

УДК 796.012.33

DOI 10.29039/2413-1725-2025-11-1-67-78

АДАПТАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОК 18–20 ЛЕТ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ТРЕНИНГЕ С ПОДВЕСНЫМИ ПЕТЛЯМИ

Лобастова К. Ю.¹, Кислякова С. С.²

¹Южно-Уральский Государственный университет, Челябинск, Россия

*²Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия
E-mail: kristina.lobastova94@mail.ru*

В результате проведенных исследований была выявлена устойчивость к гипоксии у девушек 18–20 лет, занимающихся функциональным тренингом с подвесными петлями, по показателям проб Штанге и Генчи. Значительно улучшилась работоспособность сердца студенток экспериментальной группы по значениям пробы Руфье-Диксона, систолического и диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений. Произошло достоверное снижение индекса Робинсона на 10,8 у.е. ($p \leq 0,001$), что демонстрировало улучшение симпатической и парасимпатической регуляции в сердечно-сосудистой системе у студенток вследствие занятий по функциональному тренингу с подвесными петлями. Также были выявлены достоверные улучшения значений индекса Баевского, значений индекса функциональных изменений по Адамовичу и значение индекса Богомазова, что свидетельствует об улучшении адаптационных механизмов занимающихся.

Ключевые слова: кардиореспираторная система, адаптационные механизмы, функциональная подготовленность, функциональный тренинг с подвесными петлями, студентки 18–20 лет.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время актуальными являются вопросы научного обоснования физиологических механизмов адаптации студентов при различных физических нагрузках в новых видах фитнеса. Одним из популярных фитнес-направлений для обучающихся высших учебных заведений стал функциональный тренинг с подвесными петлями, который является эффективным средством для проработки мышц всего тела с использованием собственного веса. Функциональный тренинг с подвесными петлями заключается в одновременном выполнении силовых упражнений умеренной зоны физиологической мощности, исключающий осевую нагрузку на позвоночный столб [1–3]. Данный вид фитнеса позволяет выполнять физическую нагрузку во всех режимах мышечной работы (статический, динамический преодолевающий, динамический уступающий и комбинированный), используя одно устройство, в отличие от других видов функционального тренинга с использованием стандартных тренажеров.

Адаптационная деятельность организма человека к физическим нагрузкам является одним из основополагающих направлений современной физиологии [4].

Ввиду физиологических особенностей женского организма, обуславливающих процессы адаптации к мышечной деятельности, которые характеризуются морфофункциональными перестройками кардиореспираторной системы, особенно актуальным является изучение организма девушек 18–20 лет при адаптации к физическим нагрузкам. Необходимо отметить, что физическая нагрузка при занятиях функциональным тренингом на подвесных петлях является стрессовым фактором, что приводит к напряжению систем регуляции мышечной деятельности. В настоящее время достаточно подробно рассмотрены вопросы механизмов адаптации девушек в спортивной деятельности. Однако недостаточно изученным являются влияние функционального тренинга с подвесными петлями на компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы студенток. Поэтому перспективным направлением является исследование адаптации организма девушек, занимающихся новыми видами фитнеса.

Цель исследования: изучение адаптационных механизмов кардиореспираторной системы студенток 18–20 лет при функциональном тренинге с подвесными петлями.

Задачи исследования:

1) Определить показатели адаптационных механизмов кардиореспираторной системы девушек 18–20 лет, занимающихся функциональным тренингом с подвесными петлями и стандартной физической культурой.

2) Выявить динамику изменения адаптационных механизмов кардиореспираторной системы девушек 18–20 лет, занимающихся функциональным тренингом с подвесными петлями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование осуществилось в научно-исследовательском центре ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» города Челябинска. Контрольная группа (n=20) состояла из студенток 18–20 лет, которые занимались по обычной программе физического воспитания в вузе. В основную группу (n=20) входили студентки 18–20 лет, занимающиеся подвесными петлями. Занятия проводились два раза в неделю по два академических часа в течение полугодия. Студентки относились к 1-й и 2-й группам здоровья. Исследование проходило в два этапа. На I этапе было проведено первичное обследование студенток изучаемых групп. На II этапе исследования было проведено повторное обследование студенток спустя 6 месяцев после внедрения тренинга на подвесных петлях.

