

## **Структурні зміни в кістковій системі під дією фізичних навантажень**

*Свінцицька Наталія Леонідівна, Лобода Максим Олександрович, Омеляненко Денис Дмитрович, Устенко Роман Леонідович, Пілюгін Андрій Валентинович*  
ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава

**Анотація.** У статті доведено, що адаптаційні зміни в кістковій системі у спортсменів відбуваються на різних рівнях її організації. Морфологічні зміни кісткової системи спортсменів спостерігаються в ділянці: окістя, щільної (компактної) та губчастої речовини, кістково-мозкової порожнини. Форма кісток значно змінюється у зв'язку з підвищеною м'язовою діяльністю.

**Ключові слова:** кісткова система, структурні зміни, фізичні навантаження, лікувальна фізкультура.

**Вступ.** Вагоме значення в житті людини займає фізична культура, що представляє собою засоби для всебічного фізичного розвитку за допомогою різних вправ, з лікувальною і профілактичною метою для зміцнення здоров'я. Головне у фізичній культурі – це фізичні вправи, що об'єднують спеціально підібрані комплекси м'язових рухів, застосовувані для загального зміцнення організму, фізичного розвитку, в заняттях спортом, з метою придбання необхідних в житті навичок [2]. Фізичні вправи використовуються для відновлення здоров'я хворих і ослаблених людей, це, як правило, лікувальна фізична культура. Вона широко використовується при комплексному лікуванні в лікарнях, поліклініках, санаторіях. Застосування фізичної культури з лікувальною метою при захворюваннях опорно-рухового апарату, серцево-судинної та дихальної систем, порушеннях обміну речовин, після хірургічних операцій та ін. підвищує ефективність комплексного лікування, сприяє попередженню ускладнень, прискорює одужання і відновлення працездатності, будучи одним з компонентів реабілітації хворих [6].

**Мета дослідження.** Розглянути адаптаційні зміни в кістковій системі, що виникають під дією фізичних навантажень.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Адаптаційні зміни в кістковій системі у спортсменів відбуваються на різних рівнях її організації:

молекулярному, субклітинному, клітинному, тканинному, органному і системному.

На молекулярному рівні в кістковій тканині проходить підвищений синтез білків, глікозаміногліканів (мукополісахаридів), ферментів та інших органічних речовин, посилюється відкладення неорганічних речовин, що забезпечують високий ступінь міцності кісткової тканини. Ступінь збільшення мукополісахаридів у кістковій тканині знаходиться у прямій залежності від інтенсивності навантаження: чим воно інтенсивніше, тим більша кількість мукополісахаридів відкладається в кістках. Природно, що цей складний біологічний процес тісно пов'язаний з функцією клітинних органодів кісткової тканини — мітохондрій, рибосом, лізосом, цитоплазматичної сітки [1].

На тканинному рівні відзначається підвищена остеонізація кісткової тканини. На збільшення навантаження кісткова тканина реагує в першу чергу утворенням нових остеонів, які є зрілими, диференційованими структурами, що володіють достатнім запасом міцності. Разом з цим відбувається руйнування старих остеонів і утворення великої кількості нових кісткових пластин, значно більш пружних. Отже, усі клітинні елементи кісткової тканини — остеобласти, остецити й остеокласти функціонально взаємозалежні в процесі її перебудови.

На органному рівні у всіх кістках спостерігаються такі адаптаційні зміни: зміни хімічного складу, зміни форми, зміни внутрішньої будови, зміни росту і термінів скостеніння. Хімічний склад кісток під впливом навантажень дещо зрушується у бік збільшення вмісту неорганічних речовин (кальцію, фосфору). Перевага мінерального компоненту супроводжується збільшенням щільності кісткової тканини.

