

КАРДИОВАСКУЛЯРНЫЕ ТЕСТЫ В ОЦЕНКЕ СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ БАДМИНТОНИСТОВ

Турманидзе А.В.¹, Турманидзе В.Г.¹, Калинина И.Н.²

¹ФГБОУ ВПО Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск, Россия;

²ФГБОУ ВПО Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, Россия, e-mail: kalininirina@yandex.ru

В исследовании представлены результаты, касающиеся исследования срочной адаптации сердечно-сосудистой системы бадминтонистов различной квалификации в сравнении с показателями сверстников, не занимающихся спортом. В исследовании приняли участие 22 бадминтониста высокого разряда, 55 бадминтонистов массовых разрядов и 70 юношей и девушек, не занимающихся спортом. Для оценки механизмов срочной адаптации нами были использованы кардиоваскулярные тесты, позволяющие выявить особенности физиологического резерва сердечно-сосудистой системы бадминтонистов с учетом уровня квалификации. В процессе комплексной интерпретации данных обнаружено, что факторами, лимитирующими физиологический резерв системы кровообращения, послужили: у бадминтонистов высокой квалификации – глубокое дыхание, натуживание и изометрическая нагрузка. У бадминтонисток высокой квалификации – изометрическая нагрузка. Для бадминтонистов массовых разрядов напряжение адаптивных механизмов вызывает дыхательная и изометрическая нагрузка. Для бадминтонисток массовых разрядов – дыхательная нагрузка, натуживание и изометрическое напряжение мышц кисти. Выявленные особенности срочной адаптации сердечно-сосудистой системы могут использоваться в ходе тренировочного процесса, а также при комплексном обследовании бадминтонистов различной квалификации.

Ключевые слова: кардиоваскулярные тесты, гемодинамика, вегетативная регуляция, сердечный ритм, бадминтон.

CARDIOVASCULAR TESTS IN THE EVALUATION OF URGENT ADAPTATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF BADMINTON PLAYERS

Turmanidze A.V.¹, Turmanidze V.G.¹, Kalinina I.N.²

¹Omsk state University F.M. Dostoevsky, Omsk, Russia;

²Siberian state University of physical culture and sports, Omsk, Russia, e-mail: kalininirina@yandex.ru

In research the results concerning research of urgent adaptation of cardiovascular system of badminton players of various qualifications in comparison with indicators of the contemporaries who aren't playing sports are presented. 22 badminton players of the high category, 55 badminton players of mass categories and 70 young men and girls who aren't playing sports took part in research. For an assessment of mechanisms of urgent adaptation we used the cardiovascular tests allowing to reveal features of a physiological reserve of cardiovascular system of badminton players taking into account a skill level. In the course of complex interpretation of data it is revealed that served as the factors limiting a physiological reserve of the blood circulatory system: badminton players of high qualification have a deep breath, a natuzhivaniye and isometric loading. Badminton players of high qualification have an isometric loading. For badminton players of mass categories tension of adaptive mechanisms is caused by respiratory and isometric loading. For badminton players of mass categories – respiratory loading, a natuzhivaniye and isometric tension of muscles of a brush. The revealed features of urgent adaptation of cardiovascular system can be used during training process, and also at complex inspection of badminton players of various qualification.

Keywords: cardiovascular tests, hemodynamics, autonomic regulation, heart rate, badminton.

В настоящее время метод вариабельности сердечного ритма широко используется для изучения функционального состояния организма спортсменов. Между тем применение этого метода, а также интерпретация результатов при выполнении различных видов нагрузок пока не имеет широкого представления из-за существующей проблемы нестационарности записи и большого разнообразия программного обеспечения. В зависимости от реакции организма

А.М. Вейном выделены 5 типов вегетативной реактивности: повышенная, нормальная, сниженная, парадоксальная и отсутствие реакции [3]. А.В. Фроловым определено 2 группы проб, в зависимости от отдела ВНС (нами выбраны используемые в исследовании пробы): активизирующие симпатический отдел регуляции, к которым относятся активная ортостатическая (АОП) и изометрическая пробы, и активизирующие парасимпатический отдел регуляции (проба Вальсальвы и форсированное дыхание – проба с глубоким дыханием) [5].

