

Дата публикации: 1.03.2021

DOI: 10.51871/2588-0500\_2021\_05\_01\_10

УДК 612.1:796.355.093.584

## **АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА ХОККЕИСТОВ С ПОЗИЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Т.А. Линдт<sup>1</sup>, И.Н. Калинина<sup>2</sup>, Н.В. Лунина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Краснодар, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Москва, Россия

**Ключевые слова:** хоккеисты, этапы многолетней подготовки, адаптация, функциональная система

**Аннотация.** В статье представлены результаты корреляционного анализа показателей хоккеистов на этапах многолетней подготовки с позиции формирования функциональных систем. Исследуемые хоккеисты были разделены на 5 групп согласно возрасту и этапу многолетней подготовки: 11-12 лет (n=36), 13-14 лет (n=34), 15-16 лет (n=34), 17-18 лет (n=37) и 19-21 год (n=31). В качестве контрольных групп представлены показатели мальчиков и юношей, не занимающихся спортом. Изучались показатели физического развития и силовых возможностей, показатели внешнего дыхания, центральной гемодинамики и вегетативной регуляции сердечного ритма. Для выявления взаимосвязей между изучаемыми показателями в каждой группе использовался метод корреляции Спирмена. Выявлено, что коэффициент эффективности адаптации (КЭА), является показателем, свидетельствующим о степени сформированности функциональных систем и характеризующим адаптационные изменения в этих системах. Уровнем оптимальной адаптации к физическим нагрузкам в хоккее является расширение диапазона достоверных взаимосвязей. Увеличение количества «жестких» взаимосвязей свидетельствует о сформированности определенного механизма действия функциональной системы при мышечной деятельности.

## **ADAPTATION OF HOCKEY PLAYERS FROM THE PERSPECTIVE OF THE FORMATION OF FUNCTIONAL SYSTEMS**

T.A. Lindt<sup>1</sup>, I.N. Kalinina<sup>2</sup>, N.V. Lunina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FSBEI of HE "Siberian State University of Physical Culture and Sports", Omsk, Russia

<sup>2</sup> FSBEI of HE "Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism", Krasnodar, Russia

<sup>3</sup> FSBEI of HE "Russian State University of Physical Culture, Sports and Tourism", Moscow, Russia

**Key words:** hockey players, stages of long-term training, adaptation, functional system.

**Annotation.** This article presents the results of the correlation analysis of the indicators of hockey players at the stages of long-term training from the perspective of the formation of functional systems. The examined hockey players were divided into 5 groups according to age and stage of long-term training: 11-12 years (n = 36), 13-14 years (n = 34), 15-16 years (n = 34), 17-18 years (n = 37) and 19-21 years (n = 31). Indicators of boys and young men, who do not do sports, are presented as control groups. Indicators of physical development and strength capabilities, indicators of external respiration, central hemodynamics and vegetative regulation of heart rhythm were examined. In order to identify the relationship between the examined indicators in each group, the Spearman rank correlation method was used. It was revealed that the coefficient of efficiency of adaptation (CEA) indicates the degree of maturity of functional systems and characterizes the adaptation changes in these systems. The level of favorable adaptation to physical loads is the expansion of the range of reliable correlations. An increase in the number of "rigid" correlations indicates a maturity of a certain action mechanism of the functional system during muscle activity.

**Введение.** Организм человека приспосабливается к внешним и внутренним факторам среды непрерывно, что проявляется в преобразовании всех систем и органов. Для обеспечения этого приспособления в каждый момент времени в организме формируются новые функциональные системы (ФС) для обеспечения каких-либо функций, но, как правило, для этого используются уже сформированные ранее. Согласно теории П.К. Анохина, ФС является временным объединением различных систем организма для достижения результата в процессе адаптации [1]. Однако образование новых ФС при срочной адаптации к впервые воздействующим факторам несовершенно. Стойкие ФС формируются в случае многократного или длительного воздействия таких факторов [4]. В организме человека одновременно функционирует несколько таких систем, которые находятся в непрерывном взаимодействии, и их работа направлена на достижение

определенного результата [1, 5, 6, 7]. В организме спортсмена помимо возрастных изменений происходят и адаптационные, которые обусловлены также и приспособлением к интенсивной мышечной деятельности. Исходя из этого, изучение механизмов формирования и структурных элементов таких систем является важным и актуальным не только с позиции возрастной физиологии, но и с позиции спортивной.

