

УДК 615.327.03:616.379-008.64-092.9

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПРИРОДНОЙ КРЕМНИЕВОЙ ЛЕЧЕБНО-СТОЛОВОЙ ВОДЫ НА КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ НАРУШЕНИЕМ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ГЛЮКОЗЕ

С.Г. Гуца<sup>1</sup>, Л.В. Тихоход<sup>1</sup>, А.Ю. Кисилевская<sup>1</sup>, Н.В. Калиниченко<sup>1</sup>,  
Т.В. Гладкий<sup>2</sup>, К.А. Коева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГУ «Украинский научно-исследовательский институт медицинской реабилитации и курортологии Министерства здравоохранения Украины», г. Одесса;

<sup>2</sup> Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

### Введение

Среди современного населения Земли нарушения углеводного обмена, наиболее тяжелой формой которых считается сахарный диабет (СД), являются широко распространенной патологией [1 – 3]. СД — синдром хронической гипергликемии, развивающийся под влиянием генетических и экзогенных факторов [4, 5]. По прогнозам ВОЗ, в 2030 году диабет станет седьмой по значимости причиной смерти [6].

В настоящее время, несмотря на технический прогресс и развитие медицины, применение минеральных вод (МВ) для коррекции и профилактики патологических состояний имеет важное значение, так как они обладают многогранным неспецифическим действием, значительной биологической активностью, минимальными побочными эффектами и могут применяться для оздоровления и реабилитации населения [7 – 9].

Учитывая вышеизложенное, целью работы состояла в оценке влияния слабоминерализованной кремниевой природной лечебно-столовой воды на состояние углеводного обмена крыс с моделью нарушения толерантности к глюкозе.

### Материалы и методы исследования

Влияние МВ исследовали на 50 белых крысах-самках линии Вистар аутбредного разведения. Животных ранжировали на 3 группы: I – 10 интактных животных (контроль); II группа – 20 животных с патологией углеводного обмена; III группа – 20 животных, которым на следующий день после инъекции аллоксана семидневным курсом вводили внутривенно МВ.

Модель нарушения толерантности к глюкозе (НТГ) воспроизводили путем подкожного одноразового введения крысам свежеприготовленного 5 % водного раствора аллоксана в дозе 7,5 мг на 100 г массы тела [10]. Верификацию экспериментальной модели проводили с использованием метода теста толерантности к глюкозе (ТТГ) на 7-е сутки после введения аллоксана [11]. Внутривенную нагрузку 40 % раствора глюкозой проводили из расчета 0,4 г глюкозы на 100 г массы крысы. Введение животным МВ осуществляли ежедневно на протяжении 7

дней в объеме 1 % массы тела через зонд с мягкой оливкой непосредственно в пищевод. Для достижения поставленной цели в работе было использовано ряд лабораторных тестов и методик [12]. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программ для медико-биологических исследований Statistica и Excel. При всех способах обработки статистического материала достоверными изменениями считались те, что находились в границах вероятности по таблицам Стьюдента < 0,05.

Во время эксперимента животные находились на постоянном пищевом и питьевом режиме в соответствии с правилами содержания экспериментальных животных [13 – 15].

В исследовании применяли МВ скважины № 1062 села Нижнее Солотвино (Ужгородский район Закарпатской области), которая относится к гидрокарбонатным, натриево-кальциевым, натриево-магниевым, магниевым, магниевым-натриево-кальциевым (или различного катионного состава), слабосильно-нейтральным, холодным с минерализацией 0,23—0,31 г/л и содержанием метакремниевой кислоты ( $H_2SiO_3$ ) в пределах 91—111 мг/л. Для такой низкой минерализации такую высокую концентрацию кремния в виде  $H_2SiO_3$  следует рассматривать как высокую. Как известно, к кремниевым относят МВ с содержанием метакремниевой кислоты не менее 50,0 мг/л [16].

Даная МВ в настоящее время бутилируется под названием «Крайна» на современном высокотехнологичном оборудовании непосредственно возле места расположения скважины.

### Результаты и их обсуждение

Как следует из данных табл., развитие экспериментальной модели (2 группа животных) сопровождается сохранением характера кривой пробы тощакковой толерантности к глюкозе, то есть содержание глюкозы в крови натощак не отличается от контроля, однако через час резко и значительно повышается и в последующие сроки плавно снижается (у крыс 1 группы через час наблюдается менее значительный подъем, а на 2 и 3 час наблюдается резкое снижение уровня глюкозы).

