- of placental insufficiency on the basis of markers of endothelial dysfunction, a desidualization, apoptosis and cellular proliferation]. *Saratovskij nauchno-med Zhurn* [Saratov Journal of Medical Scientific]. 2011; 7 (1): 52–59.
5. Nevzorova IA, Egorova AT, Salmina AB, Zhirova NV. Rol' markerov ehndotelial'noj disfunkcii v diagnostike otslojki horiona [Rol of markers of endothelial dysfunction in diagnostics of an otsojka of a horion]. *Vopr ginek, akush i perinat* [Gynecol, Obstet and Perinatol]. 2014; 6 (13): 49–53.
 6. Makarov OV, Volkova EN, Dzhozadze LS. Perspektivy diagnostiki i prognozirovaniya preeklampsii [Prospects of diagnostics and forecasting of a preeclampsia]. *Ross vestn akush–gin* [Russian Bulletin of Obstetric–gynaecologist]. 2012; 1: 35–42.
 7. Sidorova IS, Nikitina NA, Unanyan AL, Rzaeva AA, Kinyakin VV. Ocenka effektivnosti terapii preeklampsii v zavisimosti ot tyazhesti gestacionnoj disfunkcii ehndoteliya [Otsenka of efficiency of therapy of a preeclampsia depending on weight of gestational dysfunction an endoteliya]. *Ross vestn akush–gin* [Russian Bulletin of Obstetric–gynaecologist]. 2013; 3: 4–8.
 8. Rogova EV, Barinov SV, Dolgih TI, Savel'eva IV. Znachenie faktora rosta placenty v geneze oslozhenij pri mnogoplodnoj beremennosti [Znachenie of a factor of growth of a placenta in genesis of complications at polycarpous pregnancy]. *Ross vestn akush–gin* [Russian Bulletin of Obstetric–gynaecologist]. 2012; 6: 7–9.
 9. Savel'eva IV, Barinov SV, Rogova EV. Rol' faktorarosta v prognoze razvitiya tyazhelyh gestacionnyh oslozhenij u beremennyh s metabolicheskimi sindromom [Rol of growth factor in the forecast of development heavy gestational complications at pregnant women with a metabolic syndrome]. *Ross vestn akush–gin* [Russian Bulletin of Obstetric–gynaecologist]. 2012; 1: 16–19.
 10. Lomova NA, Ordzhonikidze NV, Van'ko LV. Sindrom sistemnogo vospalitel'nogo otveta i beremennost' (obzor literatury) [Sindr of the system inflammatory answer and pregnancy (review of literature)]. *Akush i gin* [Obstet and Gynecol]. 2012; 1: 23–27.
 11. Suhij ET, Van'ko LV. Immunnnye faktory v etiolologii i patogeneze oslozhennoj beremennosti [Immune factors in an etiology and pathogenesis of the complicated pregnancy]. *Akush i gin* [Obstet and Gynecol]. – 2012; 1: 128–136.
 12. Burdon C., Mann C., Cindrova–Davies T. et al. Oxidative stress and the induction of cyclooxygenase enzymes and apoptosis in the murine placenta. *Placenta*. 2007; 28 (7): 724–733.
 13. Tikvica A, Kusan Jukic M, Pintaric I et al. Nitric oxide synthesis in placenta is increased in intrauterine growth restriction and fetal hypoxia. *Coll Antropol*. 2008; 32(2): 565–570.
 14. Wang A. Preeclampsia: role of angiogenic factors in its pathogenesis. *Physiology (Bethesda)*. 2009; 124: 147–158.
 15. Forbes K, Westwood M. Maternal growth factor regulation of human placental development and fetal growth. *J Endocrinol*. 2010; 207 (1): 1–16.
 16. Lamarca B. The role of immune activation in contributing to vascular dysfunction and the pathophysiology of hypertension during preeclampsia. *J Minerva Ginecol*. 2010; 62 (2): 105–120.
 17. Peltier MR, Faux DS, Hamblin SD et al. Cytokine production by peripheral blood mononuclear cells of women with a history of preterm birth. *J Reprod Immunol*. 2010; 84 (1): 111–116.
 18. Lamarca B. Endothelial dysfunction. An important mediator in the pathophysiology of hypertension during preeclampsia. *J Minerva Ginecol*. 2012; 64 (4): 309–320.
 19. George EM, Granger JP. Endothelin: key mediator of hypertension in preeclampsia. *Am J Hypertens*. 2011; 24 (9): 964–969.
 20. Ekman-Ordeberg G, Dubicke A. Preterm Cervical Ripening in humans. *Facts Views Vis Obgyn*. 2012; 4 (4): 245–253.

