

УДК 612.15

DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-2-204-213

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ, СВЯЗАННЫЕ С ФАЗАМИ ДЫХАНИЯ

Себрякова Г. А.^{1,3}, Хвастунова И. В.², Исупов И. Б.¹

¹*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Волгоград, Россия*

²*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, Россия*

³*ФГАУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия*

E-mail: sevykova2012@yandex.ru

Статья посвящена исследованию церебральной гемодинамики людей различного возраста, проживающих в Волгоградском регионе (165 респондентов: 18–35 лет; 50–55 лет; 56–60 лет и старше 61 года). Реоэнцефалографическое обследование выполнено в 4 отведениях (FM, OM левое полушарие; FM, OM правое полушарие). Регистрация реоэнцефалограмм осуществлялась в состоянии покоя, в конце фазы вдоха и в конце фазы выдоха. Установлено, что у обследуемых 50–55 лет наблюдается значительное снижение суммарного пульсового кровенаполнения головного мозга. В динамике функциональной пробы миогенные реакции констрикции резистивных артерий головного мозга у людей старшего возраста (50–55 лет и старше) выражены незначительно. Лимит вазоконстрикторных реакций, обусловленный старением организма является причиной ухудшения условий регионарного оттока крови. Обнаруженное несоответствие соотношения регионарного притока крови ее оттоку является маркером снижения приспособительных реакций системы кровообращения людей старше 50 лет при повышении венозного давления в системе верхней поллой вены. Высокая информативность, оперативность и безопасность реографического обследования на фоне дыхательной пробы позволяет рекомендовать ее к включению в план диспансерных наблюдений, особенно лиц старше 50 лет.

Ключевые слова: реоэнцефалография, дыхательная проба, старение, артериальный тонус, венозный отток, церебральная гемодинамика.

ВВЕДЕНИЕ

В рамках реформирования пенсионной системы, постепенного увеличения возраста выхода на пенсию возрастает значимость развивающегося направления в науке о здоровье человека – превентивной медицины, одной из основных практико-ориентированных задач которой является профилактика преждевременного старения трудоспособного населения. Все большее внимание уделяется функциональной диагностике заболеваний, ассоциированных с возрастом и разработке программ антистарения [1–3]. В этом аспекте одно из первых мест занимают неинфекционные заболевания, среди которых, по частоте впервые установленных патологий, заболевания сердечно-сосудистой системы, нарушения церебрального кровообращения выросли на 12,8 % в 2018 году по сравнению с 2017 годом [4, 5].

Функциональная система регуляции мозгового кровообращения обладает сложными, многоконтурными механизмами поддержания относительного

постоянства органного кровотока, обеспечивая метаболические запросы головного мозга [6]. Изменения тонуса резистивных артерий головного мозга обеспечивают необходимый уровень давления крови в артериальном отрезке церебральных сосудов обмена. Адекватный приток крови в регион осуществляется в результате сложного соподчинения нейрогенных, метаболических и миогенных механизмов регуляции тонуса артериальных сосудов прекапиллярного звена. При возникновении дисбаланса в системе «приток-отток крови в регион» особое значение приобретают миогенные, эндотелий-зависимые механизмы констрикции и дилатации артериол. Данные механизмы обладают высокой оперативностью и позволяют своевременно устранять функциональные признаки церебрального венозного застоя крови [7, 8].

Нарушения миогенных эндотелий-зависимых механизмов регуляции сосудистого тонуса лежат в основе развития мигреней, участвуют в формировании симптомокомплекса вегетососудистой (нейроциркуляторной) дистонии, являются составной частью патогенеза эссенциальной гипертензии (гипертонической болезни) [8, 9]. Исследование эффективности венозно-артериальных реакций на фоне функциональных проб актуально для выявления признаков сосудистой недостаточности, донозологических нарушений кровоснабжения мозга. В связи с изложенным, целью работы явилось исследование возрастных особенностей церебрального кровообращения, связанных с фазами дыхания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании на добровольной основе и с соблюдением принципов информированного согласия приняли участие 165 респондентов, проживающих в г. Волгограде (табл. 1).

