

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ВЕТЕРАНОВ СПОРТА В ПРОЦЕССЕ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ

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

В статье рассматриваются данные сравнительной оценки функционального состояния центральной гемодинамики у ветеранов спорта различных возрастных групп.

Ключевые слова: функциональная кондиция, гемодинамика, вариабельность ритма, ветераны спорта.

Актуальность. Изменения деятельности сердечно-сосудистой системы в процессе онтогенеза затрагивают практически все стороны ее функционирования. В частности, замедляется использование жирных кислот в процессах биологического окисления в миокарде, уменьшается способность миокарда использовать в качестве энергетического субстрата молочную кислоту, накопление которой в миокарде приводит к развитию тканевого ацидоза. В зрелом возрасте уменьшается количество миоглобина и митохондрий в кардиомиоцитах, а также снижается активность ферментных систем клеточного дыхания, при участии которых осуществляется перенос электронов с субстрата на кислород. В результате, количество потребляемого миокардом кислорода уменьшается и может составлять лишь 6–10 % от общего количества поглощенного организмом кислорода (против 15,0 % в молодом возрасте). Уменьшение интенсивности окислительных процессов в стареющем сердце сопровождается также снижением концентрации АТФ и креатинфосфата в кардиомиоцитах, и как следствие – сократительной функции миокарда [3].

О снижении с возрастом сократимости миокарда свидетельствует увеличение длительности периода изометрического сокращения и уменьшение максимальной скорости нарастания давления в желудочках. Снижение сократимости миокарда приводит и к изменению насосной функции сердца, что выражается в уменьшении ударного объема сердца и частоты сердечных сокращений. Сердечный выброс постепенно снижается, начиная с 40 лет. С возрастом уменьшается также возбудимость и проводимость миокарда, что проявляется в замедлении ритма сердца, увеличении продолжительности интервала P–Q и длительности комплекса QRS на электрокардиограмме. Одной из причин указанных изменений функций сердца является возрастная инволюция адренергических нервных окончаний, которая начинается в возрасте свыше 30 лет и приводит к частичной десимпатизации миокарда [1, 5].

Говоря о закономерностях процесса адаптации у лиц занимавшихся спортом, можно трактовать изменения, происходящие в организме спортсмена при резком прекращении активной спортивной деятельности, с позиций учения о стрессе. Стрессором может являться не только спортивная тренировка и обусловленные ею физические и эмоциональные воздействия. Резкое выключение из тренировочного процесса также может явиться сильным раздражителем. При прекращении занятий спортом возникает необходимость приспособления к новой среде с необычным двигательным режимом, непривычными психическими и социальными факторами и т. д. Эти важные вопросы в настоящее время изучены не достаточно, и, очевидно, что исследование процессов адаптации и реадaptации в различные возрастные периоды после прекращения активной спортивной деятельности требуют более детального исследования [2, 3].

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы является одним из важнейших критериев оценки воздействия на организм человека систематической спортивной тренировки. В настоящее время, остаются не до конца исследованными возрастные особенности динамики морфофункциональных показателей сердца спортсменов и типы ремоделирования сердца в процессе многолетней систематической тренировки и, в частности, после ухода из профессионального спорта. Научные работы по изучению состояния ССС ветеранов спорта после ухода из «большого спорта» немногочисленны.

Считается, что длительные систематические спортивные тренировки с большими по объему и интенсивности физическими нагрузками приводят к гипертрофии миокарда левого желудочка, являющейся адаптацией миокарда, достаточной для удовлетворения возросших потребностей при сохраненной функции. Проблема вызвана еще и тем, что ветераны спорта к 40 годам имеют гипертрофию миокарда левого желудочка, связанную не только со спортивной деятельностью, а у части из них еще

и с артериальной гипертонией. Дальнейшее присоединение артериальной гипертензии с гемодинамической перегрузкой влияет на структурные и функциональные изменения, возникающие в сердце, и является самостоятельной причиной для дальнейшего прогрессирования ГЛЖ и независимым неблагоприятным прогностическим фактором [6].

Цель исследования. Изучить функциональное состояние центральной гемодинамики у ветеранов спорта в различные периоды социальной адаптации.

