

УДК 612.2:612.766.1]:055,2-053.82

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЕВУШЕК 19-20 ЛЕТ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Буков Ю.А., Минина Е.Н.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: tnu-fr @ rambler.ru*

Проведены исследования адаптационных резервов респираторной системы молодых девушек с различным уровнем физической работоспособности. Выявлено, что энергетические ресурсы организма во многом определяются функциональными резервами кислородтранспортной системы.

Ключевые слова: девушки, респираторная система, физическая работоспособность, функциональные резервы.

ВВЕДЕНИЕ

Адаптивные способности человека в значительной степени зависят от резервных возможностей его организма. В свою очередь функциональные резервы основных физиологических систем и их взаимодействие определяют «запас здоровья», его потенциальные ресурсы [1]. Среди практически здоровых людей с одинаковыми среднестатистическими параметрами, не выходящими за пределы физиологической нормы, можно выделить группы людей с разными резервными возможностями и, следовательно, с разным уровнем качественного и количественного состояния приспособительных механизмов, вплоть до пограничных состояний между здоровьем и болезнью. При этом основным критерием формирования этих состояний следует считать уровень энергетического потенциала организма [2]. Следовательно, чем выше доступные для использования резервы биоэнергетики, тем более жизнеспособен организм человека.

Способность к выполнению мышечной работы, являющейся одной из важнейших биологических функций человека, определяется возможностями потребления кислорода. Чем выше способности организма использовать кислород в метаболических реакциях, тем выше его аэробный потенциал и физическая работоспособность [3]. Обеспечение адекватного метаболическому запросу кислородного режима организма определяется в первую очередь возможностями кислородтранспортной системы. В ряде случаев система транспорта кислорода выступает в качестве лимитирующего фактора приспособительных возможностей организма [4]. В этой связи оценка функциональных резервов системы обеспечения организма кислородом является важным звеном в комплексной характеристике адаптационного потенциала организма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 50 девушек в возрасте 19-20 лет. С целью дифференцированной оценки адаптационных резервов респираторной системы все обследуемые были разделены на три группы, характеризующиеся различным уровнем физической работоспособности. Первую группу составили девушки с низким уровнем физической работоспособности (НУФР), во вторую группу были определены девушки со средними показателями работоспособности (СУФР) и третья группа была укомплектована девушками с высокими параметрами энергетического потенциала (ВУФР). Функциональное состояние респираторной системы изучали методом пневмотахометрии с использованием прибора «Спиро-Тест РС» с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. При этом фиксировали следующие функциональные показатели: объём легочной вентиляции (VE , л/мин), дыхательный объём (VT , мл), частоту дыхательных движений (f , цикл/мин), пиковую объёмную скорость форсированного выдоха (ПОС, л/с), максимальную вентиляцию лёгких (MVC , л), жизненную ёмкость лёгких (VC , л). Фракционное содержание кислорода и углекислого газа в пробах выдыхаемого (FE_{O_2} , FE_{CO_2} , об.%) воздуха определяли с использованием газоанализаторов ПГА-КМ и ПГ-ДУМ. В дальнейшем рассчитывали скорость потребления кислорода (VO_2 , мл/мин) и выделения углекислого газа (VCO_2 , мл/мин), вентиляционный эквивалент по кислороду (B_{EO_2} , отн.ед), процент утилизации кислорода (ΔFO_2), кислородную стоимость дыхательного цикла (VO_2/f , мл/цикл/мин), относительные величины легочной вентиляции (VE/W , л/мин/Ватт) и скорости потребления кислорода (VO_2/W , мл/мин/Ватт). Объёмные показатели приведены к условиям ВТРС, а показатели газообмена к альвеолярным. Функциональные возможности системы внешнего дыхания оценивали по параметрам резервов мощности (VC , ПОС, MVC), эффективности (B_{EO_2} , VO_2/f , ΔFO_2) и мобилизации (VT/VC , VE/MVC). Исследования проводились в условиях относительного покоя и при выполнении двухступенчатого велоэргометрического теста [5]. Результаты обрабатывались статистически с использованием t -критерия Стьюдента и корреляционного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как следует из представленных результатов исследования, девушки с различным уровнем работоспособности обладали различными приспособительными возможностями, которое в полной мере можно характеризовать функциональными резервами кардиореспираторной системы. Значительная роль в реализации метаболического запроса организма отводится системе внешнего дыхания. Оценка состояния вентиляционной и газообменной функций лёгких девушек проводилась как в состоянии покоя, так и при выполнении дозированных физических нагрузок (табл. 1).

