

Т. В. Горбач¹, М. С. Баранова²

Особенности белкового, липидного, углеводного и минерального обмена у потомков самок крыс, содержавшихся в условиях разной двигательной активности

¹Харьковский национальный медицинский университет,
²Харьковская городская стоматологическая поликлиника №1

Ключевые слова: гипокинезия, тренировка, химический состав зубов, метаболические процессы.

Гипокинетические условия жизни беременных женщин – это очень частая ситуация в современном обществе. С целью исследования особенностей метаболических процессов в зубах 84 потомков самок, находившихся в период вынашивания потомства в условиях разной двигательной активности, изучено содержание в дентине и в сыворотке крови биогенных элементов, показатели белкового, липидного и углеводного обменов в сыворотке крови. Установлено, что материнская гипокинезия приводит к снижению содержания неорганических компонентов в зубах потомков. А ежедневные непродолжительные двигательные тренировки гипокинетичных беременных самок способствуют улучшению метаболизма.

Особливості білкового, ліпідного, вуглеводного та мінерального обміну в нащадків самок щурів, яких утримували в різних умовах рухової активності

Т. В. Горбач, М. С. Баранова

Гіпокінетичні умови життя вагітних жінок – дуже часта ситуація в сучасному суспільстві. З метою дослідження особливостей метаболічних процесів у зубах 84 нащадків самок, які перебували в період виношування потомства в умовах різної рухової активності, вивчили вміст у дентині та в сироватці крові біогенних елементів, показники білкового, ліпідного та вуглеводного обмінів у сироватці крові. Встановили, що материнська гіпокінезія призводить до зниження вмісту неорганічних компонентів зубів нащадків. А щоденні нетривалі рухові тренування гіпокінетичних вагітних самок сприяють поліпшенню метаболізму.

Ключові слова: гіпокінезія, тренування, хімічний склад зубів, метаболічні процеси.

Патологія. – 2015. – №2 (34). – С. 85–88

Features of protein, lipid, carbohydrate and mineral metabolism in descendants of female rats with various motor activities

T. V. Gorbach, M. S. Baranova

Hypokinetic living conditions of pregnant women are a very common situation in today's society.

Aim. In order to study the features of the metabolic processes in the teeth of 84 descendants of female rats who were under conditions of different motor activity during gestation, content of biogenic elements in dentin and blood serum, protein, lipid and carbohydrate metabolism indicators in blood serum were studied.

Results. We found that maternal hypokinesia reduces the content of inorganic components in the teeth of descendants. And brief daily motor exercises of hypokinetic pregnant female rats contribute to the improvement of metabolism.

Key words: Hypokinesia, Training, Chemistry, Dental Caries, The Metabolic Processes.

Pathologia. 2015; №2 (34): 85–88

Кариес – одно из самых распространенных стоматологических заболеваний у детей школьного возраста. Несмотря на долгие поиски средств профилактики кариеса, проблема остается нерешенной. Сегодня предпринимаются попытки глубоко изучить факторы риска развития заболевания. В последнее время появилось много работ, в которых ведущим фактором развития кариеса рассматривают компоненты питания. Много внимания уделяется составу слюны [1]. В то же время химический состав слюны зависит от особенностей метаболизма. Функциональное состояние органов и систем ребенка во многом зависит от факторов, действующих во внутриутробном периоде – особенностей питания матерей, факторов внешней среды и физической активности матерей.

Особый интерес представляет изучение связи двигательной активности матери во время беременности

с функциональным состоянием родившегося ребенка, в частности с особенностями зубочелюстной системы. Этот вопрос совершенно не изучен, в научной литературе нет сведений о влиянии двигательной активности беременной на состояние твердых тканей зубов ребенка. В то же время известно, что скелетные мышцы – секреторный орган, секретирующий во время физической нагрузки (т.е. сокращения) в кровь более 100 регуляторных пептидов, названных миокинами [2]. Миокины, выделяемые мышечной тканью, оказывают аутокринное, паракринное и эндокринное влияние [3]. Миокины воздействуют на метаболизм костей, мозга, поджелудочной железы, почек, жировой ткани матери и плода (проникают через плаценту). Отсутствие физической нагрузки приводит к измененному ответу миокинов, что связано с накоплением висцеральной жировой ткани, активации сети воспалительных путей,

инсулинорезистентности и т.д. [4]. Поэтому изучение связи двигательной активности беременной с функциональным состоянием зубочелюстной системы ребенка – актуальный вопрос, решение которого позволит повысить эффективность профилактических и лечебных мероприятий в стоматологии.