© Л.Б. Постникова, И.А. Доровской, В.А. Костров, И.В. Долбин, А.Л. Гудим, 2016

УДК 612.2:613.84

DOI: 10.20969/vskm.2016.9(1).57-63

ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОПУЛЬМОНАЛЬНОГО НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ У ЗДОРОВЫХ КУРЯЩИХ И НЕКУРЯЩИХ МОЛОДЫХ МУЖЧИН

ПОСТНИКОВА ЛАРИСА БОРИСОВНА, докт. мед. наук, доцент, главный внештатный специалист-пульмонолог
МЗ Нижегородской области, руководитель Городского пульмонологического консультативного центра
ГБУЗ НО «Городская больница № 28», Россия, 603035, Нижний Новгород, ул. Чаадаева, 7, e-mail: plbreath@mail.ru
ДОБОВСКИЙ ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ, врач-терапевт ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 38», Россия,
603000, Нижний Новгород, ул. Чернышевского, 22, e-mail: fiatlux2008@rambler.ru
КОСТРОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ, канд. мед. наук, доцент, консультант, врач-пульмонолог
ГБУЗ НО «Городская больница № 28», Россия, 603035, Нижний Новгород, ул. Чаадаева, 7
ДОЛБИН ИГОРЬ ВАЛЕНТИНОВИЧ, докт. мед. наук, доцент, консультант, врач-кардиолог
ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 38», Россия, 603000, Нижний Новгород, ул. Чернышевского, 22
ГУДИМ АНДРЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ, врач-терапевт ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 38»,
Россия, 603000, Нижний Новгород, ул. Чернышевского, 22

Реферат. Цель исследования — изучить уровень физической активности и показатели кардиопульмонального нагрузочного тестирования (КПНТ) у здоровых курящих и некурящих молодых мужчин. **Материал и методы.** У 130 некурящих и 29 курящих здоровых молодых мужчин провели оценку физической активности и показатели КПНТ с помощью диагностического комплекса Quark CPET фирмы «COSMED» (Италия), используя модифицированный протокол Висе. **Результаты и их обсуждение.** Сравнительный анализ физической подготовки курящих и некурящих молодых мужчин установил статистически значимое снижение физической выносливости 68,97% курящих молодых мужчин. За упражнение «бег на 1000 метров» они имели оценку «удовлетворительно», среди некурящих мужчин только 22,31% имели такую же оценку. Оценка «отлично» в 4 раза чаще встречалась у

некурящих молодых мужчин. По результатам КПНТ определено статистически значимое снижение максимального дыхательного объема (VT_{max}) у активно курящих тестируемых. Остальные изучаемые параметры КПНТ между группами не имели статистически значимых различий. **Заключение.** На фоне активного курения у здоровых молодых мужчин статистически значимо снижается физическая выносливость. Уменьшение VT_{max} у здоровых курящих молодых лиц может свидетельствовать об ограничении резервов вентиляционной функции легких. Модифицированный протокол Bruce для проведения КПНТ с увеличением нагрузки на 50 Вт каждые 2 мин до отказа может эффективно использоваться для групповых обследований молодых здоровых мужчин с целью выявления функциональных нарушений респираторной системы.

Ключевые слова: молодые здоровые мужчины, курение, кардиопульмональное нагрузочное тестирование, газовый анализ, максимальное потребление кислорода.

Для ссылки: Физическая работоспособность и показатели кардиопульмонального нагрузочного тестирования у здоровых курящих и некурящих молодых мужчин / Л.Б. Постникова, И.А. Доровской, В.А. Костров [и др.] // Вестник современной клинической медицины. — 2016. — Т. 9, вып. 1. — С. 57—63.

