

Summary

OBESITY: ANALYSIS OF LEADING CAUSES OF DEATH AND CONCOMITANT PATHOLOGIES BASED ON AUTOPSY CASE PROTOCOL

Mazur O., Kuzyk Yu.

Key words: obesity, comorbidity, death cause, autopsy.

Numerous reports have confirmed the leading role of obesity in developing various diseases. Therefore, the purpose of this study was to carry out retrospective analysis and to evaluate the prevalence of obesity in the Lviv region according to autopsy protocols with further identifying morbidity and mortality structure in deceased patients with obesity. The authors analyzed 4835 autopsy cases during the period of 2011-2015 on the basis of the Lviv Regional Pathology Bureau – obesity, without verified diabetes, was detected in 266 cases (5.5%). Among the deceased patients there were 164 (61.7%) women and 102 (38.4%) men. The average age of deceased women was 68.6 ± 1.7 years, and the average age of men was 58.6 ± 1.8 years. Women aged 60 to 70 years predominated in deceased patients with obesity. The analysis of obesity cases has been carried out according to two criteria: identifying the main cause of death and identifying concomitant pathology. According to the results obtained, during the last five years there has been an increase in the number of deceased patients with obesity. Thus, in 2011 it made up 4.2%, whereas in 2015 this value reached 6% of the total autopsy number. On average, the number of deceased patients with obesity increased by 1% every year. The similar tendency has been observed towards the number of deceased individuals with obesity: for instance, their number in 2011 made up 0.9% of all autopsy cases, while in 2015 the percentage was 2.9%. In obese patients the leading causes of death were identified as follows: diseases of the cardiovascular system, malignant neoplasms and diseases of the digestive system. Among the concomitant pathology, almost half of patients have been diagnosed to have chronic bronchitis. Diseases of the digestive, cardiovascular systems and thyroid gland were commonly found as well. The prevalence of obesity and the number of obese people increased with each passing year, as well as the diversity of obesity-associated diseases.

УДК 616.24-018-06:577.118:613.32(043.5)

Ртайл Р.А., Ткач Г.Ф.

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЩУРІВ ЗА УМОВ ХРОНІЧНОЇ ГІПЕРГЛІКЕМІЇ

Сумський державний університет

На сьогоднішній день існує незначна кількість робіт, присвячених вивченню ролі мікроелементів у розвитку хронічної гіперглікемії та цукрового діабету, при цьому результати є часто контрверсійними. Останнє спонукало нас до проведення власного дослідження з метою вивчення концентрації K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu у скелетних м'язах щурів із хронічною гіперглікемією. Експеримент був проведений на 12 білих щурах-самцях зрілого віку лінії Wistar. Тварини були розподілені на контрольну та експериментальну підгрупи (по 6 щурів у кожній). Моделювання хронічної гіперглікемії у дослідній групі здійснювали за допомогою двотижневого навантаження тварин 10 % розчином фруктози з подальшим одноразовим інтраперитонеальним введенням стрептозоцину у дозі 40 мг/кг. Для дослідження брали триголовий м'яз литки. Визначення вмісту макро- та мікроелементів проводили методами атомно-абсорбційної спектрометрії з електротермічною та полуменевою атомізацією. Статистичний аналіз виконували із використанням електронного пакету SPSS-15. Визначення достовірності відмінностей між контрольною та дослідною групами здійснювали із використанням критерію Стьюдента (t). Шляхом порівняльного аналізу встановлено, що в триголовому м'язі литки тварин із хронічною гіперглікемією концентрація K ($P < 0,001$), Ca ($P < 0,001$), Fe ($P = 0,001$), Zn ($P = 0,001$) та Cu ($P = 0,038$) була достовірно меншою, ніж у щурів без порушень вуглеводного обміну. Різниця між середніми значеннями вмісту Na і Mg у групах порівняння виявлено не було ($P = 0,101$ та $P = 0,374$, відповідно). Результати представлено дослідження показали значну відмінність вмісту макро- та мікроелементів у скелетних м'язах щурів із хронічною гіперглікемією та тварин контрольної серії, що вказує на можливі відмінності в накопиченні елементів у тканинах за умов нормо- та гіперглікемії.

Ключові слова: скелетні м'язи, хронічна гіперглікемія, макроелементи, мікроелементи.

Робота є складовою частиною науково-дослідної теми з держбюджетним фінансування «Молекулярно-генетичні та морфологічні особливості регенерації тканин нижньої кінцівки за умов хронічної гіперглікемії» (номер державної реєстрації 0117U003926).