Организация и методы исследования. Для получения данных о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы испытуемых мужчин ветеранов спорта ($n = 59$, группа 1 – до 35 лет ($n = 28$), группа 2 – старше 35 лет ($n = 31$)) использовалась биоимпедансная тетраполярная реополиграфия на базе компьютерной технологии «МАРГ». В данном методе используется измерение изменения сопротивления тока высокой частоты и малой интенсивности, при помощи специальных датчиков (электродов) расположенных на голени, шее и

сердечный индекс (СИ, л/мин/м²); фракция выброса левого желудочка (ФВ, %) рассчитывается при помощи формулы Тагифта по ЭКГ и первой производной трансторакальной реограммы; амплитуда пульсации аорты (Арео, мОм); амплитуда волны наполнения (% от волны изгнания; индекс доставки кислорода (ИДК, усл. ед.), а также симпатический индекс (S, усл. ед.).

Полученные результаты, при помощи компьютерной программы системы «МАРГ», использующей метод быстрого преобразования Фурье, были подвергнуты спектральному анализу за 500 кардиоинтервалов. При этом изучались следующие спектральные характеристики: общая мощность спектра (Power, усл. ед.), общее (UVLf, VLF, LF, HF, усл. ед.) и относительное (UVLf, VLF, LF, HF, %) распределение мощности по диапазонам спектра.

Результаты исследования. В табл. 1 представлены результаты исследования показателей центральной гемодинамики ветеранов спорта двух возрастных групп.

Таблица 1

Сравнительная оценка показателей центральной гемодинамики у ветеранов спорта различных возрастных групп

Группа	Параметр	ЧСС	УО	ФВ	ВН	МОК	СИ	S	Арео
1	M	59,78	105,00	62,44	9,00	6,26	4,47	56,44	164,11
	m	7,44	5,64	2,05	7,44	0,73	0,52	14,10	24,36
	V	12,44	5,37	3,28	82,62	11,63	11,63	24,98	14,84
	Медиана	57,00	105,00	63,00	3,00	5,98	4,27	59,00	152,00
2	M	65,14	86,85	60,64	3,57	5,45	3,89	68,36	128,00
	m	9,23	19,49	2,82	2,05	0,92	0,66	22,05	31,79
	V	14,17	22,44	4,65	57,44	16,86	16,86	32,26	24,84
	Медиана	62,00	87,00	60,00	3,50	5,07	3,62	73,50	119,50
	t1 – t2	-0,45	0,89	0,52	0,70	0,70	0,70	-0,46	0,90

на уровне мечевидного отростка. Система «МАРГ» позволяет одновременно, в режиме реального времени регистрировать электрокардиограмму (ЭКГ) в первом стандартном отведении, трансторакальную реограмму, а также, при помощи пульсоксиметрического датчика, фиксирует пульсацию пальца кисти. При этом компьютерная программа позволяет не только регистрировать определенные величины рео- или ЭКГ кривых, но и при помощи формул рассчитывать показатели кровообращения. В системе фиксация измеряемых и расчетных показателей происходит в течение 500 кардиоинтервалов, что, в зависимости от ЧСС, составляет от 5 до 8 минут.

Регистрировались следующие показатели сердечно-сосудистой системы: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) – регистрируется по R-R (с) интервалам I стандартного отведения ЭКГ; ударный объем (УО, мл) рассчитывается при помощи формулы Кубичека по ЭКГ и первой производной трансторакальной реограммы; минутный объем кровообращения (МОК, л/мин);

Как видно из табл. 1, статистически достоверных различий между изучаемыми параметрами не установлено. Однако анализ выборки с нахождением коэффициента вариации и медианы вариационного ряда позволяет установить различия в функционировании центральной гемодинамики. В частности, 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 V, в обоих случаях и обусловили низкие значения критерия Стьюдента. Кроме того, данные медианы вариационного ряда по УО, в первой группе равные среднему арифметическому значению и значительная абсолютная и относительная разница между данными параметрами (соответственно, 18,0 и 20,7 %) являются следствием большого вариационного размаха выборки, преимущественно во второй группе, и определившими отсутствие статистически значимых различий. Это подтверждается разницей в величинах амплитуда пульсации аорты

составляющая 63,89 МОМ или 28,2 %. Схожая картина наблюдается и при сравнительном анализе МОК, ФВ, ВН, СИ, S: отсутствие различий вследствие высоких значений V.