Цель работы

Изучение в экспериментальных условиях особенностей метаболических процессов и химического состава зубов у потомков самок, находившихся в период вынашивания потомства в условиях разной двигательной активности.

Материалы и методы исследования

Эксперимент проводили на крысах линии Вистар, содержащихся в стандартных условиях вивария, в соответствии с требованиями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются в исследовательских и других научных целях [5]. Экспериментальные животные – будущие матери, разделены на 3 группы по 6 особей в каждой: в группе К крысы содержались в клетке размером 40х60см, то есть с достаточной площадью для свободного передвижения; в группе ГК (гипокинезия) поместили по 3 особи в две клетки размером 20х40 см, площадь для передвижения была уменьшена в 3 раза; в группе ГК+Т (гипокинезия+тренировки) самки были помещены в две клетки размером 20х40 см, площадь для передвижения ограничена, но ежедневно в течение 15 мин бегали в «белом колесе».

Через 1 месяц к крысам-самкам были подсажены самцы. Получено потомство: в 1 группе – 25 крысят, во 2 группе – 27, в 3 группе – 32. После родов крысы всех групп с потомками были посажены в клетки размером 40х60 см, дальнейшие условия содержания были одинаковыми для всех животных. Через 1 месяц после окончания периода вскармливания самки-матери выведены из эксперимента без забоя. Потомки содержались

в стандартных условиях вивария, затем в 3-месячном возрасте последовательно выведены из эксперимента путем декапитации под легким тиопенталовым наркозом с забором крови для исследования. Забой производился в утреннее время после 12-часового голодания.

В сыворотке крови определяли содержание глюкозы, общего белка, альбумина, общего холестерина, триглицеридов, мочевины, креатинина, общих фосфолипидов, кальция, магния с помощью наборов реактивов фирмы «Філісіт-Діагностика» (Днепропетровск). Зубы озоляли в муфельной печи при $t^{\circ}=800^{\circ}$ С. Золу (неорганический компонент зубов) растворяли в дистиллированной воде, в растворе определяли содержание Са, Mg, P с помощью наборов реагентов фирмы «Філісіт- Діагностика» (Днепропетровск).

Результаты и их обсуждение

Определяли содержание в крови крысят показателей обмена белков, углеводов, липидов и минерального обмена. При ограничении двигательной активности самок в сыворотке крови потомков повышается (по сравнению с уровнем контрольной группы) содержание глюкозы, общего холестерина, триглицеридов, мочевины; снижено содержание Са, Mg (табл. 3), общего белка, креатинина (табл. 1, 2).

Обнаружено снижение гидролиза триглицеридов с повышением их содержания в крови. Предполагаемое нарушение миокиновой продукции и, соответственно, нарушение регуляции приводит к снижению уровня Са и Mg в крови, к повышению концентрации холестерина и глюкозы. Дефицит Са и Mg в крови вызывает снижение минерализации твердых тканей зубов у крысят обоего пола (табл. 3) по сравнению с контрольной группой.

Вероятно, снижение содержания белка в сыворотке крови коррелирует со снижением содержания белка в составе дентина. Снижение содержания белка в составе твердых тканей зубов также может быть причиной установленной нами сниженной минерализации у крыс-потомков группы ГК.