EXERCISE PERFORMANCE AND INDEXES OF CARDIOPULMONARY EXERCISE TESTING IN HEALTHY SMOKING AND NON-SMOKING YOUNG MEN

POSTNIKOVA LARISA B., D. Med. Sci., associate professor, chief freelance pulmonologist of Ministry of Health Care of the Nizhny Novgorod region, Head of Municipal advisory pulmonology center of City hospital № 28, Russia, Nizhny Novgorod, e-mail: plbreath@mail.ru

DOROVSKOY IVAN A., physician of City clinical hospital № 38, Russia, Nizhny Novgorod, e-mail: fiatlux2008@rambler.ru

KOSTROV VLADIMIR A., C. Med. Sci., associate professor, consultant, pulmonologist of City hospital № 28, Russia, Nizhny Novgorod

DOLBIN IGOR V., D. Med. Sci., associate professor, consultant, cardiologist of City clinical hospital № 38, Russia, Nizhny Novgorod

GUDIM ANDREI L., physician of City clinical hospital № 38, Russia, Nizhny Novgorod

Abstract. Aim. To study the level of physical activity and indices of cardiopulmonary exercise testing (CPET) in healthy smoking and non-smoking young men. **Material and methods.** Physical activity and parameters of cardiopulmonary exercise testing (CPET) studied of 130 healthy non-smoking young men and 29 smokers. The CPET performed using the complex Quark CPET «COSMED» (Italy) and used a modified Bruce Protocol. **Results and discussion.** Comparative analysis of physical fitness in smokers and non-smoking young men showed a significant decrease in physical endurance. The 68,97% smoking men passed the exercise «Run 1000 meters» to rating «3». Non-smokers men had a rating of «3» for this exercise only in 22,31% of cases. The rating «excellent» had a non-smoking young person is 4 times more often. Active smokers men had a significant decrease of maximal tidal volume (VT_{max}) ($p=0,02$). The other parameters CPET had no statistically significant differences between groups. **Conclusion.** In healthy young men significantly reduces physical endurance. The decrease of VT_{max} in healthy young smokers may indicate a limitation of lung function reserves. The modified Bruce Protocol for conducting CSTEP can be recommended for screening young healthy men to identify functional disorders of the respiratory system.

Key words: young healthy men, smoking, cardiopulmonary exercise testing, gas analysis, maximum consumption of oxygen.

For reference: Postnikova LB, Dorovskoy IA, Kostrov VA, Dolbin IV, Gudim AL. Exercise performance and indexes of cardiopulmonary exercise testing in healthy smoking and non-smoking young men. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2016; 9 (1): 57—63.

Введение. Физическая активность (ФА) — одна из главных детерминант здоровья, обусловленных образом жизни. Широкое признание этого факта необходимо для решения проблем, возникающих в связи с воздействием недостаточной физической активности на риск развития ряда хронических заболеваний. Низкая ФА, курение, избыточная масса тела, повышенный уровень артериального давления и холестерина в крови являются независимыми основными факторами риска развития хронических неинфекционных заболеваний. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 20% случаев ИБС, сахарного диабета II типа, рака молочной железы, а также до 10% смертей от данных заболеваний связаны с низкой ФА [1].

ФА — это любое движение тела, производимое скелетными мышцами, которое приводит к расходу энергии сверх уровня состояния покоя, пропорциональное интенсивности и длительности занятий. По

интенсивности энергетических затрат ФА делится на низкий, умеренный и интенсивный уровень.

Современные рекомендации указывают на то, что польза для здоровья от занятий ФА зависит от общих затрат энергии в неделю. При занятиях умеренной ФА расход энергии составляет от 500 до 1000 МЕТ-минут в неделю (1 МЕТ — метаболический эквивалент, определяемый как количество энергии, которое расходуется в покое в сидячем положении) [2].

Регулярная ФА увеличивает физическую работоспособность, максимум физического усилия в статической, динамической или смешанной работе, которая зависит от уровня тренированности, степени закрепления рабочих навыков, физического и психического состояния, выраженности мотивации к труду и других факторов. Физическая работоспособность в основном определяется энергетическими возможностями организма и лимитируется системой транс-

порта кислорода. Поэтому в более узком смысле физическую работоспособность рассматривают как функциональную способность кардиореспираторной системы. Нагрузочное тестирование (НТ) с измерением показателей газообмена — это надежный инструмент, предоставляющий дополнительную диагностическую информацию о работоспособности и функциональном состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем с целью выявления ограничения работоспособности при отсутствии клинических проявлений, а также уточнения причин функциональных нарушений [3, 4]. Выделяют два типа НТ: первое — лабораторное высокотехнологичное кардиопульмональное нагрузочное тестирование (КПНТ) с использованием дорогостоящего оборудования для оценки функционального состояния кардиореспираторной системы и газообмена и второе — внелабораторные, не требующие дополнительной аппаратуры. Для проведения КПНТ чаще всего используют беговую дорожку (тредмил) или велоэргометр (ВЭМ) [3, 4].

