

ВОЗРАСТНЫЕ И ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО СИБИРСКОГО СЕВЕРА

С.И. Логинов¹, А.С. Кинтюхин¹, С.Г. Логвинова²

¹Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия

²Лицей № 3, г. Сургут, Россия

Цель. Установить закономерности реакции кардиореспираторной системы человека на ходьбу с разной скоростью в зависимости от пола и возраста в условиях урбанизированного Сибирского Севера. **Организация и методы.** Три группы здоровых добровольцев: группа молодых (ГМ, $22,1 \pm 2,6$ лет, $n = 25$: 12 мужчин и 13 женщин), группа людей среднего возраста (ГС, $42,7 \pm 9,3$ лет, $n = 25$: 12; 13) и группа пожилых (ГП, $66,2 \pm 5,1$ лет, $n = 24$: 11; 13) выполнили ходьбу на тредмиле со скоростью 2–7 км/ч по 5 мин на каждой скорости. С помощью анализатора FitMetPRO (COSMED, Италия) измеряли частоту дыхания (ЧД, раз/мин), вентиляцию легких (ВЛ, л/мин), потребление кислорода (ПО_2 , мл/мин и относительное ОПО_2 , мл/мин/кг), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), концентрацию кислорода в выдыхаемом воздухе ($K_{\text{выд}}\text{O}_2$, %). Кроме того, измеряли длину ноги (м), длину и массу тела (м, кг). **Результаты.** По мере увеличения скорости ходьбы с 2 до 7 км/ч величина относительного потребления кислорода закономерно повышалась в группе молодых испытуемых на 14,6 мл/кг/мин (2,46 раза), в группе лиц среднего возраста на 17 мл/кг/мин (2,72 раза) и в группе пожилых индивидов на 13,9 мл/кг/мин (2,53 раза). Отмечено снижение наклона кривых зависимостей относительного потребления кислорода от частоты сердечных сокращений у молодых и пожилых женщин по сравнению с молодыми людьми и индивидами среднего и пожилого возраста. Регрессионные уравнения зависимости относительного потребления кислорода от величины легочной вентиляции ($\text{VO}_2 = -12,9 + 40,3 \text{ Ve}$ ($r = 0,98$; $p = 0,0000$) у юношей и $\text{VO}_2 = 116,3 + 34,7 \text{ Ve}$ у девушек ($r = 0,97$; $p = 0,0000$)) позволяют определять потребление кислорода в группе студентов на занятиях с использованием спирометра. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют об адекватности реакции кардиореспираторной системы лиц разного возраста в ответ на ходьбу со ступенчато повышающейся скоростью. Снижение наклона кривых зависимостей относительного потребления кислорода от ЧСС у молодых и пожилых женщин по сравнению с молодыми людьми, индивидами среднего и пожилого возраста свидетельствует о возможном снижении кардиореспираторной выносливости женщин данной выборки.

Ключевые слова: кардиореспираторная выносливость, скорость ходьбы, мужчины и женщины, возраст 18–75 лет, потребление кислорода, легочная вентиляция, урбанизированный Сибирский Север, ХМАО-Югра.

Введение. Основополагающие исследования биоэнергетики ходьбы в лабораторных условиях были выполнены более 50 лет тому назад шведскими физиологами Per-Olof Åstrand и Bengt Saltin, которые впервые установили, что величина потребления кислорода линейно увеличивается при физической нагрузке возрастающей мощности [5, 6, 8]. Было также показано, что объем легочной вентиляции (ЛВ) закономерно изменяется во время физической активности и может использоваться как косвенный показатель расхода энергии при физических нагрузках. Объем легочной вентиляции и потребление кислорода (ПО_2) жестко связаны между собой и входят в известную формулу: $\text{ПО}_2 = \text{ЛВ} \times (K_{\text{вд}}\text{O}_2 - K_{\text{выд}}\text{O}_2)$, где $K_{\text{вд}}\text{O}_2$ – со-

держание O_2 во вдыхаемом воздухе, а $K_{\text{выд}}\text{O}_2$ – содержание O_2 в выдыхаемом воздухе.

При физических нагрузках легкой и умеренной интенсивности в тех случаях, когда величина легочной вентиляции ≤ 50 л/мин, ПО_2 человека прямо пропорционально величине его легочной вентиляции. Эти базовые закономерности, полученные более полувека тому назад, по-прежнему сохраняют свое значение, но время от времени нуждаются в поправках, связанных с изменением условий окружающей среды, образа жизни и повсеместным снижением уровня физической активности наряду с ростом уровня сидячего поведения больших популяций людей в городах [7, 18, 19].

Цель исследования – выявить возрастные и гендерные особенности влияния физической нагрузки в виде ходьбы с разной скоростью на показатели кардиореспираторной системы людей, постоянно проживающих в условиях субарктической зоны Западной Сибири (урбанизированного Сибирского Севера).

Организация и методы. В исследовании приняли участие три группы практически здоровых добровольцев, составивших три возрастные группы, а именно: студенты и магистранты университета ($n = 25$, возраст $22,1 \pm 2,6$ лет) из них 12 юношей и 13 девушек (ГМ), лица среднего возраста ($n = 25$, возраст $42,7 \pm 9,3$ лет) из них 12 мужчин и 13 женщин (ГС) и лица пожилого возраста ($n = 25$, возраст $70,5 \pm 5,6$ лет), в том числе 11 мужчин и 12 женщин (ГП). Все участники ($n = 73$) на момент исследования не имели противопоказаний к физическим нагрузкам и добровольно подписали информированное согласие, которое позже было одобрено Комитетом по этике Сургутского государственного университета.

В качестве независимой переменной выступала ходьба на тредмиле фирмы Торнео. Скорость ступенчато повышали по 1 км/ч в диапазоне от 2 до 7 км/ч, время ходьбы на каждой скоростной ступени 5 мин. Общая продолжительность теста составляла 30 мин непрерывно.

Для определения параметров биоэнергетики ходьбы и динамики показателей кардиореспираторной системы использовали метабограф Fitmate Pro фирмы COSMED (Италия). В качестве зависимых переменных регистрировали частоту дыхания (ЧД, раз/мин), вентиляцию легких (ВЛ, л/мин), потребление кислорода (ПО₂, мл/мин и относительное ПО₂, мл/мин/кг), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), концентрацию кислорода в выдыхаемом воздухе (КО₂, %). Перед нача-

лом эксперимента у испытуемых измеряли длину ноги (м), длину тела (м) и массу тела (кг). Испытуемые учились ходить на тредмиле и получали подробную инструкцию о действиях до и во время всего исследования. После нескольких пробных сеансов ходьбы все участники (включая пожилых) вполне уверенно держались на движущейся ленте транспортера. При появлении затруднений на скоростях 6 и 7 км/ч движение прекращали. Двое мужчин и одна женщина пожилого возраста не смогли закончить упражнение.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Statistica, v. 6 (StatSoft, США) [4]. Предварительно оценивали нормальность распределения полученных данных. Рассчитывали среднее арифметическое (\bar{X}), среднеквадратическое отклонение (SD), стандартную ошибку среднего арифметического (m) и доверительный интервал ($\pm 0,95$ ДИ). Зависимости показателей кардиореспираторной системы от скорости ходьбы определяли с помощью дисперсионного и регрессионного анализов.

