

## ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА И ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ХОККЕИСТОВ 9–16 ЛЕТ

Е.Ф. Сурина-Марышева<sup>1</sup>, В.В. Эрлих<sup>1</sup>, Е.Н. Ермолаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия,

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия

**Цель.** Изучить характер взаимоотношений между параметрами variability ритма сердца и физического развития у хоккеистов пре- и пубертатного периода развития. **Материал и методы.** В исследовании участвовали хоккеисты в возрасте от 9 до 16 лет ( $n = 189$ ; амплуа: нападающие, защитники). Группа сравнения – двигательно-активные мальчики 7–8 лет ( $n = 34$ ). Исследованы параметры variability ритма сердца (ВРС) и физического развития. **Результаты.** Выделены критические периоды развития с отрицательной динамикой индекса массы тела – 13 и 15 лет, связанные с напряжением регуляции ВРС: уменьшением общей мощности регуляции, перераспределением влияний из центров *n. vagus* и высших подкорковых структур вегетативной регуляции; увеличением количества игроков с преобладанием центральных механизмов регуляции. **Заключение.** Variability ритма сердца хоккеистов от 9 до 16 лет согласована с динамикой физического развития, выделены критические периоды развития – 13 и 15 лет.

**Ключевые слова:** индекс массы тела, variability ритма сердца, препубертатный период, пубертатный период, спортсмены, хоккей.

**Введение.** Показатели variability ритма сердца (ВРС) и реакции на функциональные пробы связаны с величиной массы тела и соматотипом [2, 6]. Исходя из этого, существует высокий риск развития дизадаптивных процессов, в том числе связанных с возрастными изменениями в антропометрическом профиле хоккеистов. Индикатором работы нейрогуморальных механизмов регуляции деятельности висцеральных систем и функционального состояния организма являются изменения ритма сердца [1, 13, 15, 16].

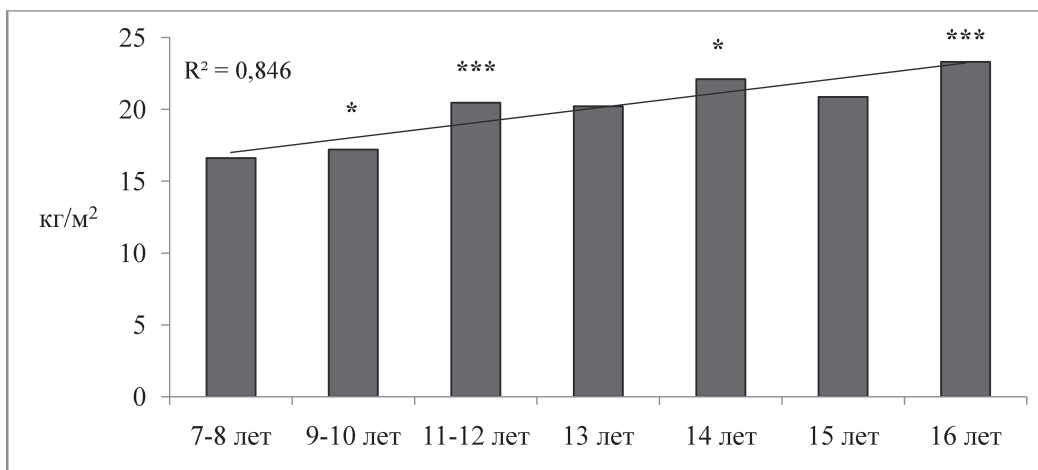
**Материалы и методы.** Проведено проспективное поперечное исследование (начало макроцикла подготовки). Обследованы мальчики и подростки 7–16 лет мужского пола ( $n = 189$ ). ВРС оценивалась с применением общепринятых методов анализа, тип регуляции ритма сердца определялся по методике Н.И. Шлык: I и II тип (умеренное и значительное преобладание центральных механизмов регуляции соответственно); III и IV тип (умеренное и значительно выраженное преобладание автономных механизмов соответственно) [5, 11, 14]. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по формуле Кетле [8]. Различия между группами определяли по критерию Манна – Уитни.

