

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.172.2+616.831

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И РИТМА СЕРДЦА

А.Я. Рыжов, Д.И. Игнатъев, М.Н. Задорожная, Е.А. Белякова
Тверской государственный университет, Тверь

Рассматриваются во взаимосвязи особенности возрастных изменений показателей мозговой гемодинамики и вариабельности ритма сердца. Показано напряжение регуляторных механизмов, связанного с разноуровневыми механизмами регуляции у лиц молодого и среднего возраста.

Ключевые слова: *реоэнцефалография, мозговая гемодинамика, вариабельность ритма сердца, системы регуляции.*

DOI: 10.26456/vtbio114

Введение. Известно, что сердечно-сосудистая система в онтогенезе у человека претерпевает структурно-функциональные изменения, что в норме приводит к изменениям гемодинамики. Индивидуальный и групповой мониторинг данных изменений может выступать как маркер оценки уровня адаптации организма к изменениям внешней среды (Uchino et al., 1992). Рассматривая особенности системной и церебральной гемодинамики, следует учитывать тот факт, что ее анализ производят применительно к одному и тому же сосудистому бассейну (Москаленко и др., 2006). Дискуссионным остается вопрос о «норме», за которую в большинстве случаев принимают показатели, установленные для лиц молодого возраста, и которые с позиции стандартизированных значений физиологической нормы практически не претерпевают изменений.

Исследование показателей мозговой гемодинамики выявляет их близость у лиц молодого и среднего возраста, хотя с возрастом наблюдается замедление реоэнцефалографических показателей, по которым оценивается состояние артериального компонента (Raz et al., 2007; Водолажская и др., 2010). При этом обнаруживаются синхронные изменения электрической активности мозга, что может указывать на влияние полушарного кровообращения. У женщин при этом обнаруживается тенденция к замедлению ритмической активности, что некоторыми исследователями рассматривается как показатель, свидетельствующий о локальных нарушениях мозговой гемодинамики. При проведении функциональных нагрузочных проб у

большинства лиц молодого возраста преобладает однотипная реакция, в пожилом возрасте могут наблюдаться индивидуальные изменения параметров РЭГ, обусловленные тем, что наряду с функциональными перестройками имеют место и морфологические изменения артерий и вен, связанных с метаболическими перестройками организма (Matteis et al., 1998; Москаленко и др., 2006; Ефремова, 2008).

Стабильность ритма сердечных сокращений на протяжении онтогенеза отражает активность синусного узла, в связи с чем важную роль играет изменение и перестройка форм регуляции. Разобщение взаимодействия сердечно-сосудистого и дыхательного центров, по мнению ряда авторов, может являться интегральным показателем, отражающим снижение вариабельности ритма сердца (Davy et al., 1998; Ferrari et al., 2003; Нидеккер, Куприянова, 2010). У лиц среднего и пожилого возраста отмечается также незначительное снижение барорефлекторной регуляции. Считается, что данные изменения могут происходить без существенного изменения со стороны влияния симпатического звена регуляции, что отмечается при некоторых возрастных патологиях сердечно-сосудистой системы.

Методика. Исследования были проведены на базе Лаборатории Медико-биологических проблем человека Тверского государственного университета с участием молодой группы испытуемых (25-44 лет, 30 человек) и лиц среднего возраста (45-59 лет, 25 человек). Исследуемые лица обоих возрастов составили две группы: контрольную и экспериментальную, в которую входили люди, чья профессиональная деятельность была не связана с преподавательским трудом.

Регистрация ритма сердца проводилась в течении 5 мин в положении лежа в условиях относительного покоя, с использованием реографа «РЕАН-ПОЛИ-6/12» (Медиком МТД, Таганрог) по I стандартному ЭКГ отведению. Анализ записей включал расчет: 1) частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), коэффициента вариации (Cv, %); 2) вариационную пульсометрию с учетом вариационного размаха (ΔX , с), амплитуды моды (АМо, %), индекса напряжения регуляторных систем (ИН, у.е.), 3) спектральный анализ с вычислением общей мощности спектра (ОЧ), мощностей высокочастотного (0,4-0,15 Гц) и низкочастотного (0,15-0,04 Гц) диапазонов, индекса симпатовагусных соотношений (НЧ/ВЧ, у.е.) (Яблчанский, Мартыненко, 2010).

