

УДК 796.92-053.5(571.122):612.1/.2

Нифонтова О. Л., Коньков В. З.
Nifontova O. L., Konkov V. Z.

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ
9–11 ЛЕТ, УРОЖЕНЦЕВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ**

**CARDIORESPIRATORY SYSTEM PERFORMANCE
IN OF 9–11 YEARS OLD SKI RACERS MID OB REGION NATIVES**

Проведено исследование кардиореспираторной системы лыжников-гонщиков и детей, не занимающихся спортом, в возрасте 9–11 лет. Установлено, что у юных спортсменов более развита дыхательная мускулатура и повышены предельные возможности дыхательной системы. Более высокие показатели гемодинамики у лыжников-гонщиков свидетельствовали о менее экономичной деятельности сердца и о суженном диапазоне приспособительных возможностей.

The cardiorespiratory system in 9–11 years old ski racers and children not practicing sports has been studied. It has been found that the young athletes have more developed respiratory muscles, and its mac performance is higher. The higher hemodynamic rates in the ski racers point to less efficient heart operation, and reduced adaptation.

Ключевые слова: кардиореспираторная система, лыжники-гонщики, Север.

Keywords: cardiorespiratory system, ski racers, North.

Одним из самых массовых видов спорта является лыжные гонки, который пользуются популярностью в силу своей доступности. Под влиянием систематических физических нагрузок в организме спортсмена развиваются устойчивые функциональные изменения. Важную роль при этом играет кардиореспираторная система, оптимизация функционирования которой является необходимым условием достижения спортсменами высоких результатов [6; 9].

Несомненный интерес вызывает проблема адаптации детей к физическим нагрузкам в специфических условиях Севера, так как на организм ребенка помимо физических нагрузок действует целый комплекс негативных внешних факторов, включающих суровые природно-климатические условия, урбанизацию и напряженную экологию [8].

В нашем исследовании приняли участие 36 мальчиков, уроженцев Среднего Приобья, в возрасте 9–11 лет. Все обследованные относились к 1-й и 2-й группам здоровья. Из общего числа обследованных выделено две группы: лыжники-гонщики начального этапа подготовки и мальчики, не занимающиеся спортом. Все спортсмены имели квалификацию не выше первого юношеского разряда и систематически занимались лыжными гонками 3 раза в неделю по 1,5–2 ч в день.

Для оценки функционального состояния дыхательной системы было проведено спирографическое исследование с помощью аппаратно-программного комплекса «Спиро-Спектр» (Россия, г. Иванов), который автоматически рассчитывал ряд показателей: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), резервные объемы вдоха ($PO_{вд}$) и выдоха ($PO_{выд}$), дыхательный объем (ДО), максимальная вентиляция легких (МВЛ) и должные значения ЖЕЛ и МВЛ. Для оценки выносливости дыхательной системы к гипоксии мы применяли функциональные пробы с произвольной задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генчи).

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) оценивалось по частоте сердечных сокращений (ЧСС), систолическому (СД) и диастолическому артериально-

му давлению (ДД) при помощи автоматического тонометра (Япония). Рассчитывали показатели систолического объема крови (СО), минутного объема крови (МОК) и сердечного индекса (СИ).

При помощи критерия Шапиро – Уилка осуществлялась проверка полученных данных на нормальность распределения. В случае нормального распределения данных использовался метод *t*-критерия Стьюдента для независимых выборок, при распределении данных, отличных от нормального – метод Манна – Уитни. Результаты исследования, которые подчинялись закону нормального распределения, представлялись в виде среднего значения (*M*) и стандартного отклонения (σ), данные, не подчиняющиеся закону нормального распределения – в виде медианы (*Md*), первого (*Q*₁) и третьего (*Q*₃) квартиля. Для всех проверяемых статистических гипотез различия считались значимыми при уровне $p < 0,05$.

Известно, что ЖЕЛ является основным легочным объемом, измеряемым при спирометрии и отражающим функциональные возможности дыхательной системы [5; 10]. Величина ЖЕЛ у детей и подростков зависит от возраста, пола, роста, антропометрических размеров грудной клетки, развития дыхательной мускулатуры, растяжимости легочной ткани и степени физической тренированности [4]. Наши исследования выявили, что данный показатель в обеих группах был в пределах физиологической нормы. Максимальные значения ЖЕЛ были зафиксированы в группе спортсменов, что, скорее всего, связано с развитием более мощной дыхательной мускулатуры в ответ на регулярные физические нагрузки (табл. 1).

