

Міністерство охорони здоров'я України
Державний вищий навчальний заклад
“Тернопільський державний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського ”

ДАВИБІДА НАТАЛІЯ ОЛЕГІВНА

УДК: 611.717/.718-018-02:612.766.1]-053

**МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА
ДОВГИХ КІСТОК ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ У ВІКОВОМУ
АСПЕКТІ**

14.03.01 – нормальна анатомія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Тернопіль – 2010

Дисертація є рукописом.

Робота виконана в державному вищому навчальному закладі “Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського” МОЗ України.

Науковий керівник: кандидат медичних наук, доцент

Волошин Володимир Дмитрович, державний вищий навчальний заклад “Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського” МОЗ України, доцент кафедри патологічної анатомії з секційним курсом та судової медицини

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, професор Ковтун Михайло Фотійович, Інститут зоології імені І.І. Шмальгаузена НАН України, завідувач відділом еволюційної морфології хребетних.

доктор медичних наук, професор Сікора Віталій Зіновійович, Сумський державний університет МОН України, завідувач кафедри анатомії людини.

Захист дисертації відбудеться 23 квітня 2010 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 58.601.01 у державному вищому навчальному закладі “Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського” МОЗ України (46001, м. Тернопіль, Майдан Волі, 1).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці державного вищого навчального закладу “Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського” МОЗ України (46001, м. Тернопіль, вул. Січових стрільців, 8).

Автореферат розісланий 19 березня 2010 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

доктор медичних наук, професор

Боднар Я.Я

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Науково–технічний прогрес характеризується суттєвими змінами довкілля, великим потоком інформації, змінами умов праці, які покращують умови життя людини, знижуючи при цьому його рухову активність. Більшість людей не дотримуються найпростіших норм здорового способу життя, що обґрунтовані наукою, стають жертвами малорухливості (гіподинамії). За статистикою останніх років рухливість людини знизилась у 200 разів, що викликає передчасне старіння, і є причиною збільшення захворювань серцево-судинної системи, опорно - рухового апарату (остеопороз, остеохондроз, порушення постави та інші), які на даний час набувають епідемічного характеру (Ковальчук Л.Я., 2000; Поворознюк В.В., 2002; Беневоленська Л.І., 2003). Тому з надзвичайною актуальністю постає проблема боротьби з гіпокінезією (Борковський В.В., 1997; Оганов В.С., 1998; Довгань О.М., 2000; Drol. H.,1996; Ziv V., Wagner H.D., 1996). Саме остання є чинником, що призводить до атрофії м'язів і дегенерації кісток скелету, порушення роботи всіх органів і систем, зниження імунітету організму.

Дослідження та статистика свідчать про неоцінимий позитивний вплив занять оздоровчою фізичною культурою на організм людини, а отже і на тривалість людського життя. Вплив фізичних навантажень на організм людини в цілому та структуру довгих трубчастих кісток вивчався багатьма авторами тривалий час, але і на сьогодні це питання залишилося актуальним для спортивної медицини, спорту, фізичної культури. Дослідження функціональної анатомії об'єднують експериментально–морфологічні дослідження, які присвячені впливу умов життя, праці, спорту, фізичних навантажень на формування і будову всього організму та на окремі його органи.

Кістка не завжди була цікавим об'єктом дослідження і лише в останні десятиріччя активно почала вивчатися (Апанасенко Г.Л., 2002; Бруско А.Т., 1991; Ковешников В.Г.,1980; Матвейчук И.В., Денисов-Никольський Ю.И. та ін., 1998). Але і до сьогоднішнього дня дослідження кісток скелету не втратило своєї актуальності. Змінюються умови життя людини, навколишнього середовища, харчування, з'являються нові види спорту, про вплив яких на організм нічого невідомо. Однак, умови та спосіб життя впливають на ріст і розвиток кісток, особливо у юному віці. Кісткова система є складною та лабільною у функціональному і морфологічному відношенні. Вона реагує на різні внутрішні і зовнішні фактори. Її поліфункціональність визначає первинну складність у вивченні функціональної морфології опорно-рухового апарату. Вчені остеологи (Докторов А.А., Денисов-Никольський Ю.И. та ін., 1996; Корнилов Н.И., Ковешников В.Г., 2000; Аврунин А.С., 2001; Поворознюк В.В., 2002; Дедух Н.В., та ін., 2004) вивчали механізм росту, синтезу і резорбції органічного матрикса, осифікації і декальцинації та біомеханічні характеристики кістки. Незважаючи на те, що в сучасній літературі є достатньо даних,

присвячених впливу фізичних навантажень динамічного характеру на ріст і розвиток довгих кісток, повної ясності у цьому питанні немає.

На думку одних дослідників (Довгань О.М., Федонюк Я.І. та ін., 1998; Аулик И.В., 1990; Матвейчук И.В., 1998) фізичні навантаження динамічного характеру стимулюють ріст і розвиток довгих кісток у довжину, в той час, як інші притримуються протилежної точки зору (Баєвський Р.М., Берсенева А.П. та ін. 1996; Боймиструк І.І., 2001-2004; Мепелєв А.Є., 2004). Можливо, така суперечність зумовлена різними методичними підходами або ігноруванням індивідуальних особливостей організму піддослідних тварин.

Нам видається своєчасним і практично необхідним запропонувати градацію норм фізичних навантажень окремо для кожної вікової групи лабораторних тварин. Крім того, особливе значення серед сучасних морфологічних досліджень має комплексність поставлених завдань, котрі обіцяють найбільш плідні результати в науці. З метою більш повного і всестороннього вивчення впливу різних за об'ємом фізичних навантажень на структуру довгих кісток щурів різних вікових груп нами був використаний широкий спектр сучасних методик, який включає біометричні та гістологічні методи дослідження, а також кількісний хімічний аналіз. Комплекс використаних методик дозволив у певній мірі висвітлити проблему впливу фізичних динамічних навантажень на довгі кістки тварин у віковому аспекті.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в межах комплексної науково-дослідної теми Тернопільського державного медичного університету імені І.Я. Горбачевського „Вторинний остеопороз: патогенетичні механізми формування та прогресування, клініко-інструментальні та біохімічні маркери ранньої діагностики, профілактики і лікування” (№ держреєстрації 0104U004523), частиною якої є науково-дослідна робота кафедри анатомії людини “Вивчення коригуючих факторів на перебіг експериментального остеопорозу. Вплив обезводнення організму, різних режимів рухової активності на структуру довгих кісток та нирок і фізичного розвитку в залежності від впливу вегетативного статусу”. У виконанні її автором проведено дослідження росту та формоутворення кісток скелету при фізичних навантаженнях у віковому аспекті. Тема дисертаційної роботи затверджена проблемною комісією “Морфологія людини” 4 червня 2004 р. (протокол № 60).

