

В.В. Андрианов,

д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Н.А. Василюк,

главный специалист НИИ нормальной физиологии
им. П.К. Анохина РАМН

Е.В. Бирюкова,

студентка 3-го курса лечебного факультета
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

В.В. Казакова,

студентка 3-го курса лечебного факультета
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

V.V. Andrianov,

MD, prof. of the chair of normal physiology
of the I.M. Sechenov First MSMU

N.A. Vasilyuk,

chief specialist of the Research Institute of normal
physiology named after P.K. Anokhin of RAMS

E.V. Biryukova,

student of the 3-th year of medical faculty
of the I.M. Sechenov First MSMU

V.V. Kazakova,

student of the 3-th year of medical faculty
of the I.M. Sechenov First MSMU

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УЧЕБНЫХ ТЕСТОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЗАДАЧ

PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF STUDENTS DURING THE PROCESS OF ANSWERING THE COMPUTER TEACHING QUESTIONS

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Владимир Владимирович Андрианов, профессор
кафедры нормальной физиологии
Адрес: 125009, ул. Моховая, д. 11, стр. 4
Телефон: 8 (495) 692–99–81
E-mail: avvn2010@mail.ru
Статья поступила в редакцию: 24.12.2013
Статья принята к печати: 27.12.2013

CONTACT INFORMATION:

Vladimir Vladimirovich Andrianov, prof. of the chair of normal
physiology
Address: 11–4 Mokhovaya str., Moscow, 125009
Tel.: 8 (495) 692–99–81
E-mail: avvn2010@mail.ru
The article received: 24.12.2013
The article approved for publication: 27.12.2013

Аннотация. В работе проводилось изучение физиологических показателей учащихся при решении учебных компьютерных тестовых заданий. Обследуемые в возрасте 18–22 лет были разделены на две группы: первая состояла из юношей и девушек, отлично и хорошо справившихся с заданием; вторая — из лиц, выполнивших задание с удовлетворительной и низкой результативностью. Отмеченные особенности сердечного ритма и гемодинамики иллюстрируют характер вегетативного обеспечения интеллектуальной деятельности студентов в процессах компьютерного контроля эффективности обучения.

Annotation. Research of the psychological and physiological status of the medical students before and after solving the multiple choice questions were explored. Individual psychological and physiological parameters were studied in 2 groups of students (18–22 years old): 1 group — men and women; 2 — students who solved and not solved the tasks. It was shown that the dynamics of heart rhythm and parameters of haemodynamics illustrate vegetative maintenance of the intellectual activity of the students during solving computer teaching questions.

Ключевые слова. Сердечный ритм, гемодинамика, тестовое задание.

Keywords. Heart rhythm, haemodynamics, test questions.

Одной из важнейших задач, стоящих перед современным здравоохранением, является сохранение здоровья человека в условиях его профессиональной деятельности с учетом «физиологической цены» достижения конкретного полезного резуль-

тата. Примером такой деятельности с высокой «физиологической ценой» является учебная деятельность студентов высших учебных заведений [1]. Для умственного труда учащихся характерна неравномерность информационных и эмоциональ-

ных нагрузок в учебном году [2, 3], что, наряду с нарушениями режима учебы и отдыха и нерегулярным питанием, приводит к развитию ряда заболеваний [4]. При этом в организме развиваются компенсаторные адаптационные реакции, которые, в первую очередь, проявляются в изменении отдельных параметров сердечно-сосудистой системы [5, 6]. В настоящее время в высшей школе широко используется компьютерная техника и, в частности, компьютерное тестирование учащихся. Сами вопросы с выбором правильных ответов создают информационное напряжение у студентов. Вместе с тем тестирование проводится в заданном ограниченном отрезке времени и требует значительного зрительного внимания.

Исходя из вышеизложенного, целями настоящего исследования являются: изучение физиологических показателей при выполнении заданного ограниченного во времени компьютерного учебного тестового задания студентами обоих полов; изучение физиологических показателей студентов при выполнении тестового задания с различной результативностью.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач нами использовались следующие методы. Во-первых, определение личностной и ситуационной тревожности (по Спилбергеру), межполушарного доминирования, а также выполнение сенсомоторных задач. Сенсомоторными задачами являлись *простая сенсомоторная реакция* и *реакция на двигающийся объект*.