Вступ

Сталість внутрішнього середовища організму людини в значній мірі залежить від швидкості та якості обмінних процесів, що постійно реалізуються ферментними системами, які, у свою чер-

гу, активуються різними макро- та мікроелементами [1]. При цьому надлишок або нестача макро- та мікроелементів може значною мірою впливати на протікання метаболічних процесів в організмі людини [2].

Цукровий діабет 2-го типу (ЦД2) – це хронічне порушення обміну речовин, зумовлене резистентністю до дії інсуліну та стійким підвищенням вмісту глюкози в крові [3,4]. Низкою досліджень показано, що в сироватці крові хворих із ЦД2 та пацієнтів із артеріальною гіпертензією спостерігається зниження концентрації Mg [5,6]. Разом з цим було виявлено, що підвищення внутрішньоклітинного співвідношення Ca/Mg може виступати в якості можливого маркера порушення толерантності до глюкози та розвитку метаболічного синдрому [6]. Колективом Zargar et al. було виявлено, що вміст Zn та Mg у плазмі крові не відрізняється в осіб без ЦД2 та пацієнтів із цим захворюванням, тоді як концентрація Cu в плазмі хворих є значно підвищеною [7]. Авторами було зроблено припущення про можливий антагоністичний характер зв'язку між Zn і Cu, що потребує подальшого вивчення. Як відомо, дефіцит цинку є чинником розвитку ЦД2, що пояснюється його здатністю контролювати структурну цілісність інсуліну. Крім того, Zn функціонує в якості ініціатора вільних радикалів та зменшує ймовірність настання оксидативного стресу [8]. Натомість зниження сироваткового вмісту Cu, навпаки, зменшує вироблення вільних радикалів під час ЦД2 [8].

Загалом, слід зазначити, що на сьогоднішній день існує незначна кількість робіт, присвячених вивченню ролі макро- та мікроелементів у розвитку хронічної гіперглікемії та цукрового діабету, при цьому результати є часто контрверсійними [9,10]. Разом із цим існує лише одне дослідження щодо вивчення вмісту деяких макро- та мікроелементів в різних органах та тканинах щурів із попередньо змодельованим цукровим діабетом [11].

Мета дослідження

Вивчення концентрації K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu у скелетних м'язах щурів із хронічною гіперглікемією.

Матеріали і методи дослідження

Експеримент був проведений на 12 білих щурах-самцях лінії Wistar зрілого віку. Тварини були розподілені на контрольну та експериментальну підгрупи (по 6 щурів у кожній).

Догляд за піддослідними щурами здійснювався в умовах віварію медичного інституту Сумського державного університету відповідно до загальноприйнятих рекомендацій, вимог та положень щодо догляду за лабораторними тваринами («Правила проведення робіт з використанням експериментальних тварин», додаток 4, затверджений наказом Міністерства

охорони здоров'я № 755 від 12 серпня 1997 р., «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах», ухвалені Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.); Хельсинська декларація Генеральної асамблеї Всесвітньої медичної асоціації (2000); положення «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 1985). Під час проведення експериментальних робіт порушень норм етики та моралі не було. Щури перебували в кімнаті при температурі 25 °С, вологості – 60 ± 5% та за умов 12-годинного циклу зміни темряви та освітлення.

Моделювання хронічної гіперглікемії у дослідній групі здійснювали за допомогою двотижневого навантаження тварин 10 % розчином фруктози з подальшим одноразовим інтраперитонеальним введенням стрептозотоцину у дозі 40 мг/кг [12]. Щурам контрольної групи була зроблена одноразова внутрішньочеревинна ін'єкція стерильного цитратного буфера. Підтвердження наявності гіперглікемії здійснювали оцінюючи вміст глюкози натще, інсуліну та С-пептиду в плазмі крові тварин. Також у рамках біохімічного аналізу крові визначали у щурів показники ліпідного обміну. Тварин виводили з дослідження шляхом евтаназії під тіопенталовим наркозом (4мг на 100 г маси тіла).

Визначення вмісту макро- та мікроелементів у зразках скелетних м'язів щурів проводили методами атомно-абсорбційної спектроскопії з електротермічною та полуменевою атомізацією. Триголовий м'яз литки обробляли фільтрувальним папером для видалення надлишку рідин. Зважування зразків проводили у фторопластових стаканах на електронних аналітичних вагах ANG100C фірми «AXIS» II класу. Після зважування стакани зі зразками переносили у фторопластовий автоклав і вносили 3 мл нітратної кислоти для кислотної мінералізації. Вміст елементів у реактивах та на стінках посуду контролювали приготуванням «холостої проби».

