

Эргоспирометрия в определении кардиального риска при хирургическом лечении рака желудка, пищевода и поджелудочной железы у пациентов с сердечно-сосудистой патологией

*П.Ш. Чомахидзе, М.Г. Полтавская, Н.В. Мозжухина,
Т.В. Хоробрых, Д.В. Вычужанин, А.Л. Сыркин*

ФГАОУ ВО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва

Цель исследования – оценка значения эргоспирометрии в определении риска сердечно-сосудистых осложнений при плановых хирургических вмешательствах по поводу рака пищевода, желудка и поджелудочной железы у пациентов с кардиальной патологией в анамнезе. В исследование были включены 136 пациентов с кардиальным анамнезом, которым выполнялось плановое вмешательство по поводу онкологического заболевания пищевода, желуд-

ка и поджелудочной железы. 86 (63,2%) пациентов было старше 65 лет. Сердечно-сосудистые осложнения, которые регистрировались во время операции и в течение 30 дней после нее, были выявлены у 12 (8,8%). Среди них 6 (4,4%) случаев нефатальных инфарктов миокарда, 2 (1,5%) случая нефатального инсульта и 4 (2,9%) случая смерти от сердечно-сосудистых причин. На основании наличия или отсутствия сердечно-сосудистых осложнений пациен-

П.Ш. Чомахидзе – к.м.н., доцент кафедры профилактической и неотложной кардиологии ИПО ФГАОУ ВО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва. М.Г. Полтавская – д.м.н., профессор кафедры профилактической и неотложной кардиологии ИПО ФГАОУ ВО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва. Н.В. Мозжухина – аспирант кафедры профилактической и неотложной кардиологии ИПО ФГАОУ ВО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва. Т.В. Хоробрых – д.м.н., профессор кафедры факультетской хирургии №1 ЛФ ФГАОУ ВО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва. Д.В. Вычужанин – к.м.н., доцент кафедры факультетской хирургии №1 ЛФ ФГАОУ ВО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва. А.Л. Сыркин – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой профилактической и неотложной кардиологии ИПО ФГАОУ ВО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва.

Контактная информация: 119435 г. Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6, стр. 1, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), кафедра профилактической и неотложной кардиологии. Чомахидзе Петр Шалвович. Тел.: +7 (916) 674-03-69. E-mail: petr7747@gmail.com

ты были разделены на две группы. В группе с сердечно-сосудистыми осложнениями ($n = 12$) при сравнении с группой без них ($n = 124$) были выявлены достоверные различия значений времени нагрузки (245,1 (188,0–310,5) против 330,0 (258,1–411,2) с) (здесь и далее медиана и интерквартильный размах) ($P = 0,02$); пикового потребления кислорода (14,0 (12,2–18,2) против 18,8 (15,7–21,9) мл/кг/мин) ($P = 0,04$); потребления кислорода на уровне анаэробного порога, рассчитанного вентиляционным путем (11,1 (8,2–13,8) против 14,2 (11,3–16,2) мл/кг/мин) ($P = 0,01$). Кроме того, достоверно различался и оказался единственным независимым фактором риска сердечно-сосудистых осложнений показатель прироста ЧСС на первой минуте нагрузочного теста по протоколу Mod-BRUCЕ (в % по отношению к исходной ЧСС) $>25\%$. Проведение стандартного нагрузочного теста повышает предсказательную способность базового

обследования и должно выполняться перед операцией при отсутствии противопоказаний (AUC повышается с 0,780 до 0,850, чувствительность – с 69 до 72%, специфичность – с 73 до 76%). Дополнительный учет параметров спирометрии при нагрузке не повышает прогностическую ценность модели предоперационного обследования.

Ключевые слова: эргоспирометрия; кардиальный риск; некардиологические хирургические вмешательства; рак желудка, пищевода и поджелудочной железы.

Цитирование: Чомахидзе П.Ш., Полтавская М.Г., Мозжухина Н.В., Хоробрых Т.В., Вычужанин Д.В., Сыркин А.Л. Эргоспирометрия в определении кардиального риска при хирургическом лечении рака желудка, пищевода и поджелудочной железы у больных с сердечно-сосудистой патологией // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017. № 5. С. 54–63.