Цель исследования: определить особенности срочной адаптации сердечно-сосудистой системы бадминтонистов различной квалификации при выполнении кардиоваскулярных тестов.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на базе ФГБОУ ВПО Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского. В обследовании приняли участие 147 человек: из них основную группу (ОГ-1) составили 22 высококвалифицированных бадминтониста (МС, ЗМС) – члены сборной РФ по бадминтону: 12 юношей и 10 девушек. Ко второй основной группе (ОГ-2) отнесли 55 спортсменов с квалификацией КМС – 1–2 разряд (29 юношей и 26 девушек). В состав группы сравнения (ГС) были включены 70 исследуемых, не занимающихся спортом, по 35 человек в каждой подгруппе (юношей и девушек, соответственно).

Оценка срочной адаптации системы кровообращения бадминтонистов проводилась в конце подготовительного этапа годичного цикла тренировки в условиях относительного покоя с помощью программы «Поли-Спектр» аппаратно-приборного комплекса «Рео-Спектр-3» компании «Нейрософт». Были проведены нагрузочные кардиоваскулярные тесты (КВТ) по D.J. Ewing (1985) с оценкой дополнительных показателей: $K_{\text{дыхания}}$, $K_{30:15}$, $K_{\text{вальс}}$, вычисление разницы для АДс в положении лежа и стоя; уровень уменьшения АДд во время изометрической нагрузки [6]. Результаты КВТ оценивались по методике А.Б. Данилова с соавт. (1991). Дополнительно регистрировались основные показатели центральной гемодинамики и вегетативной регуляции сердечного ритма (оценивались показатели спектрального анализа, приведенные в «Международном стандарте ВРС» [2]).

Таблица 1

Показатели спектрального анализа исследуемых групп при выполнении кардиоваскулярных тестов

| Показатели | | Группы | | | | | | Достоверность P<0,05, между М и Ж внутри групп |
|---------------------|---|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|--|
| | | ОГ-1 | | ОГ-2 | | ГС | | |
| | | М | Ж | М | Ж | М | Ж | |
| TP, мс ² | 1 | 2937,7±64,1 | 4455±215,4 | 3517,3±76,0* | 3657,4±127,7* | 2814,4±23,7 | 2823,5±45,2 | |
| | 2 | 17047±916,5 | 13841,5±254,8 | 12926,8±246,3* | 12712,4±129,1 | 10832,7±143,9 | 10521,7±222,3* | ОГ-1, ОГ-2, |
| | 3 | 16405,8±396,3 | 6563,6±209,0 | 9242,1±300,1* | 3846,3±110,3 | 12145,3±77,9 | 7523,5±77,6* | ОГ-1, ОГ-2, ГС |
| | 4 | 3582,3±179,2 | 4506±172,1 | 4308,7±115,5* | 4720,7±202,2 | 5118,1±83,3* | 2847,8±32,2* | ОГ-2, ГС |
| | 5 | 6702,3±960,6 | 7689,8±173 | 7430,6±439,3 | 5901,7±358,1* | 5120,1±73,3* | 4571,6±34,9 | ОГ-2, ГС |
| VLF, % | 1 | 38,8±1,4 | 28,3±0,6 | 29,8±0,7 | 32,3±0,9 | 34,7±0,3 | 32,8±0,5* | |
| | 2 | 17,5±1,9* | 7,4±0,2 | 13,5±0,6* | 15,1±0,6* | 19,9±0,5* | 5,6±0,1* | ОГ-1, ГС |
| | 3 | 36,3±3,1* | 37,3±1,3 | 37,1±1,0* | 42,3±1,3* | 46,0±0,5* | 38,2±0,7 | ОГ-1, ОГ-2, |
| | 4 | 45,9±1,2 | 71,3±1,3 | 47,6±1,0* | 56,0±1,6 | 32,4±0,5* | 44,2±0,6* | ОГ-1, ОГ-2, |
| | 5 | 61±2,2 | 58,5±0,9 | 35,8±0,9* | 22,2±0,5 | 36,9±0,4* | 38,2±0,5* | ОГ-2, |
| LF, % | 1 | 24,9±0,7 | 21,6±0,6 | 29,2±0,6 | 27,6±0,8* | 30,9±0,3 | 31,4±0,4* | |
| | 2 | 61,0±2,7 | 66,2±1,3* | 60,5±0,7 | 56,4±1,7* | 62,6±0,7* | 75,3±0,4 | ГС |
| | 3 | 32,5±2,5 | 46,2±1,3 | 29,9±0,6 | 42,9±1,0 | 15,7±0,3* | 23,4±0,6* | ОГ-1, ОГ-2, ГС |
| | 4 | 44,2±0,9 | 24,9±1,2 | 38,7±0,7 | 24,3±0,7 | 19,4±0,5* | 11,7±0,2* | ОГ-1, ОГ-2, ГС |
| | 5 | 20,1±0,5 | 21,4±0,4 | 31,6±0,6* | 42,2±1,2* | 37,4±0,3 | 29,9±0,4* | ГС |
| HF, % | 1 | 36,3±0,9 | 42,6±1,7* | 41,0±1,0* | 39,0±1,2 | 29,9±0,3 | 35,6±0,5* | ОГ-1, |
| | 2 | 21,8±1,1 | 30,2±0,8 | 26,1±0,8* | 27,9±1,6* | 21,8±0,5* | 16,3±0,4* | ОГ-2, |
| | 3 | 39,3±3* | 16,9±0,3 | 28,0±0,7 | 14,5±0,4 | 15,7±0,3* | 23,4±0,6* | ОГ-1, |
| | 4 | 10,4±0,3* | 4±0,1 | 17,3±0,6* | 15,2±1,1* | 19,4±0,5* | 11,7±0,2* | ОГ-1, ГС |
| | 5 | 21,7±2,7* | 13,6±0,2 | 36,5±1,0* | 35,6±1,3 | 27,8±0,5 | 32,7±0,5* | ОГ-1, ОГ-2 |