Таблица 1.
Показатели вентиляторной и газообменной функции девушек 19-20 лет с
различным уровнем физической работоспособности

Показатели	группа	покой	1 нагрузка	2 нагрузка	P1-2	P1-3	P2-3
f, цикл/мин	НУФР	20,4±0,5	22,8±0,2	28,6±0,3	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	СУФР	18,0±0,2	20,2±0,2	31,1±0,2	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	ВУФР	14,0±1,07	25,1±0,2	27,2±0,3	p<0,001	p<0,001	p<0,001
V _T ,мл	НУФР	630,0±41,0	1226,7±45,4	1860±26,5	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	СУФР	568,3±13,5	1057,3±23,5	1516±123,5	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	ВУФР	537,8±10,0	1286,8±50,5	1515,8±100,3	p<0,01	p<0,001	p<0,05
VE,л/мин	НУФР	13,01±0,64	26,2±0,92	53,6±3,25	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	СУФР	10,23±0,87	20,74±1,07	47,2±1,87	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	ВУФР	7,53±1,07	32,3±1,95	41,23±8,25	p<0,001	p<0,001	
PE O ₂ ,мм.рт. ст	НУФР	124,2±1,8	119,5±0,9	118,6±1,2	p<0,05	p<0,05	
	СУФР	127,71±1,90	116,1±0,80	114,2±0,97	p<0,001	p<0,001	
	ВУФР	114,7±2,1	112,6±1,0	111,2±1,3			
PE CO ₂ ,мм рт.ст	НУФР	22,2±0,5	27,9±1,0	29,5±0,9	p<0,001	p<0,001	
	СУФР	21,6±0,4	30,1±0,6	30,8±0,2	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	ВУФР	25,6±0,9	31,3±0,9	32,8±0,6	p<0,001	p<0,001	
VO ₂ , мл/мин	НУФР	448±11,0	1100,4±45,1	2123,6±75,2	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	СУФР	343,2±10,0	904,9±35,1	1950±40,1	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	ВУФР	325,8±10,0	1392,2±15,6	1616±20,5	p<0,001	p<0,001	p<0,001
VCO ₂ , мл/мин	НУФР	369,7±11,7	998,5±46,1	2124,7±57,4	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	СУФР	274,4±12,1	805,3±21,7	1755±41,7	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	ВУФР	244,2±12,0	1127,7±22,3	1325,1±31,4	p<0,001	p<0,001	p<0,001

В условиях относительного покоя для девушек с низким уровнем работоспособности характерным являлся высокий объём легочной вентиляции, величина которого составляла 13,01±0,64 (л/мин), что на 27,5 % выше значений, зарегистрированные в группе СУФР, (p<0,05) и на 72,8 %, (p<0,001) больше по отношению к группе ВУФР. Высокие значения VE в группе НУФР были связаны с тахипноическим паттерном дыхания, тогда как с ростом показателей физической работоспособности, особенно в группе ВУФР, паттерн дыхания приобретал черты брадипноического. Формирование брадипноического паттерна дыхания, снижение величины дыхательного объёма примерно до 537,8±10,0 мл у девушек с высоким уровнем работоспособности является проявлением феномена экономизации функции и свидетельствует о значительном расширении функциональных резервов организма. Высокая вентиляторная активность в состоянии относительного покоя у девушек группы НУФР нашла свое отражение и в кинетике респираторных газов. Зарегистрированы высокие значения парциального давления кислорода в пробах выдыхаемого воздуха, величина которого составляла 124,2±1,8 мм рт.ст. и низкие величины PE_{CO₂} в пределах 21-22 мм рт.ст. по сравнению с показателями в группе ВУФР, (p<0,05-0,01). Отмеченная динамика изменения состава выдыхаемого воздуха может свидетельствовать об избыточной вентиляции в состоянии покоя,

что в дальнейшем может являться провоцирующим фактором развития гипокapнического состояния. Относительная гипервентиляции в состоянии покоя в группе НУФР сопровождалась увеличением скорости потребления кислорода до $448,8 \pm 11,0$ мл/мин и выделения углекислого газа до $369,7 \pm 11,7$ мл/мин, что на 30,0 %, ($p < 0,001$) больше относительно показателей в группе СУФР и примерно в 1,5 раза ($p < 0,001$) выше значений, зафиксированных в группе ВУФР. Данный факт может свидетельствовать о росте энергетических трат респираторной мускулатуры и повышение кислородной «стоимости» дыхания.

