

Алгоритм для объективной оценки функционального класса хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца

*ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»¹,
РНПЦ «Кардиология»²*

Вопрос объективизации состояния больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН) является предметом изучения многих исследователей и обуславливает необходимость поиска хорошо воспроизводимых параметров оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы больных данной категории.

Одним из основных клинических проявлений ХСН, связанным с ее тяжестью и прогнозом, является степень снижения физической работоспособности или толерантности к нагрузке. В настоящее время для оценки этого показателя применяются различные пробы с физической нагрузкой: велоэргометрия, тредмил-тест, тест с шестиминутной ходьбой (ТШХ) [5]. Несмотря на все более широкое применение нагрузочных тестов при ХСН, многие их аспекты, в том числе вопросы, связанные с дифференцированным подходом к их использованию, являются не полностью решенными. В доступной литературе нет данных об использовании при ХСН лестничной пробы.

В последние годы основной причиной ХСН в европейских странах является ишемическая болезнь сердца (ИБС). В этой связи представляется актуальным создание алгоритма для объективной оценки функционального класса (ФК) ХСН у больных ИБС с помощью различных проб с физической нагрузкой, в том числе лестничной пробы.

Цель исследования: разработать алгоритм для объективной оценки функционального класса хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца с помощью проб с физической нагрузкой (тест с шестиминутной ходьбой, модифицированная лестничная проба, тредмил-тест).

Материал и методы

Проведено обследование 120 больных ХСН I-IV функциональных классов, определенных по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA), в возрасте от 45 до 75 лет. Причиной ХСН у всех больных была ИБС. Критериями включения пациентов в исследование являлись: синусовый ритм, срок после перенесенного инфаркта миокарда более 3 месяцев, а также согласие больного на участие в исследовании.

Критерии исключения: хроническая обструктивная болезнь легких, ожирение III степени, сахарный диабет в стадии декомпенсации, гипертиреоз, гипотиреоз, анемия, артериальная гипертензия, наличие противопоказаний к выполнению тестов с физической нагрузкой.

Все наблюдавшиеся больные в зависимости от ФК ХСН по классификации NYHA были распределены на 4 группы.

ХСН I ФК была диагностирована у 33 пациентов (23 мужчины и 10 женщин), средний возраст больных - $60,03 \pm 6,82$ лет, II ФК - у 31 больного (22 мужчины и 9 женщин), средний возраст - $61,03 \pm 7,42$ год, III ФК - у 32 больных (22 мужчины и 10

женщин), средний возраст $64,78 \pm 6,68$ года, IV ФК - у 24 больных (16 мужчин, 8 женщин), средний возраст $64,71 \pm 6,89$ года. Контрольную группу (пр. здоровые) составили 28 человек (19 мужчин и 9 женщин), средний возраст $60,50 \pm 5,78$ лет. Группы были сопоставимы по количеству, возрасту пациентов, соотношению мужчин и женщин.

Всем пациентам проводили комплекс нагрузочных тестов: ТШХ, модифицированную лестничную пробу, тредмил-тест. Больным ХСН IV ФК тредмил-тест не проводили, учитывая тяжесть состояния пациентов.

В качестве показателя толерантности к физической нагрузке определяли величину потребления кислорода (VO_2). VO_2 более точно отражает толерантность к нагрузкам и ФК ХСН, чем любой другой показатель. В соответствии с VO_2 при спироэргометрии определяют ФК по NYHA: у здоровых лиц $VO_2 > 22$ мл/кг/мин, при ХСН I ФК - 18,1-22 мл/кг/мин, II ФК - 14,1-18 мл/кг/мин, III ФК - 10,1-14 мл/кг/мин и IV ФК - < 10 мл/кг/мин [1, 3, 5].

