

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛИТНЫХ ХОККЕИСТОВ 15–16 ЛЕТ

Е.Ф. Сурина-Марышева¹, В.В. Эрлих¹, С.А. Кантюков², К.А. Наумова¹

¹Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия,

²Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, г. Челябинск, Россия

Цель. Исследование особенностей сенсомоторной интеграции и координации движений элитных хоккеистов 15–16 лет. **Материалы и методы.** Поперечное проспективное исследование выполнено в соревновательном периоде подготовки. В работе участвовали хоккеисты в возрасте 15–16 лет ($n = 36$; амплуа: нападающие, защитники). Группа сравнения была сформирована из учащихся колледжа физической культуры в возрасте 16 лет ($n = 15$). Обследование проводилось с использованием программно-аппаратного комплекса «НС-Психотест» (Россия, «Нейрософт»). Определяли показатели функционального состояния корковых центров нервной системы, скорости и точности простых и сложных зрительно-моторных реакций. Оценивали уровень сенсомоторной и произвольной координации движений по данным треморометрии. **Результаты.** Относительно сверстников хоккеисты 15–16 лет имеют более высокий уровень показателей функционального состояния в условиях помех ($p < 0,05$ во всех случаях) и показатель концентрации возбуждения ($p < 0,001$). Хоккеисты характеризуются лучшими показателями скорости и точности реакций в условиях помех ($p < 0,001$ во всех случаях) и в реакциях на движущийся объект ($p < 0,05$ во всех случаях). Относительно сверстников, не занимающихся спортом, элитные хоккеисты 15–16 лет отличаются более высоким уровнем произвольной координации движений при статической форме мышечных сокращений ($p < 0,01$). **Заключение.** Специфические условия соревновательной деятельности хоккеистов 15–16 лет способствуют повышению эффективности функционирования ЦНС в условиях помех за счет улучшения концентрации процессов возбуждения. Сенсомоторная интеграция игроков этого возраста также отличается лучшей точностью прогнозирования в реакциях на движущийся объект. Теменно-премоторный уровень регуляции движений хоккеистов развивается в соответствии с возрастными закономерностями, при этом специфические физические нагрузки влияют на улучшение произвольной координации движений при статической форме сокращения мышц.

Ключевые слова: сенсомоторная интеграция, сенсомоторная координация движений, произвольная координация движений, пубертатный период, спортсмены, хоккей с шайбой.

Введение. В соответствии с принципами теории динамических систем [11] нейрогормональная перестройка пубертатного периода развития обуславливает изменения во всей иерархии функциональных систем организма. Морфофункциональная перестройка отражается на параметрах физического развития юных хоккеистов [9], в спортивном отборе повышается значение морфологических [8, 10], функциональных и других показателей [15]. Гиперфункция гипоталамических структур и гипофиза, увеличение продукции стресс-гормонов и андрогенов [13] на фоне усиления секреторной активности щитовидной железы приводит к напряжению регуляции в функциональных системах организма [2]. Подготовка спортсмена часто проходит на фоне недостаточно полного восстановления организ-

ма [4, 12], что увеличивает психофизиологическую «цену» адаптации. При этом необходимо сохранять высокое качество сенсомоторной интеграции и сенсомоторной координации.

Материалы и методы. Поперечное проспективное исследование выполнено на базе СШОР «Трактор» по хоккею с шайбой (Россия). В работе участвовали хоккеисты в возрасте 15–16 лет ($n = 36$; амплуа: нападающие, защитники). Группа сравнения была сформирована из учащихся в возрасте 16 лет ($n = 15$). В исследовании были соблюдены принципы Хельсинской декларации. Обследование проводилось с использованием программно-аппаратного комплекса «НС-Психотест» (Россия, Нейрософт). Функциональное состояние корковых центров нервной системы определялось по критериям Т.Д. Лоскутовой [5],

сенсомоторная интеграция – по показателям скорости и точности различных видов зрительно-моторных реакций: простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), реакции выбора (РВ), реакции на движущийся объект (РДО) и реакции в условиях помех [5]. Уровень сенсомоторной координации движений рассчитывался по соотношению параметров тремографии [5]. Сравнение результатов исследования между группами осуществлялось по критерию Манна–Уитни в программе Statistica 10.0.

