

УДК 591.431.4+591.21:599.323.4 -092.9

В.В. Глинкин, В.А. Клёмин, Т.О. Зайка

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» МЗ РФ, Донецк

ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА СООТНОШЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ Na, K, Mg В ТКАНЯХ ЗУБОВ КРЫС

Кариес является распространенным заболеванием, поражающим все слои населения. Достаточно продолжительное время стоматологи пытаются выявить причину возникновения кариеса [1]. С этой целью проводятся исследования как в самой стоматологии, так и в смежных с ней областях науки. Сегодня многие ученые склоняются к тому, что гипотеза Г. Селье верна [2]. Развитие кариеса зубов сопровождается изменением функционального состояния вегетативной нервной системы. При заболеваниях зубов кариозного происхождения наблюдаются вегетативные дистонии с некоторым преобладанием тонуса парасимпатического отдела ВНС. Выделив в качестве доминанта стрессовый фактор, мы исследовали происходящие изменения на микроэлементном уровне в тканях зубов крыс. Обычно уделяют внимание двум микроэлементам: кальцию и фосфору, основных составляющих кристаллической решетки эмали. Кристаллы эмали имеют гидратный слой связанных ионов на поверхности «кристалл-раствор», благодаря которому осуществляется ионный обмен, происходящий в виде гетероионного и изотопного обмена, когда ион кристалла замещается другим ионом среды [3]. Функции минерализации и удержания минеральной фазы эмали осуществляется через построение нерастворимой в нейтральной среде трехмерной белковой матрицы эмали, которая связана с кристаллами гидроксиапатита и кислоторастворимым белком эмали, образующими «скелет» этой ткани [4, 5]. Химические процессы активно протекают не только на поверхности зуба. Мы изучили и проанализировали процентно-весового (%вес) соотношение трех микроэлементов: Na, Mg, K, обнаруженных в составе тканей зуба крысы, т.к. они играют важную роль в жизнедеятельности клетки. Избыток Na в организме может возникнуть при стрессе. Происходит нарушение энергетического обмена и связанное с этим понижение уровня активности АТФ-зависимых ферментов, в частности Na^+ -, K^+ -АТФаз, ответственных за поддержание мембранного потенциала клетки, а также инициация процессов свобод-

но радикального окисления липидов и белков, приводящих к развитию окислительного стресса [6]. Na может замещать Ca. Mg тесно взаимодействует с Ca, способствует лучшему усвоению фосфора. Высокая активация Mg^{2+} -, Ca^{2+} -АТФазы связана с конформационными изменениями кальциевого насоса, приводящими к переносу Ca^{2+} [7]. K и Mg выводятся из клеток при стрессе, а накапливается Na [8].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить изменения процентно-весового соотношения Na, Mg, K, происходящее в тканях зуба под влиянием различных стрессовых факторов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании было использовано три группы крыс: 6 – получали R-86 с имипраминол по 5 мг/кг и вызвали стресс, 6 – вызывали воспаление и получали R-86 с имипраминол по 5 мг/кг, 6 крыс – контроль, здоровые. Всего 18 животных.

Самцы 1 группы получали имипрамин 5 мг/кг и R-86 (спиро-[индол-3,1'-пиррол [3,4-с пиррола]) 5 мг/кг внутрибрюшинно. Депрессивный синдром моделировали по методу Sun P. [9]. Для этого крыс ежедневно на протяжении пяти дней подвергали воздействию плавательного стресса, помещая животных в воду на протяжении 10 мин после определения исходных показателей плавательного теста Порсолта (ПТП). Уровень депрессивности крыс оценивали путем регистрации параметров показателей плавательного теста ПТП [10]. R-86 и имипрамин вводили внутрибрюшинно в дозе 5 мг/кг один раз в сутки, начиная с первого дня после прекращения пятидневной стрессогенной процедуры. У опытных животных через 24 часа и на 10-й и 20-й дни после прекращения стрессогенной процедуры

регистрировали изменения параметров ПТП и предпочтения потребления раствора сахарозы.