ТШХ проводился в коридоре длиной в 30 м, разделенном на интервалы в 1 м. Темп ходьбы пациент выбирал самостоятельно с таким расчетом, чтобы пройденная за 6 мин дистанция была максимальной. Пациенту разрешалось замедлять темп ходьбы, даже останавливаться и отдыхать, но движение возобновлялось сразу после улучшения самочувствия. После окончания теста отмечали пройденное расстояние в метрах. Если во время выполнения нагрузки пациент останавливался, то фиксировали, на какой минуте и сколько времени потребовалось пациенту на отдых. Время отдыха включалось в общее время теста. Во время проведения теста никакого одобрения со стороны врача, проводившего исследование, не использовалось [1]. Во время проведения пробы проводилось холтеровское мониторирование. ЭКГ анализировалась на 30-секундных фрагментах записи в течение трех минут до начала ТШХ, шести минут пробы и 10 минут восстановительного периода. Оценивались возможность выполнения теста для пациента (переносимость); частота сердечных сокращений (ЧСС) исходная, ЧСС максимальная, прирост ЧСС. Потребление кислорода W/P , где P - вес пациента $W/P + 151 + 10,1 \times$ определяли по формуле: $VO_2 = (5,8 \text{ кг}, W -$ мощность выполненной работы в Вт [9]. Мощность выполненной работы в Вт L/t , где k - коэффициент, равный 0,488-1,084 ($W/P \times$ рассчитывали по формуле: $W = k$ зависимости от скорости ходьбы), L - расстояние, пройденное во время ТШХ, в метрах, t - время работы в секундах [2].

Для нагрузочного тестирования больных ХСН ишемической этиологии нами предложена модифицированная лестничная проба. Суть модификации лестничной пробы состоит в стандартизации нагрузочного теста, методика которого предусматривает подъем и спуск по лестнице на один этаж (1 подъем) в течение 6 минут. Это позволяет рассчитывать мощность нагрузки у всех пациентов с коэффициентом, учитываемом при спуске.

Модифицированная лестничная проба проводилась на лестнице в стационаре. Пациент поднимался и спускался на 1 этаж (2 лестничных пролета по 11 ступенек высотой 0,15 м каждая) в обычном для него темпе в течение 6 минут. Пациенту разрешалось замедлять темп ходьбы, даже останавливаться и отдыхать, но движение возобновлялось сразу после улучшения самочувствия. После окончания теста отмечали пройденные подъемы. Если во время выполнения нагрузки пациент останавливался, то фиксировали, на какой минуте и сколько времени потребовалось пациенту на отдых. Время отдыха включалось в общее время теста. Никакого

одобрения со стороны врача, проводившего исследование, не использовалось во время выполнения теста. Во время проведения пробы проводилось холтеровское мониторирование. ЭКГ анализировалась на 30-секундных фрагментах записи в течение трех минут до начала лестничной пробы, шести минут пробы и 10 минут восстановительного периода. Оценивались возможность выполнения теста для пациента (переносимость); ЧСС исходная, ЧСС максимальная, прирост ЧСС. W/P , где $P + 151 + 10,1 \times$ Потребление кислорода определяли по формуле: $VO_2 = (5,8 P - \text{вес пациента в кг}, W - \text{мощность выполненной работы в Вт [9]})$. Мощность $0,1635$, где $22 \times n \times 0,15 \times P \times$ выполненной работы в Вт рассчитывали по формуле: $W = 1,33 n - \text{количество подъемов в минуту [8]}$.

Тредмил-тест проводили по одной из стандартных модификаций протокола Naughton для больных ХСН с использованием тредмила «WOODWEY EXO 43» и диагностической станции AT-104 PC фирмы «SCHILLER» (Швейцария) [4]. Критерием выполнения теста для больных ХСН служило появление лимитирующих симптомов - одышки и/или утомления [3], для контрольной группы - достижение субмаксимальной ЧСС при пороговой мощности не менее 7 метаболических единиц (МЕ) и/или окончание теста. Оценивались следующие показатели: возможность выполнения теста для пациента (переносимость); продолжительность нагрузки, пороговая мощность выполненной работы в МЕ, в Вт, ЧСС исходная, ЧСС максимальная, прирост ЧСС. Потребление $3,5 \text{ мл/кг/мин}$, где $A - \text{мощность в МЕ} \times \text{кислорода}$ определяли по формуле: $VO_2 = A$ [1].