**Результаты.** Возрастная динамика ИМТ хоккеистов представлена на рис. 1. Увеличе-

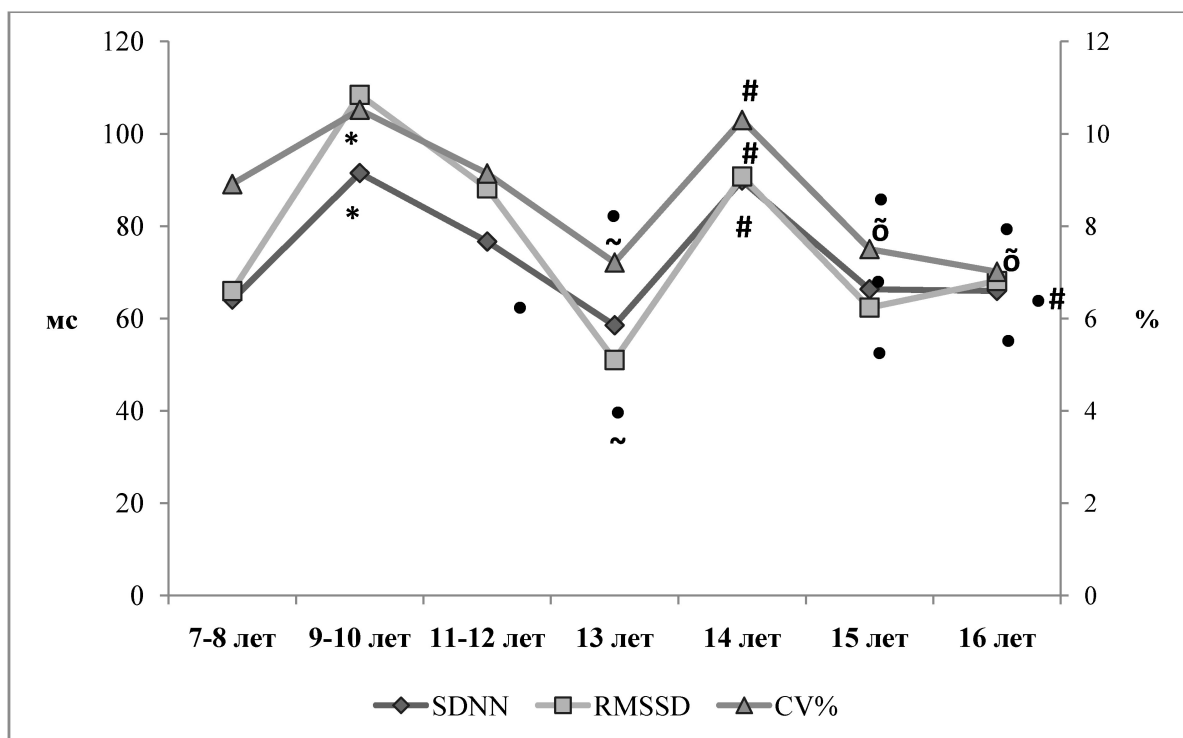
ние ИМТ в большей степени происходит за счет прироста массы тела [12]. На рис. 2, 3 показаны основные изменения параметров ВРС. Наименее чувствительными по динамике изменений оказались интегральные индексы ВРС, что обосновывает применение типологического подхода (рис. 4).

**Обсуждение.** Динамика параметров variability ритма сердца хоккеистов 9–16 лет согласуется с изменениями физического развития. В 9–10 лет у хоккеистов преобладание влияния автономных механизмов в регуляции ритма сердца соответствует возрастным закономерностям развития [3, 10]. В 11–12 лет темпы прироста ИМТ максимальны, при этом влияние возрастного фактора ВРС ослабляется, что подтверждается сохранением исходного уровня парасимпатических влияний относительно сверстников [4]. Изменения ИМТ в 9–12 лет происходят на фоне высоких значений параметров общей мощности спектра, мощности HF-волн, преобладания III–IV типа регуляции: 82 % – в 9–10 лет и 76 % – в 11–12 лет.

