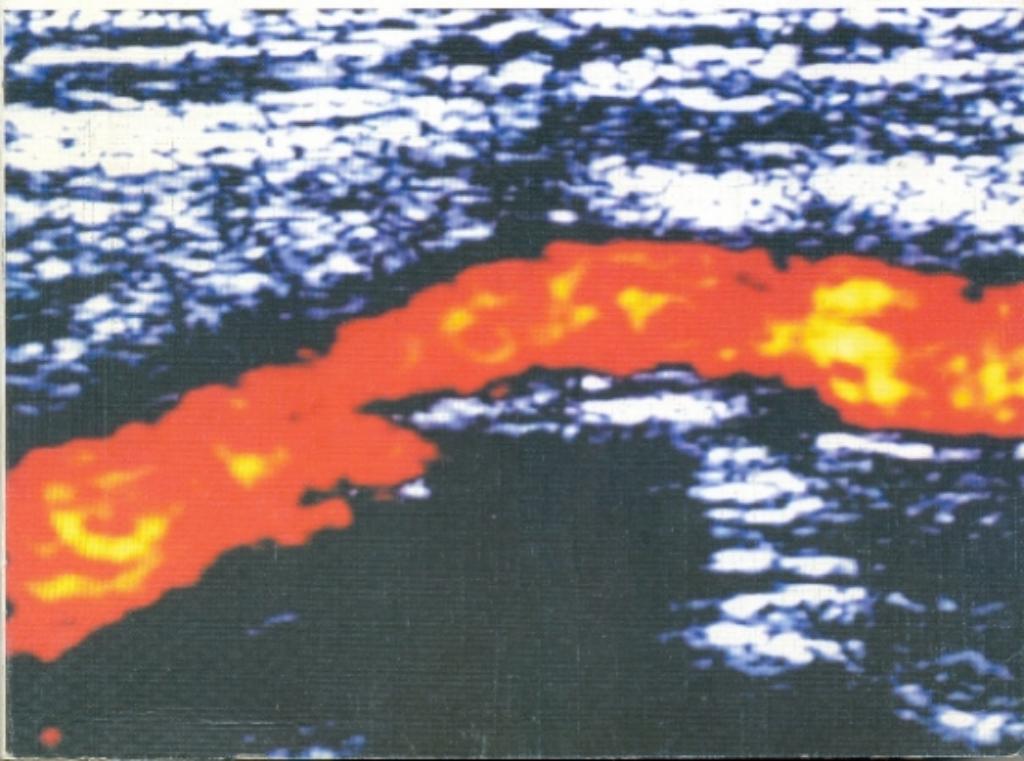




## Ультразвуковая, лучевая и функциональная диагностика

(кровообращение, дыхание, пищеварение)



## **ЧАСТЬ 1.**

# **ТРАНСТОРАКАЛЬНАЯ И ЧРЕСПИЩЕВОДНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЯ**

---

## **СОКРАТИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРЕСС- ЭХОКАРДИОГРАФИИ С ВЕЛОЭРГОМЕТРИЕЙ. СПОСОБ РАСЧЕТА ФРАКЦИИ ВЫБРОСА ПО МОДИФИЦИРОВАННОМУ ИНДЕКСУ ЛОКАЛЬНОЙ СОКРАТИМОСТИ**

*Буравихина Т.А., Сухинина Н.Ю.,  
Сандриков В.А.*

Российский научный центр хирургии РАМН, г. Москва

Целью работы стало исследование корреляционных взаимосвязей между показателями сократительной функции миокарда левого желудочка (ЛЖ) при проведении стресс-эхокардиографии с велоэргометрией (стресс-ЭхоКГ с ВЭМ). Работа основана на анализе результатов 73 стресс-тестов, проведенных у сопоставимых по возрасту пациентов контрольной группы и больных ИБС до и после операции прямой реваскуляризации миокарда. Предложен новый подход к вычислению фракции выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) и оценки сократимости миокарда ЛЖ с использованием показателей модифицированного индекса локальной сократимости (ИЛС) и количества сегментов асинергии. Представлен анализ динамики эхокардиографических показателей в условиях физической нагрузки у практически здоровых лиц и больных ИБС. При проведении корреляционного анализа получено уравнение линейной регрессии для вычисления ФВ ЛЖ.

