strands, a large number of vessels, and various muscle fibers. The sarcoplasm contained mostly the regularly shaped nuclei, a significant amount of mitochondria in the perinuclear space, and bundles of myofibrils with a wavy and partially ruptured Z-lines

Conclusion. The ultramicroscopic analysis revealed a negative effect of CH on the process of skeletal muscle regeneration, which is characterized by the massive development of connective tissue against the background of suppression and imperfect formation of new muscle fibers. The using of PRP in rats with CH improves the process of muscle recovery, shifting it from the development of connective tissue scar towards the formation of a full-fledged muscular organ.

Key words: skeletal muscles, regeneration, chronic hyperglycemia, platelet-rich plasma.

Рецензент – проф. Єрошенко Г. А.
Стаття надійшла 16.07.2020 року

DOI 10.29254/2077-4214-2020-3-157-251-254
УДК 616.742+616-092.9+616.441-008.64

Саган Н. Т., Заяць Л. М., Антимис О. В., Дутчак У. М., Пітулей А. В.

ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ ЖУВАЛЬНОГО М'ЯЗА ПРИ ЙОДОДЕФІЦИТНОМУ СТАНІ

Івано-Франківський національний медичний університет (м. Івано-Франківськ)
sagan_1993@ukr.net

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота є фрагментом науково-дослідної роботи «Морфофункціональні та цитогенетичні особливості органів і тканин при йододефіцитних станах, гіпотиреозі» (№ державної реєстрації 0114U005624).

Вступ. При огляді наукових джерел ми вияснили, що існують фрагментарні відомості про виникнення міопатії при дефіциті гормонів щитоподібної залози (ЩЗ) [1,2]. Однак, потрібно відзначити, що в доступній нам медико-біологічній літературі на сьогодні немає робіт, в яких би вивчалася морфологія жувальних м'язів (ЖМ) при йододефіцитних станах у віковому аспекті. Ми не виявили жодних робіт, в яких була б використана морфометрія та отримані кількісні показники щодо аналізу змін у ЖМ при йододефіцитних станах в онтогенезі.

Це вказує на необхідність проведення комплексного дослідження, в якому у тварин на етапах постнатального онтогенезу вивчатимуться морфофункціональні особливості ЖМ та його структурно-метаболічні перетворення в умовах змодельованого йододефіциту (ЙД).

Метою нашого дослідження було встановити особливості структурної організації ЖМ на етапах постнатального онтогенезу та їх морфофункціональні особливості при експериментальному ЙД.

Об'єкт і методи дослідження. Матеріалом для дослідження був ЖМ 48 білих безпородних щурів-самців. І група тварин – інтактні, які служили контролем (не проводили жодних маніпуляцій) ((n=24) по 12 тварин нестатевозрілого (3 місячного віку, масою 120-150 г) та статевозрілого віку (6 місячного віку, масою 180-200 г); ІІ група – дослідна – в умовах ЙД ((n=24) по 12 тварин нестатевозрілого та статевозрілого віку). Утримання тварин, їх харчування та маніпуляції з ними проводилися згідно з положенням Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986), Директивою Ради Європи 86/609/ЄЕС (1986), Законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 15 грудня 2009 року та наказами МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р.

Евтаназія тварин здійснювалася шляхом введення тіопенталу натрію (2 % розчин у дозі 25 мг/кг маси). Для забору крові на біохімічне дослідження тварин декапітували в умовах знеболення (2 % розчин тіопенталу натрію у дозі 25 мг/кг маси внутрішньоочеревинно).

Використані такі методи дослідження: моделювання йододефіцитного стану [3]; гістологічне дослідження (забарвлення гематоксиліном та еозином, альціановим синім за Стідменом, трихромне забарвлення за Масоном, PAS [4]; гістохімічне вивчення (активність сукцинатдегідрогенази (СДГ); електронномікроскопічне дослідження; дослідження біохімічного складу крові (вміст тиреотропного гормона (ТТГ), гормонів ЩЗ (T_3, T_4); морфометричне дослідження (кількість м'язових волокон (МВ) різного гістохімічного фенотипу). Комп'ютерне опрацювання даних здійснювали за допомогою статистичного пакета Stat. Soft. Inc; Tulsa, OK, USA; Statistica 10.