Мета дослідження. В умовах експерименту виявити закономірності змін росту, формоутворення та хімічного складу довгих кісток тварин різних вікових груп за дії на організм динамічних фізичних навантажень різної інтенсивності.

Завдання дослідження:

1. Вивчити особливості структурно-функціональних змін довгих кісток у інтактних щурів різних вікових груп.

2. Вивчити морфофункціональні особливості адаптаційно-компенсаторних процесів в довгих кістках за умов дії динамічних навантажень.

3. Вивчити зміни хімічного складу довгих кісток щурів під впливом на організм динамічних фізичних навантажень різної інтенсивності у віковому аспекті.

4. Дослідити направленість морфологічних змін у кістковій тканині тварин молодого, зрілого віку та з вираженими старечими змінами за дії фізичних навантажень різної інтенсивності.

Об'єкт дослідження: довгі кістки білих щурів-самців різних вікових груп.

Предмет дослідження: ріст, формоутворення, хімічний склад довгих кісток скелету під дією помірних та інтенсивних фізичних навантажень динамічного характеру у білих безпородних лабораторних тварин різних вікових груп.

Методи дослідження: остеометричний – для визначення структурної перебудови кісток; гістологічний та морфометричний – для вивчення морфології кісткової тканини на різних рівнях організації та кількісної оцінки зрушень структурної рівноваги в кістці тварин; спектрофотометричний – для визначення хімічного складу кісток; математичні - для об'єктивізації отриманих кількісних даних.

Наукова новизна одержаних результатів: Використовуючи комплекс методів (остеометричних, гістоморфометричних, хіміко-аналітичних, математичних), встановлено закономірності структурно-функціональних змін довгих кісток щурів різних вікових груп за умов впливу на організм помірних та інтенсивних динамічних фізичних навантажень. Визначено особливості росту, формоутворення кістки у різні вікові періоди інтактних тварин. Доведено, що головним чинником у моделюванні та ремоделюванні кісткових структур є вплив різних режимів рухової активності. Встановлено закономірності перебудови кісткової тканини, рівень оптимальної інтенсивності та дози фізичного навантаження на організм відповідно до віку тварин для розвитку і підтримання оптимального стану скелету.

Виявлено особливості реакції кісток на однотипні за інтенсивністю фізичні навантаження. Встановлено, що помірні фізичні динамічні навантаження протягом 20-60 днів стимулюють формоутворення робочих структур опорно-рухового апарата у щурів молодого та зрілого віку. Для тварин старечого віку, оптимальним можна назвати помірні динамічні фізичні навантаження протягом 20 днів. Інтенсивні динамічні фізичні навантаження, особливо тривалі, призводять до сповільнення та спотворення остеогенезу, погіршують ріст кісток. Показана можливість розширення адаптаційних можливостей організму, пов'язаних із збільшенням фізичних навантажень за умов строгого контролю їх інтенсивності та з урахуванням віку тварин.

Практичне значення отриманих результатів. Значимість проведеного дослідження визначається встановленням закономірностей та морфофункціональних змін у кістках скелету за умов дії на організм фізичних динамічних навантажень різної інтенсивності у віковому аспекті.

Аналіз структурних змін в опорно–руховому апараті тварин має певне значення для вікової морфології, педіатрії та геронтології. Особливо цікавим фактором є сповільнення розвитку інволютивних процесів у кістковій тканині, омолодження скелету за умов застосування оптимальних режимів та видів фізичних навантажень.

Отримані дані про зміни кісткової тканини при застосуванні інтенсивних навантажень є теоретичним підґрунтям для розробки та профілактики захворювань опорно-рухового апарату, остеопорозу, різних стадій сколіозів, вертеброгенної патології у тренувальному процесі, спорті. Виявлені закономірності морфофункціональних перетворень за дії на організм різних режимів рухової активності дають можливість обґрунтувати комплекс заходів для корегування змін у кістковій системі людей, котрі припинили активні заняття спортом або фізичною працею. Отримані дані можуть використовуватись у навчальному процесі та в наукових дослідженнях на кафедрах гістології, анатомії, фізіології, травматології, загальної гігієни, фізичної культури в педагогічних і медичних вузах, дитячих юнацьких спортивних школах. Результати досліджень впроваджені у навчальний процес і науково-дослідну роботу кафедр анатомії людини та паталогічної анатомії з секційним курсом та судової медицини Тернопільського державного медичного університету імені І.Я. Горбачевського, кафедри анатомії людини та гістології Ужгородського національного університету, кафедри анатомії людини Кримського державного медичного університету, кафедри анатомія людини Дніпропетровської державної медичної академії, кафедри анатомія людини Сумського державного університету (медичного інституту СумДУ), кафедри анатомії людини Запорізького державного медичного університету, кафедра теорії та методики фізичного виховання Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту імені Т. Шевченка, кафедра фізичної культури Тернопільського національного економічного університету.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є особистою роботою автора, в якій дисертант самостійно здійснила розробку основних теоретичних і практичних положень роботи. Самостійно зібрала і проаналізувала наукову літературу за темою дисертаційної роботи, Автор самостійно провела відбір тварин та постановку експерименту. Оволоділа методиками дослідження, які використовувалися під час проведення наукової роботи. Провела статистичну обробку отриманих результатів та їх аналіз. Дисертантом написані всі розділи роботи, здійснено узагальнення, сформульовані висновки, підготовлені наукові матеріали до публікацій та виступів.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, що включені до дисертації, оприлюднені: на I, II, V Міжнародних медичних конгресах студентів та молодих вчених (Тернопіль 2001, 2002, 2004); у Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова (Пироговські читання 2002, 2007).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 8 наукових робіт, із них 3 - статті у фахових виданнях, рекомендованих ВАК України, 5 – у матеріалах і тезах конференцій, конгресів.