Наибольшее распространение в оценке общей физической работоспособности получил метод определения максимального потребления кислорода (МПК). Данная методика широко используется в различных областях физиологии и применяется не только для определения состояния тренированности спортсменов, но и для оценки уровня профессиональной трудоспособности, а также в целях диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и болезней органов дыхания [3, 4]. Определение МПК рекомендовано ВОЗ как один из наиболее надежных показателей оценки общей физической работоспособности и дееспособности человека, так как данный показатель отражает максимальную аэробную производительность и является эквивалентом производимой организмом работы.

Здоровье молодежи, уровень ее физической подготовленности и работоспособности давно привлекают внимание специалистов. Статистические данные последних лет, характеризующие здоровье учащейся молодежи, показывают серьезность положения: примерно 7% студентов имеют безопасный уровень здоровья, 30% — средний, 27% — ниже среднего и 36% — низкий, а к окончанию вузов около 75% студентов страдают различными заболеваниями [5].

Учитывая, что основой способности организма к перенесению высоких нагрузок, возможности реализовать функциональные потенциалы кардиореспираторной системы служит физическая работоспособность, **целью исследования** явилась сравнительная оценка физической работоспособности и показателей КПНТ у здоровых некурящих и курящих молодых мужчин.

Материал и методы. Проспективное когортное исследование выполнено в организованном коллективе молодых мужчин в Нижнем Новгороде (слушатели V и VI курсов высшего образовательного медицинского учреждения). Всего обследовано 159 слушателей в возрасте ($22,4 \pm 1,3$) года, из них 29 мужчин в возрасте ($22,6 \pm 1,4$) года (от 21 до 27 лет) были активными курильщиками (1-я группа),

130 мужчин в возрасте ($22,3 \pm 1,2$) года (от 19 до 28 лет) никогда не курили (2-я группа). Все включенные в исследование мужчины после углубленного медицинского обследования признаны практически здоровыми, были сопоставимы по образу жизни и питанию, на регулярной основе занимались физической подготовкой и сдавали установленные нормативы (бег на 1 км, бег на 100 м, подтягивание на перекладине).

Уровень физической подготовки у молодых мужчин определяли по 5-балльной системе при выполнении комплекса физических упражнений в соответствии с приказом министра обороны РФ от 21.04.2009 № 200 «Об утверждении наставления по физической подготовке в Вооруженных силах Российской Федерации». «Бег (кросс) на 1 км»: 5 баллов — время менее 3 мин 10 с, 4 балла — 3 мин 10 с (менее 3 мин 20 с), 3 балла — 3 мин 20 с (менее 3 мин 30 с), 2 балла — более 3 мин 30 с; «бег на 100 м»: 5 баллов — менее 13,0 с, 4 балла — 13,0—13,4 с, 3 балла — 13,41—14,2 с, 2 балла — более 14,21 с; «подтягивание на перекладине»: 5 баллов — 15 раз и более, 4 балла — 13—14 раз, 3 балла — 11—12 раз, 2 балла — менее 10 раз.

Вентиляционную функцию легких оценивали по результатам следующих показателей: форсированная жизненная емкость легких — FVC (l%), объем форсированного выдоха за первую секунду — FEV₁ (l%), FEV₁/FVC (%), средняя величина скорости максимального экспираторного потока — FEF₂₅₋₇₅ (l/s), максимальная объемная вентиляция легких — MVV (l/s) с использованием компьютерного спирографа «COSMED» (Италия).

В целях получения наиболее полной информации о физической работоспособности и функциональных резервах кардиореспираторной системы у здоровых молодых мужчин было выполнено КПНТ на аппарате Quark CPET фирмы «COSMED» (Италия) с использованием ВЭМ. Quark CPET — модульный диагностический комплекс, предназначенный для проведения нагрузочного тестирования (НТ) респираторной и сердечно-сосудистой систем с газовым анализом, используемый для физиологических исследований у здоровых лиц в спортивной медицине и клинической практике [3].

