

И.Н. Пономаренко, А.Г. Булгак

Оценка тяжести хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца с помощью проб с физической нагрузкой, параметров вегетативной регуляции ритма сердца и показателей кардиогемодинамики

Белорусская медицинская академия последипломного образования

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) является медико-социальной проблемой, относящейся к приоритетам национальных систем здравоохранения большинства стран мира [15]. Оценка тяжести ХСН, как опорного момента для определения прогноза и тактики лечения таких больных, решения экспертно-реабилитационных вопросов, представляет собой весьма важную и актуальную проблему.

Одним из основных клинических проявлений ХСН, связанным с ее тяжестью и прогнозом, является степень снижения физической работоспособности или толерантности к нагрузке [10]. В настоящее время для определения данного показателя применяются различные пробы с физической нагрузкой: велоэргометрия, тредмил-тест, тест с шестиминутной ходьбой (ТШХ) [10, 12]. Однако, многие вопросы применения нагрузочных тестов у больных данной категории, в том числе вопросы безопасности применения, выбора протокола нагрузочного тестирования, остаются до конца не ясными. В нашей стране мало результатов исследований с использованием тредмила у больных ХСН. Более того, в доступной литературе нет данных об использовании при ХСН лестничной пробы.

Так как в настоящее время в структуре этиологических факторов ХСН ишемическая болезнь сердца (ИБС) занимает лидирующие позиции, представляется актуальным оценить тяжесть ХСН у больных ИБС с помощью различных проб с физической нагрузкой, в том числе лестничной пробы, в сочетании с параметрами вегетативной регуляции ритма сердца и показателями кардиогемодинамики.

Цель исследования: оценить тяжесть хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца с помощью проб с физической нагрузкой (тест с шестиминутной ходьбой, модифицированная лестничная проба, тредмил-тест), показателей вегетативной регуляции ритма сердца и параметров кардиогемодинамики.

Материал и методы

Проведено обследование 120 больных ХСН I-IV функциональных классов, определенных по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (НУНА), 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 функционального класса (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 общеклиническое и лабораторное обследование, электрокардиографию в покое, ультразвуковое исследование сердца, нагрузочные пробы, исследование variability ритма сердца.

Эхокардиографию проводили на аппарате "Aloka - SSD" (Япония) с использованием ультразвукового датчика частотой 3,5 МГц по стандартной методике в соответствии с рекомендациями Американского эхокардиографического общества [16]. Определяли следующие показатели структурно-функционального состояния левого желудочка (ЛЖ): конечный диастолический диаметр (КДД, мм), конечный диастолический объем (КДО, мл), конечный систолический диаметр (КСД, мм), конечный систолический объем (КСО, мл), ударный объем (УО, мл), толщину задней стенки ЛЖ в диастолу (ТЗСЛЖД, мм), толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (ТМЖПД, мм), фракцию выброса левого желудочка (ФВ, %) по методу Симпсона. Диастолическая функция ЛЖ исследовалась методом доплерэхокардиографии в импульсном режиме. Определяли следующие показатели: максимальную скорость потока периода позднего наполнения (А, м/с), максимальную скорость потока периода раннего наполнения (Е, м/с), отношение скорости раннего к скорости позднего наполнения ЛЖ (Е/А).

Для оценки процесса ремоделирования ЛЖ рассчитывали следующие показатели: индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ, г/м²), индекс относительной толщины стенки ЛЖ (ОТС). Для расчета ИММЛЖ сначала определяли массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ) по формуле R. Devereux и N. Reichek [20], затем полученные значения ММЛЖ индексировали к площади поверхности тела. Индекс ОТС определяли по формуле: $ОТС = (ТЗСЛЖД + ТМЖПД) / КДД ЛЖ$ [8].

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 (VO₂). VO₂ более точно отражает толерантность к нагрузкам и ФК ХСН, чем любой другой показатель. В соответствии с VO₂ при спироэргометрии определяют ФК по NYHA: у здоровых лиц VO₂ > 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, 10].