ВВЕДЕНИЕ

Эргоспирометрия, или сердечно-легочный нагрузочный тест, является методом оценки функциональной способности пациента, а также дыхательного и сердечно-сосудистого резерва. Были проведены исследования по оценке прогностического значения отдельных показателей эргоспирометрии при различных видах некардиологических вмешательств. В частности, показано, что при вмешательствах на крупных периферических сосудах риск кардиологических осложнений достоверно выше при потреблении кислорода на уровне анаэробного порога <11 мл/кг/мин [1, 2]. При трансплантации печени риск сердечно-сосудистых осложнений достоверно повышался при уровне анаэробного порога <9 мл/кг/мин и при пиковом потреблении кислорода $<70\%$ от расчетного [3]. Оказалось, что сочетание низкого функционального резерва (уровень анаэробного порога <11 мл/кг/мин) и депрессии сегмента ST >1 мм при нагрузке ассоциируется с повышением риска смерти в 10 и более раз [4]. И наоборот, риск кардиологических осложнений при внесердечной хирургии был низким при пиковом потреблении кислорода >15 мл/кг/мин [5] и при уровне анаэроб-

ного порога >11 мл/кг/мин, что приблизительно соответствует 4 метаболическим эквивалентам потребления кислорода [6].

На сегодняшний день распространенность различных сердечно-сосудистых осложнений при некардиологических операциях составляет в среднем 3,5%, в том числе фатальных – 1,8%. Частота развития периоперационного инфаркта миокарда при различных абдоминальных вмешательствах достигает 5% [5]. Среди операций на органах брюшной полости выделяют вмешательства по поводу рака желудка, пищевода или пищевода с переходом на кардиальный отдел желудка, при которых риск кардиальных осложнений существенно выше, чем в среднем [5]. Лишь в единственном исследовании эргоспирометрия применялась для уточнения риска периоперационных осложнений при эзофагэктомии, была показана прогностическая значимость анаэробного порога [6].

Цель исследования – оценка значения эргоспирометрии в определении риска сердечно-сосудистых осложнений при плановых хирургических вмешательствах по поводу рака пищевода, желудка и поджелудочной железы у пациентов с кардиальной патологией в анамнезе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены 136 пациентов с указаниями на кардиальную патологию в анамнезе по медицинским документам, которым выполнялось плановое вмешательство по поводу онкологического заболевания пищевода, желудка и поджелудочной железы, у которых не было противопоказаний к проведению сердечно-легочного нагрузочного теста.

Критерии включения в исследование:

- мужчины и женщины старше 18 лет;
- плановое хирургическое вмешательство по поводу онкологического заболевания пищевода, желудка и поджелудочной железы;
- наличие в анамнезе указаний на кардиальную патологию: гипертоническую болезнь, ишемическую болезнь сердца, хроническую сердечную недостаточность.

Критерии исключения из исследования:

- противопоказания к плановому хирургическому вмешательству на органах брюшной полости [4, 5];
- противопоказания или невозможность выполнения сердечно-легочного нагрузочного теста;
- отказ пациента от участия в исследовании.

Перед операцией пациентам проводились базовое обследование:

- консультация кардиолога минимум за 7 дней до операции;
- анализ крови;
- электрокардиография (ЭКГ), которая регистрировалась в покое, в 12 отведениях (патологическими считались следующие изменения ЭКГ: полная и неполная блокада левой ножки пучка Гиса, признаки гипертрофии миокарда по индексу Соколова-Лайона, признаки рубцовых изменений миокарда, неспецифическая динамика ST-T);
- трансторакальная эхокардиография (размеры и объемы камер сердца, толщина стенок, состояние стенок аорты, недостаточность или наличие стенозов клапанов сердца, состояние перикардальной полости, фракция выброса, наличие и степень диастолической дисфункции, наличие признаков легочной гипертензии).

Для определения значения показателей эргоспирометрии в прогнозировании кардиального периоперационного риска дополни-

тельно к базовому обследованию, предусмотренному действующими рекомендациями, всем пациентам проводилась эргоспирометрия.

Эргоспирометрия выполнялась по унифицированному протоколу Mod-BRUCE (скорость движения беговой дорожки – 2,4 км/ч, угла наклона нет [7]) всем пациентам. В нашем исследовании тредмил-тест являлся симптом-лимитированным и проводился до появления критериев остановки (жизнеугрожающие нарушения ритма, признаки преходящей ишемии миокарда, повышение уровня систолического артериального давления выше 210 мм рт. ст.) и (или) достижения пациентом усталости и (или) одышки выраженностью ≥ 7 баллов по 10-балльной шкале Борга.