Во-вторых, осуществлялось определение таких гемодинамических показателей, как частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (СД), диастолическое давление (ДД), пульсовое давление (ПД), длительность сердечного цикла (СЦ), среднее динамическое давление (СДД), ударный объем (УО), минутный объем кровотока (МОК), периферическое сопротивление сосудов (ПСС).

В-третьих, проводился анализ сердечного ритма путем оценки его статистической структуры — построение вариационных кривых и скатерграмм, показывающих значение дисперсии («кучности») кардиоинтервалов, расчет среднеквадратичного отклонения (SDNN) и различие между длительностью соседних кардиоинтервалов (RMSSD), коэффициента вариации (CV), числа кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50 мс (pNN50) и амплитуды моды (АМо). Волновая структура динамического ряда кардиоинтервалов определялась на основе построения автокорреляционной функции. Оценка периодических компонентов кардиоинтервалов производилась в трех диапазонах: высокочастотные колебания (2–7 с, 0,5–0,15 Гц) HF, среднечастотные колебания (7–20 с, 0,15–0,05

Гц) LF, низкочастотные колебания (20–70 с, 0,05–0,015 Гц) VLF. В работе рассчитывались индекс централизации $IC = VLF + LF / HF$, а также стресс-индекс напряжения SI. Проведенное исследование включало две серии. В первой проводился сравнительный анализ указанных показателей у юношей и девушек; а во второй — у лиц, выполнивших задание с удовлетворительной и низкой результативностью.

Программа исследования состояла из следующих этапов: регистрация исходных показателей, решение учебного тестового задания из курса нормальной физиологии, повторная регистрация тех же гемодинамических показателей и кардиоинтервалограммы.

Задание состояло из одноразового решения 20-ти однотипных тестов, каждый из которых состоял из пяти вопросов и одного правильного ответа.

Время выполнения учебного задания было ограничено и составляло 10 мин. Статистическая обработка данных была проведена с использованием программы «Statistica 6».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика физиологических показателей при выполнении тестового задания юношами и девушками

Все исследуемые были разделены на две группы. Первая группа состояла из 5-ти юношей, вторая группа — из 5-ти девушек. Трое юношей имели средний уровень тревожности, а четверо девушек находились в зоне психологического комфорта. У четырех девушек функциональные активности левого и правого полушарий были равнозначны. Двум юношам было присуще преобладание активности левого полушария, двум другим — равновесие между активностью правого и левого полушарий. Сенсомоторные задания выполнялись быстрее юношами, в то время как точнее — девушками.

В исходном состоянии у юношей обнаружены достоверно большие значения ПД, СКД, УО, МОК, CV, RMSSD, pNN50, чем у девушек (см. таблицу 1). В группе девушек значения ИН, LF были больше. Согласно мнению большинства авторов, показатели SDNN, RMSSD, pNN50 отражают активность парасимпатического отдела, а показатели АМо, ИН, LF — симпатического [3, 7]. Следовательно, в исходном состоянии имеет место больший уровень парасимпатических влияний у юношей и симпатических — у девушек. Гемодинамические показатели у юношей также были более высокие.

В процессе выполнения учебного тестового задания у юношей имело место достоверное повышение значений CV, SDNN, LF, IC и снижение значений УО и ИН. У девушек отмечалась положительная

динамика IC и VLF, что может свидетельствовать об относительной активации как симпатического, так и парасимпатического отделов нервной системы. Вариабельность сердечного цикла в среднечастотном диапазоне связана с барорефлекторными рефлексам и задается как симпатическими, так и парасимпатическими отделами.

