© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020
УДК 612.146.4

Н. И. Поспелов, Ф. А. Миндубаева, А. К. Рамазанов, А. М. Евневич, Н. В. Гитенис, Е. Ю. Салихова

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ У СТУДЕНТОВ

Кафедра морфологии и физиологии НАО «Медицинский университет Караганды» (Караганда, Казахстан)

В статье представлены результаты исследования у студентов реакций сосудов в бассейне сонной и позвоночной артерий и показателей гемодинамики на физическую нагрузку. Актуальность исследования связана с недостаточной изученностью и большой частотой поражений системы кровообращения в головном мозге. Представлены результаты анализа обследования методом реоэнцефалографии 37 студентов-медиков II и III курсов специальности «Общая медицина», полученные при использовании современного компьютеризованного реографа фирмы «Мицар-Рео» (Санкт-Петербург) с программным обеспечением, проводящим автоматический анализ реоэнцефалограммы. Метод реографии, как известно, базируется на законе Ома. Выявлены адаптивные реакции сосудов мозга по гипотоническому типу с гендерным различиями: возрастание реографического индекса, скоростей быстрого и медленного кровенаполнения, частоты сердечных сокращений, амплитуды пульсовой частоты, снижение дикротического и диастолического индексов и сосудистого тонуса. Результаты могут быть использованы специалистами – медиками и физиологами.

Ключевые слова: студенты, физическая нагрузка, показатели реоэнцефалограммы, гипотонический тип, гендерные различия

Последние десятилетия характеризуются развитием современных и физиологически обоснованных методов функциональной диагностики и исследования различных функций и систем человеческого организма [2, 3, 8, 9, 10]. Они отличаются относительной простотой, высокой степенью информативности и надежности [2, 3], использованием специальных компьютерных программ [2]. Среди многочисленных методов функциональной диагностики особое место занимают методы исследования сердечно-сосудистой системы, что связано с широкой распространенностью этих заболеваний, тяжестью течения, высоким процентом инвалидизации и смертности среди заболевших, в том числе при нарушении кровообращения в головном мозге [3]. Достойное место в ряду многочисленных методов диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы занял метод реографии (электроплетизмографии). Одна из форм реографии (РГ) – реоэнцефалография (РЭГ) – графическая регистрация реоэнцефалограммы (РЭГ), индексы которой обусловлены, главным образом, пульсовыми колебаниями кровенаполнения полости черепа и отражают состояние внутримозговых сосудов [3]. Метод реоэнцефалографии базируется на законе Ома, т. е. на определении изменений сопротивления и электропроводности ткани при пропускании слабого переменного тока высокой частоты [2, 3, 8]. Количественные связи индексов реограммы обосновываются изменениями во времени, преимущественно, объемной скорости кровотока и, в значительно меньшей степени, скорости течения крови [9, 10].

При планировании работы учтены вышеизложенные факты и неослабевающее внимание исследователей к изучению умственной работоспособности, функционального состояния и механизмов адаптивных реакций у студентов [6, 7], а также практическое отсутствие работ по исследованию влияния физической нагрузки на основные показатели РЭГ у студентов.

Цель работы – изучение у студентов-медиков реакции системы кровообращения головного мозга в бассейне сонной и позвоночных артерий по показателям реоэнцефалограммы при физической нагрузке.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 37 студентов II и III курсов специальности «Общая медицина» Медицинского университета Караганды (18 юношей и 19 девушек) в возрасте 19-22 лет.

Работа проводилась на компьютеризованном реографе фирмы «Мицар-Рео» (Санкт-Петербург) с программным обеспечением, проводящим автоматический анализ реоэнцефалограммы. Для регистрации использовались круглые электроды диаметром 1 см, их крепление осуществлялось при помощи резиновых полос разной длины.