Для оценки степени достоверности наблюдаемых различий между группами и внутри групп испытуемых использовали непараметрический критерий Уилкоксона, а в случае нормального распределения – двухсторонний t-критерий Стьюдента для связанных и несвязанных групп при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В исследуемую группу молодых взрослых (ГМ) входили мужчины и женщины (студенты, магистранты, аспиранты и молодые сотрудники университета), постоянно проживающие на территории ХМАО-Югры в течение 10 и более лет. По данным антропометрии мужчины имели более высокие значения длины тела, массы тела и длины ноги, чем женщины (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Характеристика выборочной совокупности молодых людей ($n = 25$) ($\bar{X} \pm SD$)
Characteristic of the sample of people from the young group ($\bar{X} \pm SD$) ($n = 25$)

Показатель Parameter	Мужчины, $n = 12$ Men, $n = 12$	Женщины, $n = 13$ Women, $n = 13$	Все, $n = 25$ Total, $n = 25$
Возраст, лет / Age, years	22,0 ± 5,8	22,2 ± 2,5	22,1 ± 4,3
Длина тела, м / Body length, m	1,80 ± 0,09	1,64 ± 0,04 [▲]	1,72 ± 0,10
Масса тела, кг / Body weight, kg	76,1 ± 11,3	57,2 ± 7,7 [▲]	66,3 ± 13,4
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	23,6 ± 3,1	21,2 ± 2,3 [▲]	22,3 ± 2,9
Длина ноги, м / Leg length, m	0,92 ± 0,05	0,86 ± 0,049 [▲]	0,89 ± 0,059

▲ – уровень значимости различий между показателями мужчин и женщин, $p < 0,05$.

▲ – significance level for differences between the indices of men and women, $p < 0.05$.

Значения кардиореспираторной системы молодых участников при разной скорости ходьбы на тредмиле ($X \pm SD$) (n = 25)
Values of the cardiorespiratory system of young participants at a different walking speed on the treadmill ($X \pm SD$) (n = 25)

Показатель Parameter	Скорость ходьбы, км/ч Walking speed, km/h					
	2	3	4	5	6	7
ЧД, экс/мин FB, breaths/min	21,8 ± 4,1	20,4 ± 4,3	23,3 ± 4,7	24,4 ± 4,4 [▲]	26,5 ± 4,9 [▲]	29,8 ± 5,7 [▲]
ЧСС, уд./мин HR, bpm	97,2 ± 11,5	101,9 ± 11,6	107,8 ± 11,8 [▲]	114,7 ± 12,7 [▲]	127,5 ± 16 [▲]	146,5 ± 18,1 [▲]
ЛВ, л/мин VE, l/min	17,1 ± 3,9	20,4 ± 4,3	23,6 ± 4,9 [▲]	27,4 ± 5,4 [▲]	33,1 ± 6,0 [▲]	43,1 ± 8,3 ^{▲*}
ПО ₂ , мл/мин PO ₂ , ml/min	658 ± 179	783 ± 197 [▲]	913 ± 220 [▲]	1075 ± 250 [▲]	1248 ± 367 [▲]	1610 ± 348 [▲]
ПО ₂ , мл/кг/мин PO ₂ , ml/kg/min	10,0 ± 1,5	11,9 ± 1,4 [▲]	13,9 ± 1,4 ^{▲*}	16,4 ± 1,6 [▲]	19,3 ± 1,9 [▲]	24,6 ± 2,6 [▲]
КО ₂ , % KO ₂ , %	16,3 ± 0,4	16,3 ± 0,4	16,3 ± 0,4	16,2 ± 0,4	16,1 ± 0,4	16,3 ± 0,5

▲ – различия достоверны (p < 0,05) по сравнению с данными при скорости 2 км/ч. (X ± SD) – среднее арифметическое и стандартное отклонение. Другие обозначения в тексте.

▲ – differences are significant (p < 0.05) in comparison with the data obtained at a speed of 2 km/h. (X ± SD) – arithmetic mean and standard deviation. Other references are in the text.

С увеличением скорости ходьбы на тредмиле величина потребления кислорода достоверно (t-test, p < 0,05) возрастала уже на скорости 3 км/ч. При ходьбе со скоростью 4 км/ч достоверно возрастали ЧСС, ЛВ, ПО₂, частота дыхания увеличивалась существенно только при скорости 5 км/ч, концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе на всех скоростных режимах достоверно не изменялась (табл. 2).

Величина относительного потребления кислорода у молодых мужчин и женщин коррелировала с частотой сердечных сокращений (r = 0,75; p = 0,0000) (рис. 1).

Уравнение зависимости величины потребления кислорода от частоты сердечных сокращений имеет вид: $VO_2 = -10,6 + 0,25ЧСС$ и $VO_2 = -5,04 + 0,17ЧСС$, соответственно, где VO_2 – величина относительного потребления кислорода (мл/кг/мин) и -10,6 и 0,25 – эмпирические коэффициенты (рис. 1, А, Г). Выявлена также четкая зависимость величины легочной вентиляции (Ve) от частоты сердечных сокращений. Зависимость полинома имеет вид: $Ve_m = 52,8 - 0,88ЧСС + 0,006ЧСС^2$ у мужчин и $Ve_ж = 12,29 - 0,08ЧСС + 0,0013ЧСС^2$ у женщин (r = 0,96; p = 0,0000) (рис. 1, Б, Д). Зависимость Ve от VO_2 отображается уравнением линейной регрессии вида: $VO_2 = -9,21 + 40,3 Ve$ (r = 0,98; p = 0,0000) у мужчин и $VO_2 = 105,3 + 31,8Ve$ у женщин (r = 0,97; p = 0,0000)

(рис. 1, В, Е). Данные, приведенные на рис. 1, свидетельствуют, что показатель легочной вентиляции молодых людей при разных скоростях ходьбы имеет более тесную связь с величиной потребления кислорода (r = 0,98; p = 0,0000), чем с частотой сердечных сокращений (r = 0,68; p = 0,0000).

В группе испытуемых среднего возраста (ГС) мужчины имели существенно большую длину тела по сравнению с женщинами (табл. 3).

По мере увеличения скорости ходьбы относительное ПО₂ достоверно (t-test, p < 0,05), возрастало на скорости 3 км/ч. При ходьбе со скоростью 4 км/ч достоверно возрастали ЧСС, ЛВ, ПО₂, частота дыхания и концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе увеличивались при скорости 5 км/ч.

Величина потребления кислорода у мужчин и женщин среднего возраста при ходьбе на тредмиле коррелировала с ЧСС (r = 0,4, 0,5; p = 0,0002). Уравнение зависимости величины потребления кислорода от ЧСС у мужчин и женщин имеет вид: $VO_2 = -6,96 + 0,21ЧСС$ и $VO_2 = -4,13 + 0,16ЧСС$, соответственно, где VO_2 – величина потребления кислорода (мл/кг/мин) и 0,21 и 0,16 – эмпирические коэффициенты (рис. 2, А, Г). Зависимость между величинами легочной вентиляции и ЧСС имеет вид: $Ve = 42,87 - 0,63ЧСС + 0,0048ЧСС^2$ (r = 0,7078; p = 0,0000) у муж-

