

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ ДЗ
«ЛУГАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

САК АНДРІЙ ЄВГЕНОВИЧ

УДК 611.711- 053(-056.13)

**ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА ФОРМОУТВОРЕННЯ
ПОПЕРЕКОВИХ МІЖХРЕБЦЕВИХ ДИСКІВ В УМОВАХ РІЗНИХ
РЕЖИМІВ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ**

(анатомо-експериментальне дослідження)

14.03.01 - нормальна анатомія

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук**

Луганськ – 2012

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в ДЗ «Луганський державний медичний університет»
МОЗ України

Науковий керівник: лауреат Державної премії України, заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук, професор кафедри анатомії людини Луганського державного медичного університету **Ковешніков Володимир Георгійович.**

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, доцент **Бумейстер Валентина Іванівна,**
Сумський державний університет Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, професор кафедри анатомії людини;

Доктор біологічних наук, професор **Родіонова Наталія Василівна,**
Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, завідувач відділу цитології та гістогенезу.

Захист відбудеться «26» січня 2012 р. об 11.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 29.600.04 Луганського державного медичного університету (91045, м. Луганськ, кв. 50 років оборони Луганська, 1г).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Луганського державного медичного університету МОЗ України (91045, м. Луганськ, кв. 50 - річчя оборони Луганська, 1г).

Автореферат розісланий «22» грудня 2011р.

Вчений секретар спеціалізованої

вченої ради, к. б. н., доцент



Я.А.Ушко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проблема адаптації кістково-суглобової системи до різних умов середовища і, особливо, режимів рухової активності є однією з актуальних проблем сучасної функціональної морфології (Ковешніков В. Г., 1993-2011; Кащенко С. А., 2003; Бруско А. Т., Гайко Г.В., 2005; Родіонова Н. В., 2006; Довгань С. Б., Федонюк Я. І., 2006; Пикалюк В. С., 2006; Лузін В. І, 2007; Бумейстер і Сікора В. В., 2010). Особливий інтерес науковців викликає морфологія міжхребцевих (МХ) дисків (Adams M.A. at al., 2000; Chao J., 2001; Сак Н.М. 2003, Маврич В.В., 2005; Кривецький В.В., 2007), що обумовлено їх важливою роллю у функціях хребта та великому значенні для суспільства захворювань на міжхребцевий остеохондроз, розвиток якого має певний зв'язок з дистрофічним порушенням МХ дисків (Хабилов Ф. А., 2001; Urban J. P., Roberts S., 2003; Корж Н. А. та ін., 2004). Перше десятиліття ХХІ століття ВОЗ оголосила Міжнародним десятиліттям дослідження кістково-м'язових порушень – це глобальна акція, що мала підвищити якість життя особам з порушенням опорно-рухового апарату, залишається актуальною і тепер, а основною причиною цих звернень є захворювання хребта (Яременко Д. О. та ін., 2006).

Але в останні десятиріччя кількість досліджень з морфології МХ дисків значно зменшилася і на міжнародному симпозиумі з біології МХ дисків було вказано на недостатність праць з морфології МХ дисків, кількість яких складає тільки 10% від публікацій з морфології суглобів (Fairbank J., 2002). В останні роки з'явилися роботи по вивченню реакції клітин драглистого ядра на умови експлантації та імплантації (Chao J., 2001; Nomura T., 2001; Thonar E., Masuda T. E, 2002; Радченко В. О., 2006; Деев Р. В, 2007), і навіть по створенню штучного диску (David T., Lemair J.P, Morene P., 2006).

Дані про перебудову МХ дисків при різних режимах фізичного навантаження обмежені. Вставлено, що великі навантаження сприяють пошкодженню МХ дисків і розвитку міжхребцевого остеохондрозу у спортсменів, що може привести до тяжких ускладнень і зниження спортивної працездатності (Левенець В. Н., 2004; Колесніченко В. А., Страуде В. А., 2005). Пріоритетним фізичним навантаження у спорті є біг (Платонов В. М., 2004), але морфологічні показники оптимальних і надмірних фізичних навантажень МХ дисків в умовах тривалого бігу не з'ясовані, і особливо у віковому аспекті.

Недостатньо також вивчено вплив на МХ диски іншого екстремального фактора довкілля – гіпокінезії. Згідно з визначенням Європейського регіонального бюро ВОЗ, в розвинених країнах і країнах, що розвиваються, поширеними стали хронічні неінфекційні захворювання, серед яких основними є «хвороби цивілізації», викликані впливом різних несприятливих чинників, зокрема гіпокінезією і гіподинамією. Саме гіпокінезія залишається однією з найбільш небезпечних факторів навколишнього середовища (Родіонова Н. В., 2006; Золотова-Гайдамака Н. В., 2008; Простяков І. В. та ін., 2010). Але

структурні зміни МХ дисків недостатньо досліджені, а їх вікові перебудови в цих умовах відсутні. Тому проблема адаптації МХ дисків до умов гіпокінезії і розробка способів профілактики її наслідків мають важливе теоретичне і практичне значення.

Актуальність проблеми та відсутність свідчень про зміни МХ дисків в умовах тривалого бігу і тривалої гіпокінезії обумовили вибір теми дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертацію виконано згідно з тематичним планом наукових досліджень Луганського державного медичного університету в рамках науково-дослідницької теми кафедри нормальної анатомії людини «Особливості морфогенезу кісткової, імунної та ендокринної систем під впливом екологічних чинників» (номер державної реєстрації 0103U006652) та «Вплив хронічної гіпертермії і фізичного навантаження на морфогенез органів імунної, ендокринної і кісткової систем організму» (№ 0107U004485). Роль дисертанта полягала у постановці експериментів, проведенні досліджень і аналізі результатів.

Мета дослідження: виявити вікові закономірності структурних змін поперекових міжхребцевих (МХ) дисків білих щурів в умовах експериментальної гіпокінезії і динамічних фізичних навантажень для з'ясування адаптаційних можливостей МХ дисків при різних режимах рухової активності.

Завдання дослідження:

1. Вивчити вікові особливості макромікроскопічної, ультраструктурної та ультраструктурної організації, показники метаболізму клітин поперекових МХ дисків щурів і рівень кровопостачання суміжних з МХ дисками субхондральних відділів тіл хребців.
2. З'ясувати в експерименті вікові зміни макромікроскопічної та ультраструктурної організації, показники метаболізму клітин поперекових МХ дисків і рівень кровопостачання суміжних з МХ дисками субхондральних відділів тіл хребців при різних режимах гіпокінезії.
3. З'ясувати в експерименті вікові зміни макромікроскопічної та ультраструктурної організації, показники метаболізму клітин поперекових МХ дисків і рівень кровопостачання суміжних з МХ дисками субхондральних відділів тіл хребців при різних режимах динамічного фізичного навантаження у віковому аспекті.
4. Виявити морфологічні свідчення перенапруження МХ дисків в умовах гіпокінезії і динамічного фізичного навантаження.

Об'єкт дослідження – структурно-метаболичні зміни поперекових МХ дисків в умовах гіпокінезії і підвищених динамічних фізичних навантажень у віковому аспекті.

Предмет дослідження – поперекові МХ диски білих щурів-самців трьох вікових груп (статевонезрілих, статевозрілих і похилого віку).

Методи дослідження: наповнення туш-желатиною масою судин хребців; макромікроскопічний метод, гістологічний метод, морфометрія, поляри-

заційно-оптичний метод, електронно-мікроскопічний метод, гістоензімологічні методи, спектрофотометричний метод, методи математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертації подано теоретичне узагальнення і вирішення актуальної наукової біологічної задачі – структурних перебудов поперекових МХ дисків у віковому аспекті при різних умовах рухової активності щурів з позицій системного підходу – у зв'язку з перебудовами вентрального відділу хребта. Вперше в експерименті показана залежність вікових і адаптаційних змін МХ дисків від перебудов суміжних структур вентрального відділу хребта: апофізів тіл хребців, апофізарного хряща, кровопостачання субхондральних відділів тіл хребців.

