

Особенности реакции кардиореспираторной системы на физическую нагрузку у людей старшего возраста

УДК: 796.012:37.612

Д. Н. Котко, Н. Л. Гончарук, Л. М. Путро, И. С. Томчук

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

Резюме. Цель. Рассмотреть возрастные особенности реакции кардиореспираторной системы в условиях максимальной и стандартных физических нагрузок у людей старшего возраста. Методы. Анализ научной и научно-методической литературы, данные собственных исследований. Результаты. С возрастом максимальная физическая нагрузка приводит к значительному напряжению вегетативной нервной системы. Изучение реакций на стандартные нагрузки позволяет сопоставить реакцию и выявить возрастные особенности вегетативных сдвигов в условиях одинаковых по величине физических воздействий. В пожилом и старческом возрасте наблюдается более выраженная гипертензивная реакция на стандартные физические нагрузки, миокард функционирует в менее благоприятных условиях, более напряженно. При выполнении физической работы на ЭКГ появляются неблагоприятные метаболические изменения в сердечной мышце. В процессе старения изменяются условнорефлекторные влияния со стороны сердечно-сосудистой системы на предстоящую физическую нагрузку, отмечается замедленное развитие изменений гемодинамических и респираторных показателей, вызванных мышечной работой, а также замедленное восстановление показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы после мышечной работы. Это относится как к стандартным физическим нагрузкам различной интенсивности и длительности, так и к максимальной физической нагрузке. **Ключевые слова:** особенности реакции, максимальная физическая нагрузка, стандартные физические нагрузки, пожилой возраст, старческий возраст.

Особливості реакції кардіореспіраторної системи на фізичне навантаження у людей старшого віку

Д. М. Котко, Н. Л. Гончарук, Л. М. Путро, І. С. Томчук

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Мета. Розглянути вікові особливості реакції кардіореспіраторної системи в умовах максимальної та стандартних фізичних навантажень у людей старшого віку. Методи. Аналіз наукової і науково-методичної літератури, дані власних досліджень. Результати. З віком максимальне фізичне навантаження приводить до значного напруження вегетативної нервової системи. Вивчення реакцій на стандартні навантаження дозволяє порівняти реакцію і визначити вікові особливості вегетативних зрушень в умовах однакових за величиною фізичних впливів. У похилому і старечому віці спостерігається більш виражена гіпертензивна реакція на стандартні фізичні навантаження, міокард функціонує в менш сприятливих умовах, більш напружено. Під час виконання фізичної роботи на ЕКГ з'являються несприятливі метаболічні зміни у серцевому м'язі. У процесі старіння змінюються умовнорефлекторні впливи з боку серцево-судинної системи на майбутнє фізичне навантаження, відзначається сповільнений розвиток змін гемодинамічних і респіраторних показників, спричинених м'язовою роботою, а також затримка відновлення показників функціонального стану серцево-судинної системи після м'язової роботи. Це стосується як стандартних фізичних навантажень різної інтенсивності і тривалості, так і максимального фізичного навантаження. **Ключові слова:** особливості реакції, максимальне фізичне навантаження, стандартні фізичні навантаження, похилий вік, старечий вік.

Peculiarities of cardiorespiratory system response to physical load in elderly people **D. N. Kotko, N. L. Goncharuk, L. M. Putro, I. S. Tomchuk**

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Aim.* To consider the age peculiarities of cardiorespiratory system response in conditions of maximum and standard physical loads in elderly people. *Methods.* Analysis of scientific and scientific-methodical literature, data of own research. *Results.* With age, the maximum physical load leads to a significant tension of the autonomic nervous system. The study of responses to standard loads allows to compare the response and to identify age peculiarities of the vegetative shifts in the conditions of amount similar physical impacts. In elderly and senile age, a more pronounced hypertensive response to standard physical loads is observed, the myocardium functions in less favorable conditions and more intensely. When performing physical work, adverse metabolic changes in the heart muscle appear on the ECG. In the process of aging, conditioned reflex influences on the part of cardiovascular system on the upcoming physical load tend to change, a slow development of changes in hemodynamic and respiratory parameters caused by muscular work, as well as a slow recovery of the functional state of the cardiovascular system after muscular work are noted. This refers to both standard physical loads of varying intensity and duration, and maximum physical load.

Keywords: response peculiarities, maximum physical load, standard physical loads, elderly age, senile age.

Постановка проблеми. На протяжении последних лет резко увеличилось количество людей старших возрастных групп, которые продолжают заниматься разными видами спорта или двигательной активностью для сохранения и улучшения здоровья [2, 3, 12, 16–19, 27]. Спортсмены-ветераны занимаются спортом для поддержания и улучшения здоровья, некоторые участвуют в соревнованиях. За последние годы созданы прекрасные условия для занятий двигательной активностью людей старшего возраста и для их участия в соревнованиях. Уровень силы и выносливости этих людей значительно превышает уровень их нетренированных ровесников, но у всех наблюдается снижение функциональных возможностей организма с увеличением возраста [4–6, 14, 16–18, 20, 21, 28, 29].

Старение – естественный процесс, избежать который невозможно. Однако одним из наиболее эффективных средств затормозить старение является двигательная активность, адекватная возрастным изменениям систем организма [29–33]. При этом необходимо учитывать изменения реакции системы кровообращения и дыхания на физическую нагрузку [6–9, 11, 19].

Двигательная активность и спорт для всех являются факторами сохранения здоровья нации, профилактики различных заболеваний, увеличения продолжительности жизни. К назначению всех видов двигательной активности необходимо подходить с научных позиций, то есть с учетом возрастных изменений систем организма, изменяющих его функциональные возможности. К сожалению, при назначении двигательного режима возрастные изменения организма учитываются не всегда.