Результаты. Относительно группы сравнения хоккеисты 15–16 лет не отличаются по критериям Т.Д. Лоскутовой в реакциях ПЗМР ($p > 0,05$ во всех случаях), при этом имеют более высокий уровень показателей в условиях помех ($p < 0,05$ во всех случаях) и концентрации возбуждения ($p < 0,001$) (табл. 1).

Хоккеисты отличаются от сверстников, не занимающихся спортом, по скорости и точности реакций в пробе с помехами ($p < 0,001$ во всех случаях), среднему времени и количеству точных реакций в РДО ($p < 0,05$ во всех случаях) (табл. 2).

Хоккеисты 15–16 лет отличаются только более высоким уровнем произвольной регуля-

ции движений в условиях статического режима мышечной работы: учащиеся: $-6,81 \pm 2,42 \%$; $SD = 9,39$; хоккеисты: $1,20 \pm 1,23 \%$; $7,08$ ($p < 0,01$).

Обсуждение. Сенсомоторная интеграция представляет собой процесс конвергенции нейронного тока из сенсомоторных областей коры на нейроны лобных долей коры больших полушарий для дальнейшей передачи информации в центры моторной коры [3]. При этом большое влияние имеют условия внешней среды [14]. Сенсомоторная интеграция у хоккеистов характеризуется высокой помехоустойчивостью за счет лучшей концентрации процессов возбуждения. Устойчивость зрительно-моторных реакций в условиях помех у хоккеистов более чем в 2 раза лучше, чем у сверстников, не занимающихся спортом. По шкале дифференцированной оценки психофизиологических показателей, разработанной для хоккеистов 15–16 лет [7], значение средней скорости ПЗМР хоккеистов Уральского региона находится в области пограничных значений уровней «средний» и «выше среднего». При этом скорость в реакциях выбора хоккеистов в нашем исследовании соответствует уровню «средний».

Таблица 1
Table 1

Функциональное состояние ЦНС хоккеистов 15–16 лет и двигательно-активных учащихся 16 лет
Functional status of the nervous system in hockey players aged 15–16 and physically active students aged 16

Показатели / Parameters	Группы / Groups		p
	Учащиеся / Students n = 15 M ± m; SD	Хоккеисты / Hockey players n = 34 M ± m; SD	
ФУС (ПЗМР), s^{-2} / FLS (SEMR), s^{-2}	4,70 ± 0,13 0,50	4,53 ± 0,20 1,19	0,207
УР (ПЗМР), s^{-1} / SR (SEMR), s^{-1}	2,18 ± 0,10 0,38	2,06 ± 0,12 0,69	0,872
УФВ (ПЗМР), s^{-2} / LFA (SEMR), s^{-2}	3,89 ± 0,10 0,39	3,62 ± 0,18 1,03	0,772
ФУС (помех.), s^{-2} / FLS (interference), s^{-2}	3,41 ± 0,13 0,49	3,45 ± 0,33 1,88	0,014
УР (помех.), s^{-1} / SR (interference), s^{-1}	0,94 ± 0,14; 0,54	1,51 ± 0,18 1,01	0,034
УФВ (помех.), s^{-2} / LFA (interference), s^{-2}	2,05 ± 0,15; 0,58	2,45 ± 0,25 1,44	0,025
Концентрация возбуждения, % Concentration of excitation, %	69,93 ± 6,55 25,36	35,67 ± 1,48 8,66	0,000

Примечание. ФУС – функциональный уровень системы; УР – устойчивость реакций; УФВ – уровень функциональных возможностей; ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция.

Note. FLS – functional level of the system; SR – stability of reaction; LFA – level of functional abilities; SEMR – simple eye-motor reaction.

Скорость и точность зрительно-моторных реакций хоккеистов 15–16 лет
и двигательльно-активных учащихся 16 лет
Speed and accuracy of simple eye-motor reactions in hockey players aged 15–16
and physically active students aged 16