В нашем исследовании для изучения кардиореспираторной системы использовались измерения длины тела и массы тела, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), артериального давления систолического (САД), артериального давления диастолического (ДАД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), окружности грудной клетки (ОГК), частоты дыхания (ЧД). На основании проведенных измерений рассчитывались должная жизненная емкость легких (ДЖЕЛ), жизненный индекс (ЖИ), индекс Богомазова, ударный объем крови (УОК), минутный объем крови (МОК), индекс Робинсона, индекс Кремптона, индекс Хильдебранта, индекс функциональных изменений (ИФИ), адаптационный потенциал по Р. М. Баевскому. Также проводились пробы Руфье-Диксона, Штанге, Генчи.

Для определения достоверности различий параметров использовался пакет прикладных программ Microsoft Office Excel и t-критерий Стьюдента для несвязанных совокупностей. Статистическую значимость показателей считали при 0,05, 0,01 и 0,001 уровнях значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены показатели кардиореспираторной системы студентов 18–20 лет. В процессе исследования не было обнаружено статистически значимых отличий значений длины тела в изучаемых группах, которые соответствовали физиологической норме для данного возраста. Показатель средней длины тела в экспериментальной группе в начале эксперимента был равен 163,2 см, в контрольной группе – 164,15 см. На II этапе исследования значение средней длины тела в группе, которая занималась функциональным тренингом с подвесными петлями, составил 163,55 см.

Изучение массы тела является маркером физического статуса студентов, который позволяет выявить возможные отклонения в функциональном состоянии занимающихся и вносить соответствующие коррективы в учебный процесс по физическому воспитанию [5, 6]. При адаптации к функциональной тренировке с подвесными петлями показатель массы тела статистически достоверно изменился на 5,16 кг ($p \leq 0,05$) в экспериментальной группе.

В нашем исследовании показатель окружности грудной клетки в исследуемых группах на всех этапах исследования соответствовал физиологической норме. Как известно, объем легких зависит от параметров окружности грудной клетки и оказывает влияние на тип телосложения [7]. Средние значения окружности грудной клетки составляли в среднем в экспериментальной группе 84,4 см, соответственно в группе контроля – 85,6 см. Достоверное изменение окружности грудной клетки наблюдалось на II этапе, где указанный параметр снизился на 1,6 см ($p \leq 0,05$) в экспериментальной группе.

Таблица 1
Показатели функционального состояния кардиореспираторной системы
студентов 18–20 лет

Параметры	I этап		II этап	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Длина тела (см)	164,15±1,85	163,2±1,37	164,35±1,90	163,55±1,36
Масса тела (кг)	59,72±1,84	58,5±1,71	60,4±1,76	54,56±1,05*
Окружность грудной клетки (см)	85,45±0,56	84,94±0,53	85,75±0,45	83,85±0,43*
ЖЕЛ (мл)	2750±74,62	2705±76,44	2770±72,59	2695±72,73

Продолжение таблицы 1

ДЖЕЛ (мл)	2716,29±72,69	2679,51±53,65	2723,61±74,81	2697,44±53,45
Частота дыхания (кол-во раз в мин)	19,45±0,72	19,2±0,55	19,9±0,50	17,55±0,40*
Проба Генчи (сек)	26,25±0,75	27,2±0,69	25,95±0,61	28,85±0,65*
Проба Штанге (сек)	50,35±1,94	50,05±1,12	51,45±1,54	54,95±1,05*
Жизненный индекс (мл/кг)	46,41±1,23	46,65±1,35	46,32±1,47	49,43±1,03
Индекс Богомазова (у.е.)	85,11±2,46	85,83±1,60	86,00±1,86	93,11±1,53**
САД (мм.рт.ст.)	123,65±1,68	122,05±1,74	120,35±2,44	117,2±2,11*
ДАД (мм.рт.ст.)	78,2±1,90	77,8±1,60	74,65±2,04	71,95±1,72*
ЧСС (уд/мин)	77,7±1,68	76,65±1,69	76,6±1,72	72,55±1,18*
УОК (мл)	66,79±1,59	66,42±1,18	69,01±1,32	70,37±0,99
МОК (л/мин)	5193,33±178,60	5083,97±130,82	5280,89±143,43	5103,24±101,14
Проба Руфье-Диксона (у.е.)	14,06±1,02	13,07±0,71	12,54±1,18	10,73±0,80*
Индекс Хильдебранта (у.е.)	4,08±0,16	4,04±0,14	4,17±0,23	4,16±0,14
Индекс Робинсона (у.е.)	95,96±2,17	93,64±2,60	92,19±2,80	85,18±2,38***
АП по Баевскому (у.е.)	2,25±0,04	2,21±0,05	2,17±0,06	2,02±0,05***
ИФИ (у.е.)	0,50±0,02	0,51±0,02	0,53±0,02	0,60±0,02***