Таблица 1

Демографическая характеристика группы обследования

Возраст / пол	18–35 лет	50–55 лет	56–60 лет	61 год и старше	Всего
женщины	34	29	27	16	106
мужчины	18	15	15	11	59
Всего	52	44	42	27	165

В соответствии с целью исследования оценка церебрального кровообращения проводилась в состоянии покоя и на фоне функциональных дыхательных проб: во время задержки дыхания в конце фаз глубокой инспирации и глубокой экспирации. Изменения тонуса регионарных сосудов в первые секунды задержки дыхания на вдохе и выдохе позволяют оценить эффективность преимущественно миогенных механизмов регуляции регионарного сосудистого тонуса, индуцируемых изменениями регионарного оттока крови при колебаниях центрального венозного давления [10]. Стандартные пробы Штанге и Генчи менее информативны для изучения миогенных механизмов регуляции регионарного кровообращения, поскольку в данном случае изменения сосудистого тонуса приобретают комплексный характер и происходят под влиянием как миогенных, так и метаболических механизмов регуляции мозгового кровотока. Последние

обусловлены изменениями напряжения кислорода и углекислого газа в крови при длительной гипоксии [11, 12].

Согласно протоколу исследования, изменения церебрального кровообращения регистрировались с помощью АПК «ВАЛЕНТА» модуль «Реоэнцефалография» (РУ № ФСР 2007/00259 от 26.03.2009, г. Санкт-Петербург). Полушарная реоэнцефалография осуществлялась в продольных, симметрично расположенных, стандартных отведениях слева и справа. Использованы фронто-мастоидальные и окципито-мастоидальные отведения, позволяющие дифференцированно исследовать внутричерепную гемодинамику в бассейнах передней и средней мозговых артерий (ФМ-отведения), а также задних мозговых и позвоночных артерий (ОМ-отведения). Оценивались реоэнцефалографические показатели: интегральный показатель наполнения пульса (ИППП, мОм), амплитудно-частотный показатель (АЧП, 1/с), реографический индекс (РИ, у.е.), время распространения реографической волны (ВРРВ, с), средняя скорость наполнения сосудов (ССНС, Ом/с), венозный отток (ВО, %), дикротический индекс (ДИ, у.е.), диастолический индекс (ДА, у.е.).

Статистический анализ данных проводился с помощью программного пакета «SPSS 17». Значимость различий оценивалась по Т – критерию для независимых выборок и принималась на уровне $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным нашего исследования в состоянии покоя, при нормальном дыхании, суммарное пульсовое кровенаполнение имеет возрастные особенности. Установлено, что реографический индекс у людей возраста 50–55 лет существенно ниже, чем у людей других возрастных групп (рис. 1). Для этой группы также было характерно снижение амплитудно-частотного показателя, отражающего величину объемного кровотока в исследуемой области в единицу времени, на фоне снижения ЧСС по сравнению с группами людей 18–35 лет ($p = 0,022$), 56–60 лет и старше.

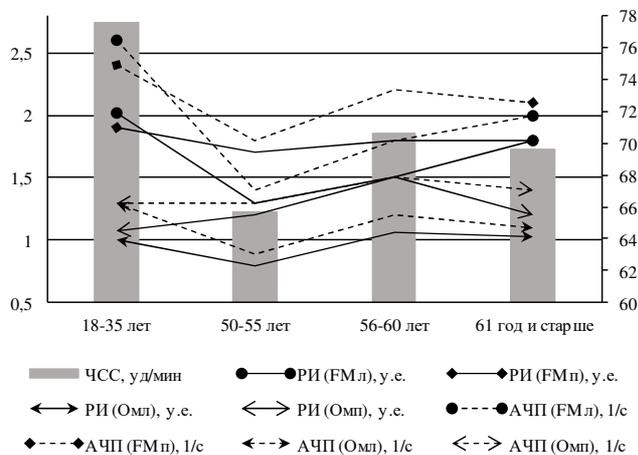


Рис. 1. Значения реографического индекса (РИ, у.е.), амплитудно-частотного показателя (АЧП, 1/с) в состоянии покоя у обследуемых различного возраста.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ, СВЯЗАННЫЕ ...