Целью исследования явилось изучение адаптации организма хоккеистов 11-21 года к физическим нагрузкам на различных этапах многолетней подготовки путем формирования функциональных систем.

**Методы и организация исследования.** Исследование проводилось на базе научно-исследовательского института деятельности в экстремальных условиях ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омска. В исследовании принимали участие 172 хоккеиста в возрасте от 11 лет до 21 года, тренирующихся в спортивных клубах г. Омска, которые были разделены на 5 групп согласно возрасту и этапу многолетней подготовки: 11-12 лет (n=36), 13-14 лет (n=34), 15-16 лет (n=34), 17-18 лет (n=37) и 19-21 год (n=31). Исследования проводили в подготовительном периоде годичного цикла подготовки. В группы сравнения вошли подростки и юноши, не занимающиеся спортом, соответствующего возраста 11-12 лет (n=45), 13-14 лет (n=42), 15-16 лет (n=42), 17-18 лет (n=41) и 19-21 год (n=39).

В каждой возрастной группе был проведен комплекс исследований, позволяющий оценить уровень физического развития и силовых возможностей (по общепринятым методикам), функционального состояния дыхательной системы («Спиро-С 100» фирмы «Альтоника»), сердечно-сосудистой системы (по общепринятым методикам и ультразвукового диагностического комплекса «LOGIC 5 General Electric» (США) методом эхокардиографии в М-режиме), а также вегетативной регуляции сердечного ритма (аппаратно-программного комплекса «Поли-спектр» фирмы «Нейрософт») с использованием показателей кардиоинтервалографии и спектрального анализа. Физическое развитие оценивалось по антропометрическим и силовым показателям (длина и масса тела, окружность грудной клетки и запястья, динамометрия рук и спины и др.), изучались показатели внешнего дыхания (частота дыхания, жизненная емкость легких, дыхательный объем, минутный объем дыхания, резервный объем вдоха и выдоха, минутная вентиляция легких, гипоксические пробы (Штанге и Генчи), форсированная жизненная емкость легких на вдохе и выдохе). Для всех юношей соблюдалось единство требований при

проведении обследований, которые осуществлялись в первой половине дня с соблюдением основных требований к гигиеническим условиям и Международных биоэтических требований и правил. Для участия в исследовании все испытуемые или их законные представители давали письменное информированное согласие.

Статистическая обработка полученных результатов исследования, проводилась при помощи пакета прикладных программ «Statistica 6.0».

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для выявления характера и уровня взаимосвязей между изучаемыми показателями в состоянии относительного покоя нами был проведен корреляционный анализ по Спирмену. Коэффициент корреляции, значения которого больше или равен 0,7 относили к сильным («жестким»). Всего было изучено 49 показателей, из которых на показатели физического развития и системы внешнего дыхания приходилось по 12 параметров ( $n=24$ ), 17 – на показатели сердечно-сосудистой системы, и 8 показателей вариабельности ритма сердца.

В результате проведенного корреляционного анализа выявлено, что с возрастом и этапом многолетней подготовки происходит изменение количества и качества взаимосвязей между изучаемыми показателями. Структура изучаемых корреляционных матриц свидетельствует о неоднозначном вкладе функциональных элементов в обеспечение адаптации подростков и юношей к специфическим тренировочным нагрузкам.

Выявлено, что у хоккеистов на начальном этапе спортивной специализации (11-12 лет) общее количество достоверных корреляционных взаимосвязей между изучаемыми показателями в состоянии относительного покоя составило 464. На этапе углубленной спортивной специализации 1-2 года обучения в возрасте 13-14 лет выявлено максимальное количество достоверных взаимосвязей между изучаемыми показателями – 893, тогда как на 3-4 году обучения их количество снизилось практически в 2 раза и у 15-16-летних хоккеистов составило 457. Этап совершенствования спортивного мастерства (17-18 лет) характеризуется незначительным увеличением общего числа значимых корреляционных связей до 527, тогда как на этапе высшего спортивного мастерства (19-21 год) происходит снижение взаимосвязей до минимальных значений, и их количество составило 378 (рис. 1). Из данных, представленных на рисунке 1, очевидно, что в группах сравнения общее количество значимых взаимосвязей относительно меньше и составляет в 11-12 лет – 326, в 13-14 лет – 720, в 15-16 – 423, в 17-18 лет – 508, в 19-21 год – 361.