**Клиническая характеристика пациентов, методы исследования.**

В работе представлен анализ результатов 73 стресс-тестов, проведенных у пациентов контрольной группы и больных ИБС.

Контрольную группу составили 15 практически здоровых лиц.

Больные ИБС были разделены на две группы в зависимости от исходной степени поражения миокарда. 1 группу составили 10 пациентов с отсутствием Q-зубцов на ЭКГ. Всем пациентам 1 группы проведен повторный стресс-тест в сроки от 4 до 7 месяцев после операции прямой реваскуляризации миокарда. 2 группу составил 21 пациент с крупноочаговыми рубцовыми изменениями миокарда (Q-волновой инфаркт миокарда). В этой группе повторный стресс-тест проведен в те же сроки после операции у 17 человек. По результатам коронарографии у всех больных ИБС выявлены многососудистые поражения коронарного русла.

До операции прямой реваскуляризации миокарда стресс-тест проводился наряду с общепринятыми клиническими исследованиями. Стресс-ЭхоКГ с ВЭМ после операции проводилась амбулаторно. Нагрузочные пробы выполнялись на специализированном велоэргометре, конструкция которого позволяет регулировать положение тела пациента в различных плоскостях, что обеспечивает оптимальное качество визуализации эндо-карда при нагрузке. Использовался стандартный для ВЭМ протокол исследования: непрерывно возрастающая нагрузка (25 Вт каждые 3 минуты).

Эхокардиографическое исследование производилось на ультразвуковой системе Vingmed CFM-725 (GE) в стандартных позициях: параптернальной и апикальной. Для синхронизации полученных изображений с фазами сердечного цикла на экран эхокардиографического монитора выводилось одно из стандартных отведений ЭКГ.

Регистрация и архивирование ультразвуковой информации осуществлялись с помощью компьютерной системы «EchoPac» (Германия). Результаты стресс-теста оценивались как непосредственно во время проведения пробы, так и в ходе последующего компьютерного анализа. Мониторинг 12 отведений ЭКГ обеспечивался с помощью диагностического компьютерного кардиоанализатора фирмы «Геолинк» (Россия). Измерение АД проводилось в автоматическом режиме на каждой ступени нагрузочной пробы.

При обработке результатов исследования на компьютерной системе вычислялись показатели, характеризующие глобальную и локальную функцию ЛЖ в покое, при максимальной нагрузке и в период восстановления.

Для анализа локальной сократимости ЛЖ использовалась 18-сегментная модель, которая основана на традиционной 16-сегментной модели, рекомендованной Американским обществом эхокардиографистов, что позволило оценивать сократимость еще двух сегментов ЛЖ: апикального заднего и апикального передне-сепタルного. Кроме того, авторами 18-сегментной модели были предложены три различных ее варианта, зависящие от типа кровоснабжения миокарда, что давало возможность наиболее точно определять связь сегмента с коронарной артерией, его кровоснабжающей.

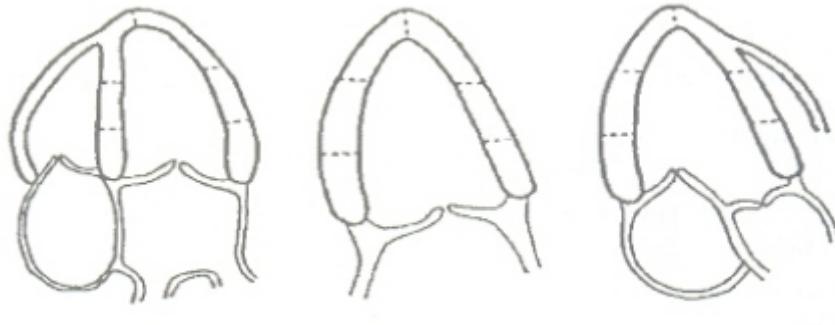
## Распределение обследованных пациентов по группам (n = 46)

