

ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА НА ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАБОЛИЗМА КОЛЛАГЕНА И МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

Д. Г. Иванов¹, В. Г. Подковкин²

¹ *Институт экспериментальной медицины и биотехнологий,
Самарский государственный медицинский университет,*

² *Самарский государственный университет*

Поступила в редакцию 24.04.2009 г.

Аннотация. Исследовались сдвиги биохимических показателей ротовой жидкости при эмоциональном стрессе у людей с различной стрессоустойчивостью. В качестве модели эмоционального стресса был выбран экзаменационный стресс. Обследование 52 студентов выявило различия секреторной активности коры надпочечников и силы симпатических влияний на слюнные железы у людей с различной нервно-психической устойчивостью. В зависимости от устойчивости к стрессу, экзамен по-разному влиял на показатели минерального обмена и метаболизма коллагена у студентов.

Ключевые слова: эмоциональный стресс, ротовая жидкость, метаболизм коллагена, минеральный обмен.

Abstract. The shifts of saliva biochemical markers in men with different neuropsychic stability under emotional stress were investigated. The examination stress was selected as an emotional stress model. The adrenals secretory activity and a force of sympathetic influence on salivary glands distinctions were observed after investigation of 52 students. Depending on neuropsychic stability the examination was effected on markers of collagen and mineral metabolism in students differently.

Keywords: emotional stress, saliva, collagen metabolism, mineral metabolism.

ВВЕДЕНИЕ

При взаимодействии индивида с окружающей средой часто возникают стрессогенные ситуации, требующие от человека адекватного реагирования. При этом в ряде профессий от принятия решений и поведения в условиях стресса зависит не только благополучие и жизнь самого субъекта, попавшего в экстремальную ситуацию, но, часто, благополучие и жизнь других людей. Поэтому возникает потребность в прогнозировании риска дезадаптации личности в стрессовой ситуации. С этой целью учеными Санкт-Петербургской военно-медицинской академии была разработана и внедрена в практику методика определения нервно-психической устойчивости (НПУ) — тест «Прогноз» [1]. Данный опросник состоит из 84 вопросов и позволяет отнести каждого испытуемого к одному из десяти пунктов шкалы НПУ. Чем выше пункт, тем выше стрессоустойчивость и ниже риск дезадаптации в стрессе.

Современными исследованиями показано, что реакция на стрессогенную ситуацию зависит как от личностных характеристик [2, 3], так и от био-

логических особенностей человека, адаптирующегося к конкретным условиям среды [4]. При стрессе наблюдаются физиологические сдвиги в функционировании вегетативных систем: сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной [3], активизируется метаболизм костной ткани [5, 6]. Эти изменения, скоординированные, главным образом, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и симпатико-адреналовой системами, с одной стороны, зависят от индивидуальных личностных особенностей человека, с другой стороны, способны влиять на некоторые характеристики личности [7]. Поэтому, оценка личностных детерминант стрессоустойчивости должна проводиться совместно с исследованием показателей физиологического статуса человека.

Целью нашей работы было выявить изменения показателей функциональной активности систем, обеспечивающих адаптацию, метаболизма коллагена и минерального обмена у людей с различной нервно-психической устойчивостью и риском дезадаптации в стрессе.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В работе было обследовано 52 студента-биолога (4 юноши и 48 девушек) в возрасте 18—21

года, изучавших дисциплину «Биохимия». Обследование студентов проводили дважды. На занятии за месяц до сдачи экзамена и на экзамене непосредственно перед получением экзаменационного билета. Отдельную группу составляли студенты, получившие экзаменационную оценку по итогам текущей успеваемости, которые не сдавали экзамен. Таких студентов предупреждали до начала сессии о поставленной оценке, но обследовали вместе со сдающими экзамен. Все процедуры по обследованию студентов проводили с 9.00 до 14.00, при этом одновременно обследовалось 12—15 человек, различающихся как по показателю устойчивости к стрессу, так и по условиям сдачи экзамена.

