

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет фізичного виховання та спорту
Кафедра медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації

ГЛІБОВА КАТЕРИНА ВАЛЕРІЇВНА

УД К 577.171.4:591.476

МЕТАБОЛІЗМ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ У ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ
ТА В УМОВАХ ГІПОКІНЕЗІЇ

Спеціальність 091 – Біологія

Автореферат дипломної роботи
на здобуття кваліфікації магістра

Миколаїв 2022

Робота виконана на кафедрі медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації, факультету фізичного виховання та спорту, Чорноморського національного університету імені Петра Могили, Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник

доктор біологічних наук, професор

Чернозуб Андрій Анатолійович, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, декан факультету фізичного виховання та спорту, професор кафедри медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації

Рецензент:

к.б.н. доцент кафедри біології людини та імунології

Шкуропат Анастасія Вікторівна, Херсонський державний університет

Чорноморський національний університет імені Петра Могили, доцент кафедри медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації

Захист відбудеться «___» лютого 2022 р. о ____ год. на засіданні екзаменаційної комісії у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили (54003, Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10)

З дипломною роботою можна ознайомитись у бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили (54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10).

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Гіпокінезія є станом недостатньої рухової активності організму із обмеженням темпу та об'єму руху, і є на сьогодні четвертою причиною ендемічної смерті пацієнтів у світі (Cilindro S., Gholamalishahi S., La Torre G., Masala D., 2019). За результатами досліджень Е.А. Паршина із співавт. (Паршин П.А., Востроилова Г.А., Хохлова Н.А., Чаплыгина Ю.А., 2019), експериментальне моделювання гіпокінезії у білих щурів призводить до збільшення вмісту в крові загального білка, сечовини, глюкози, пірувату та активності лактатдегідрогенази у сироватці крові, що свідчить про метаболічні порушення різних органів та систем. На сьогодні також вивчено вплив гіпокінезії на метаболізм холестеролу і стан серцево-судинної системи (Shmakov D.N., Nuzhny V.P., Kibler N.A., Kharin S.N., 2020), а також морфологію органів імунної системи (Grigorenko D.E., Aminova G.G., Vasianina K.A., 2013) у щурів в експерименті. Відомо, що гіпокінезія здатна впливати на вміст та метаболізм компонентів кісткової та хрящової тканини, що є основою розвитку патологічних процесів, зокрема, остеопорозу, проте її ефекти до кінця невідомі, оскільки описано лише декілька моделей на тваринах (Aguado E., Mabileau G., Goyenvalle E., Chappard D., 2017). Очевидно, що зниження рухової активності кісток негативно впливає на стан кісткової тканини і характеризується підвищеною інтенсивністю ендостальної резорбції та більш низькою щільністю остеонів, проте чітких біохімічних маркерів цих процесів не приводиться (Schlecht S.H., Pinto D.C., Agnew A.M., Stout S.D., 2012). Таким чином, експериментальних наукових праць, присвячених вивченню біохімічних показників, які характеризують стан сполучної тканини в експерименті для оцінки впливу гіпокінезії на організм, на сьогодні недостатньо, що й зумовлює актуальність дослідження.

Зв'язок роботи з науковими планами, темами. Робота виконана у рамках наукової теми «Розробка та реалізація інноваційних технологій та корекція функціонального стану людини при фізичних навантаженнях в спорті та реабілітації» факультету фізичного виховання та спорту Чорноморського

національного університету імені Петра Могили на 2017–2021 рр. (номер державної реєстрації 0117U007145).

Мета дослідження – вивчення динаміки та значення основних метаболітів, які характеризують стан сполучної тканини, в сироватці крові та сечі у щурів різного віку за гіпокінезії.

Завдання дослідження:

1. За результатами аналізу літературних джерел сформувати сучасне уявлення про вплив гіпокінезії на стан опорно-рухової системи та визначити основні механізми даного впливу.