Эргоспирометрию проводили в режиме анализа каждого дыхательного цикла (*breath by breath*) с автоматическим усреднением данных газового анализа за 30 с. Осуществлялись: непрерывное мониторирование ЭКГ, измерение уровня артериального давления каждую минуту теста, субъективная оценка состояния пациента и его жалоб. Регистрировались: вентиляционные объемы, потребление кислорода, выделение углекислого газа, уровень артериального давления и параметры 12-канальной непрерывной ЭКГ. В первую очередь оценивались следующие показатели эргоспирометрии:

- максимальное (пиковое) потребление кислорода;
- потребление кислорода на уровне анаэробного порога (уровень анаэробного порога определялся автоматически с помощью газового анализатора с использованием комбинации 4 методик – точка резкого нарастания выделения CO_2 [7]);
- дыхательный резерв (отношение фактического дыхательного объема на пике нагрузки к максимальному форсированному объему легких);
- показатель эффективности легочной вентиляции;
- кислородный пульс – отношение объема потребляемого кислорода к частоте сердечных сокращений (ЧСС).

По результатам предоперационного кардиологического обследования решался вопрос об отсутствии противопоказаний к оперативному вмешательству и необходимости коррекции терапии. В случае измене-

ния схемы лечения повторное обследование, в том числе эргоспирометрия, проводилось на фоне скорректированной терапии. В анализ включались данные повторного обследования.

В зависимости от наличия кардиальных осложнений во время операции и в течение 30 дней после операции (или до конца срока госпитализации) пациенты были разделены на две группы – больные с сердечно-сосудистыми осложнениями (первая группа) и без них (вторая группа).

Сердечно-сосудистыми осложнениями считались:

- смерть от сердечно-сосудистой причины на основании данных патологоанатомического заключения;
- инфаркт миокарда, диагностированный на основании повышения уровня тропонина Т или I в сочетании с типичной динамикой ЭКГ;
- инсульт, верифицированный при компьютерной или магнитно-резонансной томографии головного мозга.

Статистическую обработку информации проводили с помощью пакета статистических программ Statistica 10.0. В работе было сделано допущение о ненормальном распределении количественных переменных, поэтому данные представлены в виде медианы, интерквартильного интервала (25–75-го процентилей), минимального – максимального значений. Основные харак-

теристики групп сравнивались с использованием критерия χ^2 или Фишера для порядковых переменных и критерия Манна–Уитни для непрерывных переменных. Проведены ROC-анализ и многофакторный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления параметров эргоспирометрии, ассоциированных с кардиальными периоперационными осложнениями, в статистический анализ были включены данные 136 пациентов. Общая характеристика выборки представлена в табл. 1. Всем пациентам выполнялись плановые хирургические вмешательства (табл. 2). Послеоперационные сердечно-сосудистые осложнения зарегистрированы у 12 (8,8%) пациентов (табл. 3). Данные эргоспирометрии, статистически различавшиеся у пациентов с сердечно-сосудистыми осложнениями и без них, представлены в табл. 4.

Параметры, достоверно различавшиеся в зависимости от наличия или отсутствия сердечно-сосудистых осложнений, оценены с помощью ROC-анализа с поиском порогового значения и прогностической значимости. Достоверным независимым предиктором кардиальных периоперационных осложнений оказался лишь один показатель – прирост ЧСС на первой минуте тредмил-теста (% от исходной ЧСС) (рисунок).

Таблица 1. Общая характеристика пациентов (n = 136)

Параметры	Абсолютное количество	Относительное количество, %
Пол (мужчины)	102	75,0
Старше 65 лет	86	63,2
Старше 75 лет	26	19,1
Индекс массы тела ≥ 30 кг/м ²	27	19,9
Сердечно-сосудистые заболевания	136	100,0
Гипертоническая болезнь	110	80,9
Гипертоническая болезнь 2-й стадии	89	65,4
Гипертоническая болезнь 3-й стадии	21	15,4
Ишемическая болезнь сердца	51	37,5
Стенокардия напряжения	33	24,3
Инфаркт миокарда в анамнезе	37	27,2
Реваскуляризация миокарда	9	6,6
Хроническая сердечная недостаточность	41	30,1
Фибрилляция предсердий	16	11,8
Острые нарушения мозгового кровообращения или транзиторные ишемические атаки	10	7,4

Таблица 1 (окончание).

Параметры	Абсолютное количество	Относительное количество, %
Сахарный диабет 2-го типа	29	21,3
Хроническая обструктивная болезнь легких в анамнезе	69	50,7
Наследственность по сердечно-сосудистым заболеваниям	42	30,9
Курение в настоящее время	52	38,2
Злоупотребление алкоголем	14	10,3
Кардиотропная терапия	136	100
Гемоглобин ниже 120 г/л	68	50,0
Гемоглобин ниже 100 г/л	20	14,7
Скорость клубочковой фильтрации <60 мл/кг/мин	22	16,2

Примечание: скорость клубочковой фильтрации рассчитывалась по методу СКД-ЕРІ.