Таблица 1

Показатели углеводного и липидного обменов у крыс-потомков самок с различной двигательной активностью

Группы животных	Глюкоза, ммоль/л	Холестерин, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л	Общие фосфолипиды, ммоль/л
Группа К Самцы, n=10 Самки, n=10	4,35±0,28 4,43±0,32	1,85±0,11 2,28±0,18	0,35±0,02 0,47±0,03	0,72±0,05 0,78±0,04
Группа ГК Самцы, n=10 Самки, n=10	5,38±0,31 $p_1 < 0,02$ 5,73±0,29 $p_1 < 0,01$	2,79±0,14 $p_1 < 0,02$ 3,05±0,17 $p_1 < 0,01$	0,49±0,02 $p_1 < 0,02$ 0,63±0,04 $p_1 < 0,01$	0,69±0,04 $p_1 > 0,05$ 0,73±0,05 $p_1 > 0,05$
Группа ГК+Т Самцы, n=10 Самки, n=10	4,11±0,19 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,02$ 4,29±0,26 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,02$	1,77±0,09 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,01$ 2,31±0,19 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,02$	0,29±0,02 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,01$ 0,43±0,04 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,01$	0,76±0,04 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,02$ 0,81±0,06 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,05$

Примечания: p_1 – достоверность различия с группой К; p_2 – достоверность различия с группой ГК.

Таблица 2

Показатели белкового обмена у крыс-потомков самок с различной двигательной активностью

Группы животных	Общий белок, г/л	Альбумин, г/л	Мочевина, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л
Группа К Самцы, n=10 Самки, n=10	78,45±3,12 69,45±2,88	42,36±1,72 34,75±2,00	5,11±0,32 4,76±0,29	66,45±3,07 49,71±2,43
Группа ГК Самцы, n=10 Самки, n=10	72,61±1,88 p ₁ <0,05 64,42±2,03 p ₁ <0,05	40,0±1,22 p ₁ <0,05 30,09±1,28 p ₁ <0,05	6,05±0,29 p ₁ <0,02 5,78±0,31 p ₁ <0,02	59,05±2,68 p ₁ <0,05 42,63±3,11 p ₁ <0,05
Группа ГК+Т Самцы, n=10 Самки, n=10	87,33±3,02 p ₁ <0,02 p ₂ <0,02 75,81±2,69 p ₁ <0,02 p ₂ <0,02	46,03±2,04 p ₁ <0,05 p ₂ <0,02 38,42±1,93 p ₁ <0,05 p ₂ <0,02	5,83±0,24 p ₁ <0,05 p ₂ >0,05 5,47±0,29 p ₁ <0,05 p ₂ >0,05	71,69±2,85 p ₁ <0,05 p ₂ <0,02 54,69±1,79 p ₁ <0,05 p ₂ <0,02

Примечания: p₁ – достоверность различия с группой К; p₂ – достоверность различия с группой ГК.

Таблица 3

Содержание биогенных элементов в сыворотке крови и зубах крыс-потомков самок с различной двигательной активностью

Группы животных	Сыворотка крови		Зубы		
	Са, мм/л	Mg, мм/л	Са, мг/г	Mg, мг/г	P, мг/г
Группа К Самцы, n=10 Самки, n=10	2,48±0,19 2,54±,16	1,08±0,07 1,16±0,09	373,12±21,5 381,24±16,41	51,16±3,22 55,24±2,17	176,26±10,0 181,13±9,63
Группа ГК Самцы, n=10 Самки, n=10	1,85±0,12 p ₁ <0,05 1,73±0,14 p ₁ <0,02	0,98±0,04 p ₁ <0,02 0,85±0,03 p ₁ <0,01	305,24±16,45 p ₁ <0,02 300,66±15,68 p ₁ <0,01	46,22±3,08 p ₁ <0,05 44,11±2,36 p ₁ <0,02	218,44±18,31 p ₁ <0,02 243,25±15,28 p ₁ <0,01
Группа ГК+Т Самцы, n=10 Самки, n=10	3,12±0,21 p ₁ <0,02 p ₂ <0,02 3,34±0,19 p ₁ <0,02 p ₂ <0,01	1,45±0,08 p ₁ <0,05 p ₂ <0,01 1,64±0,07 p ₁ <0,02 p ₂ <0,01	389,14±19,33 p ₁ <0,05 p ₂ <0,01 405,12±20,07 p ₁ <0,05 p ₂ <0,01	59,41±2,16 p ₁ <0,02 p ₂ <0,02 61,22±3,00 p ₁ <0,02 p ₂ <0,02	107,34±9,13 p ₁ >0,05 p ₂ <0,02 174,28±10,63 p ₁ >0,05 p ₂ <0,01

Примечания: p₁ – достоверность различия с группой К; p₂ – достоверность различия с группой ГК.