Структура і об'єм дисертації. Матеріали дисертації викладено державною мовою на 180 сторінках друкованого тексту, ілюстровано 72 рисунками. Структура дисертації складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 284 найменувань вітчизняної та зарубіжної літератури. Бібліографічний опис та додатки викладені на 44 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріали і методи дослідження. Білі щурі є зручним об'єктом для дослідження внаслідок нетривалого життєвого циклу і безперервного росту кісток, що дозволяє протягом короткого часу досліджувати остеогенез. Поведінкові реакції білих щурів, порівняно з іншими тваринами, легко пристосувати до певної моделі фізичного навантаження. Для вирішення поставлених завдань, проведено експериментальні дослідження на 180 білих безпородних лабораторних щурах-самцях. Всі тварини були поділені на три групи (по 60 тварин): 1-а – віком 60-120 днів (молоді щурі) вагою 120-180 г; 2-а – віком 140-200 днів, вагою 200–250 г (зрілі щурі); 3-я – віком 560-620 днів (старечі щурі) вагою 300–400 г. Вибір вікових груп був здійснений згідно класифікації В.М. Махінько і В.Н. Нікітіна (1977).

З кожної вікової групи відібрано по 24 тварини, що склали контрольну групу. Дані тварини перебували на звичайному харчовому режимі віварію. По 6 тварин з кожної групи забирали для повного комплексного дослідження морфо-функціональних показників плечових кісток на початку експерименту та через 20, 40 та 60 днів експериментального періоду. Це дало змогу прослідкувати особливості вікового моделювання кісткової тканини у певних вікових періодах життя білих лабораторних щурів та сформувати банк даних для порівняння з даними від експериментальних тварин.

Усіх тварин утримували зі щоденним оглядом і зважуванням у стандартних умовах віварію: годування у відповідності з нормами, розробленими і затвердженими Міністерством охорони здоров'я СРСР № 163 від 10 березня 1966 року “Про норми годування лабораторних тварин” варіант № 1. За зовнішнім оглядом усі тварини були здоровими. Моделлю фізичного навантаження слугував біг тварин у третбані з регульованою швидкістю руху. Конструкція третбана розроблена на кафедрі анатомії людини Тернопільського державного медичного інституту, авторське свідоцтво на винахід №818/573 за методикою В.В. Алексеєва, В.И. Безьязычного, 1969. Комісією з питань біоетики Державного вищого навчального закладу “Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського” (протокол № 14 від 18.10.2007 р.) порушень морально-етичних норм при проведенні досліджень не виявлено.

При моделюванні однотипних режимів фізичного навантаження ми провели їх стандартизацію для тварин, в залежності від інтенсивності і виду. В досліджах ми розділили динамічні фізичні навантаження на помірні та інтенсивні. За 5-6 тренувань щурі привчаються рівномірно бігти по стрічці, швидкість руху якої регулювали для градування інтенсивності навантажень, які отримують тварини. Ту максимальну швидкість руху, при котрій тварина ще утримувалась на стрічці, приймали за максимальну швидкість бігу, що відповідало методиці Сагалянова та Швидкого. В режимі помірних фізичних навантажень тварини отримували 55 % від максимального навантаження, а в інтенсивному – 80 %. Тривалість бігу в різних вікових групах на початку експерименту складала 5-10 хвилин, а до кінця дослідження досягала 90 хвилин. Після 20, 40, 60 днів тренування тварини виводились з експерименту шляхом декапітації під ефірним знечуженням. Матеріалом для досліджень слугували плечові кістки, котрі після забою тварин скелетували, піддавали мацерації і знову скелетували. Після цього проводились стандартні остеометричні виміри за допомогою штанген-циркуля за методикою S.Duerst. Програма остеометрії включала такі показники: максимальна довжина кістки, ширина проксимального епіфіза, ширина дистального епіфіза, ширина середини діафіза, передньо-задній розмір середини діафіза. Для вивчення мікроструктури компактної і губчастої речовини плечової кістки були використані гістологічні дослідження. При цьому брали фрагменти кістки із ділянки епіфізів і середини діафіза, які фіксувались в 10 % розчині нейтрального формаліну, декальцинували в 5% розчині мурашиної кислоти і заливали в целоїдинові блоки. Готували гістологічні зрізи на мікротомі товщиною в 10-15 мкм, які забарвлювали гематоксиліном та еозином, а також за Ван-Гізеном. Морфометрію епіфізарного хряща проводили за наступною програмою: ширина епіфізарного хряща, ширина зони проліферуючого хряща, ширина зони дефінітивного хряща, об'єм загальної спонгіози, об'єм первинної спонгіози, глибина проникнення хрящової тканини в кістково-мозкову порожнину, довжина трабекул первинної спонгіози, кількість остеобластів первинної спонгіози. В програму морфометрії діафіза включались наступні вимірювання: ширина внутрішніх оточуючих пластин, ширина зовнішніх оточуючих пластин, ширина остеонного шару, площа діафіза, площа кістково-мозкового каналу, діаметр остеона, діаметр каналу остеона. Враховуючи той факт, що кістка є депо мінеральних речовин, проводили дослідження хімічного складу кісток. Вміст води у кістках визначали за різницею вологості та висушеної до постійної ваги у сушильній шафі кістки при температурі 105⁰С. Висушені кістки спалювали у муфельній печі при температурі 450⁰С. Вага попелу слугувала показником загальної кількості мінеральних речовин у кістці. На спектрофотометрі СФ-115 (метод Б.А.Неменко, М.М. Молдакулова (1980)) визначали кількісний вміст кальцію, калію, натрію, магнію, міді, марганцю, цинку, заліза та свинцю. Кількість фосфору визначали за Брігом на фотоелектрокалориметрі. Одержаний в результаті експерименту цифровий матеріал був статистично оброблений за методом Ст'юдента на

персональному комп'ютері типу IBM за допомогою програми Excel. Достовірною вважали ймовірність помилки менше 5 % ($p < 0,05$).