Вперше встановлено вікові особливості адаптаційних перебудов і дистрофічних змін поперекових МХ дисків при різних умовах рухової активності на органному, тканинному, клітинному та субклітинному рівнях. Вперше в експерименті встановлено зв'язок перебудов МХ дисків із рівнем кровопостачання тіл хребців. Доведено, що в умовах тривалих динамічних навантажень деформуються дорсальні відділи апофізів тіл хребців, затримуються процеси їх осифікації, ущільнюються дорсальні відділи МХ дисків, створюються умови для протрузії і пролабування диска.

Вперше запропоновані об'єктивні морфологічні критерії оцінки оптимальних та граничних режимів фізичного навантаження на МХ диски.

Встановлено вікові закономірності реакції МХ дисків на різні режими динамічного навантаження й умови гіпокінезії. Проведено порівняння перебудов МХ дисків в умовах гіпер- і гіпокінезії. Встановлено, що в умовах гіпокінезії перебудови диска починаються зі драглистого ядра, а в умовах динамічних фізичних перенавантажень – з перебудови зони фіксації МХ диска до тіл хребців з подальшим порушенням цього зв'язку.

Практичне значення одержаних результатів. На основі комплексного дослідження встановлено, що процес старіння МХ дисків прискорюється в умовах гіпокінезії, тобто носять характер атрофії через бездіяльність, особливо у статевонезрілих тварин і тварин похилого віку. Показано, що об'єктивним критерієм надмірного фізичного перевантаження МХ дисків можуть бути зниження активності ферментів окислювального фосфорілювання, зміна специфічного "профілю" активності ізоферментів лактатдегідрогенази з підвищенням активності анаеробних ЛДГ-3 і ЛДГ-4 ізоформ й поширення апоптозних клітин в драглистому ядрі і колагеноволоконистому хрящі внутрішнього шару фіброзного кільця. Доведена необхідність дозовано обмежувати тривалі динамічні навантаження, особливо у молодих та похилого віку осіб, щоб запобігти прискорення інволютивних змін МХ дисків і доцільність використання помірних динамічних навантажень для активації процесів метаболізму в клітинах МХ дисків і затримання інволютивних змін МХ дисків. Помірне динамічне навантаження може рекомендуватися як ефективний екзогенний фактор збереження структури МХ диску. Результати дослідження можуть бути використані в функціональній морфології опорно-

рухового апарату, спортивній морфології і спортивній медицині, педіатрії, ортопедії і травматології, професійній патології.

Основні положення і результати дисертаційного дослідження впроваджено в наукову та науково-дослідну роботу кафедри анатомії людини, кафедри гістології, цитології та ембріології, а також кафедри патологічної фізіології Харківського національного медичного університету; кафедри анатомії людини Вінницького національного медичного університету; кафедри основ біології людини Національного університету фізичної культури України; кафедри інформатики і біомеханіки з курсом анатомії і спортивної морфології Харківської державної академії фізичної культури; кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Буковинської медичної академії; кафедри анатомії людини Української медичної стоматологічної академії; кафедри анатомії і фізіології людини Харківського національного педагогічного університету; кафедри анатомії тварин Національного аграрного університету України; кафедри анатомії, а також кафедри гістології, цитології та ембріології Луганського державного медичного університету.

Особистий внесок здобувача. Дисертантом особисто проведено експериментальне дослідження, що включало підбір тварин, здатних витримувати умови гіпокінезії та тривалий біг у тредбані, контроль за станом тварин, виведення щурів із експерименту, проведення морфофункціональних досліджень, фотодокументацію, статистичну обробку результатів та їх узагальнення. Автору також належить інтерпретація результатів дослідження, формулювання основних положень, що виносяться на захист, висновки та практичні рекомендації. У дисертаційній роботі й актах впровадження не використовувалися розробки, які належать співавторам друкованих праць.

Апробація результатів дослідження. Матеріали роботи апробовані на засіданнях обласного наукового товариства анатомів, гістологів, ембріологів і топографоанатомів Харкова (2003-2010); на IV Міжнародному конгресі «Олімпійський спорт і спорт для всіх: проблеми здоров'я, рекреації, спортивної медицини і реабілітації» (Київ, 2000); на IV Міжнародному конгресі з інтеграційної антропології (Санкт-Петербург, 2002); на III Національному конгресі анатомів, гістологів, ембріологів і топографоанатомів Україні (Київ, 2002); на конференції пам'яті проф. Б.О.Никітюка (Москва, 2004); на V науково-практичній конференції «Морфогенез і патологія кісткової системи в умовах промислового регіону Донбасу» (Луганськ, 2005 р.); на симпозиумі з міжнародною участю «Біологія опорно-рухового апарату (морфофункціональні і клініко-прикладні аспекти)» (Сімферополь – Ялта, 2005); на Міжнародному конгресі «Олімпійський спорт і спорт для всіх» (Київ, 2005); на VII Міжнародній науковій конференції «Фізична культура, спорт і здоров'я» (Харків, 2005); на науково-практичній конференції «Актуальні питання медицини, біології і фармації», присвяченої 50-річчю створення Луганського державного медичного університету (Луганськ, 2006); на VI міжнародному конгресі Міжнародної академії інтеграційної антропології (Вінниця, 2007); на міжнародному симпозиумі «Восток–Україна–Запад: современные процессы

развития физической культуры, спорта, туризма и оздоровительных технологий» (Харків, 2009).

Публікації. Матеріали дисертації викладено у 18 опублікованих працях (із них – 3 тези), в тому числі 6 – у фахових виданнях ВАК України. 14 праць – одноосібних.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена російською мовою на 192 сторінках друкованого тексту, з котрих власне тексту 167 сторінок. Робота включає розділи: вступ, огляд літератури, матеріал і методи дослідження, три розділи список з 245 використаних першоджерел літератури, з яких 158 робіт кирилицею і 87 латиницею. Дисертаційна робота ілюстрована 59 малюнками та 22 таблицями (з них окремо – на 10 сторінках).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріал і методи дослідження. Експериментальні проведені на білих лабораторних щурах-самцях трьох вікових груп: 1-, 3- та 12-місячного віку. Тварин було згруповано в три експериментальні групи за трьома віковими періодами в кожній. Це складало 90 щурів у кожній групі: режими «гіпокінезія», «гіперкінезія» і, взагалі 330 тварин: 180 тварин в експерименті і 150 – у контрольних серіях. З них по 10 тварин використано для гістоензімологічних досліджень і наливки судин, а по п'ять тварин – для гістологічних і електронномікроскопічних досліджень.

За режим нормокінезії вважали звичайне клітинне утримання тварин в умовах віварію. Режим гіпокінезії досягався шляхом утримання тварин протягом 7 та 30 діб в клітках малого об'єму, що обмежували рух. Режим гіперкінезії досягався 20- та 90- денним бігом щурів в тредбані конструкції В.В. Олексієва та В.І.Без'язичного (1969) із використанням електронного лічильника довжини пробігу. За 20 діб щури пробігали 10560 м, за 90 - 172800 м. Тварин тренували шість днів на тиждень з одним днем відпочинку. Динамічне навантаження підвищувалося поступово: у перший тиждень тривалість бігу дорівнювала шести хвилинам, а в наступні тижні підвищувалася на шість хвилин і на 20-й день тривалість бігу досягала 30 хвилин, а на 90-й день – 90 хвилин.

Комісією з етичних питань ДЗ «Луганський державний медичний університет» протокол № 7 від 4.10.11 встановлено, що експерименти на тваринах проводили з дотриманням міжнародних принципів «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986 р.), «Загальноетичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та закону України № 3477- IV від 21.02.06 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження».

Методи дослідження включали макроскопічну оцінку стану МХ дисків, методи гістологічного, гістоензімологічного, електронномікроскопічного досліджень, гістоморфометрію, спектрофотометрію та статистичний аналіз.

Макроскопічне дослідження проведено за допомогою бінокулярної лупи МБД-1: оцінювалися форма, колір та консистенція МХ дисків. Для гістологічних досліджень матеріал фіксувався у 10% нейтральному формаліні і після загальноприйнятої проводки ущільнювався у целоїдин. Зрізи з тканин завтовшки 10-12 мкм фарбували гематоксилін-еозином та пікрофуксином за Ван Гізоном. Гістологічні дослідження проведено за допомогою мікроскопів МБД-6 та мікроскопа Olympus - В ХУІ (Olympus Corporation, Японія).