Средняя скорость наполнения сосудов (интегральный показатель тонуса артерий распределения среднего и малого диаметра) оказалась значимо ниже в среднем на 61,8 % в левом полушарии и на 51,4 % в правом полушарии FM отведений в группе обследуемых 50–55 лет по сравнению с группой молодых людей (табл. 2, 3).

Таблица 2
Показатели церебрального кровообращения на фоне дыхательной пробы
(фронтально-мастоидальные отведения, FM) ($M_{cp} \pm m$)

Группа / показатели		FM левое				FM правое			
		18–35 лет	50–55 лет	56–60 лет	61 год >	18–35 лет	50–55 лет	56–60 лет	61 год >
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИПНП, МОм	покой	107,7 ±6,9	60,6 ±11,9*	72,1 ±16,7	83,3 ±15,2	102,5 ±6,8	75,3 ±13,1	95,1 ±17,1	82,9 ±12,0
	вдох	94,5 ±7,9	51,9 ±9,0	90,3 ±21,3	64,4 ±13,2	91,9 ±7,4	65,8 ±12,5	97,0 ±29,7	73,3 ±12,7
	выдох	101,2 ±8,2	74,1 ±8,9	80,4 ±17,4	76,2 ±9,5	95,2 ±6,7	93,3 ±17,1	85,3 ±25,6	84,9 ±7,02
РИ, у.е	покой	2,02 ±0,1	1,3 ±0,1*	1,5 ±0,2	1,8 ±0,2	1,9 ±0,1	1,7 ±0,2	1,8 ±0,4	1,8 ±0,1
	вдох	1,94 ±0,1	1,3 ±0,1*	1,7 ±0,3	1,62 ±0,3	1,8 ±0,1	1,6 ±0,2	1,9 ±0,4	1,7 ±0,2
	выдох	1,87 ±0,1	1,48 ±0,1	1,5 ±0,3	1,7 ±0,2	1,8 ±0,1	1,75 ±0,3	1,5 ±0,3	1,8 ±0,1
ВРРВ, с	покой	0,15 ±0,003	0,15 ±0,007	0,14 ±0,008	0,13 ±0,005	0,16 ±0,003	0,15 ±0,006	0,15 ±0,008	0,13 ±0,006
	вдох	0,16 ±0,01	0,16 ±0,004	0,14 ±0,01	0,14 ±0,01	0,16 ±0,01	0,16 ±0,004	0,14 ±0,008	0,14 ±0,009
	выдох	0,15 ±0,003	0,15 ±0,005	0,14 ±0,01	0,13 ±0,008	0,15 ±0,003	0,16 ±0,000	0,14 ±0,01	0,13 ±0,008
ССНС, Ом/с	покой	1,57 ±0,1	0,6 ±0,09*	0,65 ±0,1	0,8 ±0,1	1,4 ±0,1	0,72 ±0,1*	0,8 ±0,2	0,8 ±0,06
	вдох	1,52 ±0,1	0,65 ±0,07*	0,7 ±0,1	0,7 ±0,1	1,67 ±0,1	0,68 ±0,09*	0,8 ±0,1	0,8 ±0,08
	выдох	1,5 ±0,13	0,65 ±0,07*	0,7 ±0,1	0,7 ±0,09	1,46 ±0,12	0,75 ±0,1	0,7 ±0,1	0,8 ±0,04
ВО, %	покой	31,9 ±1,7	31,2 ±2,9	24,3 ±2,9	24,5 ±2,5	33,1 ±1,5	34,0 ±5,7	28,6 ±4,6	21,0 ±2,8
	вдох	33,9 ±3,8	19,0 ±2,1*	51,0 ±23,8	24,3 ±3,8	41,0 ±5,5	20,2 ±3,4	35,3 ±9,0	14,6 ±2,2
	выдох	31,2 ±1,8	24,0 ±2,3	33,6 ±5,9	28,1 ±3,9	32,6 ±1,7	32,0 ±6,7	31,6 ±8,1	21,5 ±2,6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ДИ, у.е.	покой	0,72 ±0,01	0,81 ±0,02	0,7 ±0,05	0,8 ±0,01	0,71 ±0,02	0,85 ±0,02	0,8 ±0,05	0,78 ±0,02
	вдох	0,67 ±0,03	0,8 ±0,02	0,7 ±0,06	0,72 ±0,03	0,65 ±0,03	0,85 ±0,02*	0,8 ±0,008	0,7 ±0,04
	выдох	0,72 ±0,02	0,8 ±0,02	0,76 ±0,09	0,7 ±0,03	0,7 ±0,02	0,83 ±0,02*	0,82 ±0,03	0,7 ±0,02
ДА, у.е.	покой	0,78 ±0,01	0,77 ±0,02	0,7 ±0,06	0,7 ±0,06	0,77 ±0,01	0,83 ±0,04	0,7 ±0,07	0,7 ±0,04
	вдох	0,76 ±0,02	0,81 ±0,01	0,8 ±0,1	0,7 ±0,06	0,76 ±0,04	0,87 ±0,02	0,7 ±0,02	0,7 ±0,04
	выдох	0,76 ±0,02	0,78 ±0,03	0,69 ±0,1	0,7 ±0,03	0,76 ±0,01	0,8 ±0,03	0,81 ±0,08	0,7 ±0,02

