

# ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ВЕТЕРАНОВ СПОРТА В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ И ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Э.Р. Гильмутдинов, В.В. Епишев  
ЮУрГУ, г. Челябинск

Рассматриваются данные сравнительной оценки функционального состояния кардиореспираторной системы у ветеранов спорта различных возрастных групп и с различным режимом двигательной активности.

*Ключевые слова:* ветераны спорта, кардиореспираторная система, двигательная активность.

**Актуальность.** В свете современных социально-экономических проблем все больше внимания привлекают вопросы, связанные с оздоровлением не только подрастающего поколения, людей зрелого и пожилого возраста, но и лиц, которые активно выступали на соревнованиях высокого уровня и на данный момент относятся к категории «Ветераны спорта» [1, 4].

**Цель исследования.** Анализ особенностей функционального состояния кардиореспираторной системы у ветеранов спорта в возрастном аспекте и при различном уровне двигательной активности.

**Организация и методы исследования.** Исследования проводились в течение 2007–2009 гг. на базе учебно-спортивного комплекса Южно-Уральского государственного университета г. Челябинска. В исследованиях принимали участие ветераны спорта ( $n = 88$ , 10 МСМК, 52 МС, 16 КМС), по медицинской классификации относящиеся к первой и второй группам здоровья. Ветераны спорта были разделены на 4 группы: группа 1 – до 35 лет ( $n = 21$ , средний возраст  $33,1 \pm 0,7$  лет); группа 2 – старше 35 лет ( $n = 21$ , средний возраст  $41,4 \pm 1,9$  лет); группа 3 – продолжающие регулярно заниматься физической культурой с участием в турнирах ветеранов и не менее 2-х раз в неделю посещающие бассейн и сауну на базе Учебно-спор-

тивного комплекса ЮУрГУ ( $n = 20$ , средний возраст  $37,9 \pm 2,5$  лет); группа 4 – лица с низким уровнем двигательной активности, т. е. прекратившие регулярные тренировки ( $n = 26$ , средний возраст  $36,7 \pm 3,1$  лет).

Оценка функции системы внешнего дыхания, центральной и периферической гемодинамики проводилась при помощи компьютерных технологий «ЭТОН» и «МАРГ». Анализировались следующие параметры:

частота дыхания (ЧД, количество за мин); жизненная емкость легких на вдохе (ЖЕЛ<sub>вд</sub>, л); жизненная емкость легких на выдохе (ЖЕЛ<sub>выд</sub>, л); резервный объем вдоха (РО<sub>вд</sub>, л); резервный объем выдоха (РО<sub>выд</sub>, л); емкость вдоха (сумма ДО и РО<sub>вд</sub>, л); максимальная вентиляция легких (МВЛ, л/мин).

частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), фракция выброса (ФВ, %), ударный объем (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин), диастолическая волна наполнения сердца (ВН, %).

**Результаты исследования.** Для выявления различий в функциональном состоянии ССС ветеранов спорта с учетом возраста нами было проведено исследование центральной гемодинамики, которое не выявило статистически достоверных различий между изучаемыми параметрами (табл. 1).

Сравнительная оценка показателей центральной гемодинамики у ветеранов спорта различных возрастных групп (группа 1 – до 35 лет, группа 2 – старше 35 лет)

Таблица 1

Группа	Параметр	ЧСС (уд./мин)	УО (мл)	ФВ (%)	ВН (%)	МОК (л/мин)
1	$M \pm m$	$59,78 \pm 7,44$	$105,00 \pm 5,64$	$62,44 \pm 2,05$	$9,00 \pm 7,44$	$6,26 \pm 0,73$
	V	12,44	5,37	3,28	82,62	11,63
2	$M \pm m$	$65,14 \pm 9,23$	$86,85 \pm 19,49$	$60,64 \pm 2,82$	$3,57 \pm 2,05$	$5,45 \pm 0,92$
	V	14,17	22,44	4,65	57,44	16,86
	t 1 – t 2	-0,45	0,89	0,52	0,70	0,70

Как видно из табл. 1, разница по ЧСС составила 5,32 уд./мин или 8,3 %, УО 18,15 мл или 20,9 %, что, безусловно, может отражать возрастные отличия в производных минутного объема кровообращения. При этом достаточно большие величины коэффициента вариации в обоих случаях и обусловили низкие значения критерия Стьюдента. Вышеуказанное подтверждается разницей в величинах амплитуды пульсации аорты, составляющей 63,89 мОм или 28,2 %. Схожая картина наблюдается и при сравнительном анализе МОК, ФВ, ВН, СИ, S: отсутствие различий вследствие высоких значений V.