Таблица 2. Виды хирургической патологии (n = 136)

Наименования	Абсолютное количество	Относительное количество, %
Рак кардиального отдела желудка	67	49,3
Рак тела желудка	32	23,5
Рак пищевода	37	27,2
Рак поджелудочной железы	23	16,9

Таблица 3. Структура сердечно-сосудистых осложнений

Сердечно-сосудистые осложнения	Абсолютное количество	Относительное количество, %
Всего	12	8,8
Смерть от сердечно-сосудистых причин	4	2,9
Нефатальный инфаркт миокарда	6	4,4
Нефатальный инсульт	2	1,5

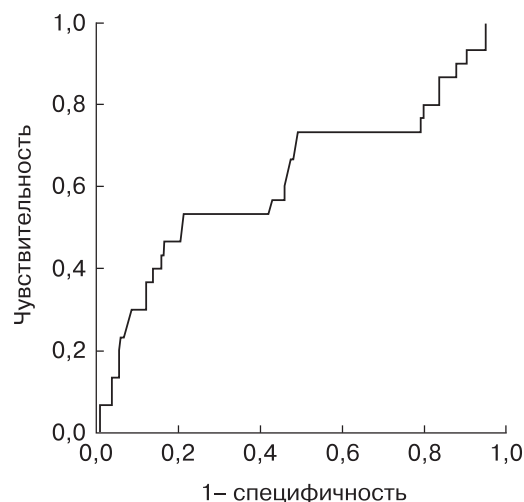
Таблица 4. Параметры эргоспирометрии в зависимости от наличия сердечно-сосудистых осложнений (n = 136)

Параметры	Первая группа (сердечно-сосудистые осложнения) (n = 12)	Вторая группа (без сердечно-сосудистых осложнений) (n = 124)	P
Время нагрузки, с	245,1 188,0–310,5 89,0–412,0	330,0 258,1–411,2 111,0–612,0	0,02
Прирост ЧСС на первой минуте тредмил-теста (% от исходной ЧСС)	35,2 20,7–48,1 17,2–55,1	20,1 10,2–27,1 8,2–39,8	<0,01
Пиковое потребление кислорода, мл/кг/мин	14,0 12,2–18,2 9,8–20,1	18,8 15,7–21,9 14,3–23,1	0,04
Пиковое потребление кислорода, % нормы	70,2 55,2–80,2 44,1–101,3	82,1 66,2–112,2 46,2–114,0	0,02
Анаэробный порог, мл/кг/мин	11,1 8,2–13,8 5,4–16,1	14,2 11,3–16,2 7,8–16,8	0,01

Примечание: на первой строке ячейки представлена медиана, на второй – интерквартильный интервал, на третьей – минимальное – максимальные значения.

Площадь под кривой (*AUC*) – 0,625 (стандартная ошибка – 0,063, асимптотическое стандартное отклонение – 0,26, асимптотический 95% -й доверительный интервал – 0,502–0,748). Показатель прироста ЧСС на первой минуте нагрузочного теста по унифицированному протоколу >25% от исходной достоверно ассоциирован с риском сердечно-сосудистых осложнений. Количество пациентов с приростом ЧСС на первой минуте нагрузочного теста >25% составляло в первой группе (пациенты с сердечно-сосудистыми осложнениями) – 4 (33,3%) (истинно-положительные результаты), во второй (пациенты без сердечно-сосудистых осложнений) – 12 (9,7%) (ложно-положительные результаты) ($P < 0,01$). Чувствительность теста – 33,3%, специфичность – 100,0%. Отношение шансов составило 4,6 при границах 95%-го доверительного интервала от 1,2 до 17,5. Другие показатели эргоспирометрии не имели самостоятельного прогностического значения (*AUC* составляла от 0,277 до 0,421).

Также в процессе работы был проведен многофакторный анализ с определением прогностической ценности модели базового предоперационного обследования (консультация, анализ крови, ЭКГ в покое и эхокардиография) и дополнительного проведения эргоспирометрии с выделением наиболее весомых показателей теста. Данные базового обследования обладали умеренной прогностической ценностью (*AUC* – 0,780,



Показатель прироста ЧСС на первой минуте нагрузочного теста в прогнозировании сердечно-сосудистых осложнений.