Показатели / Parameters	Группы / Groups		p
	Учащиеся / Students M ± m; SD	Хоккеисты / Hockey players M ± m; SD	
ПЗМР, с ⁻³ / SEMR, s ⁻³	214,27 ± 6,18 23,92	203,03 ± 2,96 17,25	0,051
ПЗМР (КУ), у.е. / SEMR (WI), с.у.	0,91 ± 0,02 0,09	0,96 ± 0,01 0,03	0,097
РВ, с ⁻³ / CR, s ⁻³	330,87 ± 1,22 55,08	319,94 ± 6,39 39,70	0,480
РВ (КУ), у.е. / CR (WI), с.у.	0,86 ± 0,03 0,13	0,91 ± 0,01 0,06	0,467
Помехи, с ⁻³ / Interference, s ⁻³	365,67 ± 12,71 49,22	310,73 ± 3,58 20,55	0,000
Помехи (КУ), у.е. / Interference (WI), с.у.	0,84 ± 0,03 0,10	0,95 ± 0,01 0,05	0,000
РДО, с ⁻³ / RMO, s ⁻³	-19,80 ± 8,41 32,56	-0,89 ± 0,85 4,89	0,015
РДО (точные реакции), % RMO (accurate reaction), %	39,80 ± 3,57 13,84	50,36 ± 2,94 16,88	0,036
РДО (опережающие реакции), % RMO (advanced reaction), %	40,60 ± 4,02 15,57	32,24 ± 3,34 19,18	0,064
РДО (запаздывающие реакции), % RMO (delayed reaction), %	18,47 ± 2,36 9,13	17,42 ± 2,48 14,24	0,332

Примечание. ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция, РВ – реакция выбора, РДО – реакция на движущийся объект, КУ – коэффициент Уиппла.

Note. SEMR – simple eye-motor reaction, CH – choice reaction, RMO – reaction to a moving object, WI – Whipple index.

Улучшение произвольной координации движений в условиях статического режима мышечной работы хоккеистов 15–16 лет обусловлено влиянием специфических физических нагрузок и результатом спортивного отбора. Уровень произвольной координации движений хоккеистов 15–16 лет при динамической форме мышечных сокращений пока остается неизменным, что обусловлено незавершенностью перестройки в центральных структурах регуляции премоторного уровня регуляции движений по Н.А. Бернштейну [1]. Об этом свидетельствуют данные, полученные другими исследователями [6] с использованием методик оценки пространственного восприятия и позного равновесия.

Заключение. Специфические условия соревновательной деятельности хоккеистов 15–16 лет способствуют повышению эффективности функционирования ЦНС в условиях помех за счет улучшения концентрации процессов возбуждения. Теменно-премоторный

уровень регуляции движений хоккеистов развивается в соответствии с возрастными закономерностями, но под влиянием специфических физических нагрузок улучшается качество произвольной координации движений при статической форме сокращения мышц.

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

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ (грант № 19.9731.2017/БЧ).

Литература

1. Бернштейн, Н.А. Избранные труды по биомеханике и кибернетике / Н.А. Бернштейн; ред. и сост. М.П. Шестаков. – М.: Спорт Академ Пресс, 2001. – 296 с.
2. Возрастно-половые особенности и механизмы адапционных реакций у детей в пре- и пубертатный периоды развития / М.В. Шайхелисламова, Ф.Г. Ситдииков, Н.П. Ду-

копольская и др. // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 103–110.

3. Ильин, Е.П. Психомоторная организация человека / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2003. – 384 с.

4. 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.

5. Мантрова, И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2007. – 216 с.

6. Павлова, Н.В. Особенности пространственного восприятия и позного равновесия у хоккеистов 11–18 лет / Н.В. Павлова, Л.Г. Харитонова, Н.В. Русакова // Науч.-спорт. вестник Урала и Сибири. – 2014. – № 3. – С. 19–23.

7. Павлова, Н.В. Отбор и ориентация юных хоккеистов в системе многолетней спортивной подготовки (методические рекомендации) / Н.В. Павлова, О.С. Антипова. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2016. – 52 с.

8. Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players? / L.B. Sherar, R.A. Faulkner, K.W. Russel, A.D.G. Baxter-Jones // J. Sports Sci. – 2007. – Vol. 25. – No. 8. – P. 879–886.

9. Heart Rate Variability in Young Hockey Players / E. Surina-Marysheva, V. Erlikh, Y. Korableva et al. // Gazz Med Ital – Arch Sci Med. – 2018. – Vol. 177. – No. 2 (3 suppl. 1). – P. 78–87.

10. Relative age and fast tracking of elite major junior ice hockey players / L. B. Sherar, M.W. Bruner // Percept. Motor Skill. – 2007. – Vol. 104. – P. 702–706.

11. Sport science integration: An evolutionary synthesis / N. Balagué, C. Torrents, R. Hristovski, J.A.S. Kelso // Eur. J. Sport Sci. – Vol. 17. – No. 1. – P. 1–12.