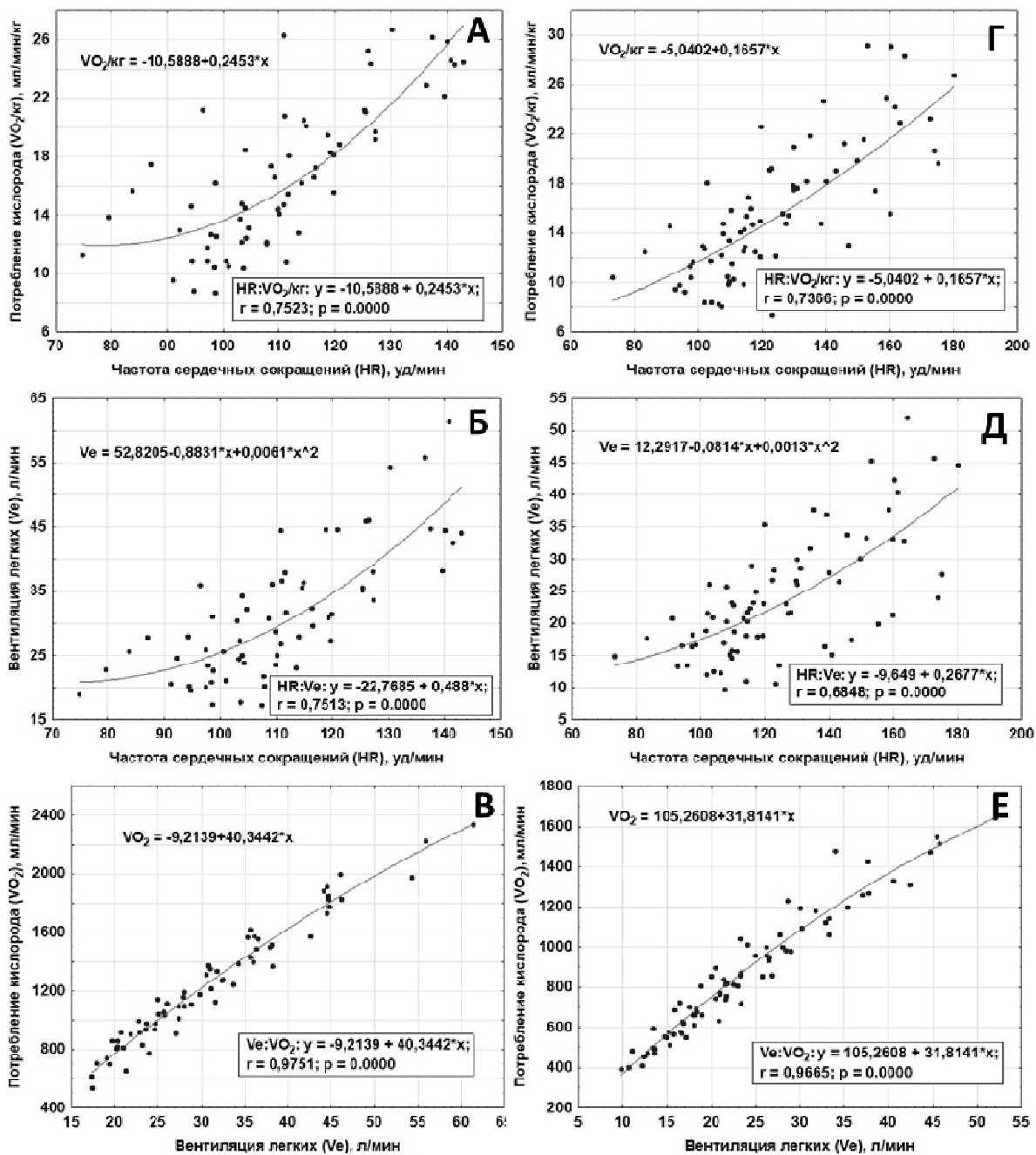


Рис. 1. Зависимость относительного потребления (VO_2 мл/кг/мин) от частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) при ходьбе со скоростью 2–7 км/ч у молодых мужчин (А) и женщин (Г), вентиляции легких (Ve) от частоты сердечных сокращений (HR) (Б) и (Д), VO_2 от вентиляции легких (В) и (Е), соответственно
 Fig. 1. Dependence of relative oxygen consumption (VO_2 ml/kg/min) on heart rate (HR, beat/min) for walking at a speed of 2–7 km/h in young men (A) and women (D), dependence of lungs ventilation (Ve) on heart rate (HR) (B) and (D), dependence of oxygen consumption on lungs ventilation (B) and (E)

чин и $Ve = -0,65 + 0,12 \text{ ЧСС} + 0,0012 \text{ ЧСС}^2$ у женщин ($r = 0,8483; p = 0,0000$) (рис. 2, Б, Д).

Зависимость легочной вентиляции от величины потребления кислорода представлена уравнением линейной регрессии вида: $VO_2 = 12,18 + 33,5Ve$ ($r = 0,9; p = 0,0000$) у мужчин и $VO_2 = 221,3 + 26,98Ve$ ($r = 0,9609; p = 0,0000$) у женщин (рис. 2, В, Е).

Данные рис. 2 свидетельствуют, что показатель легочной вентиляции у людей среднего возраста при ходьбе имеет более тесную связь с VO_2 ($r = 0,9204; p = 0,0000$), чем с ЧСС ($r = 0,7078; p = 0,0000$).

По антропометрическим данным мужчины и женщины пожилого возраста отличались только длиной тела ($p = 0,0021$) (табл. 5).

**Таблица 3
Table 3**

**Характеристика выборки участников среднего возраста (X ± SD) (n = 25)
Characteristic of the sample of people from the middle-aged group (X ± SD) (n = 25)**

Показатель Parameter	Мужчины, n = 12 Men, n = 12	Женщины, n = 13 Women, n = 13	Все, n = 25 Total, n = 25
Возраст, лет / Age, years	43,3 ± 9,3	42,3 ± 9,7	42,7 ± 9,3
Длина тела, см / Body length, cm	1,72 ± 0,045	1,63 ± 0,068 [▲]	1,67 ± 0,072
Масса тела, кг / Body weight, kg	75,9 ± 9,5	72,4 ± 8,1	74,0 ± 8,8
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	25,7 ± 2,5	27,2 ± 3,1	26,5 ± 2,9
Длина ноги, см / Leg length, cm	0,875 ± 0,024	0,854 ± 0,039	0,864 ± 0,034

▲ – уровень значимости различий между показателями мужчин и женщин, p < 0,05.
▲ – significance level for differences between the indices of men and women, p < 0.05.

**Таблица 4
Table 4**

**Значения кардиореспираторной системы участников среднего возраста при разной скорости ходьбы (X ± SD) (n = 25)
Values of the cardiorespiratory system of middle-aged participants at a different walking speed (X ± SD) (n = 25)**

Показатель Parameter	Скорость ходьбы, км/ч Walking speed, km/h					
	2	3	4	5	6	7
ЧД, экс/мин FB, breaths/min	22,1 ± 3,5	22,7 ± 3,8	23,5 ± 3,9	25,0 ± 4,3 [▲]	26,9 ± 5,4 [▲]	49,6 ± 40,2 [▲]
ЧСС, уд./мин HR, bpm	94,9 ± 11,0	99,6 ± 9,9	108,3 ± 11,8 [▲]	115,4 ± 14,2 [▲]	128,6 ± 16,4 [▲]	144,4 ± 16,8 [▲]
ЛВ, л/мин VE, l/min	20,3 ± 3,6	24,3 ± 3,9	31,4 ± 17,2 [▲]	32,3 ± 5,5 [▲]	38,8 ± 6,5 [▲]	50,9 ± 9,6 [▲]
ПО ₂ , мл/мин PO ₂ , ml/min	742,4 ± 141	847,2 ± 221	1004 ± 162 [▲]	1175 ± 197 [▲]	1376 ± 209 [▲]	1589 ± 413 [▲]
ПО ₂ , мл/кг/мин PO ₂ , ml/kg/min	9,9 ± 1,4	11,8 ± 1,4 [▲]	22,3 ± 27,1 [▲]	15,8 ± 2,0 [▲]	18,6 ± 2,1 [▲]	26,9 ± 18,7 [▲]
КО ₂ , % KO ₂ , %	16,5 ± 0,5	16,7 ± 0,9	16,5 ± 0,5	20,6 ± 0,9 [▲]	25,1 ± 0,8 [▲]	16,7 ± 0,8 [▲]

▲ – различия достоверны (p < 0,05) по сравнению с данными при скорости 2 км/ч.
▲ – differences are significant (p < 0.05) in comparison with the data obtained at a speed of 2 km/h.