Гістохімічний аналіз проведено після постановки на заморожених зрізах реакцій на певні ферменти. Досліджено активність ферментів: ферменту гліколізу – лактатдегідрогенази (ЛДГ) та її ізоформ, ферменту циклу Кребса – малатдегідрогенази (МДГ) і α -гліцерофосфатдегідрогенази (α -ГФДГ) ферменту пентозо-фосфатного шляху перетворення глюкози. Активність ферментів була оцінена на двопроміневому скануючому спектрофотометрі СФ плаг-методом при робочій довжині хвилі 546 нм, діаметрі зонда 200 мкм та об'єктиві 50. Електронномікроскопічні дослідження проведено на електронному мікроскопі ЕМ-125 ВО «Електрон» (м. Суми, Україна).

Для дослідження умов дифузійного живлення МХ дисків вивчено кровопостачання субхондральних відділів тіл хребців, сусідніх з МХ дисками. Наповнення судинного русла проведено 5% розчином туші з желатином із додатком гепарину за прописом Є.І.Швидкого [1980]. На просвітлених зрізах завтовшки 20 мкм підраховано кількість судин в краніально й каудально розміщених хребцях відповідно до чотирьох зон: 1 зона – вентральна ділянка тіла краніально розміщеного хребця; 2 зона – дорсальна ділянка тіла краніально розміщеного хребця; 3 зона – вентральна ділянка тіла каудально розміщеного хребця; 4 зона – дорсальна ділянка тіла каудально розміщеного хребця.

Морфометрія включала вимір краніо-каудального і вентро-дорсального розмірів МХ дисків за допомогою мікроскопу біологічному «Биолам» МИ і окулярного гвинтового мікрометра МОГ-1-15 з розрахунком відносної величини двох розмірів.

Дані морфометрії та цитофотометрії оброблено методом варіаційної статистики. Достовірність розходження даних оцінювали за критерієм Стьюдента. Достовірною вважали ймовірність помилки менш 5% ($p \leq 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ.

Вікові структурні перебудови міжхребцевих дисків в умовах нормокінезії. У щурів поперековий відділ хребта має шість МХ дисків. Кожен МХ диск складається з двох частин - фіброзного кільця та драглистого ядра. Фіброзне кільце МХ дисків щурів має двошарову структуру: зовнішній шар, збудований зі щільної сполучної тканини, і внутрішній шар – з колагеноволоконистої хрящової тканини. Драглисте ядро щурів являє собою залишок дорсальної хорди. Встановлено, що таке ядро виявлялося на території МХ дисків щурів в усі досліджені вікові періоди. Це відрізняє структуру МХ

дисків щурів від диска людини, де внутрішньодисковий фрагмент дорсальної хорди поступово редується (Сак Н.М., 2003).

Вікові перебудови МХ дисків стосуються змін їх форми, розмірів і мікроструктури. Щодо лінійних розмірів поперекових МХ дисків, то вони поступово збільшуються. У цілому, за період з 1-го до 3-го місяців життя краніо-каудальний розмір МХ дисків збільшився на 58,94%, а з 1-го до 12-го місяців – на 36,37%. За ці ж строки вентро-дорсальний розмір збільшився відповідно на 64,57% і 36,22%. Таким чином, з віком швидкість приросту лінійних розмірів МХ дисків знижується. Відносна величина цих розмірів у місячних тварин дорівнювала 2,24, у 3-місячних – 2,04, у 12-місячних – 2,25.

У зв'язку з тим, що МХ диски мають дифузійний спосіб живлення (Nachemson A. et al., 1970) умови їх функціонування залежать від стану кровопостачання суміжних тіл хребців. За кількістю судинних клубочків найліпші умови травлення мають МХ диски 1-місячних тварин; у 3-місячних найбільшу кількість цих судин виявлено біля краніальної поверхні основи тіл хребців, у місяцях осифікації хрящових пластинок. У 12-місячних щурів кількість судин знижується відносно місячного віку біля вентральної поверхні хребта у каудальних відділах хребців - на 46,7%, у краніальних - на 47,38%; біля дорсальної поверхні – на 38,8 та 36,78% відповідно.

Ультроструктурні й гістохімічні вікові особливості міжхребцевих дисків в умовах нормокінезії. За ультроструктурними характеристиками клітини зовнішнього шару фіброзного кільця відповідають фібробластів, внутрішнього шару – хондроцитів. Для клітин обох шарів характерна помірна наявність у цитоплазмі мітохондрій, каналців ендоплазматичного ретикулуму та присутність окремих вакуоль.

Результати гістоензімологічних досліджень свідчать, що для клітин фіброзного кільця властива достатньо висока активність як ферментів циклу Кребса, так і гліколізу, що дозволяє віднести ці клітини до збалансованого типу метаболізму, що характеризується гармонійним співвідношенням активності ферментів обох шляхів перетворення речовин. Але у зв'язку з відсутністю судин на більшій території МХ диску, переважним є анаеробний метаболізм і енергія утворюється в основному за рахунок гліколізу.

З віком активність ферментів знижується. У порівнянні з місячними тваринами, у 12-місячних щурів встановлено зниження активності МДГ на 48,25%, α -ГФДГ – на 54,6%. Щодо ключового ферменту гліколізу – ЛДГ, то його активність зменшувалась на 23,8%. При цьому найбільш знижувалась активність ЛДГ-3 (на 53,5%) та ЛДГ-4 (на 45,2%), тобто найбільш «анаеробних» ізоферментів ЛДГ. Перебудови супроводжувалися змінами форми клітин, величини і розподілу гранул діформазану, що маркірує ферменти. У старих щурів гранули розподілялись більш пухко і мали неоднакові розміри.

Вікові структурні перебудови міжхребцевих дисків в умовах гіпокінезії. Результати досліджень показали, що обмеження рухів тварин зумовлює зміни МХ диска на усіх структурних рівнях. Макро-мікроскопічні

досліди показали, що нерухомість тварин веде до порушення гістотопографічних співвідношень компонентів диска. Це пов'язано із збільшенням об'єму драглистого ядра та розходженням пластинок фіброзного кільця завдяки набряку тканини, що виявлено у тварин усіх вікових груп і зниженню судин у субхондральних відділах хребців, суміжних з МХ дисками. Гістоморфометричними дослідженнями доведено, що в умовах тривалої 30-добової гіпокінезії краніо-каудальний розмір МХ диска зростає у молодих тварин на 33,22%, у 3-місячних – на 9,42% і у щурів похилого віку – на 12,22%. Вентро-дорсальний розмір, навпаки, відносно зменшувався (на 8,59%, 15,27% і 4,14% відповідно). У результаті співвідношення розмірів МХ диска склало 1,27 в серії 1+30 гіпокінезі, 1,45 – в серії 3+30 гіпокінезії і 1,69 – в серії 12+30 гіпокінезії, що вказувало на збільшення центрального відділу диску і отже драглистого ядра, що щільно прилягало до апофізів тіл хребців. В умовах гіпокінезії перебудови диска починаються зі драглистого ядра і поширюються на внутрішній, а потім – на зовнішній шар фіброзного кільця.

Гіпокінезія обумовила розширення периваскулярних територій і явища периваскулярного набряку. Підрахунок кількості наповнених тушшою мікросудин в субхондральних відділах суміжних тіл хребців показав зменшення їх кількості в умовах гіпокінезії. Найбільше зниження кількості капілярних клубочків виявлено на ділянці каудально розташованого хребця і, особливо, в його дорсальному відділі, у 3 і 4-х зонах, але менше – у вентральних 1 і 3-х зонах, особливо після 30-добової гіпокінезії (таблиця 1).