Регистрация РЭГ проводилась по тетраполярной методике в положении сидя по четырем отведениям при фронто-мастоидальном (FM) и окципито-мастоидальном (OM) расположении электродов в двустороннем варианте (правое и левое полушарие). В данной ситуации мы исходили из того, что показатели РЭГ, полученные при такой схеме локализации электродов, являются показателями оценки

кровенаполнения исследуемых сосудистых бассейнов. При этом FM отведения характеризуют состояние кровоснабжения больших полушарий, а OM отведения – состояние гемодинамики бассейна позвоночных артерий продолговатого и заднего мозга. Запись реоэнцефалограмм проводилась на аппаратно-программном комплексе «Валента» (Компания Нео, Санкт-Петербург). При анализе РЭГ оценивались показатели артериального и венозного кровотока в соответствии с работой Ронкина и Иванова (1997): реографический индекс (РИ, у.е.), коэффициент асимметрии (КА, %), скорость быстрого кровенаполнения (Vб, Ом/с), скорость медленного кровенаполнения (Vm, Ом/с) и индекс венозного оттока (ВО, %).

Статистический анализ результатов производился с использованием пакета STATISTICA 6.0.

Результаты и обсуждение. При анализе ритма сердца было отмечено, что для лиц молодого возраста характерно умеренное преобладание активности парасимпатического звена регуляции на фоне нормальной активности нервных центров, что в определенной мере свидетельствует об умеренном напряжении регуляторных механизмов. Также отмечено повышение ИН к границе возрастных периодов (рис. 1), что свидетельствует о росте напряжения регуляторных механизмов с ежегодным приростом. Аналогичная тенденция наблюдается при исследовании зависимости мощности НЧ диапазона у лиц, занятых умственным трудом ($r=0,750$; $p<0,05$), отражающем увеличение симпатического звена регуляции. У группы контроля динамика НЧ в более вариабельна, отсутствует тенденция к росту данного параметра. По нашим данным, это может быть обусловлено спецификой умственного труда, где своеобразным маркером выступает умеренное нервно-психическое напряжение регуляторных механизмов со стороны вегетативной нервной системы. Оно выступает одним из факторов прогностической оценки риска сердечнососудистых заболеваний, особенно у лиц старшего возраста.

Результаты анализа РЭГ у лиц молодой группы, связанных с кровенаполнением артериального бассейна, по FM-отведениям находятся в пределах физиологической нормы и испытывают минимальную вариабельность. По OMs отведениям у обеих групп наблюдается умеренное снижение кровенаполнения по данным РИ. Данный показатель по бассейну позвоночных артерий в экспериментальной группе выше, чем в контрольной ($p<0,01$). По OM-отведениям наблюдается умеренная асимметрия, причем в группе лиц, занятых преподавательским трудом КА статистически значимо выше ($p<0,05$).

По FM-отведениям в контрольной группе выявлена тенденция к снижению коэффициента асимметрии, при этом Vб находится в

пределах физиологической нормы по всем исследуемым сосудистым бассейнам. Это может свидетельствовать о понижении артериального тонуса и, соответственно, о меньшем сосудистом сопротивлении артерий исследуемых бассейнов. Также отмечено, что у испытуемых двух групп наблюдается незначительное затруднение венозного оттока, испытывая максимальное повышение по ОМ-отведению у лиц экспериментальной группы ($p < 0,05$, $p < 0,01$) (рис. 2, табл. 1).