Название группы	Контрольная группа	1 группа	2 группа
Степень поражения миокарда	Поражения отсутствуют	Мелкоочаговые рубцовые изменения	Крупноочаговые рубцовые изменения
Количество пациентов	15	10	21
Средний возраст (годы)	49,8±4,1	56,8±2,8	54,3±2,9

Традиционно для полукачественной оценки локальной сократимости ЛЖ используется индекс нарушений локальной сократимости (ИНЛС). Мы внесли изменения в методику расчета этого показателя, позволяющие учитывать компенсаторный вклад в работу сердца зон гиперкинеза, которым присваивалось значение -1, и назвали соответствующий показатель индексом локальной сократимости (ИЛС).

Так как модифицированный ИЛС отражает не только локальную дисфункцию, но и компенсаторный вклад здоровых сегментов, для количественной характеристики нарушений локальной сократимости мы использовали показатель, который назвали количеством сегментов асинергии. Его значение соответствует числу сегментов с любой степенью асинергии из общего количества анализируемых. Увеличение его свидетельствует о возникновении новых зон асинергии, а уменьшение, напротив, об увеличении количества нормокинетичных сегментов (т.е. об устраниении нарушений локальной сократимости). Это позволяет использовать показатель количества сегментов асинергии для оценки динамики локальной сократительной функции миокарда ЛЖ в ходе стресс-теста, а также для оценки любого вида лечения ишемии миокарда (медикаментозного, хирургического). Кроме того, по значению показателя количества сегментов асинергии можно легко вычислить процентные соотношения миокарда с нормальной и нарушенной сократимостью.

Вычисление показателей глобальной сократительной функции ЛЖ проводилось по методу Симпсона на основе его трехмерной компьютерной реконструкции. Анализировались сечения ЛЖ, полученные из апикального доступа: четырехкамерное, двухкамерное и верхушечное по длиной оси (рис. 1), что позволяло при расчете ФВ ЛЖ учитывать сократимость миокарда в зонах кровоснабжения всех коронарных артерий.



4-C

2-C

Ap-Lax

Рис. 1. Эхокардиографические сечения из апикального доступа для трехмерной реконструкции ЛЖ:

4-C – апикальное четырехкамерное сечение ЛЖ;

2-C – апикальное двухкамерное сечение ЛЖ;

Ap-Lax – апикальное сечение ЛЖ по длиной оси.

### Результаты исследования.

Анализ полученных результатов показал, что ФВ ЛЖ, ИЛС и количество сегментов асинергии являются показателями, которые наиболее значительно изменяются в динамике нагрузочных проб.

Известно, что нормальным ответом миокарда на нагрузку является увеличение частоты сердечных сокращений, рост артериального давления и венозного возврата, а также активизация сократительной функции миокарда. Поэтому в контрольной группе мы наблюдали достоверное увеличение ФВ ЛЖ с  $59,6 \pm 1,5\%$  до  $75,6 \pm 2\%$  ( $p < 0,01$ ). У большинства пациентов I группы до операции выявлены низкие уровни коронарного резерва и толерантности к нагрузке. Однако ишемия, спровоцированная физической нагрузкой, не привела к достоверному снижению ФВ ЛЖ. Ее значение достоверно не изменилось ( $p > 0,05$ ), составив в покое и на пике нагрузки  $59,7 \pm 3,1\%$  и  $58,3 \pm 4,3\%$  соответственно. Такая динамика ФВ ЛЖ объясняется компенсаторными возможностями здорового миокарда, т.е. достаточным уровнем миокардиального резерва у больных с мелкоочаговыми поражениями. Улучшение коронарного кровоснабжения после операции позволило значительно повысить сократимость миокарда в ответ на нагрузку, что привело к достоверному увеличению ФВ ЛЖ с  $59,6 \pm 2,1\%$  до  $68,3 \pm 4,2\%$  ( $p < 0,05$ ). Анализ показателей количества сегментов асинергии с вычислением процентных соотношений миокарда с нормальной и нарушенной сократимостью подтвердил полученные результаты. Установлено, что в условиях нагрузки 57% миокарда с нормальным ответом сократимости позволяют сохранить ФВ ЛЖ на уровне исходных значений, а 83% нормокинетичных сегментов обеспечивают ее значительное увеличение.