Таким образом, нами в процессе изучения корреляционных матриц выявлено, что число достоверных взаимосвязей с возрастом меняется гетерохронно, увеличиваясь в начале пубертатного и в постпубертатном периодах. В результате анализа корреляционных связей между различными системами на разных этапах многолетней подготовки происходит изменение структуры взаимосвязей. Выявлено, что на этапе начальной спортивной специализации (11-12 лет) наибольшее количество взаимосвязей с другими изучаемыми системами отмечено среди показателей системы дыхания (133) и variability сердечного ритма (149). На этапах углубленной спортивной специализации (3-4 год обучения, 15-16 лет) и высшего спортивного совершенствования (19-21 год) максимальное число взаимосвязей с показателями физического развития (143 и 113 соответственно) и дыхательной системы (147 и 109 соответственно). Анализ корреляционных связей у хоккеистов на этапе совершенствования спортивного мастерства (17-18 лет) показал, что с variability сердечного ритма самое большое количество взаимосвязей с другими системами и составляет 294. Этап углубленной спортивной специализации, как уже было сказано выше, отмечается максимальным количеством корреляционных связей, и это количество высокое по всем системам: физическое развитие – 165, variability сердечного ритма – 211, с дыхательной системой – 248 и 269 с сердечно-сосудистой системой.