Цель исследования – рассмотреть возрастные особенности реакции кардиореспираторной системы в условиях различных физических нагрузок у людей старшего возраста.

Методы исследования – анализ и обобщение научной, научно-методической литературы и данных собственных исследований.

Результаты исследования. Начиная с работы S. Robinson [34], изучение реакции организма на физическую нагрузку в пожилом и старческом возрасте стало объектом многочисленных исследований [21, 24–27].

Интересные данные о возрастном снижении физической работоспособности и уменьшении максимального потребления кислорода ($\dot{V}O_2\max$) получены в ходе поперечных и лонгитудинальных наблюдений. В лонгитудинальных исследованиях отмечено, что снижение $\dot{V}O_2\max$ с возрастом было выше, чем при поперечном исследовании [9, 24]. В исследованиях О. В. Коркушко, Л. А. Иванова [13] $\dot{V}O_2\max$ у лиц старших возрастных групп составило $1843 \pm 64,2$ мл·мин⁻¹ (при $3204 \pm 91,6$ мл·мин⁻¹ у лиц молодого возраста).

Большинство авторов отмечают, что физическая работоспособность снижается в среднем на 10 % за 10 лет жизни [2, 6, 8]. Возрастные изменения работоспособности обусловлены прежде всего регуляторными факторами, к которым относятся: ослабление трофических влияний симпатической нервной системы на скелетные мышцы, нарушение кортикальных и ретикуло-спинальных воздействий вследствие морфологических и функциональных изменений нервных центров. Имеет значение также изменение гор-

мональной регуляции, уменьшение интенсивности восстановительных процессов в скелетных мышцах при мышечной деятельности в старости [1, 2, 6, 8, 11, 12, 15, 19, 22, 26].

Как известно, в процессе мышечной работы резко повышаются обменные процессы в мышцах, что необходимо для поддержания более высокого уровня их функционирования. Поэтому интенсивность сокращения мышц во многом будет зависеть от адекватности снабжения тканей кислородом повышенному кислородному запросу. В свою очередь, возможность доставки повышенного количества кислорода тканям будет определяться функциональным состоянием основных лимитирующих функциональную нагрузку систем. Что касается системы внешнего дыхания, то ни уровень легочной вентиляции, ни величина легочного объема, ни состояние биомеханики дыхания, ни легочный газообмен не могут рассматриваться как факторы, лимитирующие физическую работоспособность у здоровых людей.

Действительно, итоговый показатель состояния легочного газообмена — парциальное давление кислорода (PO_2) — при физической нагрузке не изменяется или увеличивается. Поэтому следует полагать, что именно функциональное состояние сердечно-сосудистой системы решающим образом влияет на кислородное снабжение тканей при физической нагрузке. Как известно, интегральным показателем насосной функции сердца является минутный объем крови (МОК), с одной стороны, и потребление кислорода и выполненная работа — с другой. Тесная взаимосвязь между потреблением кислорода и величиной минутного объема крови указывает на значение резервов увеличения МОК для величины максимального поглощения кислорода и максимальной физической работоспособности.

Величина МОК во время максимальной физической нагрузки отчетливо снижается в пожилом и старческом возрасте. При этом показатель МОК снижается в большей степени, чем уменьшение максимального потребления кислорода и максимальной работоспособности [9, 24]. Минутный объем крови определяется ударным объемом и частотой сердечных сокращений. У лиц старших возрастных групп наблюдается менее рациональная реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, чем у молодых. Что касается причин значительно меньшего роста ударного объема при максимальной физической нагрузке у лиц пожилого возраста, то определенное значение имеет возрастное снижение сократительной способности миокарда

да, связанное с органическими и функциональными изменениями сердечной мышцы. Другим фактором, ограничивающим возможности увеличения систолического объема при нагрузке, является изменение нейрогуморальной регуляции сократительной способности миокарда. В старости увеличиваются пороги влияния симпатической нервной системы на гемодинамику и сократительную способность миокарда [10, 22, 23]. Уменьшается инотропное влияние катехоламинов, что, очевидно, связано со снижением их способности увеличивать количество ионов Ca^{++} , поступающего в сократительные элементы. Между тем усиление симпатической импульсации является существенным механизмом увеличения ударного объема при физической нагрузке.

Третьим фактором, обуславливающим меньший прирост ударного объема при физической нагрузке при старении, является увеличение сопротивления систолическому выбросу [11, 17, 23]. Потеря эластичности аорты и крупных артериальных сосудов ведет к резкому повышению систолического и среднединамического давления. Систолическое АД при максимальной физической нагрузке, несмотря на вдвое меньшую ее величину у лиц пожилого и старческого возраста, оказывается на одинаковом уровне в молодом ($202 \pm 7,7$ мм рт. ст.) и пожилым ($197 \pm 6,07$ мм рт. ст.) возрасте, то же относится к среднединамическому давлению (соответственно $142 \pm 2,92$ и $147 \pm 4,58$ мм рт. ст.). Помимо снижения эластичности и повышения ригидности артериальных сосудов, неадекватная гипертензивная реакция связана с ослаблением рефлексов с аортальной и синокаротидной зон. Проявлением неадекватной гипертензивной реакции при максимальной физической нагрузке у лиц старших возрастных групп является также отчетливое повышение у них диастолического АД ($91 \pm 2,49$ мм рт. ст. при $81 \pm 3,19$ мм рт. ст. у молодых).

