

УДК 796.01:612

DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-3-155-161

ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ И РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ХОККЕИСТОВ-ПОДРОСТКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИГРОВОГО АМПЛУА

Прима О. С.¹, Головин М. С.¹, Суботьялов М. А.^{1,2}

¹*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», Новосибирск, Россия*

²*ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия*

E-mail: subotyalov@yandex.ru

В статье представлено исследование по изучению функционального состояния сердечно-сосудистой системы подростков-хоккеистов 13–14 лет в зависимости от игрового амплуа с проведением ортостатической пробы. Изучали показатели спектрального и временного анализа с использованием вегетотестера ВНС-Микро (Нейрософт, Иваново, Россия). Показано, у защитников преобладает активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Сердечно-сосудистая система защитников работает в более экономичном режиме по сравнению с нападающими. В условиях ортостатической пробы выявлен практически одинаковый уровень реактивности сердечно-сосудистой системы у хоккеистов с разным игровым амплуа.

Ключевые слова: хоккей, ортостатическая проба, показатели спектрального анализа, здоровье спортсменов.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из определяющих звеньев планирования тренировочной нагрузки на разных этапах тренировочного процесса является функциональное состояние спортсмена.

При исследовании функционального состояния организма спортсмена наиболее важны изменения систем кровообращения и дыхания [1]. Именно они имеют основное значение для решения вопроса о допуске к занятиям спортом и о «дозе» физической нагрузки.

Интенсификация тренировочных и соревновательных нагрузок приводит к ухудшению функционального состояния, перетренированности и перенапряжению организма юных хоккеистов, может способствовать развитию патологических изменений [2, 3].

Правильная и объективная оценка возможностей сердечно-сосудистой системы спортсменов, разработка количественных критериев этой оценки необходима для сохранения их здоровья, является неременным условием научно обоснованного

тренировочного процесса, одна из целей которого – правильный выбор игрового амплуа хоккеиста.

На сегодняшний день есть большой ряд публикаций по изучению функционального состояния сердечно-сосудистой системы хоккеистов разного возраста [2, 4–6 и др.]. Но работ по изучению состояния сердечно-сосудистой системы у хоккеистов на подростковом этапе онтогенеза и в зависимости от игрового амплуа нами не найдено, что явилось обоснованием для выбора собственного исследования.

Цель исследования – изучить вегетативную регуляцию и реактивность сердечно-сосудистой системы хоккеистов 13–14 лет в зависимости от игрового амплуа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие хоккеисты 13–14 лет, разделённые по игровому амплуа. Численность испытуемых составила 50 человек (30 нападающих и 20 защитников). Стаж занятий хоккеем у подростков на момент исследования составлял 5 лет, квалификация соответствовала уровню от первого взрослого разряда до кандидата в мастера спорта. Обследованные спортсмены находились на подготовительном этапе учебно-тренировочного цикла. Сроки исследования: апрель-май 2022 г.

Регистрация ВРС производилась с учетом международных и отечественных рекомендаций с использованием аппаратно-программного комплекса ВНС-Микро (Нейрософт, Иваново, Россия) в два этапа:

- в положении сидя (5 мин),
- при переходе в положение стоя (6 мин).

Математическая обработка и оформление результатов исследования осуществлялись с помощью использования полного пакета функций программ Word, Excel и Statistica for Windows. Метод математической статистики: t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Нормальное распределение подтверждали правилом трёх сигм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблицах 1 и 2 представлены результаты исследования ВРС у хоккеистов-подростков в зависимости от игрового амплуа. Полученные данные характеризуются высокой степенью различий, что указывает на принципиальные отличия исходного вегетативного тонуса приведенных групп.

Анализ ритмокардиографии в фоновом состоянии у обеих групп обследованных показал различные стратегии приспособления сердечно-сосудистой системы к учебно-тренировочной деятельности (таблица 1). Так, например, по ряду показателей временной области (R-R min, R-R max, RRNN) можно судить о более эффективном кровообращении у защитников, по отношению к нападающим, что показано наличием достоверных отличий. Относительно большие значения R-R min, R-R max, RRNN у защитников свидетельствуют об относительно меньшей частоте сердечных сокращений. Данный факт говорит об увеличении

систолического объема крови, а также об увеличении кислородной емкости крови у защитников, что указывает на повышение экономичности гемодинамических механизмов [7, 8].