Примечание: * – значимое различие по сравнению с группой 18–35 лет

Таблица 3

Показатели церебрального кровообращения на фоне дыхательной пробы
(окципито-мастоидальные отведения, ОМ) (Mcp ± m)

Группа / показатели		ОМ левое				ОМ правое			
		18-35 лет	50 -55 лет	56-60 лет	61 год >	18-35 лет	50 -55 лет	56-60 лет	61 год >
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИПНП, МОм	покой	59,1 ±3,6	43,0 ±7,0	59,6 ±10,2	51,9 ±8,4	61,4 ±5,0	59,2 ±8,8	88,7 ±16,4	59,0 ±9,3
	вдох	59,6 ±4,7	34,1 ±6,3	63,0 ±33,3	43,1 ±7,2	58,3 ±4,8	30,9 ±4,7*	85,7 ±43,7	51,5 ±8,3
	выдох	56,5 ±3,7	42,0 ±5,1	54,8 ±26,5	48,6 ±5,7	57,5 ±4,8	64,9 ±6,8	74,1 ±34,4	56,4 ±6,2
РИ, у.е.	покой	1,0 ±0,06	0,8 ±0,05*	1,06 ±0,3	1,03 ±0,1	1,07 ±0,08	1,2 ±0,2	1,5 ±0,6	1,2 ±0,1
	вдох	1,1 ±0,07	0,78 ±0,1	1,1 ±0,6	0,9 ±0,1	1,08 ±0,08	1,0 ±0,04	1,6 ±0,7	1,1 ±0,2
	выдох	1,02 ±0,06	0,76 ±0,07*	0,89 ±0,4	0,97 ±0,1	1,02 ±0,08	1,11 ±0,12	1,1 ±0,4	1,1 ±0,1
ВРРВ, с	покой	0,15 ±0,003	0,14 ±0,004	0,11 ±0,03	0,13 ±0,006	0,15 ±0,003	0,15 ±0,005	0,15 ±0,008	0,13 ±0,006
	вдох	0,15 ±0,01	0,15 ±0,002	0,15 ±0,01	0,14 ±0,01	0,15 ±0,01	0,16 ±0,005	0,13 ±0,01	0,13 ±0,009
	выдох	0,14 ±0,002	0,15 ±0,002	0,14 ±0,01	0,13 ±0,008	0,14 ±0,002	0,15 ±0,002	0,14 ±0,01	0,13 ±0,006