чувствительность – 69%, специфичность – 73%). Дополнительный учет показателей стандартного нагрузочного теста (без газового анализа) повышал прогностическую способность модели в основном за счет чувствительности (*AUC* – 0,850, чувствительность – 82%, специфичность – 75%). Дополнительный учет данных газового анализа не увеличивал прогностическую способность модели по сравнению с использованием стандартных показателей нагрузочного теста (*AUC* – 0,840, чувствительность – 79%, специфичность – 76%) (табл. 5).

Таблица 5. Значимость различных моделей при прогнозировании риска сердечно-сосудистых осложнений

Модель	<i>AUC</i>	Чувствительность, %	Специфичность, %	Независимые предикторы с максимальным весом	Вес предикторов
Базовое обследование	0,780	69	73	Хроническая обструктивная болезнь легких в анамнезе	0,033
				Гемоглобин ниже 100 г/л	0,022
				Курение в настоящее время	0,011
Базовое обследование + тредмил-тест	0,850	82	75	Хроническая обструктивная болезнь легких в анамнезе	0,021
				Прирост ЧСС на первой минуте тредмил-теста	0,019
				Гипертрофия миокарда по данным ЭКГ	0,011
Базовое обследование + эргоспирометрия	0,840	79	76	Хроническая обструктивная болезнь легких в анамнезе	0,034
				Прирост ЧСС на первой минуте тредмил-теста	0,022
				Гемоглобин ниже 100 г/л	0,012

ОБСУЖДЕНИЕ

В действующих рекомендациях по определению периоперационного риска при внесердечных операциях подчеркивается необходимость исследований, посвященных прогнозированию кардиального риска при онкологических вмешательствах, в частности на органах желудочно-кишечного тракта, с использованием современных функциональных методов обследования [4, 5, 8]. Эргоспирометрия является высокоинформативным методом определения состояния сердечно-сосудистой, дыхательной систем, метаболизма человека и имеет прогностическое значение при различной кардиальной патологии. Целью данной работы было определить, какие из параметров эргоспирометрии ассоциированы с риском сердечно-сосудистых периоперационных осложнений. Для данной работы нами были выбраны сложные хирургические вмешательства априорно высокого кардиального риска по данным действующих рекомендаций – операции по поводу онкологического заболевания пищевода, желудка и поджелудочной железы. Риск инфаркта миокарда и смерти от кардиальной причины при этих операциях по данным литературы превышает 5% [4, 5, 8]. По нашим данным он составил 7,3% (смерть от сердечно-сосудистых причин (2,9%) и нефатальный инфаркт миокарда (4,4%)). Относительно высокая смертность от сердечно-сосудистых причин и высокий риск инфаркта миокарда в нашей выборке, вероятнее всего, связаны с тем, что мы отобрали возрастных пациентов (старше 65 лет было 63,2% пациентов) с исходной кардиальной патологией, то есть больных с более высоким ожидаемым риском периоперационных осложнений, чем в общей популяции. Следует также отметить, что 50,0% наших пациентов страдали анемией, что также является достоверным фактором риска периоперационных осложнений [4].

Базовая модель обследования включала в себя все предоперационные тесты и консультации, которые требуется провести перед внесердечной операцией высокого риска по действующим рекомендациям [4, 5, 8]. Оказалось, что прогностическое значение базовой модели у нашей когорты пациентов было умеренным ($AUC = 0,780$, чувствительность – 69%, специфичность –

73%), что еще раз подтверждает необходимость поиска оптимального объема предоперационного обследования. Учитывая то, что сниженная толерантность к нагрузке и нарушения метаболизма являются дополнительными факторами риска периоперационных кардиальных осложнений, мы оценили вклад нагрузочного теста в прогностическое значение каждой модели. Была выбрана эргоспирометрия. При стандартном нагрузочном тесте переносимость нагрузки в метаболических эквивалентах потребления кислорода оценивается косвенно и неточно. При эргоспирометрии имеется возможность точной оценки потребления кислорода, выделения углекислого газа, неинвазивного определения анаэробного порога, определения дыхательного резерва и других показателей. В ряде работ было показано высокое прогностическое значение эргоспирометрии при определении периоперационных рисков при кардиохирургических вмешательствах и операциях на легких. При внесердечной хирургии риск кардиологических осложнений был низким при уровне пикового потребления кислорода >15 мл/кг/мин [5] и при уровне анаэробного порога >11 мл/кг/мин [6].