У самцов 2 группы для моделирования депрессии было вызвано хроническое асептическое воспаление, путем подкожного введения крысе в мягкие ткани спины флагогена (0,5 мл 9% раствора уксусной кислоты) с одновременным внутривнутрибрюшинным введением реополиглюкина (300 мг/кг). Уже на 1-е сутки в месте инъекции кислоты развивалась воспалительная реакция, а очаги некроза образовывались к концу 3 суток.

Контрольных животных никаким видам стресса не подвергали и медикаментозные препараты они не получали.

Для исследования использовали биоптаты зубов трупов самцов белых беспородных крыс 7-8 месяцев, весом 200-250 г, полученных в результате хирургического удаления фронтального зуба у трупа крысы. Срезы напыляли углеродом в вакуумной установке ВУП-5А. Исследования проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-6490LV (JEOL, Япония) с энергодисперсионной приставкой INCA Penta FETx3 (OXFORD Instruments, Англия). Обработку результатов микрорентгеноспектрального анализа проводили при помощи программы Excel. Исследования проводили с согласия комиссии по биоэтике ФГБОУ ВО ДонГМУ МЗ РФ (протокол от 15.11.2016 г. № 43/16).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В микроэлементном составе (МЭ) наружного слоя эмали вестибулярной поверхности декальцинированных зубов крыс контрольной и опытных групп отмечаются изменения в количественном составе микроэлементов, в частности: Mg – 1,2:1. Соотношение Mg/Na в наружном слое эмали зубов крыс, подвергшихся стрессу, составляет 0,08:1 в области экватора и 0,16:1 в области режущего края. Соотношение Mg/Na в базальном слое эмали зубов крыс, подвергшихся стрессу, составляет 0,16:1, как в области режущего края, так и в области экватора, а не подвергшихся стрессу составляет 0,15:1 в области экватора и 0,12:1 в области режущего края.

Соотношение Mg/Na в интертубулярном дентине зубов крыс, подвергшихся стрессу составляет 2,24:1, а в контрольной группе составляет 1,60:1 в области экватора зуба и 1,02:1 в области режущего края. Соотношение Mg/Na в перитубулярном дентине зубов контрольной группы крыс составляет 3,60:1.

Для представления о том, что происходит в тканях зуба, мы исследовали МЭ по сечению

зуба в области экватора. Содержание калия (K⁺) в зубах здоровых крыс значительно ниже во всех областях зуба, кроме эмали, где его содержание значительно превышает таковое как в опытных, так и в контрольной группах. Содержание K⁺ в зубах контрольной группы возрастает только в базальном слое эмали с язычной поверхности (~0,29%вес), а в опытных группах происходит падение до (~0,01-0,18%вес). Увеличение его количества в дентине и пульпе зуба (~0,10-0,29%вес) стрессированных крыс и стабильно низкое содержание (~0,11-0,19%вес) в здоровой группе. Уровень Mg, K в дентине зубов опытных групп стабильно возрастает по мере приближения к эмали зуба, в то время, как уровень Na не стабильно колеблется в разных %вес соотношениях в различных участках зуба, но стабильно низкий в базальном слое эмали зуба. Весовой состав МЭ Na, Mg, K уменьшается в околопульпарном дентине (~0,57-0,04%вес). Наблюдается уменьшение %вес содержания МЭ Na (~0,43-1,51%вес), K (~0,01-0,09%вес), Mg (~0,10-0,36%вес) в участках с неповрежденными твердыми тканями зуба по сравнению с участками, поврежденными кариозным процессом. В подлежащем слое дентина одного и того же зуба у крыс, подвергшихся стрессу, под неповрежденной эмалью уменьшается %вес содержание МЭ Mg, K+ и увеличивается под поврежденной эмалью. Наблюдается отличие в %вес содержания Na (~3,5-2,52%вес), Mg (~0,5-0,52%вес) с вестибулярной и язычной поверхностей эмали зубов крыс во всех группах. Оно превалирует в опытных группах. Количество Na намного превышает количество Mg.