12. Sport selection in under-17 male roller hockey / M.J. Coelho-E-Silva, V. Vaz, F. Simões et al. // J. Sports Sci. – 2012. – Vol. 30. – No. 16. – P. 1793–1802.

13. The growth hormone response to hexarelin in children: reproducibility and effect of sex steroids / S. Loch., A. Colao, M. Cappa et al. // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 1997. – Vol. 82. – No. 3. – P. 861–864.

14. The Plastic Human Brain Cortex / A. Pascual-Leone, A. Amedi, F. Fregni, L.B. Merabet // Annu. Rev. Neurosci. – 2005. – Vol. 28. – P. 377–401.

15. The relative age effect reversal among the National Hockey League elite / L. Fumarco, B.G. Gibbs, J.A. Jarvis, G. Rossi. – PLoS One. – 2017. – Vol. 12. – No. 8. – e0182827.

Сурина-Марышева Елена Федоровна, кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник Научно-исследовательского центра спортивной науки Института спорта, туризма и сервиса, 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, директор Института спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: erlih-vadim@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4416-1925.

Кантюков Салават Абдулхакович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры биологической химии, Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава России. 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: ermen33@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8067-4982.

Наумова Ксения Андреевна, младший научный сотрудник Научно-исследовательского центра спортивной науки Института спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: naumova.ksenia94@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1729-395X.

Поступила в редакцию 7 декабря 2018 г.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES IN ELITE HOCKEY PLAYERS AGED 15–16

*E.F. Surina-Marysheva*¹, *surina-marysheva2015@yandex.ru*, ORCID: 0000-0001-7770-4338,
*V.V. Erlikh*¹, *erlih-vadim@mail.ru*, ORCID: 0000-0003-4416-1925,
*S.A. Kantukov*², *ermen33@mail.ru*, ORCID: 0000-0002-8067-4982,
*K.A. Naumova*¹, *naumova.ksenia94@mail.ru*, ORCID: 0000-0002-1729-395X

¹South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,

²South Ural State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Chelyabinsk, Russian Federation

Aim. The article deals with studying the features of sensorimotor integration and movement coordination in elite hockey players aged 15–16. **Materials and methods.** A prospective longitudinal study was performed in the competitive phase of preparation. Hockey players aged 15–16 participated in the study ($n = 36$; attackers and defenders). The control group consisted of 16-year-old students from the college of physical education ($n = 15$). We performed an examination with the help of NS-PsychoTest software and hardware equipment (Russia, Neurosoft). We assessed the functional status of cortical centers of the nervous system, as well as the speed and accuracy of simple and complex eye-motor reactions. We determined the level of sensorimotor and voluntary movement coordination with the help of tremorometry. **Results.** Compared to peers, hockey players aged 15–16 possess a higher level of functional indicators under interference conditions ($p < 0.05$ in all cases) and a better indicator of the concentration of excitation ($p < 0.001$). Hockey players are characterized by a better speed and accuracy of reaction under interference conditions ($p < 0.001$ in all cases) and better reaction to a moving object ($p < 0.05$ in all cases). Compared to peers not-involved in sports, elite hockey players aged 15–16 are characterized by a higher level of voluntary movement coordination with a static form of muscle contraction ($p < 0.01$). **Conclusion.** The specific conditions of the competitive activity of hockey players aged 15–16 contribute to an increase in the efficiency of the central nervous system under interference conditions by improving the concentration of excitation. Sensorimotor integration of the players of this age is also distinguished by better predictive accuracy in reactions to a moving object. The parietal-premotor level of movement regulation in hockey players develops in accordance with age-related features, while specific physical loads influence the improvement of voluntary movement coordination with a static form of muscle contraction.