Примечание:

* – достоверность различий между показателями контрольной и экспериментальной групп при 0,05

** – достоверность различий между показателями контрольной и экспериментальной групп при 0,01

*** – достоверность различий между показателями контрольной и экспериментальной групп при 0,001

Жизненная емкость легких служит для оценки внешнего дыхания обучающихся физической культурой [8]. ЖЕЛ в нашем исследовании мы определяли с помощью метода спирометрии. По завершению эксперимента величина ЖЕЛ студенток экспериментальной группы достоверно значимо снизилась на 4,16 кг ($p \leq 0,05$), а прирост показателя составил 7 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с девушками, занимающимися два раза в неделю физической культурой.

Так, по завершению исследования мы определили, что показатели ЖЕЛ у студенток обеих групп достоверно не изменились ($p > 0,05$). Средняя величина ЖЕЛ у студенток контрольной группы составляла 2760 мл, у студенток основной группы – 2700 мл. Для определения нормы ЖЕЛ у обучающихся 18–20 лет также рассчитывалась должная жизненная емкость легких, учитывающая половозрастные и весоростовые показатели. Физиологически нормальное отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ составляет до 15 %. Отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ свыше 20 % свидетельствует о недостаточном развитии дыхательной системы [8]. Показатели ДЖЕЛ в исследуемых группах не имели статистически значимых отличий. Диапазон изменений ДЖЕЛ в основной группе варьировался от $2679,51 \pm 53,65$ до $2697,44 \pm 53,45$ мл, в контрольной группе – $2716,29 \pm 72,69$ до $2723,61 \pm 74,81$ мл. Соотношение ЖЕЛ к ДЖЭЛ в обеих группах не превышало 15 %, что говорит о достаточном развитии дыхательной системы девушек 18–20 лет.

Необходимым маркером оценки функции внешнего дыхания служит жизненный индекс, определяемый по соотношению ЖЕЛ к массе тела. Средние показатели ЖИ среди девушек контрольной группы составляли 46,4 мл/кг. В то время как средний показатель ЖИ девушек основной группы был 48 мл/кг. Достоверно значимых отличий в изучаемых группах не было обнаружено. Однако у основной группы наблюдалась тенденция к увеличению ЖИ на II этапе исследования. Необходимо отметить, что данные изменения находились в пределах референсных значений для девушек 18–20 лет.

Одним из информативных показателей оценки функционального состояния дыхательной системы занимающихся считается частота дыхания. Нами выявлено достоверное снижение ЧД на II этапе исследования в основной группе. Урежение ЧД составило 1,9 раз в минуту ($p \leq 0,05$). Это указывает на положительные сдвиги в легочной системе студенток 18–20 лет в процессе занятий функциональным тренингом с подвесными петлями.

Для определения устойчивости организма к гипоксии использовали пробы Штанге и Генчи. В основной группе среднegrupповые показатели пробы Генчи достоверно увеличились на 2,6 секунды ($p \leq 0,05$) в сравнении с контрольной группой. Результаты пробы Штанге показали, что у девушек экспериментальной группы произошло достоверное повышение изучаемого параметра на 4,6 секунд ($p \leq 0,05$). Изменение данных показателей выявляет устойчивость организма студенток 18–20 лет, тренирующихся по системе функционального тренинга с подвесными петлями, к гипоксии, а также улучшение общего состояния кислородо-обеспечивающих систем в целом [9].