Результати дослідження та їх обговорення. Вивчаючи структурну перебудову кісткової тканини плечових кісток у тварин різних вікових груп під впливом помірних фізичних навантажень, було виявлено, що помірні фізичні вправи викликають підвищену активність остеосинтетичних процесів, що проявляється переважанням усіх остеометричних параметрів експериментальних тварин над контрольними показниками вже через 20 днів експериментального періоду. Протилежний ефект викликали в кістковій тканині інтенсивні фізичні навантаження. Однак, швидкість адаптативного ремоделювання та його прояв різнився у кожній з вікових груп щурів.

Так, помірні фізичні навантаження в усіх групах щурів ведуть до збільшення остеометричних показників, однак величина змін не досягає статистично достовірних величин за 60 експериментальних днів. Незважаючи на активний період росту, додаткове стимулювання помірними динамічними навантаженнями все ж не спричинило "вибуху" ростових процесів навіть у групі молодих тварин.

Динамічні навантаження інтенсивного характеру у всіх групах експериментальних тварин мали негативний ефект і сповільнювали ростові процеси. Вимірювання середини діафіза у кістках молодих тварин дало можливість математично обґрунтовано стверджувати про суттєву затримку приросту кісткової тканини у молодих щурів в ділянці діафіза: ширина середини діафіза в середньому була меншою за контроль на 5,85 %, а середньо-задній розмір діафіза відставав від контролю на 11,97 %.

Вважаємо це непрямо узгоджується з даними Бруско А.Т., (1991), Синельникова Я.Р. та ін. (1992) про активізацію апозиційного росту та остеорезорбтивних процесів при ремоделюванні кісткової тканини в місцях інтенсивного кровообігу. Саме судини окістя забезпечують камбіальний шар усіма необхідними речовинами для синтезу нової кістки та є джерелом надходження руйнівників кістки – остеокластів.

Оптимізація неорганічного матриксу сприяє прискоренню мінералізації, проліферативна активність хондроцитів підвищується в прямій залежності від часу дії помірною динамічного навантаження.

Ріст довгих кісток вздовж осі відбувається за рахунок метаепіфізарної росткової пластинки – росткового хряща, у якому відбуваються незворотні інволютивні зміни (Касавина Б.С., 1979). Його функціональний стан є індикатором балансу між остеосинтетичною спроможністю та резорбтивною готовністю кісткових систем. Його дослідження дає неоцінені свідчення про стан кістки у цілому.

Помірні динамічні навантаження сповільнюють фізіологічний процес інволюції епіфізарного росткового хряща в усіх вікових групах піддослідних тварин. Це дає змогу триваліший час зберігати вищу функціональну активність хрящових клітин та їх комплексів. В експерименті з помірними динамічними навантаженнями хрящова пластинка має типову структуру та зберігає ознаки високої функціональної активності. Колонки хондроцитів добре виражені, значну їх частину займає зона проліферації. У молодих щурів під впливом помірних навантажень ширина хряща залишається вищою за контрольні показники на 3,57 %. У тварин зрілого та старечого віку, що піддавалися помірним динамічним навантаженням, гістологічна картина росткових пластинок плечових кісток має чітку будову, добре виражені усі зони пластинки та помірну кількість проміжної речовини. Однак, їх морфометричні переваги над аналогічними контрольними є значно скромнішими. Як відомо, хрящова тканина не має судин і життєдіяльність клітин підтримується за рахунок дифузії поживних речовин через товщу хряща (Ковешников В.Г, Абакаром М.Х., Лузін В.І., 2000). Ми припускаємо, що саме фізичні навантаження та локальні деформації хрящової тканини є фактором створення додаткового гідростатичного тиску, який сприяє активному транспорту розчинів через проміжну речовину хряща. Вищий ступінь зрілості хрящової пластинки та її складових у зрілих та старих щурів не дозволив більш ефективно реалізуватися репаративним процесам у даних категоріях тварин, або ж процес був обмежений часовим фактором.

Знову ж таки протилежний, тобто негативний ефект спостерігали при дослідженні кісток тварин, що піддавалися інтенсивним динамічним навантаженням. Надмірні навантаження призводили до декомпенсації в системі життєзабезпечення хрящової пластинки. Руйнувалася зв'язки в структурній ієрархії клітинно-тканинних взаємодій, що на гістологічному рівні проявилось різким збільшенням кількості проміжної речовини, втратою клітинних елементів, деформацією та руйнуванням колонкової архітекtonіки епіфізарного хряща. Тяжкі функціональні порушення метаепіфізарної хрящової пластинки знайшли своє підтвердження і у втратах морфометричних величин. Найсуттєвішими вони виявилися у групі молодих щурів. Ширина епіфізарного хряща була меншою за контроль на 13,65 %. У зрілих експериментальних тварин дефіцит ширини був лише 1,33 %, а в старих – 0,39 %, що пояснюється низьким рівнем обмінних процесів у тварин даного віку (рис. 1).

Рис. 1. Відсоткове співвідношення ширини епіфізарного хряща плечової кістки тварин при інтенсивних та помірних фізичних навантаженнях.

Незважаючи на незначні морфометричні втрати, гістологічна картина росткової пластинки щурів старечого віку є найбільш важкою. На закінчення експерименту з інтенсивними

динамічними навантаженнями типова структура росткового хряща майже повністю зруйнована. Хондроцити зони проліферації неактивні, з ознаками анізоцитозу. Їх ядра зменшені або й відсутні. Клітини нечіткі, зональність майже не диференціюється.

Досліджуючи губчасту частину діафіза плечової кістки у щурів різних вікових груп, що піддавалися динамічним навантаженням різної інтенсивності, ми відмічали достовірні зміни зі сторони в перебудові структурного компоненту, що узгоджується з даними літератури (Беневоленская Л.И., 2003; Ковальчук Л.Я., 2003; Риггз Б.Л., 2000 та ін.) про найвищу активність губчастої речовини кістки завдяки величезній площі контакту кристалів гідрооксиапатиту з міжтканинною рідиною.

При помірних динамічних навантаженнях об'єм загальної спонгіози значно виріс і переважав контрольні заміри в інтактних тварин на 47,74 % у зрілих тварин та 57,04 % у старих, що побічно вказувало на підвищений рівень кальцію у тканині плечових кісток.