Известно, что при физической нагрузке и эмоциональном напряжении происходит перенастройка барорефлекса в результате подавления активности депрессорного отдела (парасимпатического ядра одиночного пути) продолговатого мозга подбугорной областью, где формируются защитно-оборонительные реакции. Большее значение колебаний спектральной плотности сверхнизкого диапазона у девушек до и после решения учебных тестовых заданий может быть связано с активизирующими гипоталамическими влияниями [6, 7]. При анализе автокорреляционной функции и у девушек, и у юношей в 80% случаев преобладал вегетативный тип регуляции сердечного ритма, для которого характерно плавное уменьшение амплитуды колебаний коэффициента автокорреляции. При анализе скаттерграмм кардиоинтервалов в исходном состоянии до выполнения тестовых заданий у двух исследуемых юношей и у четырех девушек наблюдалась выраженная кучность распределения интервалов, что свидетельствует о тоне симпатической нервной системы. Обратные соотношения — трое юношей и одна девушка соответственно — имели место в случаях диффузного распределения интервалов. Сразу после выполнения учебных тестовых заданий соотношения выраженности кучности распределения кардиоинтервалов значимо не изменились.

После выполнения тестового задания для юношей имела место большая величина ПД, СДД и рNN50, чем у девушек, а для девушек — большая величина ИН и VLF, чем для юношей. Вероятно, и после выполнения тестовых заданий соотношение активности парасимпатического и симпатического отделов нервной системы у юношей мало изменилось.

ДИНАМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПЫТУЕМЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ С РАЗЛИЧНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Известно, что при достижении полезных приспособительных результатов (выполнение задания) может наблюдаться снижение активности в одном отделе вегетативной нервной системы и возрастание в другом [7]. Показано изменение ряда вегетативных показателей в процессе обучения и при выполнении технического производственного задания [8, 9]. В нашей работе исследуемые были

разделены на две группы. Первая группа состояла из 5-ти исследуемых, выполнивших учебные тестовые задания со средней результативностью, а вторая группа — из 5-ти исследуемых, выполнивших учебные тестовые задания с низкой результативностью. Трое испытуемых из первой группы имели низкий, а четверо во второй группе средний уровень тревожности. В первой группе у четырех испытуемых наблюдалась равнозначная функциональная активность как левого, так и правого полушарий. Из тех, кто выполнял тестовые задания с низкой результативностью, у двух преобладала активность левого полушария, а у других двух — активность левого и правого полушарий была одинакова. Выполнение сенсомоторных заданий лицами, справившимися с тестовыми заданиями со средней результативностью, было более точным, но менее быстрым (по сравнению с лицами второй группы).

В исходном состоянии в первой группе преобладали значения RMSSD и HF спектральной плотности высокочастотного диапазона, определяющиеся преимущественно парасимпатическим отделом нервной системы. Во второй группе преобладали значения СД, ДД, СЦ, ИН и SI (см. таблицу 2).

В процессе выполнения учебного тестового задания в первой группе имела место положительная динамика значений СЦ и LF и отрицательная динамика СД и ИН. Во второй группе наблюдалась положительная динамика IC и отрицательная ПСС и рNN50. При анализе автокорреляционной функции у лиц, с различной результативностью выполнявших тестовые задания, у четырех испытуемых (как первой, так и второй групп) преобладали вегетативные типы регуляции сердечного ритма. При анализе кардиоинтервалов в исходном состоянии до выполнения тестовых заданий у 40% исследуемых первой группы и у 80% второй группы наблюдалась выраженная кучность распределения интервалов. Обратные соотношения — 60% и 20% соответственно — в случаях диффузного распределения кардиоинтервалов. Сразу после выполнения учебных тестовых заданий процентные соотношения выраженности кучности распределения кардиоинтервалов значимо не изменилось.

После выполнения тестового задания у лиц, решивших его со средней результативностью (по сравнению с лицами, обладавшими низкой результативностью), наблюдались большие значения HF и рNN50, что свидетельствует о преобладании у них парасимпатического отдела нервной системы.

С позиции теории функциональных систем целенаправленное поведение состоит из отдельных системоквантов, протекающих от момента возникновения мотивации — постановка задачи — до получения полезного результата — ее решения [10]. Каждый системоквант имеет в своей структуре

внешнее и внутреннее звено. Внешнее звено представлено двигательной реакцией, в нашем случае с использованием компьютера, а внутреннее — внутренней речью и вегетативным обеспечением этих процессов. Для изучения вегетативного обеспечения центральных процессов регистрировались гемодинамические показатели. Наряду с гемодинамикой проводился анализ variability сердечного ритма, который является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека и, в частности, общей активности механизмов нейрогуморальной регуляции сердца, а также соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.