В целом, несмотря на отсутствие статистически значимых различий между изучаемыми показателями центральной гемодинамики у ветеранов спорта двух возрастных групп, на фоне тенденции выявляются достаточно отчетливые регуляторные различия, видимо, в первую очередь связанные с процессом онтогенеза и уровнем двигательной активности. Подтверждением являются данные корреляционного анализа, представленные в табл. 2, 3.

компенсаторным механизмом является возрастающее влияние величины ВН на УО, причем в отрицательной взаимосвязи. Вместе с указанными изменениями выявлено увеличение роли ЧСС на Арео, косвенно подтверждающее наличие структурных изменений в кардиомиоцитах.

Для выявления регуляторных механизмов влияния на показатели центральной гемодинамики, нами был проведен спектральный анализ изучаемых параметров (табл. 4)

Из табл. 4 видно, что вышеуказанные возрастные изменения центральной гемодинамики у ветеранов спорта сопровождаются существенным

Матрица корреляций параметров центральной гемодинамики у ветеранов спорта первой группы

Таблица 2

	ЧСС	S	УО	Арео	ФВ	ВН	МОК	СИ
ЧСС	1,00	0,56	0,34	-0,52	-0,74	0,09	0,96	0,93
S	0,56	1,00	0,57	0,07	-0,27	0,37	0,60	0,65
УО	0,34	0,57	1,00	-0,54	-0,52	0,13	0,58	0,60
Арео	-0,52	0,07	-0,54	1,00	0,63	-0,06	-0,58	-0,60
ФВ	-0,74	-0,27	-0,52	0,63	1,00	0,48	-0,76	-0,80
ВН	0,09	0,37	0,13	-0,06	0,48	1,00	0,10	0,11
МОК	0,96	0,60	0,58	-0,58	-0,76	0,10	1,00	0,95
СИ	0,93	0,65	0,60	-0,60	-0,80	0,11	0,95	1,00

Матрица корреляций параметров центральной гемодинамики у ветеранов спорта второй группы

Таблица 3

	ЧСС	S	УО	Арео	ФВ	ВН	МОК	СИ
ЧСС	1,00	-0,76	-0,83	-0,99	-0,11	0,11	0,95	0,87
S	-0,76	1,00	0,99	0,4	-0,58	-0,72	0,66	0,62
УО	-0,83	0,99	1,00	0,53	-0,48	-0,80	0,56	0,50
Арео	-0,99	0,43	0,53	1,00	0,49	-0,90	-0,38	-0,40
ФВ	-0,11	-0,58	-0,48	0,49	1,00	-0,10	-0,42	-0,39
ВН	0,11	-0,72	-0,80	-0,90	-0,14	1,00	0,20	0,30
МОК	0,95	0,66	0,56	-0,38	-0,42	0,20	1,00	0,90
СИ	0,87	0,62	0,50	-0,40	-0,39	0,30	0,90	1,00

Как видно из представленных таблиц, функциональные взаимосвязи между исследуемыми группами по изучаемым показателям с возрастом претерпевают значимые изменения. Так, кардинально изменяется корреляционная взаимосвязь между ЧСС и S – динамика отмечена не только в значениях r, но и в направлении взаимосвязи, что может быть обусловлено снижением активности вегетативной нервной системы и частичным замещением ее функции гуморальными механизмами регуляции гомеостаза. Кроме того, с возрастом увеличивается роль параметра S в формировании УО, видимо, преимущественно за счет тенденции к росту артериального давления. Отмечается снижение роли сократительной функции миокарда и автономных механизмов ее регуляции о чем свидетельствует уменьшение корреляционной взаимосвязи между ФВ и МОК. При этом вероятно,

различием в регуляторном обеспечении в ее функционировании.

В частности, с возрастом увеличивается величина общей мощности спектра ЧСС на 35,70 % 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.

