент інерції* тіла відносно будь-якої певної осі обертання є величина, що характеризує той опір, який саме тіло надає силі, яка

сприяє обертанню цього тіла біля цієї осі. А радіус інерції це відстань від маси тіла до осі обертання. Момент інерції точки, що обертається, прямо пропорційний її масі та квадрату радіусу:

$M = m \times r^2$, де M – момент інерції точки, m – маса тіла, r – радіус. Момент інерції всього тіла можна представити сумою моментів інерції всіх точок тіла - $\sum mr^2$.

Таким чином, моменти інерції різних точок різні і залежать від відстані точки від осі обертання. Чим далі за частину тіла віддалені від осі обертання, тим більше вони чинять опір руху. Змінюючи розташування окремих ланок тіла, що обертається, при вільному польоті (у безопорний період), наближаючи або видаляючи їх від осі обертання, можна змінити момент інерції – зменшити або збільшити його, що збільшує або зменшує кутову швидкість тіла, що обертається (кутова швидкість – це відношення кута повороту до часу, в перебігу якого відбувається обертання). При виконанні тих або інших обертальних вправ намагаються змінити момент інерції всього тіла або його ланок. Так, при виконанні піруету, наближаючи кінцівки до подовжньої осі тіла, можна зменшити момент інерції в 7 разів, а при виконанні сальто – в 3 рази. Якщо момент інерції зменшується в 3 рази, то в стільки ж разів збільшується кутова швидкість, і навпаки (тіло прискорює обертання або уповільнює його). При обертальних рухах навколо закріпленої осі більшу напругу м'язів викликає відцентрова сила інерції, яка прагне видалити частини тіла від осі обертання, при цьому особливо велике навантаження припадає на м'язи, зміцнюючи суглоби.

Сальто назад з місця

Сальто назад з місця – це складний ациклічний, обертальний рух, при якому відбувається відштовхування тіла від опорної поверхні, політ з обертанням тіла та подальше його приземлення. Тіло обертається навколо вільної осі тіла (поперечної). Можливе обертання і навколо сагітальної осі при бічному сальто.

При виконанні сальто всі рухи можна підрозділити на чотири фази: підготовчу, фазу поштовху, польоту та приземлення.

У *підготовчій фазі* спортсмен сідає. У цей момент під впливом сили тяжіння при фіксованій стопі, гомілка нахилена вперед, колінний та кульшовий суглоби зігнуті, тулуб дещо зігнуто, голова нахилена вперед; м'язи – антагоністи (згиначі стопи та розгиначі гомілки і стегна) виконують поступливу роботу при дистальній опорі, готуючись до сильнішого скорочення у фазі відштовхування. ЗЦТ тіла дещо опущений.

Фаза відштовхування характеризується різким розгинанням нижніх кінцівок і тулуба та помахом верхніх кінцівок, унаслідок чого тіло отримує поштовх, при цьому відбувається короткочасне, але дуже енергійне скорочення м'язів. У цій фазі в гомілковостопному суглобі і суглобах стопи відбувається підшовне згинання. Його виконують м'язи підшовної поверхні стопи, задня і латеральна групи м'язів гомілки. Розгинання в колінному суглобі виконує чотириголовий м'яз стегна, а розгинання кульшового суглоба – м'язи, які розташовані на задній поверхні його. Підняття верхніх кінцівок здійснюється за

рахунок рухів в плечовому суглобі і з'єднаннях кісток плечового поясу. Це спричиняє за собою переміщення ваги тіла вгору і підняття ЗЦТ тіла для створення відповідної траєкторії у польоті.

Фаза польоту характеризується зльотом та угрупованням тіла, обертанням його навколо поперечної осі і випрямленням. Під час зльоту верхні кінцівки опускаються, захоплюють гомілки та підтягають їх до тулуба, відбувається згрупування. Під час згрупування також відбувається згинання хребтового стовпа, згинання в кульшовому та колінному суглобах, розгинання стопи (тильне згинання) і різкий рух голови назад. Ривок головою як би повідомляє тілу додатковий момент кількості рухів, який передається на нижній відділ тіла, сприяючи прискоренню руху. При згрупуванні момент інерції тіла зменшується, сприяючи збільшенню кутової швидкості, що дозволяє виконати один або два повні обороти або обертання тіла.