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 определяли по формуле: $VO_2 = (5,8rP + 151 + 10,1rW)/P$, где P - вес пациента в кг, W - мощность выполненной работы в Вт [26]. Мощность выполненной работы в Вт рассчитывали по формуле: $W = krPrL/t$, где k - коэффициент, равный 0,488-1,084 (в зависимости от скорости ходьбы), L - расстояние, пройденное во время ТШХ, в метрах, t - время работы в секундах [6]. 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. Потребление кислорода определяли по формуле: $VO_2 = (5,8rP + 151 + 10,1rW)/P$, где P - вес пациента в кг, W - мощность выполненной работы в Вт [26]. Мощность выполненной работы в Вт рассчитывали по формуле: $W = 1,33rPr0,15rn22r0,1635$, где n - количество подъемов в минуту [23].

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) [11]. Критерием выполнения теста для больных ХСН служило появление лимитирующих симптомов - одышки и/или утомления [10], 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 кислорода определяли по формуле: $VO_2 = A \cdot 3,5$ мл/кг/мин, где А - мощность в МЕ [1]. Вариабельность ритма сердца (BPC) оценивали при проведении холтеровского мониторирования с использованием мониторной системы КР-01 фирмы «КАРДИАН» (Республика Беларусь), используя методы анализа во временной и частотной областях, в соответствии с рекомендациями рабочей группы Европейского кардиографического общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии [24].

Анализ BPC во временной области проводили с использованием длительных (суточных) участков ритмограммы. Определяли следующие показатели: SDNN, мс - стандартное отклонение всех анализируемых RR интервалов; SDANN, мс - стандартное отклонение усредненных за 5 минут значений интервалов RR; SDNNi, мс - среднее значение стандартных отклонений за 5-минутные периоды; rMSSD, мс - квадратный корень суммы разностей последовательных RR интервалов; pNN50, % - процентная представленность эпизодов различия последовательных интервалов RR более чем на 50 мс.

Анализ BPC в частотной области изучали по 5-минутным записям кардиоинтервалограммы в состоянии расслабленного бодрствования в положении лежа после 15 минут адаптации. Считали, что в пределах периода регистрации соблюдалось условие стационарности процесса. Спектральный анализ BPC включал следующие показатели: LF, мс² - мощность частотных составляющих в диапазоне низких частот (0,04-0,15 Гц); HF, мс² - мощность частотных составляющих в диапазоне высоких частот (0,15-0,4 Гц); VLF, мс² - мощность частотных составляющих в диапазоне очень низких частот (0,003-0,04 Гц); Total, мс² - спектральная мощность за весь период (?0,04 Гц); LFn, % - нормализованная мощность в диапазоне низких частот, равная $(LF/(Total - VLF))100\%$; HFn, % - нормализованная мощность в диапазоне высоких частот, равная $(HF/(Total - VLF))100\%$; LF/HF - отношение мощности в диапазоне низких частот к мощности в диапазоне высоких частот, как меры баланса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [24].

Статистический анализ полученных данных был выполнен при помощи компьютерного пакета программы STATISTICA (версия 6.0). Количественные показатели при нормальном распределении представлены как среднее арифметическое \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$), непараметрические количественные величины представлены как медиана (25-й и 75-й процентиля). Для установления достоверности статистических различий между группами

использовались параметрический и непараметрический методы сравнения. При изучении зависимостей между показателями рассчитывались коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Достоверными считали результат статистических исследований при вероятности ошибки $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Состояние внутрисердечной гемодинамики у больных хронической сердечной недостаточностью ишемической этиологии