Выводы

В обеих группах эксперимента % вес состав МЭ Na, K, Mg на вестибулярной и язычной поверхностях эмали зубов крыс стабильно ниже таковой в контрольной группе. Изменения в %вес соотношении МЭ свидетельствуют о том, что, вероятно, происходит химическая реакция карбоната магния – MgCO₃ с вымыванием части Mg из внутреннего слоя эмали, а также химические реакции с участием ионов Na. Можно предположить, что при определенных неблагоприятных условиях в зубах особей, подвергшихся стрессу, процесс декальцинации протекает быстрее и может иметь необратимые последствия, приводящие к развитию кариозного процесса в зубе. В обеих опытных группах крыс наблюдался недостаток Na, K, Mg в тканях зуба по сравнению с контрольной группой.

В.В. Глинкин, В.А. Клёмин, Т.О. Зайка

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» МЗ РФ, Донецк

ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА СООТНОШЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ Na, K, Mg В ТКАНЯХ ЗУБОВ КРЫС

Сегодня с полной уверенностью кариес можно назвать пандемией века. Ученые всего мира бьются над причиной возникновения данного заболевания. В последнее время рассматривается вопрос о влиянии стресса на развитие кариозного процесса. Мы поставили цель оценить влияние различных стрессовых факторов на изменения % весового соотношения Na, K, Mg, происходящее в тканях зуба. В результате проведенных исследований было выявлено, что в обеих опытных группах наблюдался избыток Na, K, Mg в тка-

нях зуба по сравнению с зубами крыс, не подвергавшихся стрессовому воздействию. Можно предположить, что при определенных неблагоприятных условиях в зубах особей, подвергшихся стрессу, процесс декальцинации протекает быстрее и может иметь необратимые последствия, приводящие к развитию кариозного процесса в зубе.

Ключевые слова: кариес, твердые ткани зуба, стресс, микроэлементы.

V.V. Glinkin, V.A. Klyomin, T.O. Zaika

FSBEI HE «M. Gorky Donetsk State Medical University» MOH Russia, Donetsk

INFLUENCE OF STRESS ON THE RATIO OF MICROELEMENTS Na, K, Mg IN RATS DENTAL TISSUE

Today, with full confidence, caries can be called the pandemic of the century. Scientists all over the world are struggling with the cause of this disease. Recently, the issue of the influence of stress on the development of the carious process has been considered. We set a goal to evaluate the influence of various stress factors on changes in the % weight ratio of Na, K, Mg occurring in the tissues of the tooth. As a result of the studies, it was found that in both experimental groups there was an excess of Na,

K, Mg in the tissues of the tooth compared to the teeth of rats that were not exposed to stress. It can be assumed that under certain unfavorable conditions in the teeth of individuals subjected to stress, the process of decalcification proceeds faster and may have irreversible consequences leading to the development of a carious process in the tooth.