Форма кісток значно змінюється у зв'язку з підвищеною м'язовою діяльністю. У місцях прикріплення сухожилків м'язів утворюються гребені, горби, шорсткості. Вони тим більші, чим сильніше розвинуті м'язи. Так, наприклад, у штангістів змінюється форма лопатки і ключиці. Ключиця потовщується, присередній край лопатки стає нерівним, але трикутна форма не порушується. У плавців у зв'язку з гіпертрофією дельтоподібного м'яза

збільшується діяфіз плечової кістки, хірургічна шийка згладжується. У веслярів на байдарці стає слабо вираженою шийка променевої кістки в результаті збільшення горбистості, де прикріплюється двоголовий м'яз плеча. У боксерів і штангістів може змінюватися навіть вигин діяфіза променевої кістки.

У гімнастів кістки зап'ястка характеризуються багатогранною формою, особливо вирізняються розмірами і своєрідними обрисами трапецієподібна, головчаста і човноподібна кістки.

Морфологічні зміни кісткової системи спортсменів спостерігаються в ділянці: окістя, щільної (компактної) та губчастої речовини, кістково-мозкової порожнини.

Окістя у процесі занять фізичними вправами потовщується внаслідок підвищеної функції її внутрішнього камбіального або росткового шару.

У юних спортсменів при звичайній рентгенографії окістя досить часто не візуалізується. Однак, у певних фазах тренувального процесу воно проявляється у вигляді вузької смуги, що прилягає до компактного шару кістки. Надалі скостеніла частина окістя зливається з компактним шаром діяфіза, обумовлюючи його потовщення.

Щільна (компактна) речовина кісток у спортсменів, як правило, товстіша. Симетричне потовщення компактного шару на кістках кінцівок спостерігається у плавців, бігунів, штангістів, ковзанярів і футболістів. У таких видах спорту, як теніс і метання, верхні кінцівки спортсменів зазнають неоднакових навантажень, спостерігаються асиметричні зміни товщини компактного шару кісток.

У тенісистів, метальників переважні зміни компактного шару відбуваються на правій кінцівці, але в різних її сегментах. У фехтувальників робоча гіпертрофія, як і в метальників, спостерігається переважно на верхній правій кінцівці в плечовій кістці і в ділянці 1-ї п'ясткової кістки, а на нижній кінцівці — в ділянці п'яtkового горба (у зв'язку з випадками та ударами п'ятою об опорну поверхню). Асиметричні зміни щільного (компактного) шару кісток спостерігається також у боксерів. Найбільшого впливу зазнає кисть, особливо

голівки I, III і IV п'ясткових кісток. Компактний шар їх стовщений, що характеризує інтенсивну структурно-функціональну перебудову кістки [4].

На даний момент встановлені три види будови губчастої речовини кістки: дрібно-, середньо- і великокоміркова.

У людей, які не займаються спортом, губчаста речовина епіфізів кісток звичайно має периферійну зону з відносно дрібними комірками і центральну – з більшими комірками. Великі фізичні навантаження, як правило, призводять до збільшення розмірів комірок губчастої речовини. Епіфізарні відділи трубчастих кісток набувають більш однорідної великокоміркової структури вже без поділу губчастої речовини на периферійну і центральну зони. За деякими спостереженнями у штангістів комірки губчастої речовини епіфізів кісток кисті стають майже квадратними чи округлими, на стопі потужні кісткові пластинки розташовуються паралельно до поздовжньої осі кістки і мають ледь помітні перпендикулярні пластинки, які проходять у поперечному напрямку. Великокоміркова структура губчастої речовини спостерігається в кістках гімнастів, борців, важкоатлетів і велосипедистів. Кістковомозкова порожнина в кістках спортсменів у зв'язку із потовщенням компактного шару зменшується. На рентгенограмах вона іноді має вигляд вузької щілини між двома тінями сильно розвиненої компактної речовини. Ріст кісток безпосередньо пов'язаний із процесом синостозування, чи скостеніння, і продовжується доти, поки не утворяться синостози в ділянці епіфізарних хрящів [5].