При проведении КПНТ в клинической практике применяют стандартный протокол Bruce. Согласно протоколу нагрузка увеличивается ступенчато каждые 3 мин на 25 Вт [3]. Так как при использовании стандартного протокола Bruce в настоящем исследовании испытуемые не достигали показателей максимальной физической нагрузки (время суммарной нагрузки 8—12 мин, RER, ЧСС_{max}, МПК, ПАНО и др.), нами разработан модифицированный протокол Bruce, согласно которому начальная нагрузка соответствовала мощности 70 Вт, далее нагрузку ступенчато увеличивали каждые 2 мин на 50 Вт [3, 4, 6]. К 12-й мин нагрузка составляла 320 Вт (табл. 1).

Максимальную ЧСС рассчитывали по формуле для мужчин: ЧСС_{max} = 220 — возраст (лет). По желанию обследуемого или решению врача-исследователя, вследствие усталости, одышки или других причин тестирование завершали при

Таблица 1

Модифицированный протокол нагрузочного тестирования у здоровых молодых мужчин с использованием велоэргометра

Степень		Мощность, Вт	Продолжительность, мин
Разминка	1	20	20 с
Нагрузка	2	70	2
	3	120	2
	4	170	2
	5	220	2
	6	270	2
	7	320	≥ 2
Восстановление	8	20	5

меньших значениях нагрузки с переходом в период восстановления.

Критериями исключения из исследования служили острые воспалительные заболевания, травмы, отказ обследуемого.

Статистический анализ результатов осуществляли с помощью программы SPSS Statistics 22. Распределение первичных данных оценивалось по критерию Шапиро—Уилка. Количественные показатели представлены в виде медианы Me (25-й процентиль; 75-й процентиль). Сравнение количественных параметров в группах с разной приверженностью проведено с помощью U-критерия Манна—Уитни. Для сравнения частот в независимых выборках использовались точный критерий Фишера. Критерием достоверности различий исследуемых параметров считали при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. При оценке антропометрических данных достоверно значимых различий между группами не выявлено. Средний рост курящих молодых мужчин составил 177 см (от 172 до 182 см), некурящих — 178 см (от 174 до 182 см). Средний вес курящих молодых мужчин составил 74 кг (от 69 до 82 кг), у некурящих — 74 кг (от 70 до 80 кг). Средний индекс массы тела (ИМТ) в группе курильщиков составил 23,6 (от 22 до 25), у некурящих мужчин — 23,6 (от 22 до 25).

Сравнительный анализ изученных параметров функции внешнего дыхания в группе курящих и некурящих здоровых молодых мужчин не обнару-

жил статистически значимых различий (табл.2), что, вероятно, обусловлено коротким периодом курения — в среднем 4 года (от 2 до 5 лет), малым количеством сигарет, выкуриваемых за сутки, — 10 шт. ($6 \pm 10,5$) и низким уровнем индекса курения — 1,5 пачка/лет (от 0,8 до 2,3) у активно курящих лиц (от 2 мес до 9 лет).

Анализ уровня физической подготовки, оцениваемый по 5-балльной шкале, выявил статистически значимые различия у некурящих и курящих мужчин (рис.1, 2, 3).

Оценку «отлично» за упражнение «бег на 100 метров» чаще получали некурящие молодые мужчины (в 1,5 раза) по сравнению с курильщиками ($p=0,036$), оценку «хорошо» практически в равной степени имели курящие (37,93%) и некурящие (26,92%) мужчины ($p=0,261$), оценка «удовлетворительно» более чем в 2 раза чаще встречалась у активно курящих тестируемых относительно некурящих мужчин ($p=0,102$).

В группе курящих мужчин за упражнение «бег на 1 000 метров» оценку «удовлетворительно» имели в 3 раза больше мужчин по сравнению со 2-й группой ($p < 0,001$). В то же время у некурящих лиц было больше положительных оценок «хорошо» (у каждого третьего) и «отлично» (у каждого четвертого), но эти различия были статистически не значимы ($p=0,118$). Группа некурящих мужчин имела больше положительных оценок при сдаче дистанции в 1000 м ($p < 0,001$). Оценка «неудовлетворительно» встречалась в равной степени как в 1-й, так и во 2-й группах ($p > 0,1$).