Таблиця 1

Зміни щільності розташування контрастованих тушшою капілярних клубочків у субхондральних відділах хребців, суміжних з L-5 МХ диском, у різні вікові періоди в умовах 30-денної гіпокінезії

Серії експериментів		1(n=10) Контроль	2(n=10) Експеримент	Оцінка статистичної вірогідності			
				$\bar{X}_1 \pm m_1$	$\bar{X}_2 \pm m_2$	t	p
Гіпокінезія	1+30	Зони в тілах хребців		31,0± 1,019	10,0± 1,032	t _{1,2} = 14.48	p _{1,2} <0,001
				28,5± 1,056	8,0± 0,68	t _{1,2} = 16.32	p _{1,2} <0,001
				28,83± 1,302	9,0± 1,032	t _{1,2} = 11.94	p _{1,2} <0,001
				25,83± 1,195	7,16±0,759	t _{1,2} = 13.19	p _{1,2} <0,001
	3+30		25,83± 2,309	9,0± 0,966	t _{1,2} = 6.72	p _{1,2} <0,001	
			24,83± 0,703	8,83±0,601	t _{1,2} = 17.29	p _{1,2} <0,001	
			25,0 ± 1,602	9,83±0,601	t _{1,2} = 8.87	p _{1,2} <0,001	
			24,17± 1,602	7,17±1,794	t _{1,2} = 7.07	p _{1,2} <0,001	
	12+30		14,5 ± 2,93	5,33±0,843	t _{1,2} = 3.01	p _{1,2} <0,01	
			11,06± 0,919	3,66±0,334	t _{1,2} = 7.57	p _{1,2} <0,001	
			13,66±11,116	5,0± 0,774	t _{1,2} = 6.38	p _{1,2} <0,001	
			9,5 ± 0,763	4,5± 0,39	t _{1,2} = 5.83	p _{1,2} <0,001	

Ультроструктурні й гістохімічні вікові особливості міжхребцевих дисків в умовах гіпокінезії. Після 7-добової гіпокінезії встановлено наявність структурних змін органоїдів клітин фіброзного кільця з просвітленням матриксу мітохондрій, нерівномірним розширенням каналців ендоплазматичного ретикулуму та каналців комплексу Гольджі.

30-добова гіпокінезія сприяла пошкодженню клітин і матриксу фіброзного кільця, що було найбільш вираженим у молодих тварин. Так, у місячних щурів змінювалася форма ядер хондроцитів, з'являлися клітини з величезними ядрами незвичайної форми, підвищувалася конденсація гетерохроматину навколо-мембранної локалізації. У цих клітинах виявлена значна вакуолізація цитоплазми, з ділянками високої осьміофілії і явища набряку органоїдів. Окремі мітохондрії мали різко просвітлений матрикс та скорочені крісти. Виявлялися також фрагменти ядер, вільно розташовані в матриксі. Щодо матриксу, то виявлено втрату зв'язків колагенових волокон у пучках, порушення періодичності структури колагену, появу волокон різного діаметру, у тому числі в навколочлітинних зонах, і фрагментацію деяких волокон. В умовах тривалої гіпокінезії МХ диски 12-місячних щурів за даними електронно-мікроскопічних досліджень були менш пошкодженими, ніж у молодих тварин.

За результатами гістоензімологічних досліджень доведено, що зміни розгорталися на фоні зниження активності всіх вивчених ферментів (мал.1).

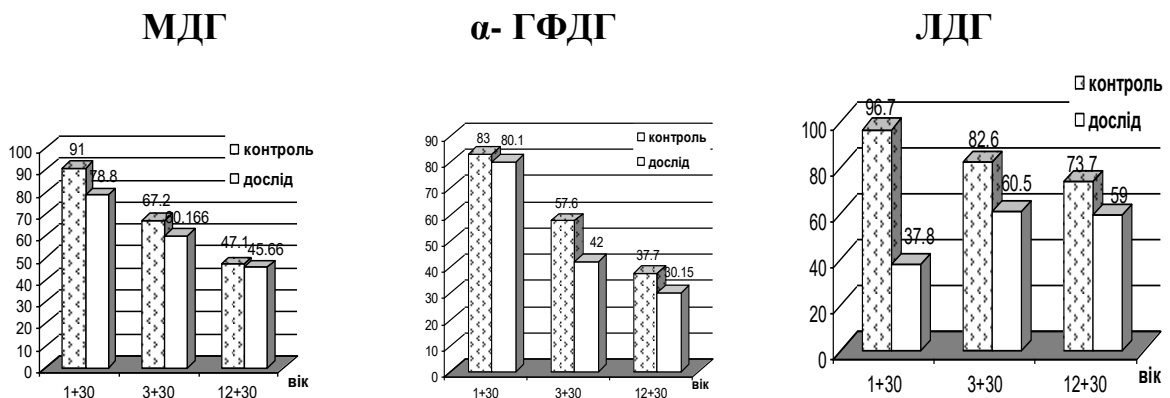


Рис. 1. Показники активності ферментів у клітинах фіброзного кільця МХ дисків після 30-добової гіпокінезії у різні вікові періоди.

У місячних щурів після 30-добової гіпокінезії найбільш знижувалася активність ЛДГ (у молодих щурів – на 60,9%, у 3-місячних щурів – на 27,08%, у щурів похилого віку – на 19,94%). Таким чином, більш чутливими до нерухомості виявлялися місячні щури, що узгоджується з даними мікроскопічних досліджень.

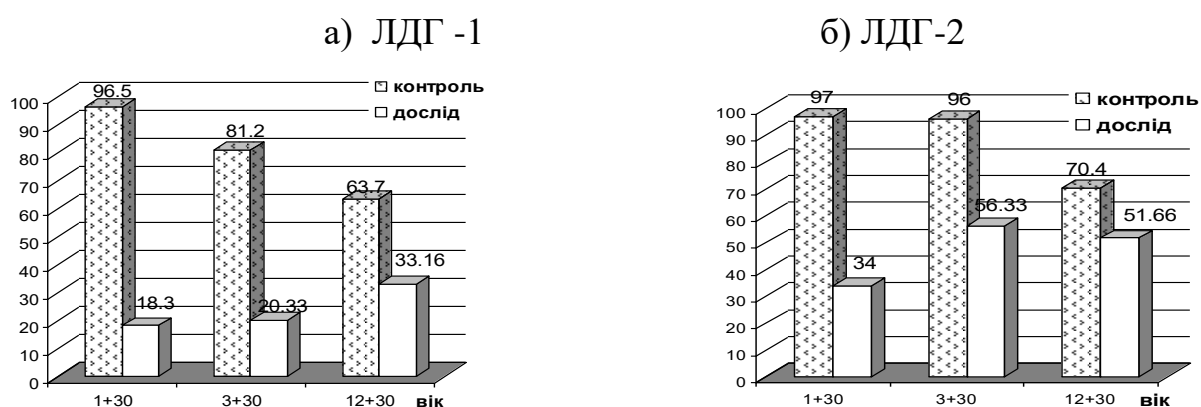
Результати дослідження зміни ізоферментів ЛДГ показали, що в умовах гіпокінезії у тварин усіх вікових груп знижується активність і «аеробних» (ЛДГ -1 і ЛДГ-2) і «анаеробних» (ЛДГ -3, а ЛДГ-4 тільки у місячних тварин)

ізоформ ЛДГ, тобто в умовах гіпокінезії падає і аеробний і анаеробний метаболізм, але ступень змін має вікову залежність: за показниками зміни ферментів більш активно реагують на умови гіпокінезії МХ диски молодих тварин.

В цілому, градієнт активності ізоформ ЛДГ (за зниженням показників) після 30-денної гіпокінезії: молодих щурів: ЛДГ-4 – ЛДГ-2 – ЛДГ-3 – ЛДГ-1; 3- місяців: ЛДГ-4 – ЛДГ-2 – ЛДГ-3 – ЛДГ-1; 12 місяців: ЛДГ-2 – ЛДГ-4 – ЛДГ-1 – ЛДГ-3.

Ці дані можуть слугувати орієнтиром оцінки стану МХ дисків в умовах гіпокінезії. Найбільш стійким до змін у всіх вікових групах був ЛДГ-4 ізофермент (рис.2).