Известно, что характер вегетативной регуляции физиологических функций, процессов восприятия и поведения человека во многом определяется половой принадлежностью [11]. Проведенное исследование показало, что как в исходном состоянии, так и после решения тестовых задач у юношей преобладала активность парасимпатического, у девушек — симпатического отдела вегетативной нервной системы. При этом гемодинамические показатели у юношей были более высокие. Большинство девушек находилось в зоне психологического комфорта и имели равную активность левого и правого полушарий.

Среди испытуемых с симпатическим вегетативным статусом 2/3 находились в зоне психологического комфорта. Эти испытуемые характери-

зовались равной активностью левого и правого полушарий и выполняли сенсомоторные тесты быстрее и точнее, а тенденция к преобладанию симпатического отдела над парасимпатическим у них наблюдалась как в исходном состоянии, так и после выполнения тестового задания. Половина испытуемых с нормотоническим вегетативным статусом имела средний уровень тревожности, они менее точно и медленнее выполняли сенсомоторные тесты. У данных испытуемых в покое наблюдалось относительное преобладание активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, которое усиливалось после выполнения тестового задания.

Группа исследуемых, выполнивших тестовые задания с удовлетворительной результативностью, находилась в зоне психологического комфорта. Активность левого и правого полушарий у них была равнозначной, сенсомоторные тесты выполнялись точнее, а на их сердечный ритм большее влияние (как в покое, так и после решения учебного тестового задания) имела парасимпатическая нервная система. У лиц, выполнивших тестовые задания с низкой результативностью, был средний уровень тревожности, а сенсомоторные реакции происходили быстрее, но менее точно.

Проведенное исследование показало, что в условиях ограничения времени выполнения тестового задания в двух сериях имело место изменение 4–5-ти гемодинамических и 8–9-ти кардиоинтервальных показателей. Другими словами, ритм сердечной де-

Таблица 1.

Гемодинамические и статистические показатели сердечной деятельности юношей (1-я группа) и девушек (2-я группа) при выполнении ими тестового задания

| Показатели | До выполнения задания | | После выполнения задания | |
|------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|-------------|
| | группа 1 | группа 2 | группа 1А | группа 2А |
| ПД (мм рт. ст.) | 63,2*±12,4 | 40,4±3,93 | 53,6±12,01 | 34±5,83 |
| СДД (мм рт. ст.) | 94,87*±9,68 | 79,47±6,17 | 83,67±9,45 | 72,53±4,33 |
| УО (мл) | 71,442*х±6,98 | 63,82±9,48 | 70,818±8 | 63,1±8,39 |
| МОК (дл/мин.) | 60,43*х±0,35 | 60,01±0,24 | 60,27±0,32 | 60,06±0,18 |
| SDNN, мс | 75,6 х±19,49 | 49,2±3,74 | 80±19,42 | 50,2±14 |
| CV, % | 8,66х**±8,55 | 7,02±1,69 | 9,32±2,35 | 7,06±1,6 |
| SI, у. е. | 50*±23,22 | 165,2±62,54 | 49±38,13 | 155,8±62,27 |
| IC, у. е. | 1,128*х±0,49 | 1,9+++±1,32 | 1,696±0,8 | 2,888±2,31 |
| LF, % | 38,32*х ±8,93 | 41,64±14,14 | 47,38±11,14 | 41,56±7,28 |
| VLF, % | 12,24±3,26 | 16,26+++±7,38 | 11,18+++±6,03 | 26,04±15,63 |
| RMSSD, мс | 66,2*±21,55 | 35,4±23,53 | 63,2±21,93 | 35±22,72 |
| pNN50, % | 44,14*±15,79 | 11,68±1,76 | 41,64±17,31 | 11,94±1,62 |

Здесь и далее:

- * p<0,05 при сравнении со второй группой;
- ** p<0,01 при сравнении со второй группой;
- *** p<0,001 при сравнении со второй группой;
- х p<0,05 при сравнении с группой 1А;

- xx p<0,01 при сравнении с группой 1А;
- xxx p<0,001 при сравнении с группой 1А;
- + p<0,05 при сравнении с группой 2А;
- ++ p<0,01 при сравнении с группой 2А;
- +++ p<0,001 при сравнении с группой 2А.