Результати дослідження та їх обговорення. На 60 добу при біохімічному дослідженні крові у нестатево- і статевозрілих тварин вміст гормонів ЩЗ зменшувався, тоді як вміст ТТГ збільшувався, порівняно з нормою як у статево- так і у нестатевозрілих тварин.

Гістологічно МВ ЖМ нестатевозрілих щурів при ЙД характеризуються нерегулярним чергуванням темних і світлих смужок. Ядра МВ збільшені, стають округлими та більш світлими. Ендомізій та перимізій розширені, втрачають структурну організацію. В основній речовині сполучної тканини чітко виявляється значна кількість глікозаміногліканів. Такі ж набрякові зміни були описані в інших дослідженнях [5] й обгрунтовуються позаклітинним нагромадженням в органах і тканинах мукополісахаридів, які підвищують їх гідрофільність. Також набряк пояснюється нагромадженням у крові продуктів розпаду м'язового білка – креатинінфосфокінази, глікозаміногліканів, холестерину й інших ліпідних фракцій.

При дослідженні СДГ-ої активності МВ ми спостерігали зміну в розподілі різних типів волокон **(рис. 1)**. Так, у нестатевозрілих тварин зменшувалася кіль-

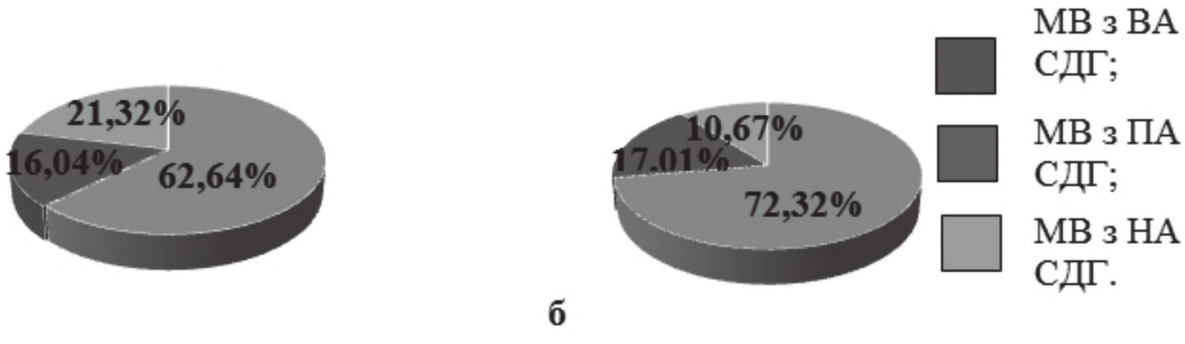

Рисунок 1 – Зміна вмісту різних типів МВ у ЖМ нестатевозрілих щурів при експериментальному ЙД (а) порівняно з інтактними тваринами (б).

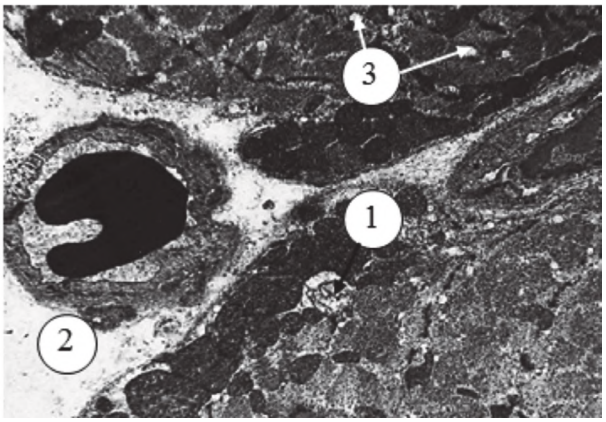

Рисунок 2 – Ультрамікроскопічні зміни в будові ЖМ нестатевозрілого щура при ЙД. Електронна мікрофотографія. Зб.: 4800. Позначення: 1 – зруйновані М, 2 – просвітлений ендомізій, 3 – вакуолізація МВ.