Нервно-психическую устойчивость (НПУ) студентов и риск дезадаптации в стрессе определяли с помощью тестовой методики «Прогноз» [1]. Согласно шкале НПУ студентов делили на три группы. В первую группу были включены студенты, баллы которых соответствовали с 6 по 10 пункт по шкале НПУ, т.е. обладающие высокой нервно-психической устойчивостью к стрессу. Эта группа включала в себя 6 человек (2 юноши и 4 девушки), сдававших экзамен. Вторую группу представляли 18 студентов (1 юноша и 17 девушек) со средней устойчивостью, 5 пунктов по шкале НПУ. Восемь человек в этой группе получили оценку по итогам текущей успеваемости и экзамен не сдавали. Третья группа состояла из 28 студентов (1 юноша и 27 девушек) с низкой нервно-психической устойчивостью, 1—4 пункт по шкале НПУ. Девять студентов из этой группы получили оценку по итогам работы в семестре.

При каждом обследовании измеряли артериальное давление и собирали ротовую жидкость (РЖ). На основании полученных показателей сердечно-сосудистой системы вычисляли вегетативный индекс Кердо (ВИК). Значения ВИК могут быть как отрицательными, так и положительными, свидетельствуя о преобладающем влиянии на сердце парасимпатического или симпатического отделов нервной системы соответственно [8].

Уровень белка в РЖ определяли биуретовым методом [9]. В качестве стандарта использовали бычий сывороточный альбумин. Увеличение общего белка в РЖ происходит за счет усиления экскреторной функции околоушных желез и отражает симпатическое влияние на слюнные железы [10].

Уровень 11-оксикортикостероидов (11-ОКС) — показатель функциональной активности коры надпочечников определяли по запатентованной мето-

дике [11]. Обнаружена положительная корреляция ($r=0,64$) значений этого показателя с содержанием 11-ОКС в крови [12].

Интенсивность процессов обмена коллагена оценивали по содержанию свободного и белковосвязанного оксипролина в слюне [13]. Данные показатели также имеют значимую корреляцию со свободным ($r=0,61$) и белковосвязанным ($r=0,62$) оксипролином в сыворотке, т.е. отражают уровень метаболизма коллагена в организме.

Кальций в ротовой жидкости определяли мурексидным методом [14], концентрацию фосфора в РЖ исследовали по реакции с молибденовым реактивом [15], магний в РЖ определяли колориметрическим методом по реакции с калмагитом при помощи набора Viola-test.

Взаимосвязь между результатами опроса, выраженными в пунктах шкалы нервно-психической устойчивости, результатами биохимических анализов РЖ и значениями вегетативного индекса, определенных на занятии исследовали путем расчета коэффициента корреляции Спирмена. Сравнение биохимических показателей РЖ и вегетативного индекса у студентов с различной устойчивостью к стрессу проводили при помощи критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони. Статистическую обработку результатов анализа состава РЖ на занятии и на экзамене проводили при помощи стандартного критерия Стьюдента. Данные представляли в виде $\bar{x} \pm m_x$. При сравнении дисперсий использовали критерий Ливена [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние систем, обеспечивающих адаптацию, показатели метаболизма коллагена и минерального обмена у студентов в течение семестра. Расчет коэффициента корреляции Спирмена обнаружил значимую взаимосвязь между значениями нервно-психической устойчивости и содержанием 11-ОКС, кальция и магния в ротовой жидкости (табл. 1).

Отрицательные значения коэффициента корреляции указывают на обратную взаимосвязь пунктов НПУ с содержанием 11-ОКС, уровнем ионов кальция и магния в ротовой жидкости.

Анализ различий биохимических показателей ротовой жидкости обнаружил сниженное содержание 11-ОКС у студентов с высокой устойчивостью к стрессу, по сравнению со студентами других групп (табл. 2).