**Таблица 5
Table 5**

**Характеристика выборочной совокупности пожилых (X ± SD) (n = 24)
Characteristic of the sample of people from the elderly group (X ± SD) (n = 24)**

Показатель Parameter	Мужчины, n = 11 Men, n = 11	Женщины, n = 13 Women, n = 13	Все, n = 24 Total, n = 24
Возраст, лет / Age, years	66,7 ± 4,3	65,5 ± 5,8	66 ± 5,1
Длина тела, м / Body length, m	1,74 ± 0,08	1,63 ± 0,077 [▲]	1,68 ± 0,097
Масса тела, кг / Body weight, kg	77,8 ± 12,9	78,2 ± 12,5	78 ± 12,4
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	26,4 ± 3,9	28,6 ± 4,3	27,6 ± 4,2
Длина ноги, м / Leg length, m	0,83 ± 0,013	0,83 ± 0,051	0,83 ± 0,095

▲ – уровень значимости различий между показателями мужчин и женщин, p < 0,05.
▲ – significance level for differences between indices of men and women, p < 0.05.

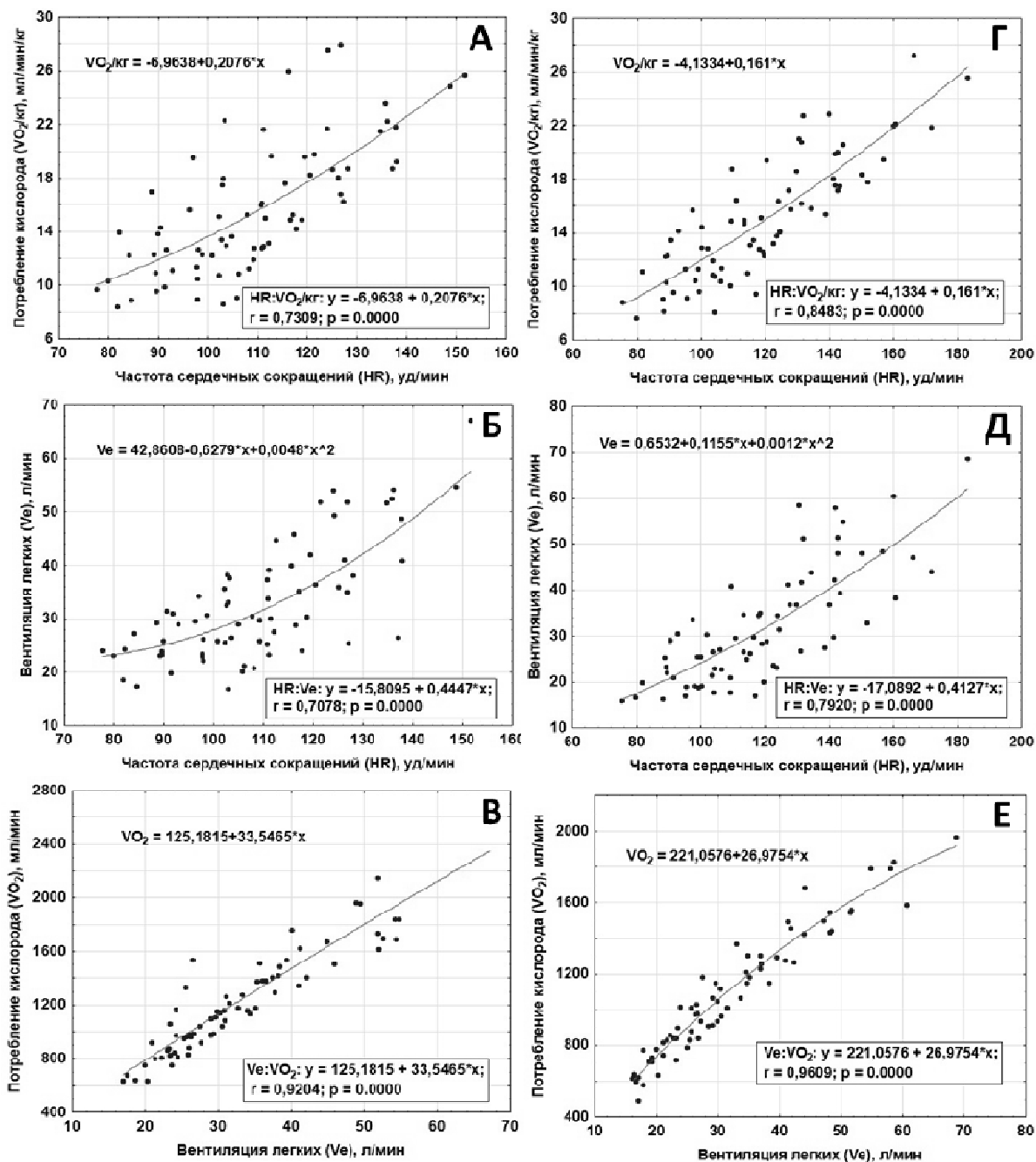


Рис. 2. Зависимость относительного потребления (VO_2 мл/кг/мин) от частоты сердечных сокращений (HR, уд./мин) при ходьбе со скоростью 2–7 км/ч у мужчин (А) и женщин (Г) среднего возраста, вентиляции легких (Ve) от частоты сердечных сокращений (HR) (Б) и (Д), VO_2 от Ve (В) и (Е), соответственно

Fig. 2. Dependence of relative oxygen consumption (VO_2 ml/kg/min) on heart rate (HR, beat/min) for walking at a speed of 2–7 km/h in young men (A) and women (D), dependence of lungs ventilation (Ve) on heart rate (HR) (B) and (D), dependence of oxygen consumption on lungs ventilation (B) and (E)

По мере увеличения скорости ходьбы все показатели пожилых людей достоверно возрастали уже на скорости 3 км/ч (t -test, $p < 0,05$) и продолжали монотонно увеличиваться дальше. Концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе не изменялась по ходу всего исследования (табл. 6).

Зависимость легочной вентиляции от величины потребления кислорода представлена уравнением линейной регрессии вида: $VO_2 = -57,18 + 30,99Ve$ ($r = 0,86; p = 0,0000$) у мужчин и $VO_2 = 81,66 + 29,26Ve$ ($r = 0,8631; p = 0,0000$) у женщин (рис. 3, В, Е).