Статистический анализ полученных данных был выполнен при помощи компьютерного пакета программы STATISTICA (версия 6.0) с использованием критериев параметрической статистики. Данные представлены в виде $M \pm SD$. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

ТШХ

ТШХ выполнили все больные, в том числе и пациенты с ХСН III-IV ФК. Осложнений во время проведения теста ни в одном случае не было выявлено.

Результаты ТШХ у больных ИБС с различной степенью ХСН, а также в контрольной группе, представлены в таблице 1.

| Показатель | Контроль (n = 28) | I ФК (n = 33) | II ФК (n = 31) | III ФК (n = 32) | IV ФК (n = 24) |
|----------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Расстояние, м | 606,07 ± 33,67 | 481,21 ± 40,00* | 404,03 ± 40,44*§ | 298,13 ± 33,98*§‡ | 140,63 ± 45,62*§‡# |
| Мощность, Вт | 152,79 ± 16,78 | 104,22 ± 12,22* | 73,87 ± 10,04*§ | 43,79 ± 9,14*§‡ | 16,94 ± 5,74*§‡# |
| Потребление кислорода, мл/кг/мин | 26,05 ± 0,86 | 19,42 ± 1,14* | 16,21 ± 1,15*§ | 13,24 ± 0,68*§‡ | 9,45 ± 0,70*§‡# |
| ЧСС исх., уд/мин | 75,68 ± 6,48 | 72,30 ± 7,02NS | 72,65 ± 7,81NS | 74,03 ± 6,06NS | 76,96 ± 8,51NS |
| ЧСС макс., уд/мин | 121,00 ± 6,90 | 113,67 ± 8,91* | 103,84 ± 7,59*§ | 94,13 ± 6,38*§‡ | 87,92 ± 7,07*§‡# |
| Прирост ЧСС, уд/мин | 45,32 ± 6,27 | 41,36 ± 8,91* | 31,19 ± 6,75*§ | 20,09 ± 6,09*§‡ | 10,96 ± 3,01*§‡# |

При сравнении полученных показателей между группами было выявлено, что значения таких показателей, как дистанция ходьбы, мощность выполненной нагрузки, потребление кислорода при нагрузке, достоверно ($p < 0,001$) уменьшались с ростом тяжести ХСН. По сравнению с группой контроля в группе больных I ФК отмечено

снижение потребления кислорода на 26,6%, в группе больных II ФК - на 37,8%, в группах пациентов III и IV ФК - на 49,2% и 63,7% соответственно.

Значения средней ЧСС до проведения пробы в группах больных достоверно не различались ($p > 0,05$). При оценке значений таких показателей, как максимальная ЧСС и прирост ЧСС во время проведения пробы, выявлено достоверное ($p < 0,001$) снижение этих показателей в группах больных I-IV ФК как по сравнению с контрольной группой, так и между собой.

Модифицированная лестничная проба

Модифицированную лестничную пробу выполнили все больные, в том числе и пациенты с ХСН III-IV ФК. Осложнений во время проведения теста ни в одном случае не было выявлено.

Результаты модифицированной лестничной пробы у больных ИБС с различной степенью ХСН, а также в контрольной группе, представлены в таблице 2.

| Показатель | Контроль (n = 28) | I ФК (n = 33) | II ФК (n = 31) | III ФК (n = 32) | IV ФК (n = 24) |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Подъемы | 15,75 ± 1,05 | 11,18 ± 0,75* | 7,73 ± 1,14*§ | 4,84 ± 0,65*§‡ | 2,21 ± 1,04*§‡# |
| Мощность, Вт | 158,57 ± 27,97 | 110,65 ± 18,93* | 79,19 ± 12,09*§ | 45,87 ± 11,16*§‡ | 23,65 ± 12,39*§‡# |
| Потребление кислоро- да, мл/кг/мин | 26,66 ± 1,22 | 21,08 ± 0,91* | 16,97 ± 1,36*§ | 13,61 ± 0,77*§‡ | 10,20 ± 1,27*§‡# |
| ЧСС исх., уд/мин | 75,07 ± 6,37 | 71,88 ± 5,99NS | 72,65 ± 8,06NS | 75,56 ± 6,68NS | 76,46 ± 8,65NS |
| ЧСС макс., уд/мин | 132,00 ± 15,24 | 119,91 ± 8,46* | 110,39 ± 8,26*§ | 100,06 ± 8,16*§‡ | 90,83 ± 7,42*§‡# |
| Прирост ЧСС, уд/мин | 55,75 ± 14,75 | 48,03 ± 9,11* | 37,74 ± 5,25*§ | 24,50 ± 5,80*§‡ | 14,79 ± 4,98*§‡# |