После проведения проб Штанге и Генчи был рассчитан индекс Богомазова, который является интегральным показателем оценки систем кровообращения и

дыхания [10]. В самом начале исследования показатели индекса Богомазова соответствовали пограничному состоянию резервных возможностей кардиореспираторной системы студенток и составляли в контрольной группе 85,11 у.е., а в основной группе – 85,83 у.е. После внедрения в учебный процесс функционального тренинга с подвесными петлями в основной группе значения индекса Богомазова статистически значительно повысились на 7,3 у.е. ($p \leq 0,01$), что свидетельствует об улучшении состояния кардиореспираторной системы студенток 18–20 лет.

Считается, что силовые нагрузки, применяемые в учебном процессе, могут оказывать влияние на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студенток. Оценка реакции организма студенток 18–20 лет на физическую нагрузку измерялась по показателям частоты сердечных сокращений, а также систолического и диастолического артериального давления [11–14]. В контрольной группе указанные параметры в процессе наблюдения фактически не изменились. Частота сердечных сокращений в группе, занимающихся функциональным тренингом с подвесными петлями, достоверно снизилась в основной группе на 5,15 уд/мин ($p \leq 0,05$) по сравнению с группой контроля. Выявленный факт урежения сердцебиения указывает на экономизацию сердечной функции девушек, которые занимались функциональным тренингом с подвесными петлями. Подобная тенденция наблюдалась в отношении систолического и диастолического артериального давления. Так, систолическое артериальное давление уменьшилось в группе эксперимента на 6,5 мм.рт.ст. ($p \leq 0,05$), а диастолическое артериальное давление – на 6,3 мм.рт.ст. ($p \leq 0,05$). Достоверные изменения в значениях давления демонстрируют позитивные сдвиги в деятельности кардиореспираторной системы в ответ на включение в процесс физического воспитания вуза специальной тренировочной программы функционального тренинга с подвесными петлями.

Генеральными показателями центральной гемодинамики считаются ударный и минутный объемы крови, которые находятся в тесной взаимосвязи с артериальным давлением и частотой сердечных сокращений. Систематическая нагрузка способствует изменению деятельности гемодинамических величин, степень которых может зависеть от половозрастных особенностей, тренировочного стажа, состояния здоровья и специфики тренировочного режима [11–13]. В нашем исследовании средние значения параметра ударного объема крови находились в пределах диапазона в основной группе от 66,42 мл до 70,37 мл; в контрольной группе – от 66,79 мл до 69,01 мл. В то время как диапазон значений минутного объема крови составлял в основной группе 5083,97 – 5103,24 мл/мин; в контрольной группе – от 5193,33 мл/мин до 5280,89 мл/мин. Значения ударного и минутного объемов крови в обследованном контингенте на протяжении всего эксперимента находились в пределах референсных значений и не имели достоверных отклонений.

Для оценивания состояния функциональной реактивности сердечно-сосудистой системы студенток была применена проба Руфье-Диксона. На начальном этапе исследования девушки обеих групп имели удовлетворительный уровень реактивности сердца. Значительные изменения показателей пробы произошли на II

этапе в основной группе и составили 3,3 у.е. ($p \leq 0,05$), достигнув среднего уровня реактивности сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, достоверное снижение значений пробы Руфье-Диксона совместно с выявленным урежением ЧСС, а также понижение артериального давления, увеличение времени задержки дыхания в пробах Штанге и Генчи указывают на рост толерантности к гипоксии. Данный факт означает прогрессирование адаптационных возможностей девушек, занимающихся подвесным тренингом.

Индекс Хильдебранта был использован в качестве маркера нарушений регуляторной функции в кардиореспираторной системе. По мнению С. Я. Классиной повышение индекса на фоне снижения частоты дыхания может быть использовано в качестве прогноза в отношении отказа от интенсивной физической нагрузки занимающимся [15]. Средние значения индекса Хильдебранта в группе контроля и в группе эксперимента были 4,1 у.е., что говорит о нормальных межсистемных взаимоотношениях сердечно-сосудистой и дыхательной систем. После применения функционального тренинга с подвесными петлями не было значительных различий в индексе, что свидетельствует об адекватности использования физических нагрузок для студенток 18–20 лет.

