

Н.П. Строганова,  
С.Ю. Савицький

Інститут кардіології  
ім. М. Д. Стражеска  
АМН України,  
Київ

## Підвищення інформативності радіонуклідної вентрикулографії в оцінці регіонарної скоротливої функції лівого шлуночка серця у хворих після інфаркту міокарда

Improvement of radionuclide ventriculography efficacy in evaluation of regional contractility of the left heart ventricle after myocardial infarction

**Цель работы:** Повышение информативности метода радионуклидной вентрикулографии (РНВГ) и объективизация оценки изменений регионарной сократительной функции левого желудочка (ЛЖ) у пациентов, перенесших инфаркт миокарда (ИМ).

**Материалы и методы:** Обследовано 93 больных ИМ (46 — с передне-верхушечной локализацией, 47 — с заднебоковой). Всем пациентам проведена равновесная кардиосинхронизированная вентрикулография с  $^{99m}\text{Tc}$ - пирфотехом (индивидуальная доза 370–450 НБк). Область ЛЖ делили на 6 регионарных зон (1, 2 — переднеперегородочные, 3, 4 — верхушечные, 5, 6 — заднебоковые). Построение кривых активность — время для области ЛЖ и каждого региона их дифференцирования обеспечивало определение фракции выброса ЛЖ, регионарных фракций выброса (РФВ) и максимальных скоростей изгнания (СИ<sub>макс</sub>).

**Результаты:** Для объективизации определения зон гипо-, нормо- и гиперкинеза использовали комплексный подход к анализу полученных данных: нормализацию реально измеренных РФВ по должным для каждого региона — относительный показатель сократительной фракции; определение зон гипо-, нормо- и гиперкинеза по соотношению величин РФВ и соответствующих им СИ<sub>макс</sub>.

**Выводы:** Использование комплексного подхода к анализу нарушений регионарной сократительной функции миокарда у больных, перенесших ИМ, позволяет объективизировать определение гипо-, нормо- и гиперкинетических сегментов миокарда.

Соотношение зон гипокинеза, характеризующих нарушение сократительной функции миокарда, с зонами нормо- и гиперкинеза позволяет анализировать компенсаторные механизмы, обеспечивающие определенный уровень насосной функции ЛЖ у больных, перенесших ИМ.

**Ключевые слова:** радионуклидная вентрикулография, инфаркт миокарда, регионарная сократительная функция миокарда, оценка.

**Objective:** To improve informativity of radionuclide ventriculography (RV) and make more objective the assessment of regional contractility of the left ventricle (LV) in patients after myocardial infarction (MI).

**Material and Methods:** The study involved 93 patients with MI, 46 with anteroapical location and 47 with posterolateral. All patients were performed balanced cardiosynchronized ventriculography with  $^{99m}\text{Tc}$ -pyrphotech (individual dose 370-450 NBq). LV area was divided into 6 regions (1, 2 - anteroseptal; 3, 4 - apical; 5, 6 - posterolateral). Activity-time curves for LV area and each region allowed determining LV ejection fraction, regional ejection fraction (REF) and maximum ejection rate (ER max).

**Results:** To make more objective determining the zones of hypo-, normo-, and hyperkinesis complex approach to the analysis of the obtained findings was used: normalizing of measured REF according to the reference values for each region, a relative parameter of contractile fraction; determining the zones of hypo-, normo-, and hyperkinesis according to REF to the respective ERmax.

**Conclusion:** The use of complex approach to the analysis of regional contractility disorders in patients after MI allows to make more objective determining hypo-, normo-, hyperkinetic segments of the myocardium.

The ration of hypokinesis zones characterizing disorders of contractile myocardium function and the zones of normo- and hyperkinesis allows to analyze compensation mechanisms providing a definite level of pumping function of the LV after MI.

**Key words:** radionuclide ventriculography, myocardial infarction, regional contractile function of the myocardium, assessment.

Радіонуклідна вентрикулографія (РНВГ), як відомо, є найбільш адекватним та фізіологічно обґрунтованим неінвазивним методом дослідження функціонального стану серця. Незважаючи на широке використання [1–7], можливості РНВГ реалізовані далеко не повністю.

Гетерогенність ураження міокарда лівого шлуночка (ЛШ) серця є однією з головних

патогенетичних особливостей ішемічної хвороби серця (ІХС), зокрема інфаркту міокарда (ІМ). Вивчення регіонарної скоротливої функції міокарда ЛШ є для нас предметом особливого інтересу [8–11], оскільки співвідношення зон з порушеною, збереженою та компенсаторно підвищеною скоротливою функцією формує загальну фракцію викиду (ФВ), що ви-

значає міокардіальний резерв та гемодинамічну працездатність ураженого серця [12–13].