По показателям $RO_{вд}$ и $RO_{выд}$, характеризующих способность респираторной системы к увеличению количества вентилируемого воздуха [5], в изучаемых группах достоверно значимых различий выявлено не было. Однако средние значения данных показателей у лыжников-гонщиков были несколько выше, чем в группе сравнения. Это свидетельствует о том, что у спортсменов имеется большая возможность для увеличения легочной вентиляции за счет включения этих объемов как в покое, так и при выполнении физических нагрузок [5].

Таблица 1

Показатели дыхательной системы мальчиков 9–11 лет, уроженцев Среднего Приобья

Показатель	Лыжники-гонщики	Неспортсмены	<i>p</i>
ЖЕЛ ¹ , л	2,52 ± 0,39	2,27 ± 0,58	0,15
ЖЕЛ ¹ , % от должного	102,78 ± 15,49	95,89 ± 11,13	0,13
$RO_{вд}^1$, л	1,17 ± 0,34	1,02 ± 0,49	0,32
$RO_{выд}^1$, л	0,76 ± 0,37	0,67 ± 0,21	0,37
ДО ² , л	0,37 (0,41; 0,61)	0,56 (0,50; 0,65)	0,38
Проба Штанге ¹ , с	43,39 ± 12,64	31,94 ± 9,01	0,003
Проба Генчи ¹ , с	18,95 ± 8,55	14,67 ± 4,21	0,06
МВЛ ¹ , %	77,30 ± 16,93	68,42 ± 14,37	0,10
МВЛ ¹ , % от должного	92,06 ± 18,91	85,35 ± 13,31	0,24

Примечание: 1 – критерий *t*-Стьюдента, (*M* ± σ); 2 – критерий Манна – Уитни (*Md* (первый (*Q*₁) и третий (*Q*₃) квартиль)).

Сравнивая показатели ДО, который влияет на объем альвеолярного мертвого пространства [11] достоверно значимых различий выявлено не было. Самые высокие значения были зафиксированы в группе неспортсменов.

Значимая роль в энергетическом обеспечении организма человека отводится МВЛ, которая в первую очередь зависит от величины дыхательного объема и частоты дыхания. Кроме того, на значения данного показателя влияет силовая выносливость респираторных мышц [1]. Данный показатель в норме составляет более 85 % от должной величины [10]. Нами выявлено, что величина МВЛ у спортсменов была на 8,88 л выше, чем у лиц, не занимающихся спортом. Следует отметить, что в обеих группах средние значения данного показателя нахо-

дились в пределах нормы, однако в группе спортсменов МВЛ соответствовала нижней границе нормы.

Для оценки выносливости дыхательной системы к гипоксии мы применяли функциональные пробы с произвольной задержкой дыхания. Как видно из представленных данных, в обеих группах задержка дыхания на вдохе была продолжительнее, чем на выдохе. При этом у спортсменов средние значения пробы Штанге были достоверно выше по сравнению с таковыми у детей, не занимающихся спортом ($p = 0,003$). Максимальные величины пробы Генчи были зафиксированы в группе спортсменов. Высокие значения данных функциональных проб у спортсменов могут свидетельствовать о значительных адаптационных возможностях организма и высокой вегетативной устойчивости к воздействию окружающей среды [7].

Таким образом, более высокие показатели дыхательной системы у лыжников-гонщиков 9–11 лет могут свидетельствовать о более развитой дыхательной мускулатуре и повышенных предельных возможностях системы внешнего дыхания по сравнению со сверстниками, не занимающимися спортом.