Для анализа состояния регуляции сердечно-сосудистой системы применялся индекс Робинсона. Считается, что чем ниже индекс Робинсона, тем выше максимальные аэробные возможности человека, которые отражают хороший уровень соматического здоровья [11, 16]. Первоначально уровень соматического здоровья студенток обеих групп выходил за пределы нормальных величин. Так, в контрольной группе он составил 95,96 у.е., а в экспериментальной группе – 93,64 у.е. Однако, на II этапе произошло достоверное снижение данного маркера в экспериментальной группе на 10,8 у.е. ($p \leq 0,001$). Среднее значение индекса было 85,18 у.е., что соответствовало нормальному функциональному состоянию кардиореспираторной системы. Такое снижение индекса Робинсона показывает, что функциональный тренинг с подвесными петлями способствует улучшению симпатической и парасимпатической регуляции в сердечно-сосудистой системе девушек 18–20 лет.

Проведенный мониторинг адаптационного потенциала по Баевскому позволил нам выявить статистически значимые улучшения в динамике учебного процесса студенток экспериментальной группы на 0,23 у.е. ($p \leq 0,001$). В группе контроля достоверных изменений не обнаружено ($p > 0,05$). Следует отметить, что уровень адаптационного потенциала девушек обеих групп находился в пределах нормы и соответствовал удовлетворительному уровню адаптации.

Далее мы рассчитали индекс функциональных изменений по Адамовичу, который отражает механизмы адаптации системы кровообращения [5]. На первоначальном этапе исследования не было выявлено статистически значимых отличий между изучаемыми группами. На втором этапе исследования произошло увеличение индекса в экспериментальной группе на 0,1 у.е. ($p \leq 0,001$). Механизмы адаптации были устойчивые на протяжении всего исследования. Возможное изменение ИФИ в экспериментальной группе может быть связано с мобилизацией

внутренних резервов организма ввиду специфики функционального тренинга с подвесными петлями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены изменения морфометрических показателей слизистой тонкого кишечника у крыс при введении пробиотика как при изолированном введении, так и на фоне модели дисбиоза.

Проведенное исследование позволило нам выявить различные механизмы адаптации кардиореспираторной системы студенток к тренингу на подвесных петлях. Были выявлены статистически значимые изменения в дыхательной системе у девушек основной группы по показателям проб Штанге и Генчи, а также ЧД. Параметры пробы Генчи достоверно изменились на 2,6 секунды ($p \leq 0,05$), а показатели пробы Штанге – на 4,6 секунд ($p \leq 0,05$). Урежение ЧД составило 1,9 раз в минуту ($p \leq 0,05$). Изменение данных параметров свидетельствует о толерантности к гипоксии во время выполнения упражнений и улучшении кислородтранспортной функции организма девушек в целом. Наблюдалось достоверное снижение индекса Робинсона на 10,8 у.е. ($p \leq 0,001$), что указывает на преобладание парасимпатического контура регуляции вегетативной нервной системы при адаптации организма девушек, занимающихся на подвесных петлях.

На II этапе исследования улучшилась функциональная реактивность сердечно-сосудистой системы студенток основной группы по показателям пробы Руфье-Диксона ($p \leq 0,05$). Также произошли достоверные изменения в значениях САД в основной группе на 6,5 мм.рт.ст. ($p \leq 0,05$), ДАД – на 6,3 мм.рт.ст. ($p \leq 0,05$), ЧСС – на 5,15 уд/мин ($p \leq 0,05$) по сравнению с группой контроля. Полученные результаты полностью согласуются с представлениями об экономизации сердечно-сосудистой системы, формирующейся в процессе долговременной адаптации к функциональному тренингу.