При физической нагрузке отмечается заметное снижение периферического сосудистого сопротивления (ПСС) в связи с резким увеличением местного мышечного кровотока за счет расширения сосудов работающих мышц. В то же время у лиц пожилого возраста ПСС на высоте максимальной нагрузки примерно в 3 раза выше, чем у молодых (1733 и 611 дин·с·см⁻⁵) соответственно. Эта особенность связана как с морфологическими изменениями артериальных сосудов и артериол, так и с изменением регуляции их тонуса. В развитии более выраженной гипотензивной реакции у лиц старших возрастных групп имеет значение ослабление нервных механизмов

сосудистого тонуса (снижение чувствительности барорецепторов синокаротидной и аортальных зон, ослабление рефлексов с сердца на периферию) и повышение чувствительности сосудистой системы к гуморальным веществам (катехоламинам, вазопрессину, ангиотензину и др.). Более выраженная гипертензивная реакция и более высокий уровень ПСС в свою очередь препятствуют увеличению систолического объема крови при максимальной физической нагрузке. Невозможность увеличения систолического объема в степени, адекватной нагрузке, является основным фактором, ведущим к ограничению функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы у обследуемых лиц пожилого и старческого возраста при интенсивной мышечной работе.

Вследствие уменьшения систолического объема у лиц пожилого и старческого возраста при максимальной нагрузке уменьшается кислородный пульс ($14,8 \pm 0,66$ мл при $17,5 \pm 0,85$ мл у молодых) — показатель, отражающий эффективность сердечного цикла в отношении кислородного снабжения тканей. То есть, гемодинамическое обеспечение функций при нагрузке отстает от роста энергетического обмена.

Помимо гемодинамических показателей существенное значение для характеристики сердечно-сосудистой системы имеют состояние коронарного кровообращения и биохимические процессы в миокарде. Поэтому при физической нагрузке широко применяется электрокардиографическое исследование, которое показало снижение функциональных возможностей проводящей системы сердца при экстракардиальных и прежде всего нейрогенных воздействиях, играющих решающую роль в вегетативных сдвигах при мышечной деятельности по мере старения организма.

В пожилом и старческом возрасте смещение сегмента *ST* вниз наблюдалось чаще, чем в молодом возрасте (40 и 8 % случаев соответственно). Такое смещение свидетельствует о том, что у практически здоровых людей пожилого возраста максимальная физическая нагрузка иногда вызывает неблагоприятные изменения миокарда, обусловленные возрастным ограничением функциональных возможностей коронарного кровообращения. Таким образом, проба с максимальной физической нагрузкой оказалась весьма ценной для характеристики реакции организма на мышечную деятельность, пределов функциональных возможностей и резервов деятельности сердечно-сосудистой системы в преклонном возрасте. Тем не менее эта проба имеет определенные ограничения.

Обсуждение результатов исследования.

Максимальная физическая нагрузка с увеличением возраста требует более значительного напряжения вегетативной нервной системы, что не всегда является безопасным даже для практически здоровых людей молодого возраста. Большинство людей в течение жизни вообще не делают максимальных физических усилий, поэтому практически важнее исследовать реакцию системы кровообращения на более привычные для человека нагрузки средней и малой интенсивности. Изучение реакций на стандартные нагрузки позволяет сопоставить возрастные особенности вегетативных сдвигов в условиях одинаковых по величине физических воздействий. Это особенно важно для характеристики восстановительного периода после мышечной работы.

Относительно реакции организма на стандартные физические нагрузки в пожилом и старческом возрасте выявляются следующие особенности. Прежде всего, наблюдается более выраженная гипертензивная реакция на нагрузку, что проявляется в большем увеличении максимального АД при нагрузках малой и средней интенсивности. Кроме того выявлено (в отличие от людей молодого возраста) отчетливое повышение диастолического и среднединамического АД при нагрузках различной интенсивности. Величина ПСС во время нагрузок оказывается более высокой у людей старших возрастных групп. Так, при нагрузке 25 Вт у людей пожилого и старческого возраста максимальное АД составляет $159 \pm 6,48$ мм рт. ст., среднединамическое АД — $127 \pm 3,74$ мм рт. ст., диастолическое давление — $92 \pm 3,33$ мм рт. ст., ПСС — $3068 \pm 213,6$ дин·с·см⁻⁵, что выше, чем в молодом возрасте ($135 \pm 2,52$ мм рт. ст., $109 \pm 2,33$ мм рт. ст., $85 \pm 3,94$ мм рт. ст., $1804 \pm 166,1$ дин·с·см⁻⁵ соответственно).

Миокард у людей старших возрастных групп в условиях физической нагрузки функционирует в менее благоприятных условиях, более напряженно, что приводит к значительно большему увеличению работы сердца. Во время нагрузки 50 Вт работа сердца у лиц пожилого и старческого возраста увеличивается в 1,7 раза больше, чем МОК, в то время как у молодых — лишь в 1,2 раза.

При физической работе появляются неблагоприятные метаболические изменения в сердечной мышце. Об этом свидетельствуют такие ЭКГ-изменения, как снижение зубца *R*, ухудшение атриовентрикулярной проводимости, расширение комплекса *QRS*, выраженное удлинение фактической электрической систолы сердца по

сравнению с должной, тогда как у молодых людей длительность электрической систолы сердца либо соответствует должным величинам, либо несколько меньше. У лиц пожилого и старческого возраста длительная мышечная нагрузка обуславливает возникновение энергетической и динамической недостаточности. Это отчетливо видно из сопоставления длительности электрической и электромеханической систолы сердца в разные периоды выполнения физической нагрузки.