Содержания кальция, магния и фосфора в течение семестра, напротив, было повышено у сту-

Таблица 1
Корреляционная взаимосвязь (*r*-Спирмена) биохимических показателей ротовой жидкости и вегетативного индекса студентов с результатами методики «Прогноз»

Показатель	Пункты шкалы НПУ
Уровень 11-ОКС, мкг/мл	-0,39*
Содержание белка, г/л	-0,13
Вегетативный индекс Кердо	-0,26
Свободный оксипролин, мкг/мл	0,04
Белковосвязанный оксипролин, мкг/мл	-0,16
Содержание кальция, ммоль/л	-0,46*
Содержание магния, ммоль/л	-0,35*
Содержание фосфора, мг/л	-0,22

* — уровень значимости коэффициента корреляции $p < 0,05$.

дентов с низкой нервно-психической устойчивостью.

Сравнение значений остальных биохимических показателей РЖ и вегетативного индекса у студентов с различной устойчивостью к стрессу не выявило статистически значимых различий.

Реакция на стресс у студентов с высокой нервно-психической устойчивостью и низким

уровнем дезадаптации сопровождалась активацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС), усилением симпатических влияний на сердце. Об этом свидетельствует увеличение ВИК и повышение уровня 11-ОКС в ротовой жидкости студентов на экзамене (табл. 3).

В этих условиях повышался уровень катаболизма коллагена и подавлялись процессы, приводящие к синтезу этого белка, что обнаруживается по увеличению свободного и снижению белковосвязанного оксипролина. Вместе с этим у студентов с высокой нервно-психической устойчивостью наблюдались сдвиги в минеральном обмене. Повышался уровень кальция и магния в ротовой жидкости.

Реакция на стресс у студентов со средней нервно-психической устойчивостью характеризовалась только усилением симпатических влияний на сердце и слюнные железы, в виде увеличения значений вегетативного индекса и уровня белка в ротовой жидкости (табл. 4).

Повышение значений ВИК в условиях экзаменационного стресса наблюдалось у студентов, независимо от того сдавали они экзамен или нет. В то же время, у студентов, получивших оценку по итогам текущей успеваемости, возрастания уровня белка в ротовой жидкости не происходило.

Содержание 11-ОКС у студентов со средней устойчивостью к стрессу во время сдачи экзамена не изменялось. Вместе с этим, у данных студентов экзаменационный стресс не активизировал катаболизм коллагена. Однако, как и у студентов с высо-

Таблица 2
Вегетативный индекс и биохимические показатели ротовой жидкости у студентов с различной нервно-психической устойчивостью в течение семестра

Показатель	Нервно-психическая устойчивость		
	Высокая	Средняя	Низкая
Уровень 11-ОКС, мкг/мл	0,95±0,11	1,53±0,11*	1,56±0,11*
Содержание белка, г/л	1,59±0,23	1,57±0,10	1,79±0,12
Вегетативный индекс Кердо	-19,31±9,53	-4,52±3,42	-5,60±3,38
Свободный оксипролин, мкг/мл	0,20±0,02	0,20±0,02	0,19±0,02
Белковосвязанный оксипролин, мкг/мл	0,64±0,05	0,66±0,04	0,73±0,04
Содержание кальция, ммоль/л	1,76±0,20	1,53±0,15	2,63±0,17**
Содержание магния, ммоль/л	0,14±0,01	0,22±0,03	0,23±0,02*
Содержание фосфора, мг/л	17,24±1,17	14,82±0,84	18,77±1,03#

* — уровень значимости относительно показателей высоко устойчивых студентов $p < 0,05$; # — уровень значимости относительно показателей средне устойчивых студентов $p < 0,05$.