кість МВ з проміжною активністю СДГ (МВ з ПА СДГ) на 13,38 %. Кількість МВ з низькою активністю СДГ (МВ з НА СДГ) при цьому збільшувалась на 99,81 %. Кількість МВ з високою активністю СДГ (МВ з ВА СДГ) майже не змінювалась і становила 16,04 %. Змінюється діаметр поперечного перерізу МВ у нестатевозрілих тварин при експериментальному ЙД. Особливо зростають розміри МВ з НА СДГ.

Деякі вчені пов'язують такий розподіл волоконного складу зі зміною кровопостачання, вважаючи, що білі МВ з гліколітичним типом окиснення менше залежать від погіршення кровопостачання, ніж червоні з окисно-відновним типом метаболізму [6]. Також наші результати підтверджують думку, що проміжні МВ (окисно-гліколітичні) є джерелом диференціювання білих (гліколітичних) та червоних (окисних) МВ [7].

При ультраструктурному дослідженні МВ ЖМ нестатевозрілих тварин нами виявлено вогнищеве порушення чіткої поперечної посмугованості **(рис. 2).** Ми фіксували підсарколемальні просвітлені збільшені ядра з інвагінацією їх ядерної оболонки. Хроматин зібраний в грудочки і розміщений маргінально. Саркоплазма волокон просвітлена, нечітко контурюються смужки I та A. Z-лінія значно розширена та розмита. Структурні компоненти м'язових тріад розширені. У мітохондрій міститься матрикс низької електронної щільності. Спостерігається порушення цілісності мітохондріальних гребенів. Зміни М свідчать про напруженість енергетичного апарату [8].

У статевозрілих тварин при ЙД МВ зустрічаються ділянки з порушенням поперечної посмугованості. Ядра МВ візуально збільшені. Спостерігається незначне зростання діаметру поперечного перерізу всіх типів волокон порівняно з нормою. Між МВ спостерігається розширення та порушення звичної структури ендомізію. В основній речовині сполучної тканини виявлялися глікозаміноглікани. При дослідженні СДГ-ої активності виявили незначне зменшення кількості МВ з ПА СДГ (на 6 %) і деяке збільшення МВ з НА СДГ (на 1,39 %) порівняно з нормою **(рис. 3).**

При субмікроскопічному дослідженні статевозрілих тварин при експериментальному ЙД в МВ нами виявлено незначне порушення поперечної посмугованості міофібрил, деяку розмитість і згладженість Z-ліній, розширення та просвітлення м'язових тріад **(рис. 4).**

У саркоплазмі підсарколемально знаходяться великі оптично просвітлені ядра. Поблизу ядер візуалізуються округлені мітохондрії з просвітленим матриксом та декомплексованими гребенями. Елементи апарату Гольджі розширені, в них утворюються вакуолі зі світлим вмістом. Цистерни і трубочки гранулярної ендоплазматичної сітки розширені, з гладкою поверхнею. У саркоплазмі з'являються множинні піноцитозні пухирці.

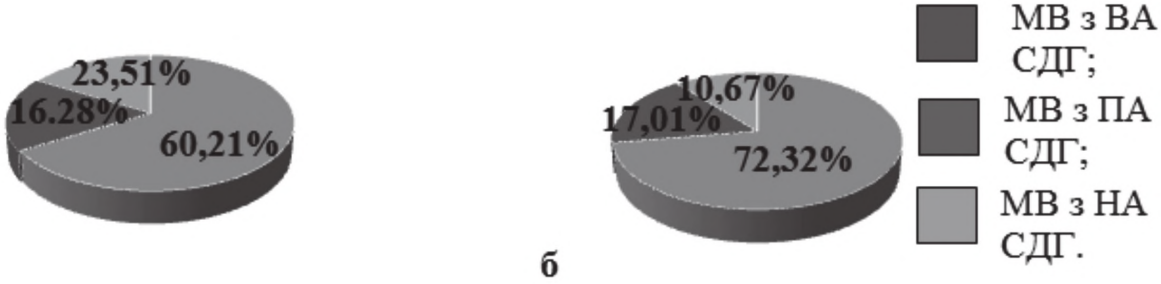

Рисунок 3 – Зміна вмісту різних типів МВ у ЖМ нестатевозрілих щурів при експериментальному ЙД (а) порівняно з інтактними тваринами (б).