2. Встановити основні біохімічні показники, які можуть характеризувати стан сполучної тканини щурів в експерименті та проаналізувати методики їх визначення в сироватці крові та сечі.

3. Визначити біохімічні показники крові та сечі, які характеризують метаболізм сполучної тканини у щурів за гіпокінезії.

4. Провести оцінку метаболічних порушень у щурів різного віку за гіпокінезії та основні біохімічних маркерів стану сполучної тканини – глікопротеїнів, сіалових кислот, хондроїтинсульфатів, фракцій глікозаміногліканів, оксипроліну та уронових кислот.

Об'єкт дослідження – гіпокінезія у щурів.

Предмет дослідження – метаболізм сполучної тканини у щурів різного віку за експериментальної гіпокінезії.

Методи дослідження. В роботі застосовувались наступні методи дослідження: аналіз літературних джерел, методики біохімічних досліджень сироватки крові (вміст глікопротеїнів, сіалових кислот, хондроїтинсульфатів, фракцій глікозаміногліканів) та сечі (оксипролін, уронові кислоти) щодо вмісту метаболітів сполучної тканини, статистичні методи.

Наукова новизна роботи. В даній роботі *вперше* застосовано комплексний підхід для оцінки метаболічних порушень сполучної тканини за експериментально відтвореної гіпокінезії у щурів та проведено паралелі з клінічними порушеннями за гіпокінезії у людини.

Практичне значення роботи. Результати досліджень, одержані під час виконання магістерської роботи, а саме, визначення у сироватці крові глікопротеїнів, сіалових кислот, фракцій глікозаміногліканів та хондроїтинсульфатів, можна рекомендувати в якості комплексу біохімічних тестів для оцінки порушень метаболізму сполучної тканини під час обмеження рухової активності організму.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі спеціальної наукової літератури за темою магістерської роботи, обговоренні матеріалу, в організації та проведенні лабораторних та експериментальних досліджень, кількісному та якісному аналізі отриманих результатів, інтерпретації отриманих даних та формулюванні висновків.

Апробація результатів. Результати дослідження оприлюднено на III науково-практичній конференції студентів та молодих вчених з міжнародною участю «Від експериментальної та клінічної патофізіології до досягнень сучасної медицини і фармації» (12 травня 2021 р., м. Харків) та Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю Youth Pharmacy Science (7–8 грудня 2021 р., м. Харків).

Публікації. Основні положення роботи викладено в науковій праці у фаховому виданні України з біологічних наук, також опублікована 2 праці апробаційного характеру.

Структура та обсяг дипломної роботи. Дипломна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, аналізу та обговорення результатів дослідження, висновків, списку використаної літератури (38) та додатків (2). Загальний обсяг роботи становить 69 сторінок. Дипломна робота містить 3 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, що була досліджена; визначено об'єкт і предмет дослідження; сформульовано мету та завдання, розкрито наукову новизну і практичну значущість магістерської роботи; показано особистий внесок магістранта у спільно опубліковані праці, подано

інформацію про апробацію основних положень і результатів роботи, визначено кількість публікацій.

У першому розділі «**Огляд літератури**» було виконано теоретичний аналіз науково-методичної та спеціальної літератури, здійснено систематизацію та узагальнення літературних даних з проблеми дослідження.

На основі результатів аналізу літературних даних з питань впливу гіпокінезії на метаболічні процеси в організмі експериментальних тварин та людини було встановлено, що:

