

ОСОБЕННОСТИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКОГО ОТВЕТА В УСЛОВИЯХ ПРОПРИОЦЕПТИВНОЙ СТИМУЛЯЦИИ У ЛЮДЕЙ СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Пятин В.Ф.¹, Хамзина Г.Р.², Устьянцева О.Ю.², Чемпалова Л.С.³, Баишева Г.М.¹, Веретельник Е.Н.¹, Якунина С.В.¹, Панина М.И.¹, Широлапов И.В.¹

¹ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия (443099, Самара, ул. Чапаевская, 89), e-mail: pyatin_vf@list.ru, ishirolapov@mail.ru

²Санаторий «Надежда» ОАО «Тольяттиазот», Тольятти, Россия (445003, Самарская область, г.Тольятти, Лесопарковое шоссе, 26)

³ГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет» Минобрнауки России, Тольятти, Россия (445667 Самарская область, г.Тольятти, ул.Белорусская, 14)

Проведен анализ регуляторных влияний на гемодинамику низко- и высокоинтенсивной активации проприоцептивной системы у людей старческого возраста в сравнении с таковым у пожилых испытуемых. Исследованы такие параметры функциональной активности сердечно-сосудистой системы, как системное артериальное давление, диаметр сосуда, податливость артерии, податливость сосудистой системы, общее периферическое сопротивление сосудов, линейная скорость кровотока, скорость пульсовой волны. Для проприоцептивной стимуляции предлагалась статическая физическая нагрузка; высокоинтенсивная активация нейромышечной системы достигалась с использованием реабилитационного аппарата – платформы, генерирующей трехмерные равноускоренные колебания (короткие сессии). Отмечено, что прогрессирование возраст-ассоциированных изменений сосудов на системном и молекулярном уровне значительно снижает регуляторный потенциал проприоцептивной стимуляции у обследуемых старческого возраста по сравнению с таковым у людей до 75 лет и моложе.

Ключевые слова: проприоцептивная система, соматовегетативная регуляция, пожилой возраст, старческий возраст, физическая нагрузка, гемодинамика.

HEMODYNAMIC CONDITIONS DURING PROPRIOCEPTIVE STIMULATION BY WHOLE BODY VIBRATION IN THE SENILE: COMPARATIVE STUDY

Pyatin V.F.¹, Khamzina G.R.², Ustyantseva O.Yu.², Chempalova L.S.³, Baisheva G.M.¹, Veretelnik E.N.¹, Yakunina S.V.¹, Panina M.I.¹, Shirolapov I.V.¹

¹Samara State Medical University, Samara, Russia (443099, Samara, Chapaevskaya str., 89), e-mail: pyatin_vf@list.ru, ishirolapov@mail.ru

²Sanatorium «Nadezhda» of JCS «Togliattiazot», Togliatti, Russia (445003, Togliatti, Lesoparkovoe shosse, 26)

³Togliatti State University, Togliatti, Russia (445667 Togliatti, Belorusskaya str., 14)

We have done the analysis of regulatory effects on hemodynamics of low- and high-intensity activation proprioceptive system in old/senile people as compared to that in elderly subjects. The following functional cardiovascular parameters were studied: systolic, diastolic blood pressure, the vessel diameter, yielding artery vascular compliance, total peripheral vascular resistance, the linear flow velocity, the velocity of the pulse wave. For proprioceptive stimulation offered static physical exercise; high-intensity activation of the neuromuscular system is achieved using whole-body vibration machine «Power Plate» (acute sessions). We noted the progression of age-related changes in the cardiovascular system reduces the regulatory capacity of proprioceptive stimulation in old/senile people compared to that of people up to 75 years and younger.

Keywords: proprioceptive system, advanced age, old age/senile, physical exercise, hemodynamics.

В процессе физиологического старения организма человека сердечно-сосудистая система (ССС) претерпевает ряд структурных и функциональных изменений, которые в общей совокупности значительно ограничивают диапазон ее функциональных и адаптационных возможностей, тем самым создаются предпосылки для более быстрого развития патологии. В настоящее время возраст рассматривается как немодифицируемый, то

есть не поддающийся предупреждению и коррекции фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний. В результате проведенного ранее исследования нами продемонстрированы и представлены на обсуждение регуляторные эффекты проприоцептивной стимуляции нейромышечной системы на гемодинамические показатели у людей пожилого возраста, то есть до 75 лет [9]. Авторами установлены позитивные для реабилитационного и профилактического направлений клинической медицины изменения ряда функциональных параметров: уменьшение общего периферического сопротивления сосудов и скорости пульсовой волны, возрастание линейной скорости кровотока. Однако прогрессирующие морфо-функциональные изменения ССС в возрасте после 75 лет и полученные некоторые противоречивые данные у пожилых пациентов поставили перед авторами настоящей работы дальнейшие задачи по более детальному исследованию в этом направлении. В частности, представляет научный интерес более глубокое изучение влияния возрастного фактора при формировании регуляторных реакций сердечно-сосудистой системы в условиях дополнительной активации нейромышечного аппарата. Цель настоящей работы – изучить особенности гемодинамического ответа при проприоцептивной стимуляции разной интенсивности у людей старческого возраста и представить их в сравнительном аспекте.

Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 111 человек пожилого (ПВ, 103 чел) и старческого (СВ, 8 чел) возрастов, разной физической подготовки, у всех было получено добровольное информированное согласие. Согласно классификации ВОЗ последней редакции, пожилой возраст считается до 74 лет включительно (от 61 и 56 лет у мужчин и женщин, соответственно), старческий – от 75 до 89 лет.

Для низкоинтенсивной проприоцептивной стимуляции (НПС) испытуемые в течение 30 секунд выполняли упражнение статического приседа при условии максимального произвольного изометрического напряжения четырехглавых мышц бедра. При приседе угол сгибания в коленных суставах равен 100° , в голеностопных суставах – не менее 80° . Для высокоинтенсивной стимуляции проприоцептивной системы (ВПС) статический присед выполнялся на платформе медицинского аппарата для реабилитации «Power Plate» (Голландия), что вызывало рефлекторные мышечные сокращения с частотой, равной частоте стимуляции (режим работы: амплитуда вертикального смещения платформы – 2 мм, частота – 30 Гц, время однократного воздействия – 30 сек). Критерии исключения из исследования включали абсолютные и относительные противопоказания для выполнения равноускоренной физической нагрузки [10]. Особенности физиологической активации проприоцептивной системы при работе на указанной платформе, а также режимы и возможности ее использования описаны в работах Пятина В.Ф. и соавт. [4-8].

Гемодинамические ответы исследованы методом компрессионной осциллометрии высокого разрешения на аппарате «ЭДТВ Гемодин» (Россия) с регистрацией осциллограммы плечевой артерии. Перечень исследуемых параметров системной гемодинамики: уровни артериального давления, диаметр сосуда, податливость артерии, податливость сосудистой системы, общее периферическое сопротивление сосудов, линейная скорость кровотока, скорость пульсовой волны. Функциональные ответы кардиоваскулярной системы регистрировались до физической нагрузки и в течение 30 сек периода последствия.

Все результаты представлены в виде средних величин и их стандартной ошибки. Статистический анализ осуществляли с помощью пакета Statistica 6.0. Достоверность измерений оценивалась по t-критерию в парном двухвыборочном T-тесте. Статистически значимыми изменения средних величин считались при $p < 0,05$.