Исходное значение ФВ ЛЖ у пациентов с крупноочаговыми рубцово-выми изменениями миокарда до операции составляло всего  $40,8 \pm 2,1\%$ . Выраженные нарушения сократимости при нагрузке привели к депрессии насосной функции сердца и значимому снижению этого показателя до  $34,9 \pm 2,3\%$  ( $p < 0,05$ ), которое сопровождалось уменьшением соотношения нормокинетичных сегментов до 33%. После операции ФВ ЛЖ в покое достоверно увеличилась до  $46,9 \pm 1,6\%$  ( $p < 0,05$ ). По сравнению с предоперационным результатом нагрузочное исследование выявило адекватную динамику показателя, значение которого достоверно увеличилось до  $50,0 \pm 2,1\%$  ( $p < 0,01$ ), но так и не достигло нормальных значений, отмечавшихся в контрольной группе. При этом количество сегментов, ответивших на нагрузку увеличением сократимости, возросло в 1,5 раза, составив 45%.

Возможность учитывать компенсаторные возможности здорового миокарда позволила приблизить модифицированный ИЛС к характеристикам глобальной функции ЛЖ.

При исследовании динамики ИЛС у пациентов со здоровым миокардом выявлено его снижение до значения -1, что обусловлено гиперкинезом всех 18 сегментов ЛЖ и отсутствием каких-либо проявлений локальной дисфункции. В покое у больных с мелкоочаговыми поражениями миокарда ИЛС, составив в среднем  $1,1 \pm 0,2$ , не отличался от нормальных значений ни до, ни после операции. Проведение нагрузочной пробы до операции не выявило адекватных изменений этого показателя. После операции ИЛС приобрел характер динамики, свойственный контрольной группе, составив  $-0,1 \pm 0,3$ , и значимо отличался ( $p < 0,01$ ) на пике нагрузки от результата до операции ( $1,1 \pm 0,4$ ).

Значение ИЛС у пациентов 2 группы до операции наряду с другими показателями отражает исходную тяжесть нарушений сократимости. После операции отмечено достоверное улучшение ( $p < 0,01$ ) этого показателя в покое. Исследование при нагрузке выявило изменение характера динамики ИЛС и значимые различия его величины ( $p < 0,01$ ) с результатом до операции ( $2,3 \pm 0,1$  – до операции,  $1,3 \pm 0,3$  – после операции). Как и остальные показатели сократительной функции миокарда, ИЛС у пациентов 2 группы не достиг нормальных величин после операции, что говорит об исходно низкой резервной способности миокарда.

Анализируя полученные результаты, мы обнаружили, что ФВ ЛЖ и модифицированный ИЛС имеют прямо противоположный характер динамики на всех этапах пробы (покой, нагрузка, восстановление). Это послужило поводом для проведения анализа показателей ФВ ЛД и ИЛС на предмет корреляционной зависимости, который осуществлялся на основании результатов исследования в каждой группе пациентов до и после операции на трех основных этапах пробы. Во всех исследованных группах была выявлена сильная обратная корреляционная связь между этими показателями с высокими коэффициентами корреляции (таблица 2).