Таблица

Динамика показателей уровня глюкозы в крови при проведении ТТГ у крыс с моделью НТГ и крыс получавших кремниевую МВ «Крайна» на фоне развития патологии углеводного обмена

Тошачковая толерантность к глюкозе, ммоль/л	I группа контроль	II группа модель НТГ	III группа модель НТГ и курс МВ «Крайна»
	(M <sub>1</sub> ± m <sub>1</sub> )	(M <sub>2</sub> ± m <sub>2</sub> )	(M <sub>3</sub> ± m <sub>3</sub> )
исходная величина	4,39 ± 0,12	4,65 ± 0,13 p > 0,5	3,01 ± 0,25 p < 0,05
Через 1 час	6,29 ± 0,25	9,74 ± 0,40 p < 0,001	7,61 ± 0,37 p < 0,05
Через 2 часа	4,63 ± 0,15	6,53 ± 0,36 p < 0,01	5,17 ± 0,23 p > 0,5
Через 3 часа	4,29 ± 0,12	5,40 ± 0,28 p < 0,01	4,57 ± 0,15 p > 0,5

Примечание: достоверность различий показателей по сравнению с контролем.

Что касается кривой тошачковой пробы (устойчивости к глюкозе), у животных, получавших курс кремниевой МВ «Крайна», ее характер менялся по сравнению с животными 2 группы. Подъем уровня глюкозы в крови через 1 час был незначительно выше соответствующего показателя группы контроля, однако на 2-й и 3-й час пробы уровень глюкозы нормализовался. Следует подчеркнуть, что у крыс 3 группы под действием МВ уровень глюкозы натощак был достоверно снижен.

Можно предположить, что этот эффект обусловлен способностью кремниевых МВ снижать активность окислительно-восстановительных ферментов в организме экспериментальных животных, а именно, снижать активность сукцинатдегидрогеназы [17].

### Вывод

Результаты исследований показали, что внутренний прием минеральной природной кремниевой лечебно-столовой воды «Крайна» на фоне развития НТГ способствует нормализации углеводного обмена, о чем свидетельствуют позитивные изменения кривой ТТГ, приближающие её к норме.

### Литература

1. Yang Jin-Kui. Urine Proteome Specific for Eye Damage Can Predict Kidney Damage in Patients With Type 2 Diabetes: A Case-Control and a 5.3-Year Prospective Cohort Study / Jin-Kui Yang // *Diabetes Care*. — 2017. — Vol. 40 (2). — P. 253 — 260.
2. Левит Ш. Сахарный диабет 2 типа: время изменить концепцию / Ш. Левит, Ю.И. Филиппов, А.С. Горельшев // *Сахарный диабет*. — 2013. — № 1. — С. 91 — 102.
3. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes — 2011 // *Diabetes Care*. — 2011. — № 34 (1). — P. 11 — 61.
4. Клінічна біохімія / Д. П. Бойків, Т. І. Бондарчук, О. Л. Іванків [та ін.]. // За ред. О. Я. Скларова. — К. :

Медицина, 2006. — 432 с.