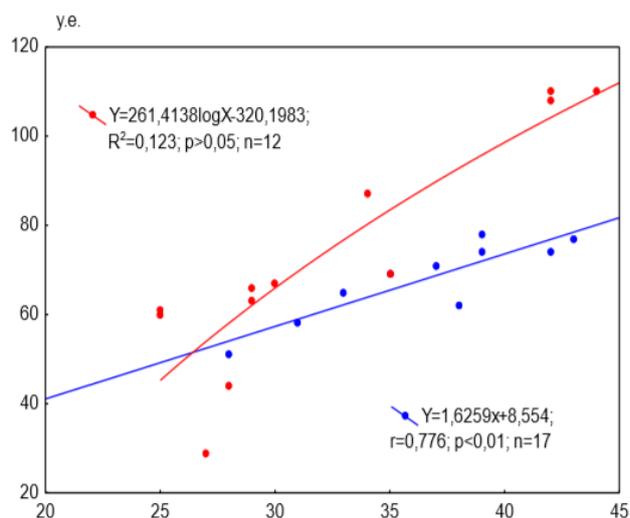


Рис. 1. Регрессионная зависимость ИН от возраста испытуемых молодой возрастной группы – экспериментальной (синий) и контрольной (красный)

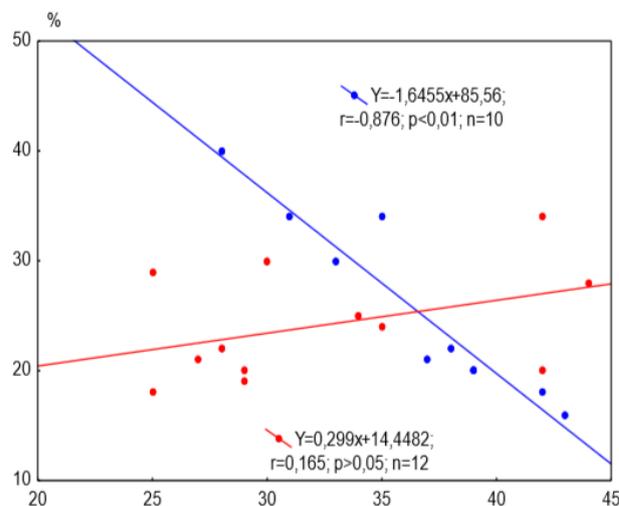


Рис. 2. Регрессионная зависимость ВО ОМs от возраста испытуемых средней возрастной группы – экспериментальной (синий) и контрольной (красный)

Таблица 1

Показатели РЭГ у лиц молодой возрастной группы – экспериментальной (1) и контрольной (2)

Показатель	Статистические параметры	Группа		P _t ≤	P _F ≤
		1	2		
	D	0,30	0,13		
КА FM _s , %	$\bar{X} \pm m$	13,86±3,64	20,76±6,85	–	0,05
	D	199,32	611,00		
КА FM _d , %	$\bar{X} \pm m$	13,86±3,64	20,76±6,85	–	0,05
	D	199,32	611,00		
КА OM _s , %	$\bar{X} \pm m$	20,20±7,73	22,92±3,27	–	0,01
	D	896,3	139,60		
КА OM _d , %	$\bar{X} \pm m$	20,20±7,73	22,92±3,27	–	0,01
	D	896,3	139,60		
V6 OM _d , Ом/с	$\bar{X} \pm m$	1,27±0,21	1,03±0,09	–	0,01
	D	0,63	0,10		
BO FM _s , %	$\bar{X} \pm m$	27,60±3,60	23,08±1,71	–	0,01
	D	193,80	37,90		
BO FM _d , %	$\bar{X} \pm m$	22,13±2,72	23,08±1,66	–	0,05
	D	111,32	36,20		
BO OM _s , %	$\bar{X} \pm m$	37,93±4,18	26,62±2,31	–	0,01
	D	302,40	69,40		
BO OM _d , %	$\bar{X} \pm m$	29,27±3,52	27,77±2,25	–	0,05
	D	186,24	65,90		

Примечание: P – уровень статистической значимости межгрупповых различий по Стьюденту (P_t) и Фишеру (P_F), соответственно; «–» – отсутствие статистически значимых различий.