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ССНС, Ом/с	покой	0,77 ±0,07	0,36 ±0,06	0,49 ±0,1	0,49 ±0,06	0,75 ±0,06	0,48 ±0,1	0,67 ±0,2	0,54 ±0,06
	вдох	0,89 ±0,08	0,43 ±0,13	0,5 ±0,2	0,4 ±0,05	0,85 ±0,07	0,41 ±0,07*	0,6 ±0,2	0,5 ±0,07
	выдох	0,84 ±0,07	0,39 ±0,1*	0,47 ±0,1	0,49 ±0,06	0,75 ±0,06	0,51 ±0,04	0,5 ±0,1	0,54 ±0,05
ВО, %	покой	40,5 ±1,8	35,2 ±4,2	29,3 ±8,4	21,0 ±3,8	40,4 ±1,8	42,0 ±3,8	32,6 ±1,2	27,3 ±4,1
	вдох	43,2 ±6,8	40,0 ±5,5	38,6 ±8,7	33,1 ±4,5	43,6 ±4,2	57,7 ±10,8	36,0 ±1,5	27,8 ±3,2
	выдох	38,0 ±2,5	48,0 ±5,8	44,6 ±8,6	33,3 ±7,4	38,9 ±1,6	45,7 ±5,4	34,6 ±4,3	24,6 ±3,2
ДИ, у.е.	покой	0,74 ±0,02	0,89 ±0,04*	0,8 ±0,04	0,8 ±0,04	0,75 ±0,02	0,91 ±0,02*	0,8 ±0,03	0,8 ±0,03
	вдох	0,68 ±0,02	0,81 ±0,07	0,7 ±0,1	0,9 ±0,05	0,67 ±0,03	0,87 ±0,07*	0,8 ±0,01	0,8 ±0,03
	выдох	0,71 ±0,02	0,75 ±0,08	0,81 ±0,03	0,8 ±0,02	0,74 ±0,02	0,9 ±0,01*	0,8 ±0,07	0,8 ±0,02
ДА, у.е.	покой	0,88 ±0,03	1,0 ±0,06	0,9 ±0,06	0,7 ±0,06	0,88 ±0,01	0,99 ±0,02	0,9 ±0,04	0,8 ±0,05
	вдох	0,78 ±0,04	0,98 ±0,04*	1,7 ±0,9	0,7 ±0,06	0,85 ±0,03	0,94 ±0,05	0,9 ±0,003	0,8 ±0,05
	выдох	0,82 ±0,02	0,77 ±0,08	0,96 ±0,04	0,8 ±0,02	0,84 ±0,02	0,9 ±0,06	0,94 ±0,1	0,8 ±0,02

Примечание: * – значимое различие по сравнению с группой 18–35 лет

С целью выяснения причин констрикции артерий среднего звена церебрального бассейна выполнена инспираторно-экспираторная проба, которая позволила предположить наличие морфологических изменений в стенке данных сосудов. Установлено, что вне зависимости от фазы дыхания значительная констрикция сосудов сохранялась. В группе 50–55 лет средняя скорость наполнения сосудов (ФМл отведения) на вдохе была ниже на 57,2 % по сравнению с группой 18–35 лет; на выдохе средняя скорость наполнения сосудов (ОМл отведения) – на 56,6 %, т.е. фазы дыхания не оказывали влияние на тонус среднего звена. При этом в правом полушарии (ФМп, ОМп отведения) тонус артерий в пробе имел аналогичную динамику. Отсутствие значимых различий в средней скорости наполнения сосудов в группах 56–60 лет, 61 год и старше в динамике дыхательной пробы свидетельствует о том, что по мере дальнейшего старения организма существенных морфологических изменений сосудистой стенки уже не происходит.