Для выявления ведущих механизмов регуляции на уровень значений показателей центральной гемодинамики, нами был проведен спектральный анализ некоторых изучаемых параметров (табл. 2).

занные различия связаны с сужением круга регуляторных влияний, снижением адаптивного потенциала показателя, что находит подтверждение данными корреляционного анализа.

Снижение роли сократительной функции миокарда и автономных механизмов ее регуляции, установленное при сравнительной оценке ветеранов спорта обеих групп, сопровождается увеличением общей вариабельности ФВ на 116,6 %, за счет увеличения мощности во всех диапазонах. Физиологической основой данных различий может являться «нестабильность» регуляции сократительной функции миокарда при уменьшении значимости интракардиальных механизмов регуляции инотропной функции сердца, преимущественно определяемое изменением доли надсегментарных регуляторных влияний.

Таблица 2

Спектральный анализ параметров центральной гемодинамики у ветеранов спорта обеих возрастных групп

Группа	Параметр	ОМС	СНЧ	ОНЧ	НЧ	ВЧ
1	ЧСС	3,39 ± 0,65	0,34 ± 0,079	2,24 ± 0,473	0,45 ± 0,147	0,36 ± 0,322
2		5,27 ± 0,74	1,09 ± 0,194	3,04 ± 0,413	1,13 ± 0,358	0,01 ± 0,005
1	УО	20,98 ± 3,290	3,09 ± 1,128	12,80 ± 2,881	4,94 ± 1,474	0,16 ± 0,147
2		12,33 ± 0,971	2,21 ± 0,371	5,05 ± 0,675	4,68 ± 0,550	0,39 ± 0,148
1	ФВ	1,74 ± 0,186	0,22 ± 0,052	0,72 ± 0,107	0,80 ± 0,180	0,01 ± 0,007
2		3,77 ± 0,385	0,82 ± 0,223	1,40 ± 0,174	1,37 ± 0,147	0,18 ± 0,055
1	МОК	0,08 ± 0,017	0,007 ± 0,002	0,01 ± 0,005	0,04 ± 0,012	0,02 ± 0,013
2		0,09 ± 0,017	0,007 ± 0,000	0,01 ± 0,002	0,04 ± 0,010	0,03 ± 0,004
p1/1 – p1/2		0,05	0,001	–	0,01	–
p2/1 – p2/2		0,02	–	0,02	–	–
p3/1 – p3/2		0,001	0,001	0,001	0,02	0,001
p3/1 – p3/2		–	–	–	–	–

Установлено, что с возрастом увеличивается величина общей мощности спектра РС на 35,7 %, преимущественно за счет увеличения активности в ультра- и низкочастотном диапазонах. При этом доминирующим остаются флуктуации в ОНЧ диапазоне, а количество колебаний в ВЧ значительно снижается (в 48,8 раз). Следовательно, как и было сказано выше, на разных стадиях процесса социальной адаптации снижается активность сегментарных отделов вегетативной нервной системы и компенсируется ростом влияния надсегментарных механизмов регуляции [5].

Вариабельность ударного объема сердца с возрастом уменьшается, что проявляется, прежде всего, снижением количества регуляторных влияний на 70,2 %. Главным определяющим фактором являются флуктуации в очень низкочастотном диапазоне медленноволнового спектра, сравнительная активность которых у ветеранов спорта 2 группы ниже на 153,5 % по абсолютным величинам и на 20,05 % по данным относительного распределения мощности. Учитывая интегральность УО и, соответственно, его вариабельности, ука-

Изучение медленноволновой вариабельности МОК, несмотря на отсутствие статистически значимых различий в абсолютных значениях, выявило ряд отличий в относительном распределении мощности. Так у ветеранов спорта 2-й возрастной группы наблюдаются более низкие значения мощности медленноволнового спектра в СНЧ и ОНЧ диапазонах и более высокие – в высокочастотном.

Для сравнительной оценки системы внешнего дыхания у ветеранов спорта различных возрастных групп, нами было проведено исследование объемных параметров функций внешнего дыхания. Характер установленных изменений достаточно четко демонстрирует различия в функциональном состоянии системы внешнего дыхания.