Состояние внутрисердечной гемодинамики у больных ИБС с ХСН различных функциональных классов, 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)
КДО, мл	104,11 ± 22,43	123,76 ± 26,00	147,58 ± 31,28 §	165,28 ± 26,97 §	213,42 ± 47,72 § #
КСО, мл	41,07 ± 11,47	48,79 ± 14,95	64,77 ± 19,40 §	83,41 ± 17,47 §	122,04 ± 28,56 § #
УО, мл	69,46 ± 14,30	76,42 ± 12,28	83,68 ± 15,72	86,31 ± 13,96 §	92,54 ± 18,26 §
ФВ, %	68,07 ± 5,30	64,88 ± 6,45	58,68 ± 7,91 §	50,81 ± 5,51 §	37,29 ± 8,43 § #
Е/А	1,3 ± 0,13	1,01 ± 0,14	1,44 ± 0,14 §	1,81 ± 0,16 §	2,33 ± 0,24 § #
ИММЛЖ, г/м ²	110,14 ± 19,95	123,45 ± 21,22	144,77 ± 17,62 §	176,39 ± 20,60 §	212,68 ± 17,19 § #
ОТС	0,42 ± 0,04	0,41 ± 0,03	0,38 ± 0,03 §	0,33 ± 0,04 §	0,29 ± 0,04 § #

Из приведенных результатов исследования видно, что по мере прогрессирования ХСН происходит достоверное ($p < 0,05$) увеличение КДО и КСО ЛЖ. По сравнению с группой контроля в группе больных I ФК отмечено увеличение КДО на 18,9%, в группах больных II ФК - на 41,8%, в группах больных III ФК и IV ФК - на 58,8% и 104,7% соответственно. Значение ФВ ЛЖ достоверно ($p < 0,001$) уменьшилось в группе больных II ФК по сравнению с контрольной группой и группой больных I ФК. С увеличением ФК наблюдалось достоверное ($p < 0,001$) прогрессирующее снижение значений ФВ ЛЖ. По сравнению с контрольной группой в группе больных II ФК отмечено уменьшение величины данного показателя на 13,8%, в группе больных III и IV ФК - на 25,4% и 45,2% соответственно. При анализе диастолической функции левого желудочка от I до IV ФК установлен нелинейный характер динамики показателя Е/А. В группе больных I ФК выявлено достоверное ($p < 0,05$) снижение Е/А по сравнению с контрольной группой. Начиная с группы больных II ФК, значения данного показателя достоверно ($p < 0,05$) увеличивались по сравнению с группой контроля и с предыдущими группами. С увеличением ФК ХСН во всех группах больных отмечен достоверный ($p < 0,01$) рост ИММЛЖ. По сравнению с группой контроля ИММЛЖ увеличился в группах больных I ФК на 12,1%, II ФК - на 31,4%, III и IV ФК на 60,2% и 93,1% соответственно. Начиная с группы больных II ФК, выявлено достоверное ($p < 0,001$) снижение индекса ОТС с ростом тяжести ХСН. По сравнению с контрольной группой у больных II ФК величина ОТС снизилась на 9,5%, у больных III и IV ФК - на 21,4% и 30,9% соответственно. Данные корреляционного анализа показателей внутрисердечной гемодинамики с функциональным классом ХСН представлены в таблице 2.

Показатель	ФК ХСН	
КДО, мл	r = 0,79	p<0,001
КСО, мл	r = 0,74	p<0,001
УО, мл	r = 0,50	p<0,001
ФВ, %	r = - 0,62	p<0,001
Е/А	r = 0,83	p<0,001
ИММЛЖ, г/м ²	r = 0,89	p<0,001
ОТС	r = - 0,78	p<0,001

Как видно из представленных данных, высокодостоверные (p<0,001) сильные корреляционные связи выявлены между функциональным классом ХСН и такими показателями структурно-функционального состояния миокарда левого желудочка, как конечный систолический и диастолический объемы, отношение скорости раннего к скорости позднего наполнения левого желудочка, индексы массы миокарда и относительной толщины стенки левого желудочка.

Нагрузочные пробы у больных хронической сердечной недостаточностью ишемической этиологии

Тест с шестиминутной ходьбой

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 3.

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. 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 4.

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 кислорода, 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. 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 5.

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. 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 корреляционного анализа основных показателей нагрузочных проб с функциональным классом ХСН представлены в таблице 6.

