

АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Л.Н. Цехмистро,

Научно-исследовательский институт физической культуры и спорта Республики Беларусь,
Республика Беларусь

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) отражает физиологический потенциал организма и одновременно является лимитирующим фактором мышечной производительности, столь необходимой для достижения высоких спортивных результатов. В многочисленных исследованиях установлены специфические признаки «спортивного» сердца: брадикардия, умеренная гипертрофия и сниженное артериальное давление (АД) [1, 2]. Однако полного синергизма между данными симптомами и состоянием тренированности не существует [3, 4]. У одной трети спортсменов эти симптомы наблюдаются при ухудшении работоспособности, повышенной утомляемости, расстройствах сна и т. п. Так как спортсмены находятся под одновременным влиянием физических нагрузок высокой мощности и психологического стресса, риск нарушения сердечной деятельности и развития внезапной сердечной смерти у них в два с половиной раза выше, чем у нетренированных сверстников [2, 5]. Из этого вытекает актуальность разработки новых объективных методов функциональной подготовки под контролем состояния организма спортсменов. Функциональный контроль ССС в спорте базируется на использовании ряда общеклинических методик: электрокардиографии (ЭКГ), мониторинга ритма сердца и АД, ультразвуковые и биоимпедансные методы и др.

Цель настоящей работы – установление механизмов адаптации сердечной деятельности к физическим нагрузкам у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта и их контроль в процессе функциональной подготовки.

В исследовании приняли участие 45 высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта (легкой атлетике, гребле академических, лыжных гонках), средний возраст – 22 ± 4 года. Спортсменов тестировали в восстановительном и соревновательном периодах подготовки. Для контроля в исследовании приняли участие 45 мужчин, не занимающихся спортом, средний возраст – 22 ± 3 года, составивших контрольную группу. Сформированные группы сопоставимы по возрасту, полу и количественному составу.

Объем выполненных электрофизиологических исследований: ЭКГ в 12 стандартных отведениях с цифровым анализом; велоэргометрическая проба с ЭКГ-контролем от 125 до 350 Вт; вариабельность сердечного ритма по международному стандарту (BCP); грудная тетраполярная реография; реовазография нижних конечностей.

Результаты и обсуждение

При ЭКГ-обследовании у спортсменов выявлены следующие признаки:

- умеренная брадикардия в покое,
- уширение комплекса QRS до верхней границы нормы (80–100 мс),
- отклонение электрической оси сердца (вправо или влево) после нагрузки.

В 70 % случаев наблюдали «гигантские» Т-зубцы в отведениях V_1-V_6 . Это позволяет предположить, что высокие Т-зубцы отражают адекватное функциональное состояние сердца. Зарегистрированы также случаи синусовой аритмии (18 %), единичные атриовентрикулярные блокады 1-й степени (3 %), которые в совокупности отражают повышение тонуса блуждающего нерва. В 5 % случаев наблюдался синдром $TV_1 > TV_6$ (синдром перенапряжения I степени).

При 1-м исследовании центральной гемодинамики (ЦГД) у спортсменов обнаружена достоверно низкая ЧСС в покое и после нагрузки ($58,9 \pm 8,9$ и $107,1 \pm 28,9$ уд/мин) и достоверно высокие показатели ударного объема (УО) в покое и после нагрузки ($109,1 \pm 33,0$ и $113,2 \pm 35,8$ мл), минутного объема кровотока (МОК) в покое ($7,3 \pm 2,5$ л/мин), а также достоверно низкое общее периферическое сопротивление сосудов (ОПС) в покое (1088 ± 392 дин·с·см⁻⁵) в сравнении с группой контроля ($p < 0,05$). Выявлено, что влияние длительных физических нагрузок у спортсменов привело к стабилизации ЧСС ($60,1 \pm 8,9$ удар/мин), достоверно снизилась насосная функция сердца по данным МОК в покое с $7,3 \pm 2,5$ до $5,8 \pm 1,8$ л/мин, сердечный индекс (СИ) с $3,6 \pm 1,3$ до $3,0 \pm 1,0$ л/мин/м², и достоверно повысилось ОПС в покое с 1088 ± 392 до 1359 ± 451 дин·с·см⁻⁵ в сравнении с 1-м исследованием ($p < 0,05$). Уровни АД у спортсменов между 1-м и 2-м исследованиями не претерпели существенных изменений. На 2-ом этапе АД в покое у спортсменов было выше, чем у лиц контрольной группы.

В контрольной группе изменения параметров ЦГД между 1-м и 2-м обследованиями находились в пределах биологического дрейфа, лишь недостоверно повысилось ОПС на 6,4 % в покое и после нагрузки.

Таким образом, адаптация ЦГД к физическим нагрузкам высокой мощности у спортсменов заключается в повышении экономичности режима, то есть в снижении насосной функции левого желудочка на 19,7 % и повышении сопротивления сосудистого русла на 24,9 % для сохранения адекватного кровоснабжения органов.