Исследования проводили в относительно спокойный «обычный» учебный день на протяжении семестра. В начале исследования («фон») у студентов записывали РЭГ синхрон-

но с дифференциальной реограммой (ДРГ) в положении сидя. Запись продолжали после физической нагрузки (15 отжиманий у девушек и 20 у юношей). Информацию о гемодинамике бассейна сонной артерии (СА) получали, используя парные фронтомастоидальные (FM_d и FM_s) отведения, а о гемодинамике в бассейне позвоночных артерий (ПА) – окципитомастоидальные (OM_d и OM_s) отведения [3, 8].

При качественном и количественном анализе использовались наиболее информативные и обоснованные биофизически, по мнению большинства исследователей [2, 3], следующие амплитудные и временные параметры компьютерного анализа РЭГ: 1) коэффициент асимметрии – КА (%); 2) амплитуда систолической волны (максимум артериальной компоненты) – A_c, ОМ (реогра-фический индекс – РИ); 3) индекс венозного оттока – ВО (%); 4) скорость быстрого кровенаполнения – СБКН (Ом/с); 5) скорость медленного кровенаполнения – СМКН (Ом/с); 6) индекс эластичности (модуль упругости) – ИЭ (%); 7) дикротический индекс – ДКИ (%); 8) диастолический индекс – ДСИ (%); 9) частота сердечных сокращений – ЧСС (уд/мин); 10) сосудистый тонус – СТ (реографический коэффициент – РК (%); 11) амплитудной – показатель частоты – АПЧ (Ом/с).

Полученные в работе данные обработаны с помощью пакета статистических программ Statistica 8.0. Для оценки достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента. Данные представлены в таблицах (табл. 1 и 2) в виде средних величин, а достоверные величины ($p \leq 0,05$) помечены звездочками.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Статистический анализ фоновых параметров кровообращения выявил в большинстве случаев гендерные различия. Средние величины ЧСС у девушек были на 3,5% больше, чем у юношей (табл. 1). Физическая нагрузка вызывала достоверное учащение пульса у юношей на 23,35%, а у девушек – на 8,66%, что соответствует данным литературы [4] и нашим предыдущим исследованиям [7]. Более низкий процент учащения сердечных сокращений у девушек, по-видимому, связан с различиями в гормональном статусе и меньшей физической нагрузкой.

Все фоновые показатели РЭГ бассейна сонной артерии соответствуют общепризнанным параметрам нормы, полученным большинством исследователей [2, 3].

Физическая нагрузка вызывала уменьшение КА, ДКИ, ДСИ и СТ у юношей и девушек в пределах колебаний общепринятых норм [2, 3, 8]. Одновременно у них происходило достоверное возрастание РИ, ВО, СБКН, АПЧ, причем такое возрастание РИ и ВО у девушек, а СБКН и АПЧ – у юношей и девушек превышали верхние границы нормы. ИЭ изменялся недостоверно, что не противоречит сведениям литературы, полученным при исследовании ИЭ у молодых людей [3]. Результаты можно расценивать как превышение верхней границы нормы пульсового кровенаполнения и венозного оттока у девушек и снижение тонуса СА (по СБКН и АПЧ) у юношей и девушек. Превышение ВО у девушек приводит к незначительному затруднению у них венозного оттока.