Показатель	ФК ХСН	
Расстояние тшх, м	$r = -0,94$	$p < 0,001$
$VO_{2\text{тшх}}$, мл/кг/мин	$r = -0,95$	$p < 0,001$
Подъемы, лестничная проба	$r = -0,96$	$p < 0,001$
$VO_{2\text{лест. проба}}$, мл/кг/мин	$r = -0,96$	$p < 0,001$
Пороговая мощность тредмил, МЕ	$r = -0,89$	$p < 0,001$
Время нагрузки тредмил, мин	$r = -0,87$	$p < 0,001$
$VO_{2\text{тредмил}}$, мл/кг/мин	$r = -0,89$	$p < 0,001$

При сравнении показателей нагрузочных проб с функциональным классом ХСН выявлена достоверная ($p < 0,001$) сильная корреляционная связь показателей всех нагрузочных проб с функциональным классом ХСН, при этом корреляционная связь у показателей тредмил-теста была слабее, чем у показателей ТШХ и лестничной пробы.

Вариабельность ритма сердца

Результаты исследования показателей ВРС у больных ИБС с различной степенью ХСН, а также в контрольной группе, представлены в таблице 7.

Показатель	Контроль (n = 28)	I ФК (n = 33)	II ФК (n = 31)	III ФК (n = 32)	IV ФК (n = 24)
SDNN, мс	147,25 ± 18,71	136,39 ± 17,5	116,35 ± 17,51 §	101,72 ± 16,58 §	74,79 ± 15,15 § #
SDANN, мс	134,96 ± 14,39	125,48 ± 14,78	118,06 ± 12,08 §	107,34 ± 15,27 §	65,75 ± 15,97 § #
SDNNi, мс	64,5 ± 8,08	55,06 ± 9,19	50,23 ± 11,22 §	42,91 ± 11,33 §	28,04 ± 7,53 § #
pNN50, %	12,0 (9,0;13,5)	9,0 (6,0;12,0)	7,0 (2,0;9,0)	3,5 (0,86;6,0) §	0,69 (0,54;1,2) § #
rMSSD, мс	36,14 ± 8,96	28,97 ± 8,66	26,06 ± 7,32	21,97 ± 6,78 §	13,92 ± 4,64 § #
LFn, %	24,79 ± 6,23	22,30 ± 5,84	19,97 ± 4,44	16,81 ± 3,64 §	13,75 ± 3,40 § #
HFn, %	31,5 (13,5;58,0)	26,0 (12,0;32,0)	16,0 (11,0;22,0)	9,0 (8,0;12,0)	6,0 (4,0;8,0) § #
LF/HF	0,5 (0,43;2,0)	0,93(0,79;1,63)	1,17 (0,96;1,92)	1,82 (1,33;2,38) §	2,50 (1,94;3,00) § #

Как видно из представленных данных, у пациентов I ФК по сравнению с контрольной группой отмечено достоверное снижение LFn, всех временных параметров ВРС, за исключением показателя pNN50. У пациентов II ФК по сравнению с группой контроля отмечалось достоверное ($p < 0,05$) снижение всех временных показателей, показателя LFn. По сравнению с группой больных I ФК выявлено достоверное ($p < 0,05$) снижение показателей SDNN и SDNNi. В группе больных III ФК отмечено достоверное ($p < 0,05$) снижение всех показателей ВРС по сравнению с контрольной группой и с группой больных I ФК. По сравнению с группой больных II ФК отмечено статистически значимое ($p < 0,05$) снижение SDNN и SDNNi. У пациентов IV ФК отмечено наиболее выраженное снижение всех временных показателей ВРС, LFn, HFn, которые достоверно ($p < 0,05$) различались с соответствующими показателями в группах больных I - II ФК и с контрольной группой. Отмечено статистически значимое ($p < 0,05$) повышение LF/HF по сравнению с группами больных I - II ФК и с контрольной группой. Группы больных III и IV ФК достоверно ($p < 0,05$) различались по показателям SDNN, SDANN, SDNNi, rMMSD.