Автоклави нагрівали на лабораторній електричній плитці Saturn ST-EC1161 із термостатом за температури 150-160 °С упродовж 2 годин, охолоджували, вміст стаканів переносили в мірні пробірки і доводили бідистилятом до 10 мл. Після автоклавної мінералізації отримували безбарвні прозорі рідини, придатні для визначення вмісту хімічних елементів атомно-абсорбційними методами.

Вміст K, Na та Ca визначали на спектрофотометрі S-115-M1 AT «Selmi» (Україна) з полуменевою атомізацією в режимі емісії (табл. 1).

Таблиця 1
Спектральні умови вимірювання та атомізації для K, Na та Ca

Елемент	Довжина хвилі, нм	Спектральна щільність, нм	Горючий газ	Окисник	Тем-ра полум'я	Тип полум'я
K	769,9	0,4	C ₂ H ₂	Повітря	2300	Окисне
Na	589,0	0,4	C ₂ H ₂	Повітря	2300	Окисне
Ca	422,7	0,4	C ₂ H ₂	N ₂ O	2950	Стехіометричне

Таблиця 2
Спектральні та температурно-часові режими вимірювань

Елемент	Довжина хвилі, нм	Ширина щілини, нм	Піроліз		Атомізація	
			T, °C	t, с	T, °C	t, с
Mg	202,6	0,4	1 000	10	2 200	5
Fe	372,0	0,4	1 000	10	2 500	5
Mn	279,5	0,4	1 000	10	2 500	4
Zn	213,9; 307,4	1,0	600	10	2 100	5
Cu	324,7	0,4	1 000	10	2 500	5

Таблиця 3
Результати біохімічного аналізу крові щурів груп порівняння

Показник	Контроль (n = 6)	Гіперглікемія (n = 6)	P
Глюкоза натще, ммоль/л	9,51 ± 1,86	22,55 ± 3,51	< 0,001
Холестерол загальний, ммоль/л	1,89 ± 0,21	3,26 ± 0,36	< 0,001
Тригліцериди, ммоль/л	0,54 ± 0,11	1,03 ± 0,16	< 0,001
ЛПНГ, ммоль/л	0,59 ± 0,08	0,93 ± 0,12	< 0,001
ЛПВГ, ммоль/л	1,92 ± 0,20	1,48 ± 0,21	0,004
Інсулін, мкМО/мл	16,01 ± 1,81	12,35 ± 1,77	0,005
C-пептид, нг/мл	3,47 ± 0,79	3,96 ± 0,64	0,267

Примітка: Результати представлені у вигляді $M \pm SD$.

Порівняльний аналіз виконаний методом t-критерію для незалежних вибірок.
ЛПНГ – ліпопротеїди низької густини; ЛПВГ – ліпопротеїди високої густини.

Визначення концентрації Mg, Fe, Mn, Zn та Cu проводили на комплексі атомно-абсорбційному CAS-120.1 з електротермічним атомізатором А-5 і графітовою піччю Carl Zeiss Jena (Німеччина) в режимі адсорбції (табл. 2).

Проби відміряли і вносили в піч дозатором FAA-50 об'ємом 10 мкл. Аналітичний сигнал сканували з кроком 0,016 с та обробляли програмою «AAS-SPECTR3».

Статистичний аналіз виконували із використанням електронного пакету SPSS-15 (SPSS, version 15.0, Chicago, IL, USA). Перевірку на нормальність розподілу величин у різних вибірках проводили із розрахуванням критерію Колмогорова-Смірнова. Визначення достовірності відмінностей між контрольною та дослідною групами здійснювали із використанням критерію Стьюдента (t). Відмінність вважали достовірною, якщо вірогідність випадкової різниці не перевищувала 0,05 (p<0,05).

Результати досліджень та їх обговорення

Результати біохімічного аналізу крові щурів груп порівняння представлені в таблиці 3.

Встановлено, що в експериментальних тварин вміст глюкози крові натще (P < 0,001), загального холестеролу (P < 0,001), тригліцеридів (P < 0,001) та ЛПНГ (P < 0,001) був значущо більшим, ніж у щурів контрольної групи. Натомість, концентрація ЛПВГ була вищою в інтактних тварин (P = 0,004). Крім цього, вміст інсуліну в плазмі крові експериментальних тварин знаходився у межах норми, проте значення середніх показників були достовірно меншими, ніж у контрольних щурів (P = 0,005). Концентрація C-пептиду в обох групах була однаковою (P = 0,267).