У зв'язку з викладеним розширення можливостей з'ясування порушень регіонарної скоротливої функції ЛШ — перспективний шлях підвищення інформативності методу РНВГ у оцінці функціонального стану серця при ІХС, особливо у хворих, які перенесли ІМ.

Метою роботи стало підвищення інформативності методу РНВГ та об'єктивізація оцінки змін регіонарної скоротливої функції міокарда ЛШ у таких пацієнтів.

## Методика дослідження

Матеріалом для аналізу змін стали результати РНВГ, проведеної у 93 хворих чоловіків через 3–4 місяці після перенесеного трансмурального або великоосередкового ІМ. Середній вік обстежених становив  $(47,5 \pm 2,1)$  року. Хворі були розподілені на 2 групи: 1-шу — 46 осіб із ІМ передньо-перегородково-верхівковою локалізацією та 2-гу — 47 — з задньобоковою локалізацією ураження.

Рівноважну кардіосинхронізовану вентрикулографію з  $^{99m}\text{Tc}$ -пірфотехом (індикаторна доза 370–450 МБк) здійснювали на гамма-камері LFOV-IV (Nuclear Chicago, США), детектор якої встановлювали над зоною серця в передній лівій скісній ( $30\text{--}45^\circ$ ) проекції з додатковим каудальним нахилом ( $10^\circ$ ) для кращої візуалізації ЛШ. Сцинтиляційну інформацію накопичували протягом 10 хв. Одержаний «представницький» серцевий цикл обробляли з виділенням ділянки ЛШ, розділенням зони інтересу на 6 регіонарних зон (1–2 — передньоперегородкові, 3–4 — верхівкові, 5–6 — задньобокові) з побудованням кривих активності — час для кожного з одержаних регіонів та визначенням (у відсотках) загальної та регіонарних ФВ (РФВ) для кожної зони.

Статистично обробляли дані з використанням статистичних програм на основі парного t-тесту Стьюдента.

## Результати та їх обговорення

Використаний підхід до кількісної оцінки регіонарної скоротливої функції міокарда за величиною ФВ є загальноприйнятим [3, 4, 8, 10, 11]. Граничні коливання величини ФВ та РФВ у групі здорових людей ( $n = 28$ ) та у хворих після ІМ залежно від локалізації ураження та ступеня порушення систолічної функції ЛШ (ФВ, яка у стані спокою в межах норми дорівнює або перевищує 50 %, у хворих була менше 49 %).

На основі одержаних величин РФВ визначають зони: гіпокінезу, для яких характерне зменшення РФВ нижче дискримінаційної величини для даного регіону; нормокінетичні, для яких величини РФВ відповідають межам, встановленим для групи здорових осіб; та

гіперкінетичні, в яких цей показник перевищує верхню межу норми.

Індивідуальні значення РФВ змінюються в значних межах, у зв'язку з чим відсутні чіткі загально визначені дискримінаційні величини для кожного регіону ЛШ, а оцінка регіонарних порушень скоротливої функції міокарда за величиною РФВ має досить суб'єктивний характер. Таким чином, завдання об'єктивізації встановлення зон гіпо-, нормо- та гіперкінезу і з'ясування таких порушень руху стінки ЛШ, як акінез та наявність зон парадоксальної пульсації слід вважати вельми актуальним.

Одним зі способів об'єктивізації оцінки характеру змін регіонарної скоротливої функції міокарда є метод, запропонований Walton et al. [14, 15], який полягає в нормалізації реально вимірених РФВ згідно з належним для кожного регіону ЛШ, що обчислюють як середнє арифметичне за мінусом двох стандартних відхилень (дискримінаційна величина для визначення зон гіпокінезу) та плюсом двох стандартних відхилень (дискримінаційна величина для встановлення гіперкінетичних зон).

Якщо величина відносного показника скоротливої функції нижче 0,75, то йдеться про зону гіпокінезу, в межах 0,8–1,1 — нормокінезу, а якщо цей показник перевищує 1,2, — про зону гіперкінезу. Проте, і при цьому способі лишаються досить високі зони невизначеності: відсутні межі величин, які розцінюють як гіпо-, нормо- та гіперкінетичні зони.

