

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В.А. Алексеева, А.Б. Гурьева

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЮНОШЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ГЕМОДИНАМИКИ

DOI 10.25789/YMJ.2021.76.01

УДК 612.1(571.56)

Проведено определение характеристик функциональных показателей системы кровообращения юношей, занимающихся спортом, в зависимости от типа гемодинамики. Оценка функционального состояния системы кровообращения была проведена с учетом типа гемодинамики обследованных лиц. Большинство обследованных спортсменов имели гиперкинетический и эукинетический типы гемодинамики. Габаритные показатели юношей в зависимости от типа гемодинамики не имели статистически значимых различий. По индексу Кердо у всех обследованных юношей выявлено преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Юноши с гиперкинетическим типом гемодинамики характеризовались высокими значениями пульсового давления, частоты сердечных сокращений, двойного произведения и коэффициента экономичности кровообращения. Полученные результаты указывают на необходимость учитывания типа гемодинамики в тренировочном процессе спортсмена и на уровень предъявляемых физических нагрузок.

Ключевые слова: спортсмены, тип гемодинамики, артериальное давление, индексная оценка.

The purpose of the study was to determine the characteristics of the functional indicators of the circulatory system of young men engaged in sports, depending on the type of hemodynamics. The assessment of the functional state of the circulatory system was carried out taking into account the type of hemodynamics of the examined persons. The majority of the examined athletes had eukinetic and hyperkinetic types of hemodynamics. Overall indicators of young men, depending on the type of hemodynamics, had no statistically significant differences. According to the Kerdo index, the predominance of the parasympathetic department of the autonomic nervous system was revealed in all the examined young men. Young men with hyperkinetic type of hemodynamics were characterized by high values of pulse pressure, heart rate, double product and coefficient of efficiency of blood circulation. The obtained results indicate the need to take into account the type of hemodynamics in the athlete's training process and the level of physical exertion.

Keywords: athletes, type of hemodynamics, blood pressure, index score.

Введение. Занятия различными видами спорта оказывают значительные нагрузки на все системы организма человека, что приводит к стимуляции адаптационных процессов [6]. Самой реактивной является система кровообращения. Изменение ее параметров характеризует функциональные возможности организма и степень адаптации к тренировочным нагрузкам [8]. При оценке функционального состояния системы кровообращения широко используется индексная оценка параметров гемодинамики. Используя данные интегральных показателей кровообращения, можно определить типы гемодинамики – эукинетический, гипокинетический и гиперкинетический [1]. Знание гемодинамических типов открывает перспективы персонализированного подхода в тренировочном процессе для достижения более высоких спортивных результатов и снижения риска развития патологических процессов в организме. Высокий уровень функционального состояния системы кровообращения спортсменов

показывает резервные возможности организма адаптироваться к высоким физическим нагрузкам. В связи с этим оценка функционального состояния кровообращения спортсменов и его адаптивных резервов является одним из важных вопросов современной физиологии и спортивной медицины.

Цель: дать характеристику функциональных показателей системы кровообращения юношей, занимающихся спортом, в зависимости от типа гемодинамики.

Материалы и методы. Морфофункциональное обследование проведено на 42 учащихся ГБУ РС (Я) «Школа высшего спортивного мастерства», занимающихся боксом и вольной борьбой. Все обследованные были мужского пола в возрасте от 14 до 19 лет, по национальности – якуты, постоянно проживающие на территории Якутии. Соответственно возрастной классификации онтогенеза человека к подростковому возрасту (14-16 лет) относились 22, к юношескому возрасту (17-21 лет) – 20 обследованных. Исследование проведено после получения добровольного информированного согласия участников. Критериями исключения из научного исследования явились: отказ от обследования, наличие острых за-

болеваний и обострение хронических болезней.

Было проведено антропометрическое обследование с измерением габаритных размеров тела (длины и массы тела). Длина тела определена металлическим штанговым антропометром Мартина с точностью до 1 мм, масса тела измерена на медицинских весах с точностью до 100 гр. Все измерения проводились в утренние часы, полученные данные фиксировались в индивидуальной карте обследования. По результатам антропометрического обследования была рассчитана площадь поверхности тела (ППТ) по формуле Мостеллера:

$$ППТ = \sqrt{\text{Длина тела} \times \text{масса тела} \div 3600}$$

Для оценки функционального состояния системы кровообращения были рассчитаны: СИ – сердечный индекс, МОК – минутный объем крови, СОК – систолический объем крови, ИФИ – индекс функциональных изменений, среднее АД, КЭК – коэффициент экономичности кровообращения, ИА – индекс Аллговера, ДП – двойное произведение, КВ – коэффициент выносливости по формуле А. Квааса, ВИК – вегетативный индекс Кердо [2].