При сравнении полученных показателей между группами было выявлено, что значения таких показателей, как количество пройденных подъемов, мощность выполненной нагрузки, потребление кислорода при нагрузке, достоверно ($p < 0,001$) снижались с увеличением функционального класса ХСН. По сравнению с группой контроля у больных I ФК отмечено снижение потребления кислорода на 20,9%, у больных II ФК - на 36,3%, в группах пациентов III и IV ФК - на 48,9% и 61,7% соответственно.

Значения средней ЧСС до проведения пробы в группах больных достоверно не различались ($p > 0,05$). При оценке значений таких показателей, как максимальная ЧСС и прирост ЧСС во время проведения пробы, выявлено достоверное ($p < 0,001$) снижение этих показателей в группах больных I-IV ФК как по сравнению с контрольной группой, так и между собой.

Тредмил-тест

Все пациенты хорошо переносили выполнение тредмил-теста по модифицированному протоколу Naughton. Осложнений при проведении тестирования ни в одном случае не было выявлено.

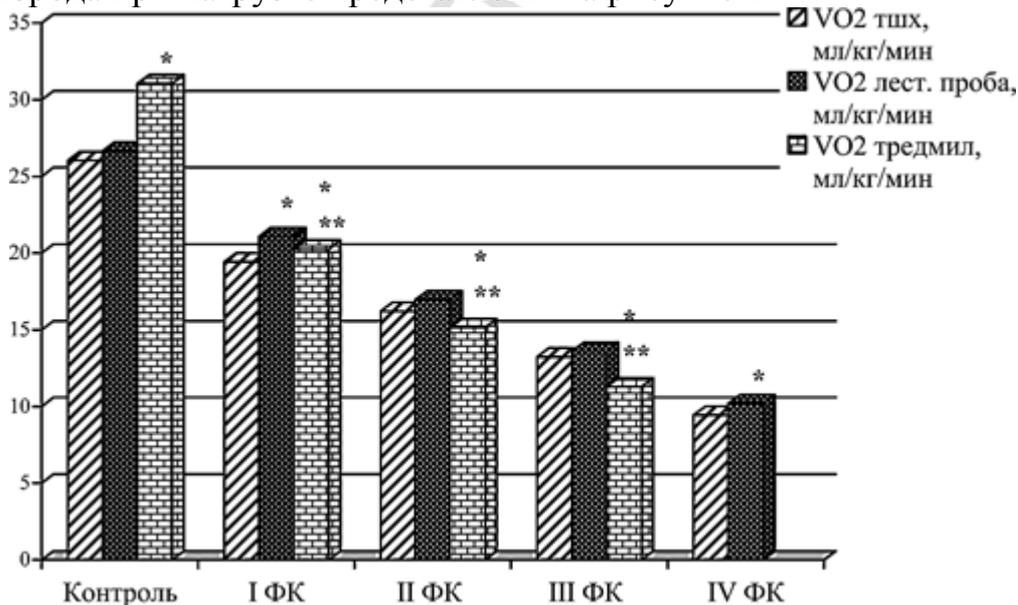
Результаты тредмил-теста у больных ИБС с различной степенью ХСН, а также в контрольной группе, представлены в таблице 3.