Примечание: 1 – фоновые показатели, 2 – проба с глубоким дыханием, 3 – проба Вальсальвы, 4 – ортопроба, 5 – проба с изометрической нагрузкой; * – достоверность различий по отношению к фоновым показателям при P < 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ основных гемодинамических показателей бадминтонистов (ОГ-1) при выполнении пробы с глубоким дыханием (ПГД) показал следующее: наблюдалось снижение ЧСС на 12 %, повышением УО и МОК на 18 и 11 %, соответственно, с одновременным напряжением механизмов регуляции и повышением уровня централизации в управлении сердечным ритмом. Это проявлялось увеличением общей мощности спектра (TP, %) на 140 %, вклада низкочастотного компонента (LF, %) на 84 % и снижением парасимпатического вклада в общий спектр ВРС на 48 % (табл. 1). Для бадминтонисток ОГ-1 при ПГД характерно следующее: выраженных гемодинамических сдвигов не наблюдалось (колебания основных параметров в пределах от 0 до -6 %). Однако изменения вегетативного баланса имели такую же тенденцию, как и у бадминтонистов этой группы. Обнаружено значительное увеличение TP (%) и вклада низкочастотного компонента (LF, %) на 103 % и уменьшение HF на 36 %. При этом централизации в управлении сердечным ритмом не выявлено (гипореактивность парасимпатического отдела ВНС).

Для бадминтонистов ОГ-2 выполнение ПГД характеризовалось увеличением ПД, УО и индекса Робинсона на 18, 13 и 11 %, соответственно. Показатели вегетативной регуляции бадминтонистов ОГ-2 изменялись в той же тенденции, как и у бадминтонистов ОГ-1. Было характерно напряжение механизмов регуляции с повышением уровня централизации в управлении сердечным ритмом. У бадминтонисток ОГ-2 в процессе ПГД наблюдалось снижение МОК на 22 %, которое компенсировалось возрастанием ЧСС и ОПСС. Со стороны вегетативной регуляции сердечного ритма выявлено повышение общей мощности спектра (TP, мс^2) до $12712,4 \pm 129,1 \text{ мс}^2$, некоторым возрастанием симпатической активности, при этом выявлена гипореактивность парасимпатического отдела ВНС.