Key words: caries, dental hard tissues, stress, microelements.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кльомін В. А., Борисенко А. В., Іщенко П. В., Кльоміна В. В. Морфофункціональна та клінічна оцінка зубів з дефектами твердих тканин. Вінниця: Нова Книга; 2005. 128.
2. Selye H. The alarm reaction, the general adaptation syndrome, and the role of stress and of tu adaptive hormone sin dental medicine. Oral Surg., Oral Med. And Oral Pahol. 1954; 7 (4): 355-367.
3. Король М.Д., Силенко Ю.И., Makeev В.Ф. Пропедевтика ортопедической стоматологии: учебник для студ. стомат. ф-тов высших мед. учеб. заведений : перевод с укр. языка. Под ред. Короля М.Д. Винница: Нова Книга; 2012. 280.
4. Лукашевич И.К., Абрамян И.Р., Горбунова И.Л. Патент RU 2 639 478 C1. Способ оценки прогноза кариеса зубов путем анализа полиморфизма гена каллекреина-4 в мутационных точках G2664153A и G2142A в сыворотке крови. 2017.
5. Stefanov C., Caraiane A., Ciupina V., Prodan G. et al. Comparative tem study of dental tissue hydroxyapatite with chemically obtained apatite. Romanian in Biotechnological Letters. 2010; Vol. 15, 3: 117-125.
6. Гусев Е.И., Скворцова В.И. Ишемия головного мозга. М.: Медицина; 2001. 328.
7. Кольман Я., Рем К.Г. Наглядная биохимия. М.: Мир; 2000. 469.
8. Федин А.И., Румянцева С.А. Концепции инфузионной терапии с применением нейропротекторов в интенсивной терапии больных с инсультом. Актовегин. От традиции к новому. Алматы; 2000: 15-20.
9. Sun P., Wang F., Wang L., Zhang Y., Yamamoto R., Sugai

REFERENCES

1. Kl'omin V. A., Borisenko A. V., Ishchenko P. V., Kl'omina V. V. Morfofunktsional'na ta klinichna otsinka zubiv z defektami tverdikh tkanin. Vinnitsya: Nova Kniga; 2005. 128 (in Ukrainian).
2. Selye H. The alarm reaction, the general adaptation syndrome, and the role of stress and of tu adaptive hormone sin dental medicine. Oral Surg., Oral Med. And Oral Pahol. 1954; 7 (4): 355-367.
3. Korol' M.D., Silenko Yu.I., Makeev V.F. Propedevtika ortopedicheskoi stomatologii: uchebnik dlya stud. stomat. f-tov vysshikh med. ucheb. zavedenii : perevod s ukr. yazyka. Pod red. Korolya M.D. Vinnitsa: Nova Kniga; 2012. 280 (in Russian).
4. Lukashevich I.K., Abramyan I.R., Gorbunova I.L. Patent RU 2 639 478 C1. Sposob otsenki prognoza kariеса zubov putem analiza polimorfizma gena kallekreina-4 v mutatsionnykh tochkakh G2664153A i G2142A v syvorotke krovi. 2017 (in Russian).
5. Stefanov C., Caraiane A., Ciupina V., Prodan G. et al. Comparative tem study of dental tissue hydroxyapatite with chemically obtained apatite. Romanian in Biotechnological Letters. 2010; Vol. 15, 3: 117-125.
6. Gusev E.I., Skvortsova V.I. Ishemiya golovnogo mozga. M.: Meditsina; 2001. 328 (in Russian).
7. Kol'man Ya., Rem K.G. Naglyadnaya biokhimiya. M.: Mir; 2000. 469 (in Russian).
8. Fedin A.I., Rumyantseva S.A. Kontseptsii infuzionnoi terapii s primeneniem neiroprotektorov v intensivnoi terapii bol'nykh s insul'tom. Aktovegin. Ot traditsii k novomu. Almaty; 2000: 15-20 (in Russian).
9. Sun P., Wang F., Wang L., Zhang Y., Yamamoto R., Sugai

- T. Increase in cortical pyramidal cell excitability accompanies depression-like behavior in mice: a transcranial magnetic stimulation study. *J. Neurosci.* 2011; 31 (45): 16464-16472.
10. Porsolt R.D., Bertin A., Jalfre M. Behavioural despair in rats and mice: strain differences and the effects of imipramine. *Eur J Pharmacol.* 1978; 51 (3): 291-294.
- T. Increase in cortical pyramidal cell excitability accompanies depression-like behavior in mice: a transcranial magnetic stimulation study. *J. Neurosci.* 2011; 31 (45): 16464-16472.
10. Porsolt R.D., Bertin A., Jalfre M. Behavioural despair in rats and mice: strain differences and the effects of imipramine. *Eur J Pharmacol.* 1978; 51 (3): 291-294.