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що в умовах ЙД в МВ спостерігаються значні набрякові зміни з просвітленням саркоплазми та розширенням ендомізію і перимізію. Морфометрично фіксуються зміни в кількісному складі різних їх типів, що полягають у зменшенні кількості МВ з ПА СДГ з одночасним зростанням МВ з НА СДГ. Також зафіксовано збільшення діаметра поперечного перерізу всіх типів МВ. Особливо дані зміни проявляються у нестатевозрілих тварин.

Перспективи подальших досліджень. Дане дослідження може слугувати базовим для подальшого вивчення впливу патологій щитоподібної залози на м'язову систему.

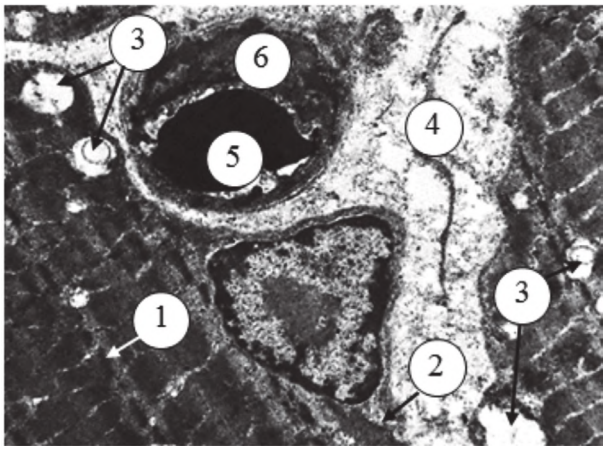

Рисунок 4 – Ультрамікроскопічні зміни в будові МВ ЖМ статевозрілого щура при ЙД. Електронна мікрофотографія. Зб.: 6400. Позначення: 1 – розширення та розмитість Z-лінії в МВ, 2 – розширена та розволокнена базальна мембрана МВ, 3 – вакуолі, 4 – розширений та вакуолізований ендомізій, 5 – гемокапіляр, 6 – ядро ендотеліоцита.

Література

1. Antelava OA, Kasatkyna LF, Gurkyna GT. Dyfferencyalnaya dyagnostyka myishechnoj slabosty: obzor. Rossyjskyj medycynskyj zhurnal. 2004;14:854-62. [in Russian].
2. Kravchenko VI, Postol SV. Dynamika zakhvoryuvanosti na patologiyu shhytopodibnoyi zalozy v Ukrayini. Mizhnapodnyj endokpynologichnyj zhurnal. 2011;35(3):26-31. [in Ukrainian].
3. Kulymbetov MT, Rashytov MM, Saatov TS. Modelyrovanye eksperymentalnogo gypotyreoza, obuslovlennogo estestvennyim khronycheskym defycytom joda v pytanyy. Mezhdunarodnyij endokrynologycheskyj zhurnal. 2009;2(20):22-7. [in Russian].
4. Bagrij MM, Dibrova VA, Popadynecz OG, Gryshhuk MI. Metodyky gistologichnykh doslidzhen [monografiya]. Vinnycya: Nova knyga; 2016. 328 s. [in Ukrainian].
5. Pankiv VI. Syndrom gipotyreozu. Mizhnarodnyj endokrynologichnyj zhurnal. 2012;5(45):103-11. [in Ukrainian].
6. Tambovtseva RV. Fermentativnyie energeticheskie preobrazovaniya myishechnoy tkani v postnatalnom ontogeneze. Mejdunarodnyiy jurnal eksperimentalnogo obrazovaniya. 2016;12(1):124-7. [in Russian].
7. Sнenkman BS. Ot medlennyih k byistryim. Gipogravitatsionnaya perestroyka miozinovogo fenotipa myishechnyih volokon. Acta naturae. 2016;4(31):52-65. [in Russian].
8. Munteanu I, Zhou H, Hargreaves I. Investigating mitochondria in cell culture models of core myopathies. Neuromuscular Disorders. 2012;22:7-35.

ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ ЖУВАЛЬНОГО М'ЯЗА ПРИ ЙОДОДЕФІЦИТНОМУ СТАНІ

Саган Н. Т., Заяць Л. М., Антимис О. В., Дутчак У. М., Пітулей А. В.

Резюме. Метою нашого дослідження було встановити особливості структурної організації ЖМ щурів на етапах постнатального онтогенезу та їх морфофункціональні особливості при експериментально змодельованому ЙД.

Матеріалом для дослідження був ЖМ 48 білих безпородних щурів-самців. Тварин ділили на групи: інтактні і дослідні – в умовах ЙД нестатевозрілого (3 місячного віку) та статевозрілого віку (6 місячного віку).

В умовах ЙД в МВ спостерігаються набрякові зміни з просвітленням саркоплазми та розширенням ендомізію і перимізію. Морфометрично фіксуються зміни в кількісному складі різних їх типів, що полягають у зменшенні кількості МВ з ПА СДГ з одночасним зростанням МВ з НА СДГ. Зафіксовано збільшення діаметра поперечного перерізу всіх типів МВ. Особливо це проявляються у нестатевозрілих тварин.

Ключові слова: щитоподібна залоза, йододефіцит, м'язове волокно, жувальний м'яз.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЖЕВАТЕЛЬНОЙ МЫШЦЫ ПРИ ЙОДОДЕФИЦИТНОМ СОСТОЯНИИ

Саган Н. Т., Заяц Л. М., Антимис А. В., Дутчак У. М., Питулей А. В.

Резюме. Целью нашего исследования было установить особенности структурной организации ЖМ крыс на этапах постнатального онтогенеза и их морфофункциональные особенности при экспериментально смоделированном ЙД.

Материалом для исследования был ЖМ 48 белых беспородных крыс-самцов. Животных делили на группы: интактные и опытные – в условиях ЙД (неполовозрелого (3 месячного возраста) и половозрелого возраста (6 месячного возраста).

В условиях йододефицита в МВ наблюдаются значительные отечные изменения с просветлением саркоплазмы и расширением эндомизию и перимизию. Морфометрически фиксируются изменения в количественном составе различных их типов, состоящие в уменьшении количества МВ с ПА СДГ с одновременным ростом МВ с НА СДГ. Также зафиксировано увеличение диаметра поперечного сечения всех типов МВ. Особенно данные изменения проявляются в неполовозрелых животных.

Ключевые слова: щитовидная железа, йододефицит, мышечное волокно, жевательная мышца.

AGE FEATURES OF STRUCTURAL COMPONENTS OF MASTICATORY MUSCLE IN IODINE DEFICIENCY
Sahan N. T., Zayats L. M., Antymys O. V., Dutchak V. M., Pituley A. V.

Abstract. The purpose of our study was to identify the peculiarities of structural organization of masticatory muscles in rats at the stages of postnatal ontogenesis and their morphofunctional features in experimentally induced iodine deficiency (ID). The object of our study was the masticatory muscle of 48 white outbred male rats. Groups of animals: Group I – intact ((n=24) 12 sexually-immature (3-month-old animals, weighing 120-150 g) and 12 mature animals (6-month-old rats, weighing 180-200 g); Group II – experimental – under conditions of iodine deficiency ((n=24) 12 sexually-immature and 12 mature animals).

The study involved the following investigation methods: simulation of ID; histological examination; histochemical study (SDG activity; submicroscopic examination; study of biochemical composition of blood; statistical analysis of morphometric and biochemical parameters).

On the 60th day of investigation the biochemical blood count of sexually-immature and mature animals showed the decrease in the levels of thyroid hormones, while the TSH levels were increased, as compared to the norm, and made up: TSH – (0.17±0.02) μmol/ml ($p<0.01$), T_3 – (3.46±0.41) nmol/L ($p<0.01$), T_4 – (76.65±8.95) ($p<0.01$) nmol/L (sexually-immature animals); TSH – (0.12±0.01) μmol/ml ($p<0.01$), T_3 – (2.98±0.32) nmol/L ($p<0.01$), T_4 – (67.2 ±6.62) nmol/L ($p<0.01$) (sexually-mature animals).