Таблица 1 – Параметры РЭГ бассейна СА до и после нагрузки

Обозначение	Физич. ед.	FMd				FMs			
		значение				значение			
		юноши		девушки		юноши		девушки	
		фон	после нагрузки	фон	после нагрузки	фон	после нагрузки	фон	после нагрузки
КА	%	10,66	9,84	10,61	5,02	–	–	–	–
РИ	Ом	0,135	0,147*	0,176	0,210**	0,122	0,134*	0,170	0,198**
ВО	%	21,95	24,01*	24,54	26,20*	20,44	24,77*	24,85	29,04**
СБКН	Ом/с	1,64	2,20**	1,65	2,33**	1,56	2,09**	1,58	2,01**
СМКН	Ом/с	0,67	0,82*	0,83	0,95*	0,64	0,80*	0,85	0,99*
ИЭ	%	15,18	16,10	15,33	16,15	16,06	17,01	16,2	17,4
ДКИ	%	49,37	45,10*	51,69	46,48*	51,91	45,52*	50,29	45,45*
ДСИ	%	57,49	50,69*	60,29	54,54*	60,91	55,36*	59,56	53,98*
ЧСС	уд/мин	71,4	88,2*	73,9	80,3*	–	–	–	–
СТ	%	15,16	11,61*	16,54	11,20*	16,43	12,42*	15,42	13,50*
АПЧ	Ом/с	0,161	0,216**	0,217	0,267**	0,144	0,297**	0,210	0,264**

*p<0,05; **p<0,025

Таблица 2 – Параметры РЭГ бассейна ПА до и после нагрузки

Обозначение	Физич. ед.	OMd				OMs			
		значение				значение			
		юноши		девушки		юноши		девушки	
		фон	после нагрузки	фон	после нагрузки	фон	после нагрузки	фон	после нагрузки
КА	%	10,71	9,75	8,91	3,70	–	–	–	–
РИ	Ом	0,093	0,103*	0,122	0,135*	0,084	0,094*	0,112	0,140**
ВО	%	20,1	25,89*	22,08	26,48*	20,9	28,5**	24,9	30,73*
СБКН	Ом/с	1,49	1,75*	1,51	1,99*	1,26	1,63*	1,44	1,89*
СМКН	Ом/с	0,62	0,77*	0,72	0,86*	0,65	0,79*	0,75	0,88*
ИЭ	%	15,93	16,02	16,45	16,70	15,43	15,75	16,91	16,98
ДКИ	%	45,4	40,4*	59,7	45,5**	48,3	40,2*	53,6	48,5*
ДСИ	%	61,2	46,9**	68,4	57,4*	64,9	58,4*	64,1	58,5*
ЧСС	уд/мин	71,4	88,2**	73,9	80,3*	–	–	–	–
СТ	%	15,6	10,9*	14,04	10,71*	16,2	12,1*	15,2	10,8*
АПЧ	Ом/с	0,11	0,14*	0,15	0,18*	0,10	0,14*	0,14	0,19**

*p<0,05; **p<0,025

При анализе параметров РЭГ бассейна ПА до и после нагрузки отмечены аналогичные колебания, но с меньшей выраженностью кровенаполнения ВО у юношей по сравнению с девушками. В бассейне ПА ВО превышал верхние границы нормы, как у юношей, так и у девушек (табл. 2).

По-видимому, полученные адаптивные реакции функциональной системы кровообращения, сосудов мозга (возрастание РИ, СБКН, СНКН, АПЧ, ЧСС и снижение ДКИ, ДСИ и СТ), можно отнести к изменениям по гипотоническому типу [2, 3, 9]. Повышение пульсового кровенаполнения можно объяснить увеличением минутного объема кровотока (МОК) при физической нагрузке [4], изменение СТ и ВО – механизмами саморегуляции мозгового кровообращения при накоплении углекислоты и продуктов метаболизма, приводящими к вазодилатации [5]. Выявленные в предыдущих исследованиях [7] изменения у студентов при физической нагрузке (достоверное повышение МОК и уменьшение общего периферического сопротивления сосудов) так же могут служить подтверждением адаптивных реакций сосудов мозга на физическую нагрузку и реакций по гипотоническому типу.

Конфликт интересов. Конфликт интересов не заявлен.

ВЫВОДЫ

1. У студентов по результатам анализа данных РЭГ бассейна сонной и позвоночной артерий в большинстве наблюдений после физической нагрузки учащался пульс, увеличивалось пульсовое кровенаполнение, понижался сосудистый тонус, незначительно затруднялся венозный отток (у девушек).