Силовая подготовленность слушателей, определяемая по упражнению «подтягивание на перекладине», отличалась высоким процентом оценки «отлично» в обеих группах обследованных — более 80%. Оценку «хорошо» в 2 раза чаще имели некурящие мужчины, а «удовлетворительно» — курящие мужчины. 4 слушателя 2-й группы за данное силовое упражнение получили оценку «неудовлетворительно», в 1-й группе таких мужчин не было. Высокую степень силовой подготовленности в обеих группах обследуемых можно объяснить тем, что при выполнении упражнения «подтягивание на перекладине» участвуют небольшие группы мышц, работающие в аэробном режиме очень короткое время, а основ-

Таблица 2

Показатели функции внешнего дыхания у курящих и некурящих молодых мужчин

Показатель	1-я группа (n=29)	2-я группа (n=130)	p
FVC (l)	5,8 (5,2; 6,3)	5,5 (5,1; 6,1)	0,52
FVC (%)	106,5 (97; 117)	104 (96; 111)	0,16
FEV ₁ (l)	4,7 (4,4; 5,5)	4,8 (4,5; 5,4)	0,72
FEV ₁ (%)	106,5 (98,3; 117,3)	108 (100,3; 115)	0,99
FEV ₁ /FVC (%)	85,6 (81,6; 91,3)	88,2 (83,4; 92,4)	0,24
FEF ₂₅₋₇₅ (l)	5,2 (4,1; 6)	5,2 (4,6; 6,2)	0,47
FEF ₂₅₋₇₅ (%)	100 (80,8; 115)	101 (90; 118)	0,56
MVV (l)	190,1 (169,4; 205,8)	191 (173,5; 211,6)	0,34
MVV (%)	123,5 (108,5; 134,8)	124 (113; 136,8)	0,68

Примечание: 1-я группа — курящие молодые мужчины, 2-я группа — некурящие молодые мужчины, FVC — форсированная жизненная емкость легких, FEV₁ — объем форсированного выдоха за 1 с, FEF₂₅₋₇₅ — средняя объемная скорость форсированного выдоха, MVV — максимальная минутная вентиляция.

Рис. 1. Распределение оценок за упражнение «бег на 100 метров» в группах курящих и некурящих молодых мужчин

Рис. 2. Распределение оценок за упражнение «бег на 1 000 метров» в группах курящих и некурящих молодых мужчин

Рис. 3. Распределение оценок за упражнение «подтягивание на перекладине» в группах курящих и некурящих молодых мужчин

ной результат зависит от способности работать в анаэробном режиме, на который в меньшей степени влияют резервные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

В табл. 3 представлены результаты исследования 14 параметров КПНТ в сравниваемых группах. Медиана максимальной частоты респираторного обмена (RER) в обеих группах составила 1,2, что характеризует высокую мотивацию всех обследованных к выполнению максимального НТ. Медиана максимальной нагрузки в обеих группах соответствовала 270 Вт. Аэробная работа на выносливость зависит от ряда элементов, а основными параметрами ее оценки являются максимальное время нагрузки, МПК и порог анаэробного обмена (ПАНО). МПК — это максимальное потребление кислорода, которое может быть достигнуто в процессе динамической нагрузки с участием больших групп мышц.

Наивысший лимит утилизации кислорода (O_2) является одним из показателей физической тренированности. Он обычно предопределен максимальным сердечным выбросом, содержанием O_2 в крови, фракцией распределения крови, зависящей от сердечного выброса, в работающие мышцы и возможностью экстракции мышцами O_2 . Фактором, лимитирующим аэробную работоспособность, наиболее часто являются нарушения сердечно-сосудистой и дыхательной систем. У тренированных лиц при нагрузке величина МПК может возрастать в 20 раз (до 80 мл/мин/кг) [3, 4, 6, 7]. В настоящем исследовании в группе курящих мужчин медиана МПК составила 42,7 мл/мин/кг (39,2; 47,9), у некурящих молодых мужчин — 44,1 мл/мин/кг (40,6; 47,8), различия между группами не достоверны ($p>0,1$).

Максимальная аэробная производительность выражается в метаболических единицах (METS).

