

**В.Ю. Кундин, Б.М. Тодуров, Г.И. Ковтун, Н.В. Понич, О.П. Надорак**

Киевская городская клиническая больница «Киевский городской центр сердца»

## **Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в оценке состояния постинфарктной аневризмы левого желудочка сердца**

ОРИГІНАЛЬНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ

В статье представлены возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) миокарда левого желудочка (ЛЖ) сердца в оценке состояния постинфарктной аневризмы. Для ОФЭКТ миокарда использовали радиофармпрепарат (РФП)  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  активностью 7 МБк/кг, исследование выполняли в состоянии покоя. Обследовано 25 пациентов с постинфарктной аневризмой. Оценивали локализацию аневризмы, ее площадь, уровень фиксации РФП и количество жизнеспособного миокарда. Сцинтиграфическими признаками аневризмы ЛЖ сердца являются гомогенное снижение перфузии в зоне аневризмы, фиксация РФП от 5 до 12 % (в среднем  $8,2 \pm 3,5$  %) и нарушения геометрии ЛЖ. Количество жизнеспособного миокарда у обследованных больных составляло 40–58 % (в среднем  $42,8 \pm 7,7$  %).

**Ключевые слова:** аневризма левого желудочка сердца, однофотонная эмиссионная компьютерная томография миокарда, жизнеспособность миокарда,  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ .

**А**невризма левого желудочка (ЛЖ) – одно из наиболее частых и опасных осложнений инфаркта миокарда (ИМ) с зубцом Q [1, 3, 5]. Аневризма – это большая зона ЛЖ сердца, характеризующаяся акинезией или дискинезией и представляющая собой трансмуральный фиброзный рубец с характерной гладкой внутренней поверхностью без трабекулярного аппарата [4, 9, 10, 12]. В большинстве случаев аневризма локализуется по переднеперегородочно-верхушечной области. Распространенность аневризмы у пациентов, перенесших ИМ, составляет 10–35 % [3, 7]. Увеличение объема оперативных вмешательств по поводу ишемической болезни сердца (ИБС) и все более частое формирование различных форм постинфарктной аневризмы ЛЖ обусловили повышенный интерес к оценке функционального и морфологического состояния миокарда [2, 8]. У больных с аневризмой ЛЖ крайне важно определить факторы, позволяющие прогнозировать результат лечения [11, 13]. К ним относятся:

1. Количество жизнеспособного миокарда и его состояние (наличие умеренной или выраженной ишемии).

2. Локализация аневризмы и ее площадь.
3. Изменения геометрии ЛЖ и сократительной способности миокарда.
4. Выраженность диастолической дисфункции ЛЖ.

Диагностика аневризм ЛЖ сердца базируется на функциональных методах (электрокардиография), ультразвуковых (доплерэхокардиография), рентгенологических (коронароангиография, компьютерная томография). Представленные методы позволяют в 90 % случаев диагностировать аневризму, ее локализацию, размеры, оценить кинетику стенок, типы асинергии и посегментарное состояние сократимости миокарда [2, 4, 10]. Радионуклидной оценке наличия и состояния аневризмы и окружающих ее зон миокарда уделяют недостаточное внимание, публикации по данной проблематике представлены отдельными работами, и не разработаны критерии такой оценки. Радионуклидные методы исследования стали золотым стандартом в определении соотношения между перфузией и метаболизмом, измерении дефектов накопления радиофармпрепаратов (РФП), которые соответ-

ствують постинфарктним рубцевим изменениям [6, 14].

**Цель работы** – оценить информативность однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда в определении состояния постинфарктной аневризмы левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца после перенесенного инфаркта миокарда.