Различная направленность нарушений фазовой структуры систолы сердца обнаруживается при изучении внутрисистолических показателей. В группе лиц молодого возраста закономерной реакцией на физическую нагрузку было уменьшение внутрисистолического показателя периода напряжения. Напротив, у людей пожилого возраста, обследованных в ходе нарастания выполнения мышечной работы, происходило увеличение изучаемого показателя. Выявленная перестройка периода напряжения была связана с фазой изометрического сокращения. Такая направленность сдвигов в фазовой структуре систолы сердца у людей старших возрастных групп связана со снижением сократительной способности миокарда, тогда как в группе молодых является показателем увеличения мощности сокращения миокарда. При различных патологических состояниях проявляется снижение сократительной способности миокарда.

Для группы обследованных людей пожилого и старческого возраста характерным было уменьшение внутрисистолического показателя периода изгнания, для молодых — увеличение. Отмеченная направленность изменений периода изгнания подтверждает высказанное положение о развитии недостаточности сократительной способности миокарда у пожилых людей под влиянием интенсивной мышечной работы.

У людей старших возрастных групп появляются признаки коронарной недостаточности при выполнении мышечной работы. К этим признакам относятся: смещение сегмента *ST* ниже изоэлектрической линии, некоторое уплощение зубца *T* в отведениях I, II, V₄₋₅. Признаки ишемии миокарда при нагрузке 300 кгм·мин⁻¹ возрастали с 4 % в возрасте 30–39 лет до 39 % в 70–79 лет. Ишемические изменения ЭКГ во время нагрузки (то есть ложноположительная реакция ЭКГ) были выявлены у 29 % здоровых мужчин (старше 56 лет) и у 42,3 % женщин. Что касается природы ишемических изменений ЭКГ, то следует учесть, что состояние кислородного снабжения миокарда, как и других тканей, зависит

от соответствия кровоснабжения увеличившимся потребностям. Между тем в процессе старения коронарная система подвергается выраженным изменениям. В результате функциональные возможности коронарной циркуляции при предъявлении повышенных требований снижаются, что обосновывает концепцию латентной коронарной недостаточности в старости.

С увеличением возраста изменяются условно-рефлекторные влияния со стороны сердечно-сосудистой системы на предстоящую физическую нагрузку. Общеизвестно, что выполнению работы, особенно часто повторяемой, предшествует период условнорефлекторного изменения ряда функций, благодаря чему физическая деятельность начинается на более благоприятном вегетативном фоне, в условиях определенной подготовленности систем кровообращения и дыхания к предстоящей нагрузке.

В проведенных наблюдениях было отмечено, что у лиц старших возрастных групп эта условнорефлекторная фаза становится менее выраженной. У людей в 20–30-летнем возрасте предупреждение о предстоящей работе вызывает учащение ритма сердечных сокращений приблизительно на 10 % по отношению к исходному, тогда как у лиц пожилого и старческого возраста этот прирост составляет всего 3 %. Большая выраженность условнорефлекторной фазы, очевидно, и определяет развитие выраженных сдвигов со стороны органов кровообращения у молодых людей в первые минуты выполнения физической нагрузки.

У людей пожилого и старческого возраста отмечается замедленное развитие изменений гемодинамических и респираторных показателей, вызванных мышечной работой. Анализ полученных результатов показал, что у них наблюдается медленное «вхождение» в работу и медленное развитие максимальной работоспособности, тогда как у молодых людей под влиянием аналогичной нагрузки показатели гемодинамики быстро достигают максимальных величин. Эта же особенность прослеживается и при определении других показателей, в частности: систолического объема, МОК, работы сердца, систолического и диастолического АД, газообмена.

Причины указанного феномена состоят, очевидно, в снижении лабильности, функциональной подвижности центральных нервных механизмов регуляции вегетативных функций, нарушении оптимальных висцерально-локомоторных взаимоотношений.

По мере старения повышается кислородная стоимость нагрузки. Этот показатель отража-

ет меньшую экономичность функционирования органов и систем, в том числе сердечно-сосудистой, в условиях мышечной деятельности при старении, вследствие чего одна и та же нагрузка становится физиологически более тяжелой. Так, при нагрузке 25 Вт кислородная стоимость работы у лиц старших возрастных групп составляет $3590 \pm 204,6$ мл (при $2365 \pm 246,7$ мл у молодых), при нагрузке 50 Вт — соответственно 5043 ± 301 мл и $3706 \pm 203,4$ мл.

Старение сопровождается признаками ухудшения кислородного снабжения тканей в условиях мышечной работы, проявляющегося более выраженным повышением дыхательного коэффициента при физической нагрузке, чем у молодых. Механизм роста дыхательного коэффициента при мышечной работе выглядит следующим образом: неадекватное кислородное снабжение тканей — анаэробный метаболизм (гликолиз) — увеличение уровня лактата в крови и тканях — буферные реакции в крови (связывание гидрокарбонатов лактатом) — повышенное выделение вытесняемой из гидрокарбонатов углекислоты — увеличение дыхательного коэффициента [13, 25]. Значительное увеличение дыхательного коэффициента во время нагрузки в пожилом и старческом возрасте свидетельствует о недостаточном кислородном снабжении тканей в условиях мышечной работы, результатом чего является активация анаэробного гликолиза.

Другим проявлением нарушения кислородного снабжения тканей в условиях стандартных нагрузок является увеличение кислородного долга. Его рост свидетельствует о более выраженном нарушении кислородного снабжения тканей у людей этого возрастного периода.

У лиц старших возрастных групп отмечается замедление восстановления показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы после мышечной работы. Это относится как к стандартным физическим нагрузкам различной интенсивности и длительности, так и к максимальной физической нагрузке. После физической нагрузки наблюдается также замедленное восстановление биоэлектрической активности миокарда. После мышечной нагрузки нарушается восстановление показателей вентилиции и газообмена.

Для лиц молодого возраста характерно снижение ритма сердечных сокращений в восстановительном периоде ниже исходного уровня. Хотя отрицательную фазу восстановления называют парадоксальной, она в действительности имеет положительное значение, отражая избыточность восстановительных процессов.

