

Д.В. Орешков^{1,2}

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ СПОРТСМЕНОВ В ЮНОШЕСКОМ ХОККЕЕ С ШАЙБОЙ

¹Кафедра лечебной физкультуры и спортивной медицины, ФГБУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург ²Региональная общественная организация «Хоккейный клуб СКА Санкт-Петербург», Россия

Контактное лицо: Орешков Дмитрий Вадимович: oreshek1997@bk.ru

Резюме

Введение: исследование variability сердечного ритма (BCP) применяют в спортивной практике для оценки текущего функционального состояния и адаптационного потенциала организма, раннего выявления дезадаптации и состояния перетренированности, осуществления срочного контроля за процессом физической тренировки с целью его оптимизации. Значительно реже данный метод используется для прогнозирования успешности спортсменов, что крайне востребовано в современном спорте, что и определяет актуальность проведенного исследования.

Цель: изучить показатели variability сердечного ритма у юных спортсменов, занимающихся хоккеем с шайбой, и выявить корреляции показателей BCP с успешностью спортсменов.

Материалы и методы: В исследовании приняли участие 15 спортсменов-хоккеистов, находящихся на тренировочном этапе спортивной подготовки. Возраст спортсменов - 15 лет. Для оценки variability сердечного ритма использовался программно-аппаратный комплекс «Омега». BCP оценивалась посредством регистрации кардиоинтервалограммы в фоновой записи в течение 5 минут. Исследовались статистические и спектральные показатели BCP. Для оценки успешности спортсмена использовалась общая статистика матча.

Результаты: у 13 из 15 (84,6%) спортсменов отмечался III тип регуляции BCP по классификации Н.И. Шлык. При этом наибольший вклад в общий спектр (TP) был за счет преобладания VLF компоненты волновой структуры ритма. Получена достоверная корреляция таких показателей BCP как TP (0,61), VLF (0,65) и SDNN (0,53) с интегральным показателем успешности игроков (количеством набранных очков за игру) ($p < 0,01$).

Выводы: variability сердечного ритма может быть использована для прогнозирования функциональной готовности и успешности на предстоящем матче у юных спортсменов в хоккее с шайбой на основе сравнительной оценки показателей TP, VLF и SDNN.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, спортсмены, хоккей, тренировочный процесс, успешность

Для цитирования: Орешков Д.В. Исследование variability сердечного ритма и прогнозирование успешности спортсменов в юношеском хоккее с шайбой // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №1. С. 25–28. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-1-25-28

D.V. Oreshkov^{1,2}

Investigation of Heart Rate Variability and Prediction of Success in Youth Ice Hockey

¹Department of Physical Therapy and Sports Medicine, a Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «North-Western state medical University named after I. I. Mechnikov», St. Petersburg, Russia

²Public Organization “Hockey Club SKA St. Petersburg”, Russia

Contact person: Oreshkov Dmitry Vladimirovich: oreshek1997@bk.ru

Abstract

Introduction: heart rate variability (HRV) analysis is employed in sports practice to assess current functional state, adaptation potential, early identification of maladaptation and overtraining, and to optimize the physical training process. This method is rarely used for athlete success prediction, which is highly demanded in modern sports, hence the relevance of the present study.

Objective: to explore heart rate variability indices in young hockey players and identify correlations between HRV parameters and athlete success.

Materials and methods: the study included 15 hockey players, 15 years of age, currently undergoing training. HRV was assessed using the “Omega” software and hardware complex by recording a 5-minute cardiointervalogram at rest. Statistical and spectral HRV parameters were analyzed. Athlete success was evaluated based on overall match statistics.

Results: 13 out of 15 (84.6%) athletes exhibited type III HRV regulation according to the N.I. Shlyk classification, with a predominant VLF component contributing the most to the total power (TP). Significant correlations were found between TP (0.61), VLF (0.65), and SDNN (0.53) HRV parameters and the integrated success index (points scored per game) ($p < 0.01$).

Conclusions: heart rate variability can be utilized for predicting functional readiness and success in upcoming hockey matches in young players based on comparative assessment of TP, VLF, and SDNN parameters.

Keywords: heart rate variability, athletes, hockey, training process, success

For citation: Oreshkov DV. Investigation of Heart Rate Variability and Prediction of Success in Youth Ice Hockey. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.1:25-28. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-1-25-28

Введение

Прогнозирование успешности спортсмена на сегодняшний день является одной из важных задач как для тренера, так и для врача по спортивной медицине. Существует много различных методов оценки функциональной готовности спортсмена, однако мало методов, которые позволяют быстро и точно определить готов ли спортсмен к соревновательным нагрузкам.

