

ЦЕРЕБРАЛЬНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ РОССИЙСКИХ И ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ*

В.Б. Мандриков¹, Г.А. Северюкова^{2,3}, И.Б. Исупов³, В.А. Лиходеева⁴

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
кафедра физической культуры и здоровья;

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности;

³ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», кафедра биологии;

⁴ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры»,
кафедра анатомии и физиологии

У студентов высших учебных заведений во время аудиторных занятий, промежуточного контроля знаний и экзамена выполнены исследования динамики пульсового кровенаполнения головного мозга, тонуса его резистивных артерий и церебрального венозного оттока крови. Установлено, что у большинства обследованных лиц имелись негативные изменения тонуса резистивных артерий головного мозга и затруднение венозного оттока крови во время различных форм контроля знаний. Изменения церебрального кровотока оказались наиболее существенными во время экзамена. В период экзамена у обследуемых лиц наблюдалась ситуативная тахикардия, симпатикотония, что негативно влияло на тонус резистивных артерий головного мозга и венозный отток крови. Развитие ситуативной симпатикотонии необходимо учитывать при ежегодных обследованиях обучающейся молодежи.

Ключевые слова: церебральная гемодинамика, тонус артерий, венозный отток, умственная деятельность, эмоциональное напряжение, тахикардия, реоэнцефалография.

DOI 10.19163/1994-9480-2019-1(69)-87-90

CEREBRAL CIRCULATION OF RUSSIAN AND FOREIGN STUDENTS IN VARIOUS FORMS OF MENTAL ACTIVITY*

V.B. Mandrikov¹, G.A. Sevriukova^{2,3}, I.B. Isupov³, V.A. Likhodeeva⁴

¹FSBEI HE «Volgograd State Medical University» of Public Health Ministry of Russian Federation,
department of physical and health education;

²FSBEI HE «Volgograd State Technical University», department of industrial ecology and life safety;

³FSAI HE «Volgograd State University», department of biology;

⁴FSBEI HE «Volgograd State Academy Of Physical Culture», department of anatomy and physiology

During the classroom, intermediate control of knowledge and during the exam studies of the dynamics of pulse blood filling of the brain, the tone of the resistive arteries and conditions of cerebral venous outflow of blood of students of higher educational institutions. The majority of persons showed negative changes in the tone of the resistive arteries of the brain and difficulty in venous outflow of blood during various forms of knowledge control. Changes in cerebral blood flow are most significant during the exam. In the period of exam develops situational tachycardia, sympathetic tone. This negatively affects the tone of the resistive arteries of the brain and venous blood flow. The development of situational sympathicotonia must be considered when follow-up surveys of students.

Key words: cerebral hemodynamics, a tone of arteries, venous outflow, mental activity, emotional stress, tachycardia, rheoencephalography.

Умственная деятельность студентов высших учебных заведений, реализованная на учебном аудиторном занятии, в промежуточном контроле знаний (контрольные модули) и, наконец, на экзаменах различного статуса и степени сложности может дополнительно вызывать различного уровня эмоциональные напряжения, которые вместе с учебной нагрузкой способны отражаться на функциональном состоянии регуляторных и вегетативных систем организма.

Известно, что наименьшие суммарные нагрузки студенты испытывают на учебных занятиях

с регламентированными формами контроля теоретических знаний на лекциях и во время лабораторного практикума. В условиях промежуточного контроля эмоциональные нагрузки значительно увеличиваются и достигают своего максимума во время экзаменов.

Систематичность возможного избыточного влияния учебных и эмоциональных нагрузок на молодой организм в процессе многолетнего обучения не может не отражаться на функциональном состоянии его регуляторных и вегетативных систем.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-013-00795).

