

УДК 612.15

DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-3-32-44

ОСОБЕННОСТИ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ЛЮДЕЙ ПРЕДПЕНСИОННОГО ВОЗРАСТА

Веселовская Е. Д., Севрюкова Г. А.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, Россия
E-mail: veselovskaya15@mail.ru*

Статья посвящена исследованию церебральной гемодинамики у людей предпенсионного возраста (женщины $n = 104$, мужчины $n = 83$). Эукинетический тип кровообращения отмечался у 52,6 % женщин зрелого возраста второго периода. Преобладание гипокинетического типа у мужчин и женщин пожилого возраста, обуславливает значимые изменения в соотношении церебрального притока крови ее оттоку и свидетельствует о снижении приспособительных реакций системы кровообращения. Люди предпенсионного возраста с гиперкинетическим типом составляют группу риска и имеют значимые отклонения параметров реоэнцефалографии от возрастной нормы. Лимит вазоконстрикторных реакций, обусловленный инволюционными процессами, является причиной ухудшения условий регионарного оттока крови, что необходимо учитывать при проведении функциональных проб у людей старше 50 лет.

Ключевые слова: реоэнцефалография, предпенсионный возраст, церебральная гемодинамика, тип системного кровообращения.

ВВЕДЕНИЕ

Превентивная медицина – современное направление, целью которого является профилактика любого рода расстройств и сохранение активного долголетия у людей предпенсионного возраста [1]. В настоящее время остается в приоритете функциональная диагностика жизнеобеспечивающих систем и программы, направленные на профилактику различных возрастных заболеваний [2, 3]. Среди них особое значение приобретают заболевания сердечно-сосудистой системы, процент которых растет с каждым годом [4].

Известно, что важная роль в кровоснабжении головного мозга отводится виллизиевому кругу, способному в определенных условиях компенсировать функционально нарушенный кровоток [5]. При этом до 20–25 % крови поступает в головной мозг, обеспечивая должный уровень кислорода, являющегося окислителем в биохимических реакциях клеточного уровня для адекватного образования и сохранения энергии организмом. В ряде работ показано, что кровоснабжение структур головного мозга изменяется и в большей степени зависит от течения инволюционных процессов, особенно у людей старшей возрастной группы [6, 7].

Известно, что кровоснабжение мозга осуществляется сосудами каротидного и вертебрально-базиллярного бассейнов. При этом должный уровень артериального

давления на уровне системы церебральных сосудов поддерживается за счет изменения тонуса резистивных артерий головного мозга. Тонус артериальных сосудов прекапиллярного звена обеспечивает адекватный приток крови. Механизмы констрикции и дилатации артериол обладают высокой оперативностью и позволяют своевременно устранять функциональные признаки церебрального венозного застоя крови [7, 8]. В связи с вышеизложенным целью работы явилось изучение особенностей церебральной гемодинамики у людей предпенсионного возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании на добровольной основе и с соблюдением принципов информированного согласия приняли участие люди предпенсионного возраста: женщины от 50 лет до 55 лет – первая условная группа (n = 76), женщины от 56 до 60 лет – вторая условная группа (n = 64); мужчины от 55 до 60 лет – первая условная группа (n = 65), мужчины от 61 до 65 лет – вторая условная группа (n = 68). При этом такое распределение совпадает с возрастной периодизацией [9]: зрелый возраст (2-й период) для мужчин 35 – 60 лет, для женщин 35 – 55 лет, что соответствует первой условной группе; пожилой возраст от 55 для женщин и от 60 лет для мужчин до 75 лет, что соответствует второй условной группе.

Участвующие предпенсионеры являются преимущественно работниками умственного труда и не имеют прогрессирующих нервно-мышечных или неврологических расстройств, а также противопоказаний со стороны сердечно-сосудистой системы.

Полушарная реоэнцефалография (РЭГ) осуществлялась в стандартных отведениях: фронтально-мастоидальные (FM) и окципито-мастоидальные отведения (OM) («РЕО-СПЕКТР», «Нейрософт», г. Иваново). Регистрировали: реографический индекс (РИ, у.е.), амплитудно-частотный показатель (АЧП, у.е.), время быстрого наполнения (Альфа1, с), скорость медленного наполнения (V_{cp} , Ом/с), венозный отток (ПВО, %), дикротический индекс (ДИК, %), диастолический индекс (ДИА, %), коэффициент асимметрии реографического индекса (КаРИ, %). Нормативные значения представлены в таблице 1 [10–12]. Запись реоэнцефалограммы проводилась в состоянии спокойного бодрствования с открытыми глазами, обследуемые располагались в удобной позе в кресле. У обследуемых определяли систолическое (САД, мм рт.ст.), диастолическое (ДАД, мм рт.ст.) артериальные давления, частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) автоматическим тонометром «OMRON M2 Basic» (Япония). Рассчитывались пульсовое давление (ПД, мм рт.ст.), ударный объем крови по формуле Старра (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин). Площадь тела (S, см²) определялась по формуле Дюбуа, сердечный индекс (СИ, л/мин/м²) рассчитывался как отношение МОК к S [13].