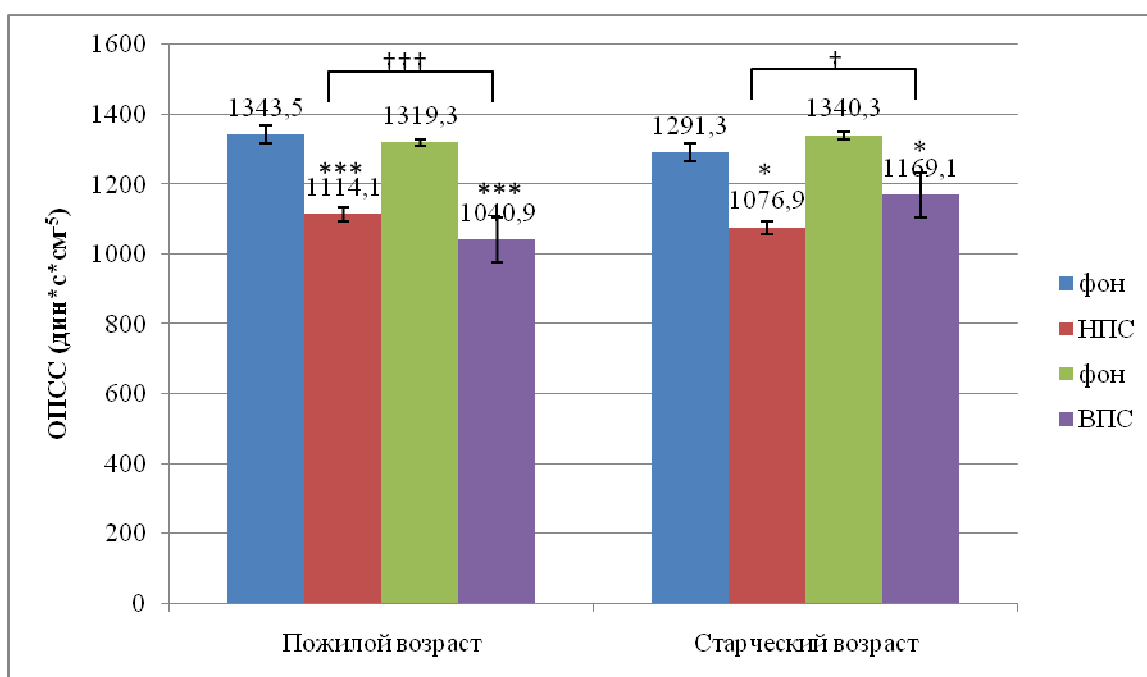
Результаты исследования и их обсуждение

Исследование системного артериального давления является самым часто используемым диагностическим критерием функционального состояния сердечно-сосудистой системы в целом [2]. Анализ наших данных показал, что НПС вызывает повышение пульсового давления среди ПВ на 8% ($5,2 \pm 1,33$ мм.рт.ст., $p < 0,01$) и СВ на 8% ($5,2 \pm 3,24$ мм.рт.ст., $p > 0,05$). ВПС достоверно повышает величину пульсового давления среди обследуемых ПВ (на 17%, или $11,1 \pm 1,62$ мм.рт.ст., $p < 0,01$). Также отмечен прирост этого параметра у обследуемых СВ (на 16,6%). При этом абсолютное значение величины пульсового давления после ВПС на 9% больше, чем после НПС.

Авторы установили увеличение диаметра артерии в условиях воздействия ВПС у людей старше 75 лет на 3,4%. Воздействие НПС в двух группах испытуемых вызывало изменение этого параметра не более чем на 1%. Также отмечено, что диаметр артерии в группе ПВ после ВПС на 1% ($0,004 \pm 0,003$ см, $p < 0,01$) больше, чем после НПС. Межгрупповых различий параметра обнаружено не было. Параметр податливости сосудистой системы не имел достоверных отличий после стимуляции как по отношению к фоновым значениям, так и между разными видами стимуляции нейромышечной системы испытуемых обеих возрастных групп. Также проприоцептивная стимуляция не вызывала заметного изменения параметра податливости исследуемой артерии у людей СВ, что отличается от результатов, полученных нами ранее для ПВ [9].

Гемодинамический эффект проприоцептивной стимуляции на линейную скорость кровотока также более значительный у испытуемых ПВ (после НПС на 37%, или $20,81 \pm 1,6$ см/с, $p < 0,001$ и после ВПС на 40%, или $22,27 \pm 1,6$ см/с, $p < 0,001$). В сравнении, у людей СВ линейная скорость кровотока увеличилась после НПС на 19% и после ВПС на 17,6% ($p < 0,05$).

ОПСС в группе обследуемых СВ снижалось на 17% ($214,4 \pm 56,30$ дин*с*см⁻⁵, $p < 0,05$) и на 13% ($171,2 \pm 72,49$ дин*с*см⁻⁵, $p < 0,05$) после НПС и ВПС соответственно, что сопоставимо с таковыми результатами у ПВ (межгрупповые различия параметра отсутствуют). Возрастание ОПСС способствует прогрессированию ишемической патологии в работе системы кровообращения, поскольку вызывает одновременное изменение интегральных параметров системной гемодинамики, в частности уровня системного артериального давления и величины сердечного выброса. Установленное в исследовании снижение ОПСС в условиях активации проприоцептивной системы у пациентов обеих возрастных групп отражает положительное регуляторное влияние такого воздействия на гемодинамику (Рис.).



Изменение общего периферического сопротивления сосудов в двух возрастных группах после НПС и ВПС.

Примечание: достоверность изменения параметра относительно фонового уровня: * - $p < 0,05$; *** - $p < 0,001$. Достоверность изменения параметра между двумя типами проприоцептивной стимуляции: † - $p < 0,05$; ††† - $p < 0,001$.

Скорость пульсовой волны снижается после НПС у ПВ на 8% ($60,0 \pm 13,18$ см/с, $p < 0,001$) и на 4% ($34,8 \pm 13,01$ см/с, $p < 0,01$) после ВПС. Следует отметить факт, что в отличие от пожилых пациентов, проприоцептивная стимуляция разной интенсивности у людей СВ увеличивала скорость пульсовой волны (для ВПС на 12%). Достоверное отличие скорости пульсовой волны между группами сохраняется в фоне перед ВПС, при этом у испытуемых старше 75 лет значение на 4% ($26,6 \pm 22,0$ см/с, $p < 0,05$) меньше, чем у людей ПВ.

Заключение

В результате проведенного исследования авторами продемонстрированы регуляторные эффекты проприоцептивной стимуляции разной интенсивности на гемодинамические показатели в старческом возрасте и представлены в сравнительном аспекте с таковыми у людей до 75 лет.