Учитывая вышеизложенное, особый интерес вызывает влияние различных видов учебной деятельности, сопровождающейся вегетативными и эмоциональными влияниями на кровоснабжение мозга. Ведь среди множества звеньев регуляции мозгового кровотока особое значение имеют механизмы, обеспечивающие адекватно условиям жизнедеятельности изменения тонуса церебральных резистивных артерий и способствующие нормальной функции сосудов обмена – капилляров серого вещества головного мозга. Не менее значимыми являются и механизмы оптимизации регионарного венозного оттока крови, поскольку появление даже кратковременных функциональных признаков ухудшения регионарного оттока крови негативно отражается на процессах транскапиллярного обмена веществ в нервной ткани [2, 5–7].

Очевидно, что при интенсивной учебной деятельности, сопровождающейся эмоциональным напряжением, вероятность появления функциональных нарушений церебрального кровотока ангиодистонического характера существенно повышается [2]. Таким образом, ранняя диагностика нарушений регуляции тонуса церебральных сосудов резистивного звена, а также венозного оттока крови является актуальной задачей для научных работников и врачей-клиницистов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение динамики основных показателей церебрального кровообращения молодых женщин при различных видах умственной деятельности в условиях обычного аудиторного занятия, промежуточного контроля знаний и экзамена.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно поставленной цели под наблюдением находились 29 российских (1-я группа) и 32 иностранных (2-я группа) студенток, обучающихся в вузах г. Волгограда в возрасте ($19,3 \pm 1,3$) лет. Методом компьютерной битемпоральной реоэнцефалографии (РЭГ) (гос. рег. № 2017663485, 2017, г. Волгоград) с помощью тетраполярного реографа «Р4-02» у них определяли: суммарное пульсовое кровенаполнение головного мозга (реографический систолический индекс, РСИ, Ом), тонус мелких резистивных церебральных артерий (дикротический индекс – ДИ, %), показатель венозного оттока

крови (ВО, %) из церебрального бассейна [3, 4]. Перед реоэнцефалографией выполнялся мониторинг ЭКГ в течение 5 минут с последующим расчетом ритма сердца (ЧСС, уд/мин), а также индекса напряжения регуляторных систем (ИНрс, у.е.) по Баевскому.

Стратегия наблюдений предусматривала трехкратное реоэнцефалографическое исследование регионарного кровотока: непосредственно в межсессионный период (обычное аудиторное занятие – первый этап), во время промежуточного контрольного занятия – «модуля» (второй этап) и непосредственно в день экзамена, за 10–15 минут до его начала (третий этап). В процессе работы были соблюдены основные биоэтические правила и требования. Участникам были описаны основные аспекты исследования и изложены возможные риски и дискомфорт. От участников получено информированное согласие для участия в исследовании. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программного пакета «SPSS 18» и включала в себя вычисление средних арифметических величин всех показателей кровотока (M) и ошибок репрезентативности выборки (m). Достоверность различий величин параметров на всех этапах наблюдений оценивали с помощью t -критерия Стьюдента для зависимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований, выполненных в период обычного аудиторного занятия, на *первом этапе* было установлено, что величины суммарного пульсового кровенаполнения головного мозга (РСИ) были в границах нормы, как у российских, так и у иностранных студенток (табл.).

Дикротический индекс – ключевой показатель преимущественно тонуса церебральных артерий малого диаметра и регионарных артериол ни у одной из обследованных студенток не превышал максимума своей возрастной нормы (75,0 %). Средние значения ДИ при этом в группе российских студенток ($57,8 \pm 4,6$) %; в группе иностранных студенток ($71,2 \pm 2,1$) % были в границах нормы и свидетельствовали о наличии функциональной нормотонии регионарных артерий сопротивления у обследованных лиц.