Таким образом, в состоянии относительно покоя для девушек с низкими показателями физической работоспособности характерным является тахипноический тип дыхания, относительная гипервентиляция, высокие энергетические траты респираторной мускулатуры. С повышением физической работоспособности паттерн дыхания приобретал черты брадипноического, отмечалась экономизация вентиляторной функции, снижение энергетических трат на осуществление дыхательного акта. Все эти изменения можно связать с ростом функциональных резервов и повышением приспособительных возможностей организма.

Вместе с тем физиологические характеристики системы внешнего дыхания в состоянии покоя не дают полного представления о её функциональных возможностях. Использование физических нагрузок в этой связи является тем инструментом, который позволяет выявить адаптационную тренированной системы и её функциональные резервы. С этой целью использовали велоэргометрический тест, состоящий из двух нагрузок различной мощности (табл. 1). Предъявление организму функциональных требований в виде физических нагрузок сопровождалось у обследуемых различных групп активизацией легочной вентиляции. Однако выраженность вентиляторной реакции была различна. Так как в группах обследуемых использовали нагрузки различной мощности, то с целью объективной оценки достигнутых уровней вентиляторной реактивности рассчитывали относительную величину прироста VE на один Ватт выполняемой нагрузки (рис. 1).

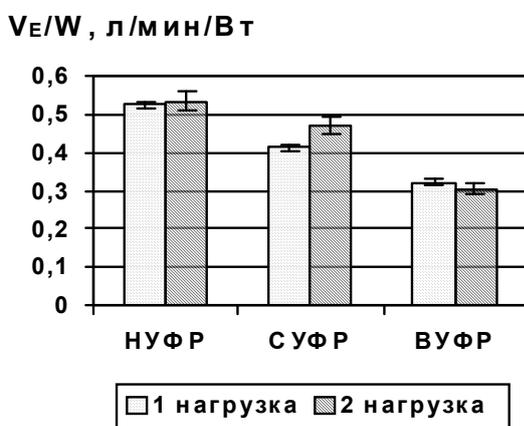


Рис. 1. Относительные величины вентиляторной реакции обследуемых при выполнении нагрузочного теста.

Как видно из графика в группах девушек НУФР и СУФР вентиляторная реакция носила ярко выраженный характер, при этом наибольшие величины прироста объёма легочной вентиляции наблюдались в группе девушек с низким уровнем физической работоспособности. С началом выполнения нагрузочного теста относительный прирост вентиляции составил у них в среднем $0,525 \pm 0,028$ л/мин/Вт и практически в дальнейшем не изменялся. В группе СУФР зарегистрировано ступенчатое повышение вентиляторной реакции с $0,414 \pm 0,019$ л/мин/Вт на первой нагрузке до $0,472 \pm 0,016$ л/мин/Вт в конце нагрузочного теста ($p < 0,05$). Для обследуемых девушек с высоким уровнем физической работоспособности характерным являлись низкие значения VE/Вт, не превышавшие $0,323 \pm 0,014$ л/мин/Вт на каждой ступени нагрузки. Во всех группах обследуемых легочная вентиляция увеличивалась при выполнении физической работы, как за счёт роста частотного компонента, так и объёмных характеристик дыхания. Вместе с тем следует отметить, что при выполнении стандартной физической нагрузки мощностью 100 Ватт (для групп НУФР и СУФР это вторая, а для группы ВУФР первая нагрузка) величина дыхательного объёма была минимальной в группе ВУФР и не превышала величины $1286,8 \pm 50,0$ мл. У девушек со средними и низкими показателями физической работоспособности этот показатель возрастал до $1516,0 \pm 23,5$ мл и $1860,0 \pm 26,5$ мл соответственно, ($p < 0,001$). Для девушек групп СУФР и НУФР характерным было также и более выраженное увеличение частотных характеристик дыхания по сравнению с обследуемыми группы ВУФР. Формирование паттерна дыхания, характеризующегося значительными объёмно-частотными составляющими, представляется энергетически не выгодным с точки зрения обеспечения приспособительного эффекта [6]. Значительные энергетические траты, связанные с работой респираторной мускулатуры, очевидно, могут служить лимитирующим фактором эффективности мышечной деятельности. На Рисунке 2 представлены относительные показатели потребления кислорода у обследуемых при выполнении нагрузки мощностью 100 Ватт.