Таблица 3

Влияние экзаменационного стресса на биохимические показатели ротовой жидкости и значения вегетативного индекса у студентов с высокой нервно-психической устойчивостью к стрессу

Показатель	На занятии	На экзамене
Уровень 11-ОКС, мкг/мл	0,96±0,14	1,82±0,10*
Содержание белка, г/л	1,59±0,23	1,78±0,16
Вегетативный индекс Кердо	-19,31±9,53	15,23±6,44*
Свободный оксипролин, мкг/мл	0,20±0,02	0,28±0,02*
Белковосвязанный оксипролин, мкг/мл	0,64±0,05	0,43±0,03*
Содержание кальция, ммоль/л	1,76±0,20	2,73±0,40*
Содержание магния, ммоль/л	0,14±0,02	0,24±0,04*
Содержание фосфора, мг/л	17,24±1,17	18,61±2,12

* — уровень значимости результатов относительно показателей контроля $p < 0,05$.

Таблица 4

Влияние экзаменационного стресса на биохимические показатели ротовой жидкости и значения вегетативного индекса у студентов со средней нервно-психической устойчивостью к стрессу

Показатель	Без экзамена		Экзамен	
	На занятии	На экзамене	На занятии	На экзамене
Уровень 11-ОКС, мкг/мл	1,80±0,16	1,78±0,21	1,19±0,12	1,43±0,10
Содержание белка, г/л	1,80±0,18	1,88±0,24	1,36±0,08	2,15±0,24*
Вегетативный индекс Кердо	-6,58±5,87	17,27±3,59*	-0,64±4,20	18,53±3,21*
Свободный оксипролин, мкг/мл	0,25±0,03	0,17±0,01*	0,17±0,02	0,16±0,02
Белковосвязанный оксипролин, мкг/мл	0,74±0,06	0,52±0,05*	0,59±0,06	0,40±0,05*
Содержание кальция, ммоль/л	2,26±0,21	3,25±0,28*	1,58±0,15	2,48±0,34*
Содержание магния, ммоль/л	0,21±0,04	0,42±0,05*	0,20±0,04	0,23±0,03
Содержание фосфора, мг/л	13,43±1,17	15,31±0,89	13,98±0,53	16,73±0,38*

* — уровень значимости результатов относительно показателей контроля $p < 0,05$.

кой устойчивостью к стрессу, сдача экзамена приводила к снижению уровня белковосвязанного оксипролина в ротовой жидкости, то есть снижала уровень анаболизма коллагена.

Реакция на стресс у студентов с низкой нервно-психической устойчивостью и высоким риском дезадаптации была отмечена снижением активности ГГНС, что обнаруживалось по изменению уровня глюкокортикоидов в ротовой жидкости (табл. 5). У студентов, получивших оценку по итогам текущей успеваемости, значения этого показателя не изменялись.

Значения вегетативного индекса у членов данной группы на экзамене увеличивались, как и у студентов с высокой и со средней стрессоустойчивостью. Это свидетельствовало об усилении симпатических влияний на функцию сердца. Однако, в отличие от представителей предыдущих групп, у студентов с высоким риском дезадаптации в стрессе повышения уровня белка в РЖ на экзамене не обнаружилось.

Кроме того, экзаменационный стресс не изменял уровень свободного оксипролина в ротовой жидкости, то есть активность процессов катабо-

Влияние экзаменационного стресса на биохимические показатели ротовой жидкости и значения вегетативного индекса у студентов с низкой нервно-психической устойчивостью к стрессу

Показатель	Без экзамена		Экзамен	
	На занятии	На экзамене	На занятии	На экзамене
Уровень 11-ОКС, мкг/мл	1,73±0,20	1,55±0,16	1,39±0,11	1,08±0,10*
Содержание белка, г/л	2,57±0,27	3,05±0,36	2,04±0,22	2,05±0,18
Вегетативный индекс Кердо	-6,48±4,90	9,63±2,82*	-5,03±4,71	9,01±4,31*
Свободный оксипролин, мкг/мл	0,29±0,42	0,26±0,50	0,14±0,01	0,13±0,01
Белковосвязанный оксипролин, мкг/мл	0,92±0,09	0,63±0,08*	0,67±0,05	0,46±0,04*
Содержание кальция, ммоль/л	3,19±0,28	3,60±0,26	2,16±0,16	2,75±0,17*
Содержание магния, ммоль/л	0,23±0,03	0,56±0,05*	0,29±0,04	0,22±0,03
Содержание фосфора, мг/л	16,51±1,11	20,23±1,25*	16,01±0,91	15,79±0,50

* — уровень значимости результатов относительно показателей контроля $p < 0,05$.