Параметры церебральной гемодинамики и ритма сердца российских и иностранных студенток при различных формах умственной деятельности ($M \pm m$)

Показатели	Группы	Этапы исследования			Изменения		
		I	II	III	I–II	I–III	II–III
РСИ, Ом	1	$0,087 \pm 0,003$	$0,072 \pm 0,003$	$0,083 \pm 0,004$	<0,03		<0,01
	2	$0,071 \pm 0,002$	$0,074 \pm 0,002$	$0,078 \pm 0,003$	–	<0,05	–
ДИ, %	1	$57,8 \pm 4,6$	$75,9 \pm 5,9$	$75,8 \pm 4,5$	<0,01	<0,01	–
	2	$71,2 \pm 2,1$	$72,4 \pm 2,4$	$78,2 \pm 2,7$	–	–	<0,05
ВО, %	1	$32,8 \pm 2,7$	$21,8 \pm 1,7$	$48,3 \pm 4,1$	<0,05	<0,05	<0,001
	2	$25,3 \pm 1,8$	$20,4 \pm 2,1$	$34,1 \pm 3,0$	–	–	–
ЧСС, уд/мин	1	$82,3 \pm 4,8$	$89,7 \pm 4,6$	$96,7 \pm 6,4$	–	<0,05	–
	2	$81,4 \pm 3,1$	$84,2 \pm 2,7$	$85,2 \pm 2,4$	–	–	–
ИНрс, усл. ед.	1	$108,4 \pm 5,7$	$132,4 \pm 11,3$	$159,5 \pm 13,3$	<0,05	<0,001	–
	2	$130,2 \pm 8,1$	$138,4 \pm 9,2$	$162,1 \pm 10,1$	–	<0,05	–

Полученные величины венозного оттока крови из головного мозга показали, что почти половина российских студенток (48,3 %) и 82,5 % иностранных студенток из числа обследованных характеризовались достаточно низким оттоком крови из региона и возросшей хронотропной функцией сердца ввиду развития функциональной ситуативной тахикардии, о чем и свидетельствовал повышенный индекс напряжения регуляторных систем (ИНрс).

Исходя из изложенного, не исключено, что именно сокращение времени диастолического опорожнения церебральных венозных коллекторов вследствие тахикардии создавало функциональные предпосылки кратковременного затруднения регионарного венозного оттока крови [6, 7]. С учетом этого, средний показатель венозного оттока крови из региона в группе российских студенток, $(32,8 \pm 2,7)$ % значительно превышал его нормальные величины $(20,0-25,0)$ % [1].

На втором этапе при анализе результатов исследования установлено, что суммарное пульсовое кровенаполнение головного мозга (РСИ) в группах российских студенток снизилось на 17,2 % ($p < 0,03$) относительно значений, определенных на I этапе исследования. Тонус мелких артерий головного мозга при этом возрос: величина дикротического индекса достигла уровня $(75,9 \pm 5,9)$ % и была выше на 23,8 % ($p < 0,01$) относительно значения, определенного на занятии при межсессионном исследовании. Отток крови из региона головного мозга улучшился по сравнению с первым этапом на 33,5 % ($p < 0,05$).

Высокие значения ИНрс в группе иностранных студенток (I и II этапы исследования) и возрастание ИНрс на 22,1 % в группе российских студенток (II этап исследования) свидетельствовало о сдвиге механизмов регуляции ритма сердца в сторону симпатических влияний на миокард [1, 4]. ЧСС по сравнению с первым этапом наблюдений увеличилась приблизительно на 9,0 % и достигла $(89,7 \pm 4,6)$ уд/мин ($p > 0,05$).

Таким образом, в условиях эмоционального напряжения, индуцированного процедурой промежуточного контроля знаний, отмечалась выраженная констрикция артерий резистивного отдела сосудистого бассейна головного мозга. По-видимому, повышение тонуса вплоть до спазма церебральных артерий малого диаметра и артериол являлось следствием усиления симпатических влияний на периферическое кровообращение в условиях эмоционального стресса. На наш взгляд, снижение церебрального притока крови в условиях промежуточного контрольного занятия является негативным явлением, поскольку способствует снижению интенсивности капиллярного кровотока и трофики серого вещества. Однако, в то же время, в условиях развития ситуативной функциональной тахикардии наблюдалась избыточная констрикция мелких артерий. Видимо, именно она способствовала оптимизации уровня

венозного оттока крови из церебрального бассейна и препятствовала функциональному венозному застою крови в регионе.