Доказано, что на основе использования вариабельности сердечного ритма (ВСР) можно определить тренированность спортсменов, выявить состояние перетренированности, донозологические состояния, корректировать тренировочную нагрузку и контролировать процессы восстановления. [1,2] Однако исследований, направленных на прогнозирование результата спортсмена на соревнованиях, мало как в индивидуальных видах спорта на выносливость, так и в командных видах спорта. [3,4,5]

Цель

Изучить показатели вариабельности сердечного ритма у юных спортсменов, занимающихся хоккеем с шайбой, и выявить корреляции показателей ВСР с успешностью спортсменов.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе СДЮШОР СКА (Санкт-Петербург). В исследовании принимали участие 15 спортсменов мужского пола, хоккеистов, находящихся на тренировочном этапе спортивной подготовки и прошедших углубленное медицинское обследование. Возраст хоккеистов составил 15 лет.

В исследовании использовался программно-аппаратный комплекс «Омега». Запись ритмокардиограммы (РКГ) проводилась в течение 5 минут в состоянии покоя, до тренировки в соревновательном периоде тренировочного цикла в помещении с тем-

пературой 20-22°. Артефакты из записи исключались. В исследование не включались лица с нарушениями ритма сердца, такими как нижнепредсердный ритм, экстрасистолия и др. во избежание искажения РКГ.

Производился спектральный анализ волновой структуры сердечного ритма, регистрировались HF (высокочастотные колебания), LF (низкочастотные колебания), VLF (очень низкочастотные колебания) компоненты, отношение LF/HF, сумма мощности всех волн - TP, индекс напряжения - ИН, RMSSD - квадратный корень из средних квадратов разностей между смежными N-N-интервалами, Мо - мода - диапазон наиболее часто встречающегося значения кардиоинтервалов, dX - вариационный размах - разница между самым длинным и самым коротким N-N-интервалом (кардиоциклом).

Для оценки успешности спортсмена использовалась общая статистика матча [6 –модификация], который проходил на этой же неделе, что и исследование ВСР. Параметр «Успешность» вычислялся по формуле на основе итоговых показателей технико-тактических действий игроков, рассчитываемых по схеме оценки соревновательной деятельности. В качестве таких показателей использовано пять характеристик (в процентах): результативность передач (РП), результативность вбрасывания (В), результативность бросков (Б), результативность забитых голов (ЗГ). Расчет успешности проводился по формуле: Успешность= РП+В+Б+ЗГ.

Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась с помощью пакета анализа Excel-2017.

Результаты исследования

По данным исследования (табл. 1) было выявлено, что 13 из 15 спортсменов (86,6%) относятся к III типу вегетативной регуляции сердечного ритма по классификации Н.И. Шлык [3] - умеренное

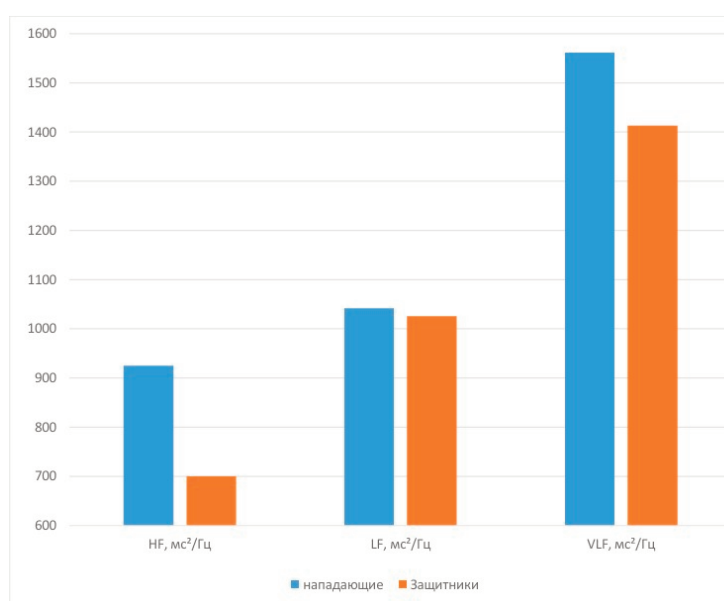


Рисунок. Структура спектральных показателей ВСР в зависимости от амплуа спортсмена, $p>0,05$

Figure. Structure of spectral indicators of heart rate variability depending on the athlete's role, $p>0.05$ Fig. 2. Calculation of time-averaged cumulative arterial pressure. A: first stage, B: second stage. For further explanation, see text

Таблица 1

Данные показателей ВСР у участников исследования
Heart Rate Variability Data for Study Participants