У юношей группы сравнения в этой пробе наблюдалось увеличение МОК на 5 %, в основном за счет повышения ЧСС на 13 % и увеличение ОПСС на 28 %, с резким возрастанием общей мощности спектра ВРС и активности симпатических центров продолговатого мозга. У девушек ГС в этой пробе достоверных изменений показателей центральной гемодинамики выявлено не было. Со стороны вегетативной регуляции сердечного ритма выявлено некоторое напряжение механизмов адаптации, с тенденцией характерной для девушек выше рассматриваемых групп но меньшей выраженности.

Комплексной оценкой результатов пробы с глубоким управляемым дыханием считается оценка экспираторно-инспираторного коэффициента, во время каждого дыхательного цикла. В процессе интерпретации результатов, полученных в этой пробе, выявлено следующее: достоверно отличающимися от показателей всех исследуемых групп были значения $K_{\text{дыхания}}$ бадминтонисток высокой квалификации, которые расценивались как нормальные ($P > 0,05$). У бадминтонистов высокой квалификации, а также у юношей и

девушек ГС значения $K_{\text{дыхания}}$ в среднем равнялись 1,2, что относится к пограничным значениям. У спортсменов ОГ-2 выявлены самые низкие значения данного показателя, расценивающиеся как патологические (табл. 2).

Проба Вальсальвы используется для оценки реактивности обоих отделов ВНС [1]. При сравнительном анализе $K_{\text{Вальс}}$ выявлено, что наиболее высокие значения данного показателя, расцененные как нормальные обнаруживались у бадминтонистов ОГ-1 и бадминтонистов ОГ-2 и составляли 1,7 и 1,8 усл.ед, соответственно (табл. 2). При этом они достоверно отличались от таковых показателей девушек ОГ-1 и ОГ-2, а также показателей юношей, не занимающихся спортом ($P > 0,05$). Во всех остальных группах отмечены пограничные значения $K_{\text{Вальс}}$. Изменения гемодинамического и вегетативного профилей характеризовались следующим: У бадминтонистов ОГ-1 отмечалось некоторое замедление восстановления параметров гемодинамики к показателям исходного уровня, проявляющееся депрессией ЧСС на 15 %, возрастанием общей мощности спектра на 139 % и некоторым увеличением симпатической активности центров продолговатого мозга. Для бадминтонисток ОГ-1 было характерным некоторая задержка прироста АДс, УО и МОК, но на недостоверно значимом уровне по отношению к данным покоя. При этом у девушек ОГ-1 отмечалась также недостаточная активность парасимпатического отдела ВНС.

Таблица 2

Показатели кардиоваскулярных тестов бадминтонистов различной квалификации

| Показатели | Пол | Группы | | |
|--|-----|------------|-------------|-----------|
| | | ОГ-1 | ОГ-2 | ГС |
| $K_{\text{дыхания}}$ | М | 1,2±0,0 | 1,1±0,0 | 1,2±0,0 |
| | Ж | 1,4±0,0* ° | 1,1±0,0 | 1,2±0,0 |
| $K_{30:15}$ | М | 1,1±0,0 | 1,4±0,0 ° | 1,1±0,0 |
| | Ж | 1,1±0,0 | 1,0±0,0* | 1,1±0,0 |
| $K_{\text{Вальс}}$ | М | 1,7±0,0 ° | 1,8±0,1 ° | 1,4±0,0 |
| | Ж | 1,4±0,0* | 1,3±0,0* | 1,4±0,0 |
| Снижение АДс в ортопробе | М | 5,5±1,0 ° | 7,6±0,4° | 2,1±0,2 |
| | Ж | 1,0±0,9* ° | 1,0±0,9 * ° | 7,9±0,4* |
| Повышение АДд в пробе с изометрическим сокращением | М | 6,5±0,9° | 12,5±0,6 | 10,9±0,4 |
| | Ж | 15,5±0,6 * | 11,4±0,5* ° | 18,7±0,2* |

Примечание: * – достоверность различий внутри групп между показателями юношей и девушек $P < 0,05$; ° – достоверность различий между показателями по отношению к группе сравнения $P < 0,05$.