Система кровообращения служит своеобразным маркером характера адаптационных процессов, поэтому показатели гемодинамики являются универсальными индикаторами приспособительных процессов в организме [3]. Основные показатели системы кровообращения детей, уроженцев Среднего Приобья, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели гемодинамики мальчиков 9–11 лет, уроженцев Среднего Приобья ($M \pm \sigma$)

Показатель	Лыжники-гонщики	Неспортсмены	p
СД, мм рт. ст.	$98,67 \pm 8,74$	$99,72 \pm 15,30$	0,80
ДД, мм рт. ст.	$68,11 \pm 6,99$	$69,44 \pm 10,56$	0,66
ЧСС, уд./мин	$82,19 \pm 8,26$	$80,75 \pm 15,59$	0,75
СО, мл	$46,42 \pm 5,22$	$45,23 \pm 6,86$	0,58
МОК, мл/мин	$3812,73 \pm 564,25$	$3613,67 \pm 677,80$	0,37
СИ, л/мин/м ²	$3,38 \pm 0,74$	$3,14 \pm 0,73$	0,35

Частота сердечных сокращений является одним из наиболее лабильных показателей гемодинамики. Нами установлено, что в обеих группах ЧСС находилась в пределах физиологической нормы [2]. Достоверно значимых различий по данному показателю выявлено не было.

Следующим изучаемым показателем являлось артериальное давление, которое, как известно, зависит от сосудистого сопротивления артериальной системы и сердечного выброса [2]. В группе спортсменов САД и ДАД были несколько ниже, чем у их сверстников, не занимающихся спортом, хотя достоверных отличий мы не обнаружили.

Систолический объем (СО) является одним из основных параметров гемодинамики, который характеризует работоспособность сердца и функциональную мощность организма в целом [7]. По нашим данным, цифры СО в группе юных спортсменов практически не отличаются от величин группы сравнения.

Расчеты минутного объема крови (МОК) выявили, что максимальные значения данного показателя определяются в группе спортсменов. Хотелось бы отметить, что высокие значения МОК у лыжников-гонщиков достигаются за счет более высоких показателей как СО, так и ЧСС.

Показатели сердечного индекса (СИ), которые характеризуют влияние антропометрических данных на функцию сердечно-сосудистой системы, в обеих группах соответствовали эукинетическому типу кровообращения. Однако в группе спортсменов СИ был на $0,24$ л/мин/м² выше по сравнению с группой, не занимающихся спортом.

Таким образом, более высокие показатели гемодинамики у лыжников-гонщиков свидетельствуют о менее экономичной деятельности сердца и о суженном диапазоне приспособи-

тельных возможностей. Поскольку обследование детей проходило в весенний период, все это может быть следствием утомления сердечно-сосудистой системы после интенсивного соревновательного периода.

Литература

1. Аминов А. С. Сравнительные данные функции внешнего дыхания подростков 12–15 лет, проживающих в различных условиях // Человек. Спорт. Медицина. 2014. Т. 14, № 2. С. 67–70.
2. Белоцерковский З. Б., Любина Б. Г. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных и измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам). М. : Советский спорт, 2012. 548 с.
3. Вишневский В. А., Апокин В. В., Сердюков Д. В., Варин А. А., Жеребцов Д. Г. Системный анализ состояния организма детей на этапах школьного онтогенеза. М. : Теория и практика физической культуры и спорта, 2010. 367 с.
4. Гудков А. Б., Анциферова О. А., Кубушка О. Н., Смолина В. С. Внешнее дыхание школьников на Севере : монография. Архангельск : ИЦ СГМУ, 2003. 262 с.
5. Гудков А. Б., Попова О. Н. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере : монография. Архангельск : Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012. 252 с.
6. Зуев О. А. Адаптация дыхательной и сердечно-сосудистой системы девушек-легкоатлетов к физическим нагрузкам скоростно-силовой направленности : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2009. 23 с.
7. Койносов А. П. Адаптация детей к занятиям спортом на Севере. Шадринск : Шадринский Дом Печати, 2008. 177 с.
8. Литовченко О. Г., Ишбулатова М. С. Физическое развитие детей 9–11 лет – уроженцев Среднего Приобья // Экология человека. 2015. № 6. С. 20–23.
9. Мануйлов И. В. Физиологическая характеристика адаптивных реакций кардиореспираторной системы у лыжников массовых спортивных разрядов в годовом цикле на Европейском Севере : дис. ... канд. мед. наук. Архангельск, 2014. 142 с.
10. Ольховская Е. А., Соловьева Е. В., Шкарин В. В. Исследование функции внешнего дыхания : учеб.-метод. пособие. Н. Новгород : Изд-во Нижегородской государственной медицинской академии, 2015. 60 с.
11. Смолина В. С., Завьялова А. А. Динамика статических легочных объемов и емкостей в годовом цикле у детей младшего школьного возраста, жителей Европейского Севера // Экология человека. 2013. № 10. С. 55–59.