## Результаты корреляционного анализа

Название группы	Кол-во вычислений	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции ( $r$ )
Контрольная группа	45	ФВ ЛЖ (3D) = 67,0 - 10,7 × ИЛС	0,94
1 группа	60	ФВ ЛЖ (3D) = 59,7 - 6,0 × ИЛС	0,71
2 группа	114	ФВ ЛЖ (3D) = 63,3 - 12,7 × ИЛС	0,87

Для выведения уравнения линейной регрессии на большом количестве материала, мы провели корреляционный анализ, объединив все группы пациентов.

На рис. 2 показана корреляционная кривая зависимости ФВ ЛЖ и ИЛС.

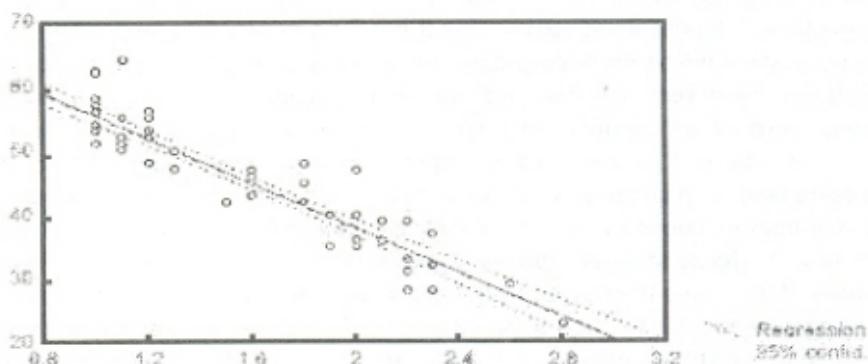


Рис. 2. Корреляционная зависимость между показателями ИЛС и ФВ ЛЖ.

Всего для расчета ИЛС и вычисления ФВ ЛЖ с использованием его трехмерной реконструкции проанализировано 219 кардиоциклов по результатам 73 стресс-тестов.

На основании результатов корреляционного анализа для вычисления ФВ ЛЖ по значению ИЛС у больных ИБС с любой степенью поражения миокарда было получено следующее уравнение линейной регрессии:

$\Phi B$  ЛЖ (3D) = 64,1 – 12,1 × ИЛС ( $r = 0,89$ ).

#### Выводы.

1. Стress-эхокардиография является неинвазивным методом исследования, который позволяет оценить функциональное состояние ЛЖ в условиях нагрузки.
2. Проведение трехмерной реконструкции ЛЖ позволяет наиболее корректно вычислять его остаточные объемы и  $\Phi B$  у больных ИБС. Оценка локальной сократительной функции миокарда на основе 18-сегментной модели ЛЖ с использованием модифицированного ИЛС и показателя количества сегментов асинергии дает возможность учитывать сократимость миокарда в зонах кровоснабжения всех коронарных артерий и вычислять процентные соотношения сегментов с нормальной и нарушенной сократимостью.
3.  $\Phi B$  ЛЖ, рассчитанная по его трехмерной реконструкции, имеет сильную обратную корреляционную связь с модифицированным ИЛС. Выявленная статистическая зависимость дает возможность точного определения  $\Phi B$  ЛЖ у больных ИБС с учетом сократимости миокарда в зонах кровоснабжения всех коронарных артерий по значению модифицированного ИЛС.

## ДИАГНОСТИКА СТЕНОЗОВ И ОККЛЮЗИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ: ЧРЕСПИЩЕВОДНОЕ УЛЬТРАЗВУКСВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

*Врублевский А.В., Бощенко А.А., Карнов Р.С.*

НИИ кардиологии Томского научного центра Сибирского  
отделения РАМН

В настоящее время рентгеноконтрастная коронарная ангиография (КАГ) продолжает считаться «золотым стандартом» в диагностике коронарного атеросклероза и изучении коронарной гемодинамики. В последнее десятилетие, благодаря достижениям физики и компьютерной техники, наблюдается прогресс в области неинвазивных технологий и, в частности, в производстве новых ультразвуковых систем и датчиков, позволяющих конкурировать с прямыми методами в диагностике патологии коро-