№	Амплуа	RMSSD, мс	ЧСС	SDN N, мс	Мо, мс	TP, мс ² /Гц	HF, мс ² /Гц	LF, мс ² /Гц	VLF, мс ² /Гц	LF/HF, у.е.	ИН, у.е.	dX	Тип
1	зщ	31,7	86	38,7	680	1465	384	437	644	1,14	134,2	202	II
2	нп	32,5	79	44,7	720	1519	390	548	580	1,4	93,3	226	III
3	нп	34,1	83	43,3	720	1761	338	1058	365	3,13	104,4	234	I
4	нп	66,4	77	53	760	2281	1050	708	523	0,67	75,3	242	III
5	зщ	40,3	74	50,6	760	2347	546	1025	776	1,88	69,4	274	III
6	нп	40,3	69	53,3	840	2984	625	1025	1333	1,64	54,3	274	III
7	зщ	46,2	85	66,4	640	3807	700	939	2168	1,34	67,3	301	III
8	зщ	67,1	63	66,1	920	3869	1511	697	1660	0,46	35,6	312	III
9	зщ	67,4	67	63	920	3905	2004	1136	764	0,57	41,8	272	III
10	нп	49,6	85	67,5	640	3976	800	988	2188	1,23	51,1	347	III
11	зщ	31,7	89	61,8	640	4012	328	1067	2617	3,25	72,8	312	III
12	нп	65,8	73	74,8	800	4758	1540	1428	1790	0,93	34,8	354	III
13	зщ	51,4	81	72,7	720	5087	864	2811	1413	3,26	48,9	312	III
14	нп	58,1	73	75,6	800	5400	1190	2000	2210	1,68	41,7	350	III
15	нп	58,7	73	91,5	760	7723	1349	1845	4529	1,37	30	466	III

преобладание автономного контура регуляции, что свидетельствует об удовлетворительной адаптации и базовой готовности спортсменов к нагрузкам.

При этом у большинства спортсменов - 11 из 13 (84,6%) III типа регуляции наибольший вклад в общий спектр (TP) был за счет преобладания VLF составляющей волнового спектра, что, возможно, связано со скоростно-силовой направленностью хоккея и большой значимостью центрального контура регуляции в данном виде спорта, что обеспечивает такие спортивно-важные качества как быстрота реакции и хорошая координация движений. [1,7].

Только у одного спортсмена (нападающий) был выявлен I тип вегетативной регуляции сердечного ритма - умеренное преобладание центрального контура регуляции. [3,4,5]. Один спортсмен имел II тип вегетативной регуляции сердечного ритма - выраженное преобладание центрального контура регуляции, что по результатам обследования было связано с перетренированностью спортсмена.

При учете амплуа спортсменов медиана общего спектра у нападающих оказалась выше (рисунок), чем у защитников - 3800,3 против 3498,9 мс² соответственно ($p > 0,05$).

Различия также были выявлены по составляющим спектра: HF (925 мс² против 700 мс²), LF (1041 мс² против 1025 мс²), VLF (1561 мс² против 1413 мс²). ($p > 0,05$). Это может быть отражением большего объема нагрузок у нападающих игроков. Однако, различия оказались недостоверными.

В табл. 2 представлены коэффициенты корреляции показателей ВСР с успешностью спортсменов.

Как следует из таблицы, получена достоверная корреляция TP (0,61), VLF (0,65) и SDNN (0,53) с

интегральным показателем успешности игроков (количеством набранных очков за игру) ($p < 0,01$).

Обсуждение результатов

Полученные в исследовании данные указывают на возможность прогнозирования результата соревнований юных хоккеистов на основе проведения оценки ВСР. У спортсменов с наибольшими показателями общего спектра, VLF- составляющей и статистического показателя SDNN ПКГ на матче было больше успешных атак, выигранных вбрасываний, нанесенных бросков по воротам голов и голевых передач, чем у спортсменов с более низким показателем общего спектра. Таким образом, были найдены корреляции показателей ВСР с успешностью юных нападающих и защитников в хоккее с шайбой.

Таблица 2

Корреляционная матрица показателей ВСР и успешности спортсменов
Correlation matrix of heart rate variability indicators and athletes' success

Корреляционная матрица	
Показатели ВСР	Показатели успешности
RMSSD, мс	0,102072449
ЧССavg, уд./мин.	-0,136639706
SDNN, мс	0,527578562
Мо, мс	0,004662149
TP, мс ² /Гц	0,607336668
HF, мс ² /Гц	0,138675022
LF, мс ² /Гц	0,396658514
VLF, мс ² /Гц	0,649068789
LF/HF, у.е.	0,016254564
ИН, у.е.	-0,333602375
IC	0,093773965

В дальнейших исследованиях планируется поиск корреляций у вратарей, включение в исследование функциональных проб, а также анализ успешности игроков на соревнованиях при их разделении на группы по показателям ВСР. Е.В. Брынцевой были исследованы несколько групп пловцов разного возраста на разных этапах спортивной подготовки. Наиболее достоверные корреляционные связи отмечались между показателями ВСР и очками FINA у спортсменов в возрасте 11 и 12 лет.[8] Это указывает на то, что и в других видах спорта возможно использование ВСР-прогнозирования в более раннем

возрасте, чем в данном исследовании, что также может стать предметом дальнейших исследований.