Статистический анализ данных проводили с помощью программы IBM SPSS, v. 26.0. Нормальность распределения оценивали с применением критерия Колмогорова–Смирнова с последующим применением параметрического или непараметрического методов. Различия считались значимыми при $p \leq 0,05$.

Таблица 1

**Возрастные нормы показателей реоэнцефалографии в зависимости от
возрастного критерия**

Показатели РЭГ	36-55 лет		старше 55 лет	
	FM	OM	FM	OM
РИ, у.е.	1,0-1,5	0,8-1,2	0,9-1,4	0,7-1,4
АЧП, у.е.	1,37-2,25	0,87-1,5	1,37-2,25	0,87-1,5
Альфа1, с	0,04-0,05	0,04-0,05	0,04-0,05	0,04-0,0
Vcp, Ом/с	0,6-1,4	0,2-0,8	0,6-1,4	0,2-0,8
ПВО, %	0-20	0-20	0-30	0-30
ДИК, %	55-70	60-75	60-80	65-85
ДИА, %	55-85	60-90	65-85	65-90
КаРИ, %	0-10	0-20	0-10	0-20

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным реоэнцефалографии установлены возрастные изменения в кровоснабжении головного мозга у людей предпенсионного возраста (табл. 2, 3).

У женщин относительно нормативных значений как в возрастной группе 50–55 лет, так и в группе 56–60 лет выявлены отклонения. В бассейне внутренней сонной артерии и в вертебрально-базилярном бассейне имеются тенденции к повышению объемного церебрального кровотока по реографическому индексу относительно возрастной нормы (в среднем по группе 50–55 лет в FM_{л. п} отведениях на 11,8–14,4 %; в OM_{л. п} отведениях на 21,1–23,1 %; в группе 56–60 лет в FM_{л. п} отведениях на 12,1–22,8 %; в OM_{л. п} отведениях на 3,2–10,2 %). При этом амплитудно-частотный показатель имел разнонаправленные отклонения. В FM_{л. п} отведениях он оказался выше нормативных значений в пределах 14,4–27,8 %, тогда как в OM_{л. п} отведениях – ниже на 3,9–13,1 %. У всех женщин отмечалось повышение относительно нормативных значений показателя, отражающего сосудистый тонус на уровне прекапилляров по данным дикротического индекса.

Независимо от возраста у женщин не было зарегистрировано наличие пресистолической венозной волны, что является благоприятным признаком. При этом отмечалось снижение тонуса средних и мелких артерий по скорости медленного наполнения сосудов, затруднение венозного оттока крови из региона и полушарная асимметрия кровенаполнения.

У мужчин предпенсионного возраста в состоянии покоя в бассейне внутренней сонной артерии отмечается тенденция к повышению объема кровотока по реографическому индексу и амплитудно-частотному показателю относительно нормативных значений. При этом наблюдается тенденция к снижению тонуса мелких и средних артерий по скорости медленного наполнения сосудов головного мозга.

Таблица 2

Показатели церебральной гемодинамики у женщин предпензионного возраста в состоянии оперативного покоя (Me (Q₂₅-Q₇₅))