Дефіцит мінеральних складових спостерігався для завершеного формування вторинної спонгіози з первинної в усіх вікових групах тварин при інтенсивних динамічних навантаженнях. Порівняно з контролем об'єм загальної спонгіози в експериментальних тварин був меншим у молодих щурів на 10,25 %, у старих тварин – на 5,72 %. У зрілих щурів дефіцит кількості загальної спонгіози був найменшим – 2,75 % (рис. 2).

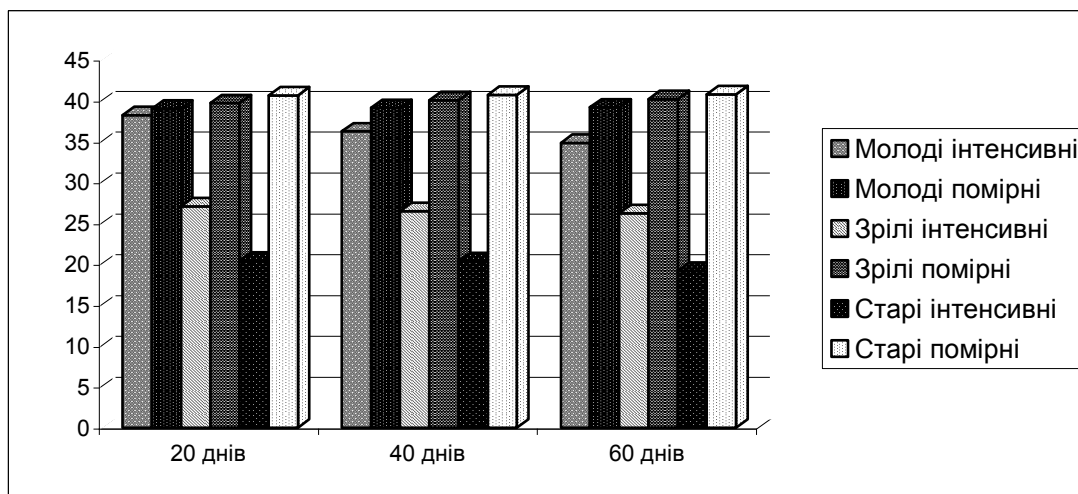


Рис. 2. Відсоткове співвідношення об'єму загальної спонгіози плечової кістки тварин при інтенсивних та помірних фізичних навантаженнях

Чітким індикатором активності тканини в живому організмі є наявність бластних клітин в ділянці дослідження, адже саме вони продукують основні компонентні матеріали тканини. Кількість остеобластів первинної спонгіози у тварин молодого віку, які отримували помірні фізичні навантаження протягом експерименту перевищувала контроль на 4,03 %, зрілих тарин – не виходили за межі похибки, а в старих тварин їх кількість впевнено подолала 12,25 %. Важким

фактором впливу на губчасту речовину кістки стали інтенсивні тренування, про що яскраво свідчать показники кількості остеобластів: у молодих щурів їх менше за норму на 25,48 %, у зрілих – на 10,81 %; у старих – на 41,22 %.

Досліджуючи стан компактної речовини діафіза у тварин різних вікових груп та за різних режимів рухової активності, виявили достовірний морфометричний приріст ширини остеонного шару, площі діафіза та діаметра остеона у всіх групах тварин. Протилежні перетворення відбувалися за тими ж параметрами в експериментальних тварин з інтенсивним типом динамічних тренувань (рис. 3).

Даний ефект узгоджується з даними про гідродинамічні ефекти. Регулярні помірні динамічні навантаження викликають гідродинамічні ефекти систем остеонів, які, згідно Бруско А.Т., Омельчук В.П. (1999), активно прокачують кров та сприяють тим збільшенню об'ємів крові у системі кісткових судин. Згідно з даними тих же авторів, позитивний гідродинамічний ефект виникає при функціональному темпі навантаження, тобто близькому до помірних навантажень. Цей же ефект перестає працювати в режимі інтенсивних навантажень, коли система не встигає відновлювати деформовані остеони. Поступальний рух крові замінюється коливальним, що викликає гіпоксію та некроз тканин. Виникає маятникоподібний рух крові.

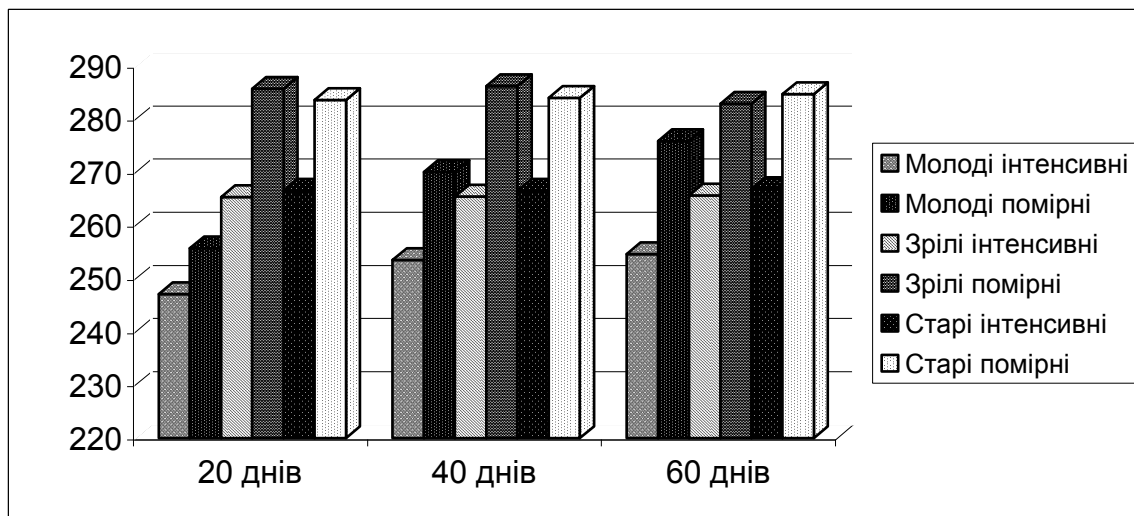


Рис. 3. Відсоткове співвідношення ширини остеонного шару у плечовій кістці тварин при інтенсивних та помірних фізичних навантаженнях.