Більш фізіологічно обґрунтованим методом визначення алгоритму скорочення міокарда є одночасне встановлення величини РФВ та відповідних їм максимальних швидкостей вигнання для кожного регіону ЛШ. Оцінка швидкісних показників реалізована нами з використанням загальноприйнятого способу диференціювання кривої активності — час, який віддзеркалює зміни об'єму крові у порожнині ЛШ протягом серцевого циклу (рис. 1). Максимальну швидкість вигнання ( $\text{ШВ}_{\text{макс}}, \text{с}^{-1}$ ) визначають за максимальною величиною першого найбільшого від'ємного піку першої похідної. При цьому за нормокінетичні зони визнають ті, в яких РФВ відповідає нормальним коливанням для даного регіону в поєднанні з нормальною величиною  $\text{ШВ}_{\text{макс}}$  (у межах

4,5–6,5 с<sup>-1</sup> у стані спокою). Гіпокінетичними вважають зони, РФВ яких менше дискримінаційної величини або на нижній межі норми для даного регіону поряд із зменшенням ШВ<sub>макс</sub> (менше 4,4 с<sup>-1</sup>), а гіперкінетичними — ті, для яких характерне поєднання величин РФВ, рівних або більших за верхню межу норми, зі збільшенням ШВ<sub>макс</sub> (понад 6,5 с<sup>-1</sup> у стані спокою).

У табл. 1 представлено приклади прийняття рішення при аналізі стану регіонарної скоротливої функції міокарда ЛШ з урахуванням РФВ та відповідних їм ШВ<sub>макс</sub>.

**Приклад 1.** Хворий Г., 28 років. Діагноз: нейроциркуляторна дистонія. Нормальне скорочення ЛШ. Відзначено різницю у величинах РФВ, що є відображенням фізіологічної гетерогенності скорочення ЛШ.

**Приклад 2.** Хворий Б., 44 роки. Діагноз: трансмуральний ІМ, передньо-перегородково-верхівкова локалізація; ФВ у спокої становить 46 %.

Зниження скоротливої функції ЛШ у зонах 1, 3–5, виявлене за величиною РФВ, верифікується при поєднаному використанні РФВ із ШВ<sub>макс</sub>. Скоротлива функція в зоні 2 могла би бути оцінена як нормокінетична (РФВ перевищує 50 %). Проте, зіставлення РФВ з відповідною ШВ<sub>макс</sub> (зменшення в 2 рази порівняно з дискримінаційною величиною, яка дорівнює або перевищує 5,0 с<sup>-1</sup>) обґрунтовує висновок про гіпокінез у цій зоні ЛШ.

**Приклад 3.** Хворий З., 38 років. Діагноз: великоосередковий ІМ нижньо-бокової локалізації; ФВ у спокої — 49 %.

Скоротлива функція міокарда ЛШ 1-ї та 2-ї зон визначена як нормокінетична, регіонів 5, 6 та 7 — як гіпокінетична. Оцінка скоротливої функції у верхівкових зонах (3, 4) за величиною РФВ має бути нормокінетичною, оскільки РФВ у цих зонах складає відповідно 73 та 62 %, що відповідає межах нормальних фізіологічних величин. Зіставлення РФВ з величиною ШВ<sub>макс</sub> (відповідно 6,3 та 7,1 с<sup>-1</sup>) дозволяє обґрунтувати висновок про гіперкінетичний характер скорочення в зоні верхівки серця та розглядати гіперкінез у цьому регіоні інфарктованого міокарда як фактор компенсації, що забезпечує у цього хворого фізіологічно адекватну насосну функцію ЛШ у стані спокою (ФВ = 49 %).

Застосування розробленого комплексного методу оцінки регіонарної скоротливої функції міокарда у хворих, які перенесли ІМ, дозволяє здійснити аналіз структури фракції викиду з урахуванням поширеності та характеру змін регіонарної скоротливої функції як у зоні ураження, так і в умовно-інтактній зоні ЛШ.