Во время обследований на III этапе исследований (экзамен) установлено, что суммарное пульсовое кровенаполнение артерий головного мозга увеличивалось до $(0,083 \pm 0,004)$ Ом в группе российских студенток. Оно достоверно не отличалось от значения первого этапа, однако увеличилось на 15,3 % относительно значения, полученного на втором этапе исследования.

В группе российских студенток величины дикротического индекса составляли $(75,8 \pm 4,5)$ % и оказались более высокими ($p < 0,05$), чем на первом этапе наблюдений и практически не отличались от значений второго этапа. При этом у иностранных студенток величины ДИ были повышены на всех трех этапах исследований.

Венозный отток крови из церебрального бассейна при экзаменационной процедуре у российских студенток заметно ухудшился. Его величины составили $(48,3 \pm 4,1)$ % и оказались достоверно больше на 47,3 % ($p < 0,05$) и 121,6 % ($p < 0,001$), чем на первом и втором этапах наблюдений соответственно. Схожая картина отмечалась и в группе иностранных студенток.

У всех обследованных девушек (российских и иностранных) выявлена выраженная функциональная тахикардия и симпатикотония. ИНрс был выше величин I и II этапа исследования в группе российских студенток на 47,1 % ($p < 0,05$) и 20,5 % соответственно, тогда как в группе иностранных студенток он оставался повышенным на протяжении всех этапов исследований.

Таким образом, в день экзамена непосредственно перед началом экзаменационной процедуры у обследованных студенток наблюдалась выраженная констрикция мелких церебральных артерий, что способствовало существенному ограничению пульсового кровенаполнения головного мозга. Развитие выраженной ситуативной тахикардии способствовало укорочению времени диастолического опорожнения церебральных вен. В данных условиях регионарные вазоконстрикторные механизмы, по-видимому, оказывались недостаточно эффективными в отношении предотвращения затруднения венозного оттока крови из сосудистой системы головного мозга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для гемодинамических проявлений эмоционального напряжения студенток, вызванного контролем их знаний, наиболее характерно снижение пульсового кровенаполнения головного мозга, вызванное сужением мозговых артерий резистивного отдела. При незначительном эмоциональном возбуждении венозный отток крови из церебрального бассейна находится в границах нормы. В условиях значительного экзаменационного стресса наблюдается сочетанное проявление негативных изменений

церебральной гемодинамики: выраженная констрикция церебральных артерий, снижение притока крови в регион головного мозга и реографические признаки ухудшения венозного оттока крови из него.

Необходимо отметить, что выявленные неблагоприятные признаки в отношении адекватности метаболизма серого вещества головного мозга при умственной нагрузке в группах студенток в условиях стресса могут быть проявлением сложного вербального взаимодействия в системе «студент – преподаватель». У иностранных студенток это может усугубляться недостаточным знанием русского языка и развитием устной речи и являться основополагающим стресс-фактором напряжения нейронных регуляций кровоснабжения головного мозга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верулашвили И., Берая М., Картушвили М. Особенности церебральной венозной гемодинамики при хронических нарушениях мозгового кровообращения // Эффективная фармакотерапия. – 2018. – № 24. – С. 88–92.
2. Исупов И.Б., Мандриков В.Б., Лиходеева В.А. Церебральное кровообращение молодых лиц в условиях комбинированных возмущающих воздействий на организм // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2017. – № 2 (62). – С. 68–70.
3. Исупов И.Б., Лиходеева В.А. Функциональные показатели кровообращения человека (Опыт системного типологического анализа): монография. – Волгоград, 2017. – 259 с.
4. Касаткин А.А., Нигматуллина А.Р. Мониторинг венозного оттока из полости черепа с помощью ультразвукового сканирования внутренних яремных вен // Анестезиология и реаниматология. – 2015. – Т. 60, № 4. – С. 55.
5. Лиходеева В.А., Мандриков В.Б., Спасов А.А., Исупов И.Б. Диагностика функционального состояния спортсменов в лабораторных и естественных условиях: монография. – Волгоград, 2012. – 132 с.
6. Севрюкова Г.А., Настинова Г.Э., Товмасын Л.А., Севрюкова П.Л. Функциональное состояние мозгового кровообращения в зависимости от локализации переходной зоны в грудных отведениях ЭКГ на фоне активной ортостатической пробы // Наука. Инновации. Технологии. – 2018. – № 1. – С. 211–220.
7. Товмасын, Л.А., Севрюкова Г.А., Исупов И.Б. [и др.] Особенности церебральной гемодинамики в зависимости от локализации переходной зоны в грудных отведениях ЭКГ // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 4 (58), ч. 1. – С. 33–35.