Возрастные различия в объемных параметрах системы внешнего дыхания у ветеранов спорта проявляются, прежде всего, в ЖЕЛ<sub>вд</sub> (в первой возрастной группе 5,37 ± 0,45, во второй – 4,31 ± 0,76 л или 24,95 %), ЖЕЛ<sub>вд</sub> (5,27 ± 0,45 и 4,28 ± 0,77 л или 23,13 %), РО<sub>вд</sub> (1,50 ± 0,68 и 1,02 ± 0,57 или 17,28 %), МВЛ (141,76 ± 16,29 и 106,80 ± 15,57 или 32,77 %), а также интегральном показателе – ин-

Таблица 3

Сравнительная оценка показателей центральной гемодинамики  
у ветеранов спорта с различным уровнем двигательной активности  
(группа 1 – оптимальный, группа 2 – недостаточный)

Группа	Параметр	ЧСС (уд./мин)	УО (мл)	ФВ (%)	ВН (%)	МОК (л/мин)
1	M ± m	59,89 ± 3,59	96,40 ± 6,23	61,70 ± 2,05	9,10 ± 3,44	5,77 ± 0,78
	V	5,99	6,46	3,32	37,81	13,10
2	M ± m	69,82 ± 2,72	83,89 ± 7,08	61,08 ± 2,82	3,08 ± 1,28	5,85 ± 0,92
	V	3,89	8,43	4,62	41,67	16,26
	p1 – p2	0,05	0,05	–	0,05	–

декс состояния бронхиальной проходимости ( $2,05 \pm 0,38$  и  $2,88 \pm 0,65$  или  $28,82\%$ ). Учитывая физиологическую основу ЖЕЛ<sub>вд</sub> и ЖЕЛ<sub>выд</sub>, данные различия могут определяться некоторым снижением эластичности мышц грудной клетки, подвижности диафрагмы и являться фактором уменьшения экономизации функции дыхательной системы, что и приводит к снижению резервных возможностей как одного вдоха, так и значений максимальной вентиляции.

Для выявления различий в функциональном состоянии центральной гемодинамики нами была проведена сравнительная оценка у ветеранов спорта с различным уровнем двигательной активности (табл. 3).

Различия в уровне двигательной активности находят свое отражение в статистически значимых различиях в следующих параметрах сердечно-сосудистой системы: ЧСС, УО и ВН. При этом отсутствие различий в величинах МОК определяется разнонаправленными значениями производных. Так, в первой группе ветеранов спорта частота сердечных сокращений ниже на  $14,2\%$ , а ударный объем, напротив, больше на  $14,9\%$ .

Для углубленного сравнительного анализа нами был проведен спектральный анализ основных изучаемых параметров центральной гемодинамики (табл. 4).

Нами выявлены статистически значимые раз-

личия в спектральных характеристиках частоты сердечных сокращений (ритм сердца). В частности, общая мощность спектра медленноволновых колебаний у ветеранов спорта с низкой двигательной активностью выше на  $50,2\%$ , преимущественно за счет флуктуаций в очень- и низкочастотных диапазонах, которые выше соответственно на  $57,7\%$  и  $26,9\%$ . Однако при сравнительном анализе относительного вклада мощности диапазонов в структуру общей вариабельности, существенных отличий не выявлено.

Анализ вариабельности ударного объема сердца не выявил статистически значимых различий в абсолютных значениях ОМС и мощности по диапазонам спектра.

Существенные различия выявлены при изучении спектральных характеристик фракции выброса. Так общая мощность спектра у ветеранов спорта второй группы выше на  $57,5\%$ , что определяется большими значениями в СНЧ ( $21,2\%$ ), НЧ ( $39,7\%$ ) и ВЧ ( $95,7\%$ ) и, соответственно, выявлены отличия в относительном вкладе диапазонов в структуре медленноволнового спектра. Доминирующим в структуре регуляции ФВ у ветеранов спорта с низким уровнем двигательной активности является ОНЧ диапазон, обусловленный активностью гуморально-метаболических факторов, тогда как у испытуемых первой группы ведущим является НЧ, связанный по данным А.Р. Сабирьянова [3] с ин-

Таблица 4

Спектральный анализ параметров центральной гемодинамики у ветеранов спорта обеих групп