Группы / Показатели		РИ	АЧП	Альфа 1	V _{ср}	ПВО	ДИК	ДИА	КаРИ	
Женщины	50-55 лет	FM _л	1,79 (1,52-2,11)	1,97 (1,39-2,47)	0,04 (0,036-0,045)	0,64 (0,52-0,72)	28,0 (20,0-37,3)	80,0 (76,0-87,0)	76,0 (69,0-84,0)	23,0 (12,3-32,5)
		FM _п	1,77 (1,29-2,12)	2,05 (1,39-2,38)	0,039 (0,037-0,043)	0,67 (0,48-0,76)	25,5 (21,3-32,5)	80,0 (74,0-86,0)		
		OM _л	0,95 (0,55-1,32)	1,08 (0,58-1,93)	0,033 (0,032-0,04)	0,37 (0,21-0,57)	27,5 (21,5-42,0)	76,0 (69,0-85,0)	83,0 (61,0-89,0)	
		OM _п	0,89 (0,73-1,24)	1,21 (0,88-1,38)	0,035 (0,029-0,038)	0,34 (0,27-0,43)	39,0 (24,5-48,5)	72,0 (67,0-85,0)	77,0 (69,0-86,0)	
	56-60 лет	FM _л	1,61 (1,31-1,94)	1,95 (1,67-2,41)	0,039 (0,035-0,043)	0,53 (0,47-0,72)	33,0 (29,0-41,3)	79,0 (74,0-82,0)	75,0 (68,0-82,0)	27,5 (13,3-62,3)
		FM _п	2,05 (1,49-2,45)	2,55 (1,64-2,99)	0,038 (0,036-0,041)	0,74 (0,53-0,91)	35,5 (20,3-40,0)	75,0 (65,0-82,0)	73,0 (66,0-79,0)	
		OM _л	0,99 (0,72-1,67)	1,25 (0,72-1,72)	0,035 (0,031-0,038)	0,41 (0,28-0,59)	34,5 (17,8-45,0)	77,0 (67,0-84,0)	83,0 (69,0-87,0)	
		OM _п	0,87 (0,67-1,12)	1,07 (0,85-1,38)	0,037 (0,033-0,038)	0,33 (0,25-0,46)	27,0 (23,3-40,3)	73,0 (59,0-85,0)	76,0 (63,0-85,0)	

Примечание: FM – фронтально-мастоидальное отведение, OM – окципитально-мастоидальное отведение, индексы л – левое полушарие, п – правое полушарие

В отличие от женщин у мужчин установлено значимое повышение дикротического индекса в FM_{л, п} отведениях во второй условной группе по сравнению с мужчинами первой условной группы на 54,7–61,1 %.

В вертебрально-базилярном бассейне у всех мужчин выявлена тенденция к повышению тонуса средних и мелких сосудов по реографическому индексу. Значимое повышение дикротического индекса относительно нормативных значений отмечалось у мужчин второй условной группы по сравнению с таковым параметром в первой группе на 41,7–44,3 %. При этом тонус крупных артерий, определяемый по скорости медленного наполнения не выходил за пределы допустимых возрастных отклонений.

У мужчин по данным РЭГ как в бассейне внутренних сонных артерий, так и в вертебрально-базилярном бассейне наблюдается затруднение венозного оттока крови, а в вертебрально-базилярном бассейне выявлена асимметрия кровенаполнения.

Таблица 3

Показатели церебральной гемодинамики у мужчин предпензионного возраста в состоянии оперативного покоя (Me (Q₂₅-Q₇₅))

Группы / Показатели		РИ	АЧП	Альфа 1	V _{ср}	ПВО	ДИК	ДИА	КаРИ		
Мужчины	55-60 лет	FM _л	1,42 (1,31-1,63)	1,72 (1,46-2,00)	0,038 (0,036-0,039)	0,55 (0,46-0,87)	34,0 (21,5-39,0)	84,0 (77,0-91,0)	85,0 (71,0-94,0)	17,0 (12,0-22,5)	
		FM _п	1,52 (1,32-1,63)	1,67 (1,53-2,08)	0,04 (0,035-0,045)	0,61 (0,47-0,96)	33,0 (17,5-40,5)	80,0 (59,0-83,0)	75,0 (56,0-84,0)		
		OM _л	1,19 (0,69-1,43)	1,26 (0,88-1,81)	0,036 (0,033-0,041)	0,46 (0,29-0,57)	36,0 (23,5-48,0)	80,0 (69,0-89,0)	85,0 (71,0-95,0)		38,0 (12,0-45,5)
		OM _п	1,11 (0,88-1,48)	1,36 (1,11-1,69)	0,038 (0,035-0,043)	0,58 (0,43-0,65)	28,0 (15,5-40,5)	70,0 (57,0-81,0)	79,0 (62,0-83,0)		
	61-65 лет	FM _л	1,19 (0,98-2,61)	1,39 (1,04-2,58)	0,034 (0,031-0,042)	0,38 (0,32-0,85)	27,0 (16,0-44,0)	92,0 (79,0-94,0)	92,0 (76,0-99,0)	19,0 (12,-)27,0)	
		FM _п	1,64 (1,15-2,42)	1,64 (1,30-2,24)	0,038 (0,034-0,062)	0,52 (0,41-0,74)	17,0 (8,0-29,0)	84,0 (81,0-89,0)*	86,0 (71,0-92,0)		
		OM _л	0,76 (0,63-1,27)	0,89 (0,66-1,41)	0,035 (0,03-0,043)	0,23 (0,18-0,4)	34,0 (25,0-64,0)	88,0 (79,0-94,0)	93,0 (83,0-98,0)		36,0 (22,0-52,0)
		OM _п	1,09 (0,8-1,91)	1,15 (0,97-2,08)	0,06 (0,027-0,043)	0,36 (0,26-0,61)	23 (19-35)	87 (73-91)*	88 (76-95)		