Более того, у людей пожилого и старческого возраста наблюдалось повышение показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы после работы. Так, после нагрузки 25 Вт повышение частоты сердечных сокращений наблюдалось у 30 % из них. После нагрузки 50 Вт регистрировалось достоверное повышение величины систолического объема в восстановительном периоде. Его средняя величина при этом даже превышала уровень систолического объема во время нагрузки. Перенос сдвигов этого гемодинамического показателя на период восстановления свидетельствует о несовершенстве регуляции сердечно-сосудистой системы при старении.

Вместе с тем при различных нагрузках выявлена неоднородность изменения ряда физиологических параметров у людей молодого, пожилого и старческого возраста в зависимости от величины нагрузки. Эта неоднородность заключается в том, что при малых нагрузках сдвиги гемодинамических показателей биоэлектрической активности миокарда (частота сердечных сокращений, АД, МОК, кислородный пульс и др.) более выражены у лиц старших возрастных групп, а при максимальной нагрузке — у молодых.

Изучение реакций организма при малых и средних нагрузках позволяет правильно интерпретировать меньшую выраженность гемодинамических сдвигов при максимальной работе у пожилых. Ее отнюдь нельзя рассматривать как признак более легкой, экономной, неотягощенной деятельности, хорошего функционального состояния организма. Такому выводу противоречат следующие факты. Во-первых, у лиц пожилого и старческого возраста резко снижена толерантность к физической нагрузке, что отражает ограничение функциональных возможностей организма в условиях напряженной деятельности. Во-вторых, увеличение такого важнейшего гемодинамического параметра, как сердечный выброс, в условиях физической нагрузки у лиц старших возрастных групп достигается менее рациональным путем — за счет большего учащения сердечного ритма и значительно меньшего увеличения систолического объема, чем в молодом возрасте. В-третьих, мышечная работа у людей этого возрастного периода сопровождается неблагоприятными изменениями электрокардиограммы, характеризуется меньшей величиной коэффициента восстановления, чем в молодом возрасте. В-четвертых, меньшие сдвиги при максимальной нагрузке в пожилом и старческом возрасте сопровождаются большими сдвигами изучавшихся показателей при малых нагрузках.

Поэтому меньшие величины гемодинамических параметров при максимальной нагрузке отражают ограничение реактивной способности изучаемых систем — способности давать реакцию оптимальной величины — в этот возрастной период.

Выводы.

1. Максимальная физическая нагрузка с увеличением возраста требует более значительного напряжения вегетативной нервной системы, что не всегда является безопасным даже для практически здоровых людей молодого возраста. Большинство людей в течение жизни вообще не делают максимальных физических усилий, поэтому практически важнее исследовать реакцию системы кровообращения на более привычные для человека нагрузки средней и малой интенсивнос-

ти. Изучение реакций на стандартные нагрузки позволяет сопоставить возрастные особенности вегетативных сдвигов в условиях одинаковых по величине физических воздействий. Это особенно важно для характеристики восстановительного периода после мышечной работы.

2. Реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку у лиц пожилого и старческого возраста характеризуется, с одной стороны, рядом особенностей, обусловленных морфофункциональными изменениями системы кровообращения при старении. С другой стороны, наблюдения подтверждают положение о том, что с возрастом сужается диапазон адаптационно-приспособительных механизмов, снижается устойчивость к стрессорным воздействиям.

Литература

1. Булич Э. Г. Здоровье человека. Биологическая основа жизнедеятельности и двигательная активность в ее стимуляции / Э. Г. Булич, И. В. Муравов. — К. : Олимп. лит., 2003. — 424 с.
2. Галимов Г. Я. Пожилой возраст и двигательная активность / Г. Я. Галимов. — Улан-Уде : Изд-во БГСХА, 2005. — 128 с.
3. Ильницкий А. Н. Оценка когнитивной функции и качества жизни пожилых людей, связанного со здоровьем, под влиянием аэробных и анаэробных тренировок / А. Н. Ильницкий, К. О. Ивко, П. А. Фадеева, А. Н. Полторацкий // Научный результат. Медицина и фармация. — 2018. — Т. 4, № 1. — С. 16–26.
4. Коркушко О. В. Клиническая кардиология в гериатрии / О. В. Коркушко. — М. : Медицина, 1980. — 288 с.
5. Коркушко О. В. Преждевременное старение человека / О. В. Коркушко, Е. Т. Калиновская, В. И. Молотков. — К. : Здоров'я, 1979. — 192 с.
6. Коркушко О. В. Вікова динаміка критичних рівнів фізичного навантаження у практично здорових чоловіків за даними поперечних спостережень / О. В. Коркушко, Ю. Т. Ярошенко // Фізіол. журн. — 2004. — Т. 50, № 1. — С. 39–45.
7. Коркушко О. В. Максимальная рабочая производительность системы внешнего дыхания и газообмена у практически здоровых лиц в различные возрастные периоды / О. В. Коркушко, Ю. Т. Ярошенко, Н. Д. Чеботарев, А. В. Писарук // Укр. пульмон. журн. — 2001. — № 4. — С. 12–16.
8. Коркушко О. В. Максимальная гемодинамическая производительность у практически здоровых лиц в различные возрастные периоды / О. В. Коркушко, Ю. Т. Ярошенко // Укр. кардиол. журн. — 2002. — № 2. — С. 83–89.
9. Коркушко О. В. Максимальное потребление кислорода у мужчин в зависимости от возраста и уровня двигательной активности / О. В. Коркушко, Ю. Т. Ярошенко // Физиология человека. — 1996. — Т. 22, № 4. — С. 100–103.
10. Коркушко О. В. Динамика ритма сердца в переходных процессах при физических нагрузках у здоровых людей разного возраста / О. В. Коркушко, В. Б. Шатило, Ю. Т. Ярошенко, Т. В. Шатило // Физиол. журн. — 1989. — Т. 35, № 3. — С. 38–42.
11. Коркушко О. В. Особенности реакции организма людей пожилого возраста на стрессорное воздействие (физическую нагрузку) / О. В. Коркушко, В. Б. Шатило, Ю. Т. Ярошенко, М. В. Фролькис,

