

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И ДВИГАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ У ЛИЦ С РАЗНЫМ ТИПОМ ГЕМОДИНАМИКИ

Оляшев Н.В.¹, Пушкина В.Н.^{1,2}, Варенцова И.А.¹

¹ФГАОУ ВПО Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия (163002, г. Архангельск, Наб. Северной Двины, 17), e-mail: kfk@narfu.ru,

²ГБОУ ВПО Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия (163000, г. Архангельск, пр-т Троицкий, 51) e-mail: pushkinavn@nsmu.ru

Показано, что люди с гипокINETическим типом кровообращения (ГпКТ) обладают более высокими функциональными возможностями кардиореспираторной системы на фоне ее низкой лабильности, что свидетельствует о том, что доминирующее физическое качество у данного типа – выносливость. В свою очередь молодые люди с гиперкинетическим типом кровообращения (ГрКТ) имеют способности к физическим нагрузкам, где важным является такое двигательное качество как быстрота и координация, так как значительные аэробные возможности кардиореспираторной системы у лиц данного типа сочетаются с высоким уровнем ее лабильности. Юноши с эукинетическим типом кровообращения (ЭуКТ), имеющие уровень лабильности кардиореспираторной системы выше, чем лица с ГпКТ, а ее функциональный потенциал ниже, чем юноши с ГрКТ, больше склонны к видам спорта скоростно-силовой направленности. При занятиях физической культурой, для повышения общих физических возможностей и гармоничного развития организма необходимо акцентировать внимание на отстающих физических качествах и способностях - лицам с ГрКТ рекомендуются упражнения на развитие выносливости, юношам с ГпКТ – на развитие быстроты, лицам с ЭуКТ – развивать аэробный потенциал организма.

Ключевые слова: тип кровообращения, студенты, двигательные качества, физическая работоспособность, функциональный потенциал

THE FUNCTIONALITY OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM AND ENGINE CAPACITY IN PERSONES WITH DIFFERENT TYPES OF HAEMODYNAMIC

Olyashev N.V.¹, Pushkina V.N.^{1,2}, Varentsova I.A.¹

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia (163002, Arkhangelsk, Northern Dvina avenue, 17), e-mail: kfk@narfu.ru

²Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia (163000, Arkhangelsk, 51 Troitsky Pr.), e-mail: pushkinavn@nsmu.ru

It has been shown that people with hypokinetic type of blood circulation have higher functionality cardiorespiratory system with its low lability. This fact allow suggest that endurance is dominant physical quality of this type. Young people with hyperkinetic type of blood circulation have ability to exercise stress. In this case the qualities of motor speed and coordination are mores important and significant aerobic capacity of the cardiorespiratory system correlate with a high level of its lability. Boys with eukinetic type of bloodcirculation have high lability level of cardiorespiratory system while youth with hyperkinetic type of blood circulation and low functional capacity. Due to this fact boys with hyperkinetic type of blood circulation more successful in such kinds of sport where speed and power more in demand. During the physical training it necessary to pay attention to improving of poorly developed physical features. People with hyperkinetic type of blood circulation should develop the endurance. Young men with hypokinetic type of blood circulation must develop the speed. Persons with eukinetic type of bloodcirculation should develop the aerobic capacity of the organism.

Keywords: type of blood circulation, students, motor quality, physical performance, functional capacity

Проблема здоровья человека неразрывно связана с понятием адаптации, причем адаптоспособность человека зависит не только от физиологических резервов организма, но и от его индивидуальной устойчивости к нестабильным факторам внешней среды. Под индивидуальной устойчивостью понимаются конституционально обусловленные

особенности организма, в том числе и такие, как тип гемодинамики. Известно, что у людей с разным типом гемодинамической организации нервные влияния на сердце не гомогенны, и зависят от дыхательной активности организма. Следовательно, адаптивные сдвиги в системе дыхания и характер функциональных изменений дыхания у студентов при адаптационно-приспособительной деятельности к внешним условиям могут различаться [10]. Исходя из этого, можно предположить, что у лиц с разным типом гемодинамики могут наблюдаться конституционно обусловленные возможности и склонности к определенному виду физической деятельности (способность к силовой, скоростной, скоростно-силовой работе и т.д.) и наоборот, индивидуальные особенности аппарата кровообращения способны лимитировать мышечную деятельность определенной мощности и интенсивности.