Примечание: FM – фронтально-мастоидальное отведение, OM – окципитально-мастоидальное отведение, индексы л – левое полушарие, п – правое полушарие, * – значимые различия при сравнении первой и второй условных групп ($p \leq 0,05$)

Выявленные разнонаправленные отклонения фоновых значений показателей РЭГ в целом укладываются в допустимые пределы нормативных значений ($\pm 20\%$). Однако, показатели, характеризующие интенсивность артериального кровотока (АЧП), тонус и эластичность сосудов ($V_{ср}$, ДИК), а также венозный отток крови из исследуемого региона (ПВО) как у женщин, так и у мужчин имели широкий межквартильный диапазон, что позволяет использовать их в качестве индивидуально-типологических переменных критериев оценки церебрального кровоснабжения.

Распределение обследуемых по типам системного кровообращения с учетом полового и возрастного критериев позволило выявить преобладание лиц с гипокинетическим типом кровообращения (69,2 %) среди мужчин первой условной группы, тогда как у женщин преобладающим оказался эукинетический тип кровообращения (52,6 %) (табл. 4).

Во второй условной группе как у мужчин, так и у женщин преобладающим типом кровообращения оказался гипокинетический тип (57,1 % и 46,2 % соответственно), в то время как гиперкинетический тип чаще встречался у женщин, чем у мужчин.

Представленность эукинетического типа кровообращения у обследуемых мужчин пожилого возраста оказалась выше по сравнению с мужчинами зрелого возраста 2 периода.

Таблица 4
Сопряженное соотношение типов системного кровообращения с учетом
полового и возрастного критериев (%)

Группы		Гипокинетический тип	Эукинетический тип	Гиперкинетический типа
Первая условная группа	Мужчины	69,2	15,4	15,4
	Женщины	31,6	52,6	15,8
Вторая условная группа	Мужчины	57,1	40,1	2,8
	Женщины	46,2	30,8	23,1

Степень отклонения показателей церебральной гемодинамики от нормативных значений у женщин и мужчин в зависимости от типа системного кровообращения представлены в таблицах 5, 6.

Количественный анализ РЭГ позволил установить снижение амплитудно-частотного показателя на 21,2 % и повышение реографического индекса на 32,2 % в ОМ_д отведении у женщин первой условной группы с гипокинетическим типом кровообращения. При этом у них выявлено затруднение венозного оттока как с левой, так и с правой стороны (повышение ПВО более 40 %). У этой группы женщин также были повышены дикротический индекс с 29,5 по 39,2 % и коэффициент асимметрии более 40 % относительно нормы.

Напротив, у женщин второй условной группы с гипокинетическим типом кровообращения реографический индекс и амплитудно-частотный показатель находились в пределах возрастной нормы. Однако, отклонения показателя венозного оттока (33,3–57,5 %), дикротического индекса (28,2–30,5 %) и коэффициента асимметрии имели схожую картину, но оказались менее выражены, что свидетельствует об адаптации церебрального кровообращения в условиях естественной инволюции.

У женщин первой условной группы с эукинетическим типом кровообращения наблюдалось повышение в FM-отведении реографического индекса справа на 20,8 %, а слева диастолического индекса на 21,9 %. При этом затруднение венозного оттока наблюдалось с обеих сторон. Коэффициент асимметрии у них повышался в FM_{д, п} и ОМ_{д, п} отведениях более 40 %.