«Аеробні» ізоформи ЛДГ



«Анаеробні» ізоформи ЛДГ

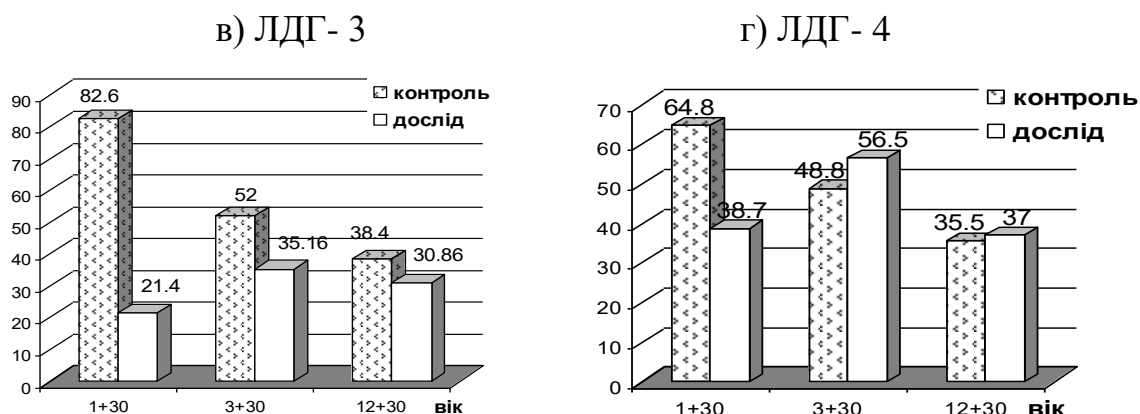


Рис. 2. Показники активності ізоферментів ЛДГ в клітинах фіброзного кільця МХ дисків після 30-добової гіпокінезії у різні вікові періоди.

Вікові структурні перебудови поперекових міжхребцевих дисків в умовах гіперкінезії. У тварин, що знаходилися в умовах гіперкінезії, достовірно, порівняно з контролем, знижувалася маса тіла. Найбільше її зниження було після 90-денного бігу у місячних щурів (на 14,79 %, у 3-місячних-на 22,9%, у 12-місячних - на 10,14%. Лінійні розміри МХ дисків характеризувалися збільшенням краніо-каудального розміру у вентральних

відділах, що сприяло формуванню клиноподібної форми МХ дисків, у той же час у центральних відділах цей розмір зменшувався. Порівняно з контролем це зменшення досягало у молодих щурів 31,77%, у щурів зрілого віку – 11,5% і в похилому віці – 10,15%. Вентро-дорсальний розмір, навпаки, збільшувався відповідно на 18,03, 12,05 і 27,5%. Унаслідок цих змін співвідношення двох розмірів МХ дисків відрізнялось від контролю і після 90-денного бігу дорівнювало у молодих щурів 3,29, у зрілих – 2,59 і у щурів похилого віку – 3,19. Зміну лінійних розмірів МХ дисків відображали внутрішні перебудови і МХ дисків, і тіл хребців. Це свідчить про високу реактивність структур хребта і відповідає даним про перебудову в умовах фізичних навантажень суглобових хрящів (Пикалюк В. С., 2006; С. Б. Довгань, 2006, De Rooij, 2001, Iatridis J. С., 2006). Встановлено зниження кількості капілярних клубочків у субхондральних відділах хребців, тобто гіперкінезія приводила до зміни умов дифузійного живлення МХ дисків (таблиця 2).

Таблиця 2

Зміни щільності розташування контрастованих тушню капілярних клубочків у субхондральних відділах хребців, суміжних з МХ диском, у різні вікові періоди після 90-денної гіперкінезії

Серії експериментів			1 (n=10)	2 (n=10)	Оцінка статистичної вірогідності		
			Контроль	Експеримент	t	p	
			$\bar{X}_1 \pm m_1$	$\bar{X}_2 \pm m_2$			
Гіперкінезія	1+90	Зони в тілах хребців		31,0 ±1,02	17,50±0,80	t _{1,2} = 3,41	p _{1,2} <0,05
				28,50±1,06	15,50±0,76	t _{1,2} = 9,01	p _{1,2} <0,001
				28,80±1,30	15,66±0,61	t _{1,2} = 5,45	p _{1,2} <0,001
				25,80±1,19	11,0 ±0,73	t _{1,2} = 7,48	p _{1,2} <0,001
	3+90			25,80±2,314	13,5 ±1,17	t _{1,2} = 4,76	p _{1,2} <0,001
				24,80±0,70	10,33±0,68	t _{1,2} = 14,82	p _{1,2} <0,001
				25,0 ±1,60	11,0 ±2,76	t _{1,2} = 4,39	p _{1,2} <0,001
				24,20±1,60	9,16 ±0,70	t _{1,2} = 8,59	p _{1,2} <0,001
	12+90			14,50±2,93	8,0 ±0,73	t _{1,2} = 2,15	p _{1,2} <0,05
				11,10±0,92	7,66 ±0,76	t _{1,2} = 2,85	p _{1,2} <0,02
				13,70±11,12	9,33 ±1,40	t _{1,2} = 2,42	p _{1,2} <0,05
				9,50 ±0,76	5,83 ±1,44	t _{1,2} = 2,25	p _{1,2} <0,05

Таким чином, після 90-денного бігу у всі вікові періоди знижувалося живлення хребців, а отже й дифузійне живлення суміжних МХ дисків. В ділянці дорсального й особливо вентрального відділу фіброзного кільця МХ дисків по ходу фіброзних пластинок з'являлися судини, котрі не зустрічалися в контролі.

Показником перевантаження була значна деформація пластинок росту і хрящових апофізів тіл хребців, ущільнення тяжів клітин драглистого ядра, розриви волокон зовнішнього шару фіброзного кільця, протрузія і пролабування внутрішнього шару фіброзного кільця і драглистого ядра. Ці зміни переважали у молодих тварин.

В умовах динамічних фізичних перенавантажень зміни МХ дисків починаються з перебудови зони фіксації МХ диска до тіл хребців з подальшим порушенням цього зв'язку. Тривалий біг сприяв затримці осифікації замикаючих апофізарних пластинок.

Після 20-денного фізичного навантаження кількість капілярних клубочків збільшується у чотирьох зонах у всі вікові періоди (таблиця 3).

Таблиця 3

Зміни щільності розташування контрастованих тушню капілярних клубочків в субхондральних відділах хребців, суміжних з МХ диском, у різні вікові періоди в умовах 20-денної гіперкінезії.

Серії експериментів			1(n=10)	2(n=10)	Оцінка статистичної вірогідності	
			Контроль	Експеримент	t	p
			$\bar{X}_1 \pm m_1$	$\bar{X}_2 \pm m_2$		
Гіперкінезія	1+20	Зони в тілах хребців	31,00±1,02	35,83±1,13	$t_{1,2} = 4,95$	$p_{1,2} < 0,001$
			28,50±1,05	33,0 ±1,46	$t_{1,2} = 2,49$	$p_{1,2} < 0,05$
			28,83±1,30	32,50±2,10	$t_{1,2} = 1,48$	$p_{1,2} < 0,2$
			25,83±1,19	28,50±1,58	$t_{1,2} = 1,35$	$p_{1,2} < 0,2$
	3+20		25,83±2,30	28,50±1,40	$t_{1,2} = 0,99$	$p_{1,2} > 0,05$
			24,83±0,70	27,67±0,88	$t_{1,2} = 2,52$	$p_{1,2} < 0,05$
			25,0 ±1,60	30,0 ±1,46	$t_{1,2} = 2,31$	$p_{1,2} < 0,05$
			24,17±1,60	26,80±1,57	$t_{1,2} = 1,17$	$p_{1,2} > 0,05$
	12+20		14,50±2,93	19,0 ±1,06	$t_{1,2} = 1,44$	$p_{1,2} < 0,2$
			11,06±0,91	18,16±1,22	$t_{1,2} = 4,65$	$p_{1,2} < 0,001$
			13,66±11,11	17,83±3,69	$t_{1,2} = 1,08$	$p_{1,2} > 0,05$
			9,50 ±0,76	17,50±0,99	$t_{1,2} = 6,40$	$p_{1,2} < 0,001$

Наведені дані свідчать про активуючу роль помірного фізичного навантаження на хребет. Таке навантаження може бути рекомендовано для підвищення надійності структур хребта при різних умовах рухової активності.