В группе бадминтонистов ОГ-2 выявлена нормальная гемодинамическая ситуация при натуживании, проявляющаяся небольшим увеличением ЧСС на 6 %, АДс – на 11 %, УО – на 13 % и ОПСС на 5 %. Со стороны вегетативного гомеостаза отмечался прирост общей мощности спектра на 89 % и недостаточная активность парасимпатических нервных центров в регуляции ритма сердца. У бадминтонисток ОГ-2 наблюдался замедленный возврат УО к

фоновым значениям. Вегетативная реакция проявлялась недостаточной активностью парасимпатического отдела ВНС.

У юношей ГС гемодинамический гомеостаз характеризовался нормальной реакцией основных параметров: возрастанием ЧСС на 16 %, небольшим увеличением АДс и УО, при этом ОПСС восстанавливалось недостаточно быстро. При этом наблюдалось значительное увеличение общей мощности спектра на 118 % с возрастанием уровня централизации в управлении ритмом сердца, что проявлялось увеличением VLF на 27 % и снижением LF и HF на 64 % и 61 %, соответственно ($P>0,05$). У девушек ГС изменения параметров гемодинамики при выполнении пробы Вальсальвы протекали следующим образом: выявлена замедленная реакция в восстановлении УО ввиду небольшой активности хронотропных и инотропных механизмов. Со стороны вегетативного гомеостаза данное явление характеризовалось увеличением общей мощности спектра с $2823,5\pm 45,2$ до $7523,5\pm 77,6$ мс^2 при недостаточной активности обоих отделов ВНС.

Использование ортостатической нагрузки позволяет выявить срочную реакцию сердечно-сосудистой системы и вегетативную реактивность организма спортсмена. Комплексным показателем, позволяющим оценить вегетативную реактивность считается К30:15 более 1,35 усл.ед. [1]. Сравнительный анализ показателей центральной гемодинамики при выполнении активной ортостатической пробы показал следующее: в диапазоне нормальных значений К30:15 находился лишь в группе бадминтонистов массовых разрядов (ОГ-2). В других группах наблюдались более низкие значения. На наш взгляд, данное явление наблюдается в виду того, что именно у юношей ОГ-2 реакция ЧСС на изменение положения тела была менее выраженной по отношению к данным других групп и к фоновому уровню.

Срочная адаптация к активному изменению положения тела из горизонтального в вертикальное у бадминтонистов ОГ-1 проявлялась следующим образом: характерным было резкое увеличение ЧСС на 32 % с уменьшением УО и МОК на 10 % и 14 %, соответственно. Вегетативная реактивность ССС проявлялась в повышении симпатической активности: доля вклада волн низкой частоты увеличилась на 67 %, очень низкой частоты на 19 %, что может расцениваться как гиперсимпатикотонический вариант реакции. У бадминтонисток ОГ-1 наблюдалась гипердиастолическая реакция, проявляющаяся в резком увеличении ЧСС на 35 %, повышении АДд на 22 %, значительном падении ПД и УО на 24 % и 32 %, соответственно. Со стороны вегетативной регуляции сердечного ритма выявлено резкое напряжение адаптивных механизмов, проявляющееся повышением уровня регуляции в управлении ритмом сердца (VLF увеличивается на 132 %).