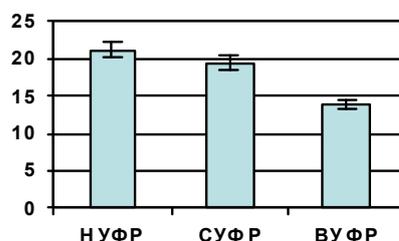
VO₂/W, мл/мин/Вт

Рис. 2. Относительные величины потребления кислорода у обследуемых при выполнении нагрузки 100 Вт.

Как видно из графика, наибольшие энергетические траты, связанные с преодолением нагрузки были у девушек с низким и средним уровнем физической работоспособности. На один Ватт мощности выполняемой нагрузки потребление

кислорода составляло у них $22,0 \pm 0,1$ и $19,5 \pm 0,2$ мл/мин/Вт соответственно. У девушек с высоким уровнем работоспособности энергетические траты были значительно ниже и не превышали значений $13,9 \pm 1,1$ мл/мин/Вт, ($p < 0,001$), что может свидетельствовать о достаточно высокой эффективности кислородтранспортной системы в обеспечении мышечной деятельности. Следовательно, чем выше физическая работоспособность у девушек 19-20 лет, тем в меньшей степени выражена вентиляторная реакция на стандартную физическую нагрузку, и тем меньше энергетические траты респираторной мускулатуры в валовом расходе энергии организмом.

С ростом эффективности вентиляции улучшались условия для газообмена в легких. К числу наиболее информативных показателей, характеризующих активность газообменных процессов, относят величины парциальное давление кислорода и углекислого газа в составе выдыхаемого воздуха. Изменение показателей PEO_2 и $PECO_2$ напрямую связано с уровнем газообмена и вентиляторной реакцией и определяет направленность приспособления внешнего дыхания в связи с меняющимися условиями [7] (рис. 3).

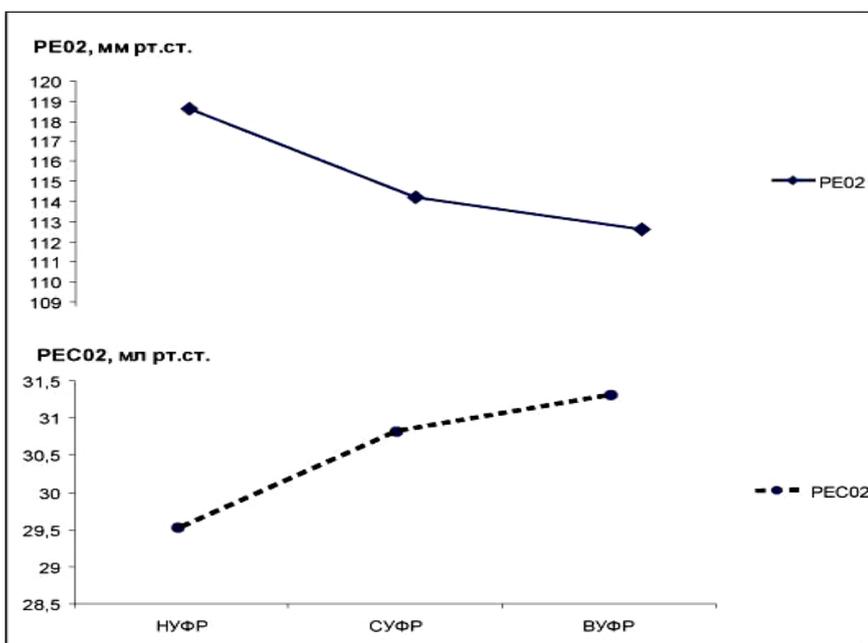


Рис. 3. Изменение состава выдыхаемого воздуха у обследуемых при выполнении нагрузки 100 Вт.

При предъявлении организму повышенных функциональных требований в виде физической нагрузки, мощностью 100 Ватт, у девушек с различным уровнем работоспособности отмечается разнонаправленное изменение газообмена. Для лиц с низким уровнем работоспособности характерным являются высокие значения PEO_2

в пределах $118,6 \pm 1,2$ мм рт.ст. и низкие величины $PECO_2$, составляющие $29,5 \pm 0,9$ мм рт.ст. по отношению к девушкам групп СУФР и ВУФР, ($p < 0,05$). С повышением физической работоспособности отмечалось снижение pO_2 и повышение pCO_2 в пробах выдыхаемого воздуха. Данная динамика свидетельствует с одной стороны о росте возможностей для обеспечения адекватного кислородного режима организма, а с другой стороны созданию условий для поддержания изокапнического уровня CO_2 .