Уровень адаптационного потенциала девушек основной группы по индексу Баевского находился в пределах возрастной нормы и соответствовал удовлетворительному уровню адаптации ($p \leq 0,001$). Согласно показателям индекса Богомазова ($p \leq 0,01$) и ИФИ по Адамовичу ($p \leq 0,001$), функциональные возможности сердечно-сосудистой системы девушек основной группы были хорошими, а механизмы адаптации устойчивыми, действие физической нагрузки компенсировалась мобилизацией внутренних резервов организма.

В связи с этим, необходимо продолжить дальнейшие исследования влияния тренинга с подвесными петлями на функциональное состояние девушек с целью поиска эффективных сочетаний различных тренировочных режимов для развития долговременной адаптации в данном фитнес-направлении.

Список литературы

1. Andrejeva J. The effect of TRX suspension trainer and BOSU platform after reconstruction of anterior cruciate ligament of the knee joint / J. Andrejeva, A. Grisanina, G. Sniepienė [et al.] // Pedagogy of Physical Culture and Sports. – 2022. – No. 26 (1). – P. 47–56.

2. Vural F. Can different variations of suspension exercises provide adequate loads and muscle activations for upper body training / F. Vural, B. Erman, I. Ranisavljev [et al.] // PLoS One. – 2023. – No. 18 (9). – P. 1–14.
3. Люн К. Тренировки с подвесными ремнями / К. Люн, Л. Чоу; [Пер. с англ. под ред. В. М. Боженова]. – Минск : Попурри, 2016. – 144 с.
4. Грабовская Е. Ю. Физиология адаптационных процессов (курс лекций) / Е. Ю. Грабовская. – Симферополь : ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», 2020. – 106 с.
5. Komici K. Impact of Body Composition Parameters on Lung Function in Athletes / K. Komici, F. D'Amico, S. Verderosa [et al.] // Nutrients. – 2022. – No. 14 (3844). – P. 1–11.
6. Khatoon Z. Level of cardiovascular fitness and it's relationship with physical activity and body mass index in young adults of Islamabad / Z. Khatoon, M. A. Afridi, Taqdees-e-Maryam [et al.] // Journal of the Pakistan Medical Association. – 2021. – No. 71 (8). – 1950–1953.
7. Тятенкова Н. Н. Физическое развитие и компонентный состав тела студенток в условиях пандемии / Н. Н. Тятенкова, А. С. Спивак, А. М. Брагина [и др.] // Ученые записки КФУ им. В. И. Вернадского. Серия «Биология. Химия». – 2022. – Т. 8 (74). – № 2. – С. 228–235.
8. Суюндикова Ж. Т. Функциональное состояние дыхательной системы студенток Костанайского государственного педагогического института / Ж. Т. Суюндикова, А. А. Галым // Вестник КГПИ. – 2017. – № 3 (47). – С. 79–84.
9. Гросс Е. Р. Функциональные изменения систем организма у студенток высшего учебного заведения под влиянием физкультурно-спортивных занятий различной направленности / Е. Р. Гросс, А. Л. Оганджанов // Вестник МГПУ. Серия: «Естественные науки». – 2021. – № 4 (44). – С. 60–88.
10. Корженевский А. Н. Повышение эффективности физической подготовки студентов с учетом данных комплексного контроля состояния основных функциональных систем организма / А. Н. Корженевский, Е. И. Корженевская, Л. Ф. Колокатова [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 4. – С. 59–65.
11. Мирошников А. Б. Влияние высокоинтенсивной аэробной работы на окислительные способности рабочих мышц и артериальное давление у спортсменов силовых видов спорта: рандомизированное контролируемое поперечное исследование / А. Б. Мирошников, А. Д. Форменов, С. Н. Манидичев [и др.] // ВНМТ. – 2019. – Т. 26. – № 4. – С. 115–121.
12. Щанкин А. А. Гемодинамика и физическая нагрузка / А. А. Щанкин, Г. И. Щанкина, Н. Н. Арбузов // Science Time. – 2016. – №11 (35). – С. 558–564.
13. Тишутин Н. А. Анализ состояния и реактивности гемодинамических показателей у спортсменов в ответ на дозированную физическую нагрузку / Н. А. Тишутин, О. Н. Малах, Т. Ю. Крестьянинова // ВПГУ. Серия: Е. Педагогические науки. Физкультура и спорт. – 2020. – №7. – С. 141–145.
14. Xu H. Study on the accuracy of cardiopulmonary physiological measurements by a wearable physiological monitoring system under different activity conditions / Xu H, Chu W, Liu X [et al.] // Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi. – 2020. – № 37 (1). – P. 119–128.
15. Классина С. Я. Индекс Хильдебрандта как прогностический критерий отказа от интенсивной физической нагрузки / С. Я. Классина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 68–73.
16. Петрова Т. Н. Сравнительная характеристика функциональных возможностей кардиореспираторной системы у студентов-спортсменов / Т. Н. Петрова, В. К. Таланцева, О. В. Шиленко [и др.] // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2022. – №1. – С. 100–106.