Незалежно від локалізації уражень частота виявлення їх гіпокінетичних сегментів сягала 72–79 %. В умовно-інтактній зоні у хворих з передньою локалізацією ІМ зони гіпокінезу виявляли частіше, ніж при ІМ задньої локалізації (57,1 та 39,3 % відповідно). Ступінь зниження скоротливої функції був більш вираженим у хворих з передньою локалізацією ураження (відносний показник 0,37 ± 0,02), ніж у тих, хто мав задню локалізацію ІМ (відносний показник 0,47 ± 0,02; ρ < 0,01). У хворих

Таблиця 1

Приклади прийняття рішень при визначенні зон гіпо-, нормо- та гіперкінезу при одночасному використанні регіонарних фракцій викиду та максимальних швидкостей вигнання  
The range of changes in the total and regional ejection fraction in healthy subjects and patients with MI

Приклад	Параметр	Зона лівого шлуночка						
		1	2	3	4	5	6	7
1	РФВ, %	58	64	70	71	67	68	53
	ШВ <sub>макс</sub> , с <sup>-1</sup>	5,4	5,5	6,5	5,2	5,4	5,3	5,2
	Заключення	Нормокінез						
2	РФВ, %	45	51	49	38	47	60	57
	ШВ <sub>макс</sub> , с <sup>-1</sup>	1,70	2,40	1,92	1,04	2,80	6,30	5,80
	Заклучення	Гіпокінез					Нормокінез	
3	РФВ, %	49	52	73	62	47	32	28
	ШВ <sub>макс</sub> , с <sup>-1</sup>	5,1	5,3	6,8	7,1	2,2	1,03	0,9
	Заклучення	Нормокінез		Гіперкінез			Гіпокінез	

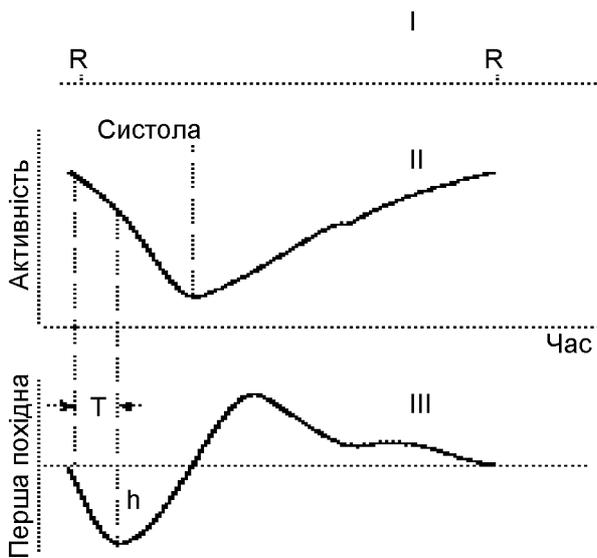


Рис. 1. Метод визначення максимальної швидкості вигнання за допомогою диференціювання кривої активність-час: I — сигнал кардіосинхронізатора; II — крива активність-час; III — перша похідна кривої активність-час:

h — максимальна величина від'ємного зубця першої похідної — максимальна швидкість викиду ( $c^{-1}$ );

T — час досягнення максимальної швидкості вигнання (мс)

Fig. 1. Determining maximum ejection rate using activity-time curve differentiation: I — cardiosynchronizer signal; II — activity-time curve; III — first passage of activity-time curve; h — maximum value of the negative wave of the first derivative, maximal ejection rate ( $c^{-1}$ ); T — time of maximal ejection rate (ms)

з ІМ передньої локалізації кількість нормокінетичних сегментів була практично однаковою як у зоні ураження (15,6 %), так і в умовно-інтактній, а в хворих із заднім ІМ такі сегменти локалізувалися переважно саме в такій зоні (11,7 % в інтактній — проти 5,0 % у зоні ураження). Залежності величини відносного показника скоротливої функції для нормокінетичних сегментів від локалізації ІМ не виявлено ( $0,85 \pm 0,01$  у хворих з передньою локалізацією ІМ та  $0,89 \pm 0,02$  — із задньою).

Кількість гіперкінетичних сегментів була взагалі досить незначною та майже не відрізнялася в зоні ураження від умовно-інтактної зони (8,0 та 7,6 % у зонах при передній та задній локалізації процесу відповідно; 7,7 та 6,8 % — при передньому й задньому ІМ). Не знайдено різниці у вираженості підвищення регіонарної скоротливої функції — величина відносного показника у порівнюваних сегментах становила 1,22–1,25.

Зіставлення величини ФВ, що віддзеркалює насосну функцію ЛШ, та структури регіонарної скоротливої функції у хворих, які перенесли ІМ, дозволяє підійти до розуміння деяких механізмів, що забезпечують певний рівень гемодинамічної продуктивності серця у представленого контингенту хворих.