Способности к различным видам деятельности, в том числе и спортивной, у лиц с разным типом гемодинамики рассматривались с разных точек зрения, но большинство работ оценивали двигательные качества респондентов на основе анализа результатов, полученных по двигательным тестам [3]. В нашей работе сделана попытка проанализировать данный вопрос, основываясь на индивидуальных конституциональных особенностях человека (тип гемодинамики) - если склонности к тому или иному виду спортивной деятельности связаны с особенностями гомеостатической организации, то необходимо учитывать данный факт при отборе в спортивные секции и при планировании процесса физического воспитания с целью повышения эффективности организации тренировочного процесса и коррекции физического и функционального потенциала занимающихся на занятиях физической культурой. С другой стороны, знание особенностей гемодинамического обеспечения организма человека даст возможность уже на начальном этапе без проведения значительного количества двигательных тестов для методически правильного построения процесса физического воспитания.

Цель работы: выявить функциональные возможности кардиореспираторной системы и двигательного потенциала у лиц с разным типом гемодинамики.

Материалы и методы

Исследование функционального состояния было проведено у практически здоровых молодых людей, трудоспособного возраста ($18,08 \pm 0,08$ лет), родившихся и проживающих в условиях северного региона (г. Архангельск, Архангельская область) и являвшихся на момент обследования студентами высшего учебного заведения (г. Архангельск). Для решения поставленных задач обследовано 312 юношей.

Проведено измерение гемодинамических показателей: частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), пальпаторно; артериального давления (АД, мм рт.ст.), где АДс – систолическое артериальное давление, АДд – диастолическое артериальное давление,

аускультативным методом по Н.С. Короткову. Рассчитывались показатели системной гемодинамики: среднее артериальное давление (АД_{ср}, мм рт ст.), как $АД_{ср} = АД_{д} + 0,42 * АД_{п}$; пульсовое артериальное давление (АД_п, мм рт ст.), как $АД_{п} = АД_{с} - АД_{д}$; систолический объем крови (СОК, мл), как $СОК = 90,97 + 0,54 * АД_{п} - 0,57 * АД_{д} - 0,61 * \text{возраст}$; минутный объем кровообращения (МОК, мл), как $МОК = СОК * ЧСС$; общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, дин*с/см³), как $ОПСС = [(АД_{ср} * 1333) / МОК * 60]$. Для определения типа кровообращения использовали показатель уровень минутного объема кровообращения (УМОК, %), в соответствии с типом были выделены 3 группы: 1 группа (n=149 чел.) – с гиперкинетическим типом кровообращения (ГрКТ) при УМОК > 110 %; 2 группа (n=115 чел.) – с эукинетическим типом кровообращения (ЭуКТ) при УМОК = 90-110 %; 3 группа (n=48 чел.) – с гипокинетическим типом кровообращения (ГпКТ) при УМОК < 90 % [8].

Для исследования variability сердечного ритма (ВСР) проводилась запись вариационной кардиоинтервалометрии с помощью устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 – «Психофизиолог». Оценивали показатели кардиоинтервалографии: среднее квадратическое отклонение, (SDNN, мс); математическое ожидание, (RRNN, мс); мода, (Мо, мс); вариационный размах, (ВР, с); амплитуда моды, (АМо, %); индекс вегетативного равновесия, (ИВР, усл.ед.); вегетативный показатель ритма, (ВВР, усл.ед.); стресс-индекс, (SI, усл.ед.); показатель адекватности процессов регуляции, (ПАПР, усл.ед.). При спектральном анализе ВРС определяли следующие параметры: общая мощность спектра, (TP (Total Power), с²); высокочастотные колебания, (HF (High Frequency), с²); низкочастотные колебания, (LF (Low Frequency), с²); очень низкочастотные колебания, (VLF (Very Low Frequency), с²); отношение низкочастотной части спектра к высокочастотной, (LF/HF, %); индекс централизации, (ИЦ, усл.ед.).