Вариабельность ударного объема сердца с возрастом уменьшается, что проявляется, прежде всего, снижением количества регуляторных влияний на 70,2 %. Главным определяющим фактором яв-

Таблица 4

Спектральный анализ параметров центральной гемодинамики
у ветеранов спорта обеих групп

Группа	Пара-метр	ОМС	UVLF	VLF	LF	HF	UVLF, %	VLF, %	LF, %	HF, %
1	ЧСС (1)	3,39 ± 0,65	0,34 ± 0,07	2,24 ± 0,47	0,45 ± 0,14	0,36 ± 0,32	10,11	65,89	13,29	10,74
2		5,27 ± 0,74	1,09 ± 0,19	3,04 ± 0,413	1,13 ± 0,35	0,01 ± 0,005	20,71	57,60	21,52	0,22
1	УО (2)	20,98 ± 3,29	3,09 ± 1,12	12,80 ± 2,88	4,94 ± 1,47	0,16 ± 0,14	14,71	60,99	23,53	0,78
2		12,33 ± 0,97	2,21 ± 0,37	5,05 ± 0,67	4,68 ± 0,55	0,39 ± 0,14	17,95	40,94	37,93	3,17
1	ФВ (3)	1,74 ± 0,18	0,22 ± 0,05	0,72 ± 0,10	0,80 ± 0,18	0,01 ± 0,007	12,38	41,16	45,69	0,77
2		3,77 ± 0,38	0,82 ± 0,22	1,40 ± 0,17	1,37 ± 0,14	0,18 ± 0,05	21,73	37,12	36,37	4,77
1	МОК (4)	0,08 ± 0,01	0,007 ± 0,002	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,02 ± 0,01	4,35	18,84	49,28	21,74
2		0,09 ± 0,01	0,007 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	2,27	12,12	49,24	33,33
t1/1 – t1/2		-2,29	-9,43	-1,52	-4,52	1,10				
t2/1 – t2/2		3,57	0,91	3,15	0,48	-1,52				
t3/1 – t3/2		-10,76	-11,56	-6,35	-3,18	-23,81				
t3/1 – t3/2		-0,67	0,67	0,76	-0,46	-0,97				

ляются флуктуации в очень низкочастотном диапазоне медленноволнового спектра, сравнительная активность которых у ветеранов спорта 2 группы ниже на 153,50 % по абсолютным величинам и на 20,05 % по данным относительного распределения мощности. Учитывая интегральность УО и, соответственно, его вариабельности указанные различия связаны с сужением круга регуляторных влияний, снижении адаптивного потенциала показателя [1].

Снижение роли сократительной функции миокарда и автономных механизмов ее регуляции, установленное при сравнительной оценке ветеранов спорта обеих групп, сопровождается увеличением общей вариабельности ФВ на 116,60 % за счет увеличения мощности во всех диапазонах. При этом данные относительного распределения мощности выявили выраженное повышение доли только в УНЧ диапазоне при снижении в НЧ диапазоне медленноволнового спектра. Физиологической основой может являться «нестабильность» регуляции сократительной функции миокарда при уменьшении значимости интракардиальных механизмов регуляции инотропной функции сердца, преимущественно определяемое изменением доли надсегментарных регуляторных влияний [4].

Таким образом, сравнительная оценка функционального состояния центральной гемодинамики ветеранов спорта разных возрастных групп выявила некоторые особенности, которые не проявляются при анализе только абсолютных показателей. Для

оценки функционального состояния таких социальных групп необходим более глубокий анализ, включающий как широкий спектр методов математической статистики, так и другие современные методики анализа донозологических состояний.

Литература

1. Баевский, Р.М. Временная организация функций и адапционно-приспособительная деятельность организма / Р.М. Баевский // Теоретические и прикладные аспекты анализа временной организации биосистем. – М.: Наука, 1976. – С. 88–110.
2. Быков, Е.В. Спорт и кровообращение: возрастные аспекты / Е.В. Быков, А.П. Исаев, С.Л. Сашенков. – Челябинск, 1998. – 63 с.
3. Пшенникова, А.Г. Адаптация к физическим нагрузкам / А.Г. Пшенникова // Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – С. 124–223.
4. Сабирьянов, А.Р. Медленноволновые колебания показателей кровообращения у детей / А.Р. Сабирьянов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 115 с.
5. Солодков, А.С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы / А.С. Солодков // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 6. – С. 87–93.
6. Akselrod, S.D. Components of heart rate variability / S.D. Akselrod // Heart rate variability. – N.Y. Armonk. Ch. – 1995. – V. 12. – P. 146–164.

Поступила в редакцию 11 июля 2008 г.