По данным A. Brunelli et al. [9], снижение уровня пикового потребления кислорода ниже 75% от расчетного является предиктором периоперационных сердечно-сосудистых осложнений при вмешательствах на легких, эзофагэктомии и лапароскопическом шунтировании желудка по Ру. При этом уровень пикового потребления кислорода <20 мл/кг/мин является предиктором послеоперационных пульмонологических, кардиальных осложнений и смертности. При уровне пикового потребления кислорода <12 мл/кг/мин смертность была выше в 13 раз [9]. Y.S. Mao et al. [10] уточняют и дополняют эти данные, сообщая, что частота сердечно-легочных осложнений увеличивается при уровне пикового потребления кислорода $<15,0$ мл/кг/мин, объеме форсированного выдоха за первую секунду $<0,5$ л или снижении уровня пикового потребления кислорода ниже 70% от расчетного. При этом объем форсированного выдоха за первую секунду и пиковое потребление кислорода обладают лучшим прогностическим значением в оценке

периоперационного риска, чем пиковое потребление кислорода в % от нормы [10].

Учитывая это, мы провели межгрупповой анализ показателей эргоспирометрии у пациентов с периоперационными сердечно-сосудистыми осложнениями и без них, определили независимые факторы риска среди многообразия данных, получаемых при эргоспирометрии, а также рассчитали прогностическое значение модели обследования с включением в нее эргоспирометрии.

Оказалось, что у пациентов с сердечно-сосудистыми осложнениями были достоверно меньшие значения времени нагрузки ($P = 0,02$) и пикового потребления кислорода, в том числе в % от нормы ($P = 0,04$ и $P = 0,02$ соответственно). Это соответствует данным литературы. Однако при многофакторном анализе данные параметры не показали достоверного независимого значения и достаточно высокого веса в структуре моделей предоперационного обследования.

Напротив, был выявлен показатель, оказавшийся существенно выше в группе пациентов с сердечно-сосудистыми осложнениями ($P < 0,01$), а также имевший независимое предсказательное значение в прогнозировании периоперационных сердечно-сосудистых осложнений, – показатель прироста ЧСС на первой минуте нагрузочного теста по протоколу Mod-BRUCЕ (скорость движения беговой дорожки 2,4 км/ч, угла наклона нет [7]). Этот показатель отражает, насколько быстро повышается ЧСС в ответ на небольшую нагрузку. ЧСС в покое и при нагрузке имеет особенное значение именно у пациентов с кардиальной патологией, в первую очередь с ишемической болезнью сердца. Высокий стартовый прирост ЧСС является следствием целого ряда факторов: детренированности пациента, недостаточной ритмурежающей терапии, анемии, дыхательной недостаточности, например на фоне хронической обструктивной болезни легких [11]. Эти факторы сами по себе являются дополнительными факторами риска кардиальных осложнений. По нашему мнению, это и определило прогностическую значимость показателя прироста ЧСС на нагрузке в прогнозировании инфаркта миокарда и смерти от кардиальной причины. Оказалось, что при умеренном повышении ЧСС в начале нагрузки ($\leq 25\%$) риск

сердечно-сосудистых осложнений в периоперационном периоде был достоверно ниже. Кроме того, как было отмечено выше, при дополнении базовой модели предоперационного обследования данными эргоспирометрии именно показатель прироста ЧСС на первой минуте теста оказался независимым фактором.

Следует подчеркнуть, что при рассматриваемых операциях у данной когорты пациентов (возрастные пациенты с кардиальным анамнезом) ни один из спирометрических показателей не оказался независимым предиктором сердечно-сосудистых осложнений. Иными словами, проведение стандартного нагрузочного теста перед операцией достаточно, и нет достоверного повышения прогностического значения модели обследования при учете данных эргоспирометрии.

ВЫВОДЫ

1) При плановых хирургических вмешательствах по поводу онкологического заболевания пищевода, желудка и поджелудочной железы сердечно-сосудистые осложнения ассоциировались с более низкой переносимостью нагрузки, более низким потреблением кислорода и анаэробным порогом.

2) Независимым предиктором сердечно-сосудистых осложнений среди параметров эргоспирометрии оказался показатель прироста ЧСС на первой минуте нагрузочного теста (% от исходной ЧСС) по протоколу Mod-BRUCЕ.

3) При приросте ЧСС на первой минуте тредмил-теста $>25\%$ риск сердечно-сосудистых осложнений возрастает. При этом самостоятельная ценность параметра невысока из-за низкой чувствительности теста (33%), несмотря на 100%-ю специфичность.

4) Проведение стандартного нагрузочного теста повышает предсказательную способность базового обследования и должно выполняться перед операцией при отсутствии противопоказаний (AUC повышается с 0,780 до 0,850, чувствительность – с 69 до 72%, специфичность – с 73 до 76%).