У таблиці 4 наведені результати аналізу елементного складу посмугованих м'язів щурів дослідної та контрольної груп. Встановлено, що вміст K в триголовому м'язі литки тварин із хронічною гіперглікемією становив $1,96 \pm 0,26$ (мг/г),

а в контрольній групі – $3,51 \pm 0,38$ (мг/г). Рівень Na у скелетному м'язі дослідних щурів сягав $0,37 \pm 0,25$ (мг/г), у групі порівняння – $0,64 \pm 0,27$ (мг/г). Концентрація Ca в мускулатурі експериментальної групи складала $0,11 \pm 0,02$ (мг/г), у контролі – $0,34 \pm 0,03$ (мг/г). Вміст Mg у м'язах дослідних щурів становив $0,24 \pm 0,13$ (мг/г), у тварин контролю – $0,30 \pm 0,09$ (мг/г). Щодо Fe, то кількість цього елемента в посмугованій мускулатурі тварин із гіперглікемією складала $12,1 \pm 2,3$ (мкг/г), а в контрольній серії – $18,3 \pm 2,5$ (мкг/г). Концентрація Zn у скелетних м'язах дослідних щурів становила $10,4 \pm 5,1$ (мкг/г), а в контролі – $101,3 \pm 23,1$ (мкг/г). І, нарешті, вміст Cu у посмугованій мускулатурі експериментальних тварин дорівнював $0,25 \pm 0,09$ (мкг/г), а в групі контролю – $0,37 \pm 0,08$ (мкг/г). Шляхом порівняльного аналізу встановлено, що в триголовому м'язі литки тварин із хронічною гіперглікемією концентрація K (P < 0,001), Ca (P < 0,001), Fe (P = 0,001), Zn (P = 0,001) та Cu (P = 0,038) була достовірно меншою, ніж у щурів без порушень вуглеводного обміну. Різниці між середніми значеннями вмісту Na і Mg між групами порівняння виявлено не було (P = 0,101 та P = 0,374, відповідно).

Останнім кроком дослідження стало визначення співвідношення між концентраціями різних елементів у триголовому м'язі литки щурів груп порівняння. Так, було встановлено, що співвідношення Ca/Mg у дослідній групі становило 0,46, а в контрольній групі – 1,33; співвідношення Zn/Cu в експериментальній серії складало 41,61, у групі контролю – 273,78; співвідношення Ca/Zn у тварин із гіперглікемією становило 10,57, у контрольній серії – 3,36; співвідношення Mg/Zn у дослідних щурів становило 23,07, а в групі порівняння – 2,96.

Таблиця 4

Вміст макро- та мікроелементів у скелетних м'язах щурів без та з хронічною гіперглікемією

Група	Елемент						
	K (мг/г)	Na (мг/г)	Ca (мг/г)	Mg (мг/г)	Fe (мкг/г)	Zn (мкг/г)	Cu (мкг/г)
Контроль (n = 6)	3,51 ± 0,38	0,64 ± 0,27	0,34 ± 0,03	0,30 ± 0,09	18,3 ± 2,5	101,3 ± 23,1	0,37 ± 0,08
Експеримент (n = 6)	1,96 ± 0,26	0,37 ± 0,25	0,11 ± 0,02	0,24 ± 0,13	12,1 ± 2,3	10,4 ± 5,1	0,25 ± 0,09
P	< 0,001	0,101	< 0,001	0,374	0,001	0,001	0,038

Примітка: Результати представлені у вигляді $M \pm SD$.

Порівняльний аналіз виконаний методом t-критерію для незалежних вибірок.

Як вже зазначалось, макро- та мікроелементи відіграють значну роль у процесі розвитку порушень толерантності до глюкози та чутливості тканин до інсуліну. Так, наприклад, Ca і Mg є макроелементами, необхідними для гомеостазу вуглеводів, а також такими, що причетні до регуляції просвіту судинної стінки. При цьому дефіцити вказаних елементів можуть призводити до розвитку артеріальної гіпертензії та ускладнень, пов'язаних із хронічною гіперглікемією, включаючи зменшення секреції інсуліну. Крім того, на сьогодні існують також дані про безпосередній вплив макро- та мікроелементів на активність інсуліну [13].