Исследование функции внешнего дыхания проводилось на автоматическом спирометре «СпироС-100» в положении сидя. Были изучены следующие показатели: жизненная емкость легких, (ЖЕЛ, л); дыхательный объем, (ДО, л); резервный объем вдоха, (Ровд, л); резервный объем выдоха, (Ровыд, л); емкость вдоха, (Евд, л); частота дыхания в состоянии покоя, (ЧДп, раз/мин); максимальная вентиляция легких, (МВЛ, л/мин); минутный объем дыхания, (МОД, л); максимальная частота дыхания, (ЧДмвл, раз/мин); максимальный дыхательный объем, (ДОмвл, л); форсированная жизненная емкость легких, (ФЖЕЛ, л); объем форсированного выдоха за первую секунду, (ОФВ1, л); пиковая объемная скорость выдоха, (ПОС, л/с); мгновенная объемная скорость на 25% от ФЖЕЛ, (МОС25, л/с); то же на 50% от ФЖЕЛ, (МОС50, л/с); то же на 75% от ФЖЕЛ, (МОС75, л/с); средняя объемная скорость в диапазоне 25-75%, (СОС25-75, л/с); средняя объемная скорость в диапазоне 75-85%, (СОС75-85, л/с).

Для оценки физической работоспособности и функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем определяли: интенсивность накопления пульсового долга (ИНДП, балл) по методике В.М. Король с соавт. [6].

Статистическая обработка данных с использованием Microsoft Excel, пакета прикладных статистических программ «StatSoft Statistica v6.0 Rus» и «SPSS 13.0». Для оценки достоверности (значимости) зависимых выборок исследования используется ANOVA для повторных измерений с post-hoc тестом (для параметров с нормальным распределением) и U-критерий Манна-Уитни (для параметров, которые не подчиняются закону нормального распределения). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Корреляционный анализ выполнен с использованием коэффициентов корреляции Спирмена, факторный анализ - с ротацией «варимакс» [7].

Результаты исследования

Изучение внутривидовых взаимосвязей у юношей с разным типом геодинамики дает возможность оценить степень сформированности функциональных отношений [4], раскрыть организацию биоэнергетического состояния организма и ее изменение в зависимости от уровня стрессовых воздействий [5], получить информацию об алгоритмах перестройки кардиореспираторной системы [1,2]. Владение данной информацией позволяет управлять адаптационным потенциалом организма, а, следовательно, и сохранять здоровье человека.

Анализ особенностей межсистемных взаимоотношений показателей в кардиореспираторной системе свидетельствует, что при разных типах кровообращения ее функциональная организация имеет свои особенности. Факторный анализ выявил у юношей с гиперкинетическим типом кровообращения наличие 4 генеральных совокупностей с суммарным весом 81 % дисперсии (рис. 1). К 1-му фактору отнесены 9 показателей variability сердечного ритма (BCP) с общей долей в суммарной дисперсии 30 %. Вторую матрицу, включающую 5 показателей (20 %), составили показатели центральной гемодинамики. Третий фактор определили величины системы внешнего дыхания с суммарным весом 16 %, состоящие из 4 значений, отражающих бронхиальную проходимость в системе мелких, средних и крупных бронхов, и скоростных показателей выдоха на уровне крупных и средних бронхов ($СОС_{25-75}$). Четвертый фактор также представлен респираторными показателями, характеризующими объемно-емкостные величины спокойного выдоха (ЖЕЛ и Евд) и показателем форсированного выдоха (ФЖЕЛ) с вкладом в общую дисперсию 15 %. Данные структурные взаимоотношения указывают, что у молодых людей с ГрТК функциональное состояние связано с потенциальными возможностями сердечно-сосудистой системы в целом с преобладанием ее хронотропного компонента.

Кроме того, у лиц с данным типом кровообращения отмечается зависимость функционального потенциала дыхательной системы от бронхиальной проводимости на всем уровне бронхиального дерева – крупных, средних, мелких бронхов.