В сыворотке крови потомков самок группы ГК+Т, как видно из таблиц 1, 2, концентрация глюкозы, холестерина, триглицеридов, фосфолипидов соответствует уровню у животных контрольной группы, что свидетельствует о нормализации этих звеньев обмена веществ. Концентрация общего белка, альбумина, креатинина, Са, Mg – достоверно выше по сравнению с крысами потомками как группы ГК, так и группы К. Концентрация в крови мочевины в группе ГК+Т была повышенной по сравнению с группой К и недостоверно меньше, чем в группе ГК (табл. 3).

По-видимому, миокины материнского организма оказывают положительное регуляторное влияние не только на состояние щитовидной железы, но и на печень, жировую ткань, почки и, как следствие, на липидный, белковый, минеральный обмены. Увеличенное содержание белка в сыворотке крови крысят-потомков самок-матерей группы ГК+Т при повышенном содержании креатинина и мочевины свидетельствуют о повышенной по сравнению с группой К и тем более группой ГК мышечной

массе у крыс-потомков и об активации обмена белка у особей обоих полов (увеличен как синтез, так и катаболизм белка).

Повышение Са и Mg (табл. 3), по-видимому, связано с повышенным количеством белков-транспортёров, осуществляющих опосредованную диффузию этих биогенных элементов из кишечника в кровь. Достаточный уровень этих элементов в крови определяет высокую степень минерализации эмали, а высокий уровень обмена белка, липидов – достаточный и прочный органический компонент твердых тканей. Как видно из таблицы 3, у крысят обоих полов группы ГК+Т содержание Са и Mg в зубе выше, чем в контрольной группе.

Таким образом, данные исследования свидетельствуют, что уровень двигательной активности самок во время вынашивания потомства связан с усвоением биогенных элементов, состоянием липидного, углеводного, белкового обменов, содержанием неорганических компонентов в зубах потомков. Низкая двигательная активность самок, как видно из полученных нами данных,

является фактором риска патологии зубов. Ежедневные непродолжительные тренировки в виде бега в «белищем колесе» в течение 15 мин на фоне гипокинетического образа жизни самок-матерей при вынашивании потомства способствует нормализации метаболических процессов у потомков и, как следствие, улучшению минерализации зубов у потомков.

Ранее проведенные исследования некоторых структурных особенностей зубов крыс-потомков в этом же эксперименте позволили обнаружить изменения в дентине зубов, полностью соответствующие вышеизложенным метаболическим изменениям. В частности, показано уменьшение содержания коллагена I типа как основы органического матрикса дентина зубов крыс-потомков в группе ГК. Выявлено уменьшение количества одонтобластов в пульпе и уменьшение количества дентинных канальцев на единицу поперечного сечения. Только в группе ГК у животных-потомков отмечено развитие кариеса, тогда как в группе К и в группе ГК+Т такие случаи не выявлены [6].