лизма коллагена на занятии и на экзамене у студентов с низкой нервно-психической устойчивостью была одинаковой. В противоположность этому в условиях стресса снижался уровень белковосвязанного оксипролина в РЖ-маркера активности процессов анаболизма.

Так же как у студентов с высокой и средней нервно-психической устойчивостью, у людей с низкой стрессоустойчивостью повышался уровень кальция в РЖ на экзамене. При этом изменения концентрации магния и фосфора в РЖ не происходило. У низко устойчивых студентов, получивших оценку по итогам текущей успеваемости, напротив отмечалось повышение содержания магния и фосфора в РЖ, а уровень кальция не изменялся.

Нервно-психическая устойчивость к стрессу определяет поведение человека в экстремальных ситуациях. Эта характеристика личности зависит от психологических особенностей человека [2], состояния нейрорегуляторных механизмов [17], новизны фактора и тренированности организма [18]. Кроме того, важным аспектом является функциональное состояние систем, обеспечивающих адаптацию на момент попадания человека в стрессогенную ситуацию.

В течение семестра у студентов с различной устойчивостью к стрессу, обнаружили различия функциональной активности коры надпочечников. В отличие от людей с высокой нервно-психической

устойчивостью, представители групп со средней и низкой устойчивостью к стрессу испытывали напряжение ГГНС в течение семестра. Вероятно, это связано с реализацией механизмов долгосрочной адаптации, так как различий в уровне активности симпатно-адреналовой системы у студентов с различной устойчивостью к стрессу не обнаружилось. В то же время повышенная активность ГГНС в течение семестра могла определять функциональное состояние коры надпочечников в условиях экзаменационного стресса. Снижение уровня 11-ОКС в ротовой жидкости студентов с низкой стрессоустойчивостью на экзамене, возможно, обусловлено повышением активности стресс-лимитирующих систем [18].

Согласно данным А. М. Герасимова и Л. Н. Фурцевой [19] содержание метаболитов коллагена в виде свободного и белковосвязанного оксипролина в биологических жидкостях отражает в основном метаболизм костного коллагена. Поэтому можно заключить, что обмен костного коллагена не связан с показателем стрессоустойчивости в течение семестра. В условиях экзаменационного стресса у всех студентов снижается активность процессов синтеза коллагена, при этом у членов группы с высокой устойчивостью к стрессу активируются и процессы катаболизма коллагена.

Изменение в активности процессов метаболизма коллагена вероятно связано с активацией остеокластов и подавлением активности остеобла-

стов в костной ткани, обусловленной перестройкой гормональных систем, ведущую роль в которых играет ГГНС. Известно, что увеличение секреции глюкокортикоидов активизирует деление и дифференцировку предшественников остеокластов, активизируя процессы костной резорбции [20], и подавляет активность остеобластов [21]. Кроме того, кортикостероиды подавляют продукцию половых гормонов, низкий уровень которых так же способствует костной резорбции [22].