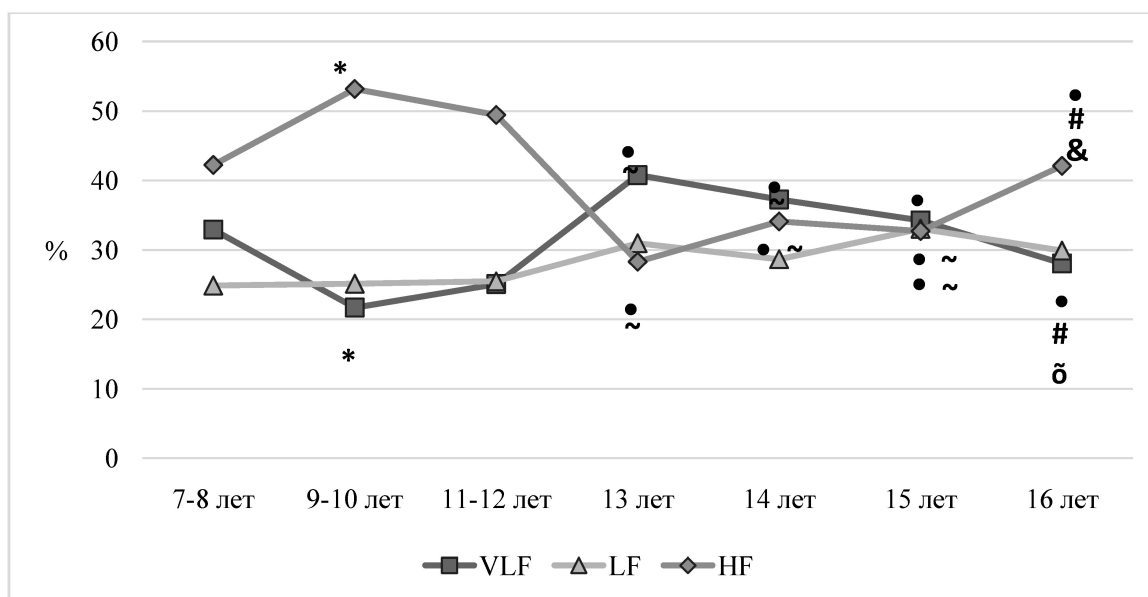
В 13–16 лет выявлены два критических периода – 13 и 15 лет, в течение которых отрицательная динамика изменения показателя ИМТ согласуется с признаками напряжения в регуляции ритма сердца (рис. 5). У сверстников, не занимающихся спортом, напряжение



**Рис. 1. Динамика значений ИМТ хоккеистов от 9 до 16 лет:**  
7–8 лет – группа сравнения; \* – статистическая значимость изменений при  $p < 0,05$ ;  
\*\*\* – статистическая значимость изменений при  $p < 0,001$ ;  $R^2$  – коэффициент аппроксимации  
**Fig. 1. BMI dynamics in ice hockey players aged 9–16:**  
7–8 years – control group; \* – statistical significance at  $p < 0.05$ ;  
\*\*\* – statistical significance at  $p < 0.001$ ;  $R^2$  – approximation coefficient

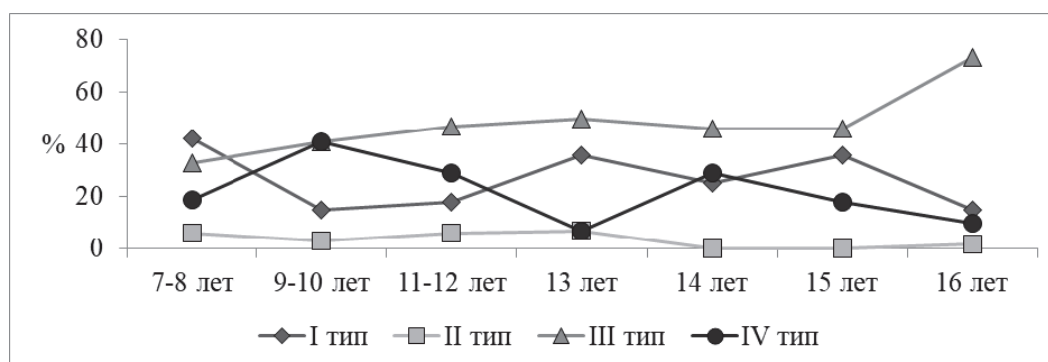


**Рис. 2. Динамика показателей временного метода анализа ВРС хоккеистов от 9 до 16 лет:**  
7–8 лет – группа сравнения; \* – статистически значимые различия относительно мальчиков 7–8 лет;  
• – статистически значимые различия относительно 9–10 лет; ~ – статистически значимые различия  
относительно 11–12 лет; # – статистически значимые различия относительно 13 лет; ð – статистически значимые  
различия относительно 14 лет  
**Fig. 2. The dynamics of the time-domain method in ice hockey players aged 9–16:**  
7–8 years – control group; \* – statistical significance relative to boys aged 7–8; • – statistical significance relative  
to boys aged 9–10; ~ – statistical significance relative to boys aged 11–12; # – statistical significance relative to boys  
aged 13; ð – statistical significance relative to boys aged 14