Параметр, отражающий тонус мелких артерий и артериол (дикротический индекс) по мере старения увеличивается во всех реоэнцефалографических отведениях: чем старше человек, тем выше тонус резистивных артерий и менее

выражена динамика инспираторных колебаний тонуса данных артерий (табл. 2, 3). Однако, наиболее существенное повышение тонуса резистивных артерий во всех реоэнцефалографических отведениях обнаружено в возрастной группе 50–55 лет (на 12,5 % ФМл; на 19,7 % ФМп; на 20,3 % ОМл; на 21,3 % ОМп).

На фоне повышенного тонуса артерий различного диаметра у людей старшего возраста наблюдается снижение показателя венозного оттока. Формально это благоприятная гемодинамическая реакция адаптации церебральных сосудов к дефициту притока крови к сосудам обмена. Установлено, что общая интенсивность кровотока в сером веществе снижена в среднем на 23,8 % в ФМл отведениях и на 19,3 % в ОМ отведениях, отсюда и условно благоприятная возрастная динамика венозного оттока.

На фоне дыхательной пробы у людей старших возрастных групп возникает реографический синдром затруднения венозного оттока крови. На наш взгляд – это можно объяснить тем, что с одной стороны артерии резистивного звена уже находятся в состоянии неизменной констрикции, с другой – на вдохе происходит физиологическое ускорение ЧСС, то есть у людей старших возрастных групп в значительной мере утрачивается эффективность регионарных механизмов регуляции баланса притока-оттока крови в церебральный регион. В связи с этим на вдохе отмечаются признаки ухудшения условий регионарного венозного оттока: у людей 56–60 лет показатель ВО увеличивается в 1,5–2 раза в левом полушарии (ФМл, ОМл) и в 1,3–1,5 раз в правом полушарии (ФМп, ОМп). Динамика показателей венозного оттока у людей старше 61 года при проведении дыхательных проб выражена незначительно. По-видимому, к этому возрасту соединительно-тканый каркас емкостных сосудов церебрального бассейна морфологически изменяется, сосудистая сеть становится более ригидной.

Диастолический индекс, в большей степени отражающий центральные механизмы регуляции венозного оттока, у людей старшего возраста во всех реоэнцефалографических отведениях повышен. Возможно, это объясняется тем, что по мере старения уменьшается экскурсия грудной клетки и как следствие изменяется присасывающая функция сердца, что приводит к повышению диастолического индекса и создает предпосылки венозного застоя крови.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило выявить возрастные особенности реоэнцефалографии, связанные с фазами дыхания. У обследуемых, начиная с возраста 50–55 лет и старше, отмечается неблагоприятный тип регионарных сосудистых реакций на инспираторно-экспираторную пробу: отсутствует динамика тонуса артерий среднего звена левого и правого полушарий (бассейны передней и средней мозговых артерий). Реоэнцефалографическая реакция молодых людей 18–35 лет характеризовалась инспираторной дилатацией мелких церебральных артерий и отсутствием выраженных признаков регионарного венозного застоя крови. Принято считать такую реакцию наиболее физиологически обоснованной и соответствующей адекватному метаболическому запросу уровню кровоснабжения мозга. Сбалансированная венозно-артериальная реакция позволяет поддерживать

церебральное кровоснабжение в различные фазы дыхательного цикла.

К 50–55 годам контур реограмм приобретает гипертонический вид с высоким расположением инцизуры в верхней четверти полной амплитуды реографической волны. Гипертонус артериальных сосудов распределения сохраняется в динамике дыхательной пробы. Таким образом, создаются гемодинамические предпосылки к снижению притока крови в начальный участок сосудов обмена, то есть к проксимальному отрезку капилляров серого вещества. Это является неблагоприятным фактором, указывающим на снижение обменных метаболических процессов – дефицит притока крови. В свою очередь именно этот установленный факт позволяет нам высказать предположение о развитии реакций адаптации, что отражено возрастным снижением венозного оттока во всех исследуемых областях в состоянии покоя у людей 50–55 лет.