- термін «гіпокінезія» досить широко використовуються для опису порушень моторних функцій;
- гіпокінезія впливає на стан серцево-судинної системи, що проявляється підвищенням артеріального тиску та підвищенням частоти серцевих скорочень, розвивається гіпокінетичний стрес;
- у результаті експериментального відтворення гіпокінезії у тварин змінюється метаболізм кісткової тканини, що проявляється зменшенням кісткової маси, порушеннями катаболізму колагену і, як наслідок – зниженням мінеральної щільності кісткової тканини, проте у наукових працях останніх 10 року біохімічних маркерів, які б інформативно віддзеркалювали стан сполучної тканини, не приведено;
- за гіпокінезії в експерименті у щурів розвивається порушення обміну калію, магнію, кальцію та фосфору, змінюється рівень паратгормону, та кальцитоніну в крові.
- актуальність дослідження метаболічних порушень сполучної тканини за гіпокінезії зумовлюється перш за все тим, що гіпокінезія є однією із найважливіших клінічних характеристик хвороби Паркінсона людини, пошук біохімічних маркерів якої на сьогодні є актуальним питанням медицини та біології.

У **другому розділі** дипломної роботи «Матеріал і методи дослідження» вказано методи, які застосовувались в роботі: аналіз літературних джерел, методики біохімічних досліджень сироватки крові та сечі щодо вмісту

метаболітів сполучної тканини, статистичні методи.

Статистичну обробку цифрових результатів досліджень проведено за допомогою програми Statsoft STATISTICA. Обчислювали середню арифметичну варіаційного ряду (M), стандартну похибку середньої арифметичної (m) та достовірність відмінностей (p) за критерієм Стьюдента.

Дослідження проводились на 42 білих щурах-самцях віком 3 та 12 місяців, що утримувались у віварії ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків. В кожній інтактній та дослідній вікових групах було по 7 тварин.

Дослідження проводили відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених на I Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001). Умови гіпокінезії відтворювали з використанням спеціально сконструйованого приладу, який забезпечував обмеження рухливості тварини без порушень вентиляції тіла. Сечу збирали за допомогою спеціального сконструйованого приладу для збирання сечі, який дозволяв відділити сечу від фекалій тварин, на 7, 14, 21 та 30 день спостереження. Тварин виводили з експерименту шляхом декапітації через 7 та 30 днів іммобілізації під тіопенталовим наркозом, після чого відбирали кров для дослідження. З крові виготовляли сироватку шляхом центрифугування. Вміст сіалових кислот визначали за методом Гесса, глікопротеїнів – за модифікованим методом О.П. Штейнберга та Я.Н. Доценка, хондроїтинсульфатів – за Nemeth-Csoka в модифікації Л.І. Слуцького, фракційний склад глікозаміногліканів (ГАГ) – за реакцією з резохіном. Вміст оксипроліну в сечі визначали за реакцією з хлораміном Б, уронових кислот – за реакцією з карбазолом.

У **третьому розділі** викладено динаміку вмісту глікопротеїнів, сіалових кислот, хондроїтинсульфатів та фракцій глікозаміногліканів в крові щурів в умовах гіпокінезії. Під час дослідження сироватки крові щурів було встановлено, що у інтактних тварин 3-х та 12-місячного віку вміст сіалових кислот був різним – $2,94 \pm 0,16$ та $1,98 \pm 0,09$ ммоль/л відповідно. Після 7-денної

гіпокінезії їх концентрація у молодих тварин не змінювалась, проте у тварин старшої групи цей показник збільшувався. Аналогічною була динаміка вмісту глікопротеїнів в сироватці крові (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка біохімічних показників стану сполучної тканини у сироватці крові щурів за гіпокінезії (M±m)

Вік, міс.	Термін гіпокінезії, доба	Сіалові кислоти, ммоль/л	Хондроїтин-сульфати, г/л	Фракції ГАГ, Од.		
				I	II	III
3	Інтактний контроль	2,94±0,16	0,162±0,019	11,60±1,23	3,91±0,50	1,50±0,25
	7 доба	2,82±0,13	0,271±0,032 ***	13,14±2,53	4,10±0,70	1,55±0,21
	30 доба	4,20±0,35*	0,256±0,024 ***	6,91±0,65 **	6,73±0,40 **	1,80±0,18
12	Інтактний контроль	1,98±0,09	0,191±0,003	15,63±1,32	7,46±0,64	2,20±0,13
	7 доба	3,04±0,24 ***	0,222±0,009 *	10,72±0,80 **	5,80±0,40 *	1,67±0,20 *
	30 доба	5,46±0,49 ***	0,221±0,006 *	11,27±1,40 *	6,24±0,36	1,86±0,32