Histologically, muscle fibers of masticatory muscles of sexually-immature rats with iodine deficiency are characterized by irregular alternation of dark and light bands, enlarged nuclei. A significant amount of glycosaminoglycans is clearly identified in the ground substance of connective tissue. While studying the SDG activity of muscle fibers, we have observed a change in the distribution of different types of fibers. The number of muscle fibers with intermediate activity of succinate dehydrogenase has decreased (MF with IA of SDG) by 13.38%. At the same time the number of muscle fibers with low activity of succinate dehydrogenase has increased (MF with LA of SDG) by 99.81%. The number of muscle fibers with high activity of SDG (MF with HA of SDG) has remained almost unchanged and made up 16.04%. The diameter of the cross-section of muscle fibers increases, especially in the MF with LA of SDG. The ultrastructural study of muscle fibers of masticatory muscles of immature animals showed focal alteration of clear cross striation, cleared enlarged nuclei, cleared sarcoplasm, significantly enlarged and blurred Z-line, expanded structural components of the muscular triads. Mitochondria have low electron density matrix. The disintegration of mitochondrial crests is observed.

Muscle fibers of mature animals with ID exhibit a marked cross-striation pattern, but there are areas with its destruction. Nuclei of muscle fibers are peripherally located and are visually enlarged. A slight increase in the cross-section diameter of all types of fibers is observed. Glycosaminoglycans were found in the ground substance of connective tissue. The study of SDG activity revealed a slight decrease in the number of MF with IA of SDG (by 6%) and a slight increase in the number of MF with LA of SDG (by 1.39%), as compared to the norm. The number of MF with HA of SDG remaines unchanged.

Submicroscopic examination of mature animals with experimental ID has revealed a minor disturbance of the cross striation pattern of myofibrils in muscle fibers, some blurring and smoothness of Z-lines, enlargement and clarification of muscular triads. Large optically clear nuclei are observed in sarcoplasm and are located subsarcolemally. Rounded mitochondria with clear matrix and decomposed crests are visualized near the nuclei. The elements of the Golgi apparatus are expanded, forming vacuoles with light contents. Cisterns and tubules of granular endoplasmic reticulum are enlarged, with smooth surface. Multiple pinocytic vesicles appear in the sarcoplasm.

Key words: thyroid gland, iodine deficiency, muscle fiber, masticatory muscle.

Рецензент – проф. Проніна О. М.
Стаття надійшла 18.08.2020 року

DOI 10.29254/2077-4214-2020-3-157-254-258
УДК 616.344-03-089.84:615.67

Сидоренко М. І., Білаш С. М., Проніна О. М.

РЕМОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ ПЕРИВУЛЬНАРНОЇ ЗОНИ КЛУБОВОЇ КИШКИ ПРИ ЗШИВАННІ РАНОВОГО ДЕФЕКТУ СИНТЕТИЧНИМ МОНОВОЛОКНИСТИМ ШОВНИМ МАТЕРІАЛОМ

Українська медична стоматологічна академія (м. Полтава)
sidorenko999@ukr.net

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота є фрагментом НДР: «Експериментально-морфологічне обґрунтування дії нових хірургічних шовних матеріалів, імплантатів та покривних поверхонь на різні органи при використанні в експерименті та клінічній практиці», № державної реєстрації 0118U004459.

Вступ. Останнім часом реєструється збільшення кількості хворих на хронічні запальні захворювання кишечника, які характеризуються, як системними проявами, так і поліморбідним перебігом хронічних запальних захворювань кишечника [1,2]. До даної групи відносять низку хвороб, які пов'язані, як з органопорушеннями різної етіології так і впливом екзо- та ендогенних чинників [3,4]. Також масштабного виявлення набули і онкологічні захворювання шлунково-кишкового тракту. Вище описані нозологічні форми хвороб кишечника є найбільш серйозними проблемами в сучасній хірургічній практиці, які потребують як найшвидшого вирішення [5]. Особливо гостро постає