Ультроструктурні й гістохімічні вікові особливості міжхребцевих дисків в умовах гіперкінезії. Помірне динамічне навантаження (20-денний біг) сприяло перебудовам клітин і матриксу фіброзного кільця, які можуть бути оцінені як прояв активізуючої дії бігу. В основі цих перебудов лежать процеси

гіперплазії, які на клітинному рівні проявлялися появою численних інвагінатів ядерної оболонки, що збільшує робочу поверхню ядра. Встановлено підвищення, в порівнянні з контролем, у цитоплазмі елементів ендоплазматичного ретикулуму та мітохондрій. Серед останніх виявлялися окремі великі мітохондрії зі скороченими кристами і частково просвітленим матриксом, що відображає активацію процесів окислювального фосфорилування у цих органоїдів.

Підвищується активність «анаеробних» ізоформ ЛДГ, особливо у 3-місячних щурів (ЛДГ-3 – на 26,86%, ЛДГ-4 – на 27,92%). Це сприяє збереженню гліколітичного метаболізму в умовах дефіциту кисню.

Тривале динамічне навантаження (90-дений біг) супроводжувалося деформацією ядер за рахунок формування глибоких інвагінатів їх оболонки, підвищенням конденсації гетерохроматину примембранної локалізації, що може бути проявом гальмування генетичного апарату клітин. У біляклітинних зонах виявлено підвищення кількості тонких волокон діаметром до 200-300 нм, що описано також у хрящах, вражених остеоартритом (Радченко В. А., Продан А. И., Куценко В. А., 2003). Одним із показників перенапруги системи МХ диску на ультраструктурному урівні була поява блоків конденсованого хроматину в ядрі і на його периферії, а також дистрофічна кальцинація матриксу та зміна активності ферментів. Значно знижувалась активність α -ГФДГ, що свідчить про переключення аеробного типу окислення на анаеробний як наслідок активної роботи м'язів. Про активацію процесу анаеробного гліколізу свідчить підвищення у клітинах фіброзного кільця молодих тварин активності ЛДГ. Зміни залежали також від віку тварин (мал.3).

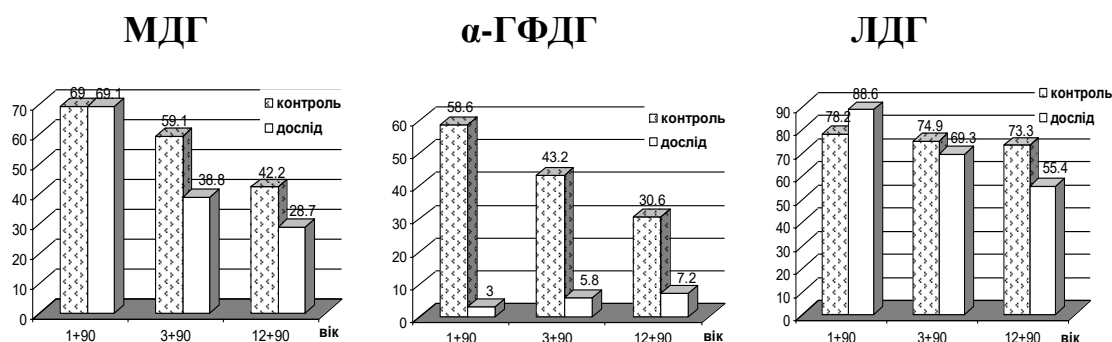


Рис. 3. Показники активності ферментів у клітинах фіброзного кільця після 90-денного фізичного навантаження у різні вікові періоди.

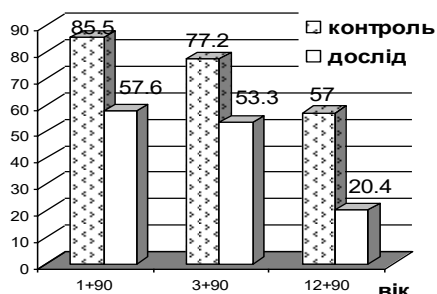
Щодо ізоферментів ЛДГ, то найбільш підвищується активність анаеробних форм – ЛДГ-3 (у місячних – на 38,53%, у 3-місячних – на 21,9%) і ЛДГ-4 (у 1- і 3-місячних –36,5%), що також вказує на активацію анаеробного гліколізу при недостатчі в тканинах кисню.

Гradient активності ізоформ ЛДГ після 90- денного бігу в порядку убування складав у місячних щурів: ЛДГ-4 –ЛДГ-3 –ЛДГ-1 –ЛДГ-2; у 3 місячних: ЛДГ-4 – ЛДГ-3 –ЛДГ-1– ЛДГ-2; у 12 місячних: ЛДГ-2 – ЛДГ-4 – ЛДГ-3 – ЛДГ-1 (мал. 4).

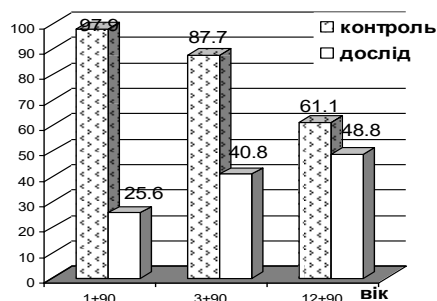
Ці дані можуть служити орієнтиром оцінки стану МХ дисків в умовах фізичного перевантаження.

«Аеробні» ізоформи ЛДГ

а) ЛДГ -1

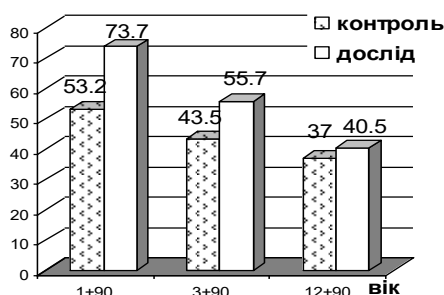


б) ЛДГ-2



«Анаеробні» ізоформи ЛДГ

в) ЛДГ - 3



г) ЛДГ - 4

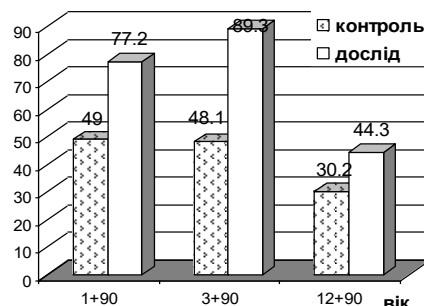


Рис. 4. Показники активності ізоферментів ЛДГ у клітинах фіброзного кільця МХ дисків після 90-денного фізичного навантаження в різні вікові періоди.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі викладено теоретичне узагальнення та нове рішення актуального наукового завдання, що полягає у визначенні напрямку структурно-метаболических перебудов поперекових МХ дисків білих щурів у різних умовах рухової активності у різні вікові періоди та виявлені морфологічних показників пошкодження МХ дисків в умовах тривалої гіпокінезії і динамічного фізичного перевантаження. Встановлена активуюча роль помірних динамічних навантажень на кровопостачання субхондральних відділів тіл хребців і адаптаційні перебудови ферментів в клітинах МХ диску.

1. Поперекові МХ диски являють собою систему зв'язку тіл хребців; вони мають центрально розташоване драглисте ядро з розгалуження важелів клітин і двохшарове фіброзне кільце; клітки його зовнішнього шару – фібробласти, вузького внутрішнього шару – хондробласти. Для клітин фіброзного кільця характерне гармонійне співвідношення ферментів циклу трикарбонових

кислот та гліколізу. Вікові перебудови супроводжуються зміною форми і лінійних розмірів МХ дисків. Відносна величина двох розмірів МХ диска у місячних тварин дорівнювала 2,24, у 3-місячних – 2,04, у 12-місячних – 2,25. Також з віком знижувалася кількість судинних клубочків у суміжних з диском відділах тіл хребців. Ці зміни супроводжувалися зменшенням у клітинах фіброзного кільця активності вивчених ферментів: МДГ, α -ГФДГ, ЛДГ та її ізоформ.