Показатели SDNN и CV также оказались статистически значимо выше у защитников по сравнению с нападающими, что в свою очередь объясняется повышением вклада парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляцию работы сердечно-сосудистой системы защитников [9, 10].

Таблица 1

Временные показатели variability ритма сердца хоккеистов в зависимости от игрового амплуа

| Показатель | Игровое амплуа | |
|---------------|----------------|----------------|
| | Защитники (З) | Нападающие (Н) |
| BPC (фоновая) | | |
| ЧСС, уд/мин | 73,3±1,1** | 79,0±1,2 |
| R-R min, мс | 639,0±14,9* | 583,6±20,8 |
| R-R max, мс | 1008,6±27,3* | 868,3±39,8 |
| RRNN, мс | 801,1±13,4** | 703,1±27,3 |
| SDNN, мс | 68,0±4,6** | 48,1±4,6 |
| RMSSD, мс | 60,2±5,5** | 35,3±4,2 |
| CV, % | 8,5±0,5* | 6,3±0,5 |
| BPC (АОП) | | |
| R-R min, мс | 509,6±9,3 | 509,8±10,6 |
| R-R max, мс | 840,1±24,3* | 752,4±20,4 |
| RRNN, мс | 638,8±10,4* | 606,6±12,7 |
| SDNN, мс | 61,1±4,7** | 42,6±2,2 |
| RMSSD, мс | 26,6±3,1* | 16,5±1,8 |
| CV, % | 9,5±0,6** | 6,9±0,2 |

Примечание: * – результаты достоверны при $p \leq 0,05$, ** – результаты достоверны при $p \leq 0,01$; при выявлении достоверных отличий использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок. З – защитники, Н – нападающие, ЧСС – частота сердечных сокращений, BPC – variability ритма сердца, АОП – активная ортостатическая проба.

Анализ спектральных показателей variability ритма сердца в фоновом состоянии также выявил ряд закономерных отличий между представителями разных игровых амплуа (таблица 2).

Общая мощность спектра (TP) была достоверно больше у защитников по отношению к нападающим. Считается, что с ростом спортивного мастерства и уровня физической и функциональной подготовленности растет и значение TP [9,

11]. Большие значения общей мощности спектра у представителей группы защитников говорят о большем функциональном резерве сердечно-сосудистой системы, формируемом за счет активации структурно-компенсаторных процессов на клеточном и субклеточном уровнях.

При изучении отдельных периодических составляющих колебаний ритма сердца выявлено, что у нападающих достоверно меньшие значения LF (низкочастотные колебания) и HF (высокочастотные колебания) по отношению к защитникам, что может свидетельствовать о дефицитном состоянии вазомоторной регуляции у нападающих.

Таблица 2

Спектральные показатели variability ритма сердца хоккеистов в зависимости от игрового амплуа

| Показатель | Игровое амплуа | |
|----------------------|----------------|----------------|
| | Защитники (З) | Нападающие (Н) |
| BPC (фоновая) | | |
| TP, мс ² | 5626,2±725,3* | 3740,1±509,6 |
| VLF, мс ² | 1412,6±188,9 | 1382,2±192,7 |
| LF, мс ² | 2128,4±481,6* | 1114,8±127,8 |
| HF, мс ² | 2085,1±293,4* | 1242,9±258,1 |
| BPC (АОП) | | |
| TP, мс ² | 5249,1±826,2* | 2767,8±287,6 |
| VLF, мс ² | 2491,3±335,9** | 1315,8±107,1 |
| LF, мс ² | 2119,1±407,5* | 1058,8±120,9 |
| HF, мс ² | 638,7±96,3* | 393,1±82,8 |

Примечание: * – результаты достоверны при $p \leq 0,05$, ** – результаты достоверны при $p \leq 0,01$; при выявлении достоверных отличий использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок. З – защитники, Н – нападающие, BPC – варибельность ритма сердца, АОП – активная ортостатическая проба.