**Рис. 3. Динамика показателей спектрального анализа у хоккеистов от 9 до 16 лет (в %):**  
 7–8 лет – группа сравнения; \* – статистически достоверные различия относительно мальчиков 7–8 лет;  
 • – статистически достоверные различия относительно 9–10 лет; ~ – статистически достоверные различия  
 относительно 11–12 лет; # – статистически достоверные различия относительно 13 лет; ð – статистически  
 значимые различия относительно 14 лет; & – статистически достоверные различия относительно 15 лет

**Fig. 3. The dynamics of spectral analysis data in ice hockey players aged 9–16 (%):**  
 7–8 years – control group; \* – statistical significance relative to boys aged 7–8; • – statistical significance relative  
 to boys aged 9–10; ~ – statistical significance relative to boys aged 11–12; # – statistical significance relative to boys  
 aged 13; ð – statistical significance relative to boys aged 14; & – statistical significance relative to boys aged 15

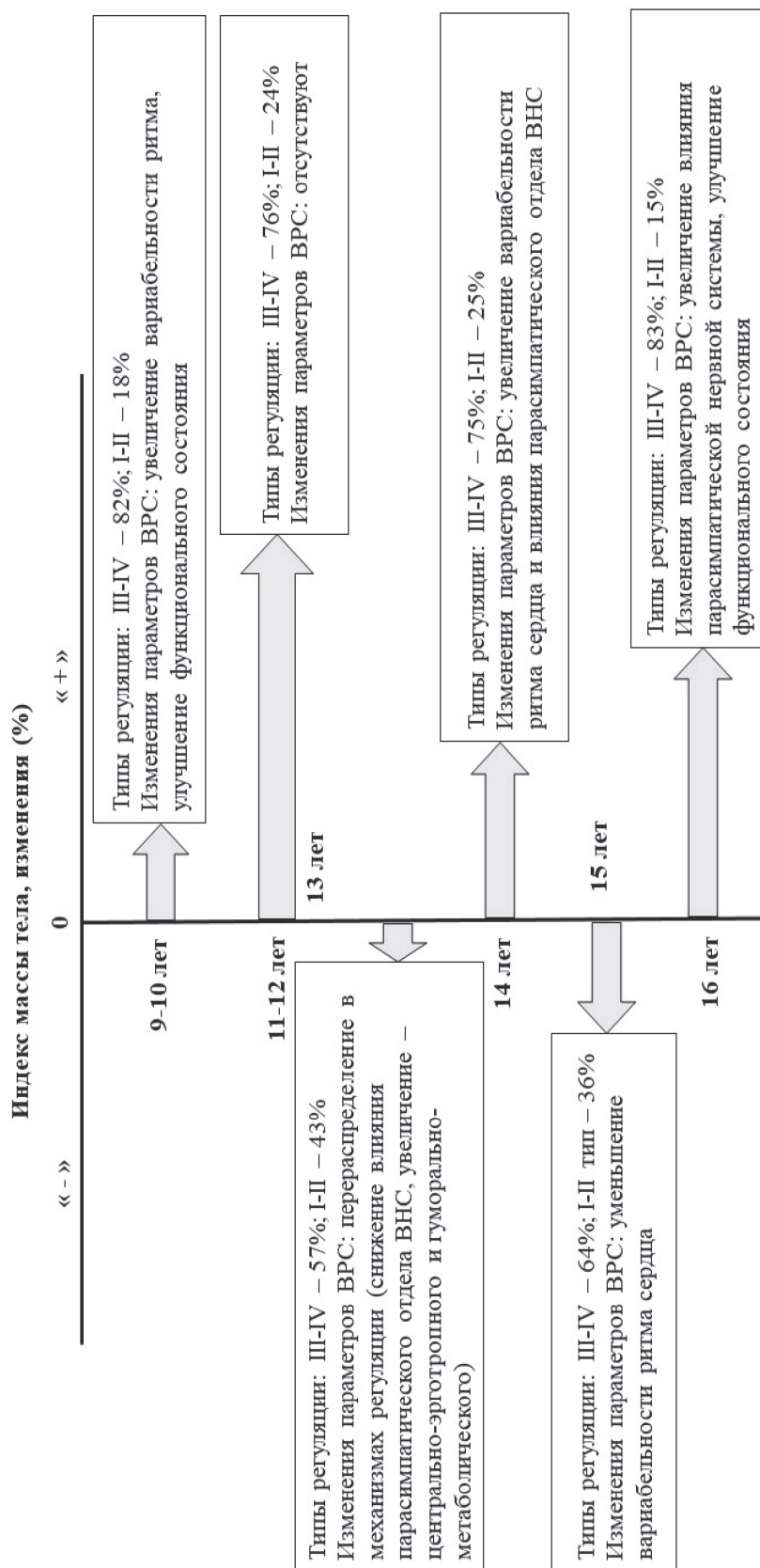


**Рис. 4. Распределение типов регуляции ритма сердца в группах хоккеистов от 9 до 16 лет:**  
 7–8 лет – группа сравнения

**Fig. 4. Heart rate regulation types in ice hockey players aged 9–16:**  
 7–8 years – control group

в регуляции ритма сердца осуществляется на один год раньше, что обусловлено фактором специфики физических нагрузок [4, 6, 7, 9]. В 13 и 15 лет в два раза увеличивается количество хоккеистов с умеренной централизацией (I тип) в регуляции ритма сердца: в 13 лет отрицательная динамика в темпах изменений ИМТ сопряжена с перераспределением ведущего уровня регуляции с центра *n. vagus* на центрально-эрготропные структуры мозга, в 15 лет отрицательный сдвиг в изменениях параметра ИМТ согласуется с повторным