Артериальное давление измерено

автоматическим тонометром Omron M2 Basic с адаптером (HEM-7121-ARU) в мм рт.ст. Частота сердечных сокращений (ЧСС) подсчитывалась на лучевой артерии в течение 1 мин. Измерение АД и подсчет пульса проводились в состоянии покоя. Пульсовое давление (ПД) определено по формуле $PД = САД - ДАД$, где САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление.

Сердечный индекс является показателем насосной функции сердца. Расчет сердечного индекса произведен по формуле: $СИ = МОК / ППТ$. Нормой считается величина СИ в интервале от 2,2 до 2,4 л/мин/м². По величине СИ у всех обследованных определен тип гемодинамики. К гипокинетическому типу относились лица с величиной СИ менее 2,7 л/мин/м², эукинетическому типу – со значением СИ от 2,7 до 3,5 л/мин/м², гиперкинетическому типу – с СИ более 3,5 л/мин/м².

СОК рассчитан по формуле Старра: $СОК = 90,97 + (0,54 \times ПД) - (0,57 \times ДАД) - (0,61 \times В)$, где ПД – пульсовое давление (мм рт.ст); ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст); В – возраст в годах. МОК рассчитывали по формуле: $МОК = УО \times ЧСС$ мл/мин, где УО – ударный объем сердца (мл); ЧСС – частота сердечных сокращений в минуту (уд/мин).

ИФИ вычислен по формуле: $ИФИ = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times САД + 0,008 \times ДАД + 0,014 \times В + 0,009 \times МТ - 0,009 \times ДТ - 0,27$, где ЧСС – частота сердечных сокращений в покое (уд/мин), САД – систолическое артериальное давление (мм рт.ст.), ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.), В – возраст (лет), МТ – масса тела (кг), ДТ – длина тела (см). Величина ИФИ до 2,6 показывает нормальную работу системы кровообращения, ИФИ в диапазоне от 2,6 до 3,1 – напряжение функции, ИФИ от 3,1 до 3,5 – неудовлетворительную функцию, от 3,5 и выше – срыв функции системы кровообращения. КЭК определяли по формуле: $КЭК = (САД - ДАД) \times ЧСС$. КЭК характеризует энергетические затраты организма для выполнения работы системы кровообращения.

Двойное произведение рассчитано по формуле: $ДП = ЧСС \times САД / 100$, усл.ед., где ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 мин, САД – систолическое артериальное давление. Величина ДП равная 90 и выше оценивалась как «ниже среднего», от 76 до 89 усл.ед. – «среднее», равное и меньше 75 усл.ед. – как «выше среднего». Коэф-

фициент выносливости рассчитывался по формуле: $КВ = ЧСС \times 10 / (САД - ДАД)$, усл.ед. Нормой считается величина КВ от 12 до 16 усл.ед., усиление деятельности ССС (сердечно-сосудистая система) – значение меньше 12, детренированность ССС – больше 16 усл.ед.

ВИК определен по формуле: $ВИК = (1 - ДАД / ЧСС) \times 100$, усл.ед. Значение ВИК расценивалось как «ваготония» в случае отрицательной величины индекса, как «симпатикотония» при положительном его значении. Индекс равный нулю указывал на равноценную активность симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

Статистическая обработка проведена с использованием параметрических и непараметрических методов исследования (SPSS 17,0). Вычислены распределения признаков и оценка характеристик распределения (среднее, стандартное отклонение, минимум, максимум). Оценка межгрупповых различий проведена по U-критерию Манна-Уитни. Для оценки межгрупповых различий относительных показателей был использован критерий Пирсона χ^2 . Различия считались достоверными при $p < 0,05$ [5].

Результаты и обсуждение. Всего было обследовано 42 юноши, занимающихся единоборствами. Распределение юношей по типу гемодинамики было следующим: 9,5% относились к гипокинетическому типу, 42,9% – эукинетическому типу и 47,6% – гиперкинетическому типу гемодинамики ($\chi^2 = 9,064$; $p = 0,011$). Полученные нами показатели аналогичны результатам других исследований. Так, по данным Н.В. Оляшева с соавторами, распределение типов гемодинамики среди юношей Архангельской области было следующим: гипокинетический тип – 15,4%, эукинетический тип – 36,8, гиперкинетический тип – 47,8% [3]. Такое распределение типов гемодинамики среди юношей северных регионов России, возможно, свидетельствует о напряженной работе системы кровообращения. Мобилизация функциональных резервов сердечно-сосудистой системы является одним из адаптационных процессов организма человека. Габаритные показатели юношей в зависимости от типа гемодинамики не имели статистически значимых различий. Длина тела юношей-гипокинетиков была равна 164,0±4,61 см, масса тела – 56,5±2,88 кг; эукинетиков – 165,0±8,80 см, 55,3±8,83 кг; гиперкинетиков – 163,6±7,71 см, 53,1±7,17 кг. Среднее значение ППТ обследован-

ных было равно 1,57±0,14 м² (минимум – 1,34 м², максимум – 1,86 м²).