Учитывая то, что адаптационные возможности организма определяются в первую очередь функциональными резервными основными физиологическими систем, то выявление их уровня представляется крайне важным аспектом интегральной оценки активной жизнеспособности человека. Значительная роль в приспособительных реакциях организма отводится системе внешнего дыхания как основного звена единой кислородтранспортной системы. Потенциальные резервы системы дыхания характеризуются её способностью обеспечить адекватный кислородный режим организма за счет реализации резервов мощности, мобилизации и эффективности (табл. 2).

Таблица 2

Показатели резервных возможностей системы внешнего дыхания девушек 19-20 лет с различным уровнем физической работоспособности С.Н.

Показатели и условия		НУФР	СУФР	ВУФР	P1-2	P1-3	P2-3
VC, л	Покой	$3,5 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,2$	$3,41 \pm 0,7$			
	1 нагрузка	$3,5 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,7$	$4,12 \pm 0,1$		$p < 0,001$	
	2 нагрузка	$3,5 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,2$	$4,07 \pm 0,1$	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
MVC, л	Покой	$95,1 \pm 1,2$	$102,4 \pm 0,9$	$159,1 \pm 2,5$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
PEV, л/с	Покой	$5,50 \pm 0,3$	$5,02 \pm 0,4$	$6,7 \pm 0,9$			
	1 нагрузка	$5,90 \pm 0,2$	$5,84 \pm 0,2$	$7,0 \pm 0,3$		$p < 0,05$	$p < 0,05$
	2 нагрузка	$5,4 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,2$	$7,3 \pm 0,5$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
$V_T / VC, \%$	2 нагрузка	$53,7 \pm 1,5$	$47,2 \pm 2,0$	$37,3 \pm 1,8$	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
VE/ MVC, %	2 нагрузка	$56,1 \pm 1,1$	$46,2 \pm 1,5$	$25,9 \pm 1,0$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
R, отн.ед	Покой	$0,82 \pm 0,02$	$0,80 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,01$		$p < 0,05$	$p < 0,05$
	1 нагрузка	$0,90 \pm 0,04$	$0,89 \pm 0,01$	$0,81 \pm 0,01$		$p < 0,05$	$p < 0,001$
	2 нагрузка	$0,99 \pm 0,04$	$0,90 \pm 0,01$	$0,82 \pm 0,01$	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
$\Delta FO_2, \text{ об}\%$	Покой	$3,4 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,1$	$4,8 \pm 0,1$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
	1 нагрузка	$4,2 \pm 0,1$	$4,6 \pm 0,1$	$5,2 \pm 0,1$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
	2 нагрузка	$4,1 \pm 0,1$	$4,9 \pm 0,1$	$5,3 \pm 0,1$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
VO ₂ /f мл/цикл/мин	Покой	$21,9 \pm 1,1$	$19,0 \pm 0,8$	$23,2 \pm 0,5$	$p < 0,05$		$p < 0,001$
	1 нагрузка	$48,2 \pm 1,0$	$45,2 \pm 0,9$	$55,6 \pm 1,1$	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
	2 нагрузка	$75,8 \pm 1,2$	$62,9 \pm 1,0$	$59,4 \pm 1,2$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,05$

Наиболее информативными показателями, характеризующими резервы мощности системы дыхания, являются жизненная ёмкость лёгких (VC),

максимальная вентиляция лёгких (MVC), пиковая объёмная скорость форсированного выдоха (PEV). Резервы мобилизации оценивали по отношению величины дыхательного объёма к жизненной ёмкости легких (VT/VC) и отношению объёма лёгочной вентиляции к уровню максимальной вентиляции лёгких (VE/MVC). Резервы эффективности характеризовали показателями дыхательного коэффициента (R), процентной величиной утилизации кислорода (ΔFO_2), кислородной «стоимости» дыхательного цикла (VO_2/f).

Как известно, способность поддерживать адекватный метаболическому запросу уровень вентиляции характеризуется величиной VC [8]. Как следует из представленных результатов, значения VC в состоянии покоя у девушек с различным уровнем работоспособности практически не различались и находились в пределах возрастной нормы. В месте с тем при проведении динамической спирометрии в группе девушек СУФП зарегистрирован рост величины жизненной ёмкости легких при выполнении стандартной нагрузки, мощностью 100 Ватт до $4,12 \pm 0,10$ л, ($p < 0,001$), тогда как этот показатель в группах НУФР и СУФР не изменялся. Можно предположить, что обеспечение высокого уровня физической работоспособности связано с необходимостью увеличения активности респираторной мускулатуры, что является необходимым условием роста толерантности к физическим нагрузкам. Важной характеристикой резервов мощности системы внешнего дыхания является способность поддерживать высокий уровень вентиляции и объёмно-скоростные характеристики бронхиальной проходимости (рис. 4).