2. Адаптивные реакции сосудов мозга на физическую нагрузку можно отнести к изменениям по гипотоническому типу: возрастание реографического индекса, скоростей быстрого и медленного кровенаполнения, частоты сердечных сокращений, амплитуды пульсовой частоты, снижение дикротического и диастолического индексов и сосудистого тонуса.

3. Имеют место гендерные различия в колебаниях параметров РЭГ до и после физической нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бондаренко Ф. В. Восстановление сложных двигательных функций верхней конечности у больных после ишемического инсульта / Ф. В. Бондаренко, М. Р. Макарова, Е. А. Турова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2016. – Т. 93, №1. – С. 11-15.

2 Есилевский Ю. М. Реография органов мочеполовой системы. – М.: МЕДпрессинформ, 2004. – 248 с.

3 Зенков Л. Р. Функциональная диагностика нервных болезней (текст): Рук. для врачей /Л. Р. Зенков, М. А. Ронкин. – М.: МЕДпрессинформ, 2013. – 488 с.

4 Золина З. М. Руководство по физиологии труда /З. М. Золина, Н. Ф. Измеров. – М.: Медицина, 1983. – 528 с.

5 Косицкий Г. И. Физиология человека. – Алматы: Эверо, 2014. – 720 с.

6 Кулкыбаев Г. А. Экзаменационная сессия, как фактор эмоционального стресса студентов /Г. А. Кулкыбаев, Г. Н. Шайзадина //Астана мед. журналы. – 2006. – №3. – С. 40-42.

7 Миндубаева Ф. А. Параметры кровообращения и динамометрии у студентов при физической нагрузке /Ф. А. Миндубаева, Н. И.

Поспелов, А. К. Рамазанов //Астана мед. журналы. – 2018. – №2. – С. 119-125.

8 Миндубаева Ф. А. Адамның функционалды диагностикасы /Ф. А. Миндубаева, В. Қ. Қасымбеков, Е. Ю. Салихова. – Алматы: «Эверо», 2018. – 256 б.

9 Науменко А. И. Основы электроплетизмографии /А. И. Науменко, В. В. Скотникова. – Л.: Медицина, 1975. – 216 с.

10 Nyboer J. Electrical impedance plethysmography: The electrical resistive measure of the blood pulse volume, peripheral and central blood flow. – Springfield: Ch. Thomas publ., 1970. – 390 p.

REFERENCES

1 Bondarenko F. V. Vosstanovlenie slozhnyh dvigatel'nyh funkcij verhnej konechnosti u bol'nyh posle ishemicheskogo insul'ta /F. V. Bondarenko, M. R. Makarova, E. A. Turova //Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizkul'tury. – 2016. – T. 93, №1. – S. 11-15.

2 Esilevskij Ju. M. Reografija organov mochepolovoj sistemy. – M.: MEDpressinform, 2004. – 248 s.

3 Zenkov L. R. Funkcional'naja diagnostika nervnyh boleznej (tekst): Ruk. dlja vrachej /L. R. Zenkov, M. A. Ronkin. – M.: MEDpressinform, 2013. – 488 s.

4 Zolina Z. M. Rukovodstvo po fiziologii truda /Z. M. Zolina, N. F. Izmerov. – M.: Medicina, 1983. – 528 s.

5 Kosickij G. I. Fiziologija cheloveka. – Almaty: Jevero, 2014. – 720 s.

6 Kulkybaev G. A. Jekzamenacionnaja sessija, kak faktor jemocional'nogo stressa studentov /G. A. Kulkybaev, G. N. Shajzadina // Astana med. zhurnaly. – 2006. – №3. – C. 40-42.

7 Mindubaeva F. A. Parametry krovoobrashhenija i dinamometrii u studentov pri fizicheskoj nagruzke /F. A. Mindubaeva, N. I. Pospelov, A. K. Ramazanov //Astana med. zhurnaly. – 2018. – №2. – C. 119-125.