## Материал и методы

Обследовано 25 пациентов (все мужчины) с диагнозом: ИБС, постинфарктный кардиосклероз, аневризма ЛЖ, которые находились на стационарном лечении в Киевской городской клинической больнице «Киевский городской центр сердца» в период с 2011 по 2012 г. Предварительно всем больным проведена коронароангиография с «Омнипаком» и доплероэхокардиография. Однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ) выполняли на гамма-камере Infinia Hawkeye (General Electric, США) с ЭКГ-синхронизацией по однодневному протоколу в состоянии покоя. Использовали РФП  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI (метоксиизобутилизонитрил) активностью 7 МБк/кг, который вводили внутривенно. Исследование начинали через 45 мин после введения РФП в положении пациента лежа на спине с запрокинутыми за голову руками. Детекторы гамма-камеры находились в позиции L-mode, то есть располагались под углом  $90^\circ$  по отношению друг к другу. Исследование начинали с правой боковой проекции ( $45^\circ$ ) и заканчивали левой косою проекцией ( $135^\circ$ ). За время исследования получали 60 скинтиграфических изображений миокарда (по 30 срезов на каждый детектор), которые реконструировали при помощи компьютерных программ Myovation и EStoolbox в трех плоскостях: сагитальной, фронтальной и аксиальной. Геометрию ЛЖ оценивали визуально с использованием срезов по вертикальной оси и программы 3D-режима.

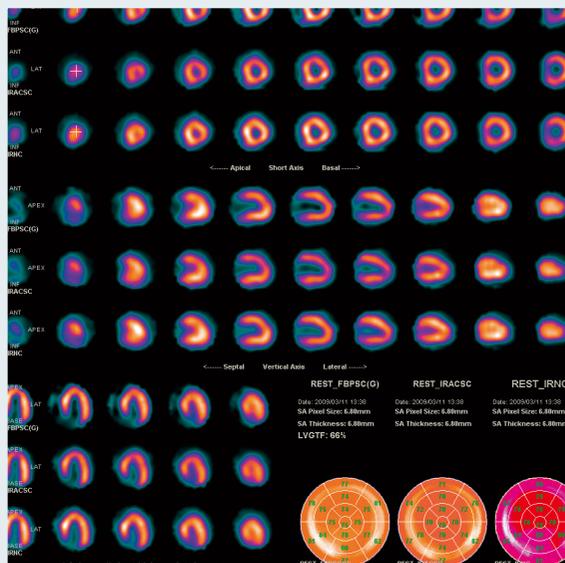
Результаты исследования обрабатывали с использованием следующего алгоритма: визуальная оценка, полуколичественная оценка и количественный анализ.

Визуальную оценку начинали по короткой оси сердца от верхушки до основания. При этом короткую ось разделяли на реконструктивные изображения по трем группам срезов: апикальные, медиальные и базальные. После оценки всех срезов по короткой оси верхушку и базальные сегменты оценивали на продольных срезах длинной вертикальной оси (от перегородки к боковой стенке) и длинной горизонтальной оси (от нижней стенки к передней) (рис. 1).

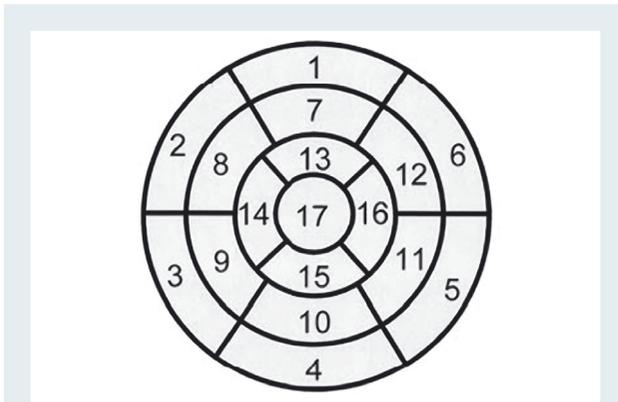
Визуальную оценку дополняли полуколичественным и количественным анализом с использованием 17-сегментной модели сердца («бычий глаз»). Перфузию оценивали в каждом сегменте, начиная с верхушки и заканчивая базальными отделами (рис. 2). Нормальным считали накопление РФП 80 % и выше, сниженным – 79–50 % и резко сниженным – меньше 50 %.