Данные корреляционного анализа показателей variability ритма сердца с функциональным классом ХСН представлены в таблице 8.

Показатель	ФК ХСН	
SDNN, мс	$r = -0,82$	$p < 0,001$
SDANN, мс	$r = -0,77$	$p < 0,001$
SDNNi, мс	$r = -0,75$	$p < 0,001$
pNN50, %	$r = -0,75$	$p < 0,001$
rMSSD, мс	$r = -0,68$	$p < 0,001$
LFn, %	$r = -0,63$	$p < 0,001$
HFn, %	$r = -0,67$	$p < 0,001$
LF/HF	$r = 0,51$	$p < 0,001$

Из приведенных данных видно, что между показателями ВРС и ФК ХСН выявлены достоверные ($p < 0,001$) сильные и умеренные корреляционные зависимости. Самая сильная корреляционная связь выявлена между SDNN и ФК ХСН ($r = -0,82$).

Анализ параметров внутрисердечной гемодинамики у больных ИБС с ХСН различных функциональных классов свидетельствует, что в развитии и прогрессировании сердечной недостаточности ведущее значение имеют структурные изменения, развивающиеся в процессе ремоделирования левого желудочка. Результаты настоящего исследования согласуются с литературными данными [2, 3, 9, 13]. По мере прогрессирования сердечной недостаточности отмечен достоверный рост ($p < 0,05$) значений КДО и КСО ЛЖ, достоверное ($p < 0,05$) снижение величины ФВ ЛЖ. Увеличение размеров и объемов ЛЖ сопровождалось гипертрофией ЛЖ, что проявилось увеличением ИММЛЖ. У пациентов I ФК не было отмечено гипертрофии ЛЖ. В группе больных II ФК была отмечена гипертрофия легкой степени, III ФК - гипертрофия умеренной степени и у пациентов IV ФК - гипертрофия тяжелой степени. Скорость дилатации ЛЖ преобладала над процессами гипертрофии миокарда, в результате чего индекс ОТС ЛЖ достоверно ($p < 0,05$) уменьшался с ростом тяжести сердечной недостаточности. В целом у больных ХСН II - IV ФК гипертрофия ЛЖ носила эксцентрический характер.

В настоящей работе подтвердились результаты предыдущих исследований, характеризующих изменения диастолической функции ЛЖ при ХСН [5, 19]. При анализе диастолической функции левого желудочка от I до IV ФК ХСН установлен нелинейный характер динамики показателя E/A. Так, у пациентов I ФК происходит снижение данного показателя, что характерно для гипертрофического типа диастолической дисфункции левого желудочка. Во 2-й группе отмечено нарушение диастолической функции ЛЖ по «псевдонормальному типу», у пациентов III ФК происходит дальнейшее увеличение показателя E/A, и у пациентов IV ФК уровень показателя E/A достигает наибольшего значения, что соответствует рестриктивному типу диастолической дисфункции левого желудочка.

Корреляционная связь между ФК ХСН и показателем E/A, характеризующим диастолическую функцию ЛЖ, была существенно сильнее ($r = 0,83$; $p < 0,001$), чем корреляционная связь между ФК ХСН и ФВ ЛЖ ($r = -0,62$; $p < 0,001$). Такой же характер корреляционных связей выявлен в работах других авторов [14, 22]. Согласно результатам настоящего исследования, средние значения потребления кислорода, рассчитанные при выполнении различных нагрузочных тестов (ТШХ, модифицированная лестничная проба, тредмил-тест) у больных ХСН ишемической этиологии соответствуют значениям потребления кислорода при спирометрии для каждого функционального класса [1, 10].