Таблица 2.

Гемодинамические и статистические показатели сердечной деятельности испытуемых при выполнении тестового задания со средней эффективностью (группа 1) и низкой эффективностью (группа 2)

| Показатели | До выполнения задания | | После выполнения задания | |
|----------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | группа 1 | группа 2 | группа 1А | группа 2А |
| СД (мм рт.ст.) | 116,8* \pm 21,67 | 126,6 \pm 17,95 | 104,4 \pm 14,44 | 110,2 \pm 17,37 |
| ДД (мм рт.ст.) | 68,2 * \pm 7,24 | 71,6 \pm 7,12 | 60,2 \pm 6,58 | 66,8 \pm 6,37 |
| СЦ (мс) | 0,743* \pm 0,058 | 0,798 \pm 0,062 | 0,769 \pm 0,107 | 0,843 \pm 0,102 |
| ПСС (у. е.) | 1107 \pm 138,6 | 968 \pm 110,7 | 921 \pm 114,81 | 882,8 \pm 98,29 |
| SI, у. е. | 102,4* \pm 78,48 | 151 \pm 80,98 | 71,4 \pm 55,16 | 119 \pm 74 |
| IC, у. е. | 1,226 \pm 0,907 | 1,802 \pm 1,18 | 1,22 \pm 0,479 | 3,36 \pm 1,88 |
| HF, % | 50,36* \pm 14,42 | 37,42 \pm 13,8 | 47,6 \pm 11,3 | 26,24 \pm 7,47 |
| LF, % | 38,46 \pm 13,32 | 41,5 \pm 9,89 | 41,22 \pm 9 | 47,72 \pm 9,61 |
| RMSSD, мс | 61,4* \pm 33,21 | 40,2 \pm 12,84 | 61,2 \pm 30,76 | 37 \pm 12,49 |
| pNN50, % | 33,92 \pm 26,85 | 21,9 \pm 13,43 | 32,16 \pm 24,1 | 15,98 \pm 10,78 |

тельности при решении тестовых вопросов более динамичен, чем основные характеристики движения крови по артериальным сосудам. При этом гемодинамические показатели имели отрицательную динамику, а кардиоинтервальные, как правило, положительную. Разнонаправленные значения гемодинамических и интегральных показателей ритма сердца описаны при умственной нагрузке и эмоциональных состояниях [12]. В условиях ограничения времени выполнения учебного тестового задания соотношение числа изменяемых показателей сердечного ритма и гемодинамики не зависело от пола испытуемых и результативности выполнения ими тестового задания. Кроме того, имели место достоверные частные различия в исследованных показателях как между юношами и девушками, так и между лицами, выполнившими и не выполнившими учебное задание.

Как было указано выше, изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы являются проявлением процессов регуляции в организме в целом. Таким образом, описанные особенности сердечного ритма и гемодинамики иллюстрируют характер вегетативного обеспечения интеллектуальной деятельности студентов в процессах компьютерного контроля эффективности обучения.