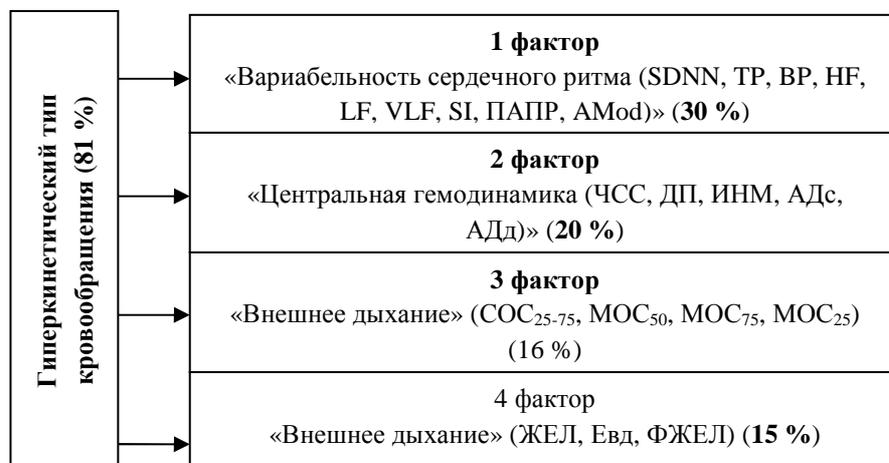


Рис. 1. Внутривидовые отношения в кардиореспираторной системе у юношей с гиперкинетическим типом кровообращения

У юношей с ЭУКТ определено наличие 3 генеральных совокупностей с суммарным весом 79 % дисперсии (рис. 2). Первый фактор также представлен величинами ВСР с вкладом 31 %. Во второй фактор вошли 6 показателей центральной гемодинамики (25 %). Третий фактор «Внешнее дыхание» имеет более расширенный вид по сравнению с предыдущей группой и состоит из 6 показателей, отражающих бронхиальную проходимость в системе мелких, средних и крупных бронхов, скоростную величину выдоха (СОС₂₅₋₇₅, СОС₇₅₋₈₅) и объемного показателя форсированного выдоха ОФВ1. В межсистемных связях у юношей с ЭУТК отмечается более выраженный вклад в управление ритмом сердца симпатической компоненты. Эти изменения указывают на расширение контроля со стороны высших отделов мозга за функциональным состоянием организма. Кроме того, ряд авторов отмечают, что при активизации симпатической компоненты в управлении сердечным ритмом нарушается кардиореспираторная синхронизация, тогда как активность парасимпатического отдела ВНС имеет обратный эффект [8]. Показатель АДср начинает занимать лидирующие позиции во втором факторе, что можно интерпретировать как напряжение адаптационных механизмов сердечно-сосудистой системы. Кроме того, показатели внешнего дыхания, формирующие третий фактор, увеличивают свое присутствие на два показателя, что свидетельствует о возросшей нагрузке и на респираторную систему.

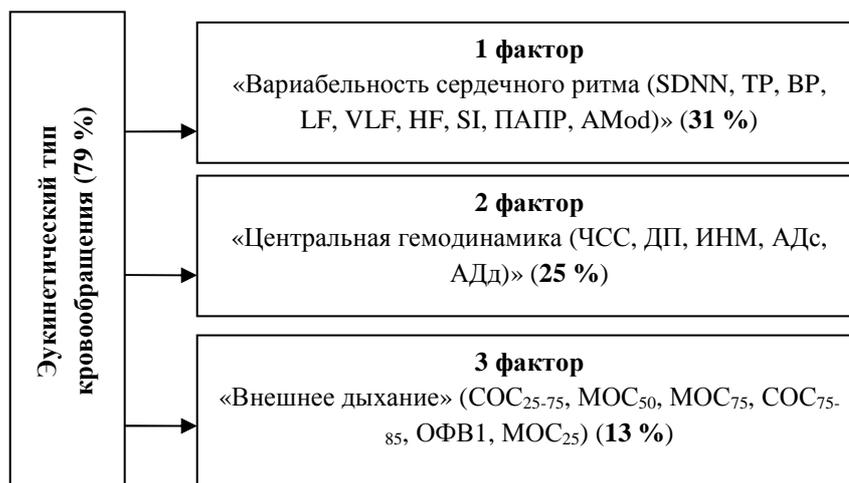


Рис. 2. Внутривидовые отношения в кардиореспираторной системе у юношей с эукинетическим типом кровообращения