Уравнение зависимости величины потреб-

Значения показателей кардиореспираторной системы пожилых людей при разной скорости ходьбы на тредмиле ($X \pm SD$) ($n = 24$)
Values of the cardiorespiratory system of the elderly at a different walking speed on the treadmill ($X \pm SD$) ($n = 24$)

Показатель Parameter	Скорость ходьбы, км/ч Walking speed, km/h					
	2	3	4	5	6	7
ЧД, экс/мин FB, breaths/min	22,7 ± 4,6	23,7 ± 4,3	25,7 ± 5,1 [▲]	27,2 ± 5,1 [▲]	28,4 ± 5 [▲]	33,6 ± 5,5 [▲]
ЧСС, уд./мин HR, bpm	90,8 ± 8	97,4 ± 9,2 [▲]	105,1 ± 11,8 [▲]	114,4 ± 13 [▲]	122 ± 12,3 [▲]	143 ± 15,4 [▲]
ЛВ, л/мин VE, l/min	23 ± 5	28,1 ± 6,3 [▲]	33,3 ± 7,1 [▲]	39,7 ± 8 [▲]	46,3 ± 6,8 [▲]	63,3 ± 6,1 [▲]
ПО ₂ , мл/мин PO ₂ , ml/min	694,7 ± 196	849,7 ± 204 [▲]	1003 ± 246 [▲]	1196 ± 275 [▲]	1484 ± 339 [▲]	1973 ± 388 [▲]
ПО ₂ , мл/кг/мин PO ₂ , ml/kg/min	9,1 ± 1,5	10,8 ± 1,7 [▲]	12,7 ± 2 [▲]	14,8 ± 2,6 [▲]	18,1 ± 3 [▲]	23 ± 3,9 [▲]
КО ₂ , % KO ₂ , %	17,3 ± 0,9	17,2 ± 0,7	17,2 ± 0,7	17,2 ± 0,8	16,9 ± 0,7	17,0 ± 0,5

[▲] – уровень значимости $p < 0,05$ между данными на скорости 2 км/ч с данными при всех остальных скоростях ходьбы на тредмиле.

[▲] – significance level $p < 0.05$ between the data obtained at a speed of 2 km/h and the rest walking speeds on the treadmill.

ления кислорода от ЧСС у мужчин и женщин пожилого возраста имеет вид: $VO_2 = -12,37 + 0,25ЧСС$ и $VO_2 = -1,73 + 0,13ЧСС$, соответственно, где VO_2 – величина потребления кислорода (мл/кг/мин) и 0,21 и 0,16 – эмпирические коэффициенты (рис. 3, А, Г). Зависимость между величинами легочной вентиляции и ЧСС отображается уравнением: $Ve = -38,45 + 0,085ЧСС + 0,003ЧСС^2$ ($r = 0,8311$; $p = 0,0000$) у мужчин и $Ve = -1,03 + 0,50ЧСС + 0,0017ЧСС^2$ у женщин ($r = 0,8631$; $p = 0,0000$) (рис. 2, Б, Д).

Обсуждение. По современным представлениям кардиореспираторная выносливость (подготовленность) (КРВ) отражает способность переносить кислород из атмосферы к митохондриям клеток для последующего выполнения механической работы [11, 13, 17]. КРВ количественно определяет функциональную способность человека и зависит от газообмена в легких (вентиляция и диффузия), от сократительной функции миокарда желудочков, крупных артерий и вен, состояния микроциркуляции и способности сосудистой системы к размещению и эффективному переносу крови из сердца, чтобы точно соответствовать потребностям в кислороде, способности мышц получать и использовать кислород и

питательные вещества, доставленные кровью, а также передавать эти метаболические запросы в сердечно-сосудистый центр [1, 12]. Таким образом, КРВ прямо связана с функцией многих систем и поэтому отражает общее состояние организма человека. Показано, что низкий уровень КРВ связан с высоким риском смертности от всех причин и смертностью, обусловленной сердечно-сосудистыми заболеваниями [20].

Показатели потребления кислорода (ПО₂, мл/кг/мин), мощности ходьбы (МХ, мл/кг/м) и частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) все чаще используются для оценки кардиореспираторной выносливости [9, 14–16]. Эти физиологические переменные изучаются путем прямых измерений с помощью метаболога COSMED (Италия). Мы применили этот прибор для выяснения закономерностей влияния ходьбы с разной скоростью на параметры кардиореспираторной выносливости (КРВ) здоровых людей разного возраста и пола в условиях урбанизированного Сибирского Севера. Использование одинаковых приборов и методических условий позволило провести сравнительный анализ результатов двух независимых исследований – одного, проведенного нами в Сургуте (Югра, Россия) [2], другого –

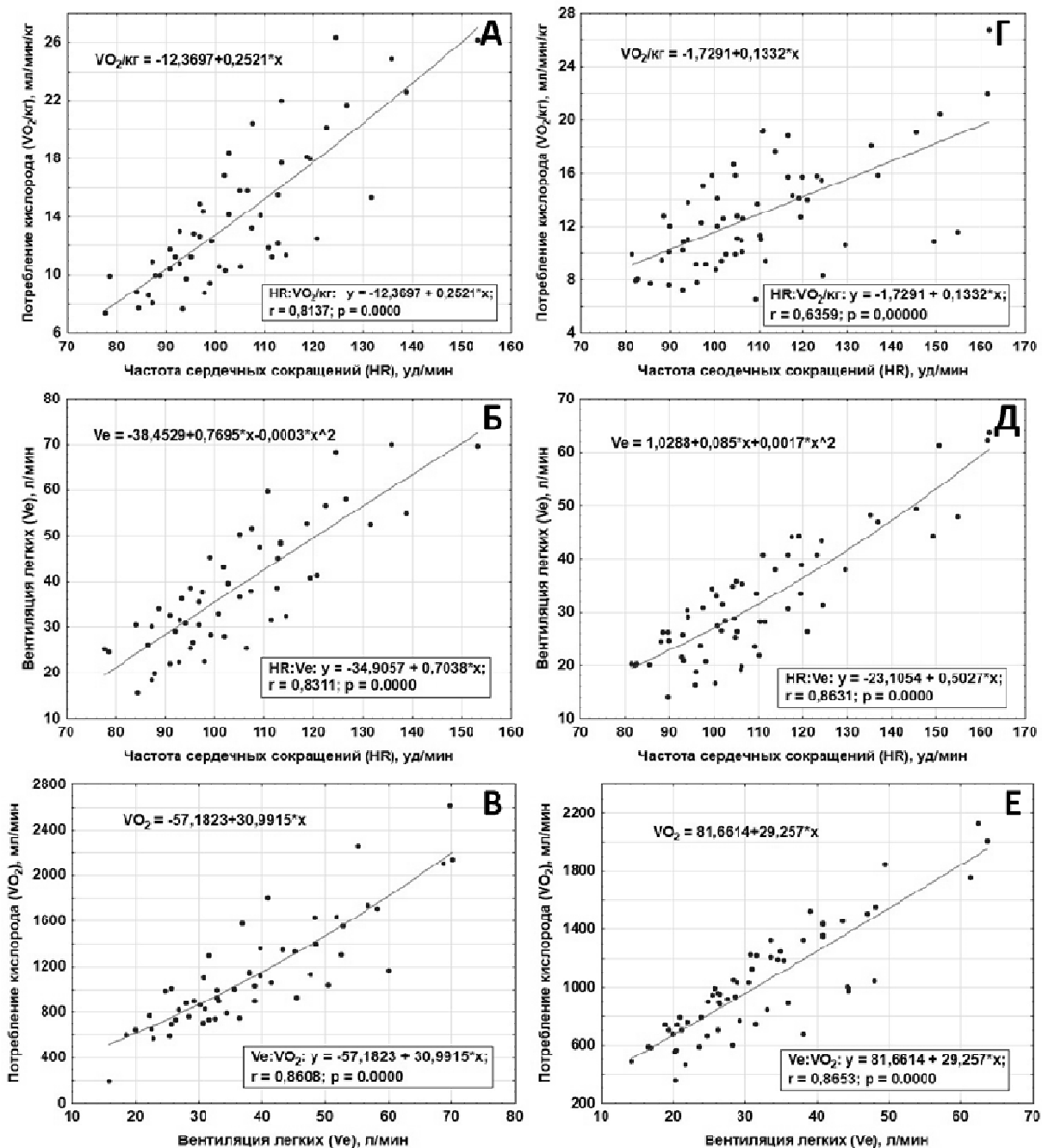


Рис. 3. Зависимость относительного потребления (VO_2 мл/кг/мин) от частоты сердечных сокращений (HR, уд./мин) при ходьбе со скоростью 2–7 км/ч у мужчин (А) и женщин (Г) пожилого возраста, вентиляции легких (Ve) от частоты сердечных сокращений (HR) (Б) и (Д), VO_2 от Ve (В) и (Е), соответственно