Таблица 5

Степень отклонения показателей церебральной гемодинамики от нормативных значений у женщин в зависимости от типа системного кровообращения

Тип, отведение, условные группы / показатели РЭГ		РИ	АЧП	Альф а1	V _{ср}	ПВО	ДИК	ДИА	
Гипокинетический тип	FM _л	1	-	-	-	+	++	+	
		2	-	-	-	+++	+	-	
	FM _п	1	-	-	-	+	++	+	
		2	-	-	-	++	++	-	
	OM _л	1	++	+	-	-	++	++	-
		2	-	-	-	-	+++	+	-
OM _п	1	-	-	-	-	+++	+	-	
	2	-	-	-	-	++	-	-	
Эукинетический тип	FM _л	1	-	-	-	+++	++	+	
		2	+	+	-	-	+++	++	-
	FM _п	1	-	-	-	-	+++	++	-
		2	++	++	-	-	+++	+	-
	OM _л	1	-	-	-	-	+++	-	-
		2	-	-	-	-	+++	+	-
OM _п	1	+	-	-	-	+++	+	-	
	2	-	+	-	-	+++	-	-	
Гиперкинетический тип	FM _л	1	++	+++	-	-	+++	+	-
		2	+	++	-	-	+++	+++	-
	FM _п	1	+++	+++	-	-	+++	++	-
		2	+++	+++	-	-	+++	++	-
	OM _л	1	+	-	-	-	+++	-	-
		2	++	-	-	-	+++	+	-
OM _п	1	+++	+	-	+	+++	-	-	
	2	+	-	-	-	+++	+	-	

Примечание: FM – фронто-мастоидальное отведение, OM – окципито-мастоидальное отведение, индексы л – левое полушарие, п – правое полушарие; 1 – первая условная группа (женщины 50–55 лет), 2 – вторая условная группа (женщины 56–60 лет); «-» – показатель РЭГ в допустимых пределах нормы; «+» – отклонение от нормативных значений 20–30% (K1); «++» – отклонение от нормативных значений 30–40% (K2); «+++» – отклонение от нормативных значений более 40% (K3)

Во второй условной группе у женщин с эукинетическим типом в FM_{л, п} отведениях выявлено повышение реографического индекса на 24,5–31,5%, амплитудно-частотного показателя на 25,3–36,5%. Однако, в OM_{л, п} отведениях амплитудно-частотный показатель оказался ниже на 23% относительно нормативных значений. Во всех отведениях наблюдалось повышение показателя

венозного оттока более 40 % от возрастной нормы, дикротического индекса и коэффициента асимметрии до 30 %.

Таблица 6
Степень отклонения церебральной гемодинамики от нормативных значений у мужчин в зависимости от типа системного кровообращения

Тип, отведение, условные группы / показатели РЭГ		РИ	АЧП	Аль фа1	Vcp	ПВО	ДИК	ДИА		
Гипокинетический тип	FM л	1	-	-	-	-	+++	+++	-	
		2	+++	+++	-	-	+	+++	-	
	FM п	1	-	-	-	-	++	+	++	
		2	+++	-	-	-	++	+++	-	
	OM	л	1	-	-	-	+++	++	+	
			2	+++	-	-	-	++	-	
		п	1	+	-	-	-	++	+	-
			2	+++	-	-	-	+	+++	-
	Эукинетический тип	FM л	1	-	-	+	-	+++	++	-
			2	-	-	-	++	+++	+++	+++
FM п		1	-	-	++	-	+++	++	+	
		2	-	-	++	+	++	+++	++	
OM		л	1	-	-	-	-	+++	+	-
			2	-	-	-	+	+++	+++	+++
		п	1	-	-	+	-	+++	+	-
			2	-	+	++	-	+++	+++	+
Гиперкинетический тип		FM л	1	-	++	-	-	+++	++	-
			2	-	-	-	++	+++	+++	+++
	FM п	1	-	-	+++	-	+++	-	-	
		2	-	-	+++	+	+	+++	++	
	OM	л	1	+++	-	+++	-	+++	-	-
			2	++	-	-	+	+++	+++	+++
		п	1	+++	++	+++	-	+++	-	-
			2	-	-	++	-	+++	+++	+

Примечание: FM – фронтально-мастоидальное отведение, OM – окципитально-мастоидальное отведение, индексы л – левое полушарие, п – правое полушарие; 1 – первая условная группа (мужчины 55–60 лет), 2 – вторая условная группа (мужчины 61–65 лет); «-» – показатель РЭГ в допустимых пределах нормы; «+» – отклонение от нормативных значений 20–30 % (K1); «++» – отклонение от нормативных значений 30–40 % (K2); «+++» – отклонение от нормативных значений более 40 % (K3)

У женщин с гиперкинетическим типом кровообращения независимо от возраста наблюдалось повышение реографического индекса до 58,7 %, показателя

венозного оттока более 40 % относительно нормативных значений. В первой условной группе дикротический индекс увеличивался только в $FM_{л, п}$ отведениях, тогда как во второй условной группе повышение этого показателя наблюдалось в каждом исследуемом отведении ($FM_{л, п}$, $OM_{л, п}$) относительно возрастной нормы. Повышение скорости медленного наполнения сосудов на 26,3 % в $OM_{п}$ отведении отмечено только у женщин первой условной группы.