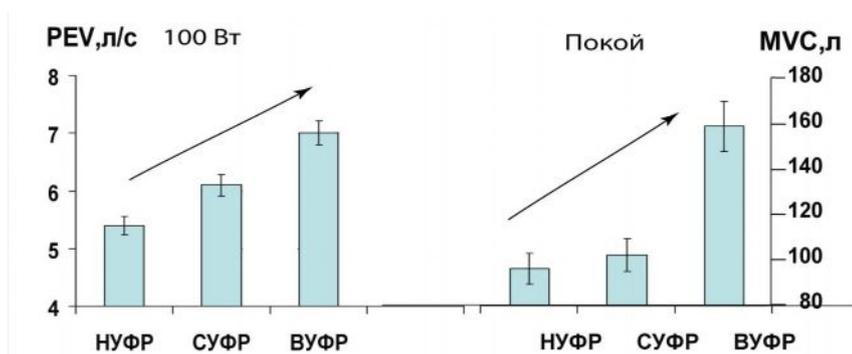


Рис. 4. Сравнительная характеристика резервов мощности в группах с различным уровнем физической работоспособности.

Определение уровня максимальной произвольной вентиляции даёт возможность оценить потенциальные вентиляторные способности системы дыхания. Девушки с высоким уровнем физической работоспособности обладали значительными способностями к осуществлению вентиляторной функции. Величины MVC у них в среднем составляли $159,1 \pm 2,5$ л, что на 40,2 %, ($p < 0,001$) выше значений девушек группы НУФР и на 35,6%, ($p < 0,001$), превышали данные группы СУФР. Способность развивать высокую вентиляторную мощность в

значительной степени определяет объёмно-скоростные характеристики воздушного потока в бронхах. Наименьшие значения пиковой объёмной скорости воздушного потока в бронхах при нагрузке 100 Ватт были зарегистрированы в группе девушек НУФР, ($5,4 \pm 0,2$ л/с). С ростом физической работоспособности повышались и показатели бронхиальной проходимости, особенно при функциональной нагрузке. В группе девушек СУФР за счет роста мощности дыхательного аппарата пиковые значения максимального форсированного выдоха увеличивались до $6,1 \pm 0,2$ л/с, ($p < 0,05$), тогда как в группе ВУФР эти значения составляли $7,0 \pm 0,3$ л/с, ($p < 0,05$).

Резервы мобилизации системы внешнего дыхания при выполнении стандартной физической нагрузки могут свидетельствовать о степени реализации резервных возможностей, направленных на осуществление приспособительного эффекта (рис. 5).

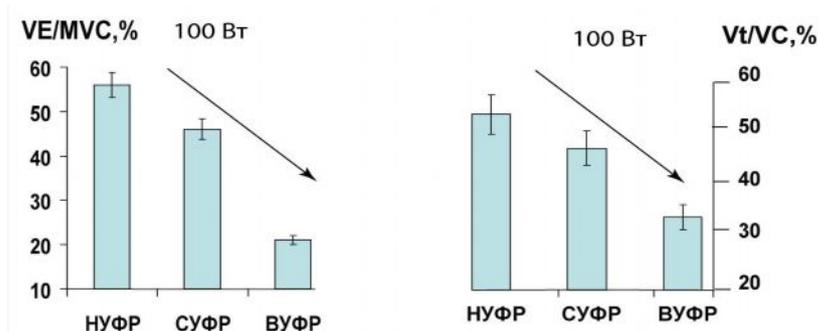


Рис. 5. Сравнительная характеристика резервов мобилизации в группах с различным уровнем физической работоспособности.