Показатели артериального давления юношей гипокинетического типа гемодинамики составили: САД – 115,0±4,12 мм рт.ст., ДАД – 71,0±6,92, ПД – 44,0±6,93 мм рт.ст. Аналогичные параметры юношей-эукинетиков были равны: САД – 115,11±11,04 мм рт.ст., ДАД – 62,56±7,56, ПД – 52,56±10,90 мм рт.ст. Показатели артериального давления юношей гиперкинетиков были равны: САД – 121,40±6,24 мм рт.ст., ДАД – 64,0±8,73, ПД – 57,40±6,91 мм рт.ст. Частота сердечных сокращений у лиц с гипокинетическим типом составляла 58,0±8,08 уд. в 1 мин., с эукинетическим типом – 66,22±9,37 уд. в 1 мин., с гиперкинетическим – 87,30±10,29 уд. в 1 мин. Сравнительный анализ полученных параметров артериального давления выявил статистически значимо высокие значения пульсового давления у юношей-гиперкинетиков в отличие от юношей гипокинетического типа гемодинамики ($p = 0,002$). Определено, что ЧСС юношей всех обследованных групп имела статистически значимые различия ($p < 0,001$). Наименьшее значение ЧСС зарегистрировано у лиц с гипокинетическим типом, наибольшее – у гиперкинетиков.

Изучение вегетативного индекса Кердо среди студенческой молодежи Якутии выявило неоднородность распределения типов вегетативной регуляции [4, 7]. В изученной нами группе выявлено преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы у всех обследованных юношей. Ваготоники характеризуются более низкими значениями ЧСС и САД, что указывает на более экономичную работу системы кровообращения.

По ИФИ и КВ у всех обследованных юношей функциональные возможности системы кровообращения хорошие (таблица). Полученные данные свидетельствуют об устойчивых механизмах адаптации обследованной группы, а также успешной компенсации неблагоприятных факторов образа жизни мобилизацией внутренних резервов организма.

Определены различия показателей функционального состояния системы кровообращения в зависимости от типа гемодинамики. Так, оценка ДП показала, что у лиц с гиперкинетическим типом среднее значение ДП составило 105,94±13,51 усл.ед. Полученные показатели ДП статистически значимо выше аналогичных параметров у лиц с гипокинетическим и эукинетическим

Параметры системы кровообращения юношей в зависимости от типа гемодинамики

Параметры	Гипокинетический тип (n=4)	Эукинетический тип (n=18)	Гиперкинетический тип (n=20)	Значимость различий
	1	2	3	
ИФИ	1,82±0,15	1,81±0,24	2,12±0,19	$p_{1-3}=0,029$; $p_{2-3}=0,001$
КВ	13,65±3,98	13,23±4,08	15,50±3,12	$p_{2-3}=0,013$
ДП	66,70±9,26	76,18±12,15	105,94±13,51	$p_{1-3}<0,001$; $p_{2-3}<0,001$
КЭК	2510,0±46,18	3437,44±609,32	4988,40±716,58	$p_{1-2}=0,002$; $p_{1-3}<0,001$; $p_{2-3}<0,001$
СОК	51,80±10,88	65,95±13,97	70,03±13,85	$p_{1-2}=0,04$; $p_{1-3}=0,01$
МОК	3574,53±7,71	4753,42±446,33	6508,54±889,80	$p_{1-2}=0,002$; $p_{1-3}<0,001$; $p_{2-3}<0,001$

типами, что указывает на низкие аэробные возможности юношей с гиперкинетическим типом гемодинамики. ДП характеризует эффективность работы сердца в целом, уровень толерантности к физическим нагрузкам, а также адекватность и лабильность в работе ССС.

КЭК характеризует затраты организма на гемодинамику. Средние значения КЭК у юношей с эукинетическим и гиперкинетическим типами гемодинамики были статистически значимо выше нормы, что свидетельствует о несоответствии предъявляемых физических нагрузок функциональным возможностям организма данных групп юношей. Величина МОК у юношей-гиперкинетиков была равна 6508,54±889,80 мл в 1 мин., что выше нормальных показателей.