Амплитудно-частотный показатель у пожилых женщин отличался от нормативных значений только в $FM_{л, п}$ отведениях, тогда как у женщин зрелого возраста 2 периода АПЧ оказался повышенным во всех отведениях ($FM_{л, п}$, $OM_{л, п}$). При этом у женщин первой условной группы отклонение коэффициента асимметрии зарегистрировано в $OM_{л, п}$ отведениях (более 40 %), у женщин второй условной группы – в $FM_{л, п}$ отведениях.

Исследование церебральной гемодинамики у мужчин позволило установить, что РЭГ в первой условной группе с гипокинетическим типом кровообращения характеризовалась увеличением реографического индекса в $OM_{п}$ отведении на 20,9 %. При этом во всех отведениях выявлено увеличение показателя венозного оттока свыше 40 %, дикротического индекса до 41,7 %. Повышение диастолического индекса наблюдалось в $FM_{л}$ и $OM_{л}$ отведениях на 34,4 % и 20,8 % соответственно. Увеличение значения коэффициента асимметрии установлено в $OM_{л, п}$ отведениях более 40 % от возрастной нормы.

У мужчин второй условной группы с гипокинетическим типом кровообращения отмечалось повышение реографического индекса во всех отведениях в диапазоне более 40%, показателя венозного оттока на 20,2–38,7%, дикротического индекса на 39–54,5%. Увеличение амплитудно-частотного показателя выявлено только в $FM_{л}$ отведении на 29%. Коэффициент асимметрии в большей степени оказался увеличенным в $OM_{л, п}$ отведениях.

У мужчин с эукинетическим типом в первой условной группе выявлено разнонаправленное отклонение скорости медленного наполнения. Так в $FM_{л, п}$ отведениях отмечается уменьшение этого параметра на 21,5–29,5 %, тогда как в $OM_{л, п}$ отведениях повышение на 23,5 %. Для мужчин этой группы было характерно затруднение венозного оттока и повышение тонуса средних артерий, особенно в $FM_{л, п}$ отведениях. Коэффициент асимметрии в большей степени повышался в $OM_{л, п}$ отведениях свыше 40 % относительно нормативных значений.

Во второй условной группе у мужчин с эукинетическим типом кровообращения отмечалось снижение амплитудно-частотного показателя $OM_{п}$ отведении на 20,7 %, повышение времени быстрого наполнения сосудов в $FM_{п}$ и $OM_{п}$ отведениях, тогда как увеличение скорости медленного наполнения на 26,3–37,3 % и затруднение венозного оттока отмечалось во всех исследуемых отведениях ($FM_{л, п}$, $OM_{л, п}$). При этом повышение коэффициента асимметрии более 40 % наблюдалось только в $OM_{л, п}$ отведениях.

У мужчин первой условной группы с гиперкинетическим типом выявлено увеличение большинства показателей РЭГ во всех исследуемых отведениях относительно возрастной нормы, что может являться неблагоприятным признаком. При этом во второй условной группе у мужчин с гиперкинетическим типом

наблюдалось снижение амплитудно-частотного показателя в $OM_{\text{л}}$ отведении на 24,6 %, а также скорости медленного наполнения во всех отведениях на 24,4–37,6 %. По нашему мнению, полученные результаты могут свидетельствовать о приспособительных реакциях системы кровоснабжения головного мозга у данной категории мужчин в процессе естественной инволюции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гетерогенность церебрального кровообращения, обусловленная широким межквартильным диапазоном показателей РЭГ, характеризующих интенсивность артериального кровотока (АЧП), тонус и эластичность сосудов ($V_{\text{ср}}$, ДИК), а также венозный отток крови из исследуемого региона (ПВО) в FM- и OM-отведениях свидетельствует о внутригрупповой неоднородности и наличии индивидуально-типологических различий, зависящих от системного типа кровообращения.