5) Дополнительный учет параметров спирометрии при нагрузке не повышает прогностическую ценность модели предоперационного обследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Older P., Smith R., Courtney P., Hone R. Pre-operative evaluation of cardiac failure and ischemia in elderly patients by cardiopulmonary exercise testing // *Chest*. 1993. V. 104. No. 3. P. 701–704.
2. Forshaw M.J., Strauss D.C., Davies A.R., Wilson D., Lams B., Pearce A., Botha A.J., Mason R.C. Is cardiopulmonary exercise testing a useful test before esophagectomy? // *Ann. Thorac. Surg.* 2008. V. 85. No. 1. P. 294–299.
3. Prentis J.M., Manas D.M., Trenell M.I., Hudson M., Jones D.J., Snowden C.P. Submaximal cardiopulmonary exercise testing predicts 90-day survival after liver transplantation // *Liver Transpl.* 2012. V. 18. No. 2. P. 152–159. Doi: 10.1002/lt.22426.
4. Guidelines for pre-operative cardiac risk assessment and perioperative cardiac management in non-cardiac surgery: the Task Force for Preoperative Cardiac Risk Assessment and Perioperative Cardiac Management in Non-cardiac Surgery of the European Society of Cardiology (ESC) and endorsed by the European Society of Anaesthesiology (ESA) // *Eur. J. Anaesthesiol.* 2010. V. 27. No. 2. P. 92–137. Doi: 10.1097/EJA.0b013e328334c017.
5. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA) // *Eur. Heart J.* 2014. V. 35. No. 35. P. 2383–2431. Doi: 10.1093/eurheartj/ehu282.
6. Nagamatsu Y., Shima I., Yamana H., Fujita H., Shirouzu K., Ishitake T. Preoperative evaluation of cardiopulmonary reserve with the use of expired gas analysis during exercise testing in patients with squamous cell carcinoma of the thoracic esophagus // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2001. V. 121. No. 6. P. 1064–1072.
7. Сыркин А.Л., Аксельрод А.С., Новикова Н.А., Полтавская М.Г., Паша С.П., Седов В.П., Чомакхидзе П.Ш. Руководство по функциональной диагностике. Научно-практическое пособие. М.: Золотой стандарт, 2009. 442 с.
8. Прогнозирование и профилактика кардиальных осложнений внесердечных хирургических вмешательств. Национальные рекомендации // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2011. Т. 10. № 6. Приложение 3. 28 с.
9. Brunelli A., Belardinelli R., Refai M., Salati M., Soggi L., Pompili C., Sabbatini A. Peak oxygen consumption during cardiopulmonary exercise test improves risk stratification in candidates to major lung resection // *Chest*. 2009. V. 135. No. 5. P. 1260–1267. Doi: 10.1378/chest.08-2059.
10. Mao Y.S., He J., Yan S.P., Dong J.S., Cheng G.Y., Sun K.L., Liu X.Y., Fang D.K., Li J., Wang Y.G., Huang J.F. Cardiopulmonary exercise testing in the evaluation of high risk patients with lung cancer // *Chin. Med. J.* 2010. V. 123. No. 21. P. 3089–3094.
11. Katz A.M. *Physiology of the Heart*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. 567 p.