Деградация костного матрикса способствует выходу кальция, фосфора в кровяное русло. Это приводит к сдвигу показателей фосфорно-кальциевого обмена в организме в целом и, как следствие, в ротовой жидкости. Изменение содержания кальция, магния и фосфора в ротовой жидкости, согласно современным данным [23], обусловлено диссоциацией гидроксиапатита зубной эмали. Другим источником неорганических ионов в ротовой жидкости, вероятно, может быть плазма. Например, при периодонтите уровень магния в секрете околоушных желез имеет обратную корреляцию ($r=-0,58$) с содержанием этого иона в крови [24]. Изменение содержания кальция, фосфора и магния в ротовой жидкости как следствие изменения минерального обмена во всем организме было обнаружено при постменопаузальном остеопорозе [25].

Вероятно, активизация процессов резорбции костной ткани при стрессе имеет значение для адаптации организма в экстремальных условиях. Так как, согласно результатам данного исследования, у людей с низким риском дезадаптации в стрессовой ситуации деградация костного матрикса наиболее выражена. Это явление могло бы иметь биологический смысл, если учитывать модулирующее действие ионов магния и кальция на головной мозг [26]. С другой стороны повышенный уровень 11-ОКС, и сдвиги гомеостаза кальция и магния в течение семестра у студентов с низкой устойчивостью к стрессу, возможно, являются причиной высокого риска дезадаптации в критической ситуации. В то время как, физиологическая реакция студентов с высокой нервно-психической устойчивостью при стрессе, сопровождающаяся повышением секреторной активности коры надпочечников, деградацией костного матрикса и сдвигом фосфорно-кальциевого гомеостаза, является адекватной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обследование студентов в течение семестра обнаружило напряжение ГГНС у представителей групп со средней и низкой нервно-психической

устойчивостью к стрессу, по сравнению с высокоустойчивыми. Кроме того, у студентов с низкой устойчивостью к стрессу на занятии было отмечено повышенное содержание кальция и фосфора в РЖ. Эмоциональный стресс независимо от показателя НПУ активировал симпатoadреналовую систему студентов, увеличивая значения вегетативного индекса, подавлял анаболизм коллагена и повышал содержание ионов кальция в РЖ. Секреторная активность коры надпочечников, сила симпатических влияний на слюнные железы, уровень магния и фосфора в ротовой жидкости студентов в экстремальной ситуации зависели от показателя устойчивости к стрессу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Практическая диагностика: методики и тесты. — Самара: Бахрат-М, 2007. — 672 с.
2. Реан А. А. Психология адаптации личности. Анализ. Теория. Практика / А. А. Реан, А. Р. Кудашев, А. А. Баранов. — СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2006. — 479 с.
3. Щербатых Ю. Н. Психология стресса и методы коррекции / Ю. Н. Щербатых. — СПб, Питер, 2008. — 256 с.
4. Дмитриева Т. Б. Социальный стресс и психическое здоровье / Т. Б. Дмитриева, А. И. Воложин — М.: ГОУ ВУНМ ЦМЗ РФ, 2001. — 248 с.
5. Подковкин В. Г. Состояние коры надпочечников и динамика содержания оксипролина у крыс при термическом воздействии / В. Г. Подковкин, Д. Г. Иванов // Вестник Самарского государственного университета. — 2006. — №9. — С. 237—243.
6. Подковкин В. Г. Изменение показателей метаболизма коллагена у крыс с различным эмоциональным статусом при остром стрессе / В. Г. Подковкин, Д. Г. Иванов // Успехи современного естествознания. — 2008. — №11. — С. 5—9.
7. Воробьева О. В. Стресс-индуцированные психовегетативные реакции / О. В. Воробьева // Русский медицинский журнал. — 2005. — Т.13, №12. — С.798—801.
8. Хвостова С. А. Взаимосвязь между состоянием адаптивных механизмов и минеральной плотностью костей скелета у больных остеопорозом и с переломами / С. А. Хвостова, К. А. Свешников // Современные проблемы науки и образования. — 2008. — № 3. — С.40—44.
9. Колб В. Г. Клиническая биохимия. Пособие для врачей лаборантов. / В. Г. Колб, В. С. Камышников. — Минск: Беларусь, — 1976. — 311 с.
10. Эве К. Функции желудочно-кишечного тракта / К. Эве, У. Карбах // Физиология человека. — 1996. — Т.3. — 876 с.
11. Пат. №2190852. Способ оценки коры надпочечников / В. Г. Подковкин, Л. М. Бондаренко, М. И. Панина. — РФ, 2002. — 4 с.