References

1. Bulich, E.G., Muravov, I.V. (2003). *Zdorov'ye cheloveka. Biologicheskaya osnova zhiznedeyatel'nosti i dvigatel'naya aktivnost' v yeye stimulyatsii* [Human health. Biological basis of vital activity and physical activity in its stimulation]. Kiev: Olimpiyskaya literatura [in Russian].
2. Galimov, G.Ya. (2005). *Pozhiloye vozrast i dvigatel'naya aktivnost'* [Advanced age and physical activity]. Ulan-Ude, Izdatel'stvo BGSXA [in Russian].
3. Il'nikskiy, A.N., Ivko, K.O., Fadeyeva, P.A., Poltoratskiy, A.N. (2018). *Otsenka kognitivnoy funktsii i kachestva zhizni pozhilykh lyudey, svyazanogo so zdorov'yem, pod vliyaniyem aerobnykh i anaerobnykh trenirovok* [Evaluation of the health-related cognitive function and quality of life of older people influenced by aerobic and anaerobic workouts]. *Nauchnyy rezul'tat. Meditsina i farmatsiya – Scientific result. Medicine and pharmacy, Vol. 4, 1, 16-26* [in Russian].
4. Korkushko, O.V. (1980). *Klinicheskaya kardiologiya v geriatrii* [Clinical Cardiology in Geriatrics]. Moscow: Meditsina [in Russian].
5. Korkushko, O.V., Kalinovskaya, Ye.T., Molotkov, V.I. (1979). *Prezhdevremennoye starenie cheloveka* [Premature aging person]. Kiev: Zdorov'ya [in Russian].
6. Korkushko, O.V., Yaroshenko, Yu.T. (2004). *Vikova dynamika krytychnykh rivniv fizychnoho navantazhennya u praktychno zdorovykh choolovikiv za danymy poperechnykh sposterezhen'* [Age dynamics of critical levels of physical activity in virtually healthy men according to transverse observations]. *Fiziologichnyy zhurnal – Physiological journal, Vol. 50, 1, 39-45* [in Ukrainian].
7. Korkushko, O.V., Yaroshenko, Yu.T., Chebotarev, N.D., Pisaruk, A.V. (2001). *Maksimal'naya rabochaya proizvoditel'nost' sistemy vneshnego dykhaniya i gazoobmena u prakticheski zdorovykh lits v razlichnyye vozrastnyye periody* [Maximum working capacity of the respiratory system and gas exchange in healthy people at different age periods]. *Ukrayins'kyy pul'monologichnyy zhurnal – Ukrainian pulmonary Journal, 12-16* [in Russian].
8. Korkushko O.V., Yaroshenko Yu.T. (2002). *Maksimal'naya gemodinamicheskaya proizvoditel'nost' u prakticheski zdorovykh lits v razlichnyye vozrastnyye periody* [Maximum hemodynamic performance in healthy subjects at different ages]. *Ukrainskiy kardiologicheskii zhurnal – Ukrainian Journal of Cardiology, 2, 83-89* [in Russian].
9. Korkushko, O.V., Yaroshenko, Yu.T. (1996). *Maksimal'noye potrebleniye kisloroda u muzhchin v zavisimosti ot vozrasta i urovnya dvigatel'noy aktivnosti* [Maximum oxygen consumption in men depending on age and level of motor activity]. *Fiziologiya cheloveka – Human physiology, Vol. 22, 4, 100-103* [in Russian].

А. В. Писарук, И. А. Антонюк-Щеглова // Пробл. старения и долголетия. – 1993. – Т. 3, № 3. – С. 184–191.

12. Коркушко О. В. Комплексная оценка функционального состояния организма у лиц старших возрастных групп по данным нагрузочного тестирования / О. В. Коркушко, Ю. Т. Ярошенко, А. В. Писарук, В. Б. Шатило // Пробл. старения и долголетия. – 2002. – Т. 11, № 4. – С. 370–380.

13. Коркушко О. В. Гипоксия и старение / О. В. Коркушко, Л. А. Иванов. – К. : Наук. думка, 1980. – 274 с.

14. Лазебник Л. Б. Практическая гериатрия (Избранные клинические и организационные аспекты) / Л. Б. Лазебник. – М., 2002. – 556 с.

15. Маньковский Н. Б. Старение и нервная система / Н. Б. Маньковский, А. Я. Минц. – К. : Здоров'я, 1972. – 272 с.

16. Милькаманович В. К. Геронтология и гериатрия / В. К. Милькаманович. – М. : Мастацкая лит., 2010. – 280 с.

17. Назар П. С. Возрастные особенности двигательной активности : учебное пособие / П. С. Назар, Д. Н. Котко, Е. А. Шевченко, М. М. Левон. – К. : Изд-во «Сталь», 2014. – 232 с.

18. Погодина А. Б. Основы геронтологии и гериатрии / А. Б. Погодина, А. Х. Газимов. – М. : Медицина, 2007. – 256 с.

19. Процаев К. И. Оценка двигательной активности и состояния мышечной функции у людей пожилого возраста в процессе применения аэробных и анаэробных тренировок / К. И. Процаев, К. О. Ивко, П. А. Фадеева, А. Н. Полторацкий // Научный результат. Медицина и фармация. – 2018. – Т. 4, Вып. 1. – С. 27–38.