Вміст води у кістках тварин молодого віку після помірних фізичних навантажень динамічного характеру протягом експерименту збільшується на 0,13 %; 1,47 %; 2,16 %. У тварин цієї ж вікової групи, які отримували інтенсивні фізичні навантаження, вміст води у кістках значно зменшується - на 1,52 %; 4,69 %; 5,08 %, відповідно. Аналогічно змінюються показники вмісту води у плечових кістках тварин зрілого віку, які отримували помірні та інтенсивні фізичні навантаження динамічного характеру протягом 20-ти, 40, 60-ти днів експерименту. Кістки тварин

старечого віку реагують на помірні фізичні навантаження збільшенням кількості води на 0,21 %; 0,36 %; 0,14 %. У тварин, які отримували інтенсивні фізичні навантаження, вміст води протягом 20-ти, 40 днів експерименту значно зменшується - на 5,38 %; 7,14 %; через 60 днів цей показник збільшується на 3,13 %.

У молодих тварин, які отримували помірні навантаження протягом усього експерименту, збільшуються такі макро-та мікроелементи як: загальна кількість мінеральних речовин - на 12,41 %, кальцій - на 18,53 %, фосфор - на 10,72 %, натрій - на 6,75 %, калій - на 23,68 %, магній - на 8,50 %, марганець - на 28,67 %, мідь - на 14,52 %, цинк - на 14,16 %, свинець - на 15,86 %.

У молодих тварин, які отримували інтенсивні навантаження протягом експерименту, що тривав 60 днів, макро- та мікроелементи зменшуються: загальна кількість мінеральних речовин на 8,83 %, кальцій - на 8,26 %, фосфор - на 7,34 %, натрій - на 18,34 %, калій - на 14,16 %, магній - на 5,24 %, марганець - на 16,28 %, мідь - на 27,61 %, цинк - на 26,41 %, залізо - на 11,21 %, свинець - на 5,22 %.

Аналогічно змінюються макро- та мікроелементи у зрілій групі тварин, які отримували протягом двохмісячного експерименту помірні та інтенсивні фізичні навантаження. У старечих тварин, які отримували протягом експерименту помірні навантаження, спостерігається незначне збільшення макро- та мікроелементів: загальна кількість мінеральних речовин збільшується на 0,21 %, кальцій - на 7,63 %, фосфор - на 8,31 %, натрій - на 12,14 %, калій - на 8,26 %, магній - на 14,19 %, марганець - на 9,72 %, мідь - на 19,14 %, цинк - на 13,43 %, залізо - на 7,17 %, свинець - на 1,86 %. У цій же віковій групі тварин, які отримували інтенсивні навантаження, протягом усього часу експерименту макро- та мікроелементи значно зменшуються. Так, загальна кількість мінеральних речовин зменшується на 8,99 %, кальцію - на 3,24 %, фосфору - на 9,76 %, натрію - на 22,43 %, калію - на 18,19 %, магнію - на 10,07 %, марганцю - на 13,47 %, міді - на 8,41 %, цинку - на 9,76 %, заліза - на 6,19 %, свинцю на 2,34 %.

Таким чином, інтенсивні помірні фізичні навантаження викликають, в основному, сповільнення росту плечової кістки у довжину у тварин зрілого віку, в той час як у тварин з вираженими старечими змінами спостерігається притуплення ростових показників. Помірні фізичні навантаження, навпаки, стимулюють ріст плечової кістки у довжину, особливо у молодому і зрілому віці, а у тварин з вираженими старечими змінами цей ріст припиняється.

Таким чином, застосування єдиного методичного підходу і комплексу адекватних методів дослідження на великому однорідному експериментальному матеріалі дозволило виявити закономірності морфофункціональних перетворень структури довгих кісток тварин, що розвиваються в умовах різних режимів рухової активності у віковому аспекті. Встановлено, що ефект дії різних режимів рухової активності на процеси морфогенезу залежить від віку, а також інтенсивності і тривалості фізичних навантажень.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, яке полягає у визначенні морфофункціональних особливостей стану довгих кісток скелету лабораторних щурів різних вікових груп (на основі дослідження плечової кістки) залежно від ступеня інтенсивності тренування тварин динамічними фізичними навантаженнями.

1. Регулярні тренування помірними динамічними навантаженнями викликають зміни швидкості метаболічних процесів у плечових кістках молодих тварин, що проявляється підвищенням рівня гідратації кісткової тканини на 9,09 % та її мінералізації на 17,49 %. Максимальні структурні зрушення виявляються у збільшенні розмірів середини діафіза на 7,52 % та зростанні площі діафіза на 8,21 %.

2. Інтенсивні динамічні навантаження є причиною негативних ремоделюючих процесів у кістках молодих тварин і проявляються зниженням мінеральної насиченості кісткової тканини на 22,86 %, зменшенням кількості остеобластів на 25,48 %, звуженням епіфізарного хряща на 13,65 % та розмірів середини діафіза на 16,99 %.

3. В умовах впливу помірних динамічних навантажень покращується гемоциркуляція плечових кісток зрілих тварин, що веде до збільшення об'єму загальної спонгіози на 49,16 %, розширення діаметру остеонів на 6,08 %, площі діафіза – на 10,28 %; підвищення мінеральної насиченості кісток на 21,01 %.

4. Пошкодження структурних складових плечових кісток зрілих тварин за умов дії інтенсивних динамічних навантажень виявляється зменшенням кількості остеосинтезуючих клітин на 10,81 %, активацією деструктивних процесів з формуванням чисельних порожнин резорбції, розширенням кістково-мозкового каналу на 39,14 %, компенсаторним збільшенням ширини оточуючих пластинок на 18,37- 29,00 % та демінералізацією на 32,43 %.

5. В групі тварин старечого віку тренування помірними динамічними навантаженнями ведуть до збільшення кількості остеобластів на 12,25 %, об'єму первинної спонгіози - на 14,40 %, загальної кількості мінеральних речовин - на 19,47 %.