12. Васильева Т. И. Биохимическая оценка функционального состояния коры надпочечников / Т. И. Васильева, В. Г. Подковкин, Е. Л. Чикина // Вестник Самарского государственного университета. — 2002. — №4. — С. 137—144.
13. Пат. №2214596. Способ оценки метаболизма коллагена / В. Г. Подковкин, Л. М. Бондаренко, М. Ю. Власов, Н. П. Авакумова, О. В. Грибкова. — РФ, 2003. — 4 с.
14. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. Т.2 / В. С. Камышников. — Минск: Беларусь, 2000. — 495 с.
15. Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник / Под ред. В. В. Меньшикова. — М.: Медицина, 1987. — 226 с.
16. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. — М.: Практика, 1998. — 459 с.
17. Горбунова А. В. Биогенные амины мозга и устойчивость сердечно-сосудистых функций к эмоциональному стрессу / А. В. Горбунова // Нейронауки. — 2006. — № 1. — С. 3—19.
18. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшеничкова. — М.: Медицина, 1988. — 256 с.
19. Герасимов А. М. Биохимическая диагностика в травматологии и ортопедии / А. М. Герасимов, Л. Н. Фурцева. — М.: Медицина, 1986. — 240 с.
20. Hirayama T. Effect of corticosteroids on human osteoclast formation and activity / T. Hirayama, A. Sabokbar, N. A. Athanasou // Journal of Endocrinology. — 2002. — № 175. — P. 155.—163.
21. Glucocorticoids suppress bone formation via the osteoclast / H.-J. Kim [et al.] // The Journal of Clinical Investigation. — 2006. — Vol. 116, № 8. — P. 2152—2160.
22. Дедов И. И. Первичный и вторичный остеопороз: патогенез, диагностика, принципы профилактики и лечения / И. И. Дедов, Л. Я. Рожинская, Е. И. Марова. — М.: Медицина, 2002. — 143 с.
23. Боровский Е. В. Биология полости рта / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев. — М.: Медицинская книга, Н. Новгород: Изд-во НГ МА, 2001. — 304 с.
24. Serum and parotid saliva testosterone, calcium, magnesium, and zinc levels in males, with and without periodontitis / T. Kuraner [et al.] // Biological trace element research. — 1991. — № 31. — P. 43—52.
25. Начаров Ю. В. Особенности состояния минерального обмена в ротовой полости у женщин с постменопаузальным остеопорозом в динамике дентальной имплантации / Ю. В. Начаров, В. А. Мельников, В. И. Мельников // Стоматология. — 2007. — Т.8. — С. 551—557.
26. Кудрин А. В. Микроэлементы в неврологии / А. В. Кудрин, О. А. Громова. — М.: ГЭ ОТ А Р- Ме диа, 2006. — 304 с.

Подковкин Владимир Георгиевич — д.б.н., профессор кафедры биохимии Самарского государственного университета; тел.: (846) 278-0942, e-mail: podkovkin@rambler.ru

Podkovkin Vladimir G. — Dr. of Biology, Prof. of department of biochemistry of Samara State University; tel.: (846) 278-0942, e-mail: podkovkin@rambler.ru

Иванов Дмитрий Геннадьевич — научный сотрудник, Самарский государственный медицинский университет, Институт экспериментальной медицины и биотехнологии; тел.: (927) 702-1917; e-mail: dg1983@rambler.ru

Ivanov Dmitriy G. — science researcher of Experimental Medicine and Biotechnology Institute of Samara Medicine University; tel.: (927) 702-1917, e-mail: dg1983@rambler.ru