У спортсменов все параметры реовазографии (РВГ), отражающие гемодинамику нижних конечностей, находились в пределах нормы, лишь незначительно был затруднен венозный отток (ВО). В контрольной группе были умеренно снижены кровенаполнение (РИ), индекс эластичности (ИЭ) и затруднен ВО. Достоверных

различий при 1-ом исследовании между группами не выявлено. Влияние физических нагрузок на гемодинамику нижних конечностей у спортсменов проявилось в достоверном снижении кровенаполнения на 14,3 % и повышении сопротивления сосудов на 20,0 % по сравнению с 1-м обследованием. Изменения параметров периферической гемодинамики у спортсменов были полностью синергичны изменениям параметров ЦГД. Достоверных различий между параметрами РВГ у спортсменов и лиц контрольной группы при 2-м обследовании также не выявлено.

Следовательно, у спортсменов влияние физических нагрузок высокой мощности на гемодинамику нижних конечностей проявляется в форме констрикции сосудов как компенсаторной реакции в ответ на умеренное уменьшение кровенаполнения.

Что касается состояния вегетативной регуляции variability сердечного ритма (BCP) у спортсменов и нетренированных лиц, то в ходе исследований установлено, что вегетативный гомеостаз у спортсменов характеризуется нормальным значением среднего квадратичного отклонения (SDNN) – $74,3 \pm 4,6$ мс, достоверно высокой модой (Mo) – 1016 ± 26 мс, низким стресс-индексом (SI) – $53,3 \pm 5,1$ усл. ед., оптимальным отношением симпатовагусного баланса (LF/HF) – $0,80 \pm 0,27$, достоверным уменьшением высокой частоты (HF) – $40,6 \pm 1,3$ % и достоверным повышением очень низкой частоты (VLF) – $28,1 \pm 1,1$ %, в сравнении с нетренированными лицами ($p < 0,05$). Параметры BCP отражают преобладание автономных механизмов регуляции над центральными, оптимальный симпатовагусный баланс и более высокую активность нейрогуморального отдела регуляции. Согласно классификации А.Н. Флейшмана (2009), вегетативная нервная система у спортсменов находится в высокоэнергетическом, гиперадаптивном состоянии. Под влиянием физических нагрузок у спортсменов недостоверно возросли вариационный размах (MxdMn) на 8,5 %, SI на 8,2 % и снизилась VLF на 6,9 %. Тем не менее, VLF, характеризующая активность нейрогуморального отдела регуляции, у спортсменов достоверно превышала значения VLF в контрольной группе. Повышение SI и LF у спортсменов при 2-м исследовании свидетельствовали об активации симпатического отдела регуляции к завершению тренировочного цикла.

Сопоставление данных BCP при 1-м и 2-м исследованиях в контрольной группе показало, что все параметры варьируют в пределах биологического дрейфа, достоверно вырос лишь SI на 11,9 %, что можно интерпретировать как психологический стресс на процесс обследования.

Цикл комплексных функциональных обследований спортсменов высшей квалификации на различных этапах спортивной подготовки позволил установить ряд закономерностей адаптации сердечной деятельности к систематическим физическим нагрузкам, которые можно сформулировать в виде следующих выводов:

– центральная гемодинамика у спортсменов адаптируется к физическим нагрузкам путем достоверного снижения частоты сердечных сокращений на 8,1 %, минутного объема кровообращения на 19,7 % и повышения сопротивления сосудистого русла на 24,9 % в покое в сравнении с нетренированными лицами ($p < 0,05$). Синергично адаптируется к физическим нагрузкам и периферическая гемодинамика: умеренно на 14,6 % снижается кровенаполнение сосудов нижних конечностей и на 20,0 % повышается их сопротивление;

– вегетативная нервная регуляция по данным variability сердечного ритма у спортсменов характеризуется медленноволновым гиперадаптивным синдромом, отражающим усиление активности метаболических процессов, который фиксируется как нормальное значение среднего квадратичного отклонения ($74,3 \pm 4,6$ мс), нормальное отношение симпатовагусного баланса ($0,80 \pm 0,27$) и повышенная доля очень низкой частоты в спектре variability сердечного ритма ($28,1 \pm 1,1$ %) в сравнении с нетренированными лицами;

– при периодическом углубленном функциональном контроле спортсменов маркерами усталости и снижения функциональной готовности служат:

- а) появление экстрасистол, инверсия Т=зубцов на электрокардиограмме в 12 стандартных отведениях;
- б) повышение частоты сердечных сокращений в покое более чем на 10 % в сравнении с предыдущим обследованием;
- в) снижение линейного диапазона и/или исчезновение дополнительного линейного участка на кривой нагрузочной характеристики «частота сердечных сокращений – мощность нагрузки»;
- г) выявление по данным variability сердечного ритма резко выраженной симпатикотонии ($SI > 100$, $LF/HF > 2,2$) либо резко выраженной ваготонии ($SI < 20$, $LF/HF < 0,6$).

1. Карпман, В.Л. О двух типах гипертрофии миокарда у спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1986. – № 3. – С. 27–31.

2. Гаврилова, П.А. Гипертрофия миокарда у спортсменов – спортивное сердце или патология? / П.А. Гаврилова // Состояние и перспективы развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед 2006»: сб. материалов Междунар. науч. конф., Москва, 4–5 дек. 2006 г. – М., 2006. – С. 26–28.

3. Дембо, А.Г. О так называемом синдроме перенапряжения сердца / А.Г. Дембо // Клиническая медицина. – 1989. – № 1. – С. 12–17.

4. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.

5. Cardiovascular preparticipation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a Common European protocol / D. Corrado [et al.] // European Heart J. – 2005. – Vol. 26. – P. 516–524.