Факторный анализ выявил у юношей с гипокинетическим типом кровообращения наличие 5 генеральных совокупностей с суммарным весом 88 % дисперсии (рис. 3). Первый фактор представлен 6 показателями вариабельности сердечного ритма с вкладом 27 %. Во второй фактор (19 %) вошли показатели внешнего дыхания, отражающих бронхиальную проходимость в системе мелких и средних бронхов, скоростную величину выдоха ($СОС_{25-75}$) и показатель пиковой объемной скорости (ПОС.) Третий фактор сформирован 3 величинами (17 %) ВСР (SI, ИВР и ПАПР). Четвертый фактор, с кумулятивным вкладом 15 % (ДП, ИНМ, АП), и пятый фактор с суммой 10 % (АДс и АДд), состоит из величин, отражающих центральную гемодинамику. У лиц с ГпКТ кровообращения показатели вариабельности сердечного ритма сформировали две матрицы – первую и третью, что свидетельствует о большем уровне свободы в выборе ответных реакций у юношей с данным типом кровообращения. Наблюдается смещение показателей, информирующих о состоянии системы внешнего дыхания во второй фактор, что предполагает зависимость адаптационного потенциала кардиореспираторной системы у молодых людей, входящих в данную группу, от дыхательного спектра. Третий, четвертый и пятый фактор сформированы показателями, отражающими состояние сердечно-сосудистой системы в целом (3 и 4 факторы) и ее инотропный потенциал (5 фактор). Такое значительное количество гемодинамических величин, вошедших в факторную структуру, дают возможность функциональным системам организма для широкого спектра ответных реакций на воздействие стресс-факторов.

Таким образом, при воздействии какого-либо стресс-фактора ответные реакции кардиореспираторной системы у юношей ГрКТ связаны с активацией хронотропного спектра центральной гемодинамики и зависят от состояния бронхиальной проводимости респираторной системы. У молодых людей с ЭуКТ зависимость от состояния бронхиальной проводимости респираторной системы происходит на фоне включения инотропной

составляющей центральной гемодинамики. У лиц с ГпКТ при менее значительной зависимости ответных реакций организма от управляющих факторов наблюдается выраженное включение системы внешнего дыхания в компенсаторно-приспособительную деятельность.

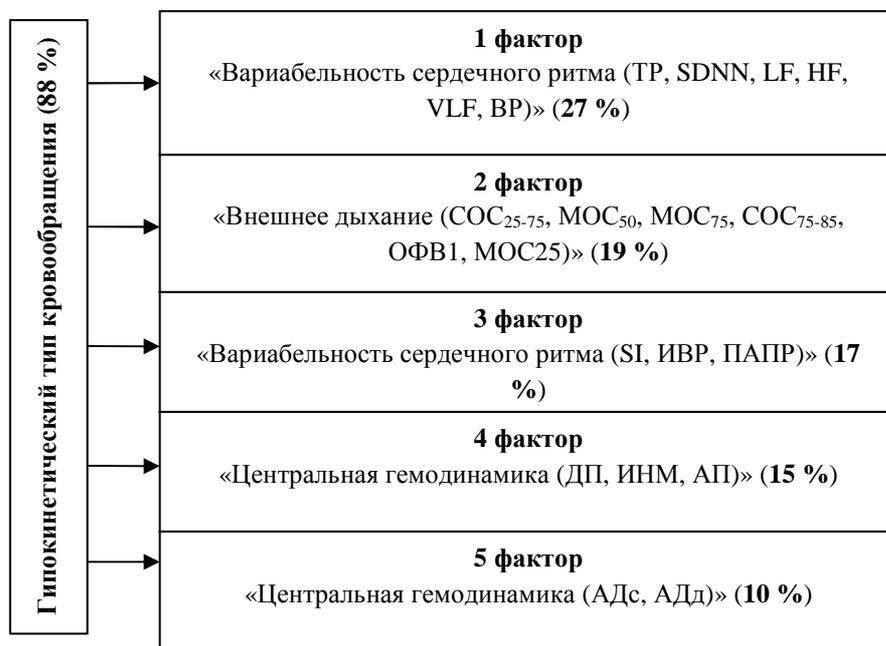


Рис. 3. Внутривидовые отношения в кардиореспираторной системе у юношей с гипокинетическим типом кровообращения