Fig. 3. Dependence of relative oxygen consumption (VO_2 ml/kg/min) on heart rate (HR, beat/min) for walking at a speed of 2–7 km/h in elderly men (А) and women (Д), dependence of lungs ventilation (Ve) on heart rate (HR) (Б) and (Д), dependence of oxygen consumption on lungs ventilation (В) and (Е)

в Ричмонде (штат Вирджиния, США), проведенного Benjamin J. Darter и соавторами [10] (табл. 7, 8).

Данные табл. 7 свидетельствуют, что выборки молодых людей в Сургуте и Ричмонде совершенно идентичны. Динамика показате-

лей также имеет сходный характер – потребление кислорода и частота сердечных сокращений по мере увеличения скорости ходьбы растет в обеих группах, причем начиная со скорости 5 км/ч довольно существенно ($p = 0,0001$) (см. табл. 8).

**Таблица 7
Table 7**

**Антропометрические показатели, X ± SD
Anthropometric parameters, X ± SD**

Показатель Parameter	Сургут, Югра, Россия (n = 25) Surgut, Yugra, Russia (n = 25)	Ричмонд, Вирджиния, США (n = 22) Richmond, Virginia, USA (n = 22)
Возраст, лет / Age, years	22,1 ± 4,3	24,7 ± 6,1
Длина тела, м / Body length, m	1,72 ± 0,11	1,71 ± 0,10
Масса тела, кг / Body weight, kg	66,3 ± 13,4	70,2 ± 12,6
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	22,3 ± 2,9	23,7 ± 2,5
Длина ноги, м / Leg length, m	0,89 ± 0,06	0,88 ± 0,06

**Таблица 8
Table 8**

**Показатели кардиореспираторной системы молодых взрослых
при ходьбе на тредмиле с разной скоростью по данным метабографа COSMED, X ± SD
Cardiorespiratory system parameters in young adults obtained during
the walking on the treadmill at a different speed using metabolimeter COSMED, X ± SD**

Показатель Parameter	Скорость, км/ч Speed, km/h					
	2	3	4	5	6	ПС
Сургут, Югра, Россия Surgut, Yugra, Russia						
ПО ₂ , мл/кг/мин VO ₂ , ml/kg/min	10,0 ± 1,48	11,9 ± 1,45	13,9 ± 1,45	16,4 ± 1,58 [▲]	24,6 ± 2,64 [▲]	15,15 ± 1,52 [▲]
ЧСС, уд./мин HR, bpm	97,2 ± 11,5	101,9 ± 1,6	108,8 ± 11,8	114,7 ± 12,7 [▲]	127,6 ± 15,9 [▲]	111,8 ± 12,7
Ричмонд, Вирджиния, США Richmond, Virginia, USA						
ПО ₂ , мл/кг/мин VO ₂ , ml/kg/min	9,2 ± 1,05	10,6 ± 1,04	12,9 ± 1,06	15,0 ± 1,42 [▲]	18,6 ± 1,64 ^{▲*}	13,45 ± 1,95 [▲]
ЧСС, уд./мин HR, bpm	83,4 ± 13,8	88,3 ± 14,1	94,3 ± 12,2	103,6 ± 16,3	115,9 ± 19,4	98,1 ± 14,5

▲ – уровень значимости $p = 0,0001$ между данными на скорости ходьбы 2 км/ч, 5–6 км/ч и на предпочитаемой скорости (ПС). * – достоверно при скорости 6 км/ч между данными молодых людей Сургута и Ричмонда.

▲ – significance level $p = 0,0001$ between the data obtained at a speed of 2 km/h, 5–6 km/h and at a preferable speed (PS). * – value is significant at a speed of 6 km/h between the data obtained in young adults in Surgut and Richmond.

Но в то же время видно, что в сургутской выборке абсолютные значения потребления кислорода и ЧСС при ходьбе с повышающейся скоростью выше, чем в группе волонтеров из Ричмонда. Более высокие значения метаболической мощности ходьбы представителей сургутской выборочной совокупности можно объяснить значительно более суровыми природно-климатическими условиями приполярного Сургута (ХМАО-Югра) по сравнению с мягким субтропическим климатом Ричмонда (штат Вирджиния).

Регрессионные уравнения зависимостей потребления кислорода от величины легочной вентиляции ($VO_2 = -12,9 + 40,3 V_e$ ($r = 0,98$; $p = 0,0000$) у юношей и $VO_2 = 116,3 + 34,7 V_e$

у девушек ($r = 0,97$; $p = 0,0000$)) позволяют определять потребление кислорода в группе студентов на занятиях без применения газоанализатора, а только с использованием спирометра. Аналогичный метод, основанный на экспериментальных данных с использованием монитора сердечных сокращений, метабографа COSMED (Италия) и экспресс-анализа содержания молочной кислоты в крови предложили В.Н. Селуянов и соавторы [3]. Зависимость отображается регрессионным уравнением следующего вида: $VO_2 AnT = 0,35 + 0,01SD1W + 0,0016SD1HR + 0,106SD1$ (мл), л/мин; ($R = 0,98$, функция оценки ошибок 0,26 л/мин, $p < 0,001$), где $VO_2 AnT$ – величина пороговой анаэробной вентиляции, W – мощ-

ность, ЧСС – частота сердечных сокращений (уд./мин), SD1 – дисперсия кардиоинтервалов (мс) в момент регистрации порога. Подставляя данные ЧСС, полученные при нагрузке, по уравнению можно рассчитать величину потребления кислорода.

Заключение. По мере увеличения скорости ходьбы с 2 до 7 км/ч величина относительного потребления кислорода закономерно повышалась в группе молодых испытуемых на 14,6 мл/кг/мин (2,46 раза), в группе лиц среднего возраста – на 17 мл/кг/мин (2,72 раза) и в группе пожилых индивидов – на 13,9 мл/кг/мин (2,53 раза). По поводу изменений, связанных с полом, отмечено снижение наклона кривых зависимостей относительного потребления кислорода от частоты сердечных сокращений в координатах «VO₂: HR» у молодых и пожилых женщин (рис. 1 и 3, Г) по сравнению с молодыми людьми и индивидами пожилого возраста, что свидетельствует о возможном снижении кардиореспираторной выносливости [12].

Потребление кислорода, необходимое для выполнения работы на скоростях ходьбы 6 и 7 км/ч у пожилых выше, чем у лиц среднего и молодого возраста. На скорости 7 км/ч ПО₂ составляет 1973 ± 388 мл/мин против 1589 ± 412,5 (t-test, p = 0,0291) и 1610 ± ± 348 мл/мин (t-test, p = 0,0244) соответственно. Такая динамика потребления кислорода может означать, что для пожилых выполнение работы в субмаксимальной зоне мощности метаболически более затратно, чем для лиц молодого и среднего возраста.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований и Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа-Югры, проект № 16-16-86006 «Оптимизация физической активности пожилых людей в условиях урбанизированного Сибирского Севера (ХМАО-Югры)».