20. Путро Л. М. Сублимированные продукты, их значение в системе спортивно-оздоровительного питания спортсменов при интенсивных физических нагрузках / Л. М. Путро, Д. Н. Котко, Н. Л. Гончарук // Наук. часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова (Сер. 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури / Фізична культура і спорт). – 2017. – Вип. 9 (91) 17. – С. 100–103.

21. Уилмор Дж. Х. Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Х. Уилмор, Д. Костилл. – К. : Олимп. лит., 1997. – 503 с.

22. Фролькис В. В. Старение. Нейрогуморальные механизмы / В. В. Фролькис. – К. : Наук. думка, 1981. – 820 с.

23. Фролькис В. В. Кровоснабжение и старение / В. В. Фролькис, В. В. Безруков, В. Г. Шевчук. – Л. : Наука, 1984. – 215 с.

24. Ярошенко Ю. Т. Возрастная динамика максимального потребления кислорода у практически здоровых мужчин пожилого возраста с различным уровнем двигательной активности по данным лонгитудинального наблюдения / Ю. Т. Ярошенко, О. В. Коркушко // Пробл. старения и долголетия. – 1995. – Т. 5, № 1–2. – С. 56–65.

25. Ярошенко Ю. Т. Оценка функционального состояния систем гемодинамики и газообмена по результатам пробы с физической нагрузкой малой мощности как показатель биологического возраста человека / Ю. Т. Ярошенко // Пробл. старения и долголетия. – 1992. – Т. 2, № 3. – С. 289–292.

26. Ярошенко Ю. Т. Влияние физических тренировок на вариабельность ритма у здоровых людей пожилого возраста / Ю. Т. Ярошенко, А. В. Писарук // Пробл. старения и долголетия. – 2003. – Т. 12, № 3. – С. 265–271.

27. Amudsen L. R. Evaluation of a drop exercise program for elderly women / L. R. Amudsen, J. M. Devahl, C. Ellingham // Phys. Ther. – 1989. – Vol. 69. – N 6. – P. 475–480.

28. Arakawa K. Beneficial effects of physical exercise / K. Arakawa // Clin. and Exp. Hypertens. – 2000. – Vol. 22, N 4. – P. 331.

29. Bunc V. Walking like a tool of body composition and aerobic fitness improvement in senior women / V. Bunc, M. Stilec // People, sport and health: III International congress. – SPb, 2007. – P. 175.

30. Collis C. M. Government policy and the provision of training for older workers / C. M. Collis, A. T. Mallier // Gerontechnology: Second International Confer. – Helsinki, 1996. – P. 78.

31. Kafandari V. The effect on physical activity in the bone mass and fitness in middle aged and elderly women / V. Kafandari, T. Mavragani, E. Zigouri, et al. // People, sport and health: III International congress. – SPb, 2007. – P. 184.

10. Korkushko, O.V., Shatilo, V.B., Yaroshenko, Yu.T., Shatilo, T.V. (1989). Dinamika ritma serdtsa v perekhodnykh protsessakh pri fizicheskikh nagruzkakh u zdorovykh lyudey raznogo vozrasta [Dynamics of heart rhythm in transitional processes during exercise in healthy people of different ages]. *Fiziologicheskii zhurnal – Physiological Journal*, Vol. 35, 3, 38–42 [in Russian].

11. Korkushko, O.V., Shatilo, V.B., Yaroshenko, Yu.T., Frol'kis, M.V., Pisaruk, A.V., Antonyuk-Shcheglova, I.A. (1993). Osobennosti reaktsii organizma lyudey pozhilogo vozrasta na stressornoye vozdeystviye (fizicheskuyu nagruzku) [Features of the reaction of the body of elderly people to stress (exercise)]. *Problemy stareniya i dolgoletiya – Problems of aging and longevity*, Vol. 3, 3, 184–191 [in Russian].

12. Korkushko, O.V., Yaroshenko, Yu.T., Pisaruk, A.V., Shatilo, V.B. (2002). Kompleksnaya otsenka funktsional'nogo sostoyaniya organizma u lits starshikh voznastnykh grupp po dannym nagruzochnogo testirovaniya [Comprehensive assessment of the functional state of the body in older age groups according to load testing]. *Problemy stareniya i dolgoletiya – Problems of aging and longevity*, Vol. 11, 4, 370–380 [in Russian].

13. Korkushko, O.V., Ivanov, L.A. (1980). *Gipoksiya i starenije [Hypoxia and aging]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].

14. Lazebnik, L.B. (2002). *Prakticheskaya geriatriya (Izbrannyye klinicheskiye i organizatsionnyye aspekty) [Practical Geriatrics (Selected Clinical and Organizational Aspects)]*. Moscow [in Russian].

15. Man'kovskiy, N.B., Mints, A.Ya. (1972). *Starenije i nervnaya sistema [Aging and Nervous System]*. Kiev: Zdorov'ya [in Russian].

16. Mil'kamanovich, V.K. (2010). *Gerontologiya i geriatriya [Gerontology and geriatrics]*. Minsk: Izdatel'stvo Mastatskaya Literatura – Minsk: Publishing House Mastatskaya Literature [in Russian].

17. Nazar, P.S., Kotko, D.N., Shevchenko, Ye.A., Levon, M.M. (2014). *Vozrastnyye osobennosti dvigatel'noy aktivnosti [Age features of motor activity]*. Kiev: Izdatel'stvo «Stal'» [in Russian].