| Показатель | Контроль (n = 28) | I ФК (n = 33) | II ФК (n = 31) | III ФК (n = 32) |
|----------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Пороговая мощность, МЕ | 8,88 ± 0,49 | 5,79 ± 0,45* | 4,35 ± 0,69*§ | 3,22 ± 0,49*§↓ |
| Пороговая мощность, Вт | 190,08 ± 34,25 | 113,40 ± 17,61* | 72,00 ± 15,03*§ | 41,79 ± 13,46*§↓ |
| Время нагрузки, мин | 20,10 ± 1,98 | 11,16 ± 1,93* | 6,22 ± 2,06*§ | 3,01 ± 1,25*§↓ |
| Потребление кислорода, мл/кг/мин | 31,06 ± 1,72 | 20,26 ± 1,56* | 15,15 ± 1,41*§ | 11,28 ± 1,70*§↓ |
| ЧСС исх., уд/мин | 75,46 ± 6,11 | 72,30 ± 6,33NS | 76,03 ± 8,11NS | 77,88 ± 7,24NS |
| ЧСС макс., уд/мин | 143,11 ± 10,69 | 115,09 ± 11,64* | 103,42 ± 10,77*§ | 94,15 ± 7,32*§↓ |
| Прирост ЧСС, уд/мин | 66,64 ± 13,01 | 42,79 ± 11,63* | 27,39 ± 9,37*§ | 16,28 ± 6,04*§↓ |

При сравнении полученных показателей между группами было выявлено, что значения таких показателей, как мощность выполненной нагрузки в МЕ и в Вт, время нагрузки, потребление кислорода при нагрузке, достоверно ($p < 0,001$) снижались с ростом тяжести сердечной недостаточности. Различия по этим показателям были отмечены в группах больных I-III ФК как по сравнению с контрольной группой, так и между собой. По сравнению с группой контроля в группе больных I ФК отмечалось достоверное ($p < 0,001$) снижение потребления кислорода на 34,8%, в группах пациентов II и III ФК - на 50,7% и 63,7% соответственно.

Значения средней ЧСС до проведения пробы в группах больных достоверно не различались ($p > 0,05$). Выявлен статистически значимый ($p < 0,001$) прирост ЧСС при проведении теста в группах больных каждого функционального класса. Показатели максимальной ЧСС и прироста ЧСС во время проведения пробы, достоверно ($p < 0,001$) снизились в группе больных I ФК в сравнении с контрольной группой. С увеличением ФК ХСН наблюдалось прогрессирующее снижение этих показателей, причем достоверные ($p < 0,001$) различия по данным показателям в группах больных II и III ФК были как по сравнению с контрольной группой, так и между собой.

Данные сравнительного анализа нагрузочных проб по показателю потребления кислорода при нагрузке представлены на рисунке 1.



В контрольной группе среднее значение потребления кислорода при тредмил-тесте было достоверно ($p < 0,001$) выше потребления кислорода при лестничной пробе и ТШХ. Потребление кислорода при лестничной пробе было достоверно ($p < 0,05$) выше потребления кислорода при ТШХ.

В группе больных I ФК потребление кислорода при лестничной пробе было достоверно ($p < 0,05$) выше потребления кислорода при тредмил-тесте и достоверно ($p < 0,001$) выше потребления кислорода при ТШХ. Значение потребления кислорода при тредмил-тесте было достоверно ($p < 0,05$) выше потребления кислорода при ТШХ.

В группе больных II ФК потребление кислорода при лестничной пробе было достоверно ($p < 0,001$) выше потребления кислорода при тредмил-тесте. Потребление кислорода при ТШХ также было достоверно ($p < 0,01$) выше аналогичного показателя при тредмил-тесте. Показатели потребления кислорода при ТШХ и лестничной пробе достоверно не различались ($p > 0,05$).

В группе больных III ФК значения потребления кислорода при лестничной пробе и ТШХ были высоко достоверно ($p < 0,001$) выше потребления кислорода при тредмил-тесте. Достоверных различий между показателями потребления кислорода при ТШХ и лестничной пробе не было выявлено ($p > 0,05$).