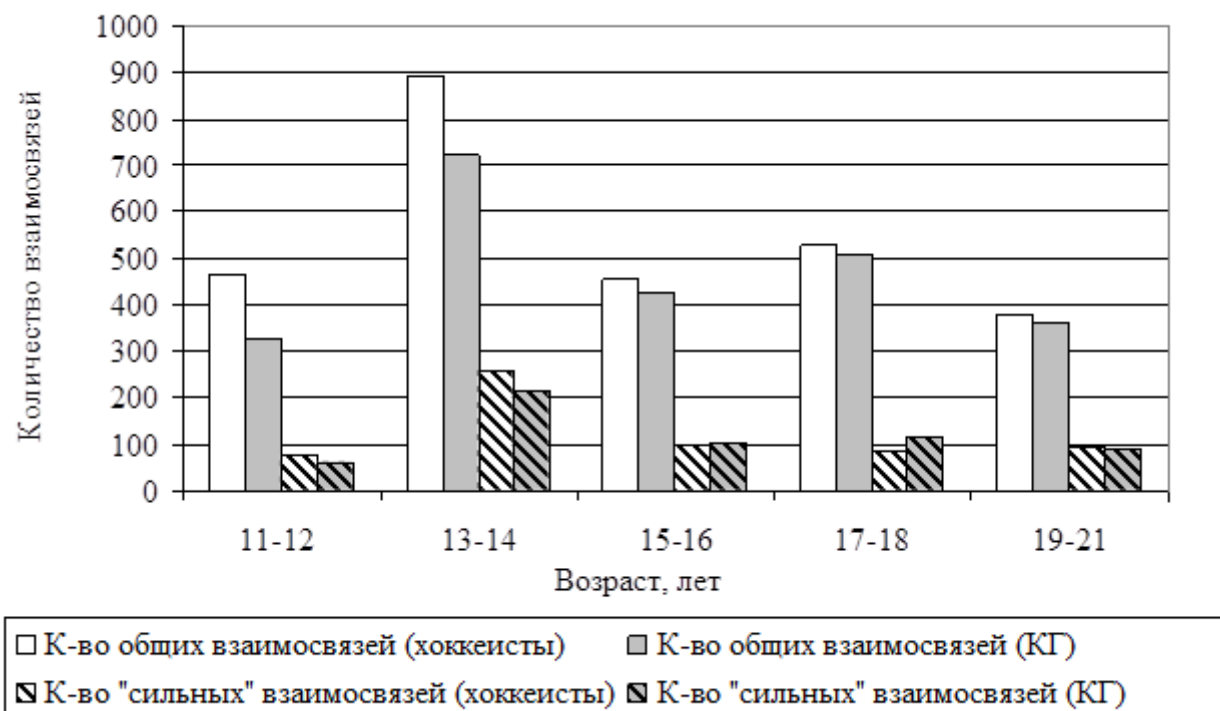


Рис. 1. Количество достоверных корреляционных взаимосвязей между изучаемыми показателями у хоккеистов 11-21 года

Известно, что повышение количества корреляционных взаимосвязей между показателями в процессе адаптации организма к новым условиям может указывать на напряжение деятельности регуляторных механизмов, при этом, однако, функциональные возможности системы увеличиваются, она приобретает новые свойства и новые возможности. Несмотря на то, что увеличение коэффициента корреляции между показателями, сформированными в функциональной системе («жесткость» взаимосвязей), свидетельствует об уменьшении возможности отдельных элементов системы включаться в новые функциональные связи, данный факт указывает на сформированность этой ФС и ее возможность выполнять определенную работу более эффективно [2, 4].

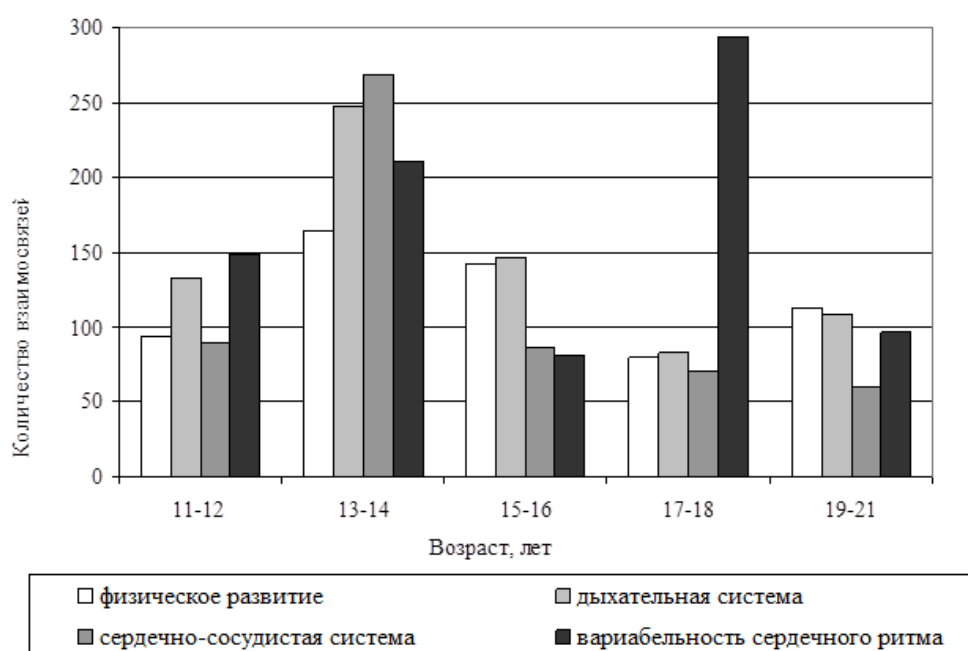


Рис. 2. Количество корреляционных взаимосвязей между различными системами у хоккеистов 11-21 года

Для оценки адаптации в настоящее время широко используется коэффициент эффективности адаптации (КЭА). Данный показатель отражает отношение количества «жестких» ( $r \geq 0,7$ ) корреляционных связей к числу общих. Увеличение КЭА свидетельствует о росте степени инертности и напряжения функционирования системы [3, 4, 8].