Одна METS соответствует энергетическому обмену в покое со средним потреблением кислорода 3,5 мл/мин/кг. Согласно классификации в соответствии с величиной максимальной аэробной производительности рассчитаны значения максимального энергетического обмена у людей с различным уровнем физической подготовленности: пациенты — 5 METS; нетренированные — 10 METS; тренированные спортсмены — 15 METS; высокотренированные спортсмены — 20 METS и выше [3, 4, 8]. В настоящем исследовании данный показатель в обеих группах превышал 10 METS [1-я группа — 12,6 (10; 13,9); 2-я группа — 12,6 (10,7; 14)], что позволяет отнести всех обследованных нами молодых здоровых мужчин к уровню тренированных лиц.

Время наступления ПАНО — момент нелинейного увеличения легочной вентиляции и системного увеличения дыхательного эквивалента O_2 при постоянстве системного уровня дыхательного эквивалента углекислого газа (CO_2) на фоне физической нагрузки. При этом производство лактата в организме в момент наступления ПАНО равно его утилизации. Разница между 1-й и 2-й группами по данному показателю составила 13 с, однако различия были не достоверны ($p>0,1$). Прогностическим параметром является и объем потребления кислорода на ПАНО, который в обеих группах был равен 30,4 мл/кг/мин (26,7; 37,4).

Максимальное время нагрузки — информативный, прогностически значимый показатель функционального состояния тестируемого, который отражает уровень его физической работоспособности и адаптационных возможностей. Максимальное время нагрузки в 1-й группе составило 536 с (515; 579) и было в среднем на 27 с меньше, чем во 2-й группе — 563 с (512; 625), при этом различия не достигали статистической значимости ($p>0,1$).

Таблица 3

Показатели кардиопульмонального нагрузочного тестирования у здоровых курящих и некурящих молодых мужчин

№ п/п	Показатель	1-я группа (n=29)	2-я группа (n=130)	p
1	Время наступления ПАНО (с)	351 (296; 396)	338 (269; 420)	0,36
2	Объем потребления кислорода на ПАНО (мл/мин/кг)	30,4 (26,7; 37,4)	30,4 (26,7; 37,4)	0,61
3	Минутная вентиляция на ПАНО (л/мин)	62,9 (50,5; 78,8)	61,4 (49; 74,3)	0,62
4	Дыхательный объем на ПАНО (VT, л)	2,4 (2,1; 2,8)	2,4 (2,1; 2,8)	0,76
5	Пульс на ПАНО (уд/мин)	150 (144; 161)	148,5 (137; 161)	0,31
6	Максимальное время нагрузки (с)	536 (515; 579)	563 (512; 625)	0,23
7	Объем максимального потребления кислорода (МПК, мл/мин/кг)	42,7 (39,2; 47,9)	44,1 (40,6; 47,8)	0,41
8	Максимальная аэробная производительность (METS)	12,6 (10; 13,9)	12,6 (10,7; 14)	0,46
9	Максимальная частота респираторного обмена (RER)	1,2 (1,2; 1,2)	1,2 (1,2; 1,3)	0,18
10	Максимальная минутная вентиляция (л/мин)	111,7 (95,3; 127,9)	114,5 (94,4; 136,6)	0,35
11	Максимальный дыхательный объем (VT _{max} , л)	2,6 (2,1; 2,8)	2,8 (2,4; 3,2)	0,02
12	Максимальная частота дыхания (мин)	42 (38; 47)	42 (35; 49)	0,73
13	ЧСС на максимальной нагрузке (ЧСС _{max} , уд/мин)	178 (173; 184)	179 (174; 186)	0,68
14	Максимальная нагрузка (Вт)	270 (270; 270)	270 (270; 320)	0,15

Примечание: 1-я группа — курящие молодые мужчины, 2-я группа — некурящие молодые мужчины, ПАНО — время наступления порога анаэробного обмена.

Единственный показатель КПНТ, который имел достоверные различия между группами здоровых курящих и некурящих молодых мужчин, — максимальный дыхательный объем (VT_{max}). В нашем исследовании в группе курящих слушателей медиана VT_{max} составила 2,6 (2,1; 2,8) л, у некурящих молодых мужчин — 2,8 л (2,4; 3,2) ($p=0,02$). Уменьшение VT_{max} у здоровых курящих молодых лиц может свидетельствовать об ограничении резервов вентилиционной функции легких и рассматривается как критерий, влияющий на снижение степени тренированности к физическим нагрузкам в будущем [8]. Несмотря на то что в большинстве случаев основные изученные показатели КПНТ у здоровых курящих и некурящих молодых мужчин не имели статистически значимых различий, следует обратить внимание на достоверное снижение максимального дыхательного объема на фоне снижения выносливости у курящих молодых мужчин.