## Результаты и их обсуждение

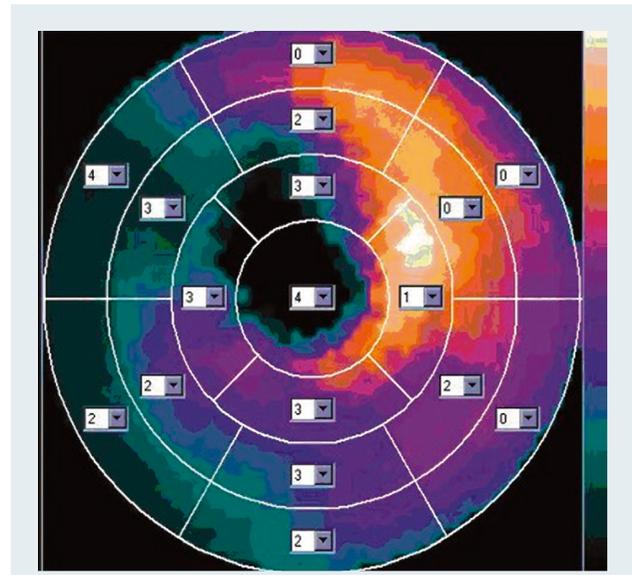
При ОФЭКТ аневризма ЛЖ сердца хорошо визуализировалась у всех обследованных пациентов как зона с практически отсутствующей фиксацией РФП. Другими словами, на фоне изображения миокарда она выглядела как «черная дыра» (рис. 3). У всех пациентов с аневризмой ЛЖ сердца наблюдали резкое снижение перфузии в месте локализации аневризмы с процентом фиксации РФП от 5 до 12 % (в среднем  $8,2 \pm 3,5$  %) и нарушение геометрии сердца. У 17 (68,0 %) больных снижение перфузии было гомогенным, что указывало на отсутствие жизнеспособного миокарда в зоне аневризмы и близлежащих сегментах, в то время как у 8 (32,0 %) пациентов наблюдали негетогенное снижение перфузии, что свидетельствовало о возможном наличии жизнеспособных миоцитов в зоне аневризмы. Так, на рис. 4 представлены



**Рис. 1. Скінтиграфічне зображення нормального міокарда ЛЖ серця (верхні три ряди – зображення по короткій осі від верхушки до основи, середні три ряди – зображення по довгій вертикальній осі від передньої стінки ЛЖ к задній і нижні три ряди – зображення по довгій горизонтальній осі від перегородки до бокової стінки ЛЖ)**



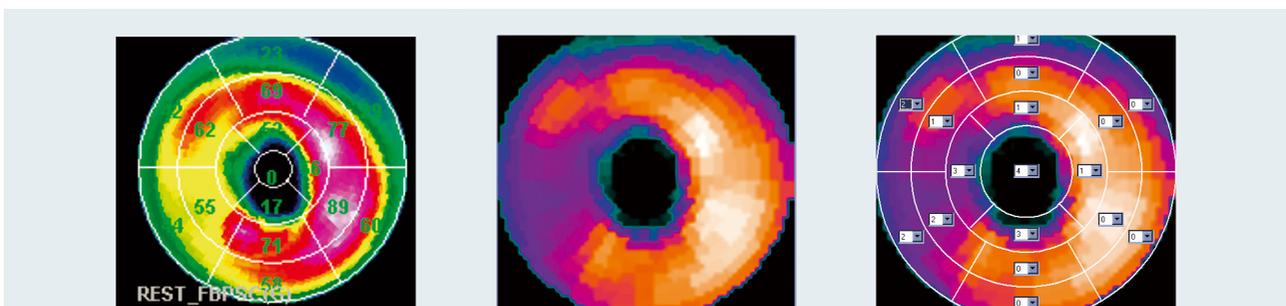
**Рис. 2. 17-сегментная модель (система координат «бычий глаз»). Сегменты: 1 – переднебазальный, 2 – базальный переднеперегородочный, 3 – базальный нижнеперегородочный, 4 – нижнебазальный, 5 – базальный нижнелатеральный, 6 – базальный переднелатеральный, 7 – переднемедиальный, 8 – медиальный переднеперегородочный, 9 – медиальный нижнеперегородочный, 10 – нижнемедиальный, 11 – медиальный нижнелатеральный, 12 – медиальный переднелатеральный, 13 – переднеапикальный, 14 – апикальный перегородочный, 15 – нижне-апикальный, 16 – апикальный латеральный, 17 – верхушка**