6. Тяжкі структурні ушкодження епіфізарного хряща, остеопоротичні зміни губчастої та компактної речовини діафіза, втрата кількості остеобластів на 12,25 %, розширення площі кістково-мозкової порожнини на 48,67 % є наслідком впливу на плечову кістку двомісячних інтенсивних динамічних тренувань у групі щурів старечого віку.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ.

1. Давибіда Н.О. Вікові зміни ростових показників у інтактних щурів молодого віку / Н. О. Давибіда // Вісник морфології. – 2006. – № 12 (2). – С. 140–141.

2. Давибіда Н.О. Морфометрична характеристика плечових кісток щурів різних вікових груп в умовах дії на організм динамічних фізичних навантажень різної інтенсивності / Н. О. Давибіда // Таврический медико-биологический вестник. – 2008. – Т. 11, № 3. – С. 34–37.
3. Давибіда Н.О. Морфометрична характеристика плечових кісток в умовах дії на організм динамічних фізичних навантажень різної інтенсивності у щурів різних вікових груп /Н.О. Давибіда// Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2008.- № 2 (36).-С. 56- 59.
4. Давибіда Н.О. Закономірності росту, формоутворення та зміни, які відбуваються у плечовій кістці тварин різних вікових груп під час дії на організм динамічних фізичних навантажень різної інтенсивності / Н. О. Давибіда // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волинського національного університету ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2008. – Т. 3. – С. 44–48.
5. Давибіда Н.О. Морфофункціональні зміни стегнової кістки щурів при фізичному навантаженні динамічного характеру у віковому аспекті / Н. О. Давибіда, В. Д. Волошин, Я. І. Федонюк // Вісник наукових досліджень. – 2004. – № 1. – С. 93–94. *(Здобувач провела інформаційний пошук, виконала експериментальні дослідження, аналіз і узагальнення їх результатів, підготувала роботу до друку).*
6. Безпалова Н.М. Залежність антропометричних показників у юнаків та дівчат з переважанням парасимпатичної нервової системи після 4-х місяців занять фізичними вправами / Н. М. Безпалова, Н. О. Давибіда, Я. І. Федонюк // Вісник наукових досліджень. – 2004. – № 1. – С. 32–33. *(Здобувач провела інформаційний пошук, виконала експериментальні дослідження, аналіз і узагальнення їх результатів, підготувала роботу до друку).*
7. Волинець В. Я. Вплив фізичних навантажень загально-фізичного напрямку на зміни показників життєвої ємності легень та динамометрії студенток медичної академії з різним типом вегетативної нервової системи / В.Я. Волинець, Я. І. Федонюк, Н.О. Давибіда // Вісник морфології. – 2003. – № 2. – С. 42–44. *(Здобувач провела інформаційний пошук, виконала експериментальні дослідження, аналіз і узагальнення їх результатів, підготувала роботу до друку).*
8. Давыбида Н. О. Возрастные изменения в длинных костях крыс при воздействии на них физических динамических нагрузок / Н.О. Давыбида, Я. И. Федонюк, В. Д. Волошин // Морфология. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 2004. -Т. 126, № 4. – С. 40. *(Здобувач провела експериментальні дослідження, здійснила обробку їх результатів, підготувала тези до друку).*

АНОТАЦІЯ

Давибіда Н.О. Морфофункціональна характеристика довгих кісток за різних режимів рухової активності у віковому аспекті. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 14.03.01 – нормальна анатомія. – Державний вищий навчальний заклад «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського», МОЗ України. Тернопіль, 2010 р.

Застосування єдиного методичного підходу і комплексу адекватних методів дослідження на великому однорідному експериментальному матеріалі дозволило виявити закономірності морфофункціональних перетворень структури довгих кісток тварин, що відбуваються в умовах різних режимів рухової активності в різних вікових групах. Інтенсивні фізичні навантаження викликають сповільнення росту та остеокластичну резорбцію плечових кісток і їх структурних елементів у тварин молодого та зрілого віку. У тварин з вираженими старечими змінами спостерігаються значні деструктивні зрушення в усіх відділах плечових кісток. Морфометричні методи дослідження дозволяють стверджувати про максимальні рушійні зміни кісток у групі старих тварин і мінімальні - у тварин зрілого віку. В свою чергу помірні фізичні навантаження є фактором стримування інволютивних змін у плечових кістках. У групі молодих тварин спостерігається сповільнення процесів звуження ширини росткової пластинки та збільшення активності остеобластів, що опосередковано проявлялося збільшенням розмірів кісток та їх структури в експериментальних тварин. У групі тварин з вираженими старечими змінами спостерігається помітне сповільнення демінералізації кістки. Встановлено, що ефект дії різних режимів рухової активності на процеси морфогенезу залежить від віку, а також інтенсивності і тривалості фізичних навантажень. Результати проведеного дослідження мають як теоретичне, так і практичне значення, оскільки вони дають методичну базу для вивчення адаптаційних перетворень у кістковій системі, визначення діапазону її перетворень. Експериментально підтверджена можливість прогнозування тренувальних вправ та цілеспямованого використання дозованих фізичних навантажень з метою корекції структурних змін скелету залежно від віку.

Ключові слова: плечова кістка, вік, інтенсивні, помірні динамічні фізичні навантаження, епіфізарний хрящ, діафіз.

АННОТАЦИЯ

Давыбида Н.О. Морфофункциональная характеристика длинных костей при разных режимах двигательной активности в возрастном аспекте. - Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата биологических наук по специальности 14.03.01 - нормальная анатомия. – Государственное высшее учебное заведение «Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского» МЗО Украины, Тернополь, 2010.

В работе изучены морфофункциональные изменения плечевых костей лабораторных крыс разных возрастных групп при разных режимах двигательной активности. При исследовании плечевых костей использовали морфометрические, гистологические, химикоаналитические методы исследования и статистическую обработку цифровых данных.