Выявлена сильная корреляционная связь между потреблением кислорода при ТШХ и потреблением кислорода при тредмил-тесте ($r = 0,86$; $p < 0,001$). Отмечено, что значения максимальных ЧСС при ТШХ и тредмил-тесте достоверно не различались ($p > 0,05$). Аналогичные данные продемонстрированы и в других исследованиях [17, 18, 25]. Все это говорит о том, что с помощью данного теста у больных ХСН ишемической этиологии можно определить физическую работоспособность, которую обычно оценивают при проведении нагрузочного теста, используя велоэргометр или тредмил. Это имеет практическое значение, так как ТШХ более простой и приемлемый для пациентов с ХСН, даже с тяжелой степенью сердечной недостаточности. Более того, это недорогой метод определения толерантности к физической нагрузке у пациентов с ХСН, который сможет провести любой практический врач как в амбулаторных условиях, так и в условиях стационара.

С учетом отсутствия в доступной литературе данных о применении лестничной пробы для нагрузочного тестирования больных ХСН и использовании в настоящем исследовании разработанной нами модификации лестничной пробы, сопоставить полученные в работе данные с литературными не представляется возможным.

При изучении показателей ВРС выявлено, что с увеличением функционального класса ХСН происходит достоверное ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой снижение параметров ВРС, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания тонуса симпатической нервной системы. Эти выводы согласуются с многочисленными литературными данными [4, 7]. В ходе проведенного исследования установлено, что наиболее чувствительным показателем ВРС, отражающим степень тяжести ХСН, является SDNN. Аналогичные результаты продемонстрированы в ряде исследований [21]. Результаты корреляционного анализа подтвердили данные предыдущих исследований о наличии статистически значимых ($p < 0,001$) сильных и умеренных связей ФК ХСН с временными и спектральными параметрами ВРС [4, 7]. Наиболее сильная корреляционная связь отмечена между ФК ХСН и показателем SDNN ($r = -0,82$; $p < 0,001$). В настоящем исследовании коэффициенты корреляционных связей вышеперечисленных показателей были выше, чем в предыдущих работах.

Выводы

1. У больных ХСН ишемической этиологии выявлены сильные корреляционные связи между функциональным классом ХСН и показателями потребления кислорода при всех нагрузочных пробах: при тесте с шестиминутной ходьбой ($r = -0,95$; $p < 0,001$), при модифицированной лестничной пробе ($r = -0,96$; $p < 0,001$), при тредмил-тесте ($r = -0,89$; $p < 0,001$). Среди параметров внутрисердечной гемодинамики наиболее сильно коррелируют с ФК ХСН конечный диастолический и конечный систолический объемы левого желудочка ($r = 0,79$; $p < 0,001$; $r = 0,74$; $p < 0,001$ соответственно), индексы массы миокарда и относительной толщины стенки левого желудочка ($r = 0,89$; $p < 0,001$; $r = -0,78$; $p < 0,001$ соответственно) и показатель отношения скорости раннего к скорости позднего наполнения левого желудочка ($r = 0,83$; $p < 0,001$). Выявлены сильные корреляционные связи временных показателей variability ритма сердца с

ФК ХСН, наиболее выраженная - у показателя стандартного отклонения всех анализируемых RR интервалов (SDNN) ($r = -0,82$; $p < 0,001$).

2. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы больных с ХСН ишемической этиологии наиболее полно может быть оценено только с помощью анализа клинико - инструментальных показателей, включающих результаты нагрузочных проб, параметры variability ритма сердца и показатели кардиогемодинамики, что позволяет не только выявить ранние признаки, но и конкретно определить функциональный класс ХСН у больных данной категории.

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 Беленков, Ю. Н. Медикаментозные пути улучшения прогноза больных хронической сердечной недостаточностью / Ю. Н. Беленков, В. Ю. Мареев, Ф. Т. Агеев. М.: Инсайт, 1997. 142 с.

3 Белов, Ю. В. Структурно-геометрические изменения миокарда и особенности центральной гемодинамики при постинфарктном ремоделировании левого желудочка / Ю. В. Белов, В. А. Варакин // Кардиология. 2003. № 1. С. 19 - 23.

4 Variability сердечного ритма и функциональное состояние скелетных мышц при хронической сердечной недостаточности / А. Д. Ибатов [и др.] // Сердечная недостаточность. 2003. Т. 4. № 3. С. 199 - 201.