Данные анализа вариабельности ритма сердца у лиц среднего возраста демонстрируют значимое увеличение АМо и ВР в экспериментальной группе, по сравнению с контрольной (p<0,01). На фоне преобладания активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, у испытуемых контрольной и экспериментальной групп отмечено нормальное напряжение регуляторных систем, оцениваемое по ИН. При этом показатель общей мощности спектра в экспериментальной группе лиц среднего возраста выше, по сравнению с контролем, что оценивается средним уровнем нейрогуморальной регуляции. Стоит отметить, что наибольшие изменения отмечены у лиц второй группы, занятых умственным трудом (табл. 2).

При анализе данных РЭГ у лиц среднего возраста по РИ выявлено значимое снижение пульсового кровенаполнения больших полушарий (p<0,05) у лиц экспериментальной группы (табл. 2). Для данной группы отмечена тенденция к умеренной асимметрии

пульсового кровенаполнения. По ОМ-отведениям в исследуемых бассейнах наблюдается снижение скорости быстрого кровенаполнения, что указывает на повышенный тонус позвоночных артерий, чего не отмечается у лиц контрольной группы младшего и среднего возраста. Также отмечено незначительное повышение ВО у испытуемых обеих групп и умеренная асимметрия пульсового кровенаполнения по ОМ- и FM-отведениям.

Таблица 2

Показатели РЭГ у лиц средней возрастной группы – экспериментальной (1) и контрольной (2)

Показатель	Статистические параметры	Группа		P _≤	P _F ≤
		1	2		
	D	0,52	0,23		
РИ FMd, у.е.	$\bar{X} \pm m$	1,88±0,20	1,59±0,14	–	0,05
	D	0,60	0,21		
РИ OMd, у.е.	$\bar{X} \pm m$	1,24±0,09	0,95±0,11	0,05	–
	D	0,13	0,10		
V6 OMd, Ом/с	$\bar{X} \pm m$	1,21±0,10	0,97±0,11	0,05	–
	D	0,12	0,10		
ВО FMs, %	$\bar{X} \pm m$	18,93±2,33	19,92±2,56	–	–
	D	76,42	78,41		
ВО FMd, %	$\bar{X} \pm m$	19,50±3,12	20,25±2,54	–	–
	D	136,41	77,35		
ВО OMs, %	$\bar{X} \pm m$	23,57±2,11	24,42±2,67	–	–
	D	62,31	85,72		
ВО OMd, %	$\bar{X} \pm m$	22,57±2,03	24,17±2,65	–	–
	D	57,81	84,51		

Примечание: P – уровень статистической значимости межгрупповых различий по Стьюденту (Pt) и Фишеру (PF), соответственно; «–» – отсутствие статистически значимых различий.

Среди параметров реоэнцефалографии в экспериментальной группе выявлена положительная корреляция РИ, наблюдаемая по ОМ- ($r=0,705$, $p<0,01$) и по FM-отведениям ($r=0,586$, $p<0,05$). Данные зависимости по мнению Laitinen et al. (1999) и Lutfi, Sukkar (2011) могут приводить к росту пульсового кровенаполнения в сосудах стволовой части головного мозга, что Armstead (2005) Raz et al. (2007) рассматривается как фактор структурных изменений сосудистой стенки крупных артерий. Наблюдается значимая корреляция между ВО и ВР ($r=-0,653$, $p<0,05$) у лиц среднего возраста в экспериментальной группе. Можно предположить, что это может происходить за счет стабилизации венозного оттока как своеобразный механизм стабилизации вариабельности РС. Корреляция между ВО и АМо отражает противоположный эффект, когда рост активности симпатического

отдела ВНС, может приводить к застойным явлениям в крупных сосудах бассейна позвоночных артерий.