По этому, чем в меньшей степени задействованы резервы в процессе адаптации, тем выше потенциальные ресурсы системы. Анализируя полученные результаты, следует обратить внимание на то, что девушки с высоким уровнем физической работоспособности значительно превосходили своих сверстниц из других групп по способности эффективно адаптироваться к физическим нагрузкам. Так, для обеспечения адекватного кислородного режима организма в условиях повышенного функционального запроса, увеличение дыхательного объёма у них не превышало 37,3% жизненной ёмкости легких, тогда как в группе НУФР эти значения возрастали до 47,2 %, ($p < 0,01$), а для девушек группы НУФР требовалось использование более 53,7% VC, ($p < 0,01$) для обеспечения адекватного вентиляторного ответа. Оценивая использование резервов мобилизации по соотношению VE/MVC при стандартной физической нагрузке можно определить уровень напряжения вентиляторного аппарата в реализации метаболического запроса организма. Наиболее значительные вентиляторные ресурсы использовались девушками с низким уровнем физической работоспособности. Уровень легочной вентиляции у них составлял 56,1 % максимальной вентиляции легких при выполнении нагрузки в 100 Ватт, что может свидетельствовать о значительных энергетических тратах на осуществление вентиляции. Наименьшие значения VE/MVC были зарегистрированы в группе ВУФР, которые не превышали 25,9 %, ($p < 0,001$). Следовательно, чем выше уровень физической работоспособности

девушек, тем в меньшей степени реализуются потенциальные возможности аппарата дыхания при стандартной физической нагрузке, тем в большей степени выражен экономизирующий эффект.

Об эффективности легочной вентиляции судили по показателям дыхательного коэффициента и величине утилизации кислорода (рис. 6.).

Дыхательный коэффициент, как известно, характеризует, с одной стороны, уровень метаболизма, а с другой стороны свидетельствует о степени развития гипервентиляции в ответ на функциональную нагрузку [9].

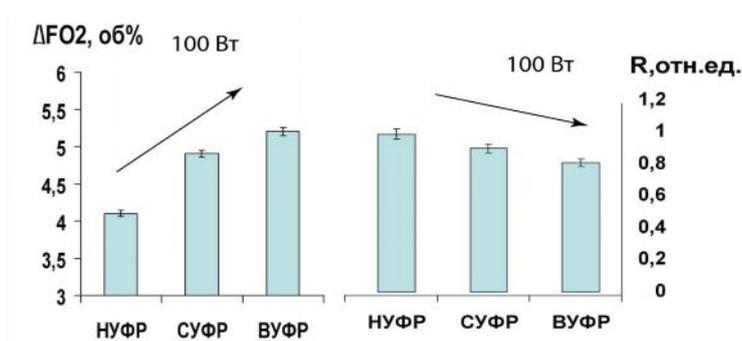


Рис. 6. Сравнительная характеристика резервов мобилизации в группах с различным уровнем физической работоспособности.

Как видно из рисунка наибольшие значения дыхательного коэффициента при нагрузке в 100 Ватт были зафиксированы в группе НУФР, когда его величины приближались в среднем к 1,00, ($p < 0,01$), что можно классифицировать как состояние гипервентиляции, сопровождающиеся значительным усилением элиминации метаболического CO_2 через легкие. В группе девушек с высоким уровнем работоспособности величины дыхательного коэффициента не превышали значений $0,81 \pm 0,01$, ($p < 0,01$), что даёт основание сделать заключения о росте эффективности системы внешнего дыхания в обеспечении газового гомеостаза организма. Важным параметром эффективности системы внешнего дыхания является также показатель утилизации кислорода. Наибольшие значения ΔFO_2 , как в состоянии покоя, так и при нагрузке 100 Ватт зарегистрированы в группе ВУФР. Снижение вентиляторной реакции у девушек этой группы сопровождалось ростом эффективности газообменной функции, что нашло свое отражение в увеличении утилизации кислорода из вдыхаемого воздуха в среднем на 50,0 %, ($p < 0,01$) относительно девушек с низким и средним уровнем физической работоспособности. Данная динамика сохранилась и при выполнении стандартной физической нагрузки: с ростом физической работоспособности возможности утилизации кислорода возрастали, при этом уровень вентиляторной реактивности снижался.

Таким образом, с ростом физической работоспособности у девушек 19-20 лет отмечалось повышение функциональных резервов, увеличение эффективности и экономичности респираторной системы.