REFERENCES

1. Verulashvili I., Beraya M., Kortushvili M. Osobennosti cerebral'noj venoznoj gemodinamiki pri hronicheskikh narusheniyah mozgovogo krovoobrashheniya [Peculiarities of cerebral venous hemodynamics in chronic disorders of cerebral circulation]. *Effektivnaya farmakoterapiya* [Effective pharmacotherapy], 2018, no. 24, pp. 88–92. (In Russ.; abstr. in Engl.).
2. Isupov I.B., Mandrikov V.B., Likhodeeva V.A. Cerebral'noe krovoobrashhenie molodyh lic v usloviyah kombinirovannyh vozmushhayushhih vozdeystvij na organizm [Cerebral blood circulation in young people exposed to combined stress effects]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta* [Journal of Volgograd State Medical University], 2017, no. 2 (62). pp. 68–70. (In Russ.; abstr. in Engl.).
3. Isupov I.B., Lihodeeva V.A. Funkcional'nye pokazateli krovoobrashheniya cheloveka (Opyt sistemnogo tipologicheskogo analiza) [Functional indicators of the human circulatory (system the experience of typological analysis)]. *Volgograd*, 2017. 259 p.
4. Kasatkin A.A., Nigmatullina A.R. Monitoring venoznogo ottoka iz polosti cherepa s pomoshh'yu ul'trazvukovogo skanirovaniya vnutrennih yaremnyh ven [Monitoring of venous outflow from the skull cavity by ultrasound scanning of internal jugular veins]. *Anesteziologiya i reanimatologiya* [Anesthesiology and Resuscitation], 2015, no. 60 (4), pp. 55. (In Russ.; abstr. in Engl.).
5. Lihodeeva V.A., Mandrikov V.B., Spasov A.A., Isupov I.B. Diagnostika funkcional'nogo sostoyaniya sportsmenov v laboratornyh i estestvennyh usloviyah [Diagnostics of functional state of sportsmen in laboratory and natural conditions]. *Volgograd*, 2012. 132 p.
6. Sevriukova G.A., Nastinova G.E., Tovmasyan L.A., Sevryukova P.L. Funkcional'noe sostoyanie mozgovogo krovoobrashheniya v zavisimosti ot lokalizatsii perekhodnoj zony v grudnyh otvedeniyah ekg na fone aktivnoj ortostaticheskoy proby [The Functional State of the Cerebral Circulation Depending on the Localization of Transition Area in Chest Lead of ECG at Orthostasis]. *Nauka. Innovacii. Tekhnologii* [Science. Innovation. Technology], 2018, no. 1, pp. 211–220. (In Russ.; abstr. in Engl.).
7. Tovmasyan, L.A., Sevryukova G.A., Isupov I.B. [i dr.] Osobennosti cerebral'noj gemodinamiki v zavisimosti ot lokalizatsii perekhodnoj zony v grudnyh otvedeniyah EKG [Peculiarities of cerebral hemodynamics depending on the localization of transition area in chest lead of EKG]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Scientific Research Journal], 2017, no. 4 (58), pp. 33–35. (In Russ.; abstr. in Engl.).

Контактная информация

Севрюкова Галина Александровна – д. б. н., доцент, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Волгоградского государственного технического университета, e-mail: sevryukova2012@yandex.ru