Примітки: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 порівняно з інтактним контролем

Очевидно, що на щурів 12-місячного віку іммобілізація впливала більш суттєво на ранніх етапах дослідження. Проте глікопротеїни та сіалові кислоти не є специфічними маркерами для характеристики метаболізму саме кісткової та хрящової тканини, адже вони є важливим й інформативним тестом для віддзеркалення загальної реакції сполучної тканини організму в період адаптації до гіпокінезії. Глікопротеїни є складними білками сполучної тканини, які віддзеркалюють ступінь запальних порушень. Сіалові кислоти є похідними нейрамінової кислоти, входять до складу молекул олігосахаридів, гліколіпідів, у складі сіаловмісних глікопротеїнів беруть участь у

міжклітинних взаємодіях, специфічній рецепції на поверхні клітин, передачі сигналів, транспорті іонів та забезпеченні антигенної специфічності та тканинної сумісності, зазвичай зростають в крові за важких запальних процесів, в тому числі пов'язаних із сполучною тканиною – пухлинами кісткової тканини, остеомієлітом та ревматичними захворюваннями суглобів (Морозенко Д.В., Леонтьєва Ф.С., 2016).

У тварин 12-місячного віку відзначалось підвищення концентрації глікопротеїнів та сіалових кислот в сироватці крові як на 7, так і на 30 добу гіпокінезії, особливо на кінцевому етапі експерименту. До 30-ї доби рівень глікопротеїнів та сіалових кислот в сироватці крові раптово збільшувався порівняно з показником у інтактних тварин.

Також за гіпокінезії спостерігалось суттєве збільшення концентрації в сироватці крові хондроїтинсульфатів вже на 7 добу експерименту у тварин обох вікових груп, при цьому рівень цих метаболітів на 30 добу був на однаковому рівні.

Таким чином, слід відзначити, що організм щурів реагував на гіпокінезію зростанням в крові даних метаболітів, що зумовлено перебудовою хрящової та кісткової тканини до нових умов функціонування, оскільки відомо, що вони мають важливе значення у метаболізмі хрящової та субхондральної кісткової тканини (Бойків Д.П., Бондарчук Т.І., Іванків О.Л., 2007). У тварин різного віку спостерігались зміни фракційного складу ГАГ в сироватці крові – хондроїтин-6-сульфату (I фракція), хондроїтин-4-сульфату (II фракція) та гепарансульфату (III фракція). За результатами досліджень, у молодих щурів на 7 добу I фракція залишалась без змін, проте на 30 добу спостерігалось значне її зниження. В цей період підвищувалась II фракція ГАГ. У тварин віком 12 місяців на 7 та 30 добу вміст більшості фракцій був нижче значень, які характеризують фракційний склад ГАГ у інтактних щурів. Це може свідчити про зниження біосинтетичних властивостей клітинних елементів сполучної тканини після 30-добової гіпокінезії. Як відомо, саме ГАГ необхідні організму для підтримання фізико-хімічних та біомеханічних

властивостей екстрацелюлярного матриксу сполучної тканини, і перерозподіл їх фракційного складу спричинений саме віковими порушеннями обміну протеогліканів сполучної тканини (Белова С.В., 2013).