Исследование внутривидовых взаимосвязей в кардиореспираторной системе после выполнения нагрузочного тестирования (бег в течение 2-х минут на трекбеке при ЧСС ≥ 180 уд/мин при заданной скорости 14–16 км/ч) показывает, что обеспечение физической деятельности у лиц с ГрКТ кровообращения может быть лимитировано сосудистым спектром гемодинамики, так как и первый и второй фактор сформирован показателями АД (рис.4а). В третий фактор вошли показатели, отражающие хронотропную функцию сердца и общий функциональный потенциал. Можно предположить, что общая ответная реакция на нагрузочное тестирование в меньшей степени зависит от состояния гемодинамики в данный момент времени, так как ЧСС и АДд в состоянии покоя не вошли в генеральную совокупность.

Факторная структура ЭУКТ состоит из четырех факторов (рис. 4 б). Причем в первый фактор вошли показатели АДд, а во второй ЧСС, что указывает на важность сердечного спектра гемодинамики и общего функционального состояния организма для обеспечения работоспособности. Показатели АДс сформировали третий фактор, а ЧСС и АДд в состоянии покоя вошли в четвертый. Данный факт показывает, что для обеспечения мышечной деятельности важность приобретает состояние гемодинамики в период покоя, и, вместе с

тем, юноши с ЭуКТ кровообращения при выполнении двигательной деятельности в меньшей степени зависят от инотропного спектра гемодинамики.

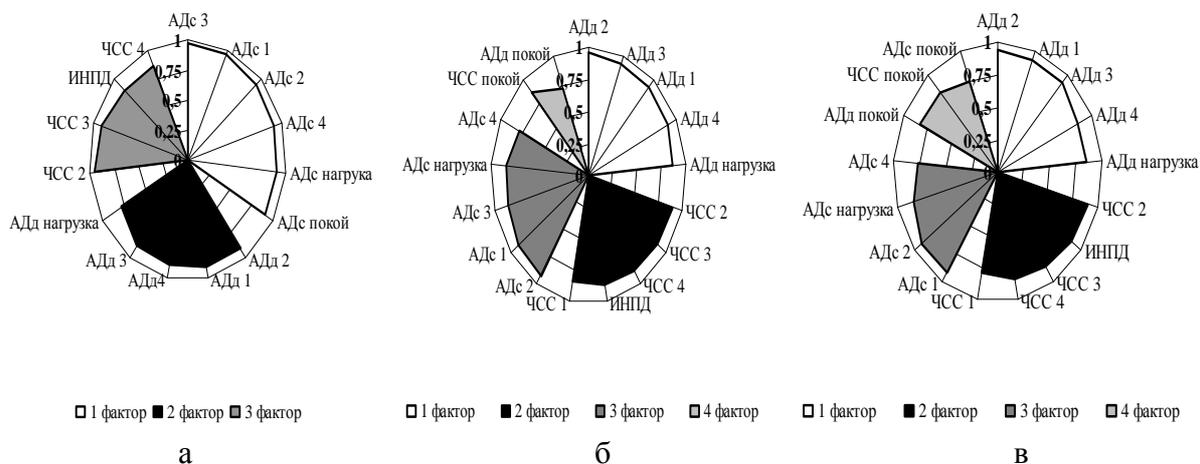


Рис. 4 Факторная структура кардиореспираторной системы после нагрузочного тестирования у юношей с гиперкинетическим (а), эукинетическим (б), гипокинетическим (в) типом кровообращения

Факторная структура у лиц с ГпКТ (рис. 4 в) практически аналогична матрице, полученной у ЭуКТ. Стоит отметить, что для обеспечения мышечной работы у юношей с данным типом гемодинамики важность приобретает функциональный потенциал организма до начала выполнения деятельности, причем как инотропный, так и хронотропный ее компоненты.