Підтримання певного рівня насосної функції ЛШ у осіб, які перенесли ІМ, зумовлене співвідношенням кількості гіпокінетичних сегментів та вираженістю зниження їх скоротливої функції до кількості нормо- й, особливо, гіперкінетичних сегментів, які визначають ступінь компенсації. Знайдена залежність між ступенем гіпокінезії відповідних сегментів та компенсаційною спроможністю зон нормо- й гіперкінезу, яка має схильність до зниження у зв'язку із зростанням ступеня вираженості гіпокінезу.

Різниця в структурі формування ФВ залежно від локалізації ІМ визначається функціональними та анатомічними особливостями ЛШ. При ІМ передньої локалізації уражаються функціонально більш значущі зони міокарда (передньо-верхівкова зона — тракт відтоку). При цьому наявність зон гіперкінезу в умовно-інтактній зоні (задні відділи ЛШ — тракт притоку) менш результативна через їх меншу функціональну значущість у процесі формування ФВ. За наявності ІМ задньої локалізації умовно-інтактною зоною є передньоверхівкова ділянка ЛШ, і наявність у ній зон гіперкінезу, за інших рівних умов, визначає меншу вираженість змін кардіодинаміки.

## ВИСНОВКИ

1. Комплексний підхід до оцінки регіонарної скоротливої функції міокарда ЛШ за даними радіонуклідної вентрикулографії з оцінкою регіонарних фракцій викиду та максимальної швидкості вигнання дозволяє об'єктивізувати визначення нормо-, гіпо- та гіперкінетичних його регіонів.

2. Використання розробленого комплексу для оцінки регіонарної скоротливої функції міокарда значно підвищує діагностичну інформативність методу радіонуклідної вентрикулографії у хворих кардіологічного профілю та до-

зволяє аналізувати компенсаторні механізми адаптації пошкодженого міокарда до змінених умов гемоциркуляції.

## Література

1. Крамер А.А., Эвентов А.З., Мальшев Ю.М., Самойленко Л.Е. // *Тер. архив.* — 1979. — № 5. — С. 17–22.
2. Крамер А.А., Куликов Л.М., Мясников А.Л., Эвентов А.З. // *Мед. радиол.* — 1980. — № 7. — С. 27–32.
3. Крамер А.А., Мясников А.Л., Новиков И.Д. и др. // *Cor et vasa.* — 1981. — Vol. 23, № 6. — С. 403–411.
4. Остроумов Е.Н. Состояние перфузии и функции миокарда и их взаимосвязь у больных ИБС с различными функциональными классами по данным сцинтиграфии миокарда с  $^{201}\text{Te}$  и радионуклидной вентрикулографии. Автореф. ... канд. мед. наук. — М., 1984. — 26 с.
5. Эвентов А.З. Радионуклидные исследования миокарда в диагностике хронической ишемической болезни сердца (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — М., 1985. — 44 с.
6. Johnson S.H., Bigelour C., Lee K.L. et al. // *Amer. Cardiol.* — 1991 — Vol. 67, № 11. — P.919–926.
7. Mansini J.D.J., Slutsky R.A., Norris J.L. et al. // *Amer. J. Cardiol.* — 1983. — Vol. 51, № 1. — P.43–51.
8. Следзевская И.К., Строганова Н.П., Ильяш М.Г. // *Мед. радиол.* — 1989. — № 8. — С. 40–44.
9. Строганова Н.П., Ильяш М.Г. // *България Рентгенол. радиол.* — 1991. — Т. XXX, кн. 4. — С. 46–50.
10. Следзевская И.К., Бабий Л.Н., Строганова Н.П., Хоменко Ю.О., Голубь Н.С. // *Укр. кардиол. журн.* — 2004. — № 4. — С. 55–58.
11. Савицький С.Ю., Строганова Н.П. // *Там же.* — 2005. — № 1. — С. 10–12.
12. Крамер А.А., Мясников А.Л., Новиков И.Д. и др. // *Cor et vasa.* — 1984. — Vol. 23, № 6. — P. 403–411.
13. Yelberg H.G., Brundage B.H., Ylantz S., Parmley W.W. // *Circulat.* — 1979. — Vol. 59, № 5. — P. 991–1000.
14. Walton S., Yiannirai J., Karritt P.H. et al. // *Brit. Heart J.* — 1981. — Vol. 46. — P. 245–248.
15. Walton S., Ell P.J., Jarritt P.H., Swanton R.H. // *Ibid.* — 1982. — Vol. 48. — P. 441–448.

Надходження до редакції 09.06.2006.

Прийнято 04.08.2006.

Адреса для листування:

Строганова Н.П.,  
Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска, вул. Народного  
ополчення, 5, Київ-151, 03680 МСП, Україна