Группа	Параметр	ОМС	СНЧ	ОНЧ	НЧ	ВЧ
1	ЧСС	2,51 ± 1,056	0,51 ± 0,579	1,64 ± 0,990	0,35 ± 0,321	0,01 ± 0,005
2		(1)	5,06 ± 1,718	0,66 ± 0,682	2,84 ± 0,967	1,30 ± 2,756
1	УО	14,74 ± 9,192	2,24 ± 2,892	8,02 ± 5,564	4,34 ± 3,779	0,15 ± 0,377
2		(2)	17,45 ± 7,323	2,83 ± 2,851	8,16 ± 7,318	6,01 ± 4,223
1	ФВ	2,30 ± 0,936	0,21 ± 0,133	0,66 ± 0,564	1,42 ± 1,100	0,01 ± 0,018
2		(3)	3,98 ± 0,941	0,99 ± 1,713	1,66 ± 1,274	1,10 ± 0,785
1	МОК	0,06 ± 0,044	0,01 ± 0,005	0,01 ± 0,013	0,03 ± 0,031	0,01 ± 0,005
2		(4)	0,12 ± 0,126	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,018	0,05 ± 0,077
	p 1/1 – p 1/2	0,02	–	0,05	0,01	0,01
	p 2/1 – p 2/2	–	–	–	–	–
	p 3/1 – p 3/2	0,05	0,05	0,03	–	0,01
	p 3/1 – p 3/2	–	–	–	–	–

тракардиальными механизмами регуляции инотропной функции сердца. Данное различие, несмотря на схожие величины параметра, свидетельствует о функциональной «перестройке», снижении доли автономных механизмов в поддержании адекватного уровня фракции выброса, что, учитывая высокие значения ОМС, может являться отражением снижения экономичности в структуре регуляции у ветеранов спорта второй группы.

Сравнительный анализ относительно вклада мощности медленноволнового спектра минутного объема кровообращения, при отсутствии различий в абсолютных величинах, показал наличие значительных регуляторных различий: в первой группе выявлена существенная роль низкочастотных колебаний (63,0 %), тогда как во второй – схожая доля НЧ и ВЧ флуктуаций, что, видимо, связано с влиянием его производных значений.

Для выявления особенностей функционирования дыхательной системы у ветеранов спорта с различным уровнем двигательной активности нами была проведена оценка объемных характеристик дыхания.

Основные статические параметры системы внешнего дыхания имеют схожие значения и не имеют статистически значимых различий. Однако показатели, фактически являющиеся индикаторами функционального состояния, имеют существенные различия. В частности, у ветеранов спорта регулярно занимающихся физической культурой и участвующих в соревнованиях, зафиксированы более высокие значения в следующих параметрах: МОД на 26,91 % ( $8,63 \pm 0,53$  в первой группе и  $6,80 \pm$

$\pm 0,64$  – во второй),  $PO_{\text{выд}}$ , на 44,89 %, ( $1,42 \pm 0,31$  и  $0,98 \pm 0,35$ ) МВЛ на 20,71 % ( $131,13 \pm 5,36$  и  $108,63 \pm 7,57$ ), что и нашло отражение в более низких величинах индекса состояния на 30,01 % ( $2,10 \pm 0,38$  и  $3,02 \pm 0,39$ ). Указанное является производным адаптационных реакций дыхательной системы на мышечные нагрузки и отражает более высокий уровень функциональных резервов [2].

Таким образом, проведенный сравнительный анализ функционального состояния кардиореспираторной системы ветеранов спорта в возрастном аспекте и в разрезе влияния уровня двигательной активности, позволил установить специфические физиологические закономерности, которые необходимо учитывать для сохранения и укрепления здоровья лиц данной категории.

## Литература

1. Быков, Е.В. Спорт и кровообращение: возрастные аспекты / Е.В. Быков, А.П. Исаев, С.Л. Сашенков. – Челябинск, 1998. – 63 с.
2. Пиенникова, А.Г. Адаптация к физическим нагрузкам / А.Г. Пиенникова // Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – С. 124–223.
3. Сабирьянов, А.Р. Медленноволновые колебания показателей кровообращения у детей / А.Р. Сабирьянов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 115 с.
4. Солодков, А.С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы / А.С. Солодков // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 6. – С. 87–93.
5. Akselrod, S.D. Components of heart rate variability / S.D. Akselrod // Heart rate variability. – 1995. – Vol. 12. – P. 146–164.

Поступила в редакцию 7 сентября 2010 г.