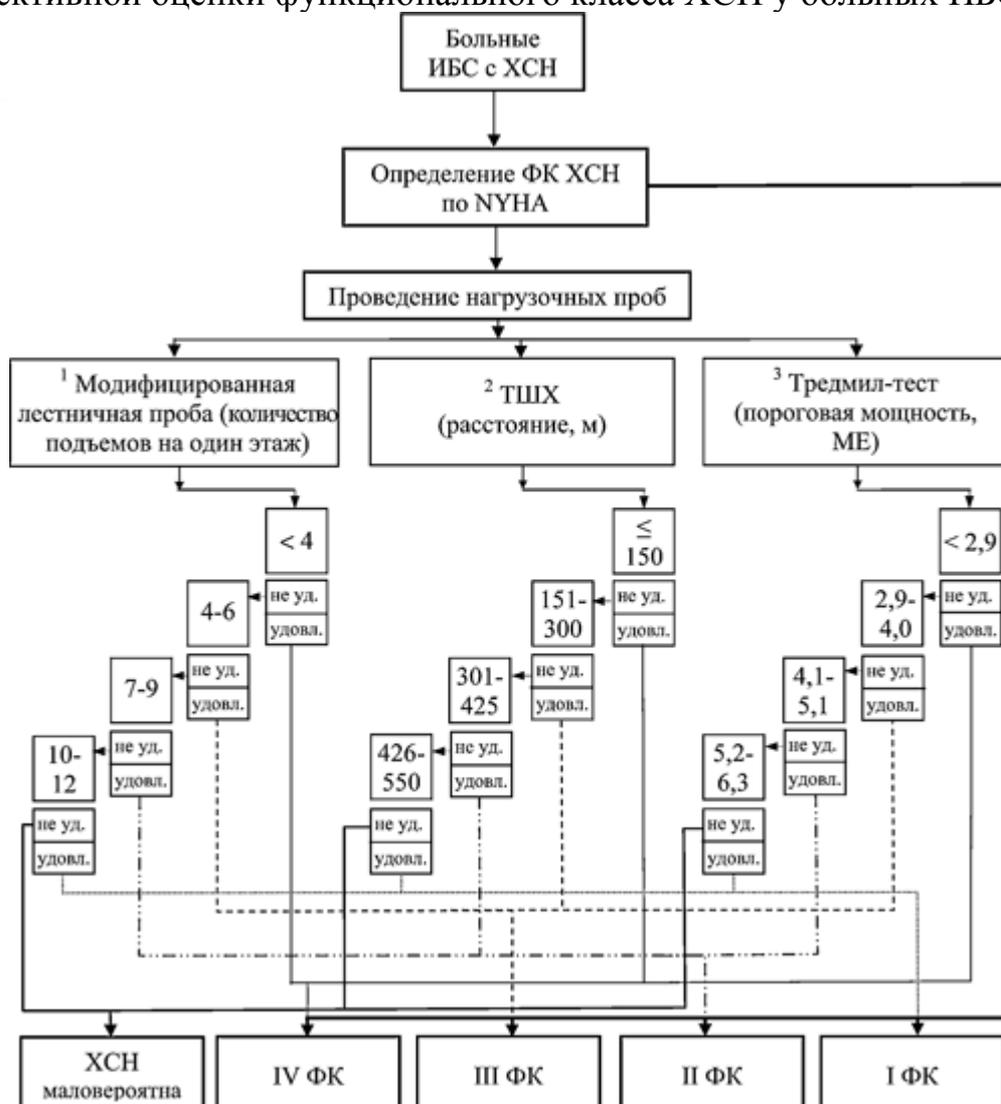
В группе больных IV ФК среднее значение потребления кислорода при лестничной пробе было достоверно ($p < 0,05$) выше соответствующего показателя при ТШХ.