Список литературы

1. Терапевтическая стоматология / под ред. Е.В. Боровского. – М. : Медицина, 2004. – 400 с.
2. Myostatin, activin receptor IIb, and follistatin-like-3 gene expression are altered in adipose tissue and skeletal muscle of obese mice / D.L. Allen, A.S. Cleary, K.J. Speaker et al. // *Am J Physiol Endocrinol Metab.* – 2008. – Vol. 294(5). – P. 918–927.
3. Muscle as a secretory organ / B.K. Pedersen // *Compr Physiol.* – 2013. – Vol. 3(3). – P. 1337–62.
4. Muscles and their myokines / B.K. Pedersen // *J Exp Biol.* – 2011. – Vol. 214(2). – P. 337–346.
5. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей. Страсбург, 18 березня 1986 року : збірка договорів Ради Європи: Українська версія / пер. та ред. Є.М. Вишневський. – К. : Парламентське видавництво, 2000. – 654 с.
6. Глобенко М.С. Макроскопические изменения зубов и уровень кальциемии у потомков при материнской гипокинезии / М.С. Глобенко // *Медицина третьего тысячелетия : сборник тез міжвузівської конференції молодих вчених та студентів (м. Харків, 18–19 січня 2011 р.) / МОЗ України, Харк. нац. мед. ун-т; за ред. В.М. Лісового. – Х. : [б.в.], 2011. – С. 31–32.*

Сведения об авторах:

Горбач Т.В., доцент каф. биохимии, Харьковский национальный медицинский университет.

Баранова М.С., соискатель, врач-стоматолог, Харьковская городская стоматологическая поликлиника, E-mail: globenko_m@mail.ru.

Відомості про авторів:

Горбач Т.В., доцент каф. біохімії, Харківський національний медичний університет.

Баранова М.С., здобувач, лікар-стоматолог, Харківська міська стоматологічна поліклініка №1, E-mail: globenko_m@mail.ru.

Information about authors:

Gorbach T.V., MD, PhD, Associate Professor of the Department of Biochemistry, Kharkiv National Medical University.

Baranova M.S., Candidate for PhD, Dentist, Kharkiv Dental Clinic №1, E-mail: globenko_m@mail.ru.

Выводы

1. Низкий уровень двигательной активности самок крыс в период вынашивания потомства приводит к снижению содержания неорганических компонентов в зубах потомков.

2. Ежедневные непродолжительные двигательные тренировки на фоне гипокинетического образа жизни самок-матерей способствуют улучшению метаболических звеньев, участвующих в формировании и поддержке здорового состояния зубов у потомков.

Перспективы дальнейших исследований. Экспериментальные результаты свидетельствуют о влиянии двигательной нагрузки во время беременности на состояние зубов потомков. Представляется целесообразным провести анкетирование матерей для определения уровня двигательной активности во время беременности и оценки состояния зубов у их детей. Анализ данных позволит определить оптимальный уровень двигательной активности у беременных.

References

1. Borovskij, E. V. (Ed.) (2004) *Terapevticheskaya stomatologiya [Therapeutic dentistry]*. Moscow: Medicina [in Russian].
2. Allen, D. L., Cleary, A. S., Speaker, K. J., Lindsay, S. F., Uyenishi, J., Reed, J. M., et al. (2008) Myostatin, activin receptor IIb, and follistatin-like-3 gene expression are altered in adipose tissue and skeletal muscle of obese mice. *J Physiol Endocrinol Metab*, 294(5), 918–927. doi: 10.1152/ajpendo.00798.2007.
3. Pedersen, B. K. (2013) Muscle as a secretory organ. *Compr Physiol*, 3(3), 1337–1362. doi: 10.1002/cphy.c120033.
4. Pedersen, B. K. (2011) Muscles and their myokines. *J Exp Biol*, 214(2), 337–346. doi: 10.1242/jeb.048074.
5. Vyshnevskiy, Ye. M. (2000) *Yevropeiska konventsia pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsilei. Strasburh, 18 bereznya 1986 roku* [European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Strasbourg, 18 March 1986] Kyiv: Parlamentske vydavnytstvo. [in Ukrainian].
6. Globenko, M. S. (2011) Makroskopicheskie izmeneniya zubov i uroven' kal'ciemii u potomkov pri materinskoj gipokinezii [Macroscopic changes of the teeth and level calciemii in the offspring at maternal hypokinesia]. *Medytyna tretoho tysyacholittia*, (p. 31–32). Kharkiv. [in Ukrainian].

Надійшла в редакцію 21.04.2015 р.