Следует отметить, что научные работы по изучению влияния проприоцептивной стимуляции нейромышечной системы на показатели функциональной активности сердечно-сосудистой системы в целом не многочисленны. В литературе встречаются данные по длительным адаптивным периодам последствия и практически отсутствуют исследования по регуляторным реакциям во время воздействия импульсного ускорения и восстановительным периодам непосредственно после воздействия. Однако именно такие знания необходимы для более глубокого понимания особенностей регуляции ССС, в частности для расширения теоретических представлений о механизмах соматовегетативного взаимодействия у людей пожилого и старческого возраста, а также могут направить к более глубокому анализу ответных реакций в условиях воздействия стрессорных факторов разной природы [1, 3].

Роль фактора возраста как немодифицируемого риск-фактора в генезе сердечно-сосудистой патологии часто рассматривается в парадигме более продолжительного воздействия на организм других известных сердечно-сосудистых факторов риска. При этом специфическому влиянию старения как такового на структурно-функциональное состояние ССС уделяется недостаточно научного и практического интереса. Обращает внимание анализ полученных в нашем исследовании данных, что прогрессирование возраст-ассоциированных изменений сосудов на системном и молекулярном уровне, в частности утолщение интимы, повышение жесткости артерий, выраженные окислительный стресс и хроническое воспаление сосудистой стенки, накопление провоспалительных веществ, снижают регуляторный потенциал проприоцептивной стимуляции у обследуемых старческого возраста по сравнению с таковым у людей до 75 лет и моложе.

Таким образом, учитывая важность проблемы сосудистого старения и возраст-ассоциированного изменения гемодинамического ответа, научный интерес следует направить на дальнейший поиск способов предупреждения и замедления этого процесса. Несмотря на первоочередное клиническое внимание специалистов к вопросу коррекции именно модифицируемых сердечно-сосудистых факторов риска, авторы считают необходимым не только разработку способов уменьшения сосудистой дисфункции под влиянием фармакологических и немедикаментозных воздействий (в частности, физическая активность и дополнительная индуцированная активация проприоцептивной системы, как в

настоящем исследовании), но и в большей степени научное развитие знаний о молекулярных механизмах старения с целью последующего превентивного его замедления.

Список литературы

1. Котельников Г.П., Пятин В.Ф., Булгакова С.В., Широлапов И.В. Равноускоренный тренинг увеличивает минеральную плотность костной ткани и сывороточную концентрацию остеокальцина у женщин пожилого возраста // Успехи геронтологии. 2010. Т.23. №2. С.257-262.
2. Лавров О.В., Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Адаптационные изменения показателей сердечно-сосудистой системы и сывороточного содержания ряда гормонов в условиях экзаменационного стресса. // Казанский медицинский журнал. 2012. Т.93. №3. С. 461-464.
3. Лавров О.В., Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Стресс-индуцированные гормональные реакции у студентов // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19. № 4. С. 110-112.
4. Пятин В.Ф., Жестков А.В., Широлапов И.В., Веретельник Е.Н. Увеличение скорости экспираторного воздушного потока у пожилых женщин при однократной вибрационной физической нагрузке // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2009. № 13. С. 38-43.
5. Пятин В.Ф., Жестков А.В., Широлапов И.В., Никитин О.Л., Лимарева Л.В., Зубова И.А. Адаптационные возможности системы иммунитета женщин пожилого возраста в условиях равноускоренного тренинга: результаты 24-недельного исследования // Аллергология и иммунология. 2010. Т.11. №1. С.42-47.
6. Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Однократная вибрационная физическая нагрузка значительно увеличивает скорость экспираторного воздушного потока у человека // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2009. № 11. С. 38-43.
7. Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Физическая нагрузка ускорением – расширение реабилитационных возможностей восстановительной медицины // Вестник восстановительной медицины. 2009. №1. С.25-29.
8. Пятин В.Ф., Широлапов И.В., Никитин О.Л. Реабилитационные возможности вибрационной физической нагрузки в геронтологии // Успехи геронтологии. 2009. Т.22. №2. С.337-342.
9. Пятин В.Ф., Широлапов И.В., Хамзина Г.Р., Устьянцева О.Ю., Чемпалова Л.С., Никитин О.Л., Панина М.И. Гемодинамические эффекты проприоцептивной стимуляции у людей пожилого возраста // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. С. 88.

10. Широлапов И.В. Функциональные особенности респираторных, остеогенных и иммунных реакций организма человека при равноускоренном тренинге. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук // Самарский государственный медицинский университет. Самара, 2009.

Рецензенты:

Мирошниченко И.В., д.м.н., профессор, проректор по учебной работе, заведующий кафедрой нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, г.Оренбург;

Ведясова О.А., д.б.н., профессор кафедры физиологии человека и животных ГБОУ ВПО «Самарский государственный университет» Минобрнауки России, г. Самара.