снижением variability ритма сердца. К 16 годам изменение индекса массы тела становится положительным и согласуется с повышением влияния автономных механизмов регуляции: увеличивается влияние из центра *n. vagus*, снижаются значения LF/HF и ВПР; распределение по типам регуляции ритма сердца с точки зрения адаптоспособности становится наиболее оптимальным: III тип – 73 %, I тип – 15 %, IV тип – 10 %. Схема основных изменений представлена на рис. 5.



**Рис. 5. Динамика показателей «Индекс массы тела» и регуляторных механизмов работы сердца в состоянии покоя хоккеистов 9–16 лет:**

изменения индекса массы тела относительно предыдущего возрастного периода; I-II тип регуляции ритма сердца – преобладание влияния центральных механизмов регуляции; III-IV тип регуляции – преобладание автономных механизмов регуляции

**Fig. 5. The dynamics of BMI and regulatory mechanisms of the heart at rest in hockey players aged 9–16:**

changes in BMI relative to the previous age period; Type I-II heart rate regulation – predominance of the central mechanisms of heart rate regulation;

Type III-IV – predominance of the autonomic mechanisms of heart rate regulation

**Заключение.** Вариабельность ритма сердца хоккеистов от 9 до 16 лет согласована с динамикой физического развития. Выделены критические периоды 13 и 15 лет, для которых характерно сочетание напряжения регуляторных процессов, увеличения числа игроков с централизацией в регуляции и отрицательной динамики в гармоничности физического развития.

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

Данная работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: FENU-2020-0022 (№ 2020072ГЗ).