При анализе КЭА на разных этапах многолетней подготовки выявлено, что увеличение данного показателя наблюдается в группах 13-14 лет (КЭА = 0,29) и в 19-21 год (КЭА = 0,25). Это может свидетельствовать о напряжении процессов адаптации хоккеистов к тренировочным нагрузкам. В группах контроля нами также отмечено увеличение КЭА в возрастные периоды 13-14

лет, 15-16 лет и 19-21 год. При этом, во всех возрастных группах КЭА был достоверно более велик по отношению к КЭА хоккеистов.

**Заключение.** Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что с одной стороны большое количество межсистемных взаимосвязей на этапе углубленной спортивной специализации (1-2 год обучения) указывает на поиск организмом новых возможных путей адаптации; с другой стороны увеличивается «жесткость» имеющихся взаимосвязей, которые ограничивают организм в этих процессах. Между тем, на этапе высшего спортивного мастерства при небольшом количестве общих достоверных связей среди них достаточно большое количество сильных взаимосвязей, что приводит к снижению эффективности адаптации. Наиболее низкие значения КЭА отмечаются на этапах начальной специализации и совершенствования спортивного мастерства. В возрасте 15-16 КЭА имел промежуточное значение среди других возрастных групп (0,21).

Проведенное исследование позволило нам определить возрастные периоды, а также этапы многолетней подготовки, которые свидетельствуют о формировании и сформированности ФС.

#### Список литературы

1. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы / П.К. Анохин // М.: Наука. – 1980. – 195 с.
2. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.Н. Кириллов, С.З. Клецкин // М.: Наука. – 1984. – 221 с.
3. Бондарь Н.В. О критериях эффективности адаптации сердечно-сосудистой системы / Н.В. Бондарь // Физиология развития человека. Материалы междунар. конф., посвящ. 55-летию Института возрастной физиологии РАО. – М.: Изд-во НПО «Образование от А до Я» – 2000. – С. 112-114.
4. Калинина И.Н. Физиологические аспекты адаптации сердечно-сосудистой системы мужчин и женщин с признаками флебопатии в постнатальном онтогенезе: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / И.Н. Калинина // Чебоксары. – 2009. – 45 с.
5. Панков М.В. Структура функциональных возможностей хоккеистов на этапах совершенствования спортивного мастерства и высшего спортивного мастерства / М.В. Панков, Г.Н. Семаева, Т.П. Квашук // Вестник спортивной науки – 2013. – № 2. – С. 56-60.

6. Пьянзин А.И. Формирование функциональных систем как основа адаптации организма спортсмена к нагрузкам / А.И. Пьянзин // Наука и спорт: современные тенденции. – 2014. – №1 (Том 2). – С. 33-45.

7. Судаков К.В. Системная организация функций человека: теоретические аспекты / К.В. Судаков // Успехи физиол. наук. – 2000. – Т. 31. – № 1. – С. 81-96.

8. Эрлих В.В. Состояние кардиореспираторной и нервно-мышечной системы юношей-пловцов с различной направленностью соревновательной деятельности: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / В.В. Эрлих // Челябинск – 2007. – 24 с.

### References

1. Anokhin P.K. Main issues of the functional system theory / P.K. Anokhin // М.: Nauka. – 1980. – 195 p.

2. Baevsky R.M. Mathematical analysis of changes in heart rate during stress / R.M. Baevsky, O.N. Kirillov, S.Z. Kletschin // М.: Nauka. – 1984. – 221 p.

3. Bondar N.V. On the criteria for the effectiveness of the cardiovascular system adaptation / N.V. Bondar // Physiology of Human Development. Materials of the international conf., dedicated to the 55th anniversary of the Institute of Developmental Physiology of the Russian Academy of Education. – М.: Publishing house of the SPA "Education from A to Z". – 2000. – P. 112-114.

4. Kalinina I.N. Physiological aspects of adaptation of the cardiovascular system of men and women with symptoms of chronic venous disease during postnatal ontogenesis: dissertation abstract ... Dr. of Biol. Sciences: 03.00.13 / I.N. Kalinina // Cheboksary. – 2009. – 45 p.

5. Pankov M.V. The structure of the functional capabilities of hockey players at the stages of improving athletic prowess and peak athletic prowess / M.V. Pankov, G.N. Semaeva, T.P. Kvashuk // Sports Science Bulletin. – 2013. – No. 2. – P. 56-60.