Церебральная гемодинамика является мозаичной, характеризуется выраженной индивидуальной асимметрией тонуса и кровенаполнения регионарных артерий различного функционального уровня, и кроме того имеет особенности, обусловленные спецификой профессиональной деятельности обследуемых, например, многочасовое напряженное положение шейного отдела позвоночника в связи с работой на компьютере, монитор которого зачастую расположен вопреки правилам эргономики работы оператора ЭВМ. Таким образом, не исключено постепенное многолетнее приспособление регионарной сосудистой системы, компенсирующее асимметрию и дефицит артериального притока крови к полушариям, что нашло свое отражение в параметрах реоэнцефалографии у людей старшей возрастной группы.

При проведении ежегодных медицинских осмотров трудоспособного населения рекомендуется включать в план функциональной диагностики реоэнцефалографическое обследование на фоне дыхательной пробы с последующим количественно-качественным анализом реограмм, особенно у людей старше 50 лет, с целью выявления нарушений кровотока головного мозга и создания превентивных программ антистарения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-013-00387)

Список литературы

1. Foo M. X. R. Premature aging syndromes: From patients to mechanism / M. X. R. Foo, P. F. Ong, O. Dreesen // J. of Dermatological Science. – 2019. – 96(2). – P. 58–65.
2. Piccirillo F. Changes of the coronary arteries and cardiac microvasculature with aging: Implications for translational research and clinical practice / F. Piccirillo, M. Carpenito, G. Verolino, C. Chellob, A. Nusca et al. // Mechanisms of Ageing and Development. – 2019. – 184. – P. 111161. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mad.2019.111161>
3. Green C. L. Regulation of metabolic health by essential dietary amino acids / C. L. Green, D. W. Lamming // Mechanisms of Ageing and Development. – 2019. – 177. – P. 186–200. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mad.2018.07.004>
4. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2018 году» / Ред. колл.: В. Е. Сазонов [и др.]; комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской

- области. – Ижевск: ООО «Принт», 2019. – 300 с. URL: <https://oblkompriroda.volgograd.ru/upload/iblock/3cc/Doklad-2018.pdf>
5. Armstead W. M. Age and cerebral circulation / W. M. Armstead // *Pathophysiology*. – 2005. – 12(1). – P. 5–15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2005.01.002>
 6. Moerman A. Why and how to assess cerebral autoregulation? / A. Moerman, S. De Hert // *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*. – 2019. – 33(2). – P. 211–220. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2019.05.007>
 7. Meng L. Cardiac output and cerebral blood flow: the integrated regulation of brain perfusion in adult humans / L. Meng W. Hou, J. Chui, et al. // *Anesthesiology*. – 2015. – 123. – P. 1198–1208. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000872
 8. Исупов И. Б. О применении функциональных нагрузочных проб с задержкой дыхания для изучения церебрального кровообращения у практически здоровых молодых людей / И. Б. Исупов // *Известия Волгоградского государственного педагогического университета*. – 2007. – 6(24). – С. 111–116. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_11992755_91140572.pdf
 9. Tzeng Y. Fundamental relationships between blood pressure and cerebral blood flow in humans / Y. Tzeng, B. MacRae, P. Ainslie et al. // *J. Appl Physiol*. – 2014. – 117. – P. 1037–1048. URL: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00366.2014>
 10. Fitch W. Physiology of the cerebral circulation / W. Fitch // *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*. – 1999. – 13(4). – P. 487–498. URL: <https://doi.org/10.1053/bean.1999.0043>
 11. Laycock J. R. D. Physiology and dynamics of the cerebral circulation / J. R. D. Laycock // *Current Anaesthesia & Critical Care*. – 1990. – 1(2). – P. 72–76. URL: [https://doi.org/10.1016/S0953-7112\(05\)80079-1](https://doi.org/10.1016/S0953-7112(05)80079-1)
 12. Das P. Applied cerebral physiology / P. Das, A. Luoma // *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. – 2020. – 21(1). – P. 45–50. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2019.10.012>

AGE SPECIFIC FEATURES OF REOENCEPHALOGRAPHY ASSOCIATED WITH RESPIRATORY PHASES

Sevriukova G. A.^{1,3}, Khvastunova I. V.², Isupov I. B.¹

¹*Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation*

²*Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation*

³*Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation*

E-mail: sevrykova2012@yandex.ru

The article presents the results of a study on the cerebral hemodynamics of residents of the Volgograd region (165 respondents: 18–35 years old; 50–55 years; 56–60 years and over 61 years), making it possible to identify the parameters that are the most informative for assessing of blood supply disorders of the brain.