5. Клиническая эндокринология (руководство) / под ред. Н. Т. Старкова. — СПб.: Питер, 2002. — 576 с.
6. Mathers C. D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030 / C.D. Mathers, D. Loncar // *PLoS Med*. — 2006. — Vol. 3, № 11. — P. 442.
7. Медико-біологічна оцінка якості та цінності розведеного розчину природного мінералу бішофіт свердловини № 1 Затуринського родовища м. Полтава / Н.В. Драгомирецька, І.Б. Заболотна, Т.І. Малихіна [та ін.] // *Медицина реабілітація, курортологія, фізіотерапія*. — 2014. — № 3 (79). — С. 59 — 62.
8. Influence of mineral water with increased content of organic substances «Zbruchanskaya 77» for psycho-emotional disorders (clinical and experimental study) / S.G. Gushcha, M.V. Kalinichenko., E.M. Nikipelova [et al.] // *Sciences of Europe (medical sciences)*. — 2016. — Vol. 2. — № 6 (6). — P. 54 — 58.
9. Kolodenco O.V. Possibilities of balneotherapy in patients with coronary heart disease after surgical revascularization of myocardium with concomitant diabetes / O.V. Kolodenco, S.G. Gushcha, W. Zukow // *Journal of Education, Health and Sport*. — 2016. — Vol. 6. — № 6. — P. 459 — 468.
10. Патент 63252 А Україна, МПК G 09 В 23/28. Спосіб моделювання цукрового предіабету / Т.А. Золотарьова, О.С. Павлова, Н.О. Алексеенко [та ін.]; опубл. 15.01.04, Бюл. № 1 (Кн.І).
11. Горячковский А. М. Клиническая биохимия в лабораторной диагностике / А. М. Горячковский. — изд. 3-е. — Одесса: Экология, 2005. — 608 с.
12. Наказ МОЗ України від 28.09.2009 р. № 692 «Про затвердження методичних рекомендацій з методів досліджень біологічної дії природних лікувальних ресурсів та преформованих лікувальних засобів».
13. Directive 2010/63/ EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance) // *Official Journal*. — 2010. — L. 276. — P. 0033 — 0079.
14. Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України № 249 від 01.03.2012 р. — Офіційний вісник України від 06.04.2012 — 2012 р., № 24, стор. 82, стаття 942, код акту 60909/2012.
15. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними: монографія / Ю.М. Кожем'якін, О.С. Хромов, Н.Є. Болдирева [та ін.]. — К.: Інтерсервіс, 2017. — 182 с.
16. Води мінеральні лікувальні. Технічні умови: ДСТУ 42.10-02-96. — К.: Міністерство охорони здоров'я, 1996. — 30 с.
17. Бабов К. Д. Структурно-функціональні змінення органів шлунково-кишкового тракту под впливом маломінералізованих вод в експерименті / К. Д. Бабов, Т. А. Золотарева, Б. А. Насибуллін // *Фізіотерапія, бальнеологія і реабілітація*. — 2007. — № 2. — С. 31 — 34.

### References

1. Yang Jin-Kui. Urine Proteome Specific for Eye Damage Can Predict Kidney Damage in Patients With Type 2 Diabetes: A Case-Control and a 5.3-Year Prospective Cohort Study / Jin-Kui Yang. *Diabetes Care*. 2017, Vol. 40 (2), pp. 253 — 260.
2. Levit Sh. *Saharnyy diabet 2 tipa: vremya izmenit kontseptsiyu*. Sh. Levit, Yu.I. Filippov, A.S. Gorelyshev.

*Saharnyy diabet* [Diabetes mellitus]. 2013, No. 1, pp. 91 — 102.

3. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2011. *Diabetes Care*. 2011, No. 34 (1), pp. 11 — 61.

4. *Klinichna biohimiya* [Clinical biochemistry]. D. P. Boykiv, T. I. Bondarchuk, O. L. Ivankiv [et al.]. Ed. by O. Ya. Sklyarova. Kyiv: Meditsina, 2006, 432 p.

5. *Klinicheskaya endokrinologiya (rukovodstvo)* [Clinical endocrinology (guidance)] Ed. by N. T. Starkova. St. Petersburg: Piter, 2002, 576 p.

6. Mathers C. D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030 C.D. Mathers, D. Loncar. *PLoS Med*. 2006, Vol. 3, No. 11, P. 442.

7. *Mediko-biologichna otsinka yakosti ta tsinnosti rozvedenogo rozchinu prirodnogo mineralu bishofit sverdlovini No. 1 Zaturinskogo rodovischa m. Poltava* [Medical and biological evaluation of the quality and value of a dilute solution of natural mineral bishofit well № 1 Zaturynsky deposit, Poltava region]. N.V. Dragomiretska, I.B. Zabolotna, T.I. Malykhina, N.O. Alekseenko, S.G. Guscha. *Medichna reabilitatsiya, kurortologiya, fizioterapiya* [Medical Rehabilitation, Balneology, Physiotherapy]. 2014, No. 3 (79), pp. 59 — 62.

8. Influence of mineral water with increased content of organic substances «Zbruchanskaya 77» for psycho-emotional disorders (clinical and experimental study). S.G. Gushcha, M.V. Kalinichenko, E.M. Nikipelova, B.A. Nasibullin, I.V. Balashova. *Sciences of Europe (medical sciences)*. 2016, Vol. 2, No. 6 (6), pp. 54 — 58.

9. Kolodenko O.V. Possibilities of balneotherapy in patients with coronary heart disease after surgical revascularization of myocardium with concomitant diabetes. O.V. Kolodenko, S.G. Gushcha, W. Zukow. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016, Vol. 6, No. 6, pp. 459 — 468.