Наиболее активный рост остеометрических, морфометрических и химикоаналитических показателей наблюдается у молодых и зрелых животных, а в группе старых животных они замедлены, что является характерным для белых крыс. Умеренные физические нагрузки являются фактором сдерживания инволютивных изменений в плечевых костях. Так, у молодых и зрелых групп животных, которые получали динамические умеренные физические нагрузки на протяжении 60-ти дней эксперимента, максимальная длина плечевой кости увеличилась на 1,88 %; 2,08 % относительно контроля, в группе старых животных этот же показатель увеличился на 0,78 %. Умеренные физические нагрузки на протяжении эксперимента у молодых, зрелых и старых животных вызывают увеличение ширины проксимального эпифиза на 3,19 %; 0,70 %; 0,78 %, соответственно. Ширина дистального эпифиза увеличивается в этих же возрастных группах животных на 1,99 %; 2,18 %; 0,26 %. Ширина середины диафиза увеличивается на 9,18 %; 0,49 %; 0,59 %. Соответственно с такой же закономерностью изменяется переднее-задний размер середины диафиза плечевых костей, на 20,51 %; 3,16 %; 0,67 %. Исследуя глубину проникновения хрящевой ткани в костно-мозговую полость, у животных молодого возраста, которые на протяжении эксперимента получали умеренные физические нагрузки, можно наблюдать увеличение ее проникновения на 1,83 %. Меньше всего проникает хрящевая ткань в костно-мозговую полость у животных зрелого возраста на 1,30 %. Аналогично изменяется этот же показатель и у старых животных на протяжении эксперимента. Длина трабекул первичной спонгиозы у животных молодого, зрелого возраста уменьшается на 0,31 %; 0,05 %, а у старых животных на протяжении эксперимента этот же показатель незначительно возрос - на 0,19 % относительно контроля. Наблюдается увеличение количества остеобластов первичной спонгиозы у животных всех возрастных групп на протяжении всего периода эксперимента. Химические исследования утверждают об улучшении минеральной насыщенности плечевых костей. Так, количество минеральных веществ у животных молодого возраста увеличивается на 12,41 % относительно контроля, на 5,61 % увеличивается этот же показатель у зрелых животных, а в группе старых животных содержание минеральных веществ увеличивается на 1,77 % относительно контроля. Содержание кальция в плечевых костях молодых животных увеличивает на 18,53 %; у зрелых животных на 4,42 %; у животных старого возраста он увеличивается на 7,63 % относительно контроля. В плечевых костях животных, которые получали умеренные физические динамические нагрузки, содержание фосфора увеличивается на 10,72 %, тогда как у зрелых животных этот же показатель составляет 8,53 % относительно контроля, а у старых

животных содержание фосфора увеличивается на 8,31 % на протяжении 60-ти дней эксперимента. Следовательно, умеренные динамические физические нагрузки вызывают ускорение продольного и поперечного роста длинных трубчатых костей животных, а также улучшают химический состав кости. В свою очередь, интенсивные физические нагрузки вызывают замедление роста и остеокластическую резорбцию плечевых костей и их структурных элементов у животных молодого и зрелого возраста. У животных с выраженными старческими изменениями наблюдали значительные деструктивные сдвиги во всех отделах плечевых костей. При проведении исследования и анализе полученных данных при возрастном сравнении наблюдаются изменения основных структур и химического состава плечевых костей при влиянии на них динамических интенсивных нагрузок. Эти изменения наблюдались уменьшением ростовых характеристик, а именно: сужением эпифизарного хряща в молодых группах животных на 10,68 %, у зрелых – на 1,33 %, в старых - на 1,96 % и его зоны пролиферации на 1,68 %; 1,19 %; 2,24 %, уменьшением количества клеточных элементов в ростовых зонах и со структурными нарушениями ростовой пластинки и диафиза. Причиной этих изменений было нарушение в зонах роста, а именно - сужение зоны пролиферации, а также уменьшение количества остеобластов первичной спонгиозы у молодых животных на 16,34 %; 10,80 %; 4,91 %. Другие изученные нами параметры являются лишь доказательством снижения функции предыдущих показателей, которые определяют синтетические процессы в костях. Морфометрические методы исследования позволяют наблюдать максимальные изменения костей в группе старых животных и минимальные у животных зрелого возраста, а также замедление минерализации и выделение из скелета основных макро-и микроэлементов во всех возрастных группах животных, которые на протяжении эксперимента получали интенсивные физические динамические нагрузки. Доказано, что эффект действия разных режимов двигательной активности на процессы морфогенеза зависит от возраста а также интенсивности и длительности физических нагрузок.

Ключевые слова: плечевая кость, возраст, интенсивные динамические физические нагрузки, умеренные динамические физические нагрузки, эпифизарный хрящ, диафиз.

ANNOTATION

N.O. Davibida Morpho-functional characteristic of the long bones at the different regimes of the motive activity in an age-old aspect. - Manuscript.

Dissertation is given for the reception of scientific degree of candidate of biological sciences according to speciality 14.03.01 - normal anatomy. State Higher Educational Establishment «I.Ya.Horbachevskyy Ternopil State Medical University», Ministry of Public Health of Ukraine. Ternopil, 2010.

Application of unique methodical approach and complex of adequate methods of research on large homogeneous experimental material allowed to find out conformities to the law of morpho-functional transformations of structure of long bones of animals which take place in the conditions of the different modes of motive activity in the different age groups.

The intensive physical loadings cause inhibition of growth and osteoclastic resorption of humeral bones tissue and their structural elements in the animals of young and mature ages. In the animals with the expressed senile changes considerable destructive changes in all departments of humeral bones were observed. Morphometric research methods allow to assert about the maximal motive changes of bones in the group of old animals and minimum at the animals of mature age.

The moderate physical loadings are the factor of inhibition of involutive changes in humeral bones. In the group of young animals the processes of narrowing of plate and multiplying activity of osteoblasts were observed, that mediated showed up multiplying the sizes of bones and their structure at experimental animals. In the group of animals with the expressed senile changes inhibition of mineralization of bone is noticed. It is set that the effect of action of the different modes of motive activity on the processes of morphogenesis depends on age and also intensity and duration of the physical loadings.

The results of the conducted research have both theoretical and practical value, as they give a methodical base for the studding of transformations of adaptations in the bone system, determination of range of its transformations. Experimentally confirmed possibility of prognostication of training exercises and dosed physical loadings with the purpose of correction of structural changes to the skeleton depending on age.

Keywords: humeral bone, age, intensive dynamic physical loadings, moderate dynamic physical loadings, epiphisial cartilage, diaphisis.