Литература

1. Ватутин, Н.Т. Роль кардиореспираторной выносливости в клинической практике / Н.Т. Ватутин, А.С. Смирнова // *Медицини аспекти здоров'я чоловіка*. – 2017. – Т. 1, № 24. – С. 53–60.
2. Влияние ходьбы с разной скоростью на показатели кардиореспираторной системы студентов в условиях Югры / С.И. Логи-

нов, А.С. Кинтюхин, М.Н. Мальков, С.Г. Сагадеева // *Теория и практика физ. культуры*. – 2016. – № 9. – С. 86–89.

3. Определение анаэробного порога по скорости вентиляции и вариабельности кардиоинтервалов. / В.Н. Селуянов, Е.М. Калинин, Г.Д. Пак и др. // *Физиология человека*. – 2011. – Т. 37, № 6. – С. 106–110.

4. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: МедиаСфера, 2000. – 312 с.

5. Astrand, P.-O. Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity / P.-O. Astrand, B. Saltin // *J. Appl. Physiol.* – 1961. – Vol. 16. – P. 977–981.

6. Astrand, P.-O. Measurement of maximal aerobic capacity / P.-O. Astrand // *Can. Med. Assoc. J.* – 1967. – Vol. 25, no. 96 (12). – P. 732–735.

7. Blair, S.N. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century / S.N. Blair // *Br. J. Sports Med.* – 2009. – Vol. 43, no. 1. – P. 1–2.

8. Cardiorespiratory fitness, body mass index, and cancer mortality: a cohort study of Japanese men. / S.S. Sawada, I.M. Lee, H. Naito et al. // *BMC Public Health*. – 2014. – Vol. 14. – P. 1012. DOI: 10.1186/1471-2458-14-1012

9. Comparison between Ventilation and Heart Rate as Indicator of Oxygen Uptake during Different Intensities of Exercise / S. Gastinger, A. Sorel, G. Nicolas et al. // *J. Sports Sci. Med.* – 2010. – Vol. 9, no. 1. – P. 110–118.

10. Darter, B.J. Test–Retest Reliability and Minimum Detectable Change Using the K4b2: Oxygen Consumption, Gait Efficiency, and Heart Rate for Healthy Adults During Submaximal Walking / B.J. Darter, K.M. Rodriguez, J.M. Wilken // *Res. Q. Exerc. Sport*. – 2013. – Vol. 84, no. 2. – P. 223–231. DOI: 10.1080/02701367.2013.784720

11. Familial resemblance for VO_{2max} in the sedentary state: the HERITAGE family study / C. Bouchard, E.W. Daw, T. Rice et al. // *Med. Sci. Sports. Exerc.* – 1998. – Vol. 30, no. 2. – P. 252–258.

12. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association / R. Ross, S.N. Blair, R. Arena et al. // *Circulation*. – 2016. – Vol. 134, no. 24. – P. e653–e699. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000461

13. Jacobs, R.A. Mitochondria express en-

hanced quality as well as quantity in association with aerobic fitness across recreationally active individuals up to elite athletes / R.A. Jacobs, C. Lundby // *J. Appl. Physiol.* – 2013. – Vol. 114, no. 3. – P. 344–350. DOI: 10.1152/jappphysiol.01081.2012

14. *Locomotion Mode Affects the Physiological Strain during Exercise at Walk-Run Transition Speed in Elderly Men* / R. Freire, P. Farinatti, F. Cunha et al. // *Int. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 38, no. 7. – P. 515–520. DOI: 10.1055/s-0043-101913

15. *Longitudinal cardiorespiratory fitness algorithms for clinical settings* / A.S. Jackson, X. Sui, D.P. O'Connor et al. // *Am. J. Prev. Med.* – 2012. Vol. 43, no. 5. – P. 512–519. DOI: 10.1016/j.amepre

16. *Nonexercise cardiorespiratory fitness and mortality in older adults* / DG-CP. Martinez-Gomez, P.C. Hallal, E. Lopez-Garcia et al. // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2014. – Vol. 47, no. 3. – P. 568–574.

17. *Physical activity and cardiorespiratory*

fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status / J. Myers, P. McAuley, C. J. Lavie et al. // *Prog. Cardiovasc. Dis.* – 2015. Vol. 57, no. 4. – P. 306–314. DOI: 10.1016/j.pcad.2014.09.011

18. *Prediction of maximal or peak oxygen uptake from ratings of perceived exertion* / J.B. Coquart, M. Garcin, G. Parfitt et al. // *Sports Med.* 2014. – Vol. 44, no. 5. – P. 563–578. DOI: 10.1007/s40279-013-0139-5

19. *Submaximal, Perceptually Regulated Exercise Testing Predicts Maximal Oxygen Uptake: A Meta-Analysis Study* / J.B. Coquart, M. Tabben, A. Farooq et al. // *Sports Med.* – 2016. – Vol. 46, no. 6. – P. 885–897. DOI: 10.1007/s40279-015-0465-x

20. *Sui, X. Cardiorespiratory fitness as a predictor of nonfatal cardiovascular events in asymptomatic women and men* / X. Sui, M.J. La Monte, S.N. Blair // *Am. J. Epidemiol.* – 2007. – Vol. 165, no. 12. – P. 1413–1423. DOI: 10.1093/aje/kwm031

Логинов Сергей Иванович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории биомеханики и кинезиологии, Сургутский государственный университет ХМАО-Югры. 628412, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, пр. Ленина, 1. E-mail: logsi@list.ru, ORCID: 0000-0002-6640-3385.

Кинтюхин Антон Сергеевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории биомеханики и кинезиологии, Сургутский государственный университет ХМАО-Югры. 628412, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, пр. Ленина, 1. E-mail: anton-kintyuhin@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8238-6474.

Логвинова Светлана Гильевна, учитель физической культуры, лицей № 3. 628403, Ханты-Мансийский Автономный округ – Югра, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, 6в. E-mail: sveta.sagadeeva@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-1695-3813.

Поступила в редакцию 1 ноября 2017 г.

DOI: 10.14529/hsm17s02

AGE AND GENDER PATTERNS OF HUMAN CARDIORESPIRATORY FITNESS IN THE CONDITIONS OF THE URBANIZED SIBERIAN NORTH

S.I. Loginov¹, logsi@list.ru, ORCID: 0000-0002-6640-3385,

A.S. Kintyukhin¹, anton-kintyuhin@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8238-6474,

S.G. Logvinova², sveta.sagadeeva@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-1695-3813

¹Surgut State University, Surgut, Russian Federation,

²Lyceum № 3, Surgut, Russian Federation

Aim. The aim of this article is to reveal consistent patterns of human cardiorespiratory system reaction to walking at different speeds depending on sex and age in the conditions of the urbanized Siberian North. **Materials and Methods.** We studied three groups of healthy volunteers.