Выводы

1. Вариабельность сердечного ритма может быть использована для прогнозирования соревновательной готовности и успешности юных спортсменов в хоккее с шайбой, что подтвердило гипотезу исследования.

2. На основе сравнительной оценки показателей TP, VLF и SDNN игроков можно прогнозировать успешность юных хоккеистов на предстоящем матче.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гаврилова Е.А. Использование вариабельности ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности // Практическая медицина. 2015. Т.3-1. №88. С. 52-58.
2. Галиева Г.Б. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных спортсменов на различных этапах тренировочного процесса // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. 2018. №3. С. 52-57.
3. Шлык Н.И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе: Методич. пособ. Ижевск: Удмуртский университет, 2022. 81 с.
4. Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца и спорт: Монография. СПб: Институт спорта и здоровья, 2018. 186 с.
5. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков

и спортсменов: Монография. Ижевск: Удмуртский университет, 2009. 259 с.

6. Банаян А.А. Психофизические факторы успешности спортивной деятельности паралимпийцев высокой квалификации (на примере хоккея – следж); Автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб.: Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, 2020. С. 15-17.
7. Kamandulis S., Juodsnukis J., et al. Daily Resting HeartRateVariability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training // Int J Environ Res Public Health. 2020. V.17. No.6. P. 2097.
8. Брынцева Е.В. Прогноз успешности пловцов-юниоров на основе оценки вариабельности сердечного ритма // Прикладная спортивная наука. 2020. №2. С. 61-68.

REFERENCES

1. Gavrilova Ye.A. Using Heart Rate Variability in Assessing the Success of Sports Activities. Prakticheskaya Meditsina = Practical Medicine. 2015;3-1;88:52–58 (In Russ.).
2. Galiyeva G.B. Study of the Functional State of the Cardiovascular System of Highly Qualified Athletes at Various Stages of the Training Process. Vestnik Vostochno-Kazakhstanskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. D. Serikbayeva = Bulletin of the East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbaev. 2018;3:52-57 (In Russ.).
3. Shlyk N.I. Variabel'nost' Serdechnogo Ritma i Metody yeye Opredeleniya u Sportsmenov v Trenirovochnom Protsesse = Heart Rate Variability and Methods for its Determination in Athletes During the Training Process. Methodological Manual. Izhevsk, Udmurtskiy Universitet Publ., 2022. 81 p. (In Russ.).
4. Gavrilova E.A. Variabel'nost' Ritma Serdtsa i Sport = Heart Rate Variability and Sport. Monograph. St. Petersburg, Institut Sporta i Zdorov'a Publ., 2018.186 p. (In Russ.).

5. Shlyk N.I. Serdechnyy Ritm i Tip Regul'yatsii u Detey, Podrostkov i Sportsmenov = Heart Rhythm and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes: Monograph. Izhevsk, Udmurtskiy Universitet Publ., 2009, 259 p. (In Russ.).
6. Banayan A.A. Psikhofizicheskiye Faktory Uspeshnosti Sportivnoy Deyatel'nosti Paralimpiytssev Vysokoy Kvalifikatsii (na Primere Khokkeya – Sledzh) = Psychophysical Factors of Success in Sports Activities of Highly Qualified Paralympians (Using Sledge Hockey as an Example). Extended Abstract of Candidate's Thesis (Psychol.). St. Petersburg, Sankt-Peterburgskiy Nauchno-Issledovatel'skiy Institut Fizicheskoy Kul'tury Publ., 2020. P. 15-17 (In Russ.).
7. Kamandulis S., Juodsnukis A., et al. Daily Resting HeartRateVariability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training. Int J Environ Res Public Health. 2020;17:6:2097.
8. Bryntseva Ye.V. Forecasting the Success of Junior Swimmers Based on Assessing Heart Rate Variability. Prikladnaya Sportivnaya Nauka = Applied Sports Science. 2020;2:61-68 (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 10.10.2024. Принята к публикации: 15.11.2024.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 10.10.2024. Accepted for publication: 15.11.2024