У **четвертому розділі** викладено динаміку рівня екскреції оксипроліну та уронових кислот із сечею щурів в умовах гіпокінезії. Дослідження екскреції оксипроліну та уронових кислот із сечею було проведено для встановлення їх ролі в катаболізмі колагену і протеогліканів за гіпокінезії. Результати досліджень показали, що кількість оксипроліну, що виділяється із сечею, була значно меншою у щурів віком 12 місяців порівняно із 3-х місячними, що пов'язано із значним зниженням швидкості обміну колагену при старінні, яке проявляється зменшенням екскреції із сечею продуктів деградації (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка вмісту оксипроліну та уронових кислот в сечі щурів за гіпокінезії (M±m)

Вік, міс.	Термін гіпокінезії, доба	Оксипролін, мг/добу	Уронові кислоти, мг/добу
3	Інтактний контроль	0,41±0,04	1,16±0,12
	7 доба	0,27±0,03*	1,07±0,44
	14 доба	0,35±0,02	0,78±0,08*
	21 доба	0,59±0,06*	1,59±0,07**
	30 доба	0,12±0,02	0,81±0,11
12	Інтактний контроль	0,11±0,02	2,80±0,41
	7 доба	0,10±0,01	0,92±0,12***
	14 доба	0,12±0,01	1,15±0,45*
	21 доба	0,36±0,04***	2,75±0,72
	30 доба	0,28±0,05**	1,97±0,52

Примітки: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 порівняно з інтактним контролем

На 7 день гіпокінезії виділення оксипроліну у тварин віком 3 місяці зменшувалось, у 12-місячних щурів – не відрізнялось від екскреції у інтактних тварин. У подальшому вміст оксипроліну в сечі збільшувався до максимальних значень на 21 день експерименту в обох вікових групах. У 12-місячних тварин показники за гіпокінезії до цього терміну були нижче за молодих тварин, і

лише на 30 добу рівень екскреції оксипроліну у щурів 12-місячному віці був вище за показник у 3-місячному віці. Можливо, основним джерелом його утворення є деструкція колагену кісткової тканини кінцівок за рахунок того, що їх функціональне навантаження було найбільшим порівняно з іншими ділянками скелету за розміщення тварин у клітки-пенали

У 12-місячних тварин адаптація до перебування у клітках-пеналах перебігала на іншому рівні порівняно із молодими особинами, оскільки підвищена екскреція оксипроліну була присутня до кінця досліджу. Аналіз даних щодо екскреції уронових кислот порівняно з оксипроліном вказує на глибокі відмінності виведення цих метаболітів з організму. Вміст уронових кислот у сечі було значно більшим у щурів віком 1 рік, ніж у молодих тварин. Відомо, що зі збільшенням віку вміст протеогліканів в сполучній тканині знижується, зокрема, зменшується у них частка компонента глікозаміногліканів як якісно, так і кількісно. Цей процес супроводжується інтенсивним виведенням кінцевих продуктів метаболізму протеогліканів із сечею у процесі старіння організму, що було підтверджено дослідженнями уронових кислот у сечі тварин різного віку. Під час адаптації до гіпокінезії спостерігалось значне зниження рівня екскреції уронових кислот: у щурів віком 1 рік упродовж 7 та 14 днів, у 3-місячних – до 14 дня досліджу. На 21 добу рівень екскреції у тварин старшої групи відновлювався до рівня інтактної, а у молодшій – досягав максимальних величин. Як було вказано вище, в цей час було відзначено максимальний рівень екскреції оксипроліну в обох групах щурів. Також у молодшій групі тварин відбувається збільшення концентрації уронових кислот в сечі на 21 день гіпокінезії, у порівнянні з іншими термінами спостереження.

ВИСНОВКИ

1. На основі результатів аналізу літературних даних з питань впливу гіпокінезії на метаболічні процеси в організмі експериментальних тварин та людини було встановлено, що термін «гіпокінезія» досить широко

використовуються для опису порушень моторних функцій; гіпокінезія впливає на стан серцево-судинної системи, що проявляється підвищенням артеріального тиску та підвищенням частоти серцевих скорочень, за гіпокінезії розвивається гіпокінетичний стрес; у результаті експериментального відтворення гіпокінезії у тварин змінюється метаболізм кісткової тканини, що проявляється зменшенням кісткової маси, порушеннями катаболізму колагену і, як наслідок – зниженням мінеральної щільності кісткової тканини, проте у наукових працях останніх 10 років біохімічних маркерів, які б інформативно віддзеркалювали стан сполучної тканини, не приведено; гіпокінезія є однією із найважливіших клінічних характеристик хвороби Паркінсона людини, тому пошук біохімічних маркерів гіпокінезії на сьогодні є актуальним питанням медицини та біології.