Таким образом, результаты исследования указывают, что лица с ГрКТ обладают значительной лабильностью гемодинамической системы, способны к быстрым ответным реакциям, направленным на обеспечение физической деятельности. Молодым людям с ЭуКТ и ГпКТ необходимо более длительное время для вработывания при выполнении физической деятельности и они в большей мере зависят от уровня подготовленности при выполнении физической нагрузки. Из обследуемого контингента наиболее высоким уровнем функциональных возможностей кардиореспираторной системы обладают юноши с ГпКТ кровообращения.

Следовательно, при спортивном отборе необходимо учитывать, что молодые люди с ГпКТ кровообращения обладают более высокими функциональными способностями кардиореспираторной системы на фоне ее низкой лабильности, следовательно, у них наблюдаются способности к нагрузкам, где необходимо такое качество как выносливость (бег на длинные дистанции, лыжный спорт, плавание и т.д.). В свою очередь молодые люди с ГрКТ кровообращения имеют способности к физическим нагрузкам, где важным является такое качество как быстрота и координационные способности (бег на короткие дистанции, баскетбол, футбол, бокс, бадминтон и т.д.), так как на фоне значительных функциональных

возможностей регистрируется высокий уровень лабильности кардиореспираторной системы. Обладающие высоким уровнем лабильности кардиореспираторной системы (относительно лиц с ГпКТ) на фоне более низкого ее функционального потенциала (относительно лиц с ГрКТ и ГпКТ) юноши с ЭуКТ имеют данные к занятиям скоростно-силовыми видами спорта (бег на средние дистанции и т.д.).

В тоже время, при занятиях физической культурой, для повышения общих физических возможностей и гармоничного развития организма необходимо акцентировать внимание на отстающих физических качествах и способностях - лицам с ГрКТ рекомендуются упражнения на развитие выносливости, юношам с ГпКТ – на развитие быстроты, лицам с ЭуКТ – развивать аэробный потенциал организма.

Список литературы

1. Брук Т. М. Оценка вегетативной регуляции ритма сердца и особенностей функций внешнего дыхания у спортсменов-фехтовальщиков // Теория практика физической культуры. – 2011. – № 6. – С. 41–44.
2. Варенцова И.А. Состояние кардиореспираторной системы у студентов с разным типом гемодинамики : Автореф. канд. биол. наук. – Архангельск, 2013. – 18 с.
3. Волненко Н. Г. Методика развития физических качеств у студенток нефизкультурного вуза с учетом гемодинамики : Автореф. канд. пед. наук. – Белгород, 2011. – 26 с.
4. Евдокимов В. Г. Анализ межсистемных взаимосвязей функциональных систем у детей на Севере // Биологические аспекты экологии человека : материалы Всерос. конф. с междунар. участием. – Архангельск, 2004. – Т. 1 – С. 81–82. (Экология человека. Прил.)
5. Криволапчук И. А. Функциональное состояние детей 9-10 лет при напряженной информационной нагрузке и физическая работоспособность // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 111–121.
6. Лёвушкин С.П. Проблема оптимизации физического состояния школьников средствами физического воспитания // Физиология человека. – 2009. – том 35, № 1. – С. 67-74.
7. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие. 4-е издание, стереотип. / А.Д. Наследов. – СПб.: Речь, 2012. – 392 с.
8. Сарайкин Д. А. Изменение вегетативного обеспечения сердечной деятельности у тхэквондистов в соревновательном процессе // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 8. – С. 30–33.

9. Терегулов Ю.Э. К методике определения типов центральной гемодинамики в клинической практике // Практическая медицина. – 2011. - № 4. – С.138-140.

10. Шейх-Заде Ю. Р. Синоартериальный узел, как индикатор колебательных процессов в сердечно-сосудистой системе // Рос. физ. журнал им. И.М. Сеченова. – 2006. – Т.92, № 8. – С. 990–996.

Рецензенты:

Макеева В.С., д.п.н., профессор, зав. кафедрой «Туризма, рекреация и спорт»
Государственный университет-УНПК, г. Орел;

Калашников А.Ф., д.п.н., профессор кафедры социологии, культурологии и политологии,
Государственный университет-УНПК, г. Орел.