8 Mindubaeva F. A. Adamnyң funkcionaldy diagnostikasy /F. A. Mindubaeva, V. Қ. Қasymbekov, E. Ju. Salihova. – Almaty: «Jevero», 2018. – 256 b.

9 Naumenko A. I. Osnovy jelektropletizmografii /A. I. Naumenko, V. V. Skotnikova. – L.: Medicina, 1975. – 216 s.

10 Nyboer J. Electrical impedance plethysmography: The electrical resistive measure of the blood pulse volume, peripheral and central blood flow. – Springfield: Ch. Thomas publ., 1970. – 390 p.

Поступила 09.07.2019 г.

N. I. Pospelov, F. A. Mindubayeva, A. K. Ramazanov, A. M. Evnevich, N. V. Gitenis, Ye. Yu. Salikhova
EFFECT OF PHYSICAL LOAD ON RHEOENCEPHALOGRAPHY INDICATORS OF STUDENTS
Department of morphology and physiology of Karaganda medical university (Karaganda, Kazakhstan)

The article presents the results of research conducted by students who study hemodynamics and physical activity. The activity of this study is associated with insufficient knowledge and a high frequency of lesions of the circulatory system in the brain. 37 medical students of the 2nd and 3rd course specialties «General medicine», which use modern computerized rheograms of the Mitsar-Reo company (St. Petersburg) with software that performs an automatic analysis of rheoencephalogram. The method of rheography, as is known, is based on Ohm's law. Adaptive brain vascular responses to a hypotonic type with gender differences were revealed: age, rheographic index, fast and slow blood contractions, heart rate, pulse frequency amplitudes, decrease in dicrotic and diastolic indices and vascular tone. The results can be used by specialists – physicians and physiologists.

Key words: students, physical activity, rheoencephalogram indices, hypotonic type, gender differences

Н. И. Поспелов, Ф. А. Миндубаева, А. К. Рамазанов, А. М. Евневич, Н. В. Гитенис, Е. Ю. Салихова
СТУДЕНТТЕРДІҢ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММА КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ЖҮКТЕМЕНІҢ ӘСЕР ЕТУІ
Қарағанды медицина университетінің морфология және физиология кафедрасы (Қарағанды, Қазақстан)

Мақалада студенттердің физикалық жүктемеге ұйқы артериялары және омыртқа артерияларының реакциясы және гемодинамика көрсеткіштерінің нәтижесі берілген. Бұл зерттеудің өзектілігі – бас миы қан айналу жүйесінің жеткіліксіз зерттелгендігі және осы жүйенің жиі зақымдалуы. Зерттеу нәтижелері көрсетілген: Жалпы медицина мамандығының 2 және 3 курс студенттері арасынан 37 студенттің зерттеу нәтижелері ұсынылды. Зерттеу қазіргі кезде қолданылатын «Мицар-Рео» фирмасының (Санкт-Петербург) компьютерлік реографымен жүргізілді. Құрылғының өз бағдарламасы бар, реоэнцефалографияны автоматты түрде талдайды. Белгілі болғандай реография әдісі Ом заңына негізделген. Реоэнцефалография көрсеткіштері бойынша физикалық жүктемеге ми тамырларының бейімделу реакцияларының өзгерістері гендерлік айырмашылығымен гипотонустық тип бойынша анықталды: реографиялық индекстің жоғарылауы, тамырдың қанға тез және баяу толу жылдамдығы, пульс жиілігінің амплитудасы, диастолалық және дикротикалық индекстердің және тамырлар тонусының төмендеуі. Қорытындыда алынған нәтижелерді – медицина қызметкерлері және – физиолог мамандар қолдануы мүмкін

Кілт сөздер: студенттер, физиологиялық жүктемелер, реоэнцефалограмма көрсеткіштері, гипотониялық тип, гендерлік айырмашылық