2. Динаміка біохімічних маркерів крові, які характеризують метаболізм сполучної тканини, вказує на залежність змін показників від віку та тривалості гіпокінезії. Збільшення вмісту в крові хондроїтинсульфатів у щурів молодшої вікової групи за умов гіпокінезії може свідчити про адаптаційну реакцію з боку хрящової та кісткової тканин скелету, проте у старшій віковій групі за умов гіпокінезії зростання вмісту хондроїтинсульфатів може свідчити про вікові порушення.

3. Встановлено, що 30-добова гіпокінезія спричиняла суттєві порушення стану сполучної тканини, що віддзеркалювалось у змінах біохімічних показників сироватки крові експериментальних щурів та було пов'язано із змінами метаболізму основних біохімічних компонентів тканин хребтового сегменту – колагену і протеогліканів; характер цих змін був специфічний для кожного з компонентів та залежав від віку тварин.

4. Наприкінці спостережень було встановлено підвищена екскреція оксипроліну, яка була вираженою у тварин старшої вікової групи. У молодому віці особливістю адаптації до гіпокінезії віддзеркалювались у загальній метаболічній реакції, яка характеризувалась відповідною динамікою показників сечі. За рахунок порушень метаболізму компонентів органічного

матриксу кісткової та хрящової тканини порушувалась нормальна екскреція оксипроліну.

5. Визначення у сироватці крові глікопротеїнів, сіалових кислот, фракцій глікозаміногліканів та хондроїтинсульфатів, можна представити в якості комплексу біохімічних тестів для оцінки порушень метаболізму сполучної тканини під час обмеження рухової активності організму.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати магістерської роботи

1. Леонтєва Ф.С., Глебова К.В., Морозенко Д.В. Динаміка вмісту метаболітів сполучної тканини у крові щурів різного віку за гіпокінезії Український біофармацевтичний журнал, № 1 (66) 2021. 42–45.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів магістерської роботи

2. Леонтєва Ф.С., Глебова К.В., Морозенко Д.В. Оксипролін та уронові кислоти сечі як маркери метаболізму сполучної тканини в експериментальних щурів за гіпокінезії. Від експериментальної та клінічної патофізіології до досягнень сучасної медицини і фармації: тези доповідей III науково-практичної конференції студентів та молодих вчених з міжнародною участю (12 травня 2021 р.). – Х. : Вид-во НФаУ, 2021. 117–118.

3. Глебова К.В., Данильченко С.І. Динаміка вмісту сіалових кислот в крові щурів різного віку за гіпокінезії. Youth Pharmacy Science: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (7-8 грудня 2021 р., м. Харків). – Харків: НФаУ, 2021. 261–262.

АНОТАЦІЇ

Глебова К.В. Метаболізм сполучної тканини у щурів різного віку та в умовах гіпокінезії.

У роботі проаналізовано сучасний стан питання щодо впливу гіпокінезії на розвиток метаболічних порушень в організмі, а також в експерименті

здійснено вивчення динаміки та значення основних метаболітів, які характеризують стан сполучної тканини, в сироватці крові та сечі щурів різного віку за гіпокінезії.

За результатами аналізу літературних джерел сформувані сучасне уявлення про вплив гіпокінезії на стан опорно-рухової системи та визначити основні механізми даного впливу. Встановлено основні біохімічні показники (глікопротеїни, сіалові кислоти, хондроїтинсульфати, фракції глікозаміногліканів в сироватці крові, а також оксипролін та уронові кислоти сечі), які можуть характеризувати стан сполучної тканини щурів в експерименті та проаналізовано методики їх визначення.