ADAPTATION OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF FEMALE STUDENTS AGED 18–20 YEARS TO TRX FUNCTIONAL TRAINING

Lobastova K. Yu.¹, Kislyakova S. S.²

¹*South Ural State University, Chelyabinsk, Russia*

²*Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia*

E-mail: kristina.lobastova94@mail.ru

The purpose of the study: to study the adaptive mechanisms of the cardiorespiratory system of female students aged 18–20 years during functional training with suspension loops.

Research objectives:

1. To determine the indicators of the adaptive mechanisms of the cardiorespiratory system of girls aged 18–20 years engaged in functional training with suspension loops and standard physical education.

2. To identify the dynamics of changes in the adaptive mechanisms of the cardiorespiratory system of girls aged 18–20 years engaged in functional training with suspension loops.

Research methods: 40 female students aged 18–20 years of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "SUSU (National Research University)" in Chelyabinsk took part in this study. In our study, to study the cardiorespiratory system, we used measurements of body length and weight, vital capacity (VC), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), chest circumference (CWC), and respiratory rate (RR). Based on the measurements, we calculated the expected vital capacity (EVC), vital index (VI), Bogomozov index, stroke volume (SV), minute volume (MOC), Robinson index, Crempston index, Hildebrandt index, functional change index (FCI), and adaptation potential according to R. M. Baevsky. Ruffier-Dixon, Stange, and Genchi tests were also conducted.

Results of the study: The conducted study allowed us to identify various mechanisms of adaptation of the cardiorespiratory system of female students to training on hanging loops. Statistically significant changes in the respiratory system of girls of the main group were revealed according to the parameters of the Stange and Genchi tests, as well as respiratory rate. The parameters of the Genchi test significantly changed by 2.6 seconds ($p \leq 0.05$), and the parameters of the Stange test – by 4.6 seconds ($p \leq 0.05$). The decrease in respiratory rate was 1.9 times per minute ($p \leq 0.05$). The change in these parameters indicates tolerance to hypoxia during exercise and an improvement in the oxygen transport function of the girls' body as a whole. A reliable decrease in the Robinson index by 10.8 units ($p \leq 0.001$) was observed, which indicates the predominance of the parasympathetic regulation circuit of the autonomic nervous system during the adaptation of the girls' body training on hanging loops. At the second stage of the study, the functional reactivity of the cardiovascular system of the female students of the main group improved according to the Ruffier-Dixon test ($p \leq 0.05$). There were also reliable changes in the values of SBP in the main group by 6.5 mmHg ($p \leq 0.05$), DBP – by 6.3 mmHg ($p \leq 0.05$), HR – by 5.15 bpm ($p \leq 0.05$) compared to the control group. The obtained results are fully consistent with the

ideas about the economization of the cardiovascular system formed in the process of long-term adaptation to functional training. The level of adaptation potential of the girls of the main group according to the Baevsky index was within the age norm and corresponded to a satisfactory level of adaptation ($p \leq 0.001$). According to the Bogomozov index ($p \leq 0.01$) and the Adamovich IFI ($p \leq 0.001$), the functional capabilities of the cardiovascular system of the girls in the main group were good, and the adaptation mechanisms were stable, the effect of physical activity was compensated by the mobilization of the body's internal reserves.

Conclusion: In connection with the obtained results, it is necessary to continue further research on the influence of training with suspension loops on the functional state of girls in order to find effective combinations of different training modes for the development of long-term adaptation in this fitness area.