10. Patent No. 63252 UA, MPK G 09 V 23/28. *Sposib modelyuvannya tsukrovogo prediabetu* [Method for simulating potential insular diabetes]. T.A. Zolotariova, O.S. Pavlova, N.O. Alekseenko, A.S. Ruchkina, B.A. Nasibullin, O.Ya. Oleshko, S.H. Huscha; Ukr. NDI MR ta K; publ. 15.01.04, Byul. No. 1 (Kn.I).

11. Goryachkovskiy A. M. *Klinicheskaya biohimiya v laboratornoy diagnostike* [Clinical biochemistry in laboratory diagnostics] A. M. Goryachkovskiy. izd. 3-e. Odessa: Ekologiya, 2005, 608 p.

12. Nakaz MOZ Ukrayiny No. 692 vid 28.09.2009 r. «Pro zatverdzhennya metodychnykh rekomendatsiy z metodiv doslidzhen' biolohichnoyi diyi pryrodnykh likuval'nykh resursiv ta preformovanykh likuval'nykh zasobiv» [Order of MOH of Ukraine No. 692 dated 28.02.2009 «On approval of the recommendations of the research methods of biological effects of natural medicinal resources and preformed remedies»].

13. *Direktiva 2010/63/EU Evropeyskogo parlamenta i Soveta ot 22 sentyabrya 2010 g. po zaschite zhivotnykh, ispolzuemykh dlya nauchnykh tseley* [Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes]. *Official Journal*. L 276, 20.10.2010, pp. 0033 — 0079.

14. *Nakaz Ministerstva osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrayini No. 249 vid 01.03.2012 r.* [Order of Ministry of Education and Science, Youth and Sport of Ukraine No. 249 dated 01.03.2012] *Ofitsiyinyi visnik Ukrayini vid 06.04.2012 — 2012 r.*, No. 24, p. 82, statyya 942, kod aktu 60909/2012.

15. *Naukovo-praktichni rekomendatsiyi z utrimannya laboratornih tvarin ta roboti z nimi: monograflya* [Scientific and practical advice on keeping laboratory animals and work with them]. Yu.M. Kozhemiakin, O.S. Khromov, N.E. Boldireva [et al.]. Kyiv: Interservis, 2017, 182 p.

16. *Vodi mineralni likuvalni. Tehnichni umovi: GSTU 42.10-02-96* [Water mineral medicinal. Tts: GSTU 42.10-02-96]. Kyiv: Ministry of Health of Ukraine, 1996, 30 p.

17. Babov K. D. *Strukturno-funktsionalnyie izmeneniya organov zheludochno-kishechnogo trakta pod vliyaniem malo-mineralizovannykh vod v eksperimente* [Structural-functional changes of organs of gastroenteric highway under influence of low mineralization waters in an experiment] K. D. Babov, T. A. Zolotareva, B. A. Nasibullin. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya* [Russian journal of physiotherapy, balneology and rehabilitation]. 2007, No. 2, pp. 31 — 34.

УДК 615.327.03:616.379-008.64-092.9

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПРИРОДНОЙ КРЕМНИЕВОЙ ЛЕЧЕБНО- СТОЛОВОЙ ВОДЫ НА КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ НАРУШЕНИЕМ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ГЛЮКОЗЕ

**С.Г. Гуца<sup>1</sup>, Л.В. Тихоход<sup>1</sup>,  
А.Ю. Кисилевская<sup>1</sup>, Н.В. Калиниченко<sup>1</sup>,  
Т.В. Гладкий<sup>2</sup>, К.А. Коева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ГУ «Украинский научно-исследовательский институт медицинской реабилитации и курортологии Министерства здравоохранения Украины», г. Одесса;

<sup>2</sup>Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

Работа проведена на 40 белых крысах с экспериментальной моделью нарушения толерантности к глюкозе (НТГ). Патологию вызывали путем подкожного одноразового введения крысам 5 % водного раствора аллоксана в дозе 7,5 мг на 100 г массы тела. Верификацию экспериментальной модели проводили с использованием метода теста толерантности к глюкозе на 7-е сутки после введения аллоксана. Внутрижелудочную нагрузку 40 % раствора глюкозой проводили из расчета 0,4 г глюкозы на 100 г массы крысы. Для коррекции НТГ применяли кремниевую слабоминерализованную воду (КСВ), которую вводили животным ежедневно, на протяжении 7 дней в объеме 1 % массы тела, через зонд с мягкой оливой непосредственно в пищевод. Развитие модели НТГ у крыс сопровождалось сохранением концентрации глюкозы на уровне нормы натощак после нагрузки глюкозой, резким подъемом кривой тощаковой пробы через 1 час и медленным снижением концентрации глюкозы на протяжении 2 и 3 часа исследования. При этом у здоровых крыс на 2 и 3 час наблюдалось резкое снижение уровня глюкозы до уровня нормы. У крыс получавших КСВ, уровень глюкозы на 2-й и

3-й час досліджень відповідав групі здорових тварин, що свідчить про значиме корегуюче дію цієї води.