Питанню впливу фізичних навантажень на ріст кісток присвячена значна кількість робіт. Більшість досліджень проводилося на тваринах. Стимулюючий вплив підвищеного фізичного навантаження на ріст кістки в довжину констатували в умовах експерименту. При підвищеному фізичному навантаженні динамічного характеру (швидкісний біг у тредбані) у собак спостерігається стимуляція поздовжнього росту трубчастих кісток і разом з цим збільшення їхньої ваги і зміна форми. Навантаження статичного характеру спричиняє деяке вкорочення кісток, але не внаслідок зниження інтенсивності поздовжнього росту, а внаслідок затримки скостеніння. Зона росту, як правило,

не реагує ні на збільшення, ні на зменшення статичного навантаження, а при певному дозуванні динамічного навантаження розміри сегментів кінцівок збільшуються [3].

У юних спортсменів, які займаються легкою атлетикою (біг, стрибки, метання), важкою атлетикою, боксом, футболом, тенісом, фехтуванням і ковзанярським спортом, змін у процесах дозрівання кісток і їх росту у довжину не спостерігалось.

Фізичні навантаження у вихованців ремісничних училищ призводять до уповільнення процесів синостозування, в результаті чого трубчасті кістки ростуть довше, ніж в учнів середніх шкіл. В акробатів, плавців, веслярів і металників диска спостерігали уповільнення синостозування в дистальному відділі кісток передпліччя, а також збільшення росту кісток у довжину. У тенісистів і важкоатлетів у сесамоподібних кістках кисті, що збільшують плече сили м'язів, спостерігається більш ранній перехід хрящової тканини в кісткову.

**Висновки.** Розглядаючи кісткову систему на рівні цілісного організму, можна стверджувати, що всі адаптаційні зміни в ній відбуваються як сприятливі, прогресивні і мають характер робочої гіпертрофії. Рентгенологічно робоча гіпертрофія кісток у юних спортсменів позначається через 6-7 місяців після початку тренувань, а в спортсменів середнього і старшого віку – через 1-1,5 року. Загальні адаптаційні зміни відбуваються у всіх кістках, а локальні – у найбільш навантажених частинах. При скасуванні фізичного навантаження спостерігається зворотній розвиток робочої гіпертрофії кісток.

Таким чином, зміни, що спостерігаються в кістковій системі у спортсменів, відображають ту морфофункціональну перебудову, яка обумовлена прогресивними змінами в організації опорно-рухового апарату під впливом специфічної спортивної діяльності.

## Список використаної літератури

1. Абрахамс П. Иллюстрированный атлас анатомии человека. Полное описание жизнедеятельности тела человека. Пер. с англ. / Абрахамс Питер. – М.: БММ АО, 2004. – 256с.
2. Захарченко І. В. Особливості структурно-функціонального стану кісткової тканини спортсменок високої кваліфікації та жінок-неспортсменок України / І. В. Захарченко // Молода спортивна наука України: зб. наук. праць з галузі фізичної культури та спорту. – Львів: НВФ «Українські технології», 2005. – Вип. 9, том 11, кн. 2. – С. 460-464.
3. Захарченко І. В. Морфофункціональний стан кістково-суглобового апарату спортсменів високої кваліфікації / І. В. Захарченко // Молода спортивна наука України: зб. наук. праць з галузі фізичної культури та спорту. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – Вип. 10, т. 4, кн. 1. – С. 276-281.
4. Нигг Б.М. Чрезмерные нагрузки и механизмы спортивных травм / Б.М. Нигг // Спортивные травмы. Основные принципы предупреждения и лечения // К.: Олимпийская литература. – 2002. – С. 98-108.
5. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов // К.: Олимпийская литература. – 2004. – 808с.
6. Шахлина Л. Г. Влияние физических нагрузок на структурно-функциональное состояние костной ткани спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике / Л. Г. Шахлина, И. В. Захарченко // Спортивная медицина. – 2010. – № 1-2. – С. 19-28.