ВЫВОДЫ

1. Функциональные резервы респираторной системы являются лимитирующим фактором физической работоспособности девушек 19-20 лет, что в значительной степени ограничивает приспособительные возможности организма.
2. Для девушек с низким уровнем физической работоспособности характерным являлись тахипноический паттерн дыхания, высокая вентиляторная активность в состоянии покоя, измененный баланс CO_2 в организме, значительные энергетические траты респираторной мускулатуры. Рост энергетического потенциала организма у девушек групп СУФР и ВУФР сопровождался оптимизацией вентиляторной функции и кислородного режима организма. Выявленный эффект экономизации респираторной системы проявлялся в большей степени по мере повышения уровня физической работоспособности девушек.
3. При выполнении стандартного нагрузочного теста выявлены различные уровни вегетативного обеспечения деятельности. Наиболее выраженные вентиляторные реакции отмечались в группе НУФР. Так, относительный прирост вентиляции у них превышал значения VE/W в группе СУФР в среднем на 20,0 %, ($p < 0,01$), а в группе ВУФР на 41,0 %, ($p < 0,001$); скорость потребления кислорода VO_2/W при этом увеличивалась более чем на 37,0%, ($p < 0,001$) относительно группы ВУФП. У девушек с различным уровнем работоспособности выявлены разноплановые изменения в газообмене, связанные с кинетикой респираторных газов: для лиц с низким уровнем работоспособности характерными были высокие значения PO_2 и низкие величины PCO_2 в составе выдыхаемого воздуха. С повышением физической работоспособности уровень газообмена изменялся, обеспечивая газовый гомеостаз организма.
4. Реализация потенциальных резервов мощности, мобилизации и эффективности респираторной системы при выполнении физических нагрузок характеризует её способности обеспечить адекватный кислородный режим организма. Так, максимальный уровень произвольной вентиляции у девушек группы ВУФР составлял около 160 л, что на 35,6 % выше значений группы СУФР и на 40,2 % группы НУФР, ($p < 0,001$). Наименьшие значения пиковой объёмной скорости воздушного потока в бронхах были зарегистрированы в группе НУФР, не превышавшие $5,4 \pm 0,2$ л/с. Рост мощности дыхательного аппарата у девушек групп СУФР и ВУФР сопровождался увеличением ПОС, при чем максимальные значения были отмечены у девушек с высоким уровнем физической работоспособности в пределах $7,0 \pm 0,2$ л/с, ($p < 0,01$). Высокий уровень толерантности к физическим нагрузкам у девушек группы ВУФР определялся меньшим напряжением респираторной системы в обеспечении метаболического запроса организма, что проявлялось снижением энергетических трат на осуществление вентиляции. При этом показатели эффективности возрастали.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева // Москва, Из-во Российского университета дружбы народов. – 2006. – 281 с.
2. Апанасенко Г.Л. Эволюция биоэнергетики и здоровье человека / Г.Л. Апанасенко // С-П.: МГП «Петрополис», 1992. – 124 с.
3. Виру А.А. Аэробные упражнения. / А.А. Виру, Т.А. Юримяз, Т.А. Смирнова // Москва. Из-во «Физическая культура и спорт». – 1988. – 142 с.
4. Дубилей В.В. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов / Дубилей В.В., Дубилей П.В., Кучкин С.Н. – Казань, 1991. – 143 с.
5. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / Аулик И.В. // М.- Медицина, 1990. – 192 с.
6. Бреслав И.С. Паттерн дыхания / Бреслав И.С. // Ленинград Наука. – 1984. – 204 с.
7. Норейко Б.А. Клиническая физиология дыхания / Норейко С.Б. // Донецк: КИТИС, 2000. – 116 с.
8. Кучкин С.Н. Резервы дыхательной системы при различных уровнях аэробной производительности / С.Н. Кучкин // Физиология человека. 1983. – Т.9., №3 – С.406–415.
9. Шишкин Г.С. Функциональная вариабельность показателей вентиляции и газообмена у здоровых молодых мужчин в Западной Сибири / Г.С. Шишкин, Н.В. Устюжанникова // Физиология человека – 2006. –Т.32., №3. – С. 70–83.

Буков Ю.О. Порівняльна характеристика адаптаційних резервів респіраторної системи дівчат 19-20 років з різним рівнем фізичної працездатності / Ю.О. Буков, О.М. Мініна // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 4. – С. 24-35.

Проведені дослідження адаптаційних резервів респіраторної системи молодих дівчат з різним рівнем фізичної працездатності. Виявлено, що енергетичні ресурси організму багато в чому визначаються функціональними резервами кислородтранспортної системи.

Ключові слова: дівчата, респіраторна система, фізична працездатність, функціональні резерви.

Bukov U.A. Comparative description of adaptation backlogs of respirator system of girls is 19-20 years with different level of physical capacity / U.A. Bukov, E.N. Minina // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 4. – P. 24-35.

Researches of adaptation backlogs of the respirator system in young girls were performed with the different level of physical capacity. It is exposed, that the energy resources of organism are determined in a great deal by functional backlogs of the oxygen-transport system.

Keywords: girls, respirator system, physical capacity, functional backlogs.

Поступила в редакцію 10.11.2011 г.