2. Тривала гіпокінезія сприяла набряку тканини МХ диска, зміні його форми, збільшенню краніо-каудального розміру відносно вентро-дорсального. Після 30-добової гіперкінезії співвідношення розмірів диска складало 1,27 у молодих тварин, 1,45 – у зрілих тварин і 1,93 – у тварин похилого віку. тобто збільшувалися центральні відділи диску і драглистого ядра. Знижувався рівень дифузійного живлення диска. У тварин після 30- добової гіпокінезії достовірно знижувалась кількість судинних клубочків в чотирьох вивчених зонах субхондральних відділів хребців.

3. Електронномікроскопічні дослідження виявили зростання в умовах тривалої гіпокінезії дистрофічних пошкоджень клітин і матриксу тканини. Клітини фіброзного кільця мали гіперконденсовану ядерну субстанцію, вакуолізовану цитоплазму з об'ємними просвітленими мітохондріями. Дистрофічні пошкодження переважали в МХ дисках молодих тварин. Характерним в умовах гіпокінезії було зниження активності ЛДГ і всіх вивчених її ізоформ, α -ГФДГ і МДГ, що свідчило про метаболічний «голод» клітин. У внутрішньому шарі драглистого ядра з'являлися окремі апоптозно змінені клітин.

4. Помірне динамічне навантаження забезпечувало прогресивні адаптаційні перебудови МХ диска і затримувало вікові регресивні зміни МХ дисків. У субхондральних відділах хребців у тварин усіх вікових груп достовірно збільшувалась кількість судин, з боку яких проходить дифузійне живлення МХ диску. Це свідчить про доцільність використання помірних динамічних навантажень для підвищення рівня кровопостачання хребців, суміжних хрящів і МХ дисків.

5. Тривала гіперкінезія сприяла зменшенню краніо-каудального розміру диска відносно вентро-дорсального, і співвідношення двох розмірів МХ дисків дорівнювало у молодих щурів 3,29, у зрілих – 2,59 і у щурів похилого віку – 3,19. Тяжі клітин драглистого ядра ущільнювалися у центральних відділах драглистого ядра, а частина розташовувалася на периферії ядра. Навколо драглистого ядра виявлені групи апоптозно змінених клітин. Розповсюджувалися зони дистрофічних змін тканин, які переважали у 1- і 12 - місячних щурів. Зміни МХ дисків проходили на фоні затримки осифікації хрящових апофізів, порушення гістоархітектоніки апофізарних хрящів і зниження кількості судинних клубочків у субхондральних відділах тіл хребців.

6. В умовах тривалого динамічного навантаження електронномікроскопічні дослідження виявлено зміни структури клітин і зміни активності ферментів у клітинах фіброзного кільця. Активність МДГ у 3-х і 12 місячних падала відповідно на 34,34% і 39,06%, але не змінювалася у місячних тварин. Проте в

клітинах МХ дисків молодих тварин підвищувалася активність ЛДГ і її більш «анаеробних» ізоферментів (ЛДГ-3 і ЛДГ-4). У клітинах тварин усіх вікових груп різко знижувалася активність α -ГФДГ. Все це служить показником переходу метаболізму клітин на анаеробний гліколіз.

7. Ускладненням тривалої гіперкінезії були надриви фіброзного кільця, внутрішньо дискові протрузії драглистого ядра і внутрішнього шару фіброзного кільця. Ці ускладнення виявлені у молодих і старих щурів. В ділянці внутрішнього шару фіброзного кільця виявлялися групи апоптозних клітин. Найбільші зміни виявлені в зоні фіксації фіброзного кільця до тіл хребців. Одним із об'єктивних тестів функціонального перевантаження системи МХ диска може бути різке зниження активності α -ГФДГ, падінням активності аеробних ЛДГ-1 і ЛДГ-2 ізоформ ЛДГ і значне підвищення анаеробних ЛДГ-3 і ЛДГ-4 ізоформ.

В умовах гіпокінезії перебудови диска починаються зі драглистого ядра, а в умовах динамічних фізичних перенавантажень – з перебудови зони фіксації МХ диска до тіл хребців з подальшим порушенням цього зв'язку.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Сак А.Є. Вікові структурні перебудови поперекових міжхребцевих дисків щурів / А.Є. Сак // Український медичний альманах. – 2001. – Том 4, № 1. – С.147-151.
2. Сак А.Є. Структурные особенности межпозвонковых дисков экспериментальных животных / А.Є. Сак // Актуальні питання морфології. Наукові праці III національного Конгресу анатомів, гістологів, ембріологів і топографоанатомів України (Київ, 21-23 жовтня 2002 р.). Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – С. 267-268.
3. Сак А.Є. Сравнительная оценка структурных изменений меж-позвонковых дисков в условиях экспериментальной гипер- и гипокинезии / А.Є. Сак // Український медичний альманах. – 2002. – Том 5, № 2. – С.182-184.
4. Сак А.Є. Структурные проявления перегрузки поясничного отдела позвоночника в условиях экспериментальной гиперкинезии / А.Є. Сак // Актуальные проблемы спортивной морфологии и интегративной антропологии. Материалы международной конференции, посвященной 70-летию профессора Б.А.Никитюка. Москва: МГАФК, 2003.– С. 36-37.
5. Сак А.Є. Биомеханические предпосылки построения поясничного отдела позвоночника белых крыс / А.Є. Сак // Вісник проблем біології і медицини. – 2005. – Вип. 2. – С. 123-130.
6. Ковешников В.Г. Ультраструктурные изменения клеток и межклеточного матрикса межпозвонковых дисков при различных режимах гипокинезия в возрастном аспекте / В.Г. Ковешников, А.Є. Сак // Український морфологічний альманах. – 2005. – Т.3, №4. – С.108-112. (Особистий внесок здобувача полягає у плануванні і проведенні експерименту, обробці результатів дослідження, підготовці до друку).

7. Ковешников В. Г. Ультраструктурные изменения клеток межпозвонкового диска при динамической физической нагрузке / В.Г. Ковешников, А.Е. Сак // Украинский медицинский альманах. – 2006.– Т.9, №3. – С. 67-70. (Особистий внесок здобувача полягає у плануванні і проведенні експерименту, обробці результатів дослідження і підготовці до друку).
8. Сак А.Е. Адаптационные и реадaptaционные перестройки поясничного отдела позвоночника в условиях длительных динамических нагрузок / А.Е. Сак // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2006.– Т.5, № 4. – С.26-29.
9. Сак А.Е. Морфогенез дезадаптации структур позвоночника в условиях длительных динамических нагрузок /А.Е. Сак, В.Г. Ковешников // XII Международный научный конгресс «Современный олимпийский и параолимпийский спорт и спорт для всех». Материалы конгресса. М.: Физическая культура и спорт. – 2008.–Т.2 – С. 340-341. (Особистий внесок здобувача полягає у плануванні і проведенні експерименту, обробці результатів дослідження і підготовці до друку).
10. Сак А.Е. Изменения активности лактатдегидрогеназы и ее изоформ в клетках межпозвонкового диска в условиях гипокинезии / А.Е.Сак // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2008. – №20 (159) – С. 78 – 83.
11. Сак А.Є. Зміни активності лактатдегідрогенази і її ізоформ в клітинах міжхребцевого диска при різних за тривалістю динамічних навантажень. Український морфологічний альманах. – 2009. - Т.7, №3. – С.71-75.
12. Сак А.Є. Зміни мікроструктури і лінійних розмірів вентрального відділу хребта в умовах гіпер- і гіпокінезії в експерименті / А.Є. Сак // Слобожанський науково-спортивний вісник.- 2009. - №3 – С. 186–189.
13. Сак А.Е. Изменения кровоснабжения вентрального отдела позвоночника в условиях экспериментальной гипокинезии / А.Е. Сак //Український морфологічний альманах. – 2010.– Т.8, №2. – С.182-184.
14. Сак А.Е. Изменения кровоснабжения вентрального отдела позвоночника в условиях длительного бега в эксперименте /А.Е. Сак // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2010. – Том II, № 19 (206). – С. 89-97.
15. Сак А.Е. Поражение инсерционного аппарата тел позвонков при различных условиях двигательной активности / А.Е.Сак // Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2011.– №1. – С.84-87.