Обсуждение результатов

По результатам сравнительного анализа показателей потребления кислорода при проведении различных нагрузочных проб (ТШХ, модифицированная лестничная проба, тредмил-тест) установлено, что у больных ХСН I ФК для оценки толерантности к физической нагрузке выполнение тредмил-теста и модифицированной лестничной пробы предпочтительнее, чем ТШХ. С ростом тяжести пациентов роль тредмил-теста снижается, наиболее информативными в оценке состояния больных II и III ФК являются модифицированная лестничная проба и ТШХ. Это можно объяснить наличием нескольких факторов: непрерывно-возрастающей нагрузкой заданной мощности при проведении тредмил-теста, отсутствием возможности для пациента определять темп нагрузки и отдыхать во время проведения пробы. Известно, что у больных с начальными признаками ХСН, как и у здоровых лиц, уровень потребления кислорода при нагрузке определяется сердечным выбросом, а периферические нарушения еще не имеют существенного значения в отличие от более тяжелых стадий ХСН [3]. С ростом тяжести ХСН на первый план выходят периферические факторы: изменения скелетных мышц, нейрогуморальной регуляции, дыхательной системы [3, 6, 7]. Результаты нашей работы подтвердили это представление. У пациентов с ХСН III ФК во время выполнения тредмил-теста при малой нагрузке достаточно быстро наступало мышечное утомление, из-за которого они останавливались при достаточно низком уровне потребления кислорода. Также следует учитывать, что у некоторых пациентов, особенно пожилых, имеется чувство страха перед тестированием с использованием тредмила. Поскольку проведение тредмил-теста у больных IV ФК ХСН противопоказано, ТШХ и модифицированная лестничная проба позволяют объективизировать состояние таких пациентов, причем выполнение лестничной пробы предпочтительнее. Этот факт можно объяснить достоверно ($p < 0,05$) большей мощностью нагрузки при лестничной пробе в сравнении с аналогичным показателем при ТШХ.

В результате проведенного исследования на основании значений потребления кислорода при проведении различных проб с физической нагрузкой (ТШХ,

модифицированная лестничная проба, тредмил-тест) нами разработан алгоритм для объективной оценки функционального класса ХСН у больных ИБС (рисунок 2).



Выводы

1. Разработанный на основании значений потребления кислорода при проведении различных проб с физической нагрузкой (тест с шестиминутной ходьбой, модифицированная лестничная проба, тредмил-тест) алгоритм предназначен для объективной оценки функционального класса хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца.

2. Использование предложенного алгоритма объективной оценки функционального класса хронической сердечной недостаточности позволит дифференцированно подходить к проведению нагрузочных тестов (тест с шестиминутной ходьбой, модифицированная лестничная проба, тредмил-тест) у больных ишемической болезнью сердца с хронической сердечной недостаточностью различных функциональных классов.

Литература

1 Аронов, Д. М. Функциональные пробы в кардиологии / Д. М. Аронов, В. П. Лупанов. 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2002. 296 с.

2 Зациорский, В. М. Биомеханические основы выносливости / В. М. Зациорский, С. Ю. Алешинский, Н. А. Якунин. М.: Физкультура и спорт, 1982. 207 с.

3 Полтавская, М. Г. Пробы с физической нагрузкой у больных с хронической сердечной недостаточностью / М. Г. Полтавская // Сердце. 2003. Т. 2. № 2. С. 81 - 83.

4 Полтавская, М. Г. Спироэргометрия с использованием тредмила у больных хронической сердечной недостаточностью с синусовым ритмом и фибрилляцией предсердий / М. Г. Полтавская, А. Л. Сыркин, С. Б. Шорников // Сердечная недостаточность. 2003. Т. 4. № 5. С. 98 - 106.

5 Терещенко, С. Н. Хроническая сердечная недостаточность. Вопросы диагностики и лечения / С. Н. Терещенко, Н. А. Джаниани. М.: РКИ Соверо пресс, 2004. 48 с.

6 Belardinelli, R. Exercise training in heart failure patients / R. Belardinelli // Cardiopulmonary Exercise Testing and Cardiovascular Health / ed. K. Wasserman. Armonk (NY): Futura Publishing company, 2002. P. 209 - 220.

7 Heart failure related myopathy / C. Opasich [et al.] // Eur. Heart. J. 1999. Vol. 20. Suppl. P. 1991 - 2000.

8 Stair climbing as an exercise test to predict the postoperative complications of lung resection. Two years experience / G.N. Olsen [et al.] // Chest. 1991. Vol. 99. P. 587 - 590.

9 Wasserman, K. Exercise physiology in health and disease / K. Wasserman, B.J. Whipp // Am. Rev. Respir. Dis. 1975. Vol. 1112. P. 219 - 249.