У нещодавній роботі Siddiqui et al. представлені варіації вмісту макро- та мікроелементів у крові пацієнтів при прогресуванні ЦД2 [14]. Було показано, що існують відмінності вмісту Fe, Cu, Zn, та Mn у сироватці крові пацієнтів із ЦД2 та осіб контрольної групи. Схожі дані були отримані і в нашій роботі. Поряд з цим у дослідженні Presley et al. встановлено, що у скелетних м'язах щурів із ЦД2 спостерігається зменшення вмісту Ca, Zn, Fe та Cu на фоні збільшення концентрації Na і Mg [11]. Результати нашого експерименту також виявили зменшення вмісту Ca, Zn, Fe, Cu, а також K у пошмугованій мускулатурі щурів із хронічною гіперглікемією. Проте відмінності середніх значень концентрації Na та Mg між групами порівняння встановлено не було. Поряд з цим колективом Presley et al. також виявлено зменшення показників співвідношення Ca/Mg та підвищення значень співвідношення Zn/Cu, Ca/Zn та Mg/Zn у скелетних м'язах щурів із ЦД2, порівняно із тваринами контрольної групи [11]. Результати нашого дослідження також показали зменшення співвідношення Ca/Mg та підвищення співвідношення Ca/Zn і Mg/Zn у пошмугованій мускулатурі тварин із гіперглікемією. Натомість значення співвідношення Zn/Cu було, навпаки, меншим у тварин експериментальної групи. Останнє може бути обумовлене значним зменшенням концентрації Zn у скелетних м'язах щурів із хронічною гіперглікемією на фоні незначного зниження вмісту Cu.

Висновки

Результати представленої дослідження показали значну відмінність вмісту макро- та мікроелементів у скелетних м'язах щурів із хронічною гіперглікемією та тварин контрольної серії, що вказує на можливі відмінності в накопиченні елементів у тканинах за умов нормо- та гіперглікемії. Зокрема було встановлено, що у скелетних м'язах щурів із хронічною гіперглікемією спостерігається зменшення вмісту K, Ca, Zn, Fe та Cu, порівняно із тваринами без порушень вуглеводного обміну. Останнє свідчить про те, що нестача зазначених елементів може відігравати важливу роль у розвитку гіперглікемічних станів та структурно-функціональних порушень пошмугованої мускулатури за таких умов.

Перспективи подальших досліджень

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні структурних змін скелетних м'язів щурів на мікроскопічному та ультрамікроскопічному рівні за умов впливу на організм хронічної гіперглікемії.

References

- Alves R, Chaleil R, Sternberg M. Evolution of enzymes in metabolism: a network perspective. *J Mol Biol.* 2002;320(4):751-70.
- Boullata J. Trace elements in critically ill patients. *J Infus Nurs.* 2013;36(1):16-23. doi: 10.1097/NAN.0b013e3182787504.
- Blair M. Diabetes Mellitus Review. *Urol Nurs.* 2016;36(1):27-36.
- Kharroubi A, Darwish H. Diabetes mellitus: The epidemic of the century. *World J Diabetes.* 2015; 6(6): 850-867. doi: 10.4239/wjd.v6.i6.850.
- Barbagallo M, Dominguez L. Magnesium and type 2 diabetes. *World J Diabetes.* 2015; 6(10): 1152-1157.
- Haenni A, Berglund L, Reneland R, Andersson P, Lind L, Lithell H. The alterations in insulin sensitivity during angiotensin converting enzyme inhibitor treatment are related to changes in the calcium/magnesium balance. *Am J Hypertens.* 1997; 10: 145-151.
- Zargar A, Shah N, Masoodi S, Laway B, Dar F, Khan A, Wani A. Copper, zinc, and magnesium levels in non-insulin dependent diabetes mellitus. *Postgrad Med J* 1998; 74: 665-668.
- Faure P, Lafond J, Coudray C, Rossini E, Halimi S, Favier A, Blache D. Zinc prevents the structural and functional properties of free radical treated-insulin. *Biochim Biophys Acta.* 1994; 1209:260-264.
- Diwan A, Pradhan A, Lingojar D, Krishna K, Singh P, Almelkar S. Serum zinc, chromium, and magnesium levels in type-2 diabetes. *Int J Diabet Dev Countries* 2006; 26: 122-123
- Meksawan K, Sermisri U, Chanvorachote P. Zinc supplementation improves anticancer activity of monocytes in type-2 diabetic patients with metabolic syndrome. *Anticancer Res* 2014; 34: 295-299.
- Presley T, Duncan A, Jeffers A, Fakayode S. The variation of macro- and micro-minerals of tissues in diabetic and non-diabetic rats. *J Trace Elem Med Biol.* 2017;39:108-115. doi: 10.1016/j.jtemb.2016.08.009
- Wilson R, Islam M. Fructose-fed streptozotocin-injected rat: an alternative model for type 2 diabetes. *Pharmacol Rep.* 2012;64(1):129-39.
- Praveena S, Sujatha P, Sameera K. Trace Elements in Diabetes Mellitus. *J Clin Diagn Res.* 2013; 7(9): 1863-1865. doi: 10.7860/JCDR/2013/5464.3335
- Siddiqui K, Bawazeer N, Salini S. Variation in Macro and Trace Elements in Progression of Type 2 Diabetes. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:461591. doi: 10.1155/2014/461591.