Заключение. Отмеченный рост напряжения регуляторных механизмов связан с изменением активности отделов вегетативной нервной системы. Выявленные взаимосвязи параметров мозговой гемодинамики и вариабельности ритма сердца можно рассматривать как механизм поддержания надежности организма. Это может быть связано с функциональными перестройками со стороны ВНС и разнонаправленным взаимодействием различных уровней регуляции по мере возраста, ведущими к сдвигу вегетативного баланса в сторону мобилизации защитных механизмов.

Список литературы

- Водолажская М.Г., Шаханова Ф.М., Водолажский Г.И., Рослый И.М.* 2010. Возрастные изменения мозговой гемодинамики по данным РЭГ // Вестн. восстановительной медицины. № 2. С. 45-47.
- Ефремова Н.Г.* 2008. Возрастные особенности сезонных изменений церебральной гемодинамики у здоровых людей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 20 с.
- Москаленко Ю.Е., Вайнштейн Г.Б., Хальворсон П., Кравченко Т.И., Фейлдинг А., Рябчикова Н.А., Семерня В.Н., Панов А.А.* 2006. Возрастные особенности соотношения показателей функционирования систем внутричерепной гемо- и ликвородинамики // Журн. эволюционной биохимии и физиологии. Т. 42. № 6. С. 602-610.
- Нидеккер И.Г., Курпянова О.О.* 2010. Количественный анализ сбалансированности нейрогенных влияний на ритм сердца // Физиология человека. Т. 36. № 2. С. 72-77.
- Ронкин М.А., Иванов Л.Б.* 1997. Реография в клинической практике. М.: МБН, 250 с.
- Яблучанский Н.И., Мартыненко А.В.* 2010. Вариабельность сердечного ритма: в помощь практическому врачу. Харьков. 131 с.
- Davy K.P., Tanaka H., Andros E.A., Gerber J.G., Seals D.R.* 1998. Influence of age on arterial baroreflex inhibition of sympathetic nerve activity in healthy adult humans // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. V. 275. P. 1768-1772.
- Ferrari A.U. Radaelli A., Centola V.* 2003. Invited review: aging and cardiovascular system / A.U. Ferrari, // J. Appl. Physiol. V. 95. P. 2591-2596.
- Matteis M., Troisi E., Monaldo B.C., Caltagirone C., Silvestrini M.* 1998. Age and sex differences in cerebral hemodynamics: a transcranial Doppler study // Stroke. V. 29. P. 963-967.
- Raz N., Rodrigue K.M., Kennedy K.M., Acker J.D.* 2007. Vascular health and longitudinal changes in brain and cognition in middle-aged and older adults // Neuropsychology. V. 21. № 2. P. 149-157.
- Uchino B.N., Kiecolt-Glaser J.K., Cacioppo J.T.* 1992. Age-related in cardiovascular response as a function of a chronic stressor and social support // J. Personality and Social Psychology. V. 63. № 5. P. 839-846.

AGE-RELATED CHANGES CEREBRAL HEMODYNAMICS AND HEART RATE

A.Ya. Ryzhov, D.I. Ignatev, M.N. Zadorozhnaya, E.A. Belyakova
Tver State University, Tver

The interconnected features of age-related changes in indicators of cerebral hemodynamics and heart rate variability are considered. The voltage of regulatory mechanisms associated with multilevel regulatory mechanisms in young and middle-aged people is shown.

Keywords: *rheoencephalography, cerebral hemodynamics, heart rate variability, regulatory systems.*

Об авторах:

РЫЖОВ Анатолий Яковлевич – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Ryzhov.AY@tversu.ru.

ИГНАТЬЕВ Данила Игоревич – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Ignatev.DI@tversu.ru.

ЗАДОРОЖНАЯ Марина Николаевна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Zadorozhnaya.MN@tversu.ru.

БЕЛЯКОВА Евгения Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Belyakova.EA@tversu.ru.

Рыжов А.Я. Возрастные изменения гемодинамики и ритма сердца / А.Я. Рыжов, Д.И. Игнатъев, М.Н. Задорожная, Е.А. Белякова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2019. № 4(56). С. 7-14.