Keywords: cardiorespiratory system, adaptive mechanisms, functional condition, functional training with suspension loops, female students 18–20 years old.

References

1. Julija Andrejeva, Anastasija Grisanina, Grazina Sniepiene, Asta Mockiene, Dainora Strazdauskaite. The effect of TRX suspension trainer and BOSU platform after reconstruction of anterior cruciate ligament of the knee joint. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, **26** (1), 47 (2022).
2. Vural F., Erman B., Ranisavljev I., Yuzbasioglu Y., Copic N., Aksit T., Dopsaj M., Ozkol M. Z. Can different variations of suspension exercises provide adequate loads and muscle activations for upper body training? *PLoS One*. **18** (9), 1 (2023).
3. Leung K., Chou L., Bazhenov V. M. (transl. by). *Trenirovki s podvesnymi remnyami [Training with suspension straps]*. 144 p. (Minsk: Popurri, 2016).
4. Grabovskaya E. Yu. *Physiology of adaptation processes (course of lectures)*. 106 p. (V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Simferopol, 2020).
5. Komici K., D'Amico F., Verderosa S., Piomboni I., D'Addona C., Picerno V., Bianco A., Caiazzo A., Bencivenga L., Rengo G. et al. Impact of Body Composition Parameters on Lung Function in Athletes. *Nutrients*. **14** (3844), 1 (2022).
6. Khatoun Z., Afridi M. A., Taqdees-e-Maryam, Gull A., Farheen H. Level of cardiovascular fitness and its relationship with physical activity and body mass index in young adults of Islamabad. *Journal of the Pakistan Medical Association*, **71** (8), 1950 (2021).
7. Tyatenkova N. N., Spivak A. I., Bragina A. Jr., Teplyakova O. N., Uvarova Yu. E. Physical development and body composition of female students in a pandemic. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **8** (74), 2, 228 (2022).
8. Suyundikova Zh. T., Galym A. A. The functional state of the respiratory system of students of Kostanay State Pedagogical Institute. *PUBLISHERS of Kostanay State Pedagogical Institute*, **3** (47), 79 (2017).
9. Gross E. R., Ogandzhanov A. L. Functional changes of body systems in female students of a higher educational institution under the influence of physical culture and sports activities of various orientations. *MCU Journal of Natural Sciences*, **4** (44), 60 (2021).
10. Korzhenevsky A. N., Korzhenevskaya E. I., Kolokatova L. F., Vorobyov A. A. Improving the effectiveness of physical training of students, taking into account the data of complex control of the state of the main functional systems of the body. *The scientific theoretical journal «Sports science bulletin»*, **4**, 59 (2014).
11. Miroshnikov A. B., Formenov A. D., Manidichev S. N., Agapkin S. N., Smolensky A. V. The effect of high-intensity aerobic work on the oxidative abilities of working muscles and blood pressure in athletes of power sports: a randomized controlled cross-sectional study. *Journal of New Medical Technologies*. **26**, 4, 115 (2019).
12. Shchankin A. A., Shchankina G. I., Arbutov N. N. Hemodynamics and physical activity. *Science Time*. **11** (35), 558 (2016).

13. Tishutin N. A., Malakh O. N., Krestyaninova T. Yu. Analysis of the state and reactivity of hemodynamic parameters in athletes in response to dosed physical activity. *The Journal «Physical culture and health»*. No. 7, p. 141-145 (2020).
14. Xu H, Chu W, Liu X, Zhang S, Yang Z, Zheng J, Gao X, Zhang Z, Cao D. Study on the accuracy of cardiopulmonary physiological measurements by a wearable physiological monitoring system under different activity conditions. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi*. 37 (1), p. 119-128 (2020).
15. Klassina S. Ya. Hildebrandt index as a prognostic criterion for refusing intense physical activity. *Science and sport: modern tendencies*, 7, 2, 68 (2019).
16. Petrova T. N., Talantseva V. K., Shilenko O. V., Pinchuk T. V. Comparative characteristics of the functional capabilities of the cardiorespiratory system in student athletes. *Izvestiya TulGU.*, 1, 100 (2022).