Список литературы

1. Умрюхин Е.А., Джебраилова Е.Д., Коробейникова И.И. Спектральные характеристики ЭЭГ при разной результативности в деятельности студентов в ситуации экзаменационного стресса // *Физиология человека*. 2004; 30(3): 28–35.
Umryukhin E.A., Dzhebrailova E.D., Korobeinikova I.I. EEG spectral characteristics at different results of students in a situation of exam stress // *Fiziologiya cheloveka*. 2004; 30(3): 28–35.
2. Дегтярев В.П. О функциональных резервах организма студентов с разными индивидуально-типологическими характеристиками // Сб. Труды науч. совета по экспер. и приклад. физиолог. М. 2012; 17: 85–93.
Degtyarev V.P. On the functional reserves of the body of students with different individual-typological characteristics // Sb. Trudy nauch. Soveta po eksper. i priklad. fiziolog. M. 2012; 17: 85–93.
3. Щербатых Ю.В. Связь черт личности студентов-медиков с активностью вегетативной нервной системы // *Психологический журнал*. 2002; 23(1): 118–122.
Sherbatykh Yu.V. Connection between traits of medical students and the activity of the autonomic nervous system // *Psikhologichesky zhurnal*. 2002; 23(1): 118–122.
4. Агаджанян Н.А., Дегтярев В.П., Русанова Е.Е. и др. Здоровье студентов. М. Изд-во РУДН. 1997: 230 с.
Agadzhanyan N.A., Degtyarev V.P., Rusanova E.E. et al. Student's health. M. Izd-vo RUDN. 1997. 230 p.
5. Дмитриева Н.Д. Электрофизиологические механизмы развития адаптационных процессов // *Физиология человека*. 2004; 30(3): 35–44.
Dmitrieva N.D. Electrophysiological mechanisms of adaptation processes // *Fiziologiya cheloveka*. 2004; 30(3): 35–44.
6. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М. Медицина. 1997: 265 с.
Baevsky R.M., Berseneva A.P. Evaluation of adaptive capacity of organism and the risk of disease. M. Medicina. 1997: 265 p.
7. Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В. Современные способы оценки функциональных состояний автономной (вегетативной) системы // *Физиология человека*. 2001; 27(6): 95–101.

- Nozdrachev A.D., Sherbatykh Yu.V. Modern methods of assessing functional states of autonomous (vegetative) system // *Fiziologiya cheloveka*. 2001; 27(6): 95–101.
8. Довгалецкий П.Я., Гриднев В.И., Котельникова Е.В., Моржаков А.А. Применение характеристик вегетативной регуляции сердечного ритма для повышения диагностической эффективности велоэргометрической пробы у больных ишемической болезнью сердца // *Кардиология*. 1999; 7(39): 21–25.
Dovgalevsky P.Ya., Gridnev V.I., Kotelnikova E.V., Morzhakov A.A. An application of characteristics of autonomic regulation of the heart rate to improve diagnostic efficiency of veloergometry in patients with coronary heart disease // *Kardiologiya*. 1999; 7(39): 21–25.
 9. Ситников Ф.Г., Шайхелисламова М.В., Валеев И.Р. Влияние учебной нагрузки и условий производства на функциональное состояние симпатoadреналовой системы и показателей регуляции сердечного ритма у девушек 17–18-летнего возраста // *Физиология человека*. 2001; 27(5): 60–67.
Sitnikov F.G., Shajkhelislamova M.V., Valeev I.R. An influence of training load and operating conditions on the functional state of sympathetic nervous system and indicators of heart rate regulation in girls of 17–18 years old // *Fiziologiya cheloveka*. 2001; 27(5): 60–67.
 10. Судаков К.В. Системокванты — дискретные единицы динамической деятельности функциональных систем // *Журн. высш. нервн. деят.* 2005; 55(2): 26–32.
Sudakov K.V. Sistemokvanty — discrete units of the dynamic activity of functional systems // *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* 2005; 55(2): 26–32.
 11. Михайлова Е.С., Никитаева Е.С., Давыдов Д.В. Оpozнание человеком эмоций радости, гнева и страха по лицевой экспрессии // *Журн. высш. нервн. деят.* 2001; 51(4): 443–451.
Mikhailova E.S., Nikitaeva E.S., Davydov D.V. Identification of human emotions of joy, anger and fear on facial expressions // *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* 2001; 51(4): 443–451.
 12. Юматов Е.А., Кузьменко В.А., Бадиков В.И. и др. Экзаменационный эмоциональный стресс у студентов // *Физиология человека*. 2001; 27(2): 104–110.
Yumatov E.A., Kuzmenko V.A., Badikov V.I. et al. Examination emotional stress among students // *Fiziologiya cheloveka*. 2001; 27(2): 104–110.