Преобладание гипокинетического типа у мужчин и женщин пожилого возраста, обуславливает значимые изменения в соотношении церебрального притока крови ее оттоку и свидетельствует о снижении приспособительных реакций системы кровообращения. Поддержание должного уровня артериального давления происходит за счет повышения общего периферического сопротивления сосудов при снижении работы миокарда, а также, по-видимому, связан со снижением эластичности сосудов разного калибра и особенностями чувствительности рецепторов сосудистой стенки к гормональным факторам [14].

В результате проведенного исследования установлена закономерность изменения регионарного церебрального кровообращения в зависимости от возрастного критерия и типа системного кровообращения. Как оказалось, в мужской когорте наиболее выраженные отклонения наблюдались во второй условной группе с гипокинетическим и эукинетическим типами, где количество параметров с отклонениями КЗ (свыше 40 % от нормативных значений) в 3 раза превышало таковые параметры РЭГ по сравнению с первой условной группой. Однако, мужчины с гиперкинетическим типом кровообращения независимо от возраста имели значимые отклонения исследуемых параметров РЭГ от возрастной физиологической нормы.

Среди женщин предпенсионного возраста в меньшей степени прослеживаются различия между первой и второй условными группами в зависимости от типа системного кровообращения. При этом максимальное количество показателей РЭГ с отклонениями свыше 40,0 % от нормативных значений также наблюдалось в группах с гиперкинетическим типом кровообращения.

Таким образом, людей предпенсионного возраста с гиперкинетическим типом кровообращения, имеющих значимые отклонения параметров РЭГ от физиологической нормы можно отнести к группе риска. Лимит вазоконстрикторных реакций, обусловленный инволюционными процессами является причиной ухудшения условий регионарного оттока крови. У людей старше 50 лет изменения в соотношении церебрального притока крови ее оттоку являются маркерами снижения приспособительных реакций системы кровообращения. Выявленные отклонения параметров РЭГ от физиологической нормы необходимо учитывать при

проведении функциональных проб, а также в программах донозологической диагностики, организации оздоравливающих и профилактических мероприятий.

Список литературы

1. Lunenfeld B. The clinical consequences of an ageing world and preventive strategies / B. Lunenfeld, P. Stratton // *Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology*. – 2013. – Т. 27, №. 5. – С. 643–659.
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. Бичурин Д. Р. Сердечно-сосудистые заболевания. Региональный аспект / Д. Р. Бичурин, О. В. Атмайкина, О. А. Черепанова // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2023. – № 8(134). – DOI 10.23670/IRJ.2023.134.103.
5. Vršelja Z. Function of circle of Willis / Z. Vršelja, H. Brkic, S. Mrdenovic et al. // *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. – 2014. – Т. 34, №. 4. – С. 578–584.
6. Ouarné M. From remodeling to quiescence: the transformation of the vascular network / M. Ouarné, A. Pena, C. A. Franco // *Cells & Development*. – 2021. – Т. 168. – С. 203735.
7. Севрюкова Г. А. Возрастные особенности реоэнцефалографии, связанные с фазами дыхания / Г. А. Севрюкова, И. В. Хвастунова, И. Б. Исупов // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*. – 2020. – Т. 6 (72), № 2. – С. 204–213. – DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-2-204-213.
8. 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
9. Залевская М. А. Возрастная периодизация в Российской Федерации в современных условиях / М. А. Залевская // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2020. – № 12-3(102). – С. 17–20. – DOI 10.23670/IRJ.2020.102.12.073.
10. Зенков Л. Р. Функциональная диагностика нервных болезней : Руководство для врачей / Л. Р. Зенков, М. А. Ронкин; Л. Р. Зенков, М. А. Ронкин. – 3. изд., перераб. и доп.. – Москва : МЕДпресс-информ, 2004. – 488 с. – ISBN 5-98322-009-8.
11. Комплекс реографический «Рео-спектр». Методические указания. – ООО «Нейрософт». Россия, Иваново. – 2010. – 152 с.
12. Кулаичев А. П. Компьютерная и функциональная диагностика / А. П. Кулаичев. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 640 с.
13. Аверьянова И. В. Особенности сердечно-сосудистой системы и вариабельности кардиоритма у юношей Магаданской области с различными типами гемодинамики / И. В. Аверьянова, А. Л. Максимов // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. – 2017. – № 40. – С. 132–149. – DOI 10.17223/19988591/40/8.
14. Craven P. A. Effects of extracellular sodium on cytosolic calcium, PGE2 and cAMP in papillary collecting tubule cells / P. A. Craven, F. R. DeRubertis // *Kidney international*. – 1991. – Т. 39, №. 4. – С. 591–597.