### Литература

1. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. – 2001. – № 3. – С. 106–127.
2. Гаврилова, Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: моногр. / Е.А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.
3. Гарифулин, А.Н. Адаптация юных хоккеистов к длительным физическим нагрузкам / А.Н. Гарифулин, В.А. Маргазин, А.В. Коромыслов // *Физическое воспитание и спортивная тренировка*. – 2016. – Т. 16. – № 2. – С. 10–17.
4. Мамонова, С.Б. Вариабельность ритма сердца у школьников с деформирующими заболеваниями костно-мышечной системы / С.Б. Мамонова, С.А. Сабурцев, В.Н. Крылов // *Журнал мед.-биол. исследований*. – 2016. – № 1. – С. 51–62.
5. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Иваново: Иванов. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
6. Особенности вариабельности сердечного ритма в зависимости от соматотипа на примере футбола и баскетбола / А.В. Шаханова, А.А. Кузьмин, А.Х. Агиров, С.С. Гречишкина // *Вестник Адыгейского гос. ун-та*. – 2013. – Вып. 4. – С. 110–115.
7. Псеунок, А.А. Возрастные особенности регуляции сердечного ритма у школьников с разным режимом двигательной активности / А.А. Псеунок, М.А. Муготлев, Р.Х. Гарабеков. – Грозный: Изд-во Чечен. гос. ун-та, 2013. – 106 с.
8. Узунова, А.Н. Основные закономерности физического развития детей / А.Н. Узунова, М.Л. Зайцева. – Челябинск: Изд-во «ПИРС», 2015. – 250 с.
9. Шайхелисламова, М.В. Состояние гемодинамики у юных хоккеистов в пре- и пубертатный периоды развития / М.В. Шайхелисламова, Ф.Г. Ситдилов, Т.Л. Зефирова // *Физиология человека*. – 2015. – Т. 41. – № 4. – С. 91.
10. Шаханова, А.В. Возрастная динамика вариабельности сердечного ритма юных спортсменов 10–15 летнего возраста на примере футбола и баскетбола / А.В. Шаханова, А.А. Кузьмин // *Вестник Адыгейского гос. ун-та. Сер. «Естественные и математические науки»*. – 2008. – № 4. – С. 90–95.
11. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: моногр. / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
12. Anthropometric indicators in physical development of children and adolescent hockey players in relation to a player position / E.F. Surina-Marysheva, V. Erlikh, Y. Korableva et al. // *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*. – 2018. – Vol. 177. – No. 3. – P. 22–29.
13. Plews, D.J. Day-to-day heart rate variability (HRV) recordings in world champion rowers: Appreciating unique athlete characteristics / D. Plews, P.V. Laursen, M. Buchheit // *Int. J. Sports Physiol. Perf.* – 2017. – Vol. 12. – No. 5. – P. 697–703.
14. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standarts of Measurement. Physiological interpretation and clinical use // *Circulation*. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.
15. Tonello, L. The role of physical activity and heart rate variability for the control of work related stress / L. Tonello, F.B. Rodrigues, J.W. Souza // *Front. Physiol.* – 2014. – Vol. 5. – P. 67.
16. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring / D.J. Plews, P.B. Laursen, J. Stanley et al. // *Sports Med.* – 2013. – Vol. 43. – No. 9. – P. 773–781.

Сурина-Марышева Елена Федоровна, кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник Научно-исследовательского центра спортивной науки, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: surina-marysheva2015@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7770-4338.

Эрлих Вадим Викторович, доктор биологических наук, профессор, кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: erlih-vadim@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4416-1925.

Ермолаева Елена Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет. 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: ermen33@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8067-4982.

Поступила в редакцию 26 января 2021 г.

DOI: 10.14529/hsm210212

## HEART RATE VARIABILITY AND PHYSICAL DEVELOPMENT IN ICE HOCKEY PLAYERS AGED 9–16

E.F. Surina-Marysheva<sup>1</sup>, surina-marysheva2015@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7770-4338,  
V.V. Erlikh<sup>1</sup>, erlih-vadim@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4416-1925,  
E.N. Ermolaeva<sup>2</sup>, ermen@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0309-5802,

<sup>1</sup>South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,

<sup>2</sup>South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation

**Aim.** The paper aims to study the nature of correlations between heart rate variability and physical development in ice hockey players in prepuberty and puberty. **Materials and methods.** Ice hockey players aged 9–16 were involved in the study (n = 189, forwards and defensemen). The control group consisted of physically active boys aged 7–8 (n = 34). Heart rate variability data and the indices of physical development were used. **Results.** The age periods of critical importance for physical development are determined at 13 and 15 years, which are characterized by negative BMI dynamics and the increased stress of HRV regulation, namely a decrease in total power, redistribution of activity from the centers of the n. vagus and higher subcortical structures of autonomic regulation, an increase in the number of players with dominant central regulatory mechanisms. **Conclusion.** Heart rate variability in ice hockey players aged 9–16 corresponds with their physical development. The age periods of 13 and 15 years are considered as of critical importance for physical development.