Выводы. На фоне активного курения у здоровых молодых мужчин статистически значимо снижается физическая выносливость, что подтверждено высокой долей (более 73%) низких оценок за упражнение «бег на 1 000 метров» в 1-й группе. Уменьшение максимального дыхательного объема (VT_{max}) в нагрузочном тесте у здоровых курящих молодых мужчин может свидетельствовать об ограничении резервов вентилиционной функции легких и служит ранним диагностическим критерием донозологической диагностики нарушений функционирования респираторной системы. КПНТ является информативным методом оценки физического здоровья человека. Модифицированный протокол Bruce для проведения КПНТ с увеличением нагрузки на 50 Вт каждые 2 мин до отказа может эффективно использоваться при обследовании популяции молодых здоровых курящих мужчин с целью выявления лиц с высоким риском развития заболеваний органов дыхания.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА

1. A European framework to promote physical activity for health // World Health Organization Regional Office for Europe. — 2007. — Vol. 47. — P.5–6.
2. Бойцов, С.А. Оказание медицинской помощи взрослому населению по оптимизации физической активности: метод. рекомендации / С.А. Бойцов. — М., 2012. — 33 с.
3. Кардиопульмональное нагрузочное тестирование в клинической практике / О.Б. Кербиков, А.В. Аверьянов, Е.Н. Борская, Т.В. Крутова // Клиническая практика. — 2012. — № 2. — С.58–70.
4. Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association / G.J. Balady, R. Arena, K. Sietsema [et al.] // Circulation. — 2010. — Vol. 122. — P.191–225.
5. Токаева, Л.К. Физическая работоспособность как интегральный показатель функционального состояния и здоровья студентов педагогического вуза / Л.К. Токаева, С.С. Павленкович // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. — 2011. — № 25. — С.645–649.
6. Мустафина, М.Х. Кардиореспираторный нагрузочный тест / М.Х. Мустафина, А.В. Черняк // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. — 2013. — № 3. — С.56–62.
7. Mezzania, A. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation European tion / A. Mezzania, P. Agostonib, A. Cohen-Solald // Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. — 2009. — Vol. 16. — P.249–267.
8. Тавровская, Т.В. Велоэргометрия: практ. пособие для врачей / Т.В. Тавровская. — СПб.: Медицинская литература, 2007. — С.4–71.
1. World Health Organization Regional Office for Europe. A European framework to promote physical activity for health. 2007; 47: 5–6.
2. Bojcov SA. Okazanie medicinskoj pomoshhi vzrosloму naseleniju po optimizacii fizicheskoj aktivnosti [Providing medical assistance to adults to optimize the physical activity]. Metodicheskie rekomendacii — Moskva [Guidelines — Moscow]. 2012; 33 p.
3. Kerbikov OB, Aver'janov AV, Borskaja EN, Krutova TV. Kardiopul'monal'noe nagruzochnoe testirovanie v klinicheskoy praktike [Cardiopulmonary exercise testing in clinical practice]. Zhurnal klinicheskaja praktika [Journal of Clinical Practice]. 2012; 2: 58–70.
4. Balady GJ, Arena R, Sietsema K, et al. Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association. 2010; 122: 191–225.
5. Tokaeva LK, Pavlenkovich SS. Fizicheskaja rabotosposobnost' kak integral'nyj pokazatel' funkcional'nogo sostojanija i zdorov'ja studentov pedagogicheskogo VUZa [Physical performance as an integral indicator of the functional state of health of students and teachers of the university]. Izvestija Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im VG Belinskogo [News of Penza State Pedagogical University VG Belinsky]. 2011; 25: 645–649.
6. Mustafina MH, Chernjak AV. Kardiorespiratornyj nagruzochnyj test [Cardiorespiratory exercise test]. Zhurnal atmosfera: Pul'monologija i allergologija [Journal atmosphere: Pulmonology and Allergology]. 2013; 3: 56–62.
7. Mezzania A, Agostonib P, Cohen-Solald A. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation European tion. Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. 2009; 16: 249–267.
8. Tavrovskaja TV. Velojergometrija: prakticheskoe posobie dlja vrachej [Veloergometry: a Practical Guide for doctors]. SPb: Medicinskaja literatura [St Petersburg: Medical literature]. 2007; 4–71.