6. Pyanzin A.I. Formation of functional systems as a foundation for adaptation of an athlete's body to loads / A.I. Pyanzin // Science and Sport: Modern Tendencies. – 2014. – № 1 (Volume 2). – P. 33-45.

7. Sudakov K.V. Systemic organization of human functions: theoretical aspects / K.V. Sudakov // Advances of Physiolog. Sciences. – 2000. – Т. 31. – № 1. – P. 81-96.

8. Erlikh V.V. The state of the cardiorespiratory and neuromuscular system of young male swimmers with various directions of competitive activity: dissertation abstract... Cand. of Biol. Sciences: 03.00.13 / V.V. Erlikh // Chelyabinsk. – 2007. – 24 p.



### Spisok literatury

1. Anokhin P.K. Uzlovye voprosy teorii funktsional'noj sistemy / P.K. Anokhin // M.: Nauka. – 1980. – 195 s.

2. Baevskij R.M. Matematicheskij analiz izmenenij serdechnogo ritma pri stresse / R.M. Baevskij, O.N. Kirillov, S.Z. Kletskin // M.: Nauka. – 1984. – 221 s.

3. Bondar' N.V. O kriteriyakh effektivnosti adaptatsii serdechno-sosudistoj sistemy / N.V. Bondar' // Fiziologiya razvitiya cheloveka. Materialy mezhdunar. konf., posvyashch. 55-letiyu Instituta vozrastnoj fiziologii RAO. – M.: Izd-vo NPO «Obrazovanie ot A do YA» – 2000. – S. 112-114.

4. Kalinina I.N. Fiziologicheskie aspekty adaptatsii serdechno-sosudistoj sistemy muzhchin i zhenshchin s priznakami flebopatii v postnatal'nom ontogeneze: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.13 / I.N. Kalinina // Cheboksary. – 2009. – 45 s.

5. Pankov M.V. Struktura funktsional'nykh vozmozhnostej khokkeistov na etapakh sovershenstvovaniya sportivnogo masterstva i vysshego sportivnogo masterstva / M.V. Pankov, G.N. Semaeva, T.P. Kvashuk // Vestnik sportivnoj nauki – 2013. – № 2. – S. 56-60.

6. P'yanzin A.I. Formirovanie funktsional'nykh sistem kak osnova adaptatsii organizma sportsmena k nagruzkam / A.I. P'yanzin // Nauka i sport: sovremennye tendentsii. – 2014. – №1 (Tom 2). – S. 33-45.

7. Sudakov K.V. Sistemnaya organizatsiya funktsij cheloveka: teoreticheskie aspekty / K.V. Sudakov // Uspekhi fiziol. nauk. – 2000. – T. 31. – № 1. – S. 81-96.

8. Erlikh V.V. Sostoyanie kardiorespiratornoj i nervno-myshechnoj sistemy yunoshej-plovtsov s razlichnoj napravlennost'yu sorevnovatel'noj deyatel'nosti: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk: 03.00.13 / V.V. Erlikh // Chelyabinsk – 2007. – 24 s.

**Сведения об авторах:** **Татьяна Александровна Линдт** – старший преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, e-mail: lta@bk.ru; **Ирина Николаевна Калинина** – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой анатомии и спортивной медицины ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар, e-mail: kalininirina@yandex.ru; **Наталья Владимировна Лунина** – кандидат биологических наук, доцент кафедры физической реабилитации, массажа и

оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини  
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической  
культуры, спорта и туризма», Москва.

**Information about the authors: Tatiana Aleksandrovna Lindt** – Senior Lecturer of the Department of Natural Sciences of the FSBEI of HE "Siberian State University of Physical Culture and Sports", Omsk, e-mail: lta@bk.ru; **Irina Nikolaevna Kalinina** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy and Sports Medicine of the FSBEI of HE “Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism”, Krasnodar, e-mail: kalininirina@yandex.ru; **Natalya Vladimirovna Lunina** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M, Sarkizov-Serazini of the FSBEI of HE “Russian State University of Physical Culture, Sport and Tourism”, Moscow.