**Keywords:** body mass index, heart rate variability, prepuberty, puberty, athletes, hockey.

### References

1. Bayevskiy R.M., Ivanov G.G. [Heart Rate Variability. Theoretical Aspects and Possibilities of Clinical Application]. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika* [Ultrasound and Functional Diagnostics], 2001, no. 3, pp. 106–127. (in Russ.)
2. Gavrilova E.A. *Sport, stress, variabel'nost': monografiya* [Sport. Stress, Variability]. Moscow, Sport Publ., 2015. 168 p.
3. Garifulin A.N., Margazin V.A., Koromyslov A.V. [Adaptation of Young Hockey Players to Prolonged Physical Loads]. *Fizicheskoye vospitaniye i sportivnaya trenirovka* [Physical Education and Sports Training], 2016, vol. 16, no. 2, pp. 10–17. (in Russ.)
4. Mamonova S.B., Saburtsev S.A., Krylov V.N. [Heart Rate Variability in Schoolchildren with Deforming Diseases of the Musculoskeletal System]. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy* [Journal of Biomedical Research], 2016, no. 1, pp. 51–62. (in Russ.) DOI: 10.17238/issn2308-3174.2016.1.51

5. Mikhaylov V.M. *Variabel'nost' ritma serdtsa: opyt prakticheskogo primeneniya metoda* [Heart Rate Variability. Experience of Practical Application of the Method], 2nd ed. Ivanovo, State Medical Academy Publ., 2002. 290 p.
6. Shakhanova A.V., Kuz'min A.A., Agirov A.Kh., Grechishkina S.S. [Features of Heart Rate Variability Depending on the Somatotype on the Example of Football and Basketball]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Adyghe State University], 2013, iss. 4, pp. 110–115. (in Russ.)
7. Pseunok A.A., Mugotlev M.A., Garabekov R.Kh. *Vozrastnyye osobennosti regulyatsii serdechnogo ritma u shkol'nikov s raznym rezhimom dvigatel'noy aktivnosti* [Age Features of Heart Rate Regulation in Schoolchildren with Different Modes of Motor Activity]. Groznyy, Chechen State University Publ., 2013. 106 p.
8. Uzunova A.N., Zaytseva M.L. *Osnovnyye zakonomernosti fizicheskogo razvitiya detey* [Basic Laws of Physical Development of Children]. Chelyabinsk, PIRS Publ., 2015. 250 p.
9. Shaykhelislamova M.V., Sitdikov F.G., Zefirov T.L. [The State of Hemodynamics in Young Hockey Players in Pre- and Pubertal Periods of Development]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2015, vol. 41, no. 4, p. 91. DOI: 10.1134/S0362119715040131
10. Shakhanova A.V., Kuz'min A.A. [Age Dynamics of Heart Rate Variability in Young Athletes 10–15 Years of Age on the Example of Football and Basketball]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Estestvennyye i matematicheskiye nauki* [Bulletin of the Adyghe State University. Series Natural and Mathematical Sciences], 2008, no. 4, pp. 90–95. (in Russ.)
11. Shlyk N.I. *Serdechnyy ritm i tip regulyatsii u detey, podrostkov i sportsmenov: monografiya* [Heart Rate and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes]. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2009. 255 p.
12. Surina-Marysheva E.F., Erlikh V., Korableva Y. et al. Anthropometric Indicators in Physical Development of Children and Adolescent Hockey Players in Relation to a Player Position. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, 2018, no. 177, no. 3, pp. 22–29. DOI: 10.15561/18189172.2018.0207
13. Plews D.J., Laursen P.V., Buchheit M. Day-to-Day Heart Rate Variability (HRV) Recordings in World Champion Rowers: Appreciating Unique Athlete Characteristics. *Int. J. Sports Physiol. Perf.*, 2017, vol. 12, no. 5, pp. 697–703. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0343
14. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurement. Physiological Interpretation and Clinical Use. *Circulation*, 1996, vol. 93, pp. 1043–1065.
15. Tonello L., Rodrigues F.B., Souza J.W. The Role of Physical Activity and Heart Rate Variability for the Control of Work Related Stress. *Front. Physiol.*, 2014, vol. 5, p. 67. DOI: 10.3389/fphys.2014.00067
16. Plews D.J., Laursen P.B., Stanley J. et al. Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes: Opening the Door to Effective Monitoring. *Sports Med*, 2013, vol. 43, no. 9, pp. 773–781. DOI: 10.1007/s40279-013-0071-8

**Received 26 January 2021**

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Сурина-Марышева, Е.Ф. Вариабельность ритма сердца и физическое развитие хоккеистов 9–16 лет / Е.Ф. Сурина-Марышева, В.В. Эрлих, Е.Н. Ермолаева // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 100–106. DOI: 10.14529/hsm210212

### FOR CITATION

Surina-Marysheva E.F., Erlikh V.V., Ermolaeva E.N. Heart Rate Variability and Physical Development in Ice Hockey Players Aged 9–16. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 2, pp. 100–106. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210212