**Ключевые слова:** кремнієва мінеральна вода, порушення толерантності до глюкози, білі щури.

УДК 615.327.03:616.379-008.64-092.9

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНОЇ ПРИРОДНОЇ КРЕМНІЄВОЇ ЛІКУВАЛЬНО- СТОЛОВОЇ ВОДИ НА ЩУРІВ З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ПОРУШЕННЯМ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ГЛЮКОЗИ

**С.Г. Гуца<sup>1</sup>, Л.В. Тихохід<sup>1</sup>,  
А.Ю. Кисилевська<sup>1</sup>, Н.В. Калініченко<sup>1</sup>,  
Т.В. Гладкий<sup>2</sup>, Х.О. Коєва<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса;

<sup>2</sup>Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Роботу проведено на 40 білих щурах з експериментальною моделлю порушення толерантності до глюкози (ПТГ). Патологію викликали шляхом підшкірного одноразового введення щурам 5 % водного розчину алоксану в дозі 7,5 мг на 100 г маси тіла. Верифікацію експериментальної моделі проводили з використанням методу тесту толерантності до глюкози на 7 добу після введення алоксану. Внутрішньошлункове навантаження 40 % розчином глюкози проводили з розрахунку 0,4 г глюкози на 100 г маси тіла щура. Для корекції ПТГ застосовували кремнієву слабо-мінералізовану воду (КСВ), яку вводили тваринам у стравохід щодня, одноразово, курсом протягом 7 днів, в кількості 1 % від маси тіла, через зонд з металевою оливкою. Розвиток моделі ПТГ у щурів супроводжувалося збереженням концентрації глюкози на рівні норми надшесерце після навантаження глюкозою, різким підйомом кривої проби надшесерце через 1 годину та дуже повільним зниженням концентрації глюкози протягом 2 і 3 години дослідження. При цьому у здорових щурів на 2 і 3 годину спостерігалось різке зниження рівня глюкози до рівня норми. У щурів, що отримували КСВ, рівень глюкози на 2 та 3 годину дослідження відповідав групі здорових тварин, що свідчить про значну коригуючу дію цієї води.

**Ключові слова:** кремнієва мінеральна вода, порушення толерантності до глюкози, білі щури.

## INVESTIGATION OF THE ACTION OF MINERAL NATURAL SILICON- TREATMENT-TABLE WATER ON THE RAT WITH EXPERIMENTAL VIOLATION OF TOLERANCE TO GLUCOSE

**S.G. Guscha<sup>1</sup>, L.V. Tykhokhid<sup>1</sup>,  
A.U. Kysilevska<sup>1</sup>, N.V. Kalinichenko<sup>1</sup>,  
T.V. Gladky<sup>2</sup>, K.A. Koeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>State institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa;

<sup>2</sup>Odessa I.I. Mechnikov National University

The work was carried out on 40 white rats with an experimental model of impaired glucose tolerance (NTG). Pathology was induced by subcutaneous single-dose administration to rats of a fresh 5% aqueous solution of alloxan at a dose of 7.5 mg per 100 g of body weight. Verification of the experimental model was carried out using the glucose tolerance test method on the 7th day after the alloxan injection. Intragastric loading of 40% glucose solution was carried out at the rate of 0.4 g glucose per 100 g of rat mass. For the correction of NTG, silicon weakly mineralized water (SWR) was used, which was administered daily to animals, for 7 days in a volume of 1% of body weight, through a soft olive probe directly into the esophagus. The development of the NTG model in rats is accompanied by the maintenance of glucose concentration at the level of normal fasting after loading with glucose, a sharp rise in the curve of the muscle sample after 1 hour, and a slow decrease in glucose concentration during the 2 and 3 hours of the study. At the same time, in healthy rats, at 2 and 3 o'clock, the glucose level drops sharply to the normal level. In rats receiving SWR, the glucose level for the 2nd and 3rd hour of the study corresponded to the group of healthy animals, which indicates a significant corrective action of this water.

**Keywords:** mineral silicon water, violation of glucose tolerance, white rats.

Впервые поступила в редакцию 20.07.2017 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.