ТЕЗИ

1. Сак А.Е. Возрастные различия реакции позвоночного столба на высокие динамические нагрузки / А.Е. Сак // IX Міжнародний науковий конгрес «Олімпійський спорт і спорт для всіх» 20-23 вересня 2005 р. Київ, Україна – С.830.
2. Сак А.Є. Особливості реакції на фізичні навантаження структур хребта з різним рівнем кровопостачання / А.Е. Сак // Biomedical and Biosocial Anthropology. – 2007. – №9. – С. 268-269.

3. Kovechnikov Vladimir. Changes of blood vessels of ventral part of spine in the conditions of at protracted run in experiment / Vladimir Kovechnikov, Andrey Sak // Bone. Abstracts. – 2010. – Vol.46. – Suppl. 1. – P. 525–526.

АНОТАЦІЇ

Сак А.Є. Вікові особливості будови і формоутворення поперекових міжхребцевих дисків в умовах різних режимів рухової активності (анатоמו-експериментальне дослідження). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 14.03.01 – нормальна анатомія. ДЗ «Луганський державний медичний університет». Луганськ, 2011.

Дисертація присвячена вивченню морфогенезу поперекових МХ дисків білих щурів-самців в умовах нормо-, гіпер- і гіпокінезії у віковому аспекті. Використані макро-мікроскопічні, гістологічні, морфометричні, поляризаційно-оптичні, гістоензімологічні та математичні методи дослідження. Встановлено, що МХ диски і суміжні тіла хребців мають певні особливості будови, що відображають тип локомоції щурів; це важливо при інтерпретації результатів експериментальних досліджень на чотириногих тваринах. Уперше встановлено, що в умовах гіпокінезії збільшується краніо-каудальний діаметр МХ дисків за рахунок збільшення того ж розміру драглистого ядра і набряком тканин. Це проявляється розходженням пластинок, розсіюванням клітин фіброзного кільця, розходженням тяжів клітин драглистого ядра. Гістоензімологічними дослідженнями доведено, що ці зміни супроводжуються зниженням активності ферментів окислюючого фосфорилування і гліколізу. В умовах 20-добової гіперкінезії підвищувалась кількість судин у суміжних із диском відділах тіл хребців і активність ферментів в клітинах фіброзного кільця, тобто помірно навантаження є фактором стимуляції процесів метаболізму клітин диска.

В умовах тривалої 90-добової гіперкінезії МХ диски ущільнювались. У центрі драглистого ядра тяжі клітин збиралися в щільні групи. Електронно-мікроскопічні й гістохімічні дослідження виявили характерні зміни клітин МХ дисків, ступінь яких залежала від віку тварин і тривалості бігу.

Вперше встановлено, що в умовах гіпокінезії найбільші зміни міжхребцевого диска мали місце на території драглистого ядра і внутрішнього шару фіброзного кільця, а в умовах гіперкінезії – в ділянці апофізів тіл хребців, зовнішнього шару фіброзного кільця і зони кріплення колагенових волокон фіброзного кільця до тіл хребців. Вперше доведено, що одним з показників дистрофічних пошкоджень МХ дисків в умовах гіперкінезії може бути зміна градієнта активності ізоферментів ЛДГ у клітинах фіброзного кільця з падінням активності аеробних ізоформ і підвищенням активності анаеробних ізоформ ЛДГ.

Ключові слова: поперекові міжхребцеві диски щурів, будова, вікові зміни, адаптаційні перебудови в умовах гіпокінезії та тривалого динамічного навантаження.

Сак А.Е. Возрастные особенности строения и формообразования поясничных межпозвонковых дисков в условиях разных режимов двигательной активности (анатомо-экспериментальное исследование). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.03.01 – нормальная анатомия. ДЗ «Луганский государственный медицинский университет». Луганск, 2011.

Диссертация посвящена изучению морфогенеза поясничных МП дисков крыс. Работа выполнена на белых крысах-самцах трех возрастных групп, находившихся в условиях «нормокинезии», гипокинезии и динамической нагрузки в возрастном аспекте (по 90 животных в каждой серии эксперимента). Используются макромикроскопические, морфометрические, гистологические, поляризационно-оптические, гистоэнзимологические и математические методы исследования. Выяснено, что на тканевом и клеточном уровнях структура дисков крыс подобна структуре дисков, описанной у человека, но имеет определенные особенности строения на макроуровне. Эти особенности обсуждаются с позиции возможности использования четвероногих животных для экспериментального моделирования перестроек позвоночника и их анализа. Выяснены адаптационные изменения МП дисков при различных режимах двигательной активности. **В условиях «нормокинезии»** прослежены возрастные, изменения линейных размеров МП дисков, изменения активности ферментов и ультраструктуры клеток фиброзного кольца, структурные изменения тяжей клеток студенистого ядра, подсчитано количество капиллярных клубочков в телах позвонков на границе с МП дисками. **В условиях гипокинезии** установлено расхождение пластинок фиброзного кольца, нарушение связей клеток студенистого ядра на фоне увеличения кранио-каудально размера студенистого ядра. Впервые выявлены возрастные закономерность изменений в условиях гипокинезии активности ферментов в клетках фиброзного кольца и показана особенность изменений клеток на ультраструктурном уровне. Впервые на свето-оптическом уровне в студенистом ядре и во внутреннем слое фиброзного кольца выявлены апоптозно измененные клетки, что свидетельствует об ускорении в условиях гипокинезии инволютивных изменений тканей. **В условиях умеренной гиперкинезии** впервые показано активирующее влияние физических нагрузок на уровень кровоснабжения тел позвонков и активность ферментов клеток фиброзного кольца при сохранении структурной целостности МП диска. **В условиях длительной гиперкинезии** выявлена существенная перестройка кости и хряща вентрального отдела позвоночника с повреждением элементов МП диска и смежных хрящевых структур позвонков. Впервые установлена связь дистрофических изменений диска со снижением числа сосудов в

субхондральной кости. Впервые в эксперименте доказана активирующая роль умеренных динамических нагрузок на уровень кровоснабжения субхондральных отделов тел позвонков, и сохранение на этом фоне структурной целостности МП диска. Показано, что в условиях длительных динамических нагрузок более значительным изменениям подвергаются МП диски неполовозрелых животных. Дистрофические повреждения МП дисков развиваются на фоне изменения градиента активности изоферментов ЛДГ в клетках фиброзного кольца с падением активности аэробных изоферментов, но с достоверным повышением активности анаэробных изоформ.

Впервые выявлено, что в условиях гиперкинезии наибольшие изменения развиваются в апофизах тел позвонков и зоне крепления фиброзного кольца к телами позвонков, а в условиях гипокинезии – в студенистом ядре и внутреннем слое фиброзного кольца

Ключевые слова: поясничные межпозвоночные диски крыс, строение, возрастные изменения, адаптационные перестройки в условиях гипокинезии и длительной динамической нагрузки.

Sak A. E. Ages peculiarities of structure organization of lumbar intervertebral disk at the various conditions of motor activity (anatomo-experiment research). – Manuscript.

A candidate's thesis for obtaining the scientific degree of biological sciences in speciality 14.03.01 – normal anatomy. – State medical university of Luhansk, Ministry of Public Health of Ukraine. – Luhansk, 2011.

Thesis devoted to the study of structural organization of lumbar intervertebral disks of white rats-males in the conditions of normal -, hypo-, and hyperkinesia in aged aspect. Macromicroscopic, morphometric, histological, polarization-optical, histoenzymologic and mathematical methods of research were used. Established, that intervertebral disks and bodies of vertebrae of rats have the certain features of structure, which represent the type of locomotion of rats. It is shown that in the conditions of hypokinesia the processes of tissue senescence of disks are accelerated, the apoptic changed cells come to light in a fibrous ring. It is confirmed by the results of electronic microscopic researches.

The aged features of adaptations damages of intervertebral disks are set in the conditions of the protracted dynamic loadings. The disks of non-fullaged animals have higher reactivity. It is shown that the high physical loadings damage the elements of intervertebral disks, apophysis of bodies of vertebrae and plate of growth.

Key words: lumbal intervertebral disk, structure, aged changes, adaptic reconstruction in the conditions of hypokinesia and protracted dynamic loadings.