FEATURES OF CEREBRAL HEMODYNAMICS IN PEOPLE
OF PRE-RETIREMENT AGE

Veselovskaya E. D., Sevriukova G. A.

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

E-mail: veselovskaya15@mail.ru

The article is devoted to the study of cerebral hemodynamics in people of pre-retirement age, differentiated by age and sex criteria and types of systemic circulation (women (n = 104), men (n = 83)).

Objective: to research of the features of cerebral hemodynamics in people of pre-retirement age. Evaluation of blood supply to the brain was carried out at rest using the reoencephalographic method.

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 and time of propagation of the rheographic wave, average vessel filling rate, venous outflow, dicrotic index, diastolic index and coefficient of asymmetry. The type of systemic circulation was determined using the cardiac index.

The predominance of the hypokinetic type in elderly men and women causes significant changes in the ratio of cerebral blood flow to its outflow and indicates a decrease in adaptive reactions of the circulatory system.

Many men and older women have a hypo-kinetic circulating type, which may be an unfavorable feature. People of pre-retirement age with hyperkinetic type of blood circulation can be classified as a risk group, because they have significant deviations of reoencephalography parameters from the physiological norm.

Changes in the ratio of regional blood inflow to outflow in people over 50 years of age are markers of a decrease in adaptive reactions of the circulatory system. 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 revealed deviations of reoencephalography parameters from the physiological norm should be taken into account when conducting functional tests, as well as in programs of prenosological diagnostics, organization of healing and preventive measures.

Keywords: reoencephalography, pre-retirement age, cerebral hemodynamics, type of systemic circulation.

References

1. Lunenfeld B. and Stratton P., The clinical consequences of an ageing world and preventive strategies, *Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology*, **27(5)**, 643 (2013).
2. Piccirillo F., Carpenito M., Verolino G., Chellob C. and Nusca A., Changes of the coronary arteries and cardiac microvasculature with aging: Implications for translational research and clinical practice, *Mechanisms of Ageing and Development*. **184**, 111 (2019). URL: <https://doi.org/10.1016/j.mad.2019.111161>

3. Green C. L. and Lamming D. W. Regulation of metabolic health by essential dietary amino acids, *Mechanisms of Ageing and Development*. **177**, 186 (2019). URL: <https://doi.org/10.1016/j.mad.2018.07.004>
4. Bichurin D. R., Atmaikina O. V. and Cherepanova O. A. Cardiovascular diseases. a regional aspect, *International Research Journal*, **8(134)** (2023). – DOI 10.23670/IRJ.2023.134.103.
5. Vrselja Z., Brkic H., Mrdenovic S. Function of circle of Willis, *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. **34 (4)**, 578 (2014).
6. Ouarné M., Pena A. and Franco C. A. From remodeling to quiescence: the transformation of the vascular network, *Cells & Development*. **168**, 203 (2021).
7. Sevriukova G. A., Khvastunova I. V. and Isupov I. B. Age specific features of reoencephalography associated with respiratory phases, *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. **6 (72)**, 204 (2020) – DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-2-204-213.
8. Meng L., Hou W. and Chui J., Cardiac output and cerebral blood flow: the integrated regulation of brain perfusion in adult humans, *Anesthesiology*. **123**, 1198. (2015). – DOI: 10.1097/ALN.0000000000000872
9. Zalevskaya M. A., Contemporary conditions of age groups in the russian federation, *International Research Journal*, **12 (102)** (2020). – <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.102.12.073>.
10. Zenkov L. R. and Ronkin M. A. *Functional diagnosis of nervous diseases*, 488 p. (MEDpress-inform, Moscow, 2004.)
11. *Rheographic complex "Rheo-spectrum"*, 152 p. (OOO "Neurosoft", Ivanovo, 2010)
12. Kulaichev A., *Computer and functional diagnostics*, 640 p. (OOO "INFRA-M Scientific Publishing Center", Moscow, 2010)
13. Averyanova I. V. and Maksimov A. L., Cardiovascular profiles and heart rate variability observed in young male residents of Magadan region having different hemodynamic types, *Tomsk State University Journal of Biology*, **40**, 132 (2017). – DOI 10.17223/19988591/40/8.
14. Craven P. A. and DeRubertis F. R., Effects of extracellular sodium on cytosolic calcium, PGE2 and cAMP in papillary collecting tubule cells, *Kidney international*, **39 (4)**, 591 (1991).