Встановлено, що динаміка біохімічних маркерів крові, які характеризують метаболізм сполучної тканини, вказує на залежність змін показників від віку та тривалості гіпокінезії. Збільшення вмісту в крові хондроїтинсульфатів у щурів молодшої вікової групи за умов гіпокінезії може свідчити про адаптаційну реакцію з боку хрящової та кісткової тканин скелету, проте у старшій віковій групі за умов гіпокінезії зростання вмісту хондроїтинсульфатів може свідчити про вікові порушення.

З'ясовано, що 30-добова гіпокінезія спричиняла суттєві порушення стану сполучної тканини, що віддзеркалювалось у змінах біохімічних показників сироватки крові експериментальних щурів та було пов'язано із змінами метаболізму основних біохімічних компонентів тканин хребтового сегменту – колагену і протеогліканів; характер цих змін був специфічний для кожного з компонентів та залежав від віку тварин. Підвищена екскреція оксипроліну була вираженою у тварин старшої вікової групи. У молодому віці особливістю адаптації до гіпокінезії віддзеркалювались у загальній метаболічній реакції, яка характеризувалась відповідною динамікою показників сечі. За рахунок порушень метаболізму компонентів органічного матриксу кісткової та хрящової тканини порушувалась нормальна екскреція оксипроліну.

Таким чином, визначення у сироватці крові глікопротеїнів, сіалових

кислот, фракцій глікозаміногліканів та хондроїтинсульфатів, можна представити в якості комплексу біохімічних тестів для оцінки порушень метаболізму сполучної тканини під час обмеження рухової активності організму.

Ключові слова: гіпокінезія, щури, сполучна тканина, метаболізм, сіалові кислоти, глікозаміноглікани, оксипролін, уронові кислоти

Gliebova K.V. Connective tissue metabolism in rats of different ages and under conditions of hypokinesia.

The paper analyzes the current state of the impact of hypokinesia on the development of metabolic disorders in the body, as well as the study of the dynamics and importance of major metabolites that characterize the state of connective tissue in serum and urine of rats of different ages with hypokinesia.

Based on the results of the analysis of literature sources to form a modern idea of the influence of hypokinesia on the state of the musculoskeletal system and to determine the basis of the mechanisms of this influence. Based on biochemical parameters (glycoproteins, sialic acids, chondroitinsulfates, serum glycosaminoglycan fractions, as well as oxyproline and uronic uric acid), which can characterize the state of connective tissue of rats in the experiment and analyzed methods for their determination.

It was found that the dynamics of biochemical markers of blood, which characterize the metabolism of connective tissue, indicates the dependence of changes in age and duration of hypokinesia. Increased blood chondroitin sulfate in younger rats under hypokinesia may indicate an adaptive response of cartilage and skeletal tissue, but in the older age group under hypokinesia, an increase in chondroitin sulfate may indicate age-related disorders.

It was found that 30-day hypokinesia caused significant disorders of connective tissue, which was reflected in changes in serum biochemical parameters of experimental rats and was associated with changes in metabolism of the main biochemical components of vertebral tissues - collagen and proteoglycans; the

nature of these changes was specific to each of the components and depended on the age of the animals. Increased excretion of oxyproline was expressed in older animals. At a young age, the peculiarity of adaptation to hypokinesia was reflected in the overall metabolic response, which was characterized by the corresponding dynamics of urine. Due to disturbances in the metabolism of the components of the organic matrix of bone and cartilage tissue, the normal excretion of oxyproline was disturbed.

Thus, the determination of serum glycoproteins, sialic acids, glycosaminoglycans and chondroitin sulfates can be presented as a set of biochemical tests to assess disorders of connective tissue metabolism while limiting motor activity.

Key words: hypokinesia, rats, connective tissue, metabolism, sialic acids, glycosaminoglycans, oxyproline, uronic acids