Реферат

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ КРЫС В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ

Ртайл Р.А., Ткач Г.Ф.

Ключевые слова: скелетные мышцы, хроническая гипергликемия, макроэлементы, микроэлементы.

На сегодняшний день существует незначительное количество работ, посвященных изучению роли микроэлементов в развитии хронической гипергликемии и сахарного диабета, при этом результаты являются часто спорными. Последнее обстоятельство побудило нас к проведению собственного исследования с целью изучения концентрации K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu в скелетных мышцах крыс с хронической гипергликемией. Эксперимент был проведен на 12 белых крысах-самцах зрелого возраста линии Wistar. Животные были разделены на контрольную и экспериментальную подгруппы (по 6 крыс в каждой). Моделирование хронической гипергликемии в экспериментальной группе осуществляли с помощью двухнедельной нагрузки животных 10% раствором фруктозы с последующим однократным внутривентральным введением стрептозотоцина в дозе 40 мг/кг. Для исследования брали трехглавую мышцу голени. Определение содержания макро- и микроэлементов проводили методами атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической и пламенной атомизацией. Статистический анализ выполняли с использованием электронного пакета SPSS-15. Определение достоверности различий между контрольной и опытной группами осуществляли с использованием критерия Стьюдента (t). Путем сравнительного анализа установлено, что в трехглавой мышце голени животных с хронической гипергликемией концентрация K ($P < 0,001$), Ca ($P < 0,001$), Fe ($P = 0,001$), Zn ($P = 0,001$) и Cu ($P = 0,038$) была достоверно меньше, чем у крыс без нарушений углеводного обмена. Разницы между средними значениями содержания Na и Mg в группах сравнения выявлено не было ($P = 0,101$ и $P = 0,374$, соответственно). Результаты представленного исследования показали значительное различие в содержании макро- и микроэлементов в скелетных мышцах крыс с хронической гипергликемией и животных контрольной серии, что указывает на возможные различия в накоплении элементов в тканях в условиях нормо- и гипергликемии.

Summary

STUDY OF MACRO- AND MICROELEMENT COMPOSITION OF SKELETAL MUSCLES OF THE RATS WITH CHRONIC HYPERGLYCEMIA

Rtail R., Tkach G.

Key words: skeletal muscles, chronic hyperglycemia, macroelements, microelements.

To date, there is a small number of works devoted to the study of the role of trace elements in the development of chronic hyperglycemia and diabetes, wherein the results are often controversial. This circumstance prompted us to conduct our own experiment to study the concentration of K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu in skeletal muscles of rats with chronic hyperglycemia. 12 Wistar male rats were used for experiment. Animals were divided into control and experimental subgroups (6 in each group). The chronic hyperglycemia in the experimental group was modeled by two-week of 10% fructose solution loading with followed single intraperitoneal administration of streptozotocin 40 mg/kg. Triceps surae muscle was used for study. Determination of macro- and microelements content was carried out by atomic absorption spectrometry methods with electrothermal and flame atomization. The statistical analysis was performed using the SPSS-15 electronic package. Determination of the reliability of the differences between control and experimental groups was performed using Student's criterion (t). It was revealed that concentration of K ($P < 0.001$), Ca ($P < 0.001$), Fe ($P = 0.001$), Zn ($P = 0.001$) and Cu ($P = 0.038$) in striated muscles of animals with chronic hyperglycemia was significantly lower compared to rats of control group. There were no differences between the contents of Na and Mg in comparison groups ($P = 0.101$ and $P = 0.374$, respectively). The results of the present study showed a significant difference between the content of macro- and microelements in skeletal muscles of rats with chronic hyperglycemia and control animals, indicating possible differences in the accumulation of elements in tissues under the condition of normal- and hyperglycemia.