У бадминтонистов ОГ-2 ортостатическая нагрузка характеризуется гипердиастилической реакцией со стороны ССС, что проявляется в некотором увеличении ЧСС (13 %), АДс на 14 %, снижение УО и МОК на 11 и 16 %, соответственно, при достаточно высоком уровне АДд. В этом случае срочная реакция ССС со стороны вегетативного гомеостаза характеризуется повышением доли VLF на 54 % и вклада волн LF на 34 %. Срочная реакция ССС у бадминтонисток ОГ-2 проявляется таким же образом, как и у бадминтонистов этой группы, и характеризуется увеличением ЧСС, АДд на 23 % значительным снижением УО и МОК на 33 % и 39 %, соответственно. При этом ОПСС значительно увеличивается. Вегетативная реактивность в этом случае может расцениваться как значительное напряжение адаптивных механизмов ввиду снижения активности центров продолговатого мозга с повышением уровня управления сердечным ритмом – VLF % увеличивается на 65 %.

Для юношей ГС в АОП было характерным повышением ЧСС на 30 %, диастолического давления на 15 % увеличения механической работы сердца на 29 %, повышением ОПСС, а также снижением активности симпатических и парасимпатических центров продолговатого мозга. У девушек ГС в процессе активного ортостаза выявлена нормальная реакция ССС, проявляющаяся увеличением ЧСС на 18 %, АДс и АДд на 7 и 18 %, соответственно, уменьшением УО на 20 % при увеличении механической работы сердца. Срочная реакция приспособления к ортостазу со стороны ВНС характеризуется депрессией симпатической и парасимпатической активности с повышением уровня в управлении ритмом сердца.

Проба с изометрическим напряжением используется для оценки реактивности симпатического отдела ВНС. Основным показателем в этой пробе является повышение АДд более чем на 15 мм рт. ст. и приростом ОПСС. В процессе интерпретации данных исследуемых групп мы обнаружили, что нормальные значения прироста АДд выявлены в группах бадминтонисток ОГ-1 и у девушек ГС в среднем 15,5 и 18,7 мм рт. ст., соответственно. В остальных группах наблюдались пограничные значения, кроме данных бадминтонистов ОГ-1, у которых также отмечалось и снижение ОПСС на 14 %. Со стороны вегетативного гомеостаза изометрическая нагрузка у бадминтонистов ОГ-1 наблюдалась депрессия активности обоих отделов ВНС, централизация в управлении сердечным ритмом и резкое возрастание общей мощности спектра на 116 %.

Заключение. На основе данных, полученных при проведении кардиоваскулярных тестов, были выделены критерии, лимитирующие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы бадминтонистов с учетом пола и уровня квалификации. Таковыми у бадминтонистов ОГ-1 явились: глубокое дыхание, натуживание и изометрическая нагрузка. У бадминтонисток ОГ-1 – изометрическая нагрузка. Для бадминтонистов ОГ-2 напряжение

адаптивных механизмов вызывает дыхательная и изометрическая нагрузка. Для бадминтонисток ОГ-2 – дыхательная нагрузка, натуживание и изометрическое напряжение мышц кисти.

Список литературы

1. Бабунц, И.В. Азбука анализа variability сердечного ритма / И.В. Бабунц, Э.М. Мириджанян, Ю.А. Машаех. – Ставрополь, 2002. – 111 с.
2. Variability сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования // Вестник аритмологии. – 1999. – № 11. – С. 53–78.
3. Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика / под ред. А.М. Вейна. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 752 с.
4. Данилов, А.Б. Кардиоваскулярные пробы при некоторых формах патологии / А.Б. Данилов, В.Ю. Окнин, Р.К. Садеков // Журнал невропатологии и психиатрии. – 1991. – № 5. – С. 22–25.
5. Фролов, Б.С. Экспресс-оценка и мониторинг функционального состояния организма и психического статуса человека по сердечному ритму / Б.С. Фролов, В.В. Овечкин, И.В. Овечкина // Вестник аритмологии. – 2000. – № 16. – С. 72–77.
6. Ewing, D.J. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes / D.J. Ewing, C.N. Martin, R.J. Young, B.F. Clarke // Diabetic Care. – 1985. – № 8. – P. 491–498.

Рецензенты:

Полуструев А.В., д.п.н., профессор, директор БУЗОО «Центр восстановительной медицины и реабилитации», г. Омск;

Кудря О.Н., д.б.н., доцент кафедры медико-биологических основ ФГБОУ ВПО Сибирского государственного университета физической культуры и спорта, г. Омск.