The group of young people (GY, 22.1 ± 2.6 years, $n = 25$: 12 men and 13 women), the group of middle-aged people (GM, 42.7 ± 9.3 years, $n = 25$: 12; 13) and the elderly group (GE, 66.2 ± 5.1 years, $n = 24$: 11, 13) performed walking on the treadmill at a speed of 2–7 km/h for 5 minutes at each speed. We used FitMet PRO analyzer (COSMED, Italy) to measure breathing frequency (FB, times/min), lungs ventilation (VE, l/min), oxygen consumption (PO_2 , ml/min), relative oxygen consumption (RPO_2 , ml/min/kg), heart rate (HR, bpm), and oxygen concentration in the exhaled air (KO_2 , %). Before the beginning of the study, we measured leg length (m), body length (m), and body weight (kg). **Results.** As walking speed increased from 2 to 7 km/h, relative oxygen consumption increased regularly in the young group by 14.6 ml/kg/min (2.46 times), in the middle-aged group by 17 ml/kg/min (2.72 times), and in the elderly group by 13.9 ml/kg/min (2.53 times). We registered the decrease in the slope of the dependence curves of relative oxygen consumption on heart rate in young and older women in comparison with young people and the people of middle and old age. Regression equations of the dependence of relative oxygen consumption on pulmonary ventilation ($VO_2 = -12.9 + 40.3Ve$ ($r = .98$, $p = .0000$) in young men and $VO_2 = 116.3 + 34.7Ve$ in girls ($r = .97$; $p = .0000$)) allow to determine oxygen consumption in the group of students in the classroom using a spirometer. **Conclusion.** The data obtained show that the reaction of the cardiorespiratory system of the persons of different ages in response to walking with a stepwise increasing rate is adequate. Decrease in the slope of the dependence curves of relative oxygen consumption on heart rate in young and elderly women in comparison with young people, middle-aged and elderly people indicates a possible decrease in the cardiorespiratory endurance of women from this sample.

Keywords: *Cardiorespiratory fitness, walking speed, men and women, age 18–75 years, oxygen consumption, pulmonary ventilation, urbanized Siberian North, KHAMAO-Yugra.*

References

1. Vatutin N.T., Smirnova A.S. [Role of Cardiorespiratory Endurance in Clinical Practice]. *Medychny aspekty zdorov'ya cholovika* [Medical Aspects of Human Health], 2017, no. 1, pp. 53–60. (in Russ.)
2. Loginov S.I., Kintyukhin A.S., Mal'kov M.N., Sagadeeva S.G. [Influence of Walking at Different Rates on Indicators of Cardiorespiratory System of Students in Yugra Conditions]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 9, pp. 86–89. (in Russ.)
3. Seluyanov V.N., Kalinin E.M., Pak G.D. [Determination of Anaerobic Threshold for Ventilation Rate and Variability of Cardio Intervals]. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Human], 2011, vol. 37, no. 6, pp. 106–110. (in Russ.)
4. Rebrova O.Yu. *Statisticheskiiy analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA* [Statistical Analysis of Medical Data. Application of the STATISTICA Software Package]. Moscow, MediaSphere Publ., 2000. 312 p.
5. Astrand P.O., Saltin B. Maximal Oxygen Uptake and Heart Rate in Various Types of Muscular Activity. *J. Appl. Physiol.*, 1961, vol. 16, pp. 977–981.
6. Astrand P.O. Measurement of Maximal Aerobic Capacity. *Can. Med. Assoc. J.*, 1967, vol. 25, no. 96(12), pp. 732–735.
7. Blair S.N. Physical Inactivity. The Biggest Public Health Problem of the 21st Century. *Br. J. Sports Med.*, 2009, vol. 43, no. 1, pp. 1–2.
8. Sawada S.S., Lee I.M., Naito H. Cardiorespiratory Fitness, Body Mass Index, and Cancer Mortality. A Cohort Study of Japanese Men. *BMC Public Health*, 2014, vol. 14, pp. 1012. DOI: 10.1186/1471-2458-14-1012
9. Gastinger S., Sorel A., Nicolas G. Comparison Between Ventilation and Heart Rate as Indicator of Oxygen Uptake during Different Intensities of Exercise. *J. Sports Sci. Med.*, 2010, vol. 9, no. 1, pp. 110–118. (in Russ.)
10. Darter B.J., Rodriguez K.M., Wilken J.M. Test-Retest Reliability and Minimum Detectable Change Using the K4b2: Oxygen Consumption, Gait Efficiency, and Heart Rate for Healthy Adults During Submaximal Walking. *Res. Q. Exerc. Sport*, 2013, vol. 84, no. 2, pp. 223–231. DOI: 10.1080/02701367.2013.784720
11. Bouchard C., Daw E.W., Rice T. Familial Resemblance for VO_{2max} in the Sedentary State: the HERITAGE Family Study. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 1998, vol. 30, no. 2, pp. 252–258. DOI: 10.1097/00005768-199802000-00013

12. Ross R., Blair S.N., Arena R. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2016, vol. 134, no. 24, pp. 653–699. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000461
13. Jacobs R.A., Lundby C. Mitochondria Express Enhanced Quality as well as Quantity in Association with Aerobic Fitness Across Recreationally Active Individuals Up to Elite Athletes. *J. Appl. Physiol.*, 2013, vol. 114, no. 3, pp. 344–350. DOI: 10.1152/jappphysiol.01081.2012
14. Freire R., Farinatti P., Cunha F. Locomotion Mode Affects the Physiological Strain during Exercise at Walk-Run Transition Speed in Elderly Men. *Int. J. Sports Med.*, 2017, vol. 38, no. 7, pp. 515–520. DOI: 10.1055/s-0043-101913
15. Jackson A.S., Sui X., O'Connor D.P. Longitudinal Cardiorespiratory Fitness Algorithms for Clinical Settings. *Am. J. Prev. Med.*, 2012, vol. 43, no. 5, pp. 512–519. DOI: 10.1016/j.amepre
16. Martinez-Gomez DG-CP., Hallal P.C., Lopez-Garcia E. Nonexercise Cardiorespiratory Fitness and Mortality in Older Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2014, vol. 47, no. 3, pp. 568–574. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000435
17. Myers J., McAuley P., Lavie C.J. Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness as Major Markers of Cardiovascular Risk: Their Independent and Interwoven Importance to Health Status. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 2015, vol. 57, no. 4, pp. 306–314. DOI: 10.1016/j.pcad.2014.09.011
18. Coquart J.B., Garcin M., Parfitt G. Prediction of Maximal or Peak Oxygen Uptake from Ratings of Perceived Exertion. *Sports Med.*, 2014, vol. 44, no. 5, pp. 563–578. DOI: 10.1007/s40279-013-0139-5
19. Coquart J.B., Tabben M., Farooq A. Submaximal, Perceptually Regulated Exercise Testing Predicts Maximal Oxygen Uptake: A Meta-Analysis Study. *Sports Med.*, 2016, vol. 46, no. 6, pp. 885–897. DOI: 10.1007/s40279-015-0465-x
20. Sui X., La Monte M.J., Blair S.N. Cardiorespiratory Fitness as a Predictor of Nonfatal Cardiovascular Events in Asymptomatic Women and Men. *Am. J. Epidemiol.*, 2007, vol. 165, no. 12, pp. 1413–1423. DOI: 10.1093/aje/kwm031

Received 1 November 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Логинов, С.И. Возрастные и гендерные особенности кардиореспираторной выносливости человека в условиях урбанизированного Сибирского Севера / С.И. Логинов, А.С. Кинтюхин, С.Г. Логвинова // Человеческий Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 5. – С. 12–24. DOI: 10.14529/hsm17s02

FOR CITATION

Loginov S.I., Kintyukhin A.S., Logvinova S.G. Age and Gender Patterns of Human Cardiorespiratory Fitness in the Conditions of the Urbanized Siberian North. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 5, pp. 12–24. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm17s02