Objective: to study the age features of cerebral blood circulation connected with breath phases.

Evaluation of the functional state of the cerebral hemodynamics was carried out on the basis of comprehensive studies of blood supply to the brain (rest and against the background of respiratory test) using the method of reoencephalography.

The reoencephalographic examination was performed in 4 leads (FM, OM left hemisphere; FM, OM right hemisphere). Indicators were registered: integral index of pulse filling, amplitude-frequency index, rheographic index, time of propagation of the rheographic wave, average vessel filling rate, venous outflow, dicrotic index, diastolic

index.

Decrease in total pulse blood filling of the brain at respondents of 50–55 years is revealed. In the dynamics of respiratory test myogenic reactions of vasoconstriction of resistive arteries of the brain in people of older age (50–55 years and older) are slightly expressed. The limit of vasoconstrictor reactions caused by the aging of the body is the cause of deterioration of the conditions of regional blood outflow.

The inconsistency of the ratio of regional blood flow to its outflow is a marker of the reduction of adaptive reactions of the circulatory system of people over 50 years of age with an increase in venous pressure in the upper vena cava system.

The information value, efficiency and safety of the reographic study at rest and against the background of respiratory test allows it to be recommended for inclusion in the plan of dispensary observations, especially those over 50 years of age.

Keywords: reoencephalography, respiratory test, organism ageing, arterial tone, venous outflow, cerebral hemodynamics.

References

1. Foo M. X. R., Ong P. F., Dreesen O. Premature aging syndromes: From patients to mechanism, *J. of Dermatological Science*, **96(2)**, 58 (2019).
2. Piccirillo F., Carpenito M., Verolino G., Chellob C., Nusca A. et al. Changes of the coronary arteries and cardiac microvasculature with aging: Implications for translational research and clinical practice, *Mechanisms of Ageing and Development*, **184**, 111161 (2019).
3. Green C. L., Lamming D. W. Regulation of metabolic health by essential dietary amino acids, *Mechanisms of Ageing and Development*, **177**, 186 (2019).
4. Sazonov V. E. et al. Report «On the state of the environment of the Volgograd region in 2018», *Committee of natural resources, forestry and ecology of the Volgograd region*, 300 (Izhevsk, 2019)
5. Armstead W. M. Age and cerebral circulation, *Pathophysiology.*, **12(1)**, 5 (2005).
6. Moerman A., Hert S. Why and how to assess cerebral autoregulation? *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, **33(2)**, 211 (2019).
7. Meng L., Hou W., Chui J. et al. Cardiac output and cerebral blood flow: the integrated regulation of brain perfusion in adult humans, *Anesthesiology*, **123**, 1198 (2015).
8. Isupov I. B. On the use of functional load tests with breath retention for the study of cerebral circulation in healthy young people, *Ivzestia of the Volgograd State Pedagogical University*, **6(24)**, 111 (2007).
9. Tzeng Y., MacRae B., Ainslie P. et al. Fundamental relationships between blood pressure and cerebral blood flow in humans, *J. Appl Physiol.*, **117**, 1037 (2014).
10. Fitch W. Physiology of the cerebral circulation, *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, **13(4)**, 487 (1999)
11. Laycock J. R. D. Physiology and dynamics of the cerebral circulation, *Current Anaesthesia & Critical Care*, **1(2)**, 72 (1990)
12. Das P., Luoma A. Applied cerebral physiology, *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, **21(1)**, 45 (2020)