Keywords: *sensorimotor integration, sensorimotor movement coordination, voluntary movement coordination, athletes, ice hockey.*

References

1. Bernshteyn N.A., Shestakov M.P. *Izbrannyye trudy po biomekhanike i kibernetike* [Selected Works on Biomechanics and Cybernetics]. Moscow, Sport Akadem Publ., 2001. 296 p.
2. Shaykhelislamova M.V., Sitdikov F.G., Dikopol'skaya N.P. et al. [Age and Sex Characteristics and Mechanisms of Adaptive Reactions in Children in Pre- and Pubertal Periods of Development]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2009, vol. 35, no. 6, pp. 103–110 (in Russ.).
3. Il'in E.P. *Psikhomotornaya organizatsiya cheloveka* [Psychomotor Organization of Man]. St. Petersburg, Peter Publ., 2003. 384 p.
4. Iordanskaya F.A. [Features of the Adaptation of the Cardiovascular System of Young Athletes to the Loads in Modern Ice Hockey]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of Sports Science], 2010, no. 3, pp. 33–38. (in Russ.)
5. Mantrova I.N. *Metodicheskoye rukovodstvo po psikhofiziologicheskoy i psikhologicheskoy diagnostike* [Methodical Manual on Psycho-Physiological and Psychological Diagnostics]. Ivanovo, Neurosoft Company Publ., 2007. 216 p.
6. Pavlova N.V., Kharitonova L.G., Rusakova N.V. [Features of Spatial Perception and Postural Balance in Hockey Players 11–18 Years Old]. *Nauchno-sportivnyy vestnik Urala i Sibiri* [Scientific and Sports Bulletin of the Urals and Siberia], 2014, no. 3, pp. 19–23. (in Russ.)

7. Pavlova N.V., Antipova O.S. *Otbor i oriyentatsiya yunykh khokkeistov v sisteme mnogoletney sportivnoy podgotovki (metodicheskiye rekomendatsii)* [Selection and Orientation of Young Hockey Players in the System of Long-Term Sports Training]. Omsk, 2016. 52 p.
8. Sherar L.B., Faulkner R.A., Russel K.W., Baxter-Jones A.D.G. Do Physical Maturity and Birth Date Predict Talent in Male Youth Ice Hockey Players? *J. Sports Sci*, 2007, vol. 25, no. 8, pp. 879–886. DOI: 10.1080/02640410600908001
9. Surina-Marysheva E.F., Erlich V., Korablyova Y., Krivokhizhina L., Ermolaeva E., Kanyukov S. Heart Rate Variability in Young Hockey Players. *Gazz Med Ital – Arch Sci Med*, 2018, vol. 177 (3 suppl. 1), pp. 78–87. DOI: 10.23736/S0393-3660.17.03712-3
10. Sherar L.B., Bruner M.W. Relative Age and Fast Tracking of Elite Major Junior Ice Hockey Players. *Percept. Motor Skill*, 2007, vol. 104, pp. 702–706. DOI: 10.2466/pms.104.3.702-706
11. Balagué N., Torrents C., Hristovski R., Kelso J.A.S. Sport Science Integration: an Evolutionary Synthesis. *Eur. J. Sport Sci*, vol. 17, no. 1, pp. 1–12. DOI: 10.1080/17461391.2016.1198422
12. Coelho-E-Silva M.J., Vaz V., Simões F., Carvalho H.M., Valente-Dos-Santos J. et al. Sport Selection in Under-17 Male Roller Hockey. *J. Sports Sci*, 2012, vol. 30, no. 16, pp. 1793–1802. DOI: 10.1080/02640414.2012.709262
13. Loch S., Colao A., Cappa M., Bellon J., Aimaretti G., Farello G. et al. The Growth Hormone Response to Hexarelin in Children: Reproducibility and Effect of Sex Steroids. *J. Clin. Endocrinol. Metab*, 1997, vol. 82, no. 3, pp. 861–864. DOI: 10.1210/jc.82.3.861
14. Pascual-Leone A., Amedi A., Fregni F., Merabet L.B. The Plastic Human Brain Cortex. *Annu. Rev. Neurosci.*, 2005, vol. 28, pp. 377–401. DOI: 10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216
15. Fumarco L., Gibbs B.G., Jarvis J.A., Rossi G. The Relative Age Effect Reversal Among the National Hockey League Elite. *PLoSOne*, 2017, vol. 12, no. 8, e0182827. DOI: 10.1371/journal.pone.0182827

Received 7 December 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Психофизиологические особенности элитных хоккеистов 15–16 лет / Е.Ф. Сурина-Марышева, В.В. Эрлих, С.А. Кантюков, К.А. Наумова // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 36–41. DOI: 10.14529/hsm190105

FOR CITATION

Surina-Marysheva E.F., Erlich V.V., Kanyukov S.A., Naumova K.A. Psychophysiological Features in Elite Hockey Players Aged 15–16. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 36–41. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190105