В обеих обследованных группах при проведенной ортостатической пробы наблюдались схожие различия изучаемых показателей, что и в состоянии покоя. Данная закономерность сохранилась как при изучении временного, так и спектрального анализа (таблицы 1 и 2).

При проведении ортостатической пробы у представителей разного игрового амплуа обнаружен практически одинаковый диапазон изменений в показателях временного анализа: у защитников SDNN с 68,0±4,6 до 61,1±4,7, мс (11 %), RMSSD с 60,2±5,5 до 26,6±3,1, мс (127 %), CV, % с 8,5±0,5 до 9,5±0,6 (89 %); у нападающих SDNN с 48,1±4,6 до 42,6±2,2 (12 %), RMSSD с 35,3±4,2 до 16,5±1,8, мс (113 %), CV, % с 6,3±0,5 до 6,9±0,2 (91 %). Это может свидетельствовать о схожем уровне

реактивности сердечно-сосудистой системы у хоккеистов с разным игровым амплуа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование вегетативной регуляции и реактивности сердечно-сосудистой системы подростков-хоккеистов в зависимости от игрового амплуа выявило, что в режиме покоя у защитников преобладает активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, сердечно-сосудистая система работает в более экономичном режиме по сравнению с нападающими.

В условиях ортостатической пробы выявлен практически одинаковый уровень реактивности сердечно-сосудистой системы у хоккеистов с разным игровым амплуа.

Результаты, полученные по итогам исследования, могут быть использованы с целью сохранения здоровья спортсменов, а также в процессе спортивной ориентации и отбора на ранних этапах подготовки.

Список литературы

1. Pedersen B. K. Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases / B. K. Pedersen, B. Saltin // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – 2015. – No 25 (Suppl. 3). – P. 1–72. – doi: 10.1111/sms.12581
2. Иорданская Ф. А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юных спортсменов к нагрузкам в современном хоккее с шайбой / Ф. А. Иорданская // *Вестник спортивной науки*. – 2010. – № 3. – С. 33–38.
3. Мониторинг функционального состояния и здоровья юных хоккеистов / И. В. Левшин, Л. В. Михно, А. В. Каган, И. В. Панов // *Лечебная физическая культура и спортивная медицина*. – 2013. – № 12. – С. 9–15.
4. Мавлиев Ф. А. Реакция кардиореспираторной системы на физическую нагрузку у хоккеистов / Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2018. – Т. 19, № 2. – С. 27–31.
5. Максимихина Е. В. Оценка функционального состояния хоккеистов 9–10 лет в подготовительном периоде подготовки / Е. В. Максимихина, Н. А. Игнашин // *Аспирант*. – 2018. – №2(39). – С.44–47.
6. Щепитин Д. В. Сравнительная оценка функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у юных хоккеистов 10–12 лет, имеющих разный спортивный стаж / Д. В. Щепитин, Д. С. Учасов // *Наука-2020*. – 2017. – №3(14). – С. 62–67.
7. Мельников А. А. Особенности гемодинамики и реологических свойств крови у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / А. А. Мельников, А. Д. Викулов // *Теория и практика физической культуры*. – 2003. – № 1. – С. 23–26.
8. Шарыкин А. С. Варианты ремоделирования сердца у детей и подростков в игровых видах спорта (на примере футбола и хоккея) / А. С. Шарыкин, Ю. М. Иванова, В. И. Павлов, В. А. Бадтиева, П. А. Субботин // *Педиатрия. Журнал имени Г. Н. Сперанского*. – 2016. – Т. 95, № 3. – С. 65–72.
9. Гаврилова Е. А. Спорт, стресс, вариабельность / Е. А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.
10. Иванова Э. Н. Нейрофизиологические показатели организма у занимающихся на оздоровительно-восстановительном тренажере «Правило» / Э. Н. Иванова, Н. И. Пьянзина, А. Х. Ермолаев // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2020. – № 4. – С. 40–47. – doi: 10.14529/hsm200404
11. Вариабельность сердечного ритма у лиц с повышенным режимом двигательной активности и спортсменов / А. Д. Викулов, А. Д. Немиров, Е. Л. Ларионова, А. Ю. Шевченко // *Физиология человека*. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 54–59.