18. Pogodina, A.B., Gazimov, A.Kh. (2007). *Osnovy gerontologii i geriatrii [Basics of gerontology and geriatrics]*. Moscow: Meditsina [in Russian].

19. Proshchayev, K.I., Ivko, K.O., Fadeyeva, P.A., Poltoratskiy, A.N. (2018). Otsenka dvigatel'noy aktivnosti i sostoyaniya myshechnoy funktsii u lyudey pozhilogo vozrasta v protsesse primeneniya aerobnykh i anaerobnykh trenirovok [Assessment of motor activity and the state of muscle function in the elderly in the process of applying aerobic and anaerobic workouts]. *Nauchnyy rezul'tat. Meditsina i farmatsiya – Scientific result. Medicine and Pharmacy*, Vol. 4, iss. 1, 27–38 [in Russian].

20. Putro, L.M., Kotko, D.N., Goncharuk, N.L. (2017). Sublimirovannyye produkty, ikh znachenije v sisteme sportivno-ozdorovitel'nogo pitaniya sportsmenov pri intensivnykh fizicheskikh nagruzkakh [Sublimated products, their importance in the system of sports nutrition of athletes with intense physical exertion]. *Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova (Ser. 15: Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoy kul'tury (fizychna kul'tura i sport) – Scientific journal of the National Pedagogical University named after M.P. Dragomanov (Ser. 15: Scientific and pedagogical problems of physical culture (physical culture and sport))*, iss. 9 (91) 17, 100–103 [in Russian].

21. Uilmor, Dzh.Kh., Kostill, D. (1997). *Fiziologiya sporta i dvigatel'noy aktivnosti [Physiology of sports and motor activity]*. Kiev: Olimpiyskaya literatura [in Russian].

22. Frol'kis, V.V. (1981). *Starenije. Neyrogumoral'nyye mekhanizmy [Aging. Neurohumoral mechanisms]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].

23. Frol'kis, V.V., Bezrukov, V.V., Shevchuk, V.G. (1984). *Krovosnabzhenije i starenije [Blood supply and aging]*. Leningrad: Nauka [in Russian].

24. Yaroshenko, Yu.T., Korkushko, O.V. (1995). Vozrastnaya dinamika maksimal'nogo potrebleniya kisloroda u prakticheski zdorovykh muzhchin pozhilogo vozrasta s razlichnym urovnem dvigatel'noy aktivnosti po dannym longitudinal'nogo nablyudeniya [The age dynamics of the maximum oxygen consumption in almost healthy elderly men with different levels of motor activity according to longitudinal observation]. *Problemy stareniya i dolgoletiya – Problems of aging and longevity*, Vol. 5, 1–2, 56–65 [in Russian].

25. Yaroshenko, Yu.T. (1992). Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya sistem gemodinamiki i gazoobmena po rezul'tatam proby s fizicheskoy nagruzkoy maloy moshchnosti kak pokazatel' biologicheskogo vozrasta cheloveka [Evaluation of the functional state of hemodynamic and gas ex-

32. Kyriazi Ch. The effect on physical activity and age to simple reaction time in Greek older adults / Ch. Kyriazi, M. Michalopoulou, V. Zisi, et al. // People, sport and health: III International congress. – SPb, 2007. – P. 186.

33. Narici M. V. Unique features of work-induced skeletal muscle hypertrophy in elderly humans / M. V. Narici., L. Giuffreda, M. Baldi, et al. // J. Physiol. Proc. – 2000. – N 526. – P. 35-36.

34. Robinson S. Experimental Studies of physical fitness in relation to age / S. Robinson // Arbeitsphysiologie. – 1938. – N 3. – P. 251–323.

change systems according to the results of the test with low-power physical load as an indicator of a person's biological age]. *Problemy stareniya i dolgoletiya – Problems of aging and longevity, Vol. 2, 3, 289-292* [in Russian].

26. Yaroshenko, Yu.T., Pizaruk, A.V. (2003). Vliyaniye fizicheskikh trenirovok na variabel'nost' ritma u zdorovykh lyudey pozhilogo vozrasta [The effect of physical training on rhythm variability in healthy elderly people]. *Problemy stareniya i dolgoletiya – Problems of aging and longevity, Vol. 12, 3, 265-271* [in Russian].

27. Amudsen, L.R., Devahl, J.M., Ellingham, C. (1989). Evaluation of a drop exercise program for elderly women. *Phys. Ther., Vol. 69, 6, 475-480*.

28. Arakawa, K. (2000). Beneficial effects of physical exercise. *Clin. and Exp. Hypertens., Vol. 22, 4, P. 331*.

29. Bunc, V., Stilec, M. (2007). Walking like a tool of body composition and aerobic fitness improvement in senior women. Proceeding from People, sport and health: III International congress (p. 175). Sankt Peterburg.

30. Collis, C.M., Mallier, A.T. (1996). Government policy and the provision of training for older workers. Proceeding from Gerontechnology: Second International Conference (p. 78). Helsinki.

31. Kafandari, V., Mavragani, T., Zigouri, E., et al. (2007). The effect on physical activity in the bone mass and fitness in middle aged and elderly women. Proceeding from People, sport and health: III International congress (p. 184). Sankt Peterburg.

32. Kyriazi, Ch., Michalopoulou, M., Zisi, V., et al. (2007). The effect on physical activity and age to simple reaction time in Greek older adults. Proceeding from People, sport and health: III International congress (p. 186). Sankt Peterburg.

33. Narici, M.V., Giuffreda, L., Baldi, M., et al. (2000). Unique features of work-induced skeletal muscle hypertrophy in elderly humans. *J. Physiol. Proc., 526, 35-36*.

34. Robinson, S. (1938). Experimental Studies of physical fitness in relation to age. *Arbeitsphysiologie, 3, 251-323*.