Выводы. Проведенное исследование функциональных показателей системы кровообращения 42 юношей, занимающихся единоборствами, выявило неоднородность обследованной группы по типам гемодинамики. Большинство обследованных лиц имели эукинетический и гиперкинетический типы. Длина и масса тела юношей разных типов гемодинамики статистически значимо не различались. По индексу Кердо у всех обследованных юношей выявлено преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Выявлены значимые различия функциональных параметров системы кровообращения в зависимости от типа гемодинамики. Юноши с гиперкинетическим типом характеризовались высокими значениями пульсового давления, ЧСС, ДП и КЭК, что указывает на низкий уровень обеспеченности организма кислоро-

дом для адекватного удовлетворения потребностей в энергии во время физических нагрузок, а также, возможно, на несоответствие физических нагрузок и функциональных возможностей организма данной группы юношей. Таким образом, в тренировочном процессе необходимо учитывать тип гемодинамики спортсмена и уровень предъявляемых физических нагрузок на систему кровообращения.

Литература

1. Аверьянова И.В. Особенности сердечно-сосудистой системы и вариабельности кардиоритма у юношей Магаданской области с различными типами гемодинамики / И.В. Аверьянова, А.Л. Максимов // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – № 40. – С.132-149.
2. Брудная Э.Н. Методы функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы / Э. Н. Брудная, И.Ф. Остапчук. – Киев: Здоров'я, 1988. – 276 с.
3. Оляшев Н.В. Дифференцированный подход в физическом воспитании студентов на основе учета индивидуально-типологических особенностей гемодинамики / Н.В. Оляшев, С.Ю. Размахова, А.Д. Мальченко // Сборник статей XXIV Всероссийского круглого стола «Совершенствование физической подготовки сотрудников правоохранительных органов». – 2016. – С.147-151.
4. Оляшев Н.В. Differentiated approach in physical education of students based on consideration of individual typological features of hemodynamics / N.V. Olyashev, S.Yu. Razmahova, A.D. Malchenko // Collection of articles of the XXIV All-Russian round ta-

ble "Improving the physical training of law enforcement officers". – 2016. – S.147-151.

4. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы и уровня тревожности студентов гуманитарного и естественно-научного профиля обучения в условиях Севера / Е.Н. Николаева, М.В. Александрова, О.Н. Колосова [и др.] // Меди-ко-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – №22 (1). – С.70-74.

Assessment of the functional state of the cardiovascular system and the level of anxiety of students of humanities and natural science education in the conditions of the North / E.N. Nikolaeva, M.V. Aleksandrova, O.N. Kolosova [i dr.] // 'Pulse' Medical and Pharmaceutical Journal – 2020. - №22 (1). P.70-74.

5. Петри А. Наглядная медицинская статистика / А. Петри, К. Сэбин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 216 с.

Petri A. Visual medical statistics. / A. Petri, K. Sebin // M: GEOTAR-Media. – 2015. – 216 p.

6. Платонов В.Н. Теории адаптации и функциональных систем в развитии системы знаний в области подготовки спортсменов / В.Н. Платонов // Наука в олимпийском спорте. – 2017. – №1. – С.29-47.

Platonov V.N. Theories of adaptation and functional systems in the development of the knowledge system in the field of athletes' training. / V.N. Platonov // Science in Olympic sports. – 2017. - №1. – P.29-47.

7. Степанова С.М. Особенности вегетативного управления сердечным ритмом у юношей-якутов / С.М. Степанова, С.М. Дмитриева, М.В. Устинова // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2009. – №29 (6). – С. 61-66.

Stepanova S.M. Features of autonomic heart rate control in Yakut boys / S.M. Stepanova, S.M. Dmitrieva, M.V. Ustinova // Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences. – 2009. - №29 (6). – P. 61-66.

8. Фено-генотипические особенности скрытой артериальной гипертензии у спортсменов в Республике Саха (Якутия) / Е.Н. Местникова, Ф.А. Захарова, И.А. Пинигина [и др.] // Артериальная гипертензия. – 2020. – № 26 (2). – С. 202-210.

Pheno-genotypic features of latent arterial hypertension in athletes in the Republic of Sakha (Yakutia) / E.N. Mestnikova, F.A. Zaharova, I.A. Pinigina I.A. [et al.]. Arterial hypertension. – 2020. - № 26 (2). – P. 202-210.