5 Власенко, О. А. Механизмы развития хронической сердечной недостаточности в постинфарктном периоде у больных ишемической болезнью сердца / О. А. Власенко // Рус. мед. журн. 2003. № 5. С. 8 - 15.

6 Зацюрский, В. М. Биомеханические основы выносливости / В. М. Зацюрский, С. Ю. Алешинский, Н. А. Якунин. М.: Физкультура и спорт, 1982. 121 с.

7 Ибатов, А. Д. Variability ритма сердца и показатели центральной гемодинамики у больных с постинфарктным кардиосклерозом и хронической сердечной недостаточностью / А. Д. Ибатов, М. Г. Полтавская, А. Л. Сыркин // Рос. кардиол. журн. 2004. № 2. С. 26 - 30.

8 Ишемическое ремоделирование левого желудочка (методологические аспекты, вопросы диагностики и лечения) / под ред. Л. А. Бокерия, Ю. И. Бузиашвили, И. В. Ключниковова. М.: Издательство НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2002. 152 с.

9 Особенности процесса позднего ремоделирования сердца у больных, перенесших инфаркт миокарда, и их прогностическое значение / Н. П. Никитин [и др.] // Кардиология. 1999. № 1. С. 54 - 58.

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

11 Полтавская, М. Г. Спириэргометрия 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.

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

- 13 Флоря, В. Г. Роль ремоделирования левого желудочка в патогенезе хронической недостаточности кровообращения / В. Г. Флоря // Кардиология. 1997. № 5. С. 63 - 67.
- 14 Халед Сальман Аль-Шумари. Патологическое ремоделирование сердца у больных инфарктом миокарда: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.06 / Халед Сальман Аль-Шумари; РНПЦ «Кардиология». Минск, 2001. 24 с.
- 15 Хроническая сердечная недостаточность: Вопросы этиологии, эпидемиологии, патогенеза (гемодинамические, нейрогуморальные, иммунные, генетические аспекты), диагностики и лечения: учеб. пособие / В. В. Калюжин [и др.]. М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2006. 288 с.
- 16 Шиллер, Н. Б. Клиническая эхокардиография / Н. Б. Шиллер, М. А. Осипов. 2-е изд. М.: Практика, 2005. 344 с.
- 17 Assessment of oxygen uptake during the 6-minute walking test in patients with heart failure: preliminary experience with a portable device / P. Faggiano [et al.] // Am. Heart. J. 1997. Vol. 134. P. 203 - 206.
- 18 Assessment of submaximal exercise capacity in patients with left ventricular assist devices / A. Foray [et al.] // Circulation. 1996. Suppl. II. P. 222 - 226.
- 19 Brutsaert, D.L. Diastolic failure: pathophysiology and therapeutic implications heart function / D.L. Brutsaert, S.U. Sys, T.C. Gillebert // J. Am. Coll. Cardiol. 1993. Vol. 22. P. 318 - 322.
- 20 Devereux, R.B. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man / R.B. Devereux, N. Reichel // Circulation. 1977. Vol. 55. № 4. P. 613 - 618.
- 21 Relationship between heart rate variability and mode of death in chronic heart failure: results of the UK-HEART study / J. Nolan [et al.] // Eur. Heart. J. 1997. Vol. 18. P. 577.
- 22 Sigurdsson, A. The role of neurohormonal activation in chronic heart failure and postmyocardial infarction / A. Sigurdsson, K. Swedberg // Am. Heart. J. 1996. Vol. 132. P. 229 - 234.
- 23 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.
- 24 Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology Heart Rate Variability Standards of Measurement Physiological Interpretation and Clinical Use // Circulation. 1996. Vol. 93. P. 1043 - 1065.
- 25 The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients advanced heart failure / L. Cahalin [et al.] // Chest. 1996. Vol. 110. P. 325 - 332.
- 26 Wasserman, K. Exercise physiology in health and disease / K. Wasserman, B.J. Whipp // Am. Rev. Respir. Dis. 1975. Vol. 111. P. 219 - 249