**AUTONOMIC REGULATION AND REACTIVITY OF THE
CARDIOVASCULAR SYSTEM OF ADOLESCENT HOCKEY PLAYERS
DEPENDING ON THE GAME ROLE**

Prima O. S.¹, Golovin M. S.¹, Subotyalov M. A.^{1,2}

¹*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia*

²*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

E-mail: subotyalov@yandex.ru

Correct and objective assessment of the capabilities of the cardiovascular system athletes, the development of quantitative criteria for this assessment is necessary for maintaining their health is an indispensable condition for a scientifically based training process, one of the goals of which is the correct choice of game role of a hockey player.

The article presents a study on the functional state of the cardiovascular system of adolescent hockey players aged 13–14 years, depending on their playing role (defenders and forwards) with an orthostatic test. 50 people took part in the study. Heart rate variability registration was carried out in accordance with international and domestic recommendations using VNS-Micro (Neurosoft, Ivanovo, Russia) in two stages: 1) in a sitting position (5 min); 2) when moving to a standing position (6 min). Mathematical processing and presentation of the research results were carried out using the full package of functions of Word, Excel and Statistica for Windows. Method of mathematical statistics: Student's t-test for independent samples. Normal distribution was confirmed by the three-sigma rule. A study of a few temporal and spectral indicators of heart rate variability in adolescent hockey players depending on their playing role showed the following. Thus, the conducted study of the autonomic regulation and reactivity of the cardiovascular system of adolescent hockey players, depending on the playing role, revealed that in the resting mode, defenders have a predominant activity of the parasympathetic department of the autonomic nervous system, the cardiovascular system operates in a more economical mode compared to the attackers. Under the conditions of an orthostatic test, almost the same level of reactivity of the cardiovascular system was revealed in hockey players with different playing roles. The results obtained from the study can be used to preserve the health of athletes, as well as in the process of sports orientation and selection at the early stages of training.

Keywords: hockey, orthostatic test, spectral analysis indicators, athletes' health.

References

1. Pedersen B. K., Saltin B. Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, **25(Suppl. 3)**, 1 (2015). doi: 10.1111/sms.12581
2. Iordanskaya F. A. Peculiarities of cardiovascular adaptation to training loads in young ice hockey players, *Sports science bulletin*, **3**, 33 (2010).
3. Levshin I. V., Mihno L. V., Kagan A. V., Panov I. V. Monitoring of functional status and health condition in young hockey athletes, *Therapeutic exercise and sports medicine*, **12**, 9 (2013).
4. Mavliev F. A., Nazarenko A. S. The reaction of cardiorespiratory system to physical activity of hockey players, *Science and sport: modern tendencies*, **19(2)**, 27 (2018).

5. Maksimikhina E. V., Ignashin N. A. Assessment of the functional state of hockey players aged 9–10 years in the preparatory period of training, *Aspirant*, **2(39)**, 44 (2018).
6. Schepetin D. V., Uchasov D. S. Comparative evaluation of functional parameters of cardiovascular system in young hockeyists 10-12 years with different sports experience, *Nauka-2020*, **3(14)**, 62 (2017).
7. Mel'nikov A. A., Vikulov A. D. Features of hemodynamics and rheological properties of blood in athletes with different directions of the training process, *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*, **1**, 23 (2003).
8. Sharykin A. S., Ivanova Y. M., Pavlov V. I., Badtieva V. A., Subbotin P. A. Cardiac remodeling variants in children and adolescents in team sports (on the example of football and hockey), *Pediatrics. Zhurnal im G. N. Speranskogo*, **95(3)**, 65 (2016).
9. Gavrilova E. A. *Sports, stress, variability* (M.: Sport, 2015).
10. Ivanova E. N., Pianzina N. N., Ermolaev A. Kh. Neurophysiological indicators of the body after the use of the Pravilo health-improving machine, *Human. Sport. Medicine*, **4**, 40 (2020). doi: 10.14529/hsm200404
11. Vikulov A. D., Nemirov A. D., Larionov E. L., Shevchenko A. Yu. Heart rate variability in subjects with increased motor activity and athletes, *Human Physiology*, **31(6)**, 54 (2005).