REFERENCES

1. Older P., Smith R., Courtney P., Hone R. Pre-operative evaluation of cardiac failure and ischemia in elderly patients by cardiopulmonary exercise testing // *Chest*. 1993. V. 104. No. 3. P. 701–704.
2. Forshaw M.J., Strauss D.C., Davies A.R., Wilson D., Lams B., Pearce A., Botha A.J., Mason R.C. Is cardiopulmonary exercise testing a useful test before esophagectomy? // *Ann. Thorac. Surg.* 2008. V. 85. No. 1. P. 294–299.
3. Prentis J.M., Manas D.M., Trenell M.I., Hudson M., Jones D.J., Snowden C.P. Submaximal cardiopulmonary exercise testing predicts 90-day survival after liver transplantation // *Liver Transpl.* 2012. V. 18. No. 2. P. 152–159. Doi: 10.1002/lt.22426.
4. Guidelines for pre-operative cardiac risk assessment and perioperative cardiac management in non-cardiac surgery: the Task Force for Preoperative Cardiac Risk Assessment and Perioperative Cardiac Management in Non-cardiac Surgery of the European Society of Cardiology (ESC) and endorsed by the European Society of Anaesthesiology (ESA) // *Eur. J. Anaesthesiol.* 2010. V. 27. No. 2. P. 92–137. Doi: 10.1097/EJA.0b013e328334c017.
5. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA) // *Eur. Heart J.* 2014. V. 35. No. 35. P. 2383–2431. Doi: 10.1093/eurheartj/ehu282.
6. Nagamatsu Y., Shima I., Yamana H., Fujita H., Shirouzu K., Ishitake T. Preoperative evaluation of cardiopulmonary reserve with the use of expired gas analysis during exercise testing in patients with squamous cell carcinoma of the thoracic esophagus // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2001. V. 121. No. 6. P. 1064–1072.
7. Syrkin A.L., Akselrod A.S., Novikova N.A., Poltavskaya M.G., Pasha S.P., Sedov V.P., Chomakhidze P.Sh. *Functional Diagnostics. Practical Manual*. Moscow: Zolotoy standart, 2009. 442 p. (Book in Russian)
8. Prognosis and prophylactics of cardiac complications in noncardiac surgery. National guidelines // *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2011. V. 10. No. 6. Suppl. 3. 28 p. (Article in Russian)
9. Brunelli A., Belardinelli R., Refai M., Salati M., Soggi L., Pompili C., Sabbatini A. Peak oxygen consumption during cardiopulmonary exercise test improves risk stratification in candidates to major lung resection // *Chest*. 2009. V. 135. No. 5. P. 1260–1267. Doi: 10.1378/chest.08-2059.
10. Mao Y.S., He J., Yan S.P., Dong J.S., Cheng G.Y., Sun K.L., Liu X.Y., Fang D.K., Li J., Wang Y.G., Huang J.F. Cardiopulmonary exercise testing in the evaluation of high risk patients with lung cancer // *Chin. Med. J.* 2010. V. 123. No. 21. P. 3089–3094.
11. Katz A.M. *Physiology of the Heart*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. 567 p.

Cardiopulmonary exercise test in cardiovascular risk prognosis in patients undergoing elective surgery for gastric, esophageal, and pancreatic cancer

*P.Sh. Chomakhidze, M.G. Poltavskaya, N.V. Moszhuhina,
T.V. Khorobrykh, D.V. Vychuzhanin, A.L. Syrkin*

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow

P.Sh. Chomakhidze – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Cardiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. M.G. Poltavskaya – M.D., Ph.D., Professor, Division of Cardiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. N.V. Moszhuhina – M.D., Ph.D. fellow, Division of Cardiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. T.V. Khorobrykh – M.D., Ph.D., Professor, Division of Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. D.V. Vychuzhanin – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. A.L. Syrkin – M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Cardiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow.

The aim of the study was to assess cardiopulmonary exercise test value in cardiovascular risk determining in noncardiac elective surgery. The study included 136 patients with cardiac problems in anamnesis who underwent elective surgery for esophageal, gastric, and pancreatic cancer. 86 (63.2%) patients were older than 65 years. Cardiovascular complications, which were recorded during surgery and within 30 days after it, were detected in 12 (8.8%) patients (6 (4.4%) cases of non-fatal myocardial infarction, 2 (1.5%) cases of non-fatal stroke, and 4 (2.9%) cases of cardiovascular death). On the basis of presence or absence of cardiovascular complications patients were divided into two groups. In the group with cardiovascular complications ($n = 12$) when compared with the group without ones ($n = 124$) significant differences in exercise time (245.1 (188.0–310.5) vs 330.0 (258.1–411.2) sec) (here and below, median and interquartile range) ($P = 0.02$); maximum oxygen uptake at peak exercise (14.0 (12.2–18.2) vs 18.8 (of 15.7 and 21.9) ml/kg/min) ($P = 0.04$); anaerobic threshold (11.1 V (8.2–13.8) vs 14.2 (11.3 per is 16.2) ml/kg/min) ($P = 0.01$); heart rate increasing (in % to baseline) (35.2 (20.7–48.1) vs 20.1 (10.2–27.1) %) ($P < 0.01$) were revealed. Heart rate increasing (in % to baseline) more than 25% was the only independent cardiovascular complications risk factor. The standard exercise test increases the predictive ability of baseline study and should be performed before surgery in the absence of contraindications (AUC increases from 0,780 to 0,850, the sensitivity from 69 to 72%, and specificity from 73 to 76). Cardiopulmonary exercise test does not increase prognostic value of baseline study.

Key words: cardiopulmonary exercise test; cardiac risk; noncardiac surgery; gastric, esophageal, and pancreatic cancer.

Citation: Chomakhidze P.Sh., Poltavskaya M.G., Moszhuhina N.V., Khorobrykh T.V., Vychuzhanin D.V., Syrkin A.L. Cardiopulmonary exercise test in cardiovascular risk prognosis in patients undergoing elective surgery for gastric, esophageal, and pancreatic cancer // *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2017. No. 5. P. 54–63. (Article in Russian)