Услід за обертальним рухом у фазі польоту спортсмен проводить випрямлення тулуба (розгруповання тіла) – згинання стопи, розгинання в колінному, кульшовому суглобах та в хребті. При цьому збільшується момент інерції тіла, зменшується кутова швидкість та сповільнюється його обертальний рух. Щоб збільшити момент інерції тіла через приземлення спортсмен піднімає руки вгору.

Приземлення відбувається на передній край стопи для посилення амортизації. Цьому ж сприяє неповне розгинання в суглобах нижньої кінцівки та хребта, і поступлива робота відповідних м'язів. Ці ж відділи тіла значною мірою виконують роботу з балансування тіла, приводячи його в таке положення, при якому траєкторія ЗЦТ проходила б у момент приземлення усередині площі опори; інакше буде порушено рівновагу і тіло впаде.

Сальто підвищує стрибучість, розвиває силу м'язів, виробляє високу координацію рухів, тренуючи руховий та вестибулярний аналізатор. Виконувати сальто тим легше, чим менше момент інерції тіла відносно до поперечної осі, що проходить через ЗЦТ. Тому людям невисокого зросту виконувати сальто легко, ніж тим, у кого така ж маса тіла, але зріст більший.

Особливості механізму дихання при виконанні сальто назад з місця: у фазі відштовхування відбувається вдих, у фазі польоту – затримка дихання, у фазі приземлення видих. У функції кровообігу при виконанні цієї вправи, особливих змін не відбувається.

Література

1. Анатомія людини. / За ред. А.С.Головацького та В.Г.Черкасова. У 3-х томах. - Вінниця: Нова книга, 2006.
2. Анатомія людини: підручник / І. Я Коцан, В. О. Гринчук, В. Х. Велемець [та ін.]. - Луцьк : Волин. НУ імені Лесі Українки, 2010. - 890 с.
3. Анатомия человека / Под ред. А.А. Гладышевой. - М.: Физкультура и спорт, 1977.
4. Гладышева А.А. Анатомия человека с основами динамической и спортивной морфологии. / А.А. Гладышева - М.: Физкультура и спорт, 1991.
5. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии) / М.Ф.Иваницкий; Под ред. Б.А. Никитюка. - М.: Физкультура и спорт, 1985.
6. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): Учебник для институтов физической культуры / М.Ф.Иваницкий; Под ред. Никитюк Б.А., - 13-е изд. - Москва : Спорт, 2016. - 624 с. ISBN 978-5-906839-68-8. - Текст : электронный.
7. Ингерлей М.Б. Анатомия физических упражнений. / М.Б.Ингерлей. - М.: ООО «Феникс», 2008.
8. Коляденко Г. І. Анатомія людини : підручник / Г. І. Коляденко. - 5-те вид. - Київ : Либідь, 2009. - 384 с.
9. Кашуба В.Н. Біомеханіка постави. / В.Н.Кашуба. - К.: Олімпійська література, 2003.
10. Лапутін А.М. Біомеханічні основи техніки фізичних вправ. / А.М. Лапутін, М.О.Носков, В.О.Кашуба - К.: Наук. світ, 2001. - 201 с.
11. Лапутін А.М. Біомеханіка спорту. / А.М.Лапутін. - К.: Олімпійська література, 2004.
12. Морфология человека / Под ред. Б.А. Никитюка. - М.: МГУ, 1991.
13. Музика Ф. В. Анатомія людини : навч. посіб. / Ф.В.Музика, М.Я.Гриньків, Т.М.Куцериб. - Львів : ЛДУФК, 2014. - 359 с.
14. Функціональна анатомія. / Під ред. Федонюка Я. І. - Тернопіль: Навчальна книга - Богдан; 2007.

Навчально-методичне видання

С. К. Голяка, С. С. Возний, Л. С. Гацоєва, Г. Г. Глухова

ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ З ОСНОВАМИ ДИНАМІЧНОЇ МОРФОЛОГІЇ

**Навчальний посібник для студентів
факультету фізичного виховання та спорту**

ISBN 978-617-7941-10-0

Підписано до видання з готового оригінал-макету 21.01.2021 р.
Формат 60×84/8. Гарнітура Times. Ум. друк. арк. 6,16. Обл.-вид. арк. 6,62.
Замовлення № 1893.

Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи: серія ХС № 48 від 14.04.2005 р.
видано Управлінням у справах преси та інформації
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2,
тел. (050) 133-10-13, e-mail: printvvs@gmail.com, vish_sveta@rambler.ru