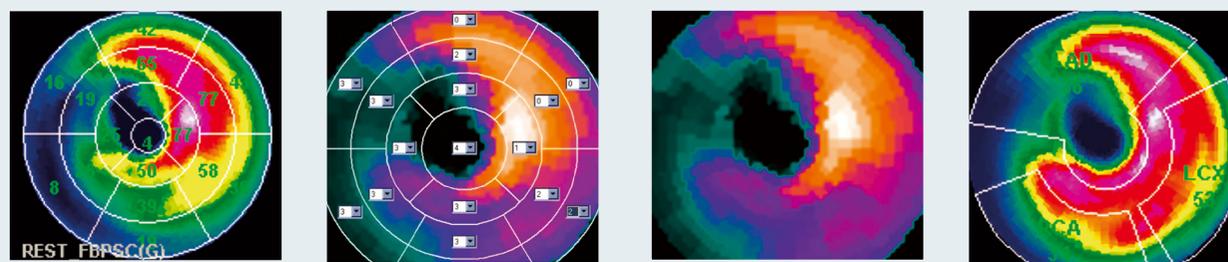
**Рис. 3. Сцинтиграфическое изображение аневризмы ЛЖ сердца в верхушечно-переднеперегородочной области, занимающей по площади 12 % миокарда с полным отсутствием фиксации РФП в зоне аневризмы. Отмечено поражение 12 сегментов (постинфарктные изменения в 7 сегментах и выраженная ишемия в 5 сегментах). Количество жизнеспособного миокарда – 48 %**

сцинтиграммы больного Л. с аневризмой верхушки ЛЖ сердца. На сцинтиграммах в месте локализации аневризмы отмечено гомогенное снижение перфузии без признаков наличия жизнеспособного миокарда в зоне аневризмы. На рис. 5 представлены сцинтиграммы больного Д., 59 лет, с аневризмой в переднеперегородочно-верхушечной области. На сцинтиграммах в месте локализации аневризмы отмечено негетогенное снижение перфузии с признаками наличия жизнеспособного миокарда в зоне аневризмы и прилегающих участках миокарда.

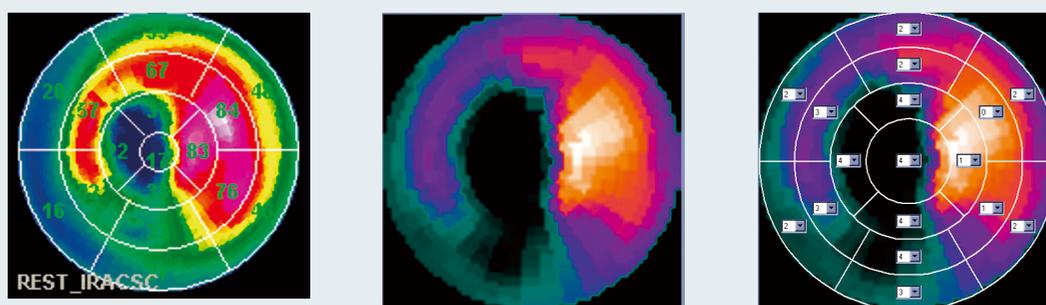
По данным ОФЭКТ наибольшее поражение миокарда наблюдали у пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ в области верхушки, передней стенки и передней части межжелудочковой перегородки (18 больных, 72,0 %), аневризму верхушечно-переднебоковой локализации без распространения на межжелудочковую перегородку регистрировали у 4 (16,0 %) пациентов, аневризму верхушки сердца – у 3 (12,0 %). Количество аневризмы у 3 (15,0 %) больных были небольшими и занимали площадь до 10 % (в основном аневризмы верхушки сердца), у 8 (32,0 %) больных аневризмы занимали площадь



**Рис. 4. Больной Л., 61 год, диагноз: ИБС, стенокардия напряжения III функционального класса, постинфарктный (ИМ верхушечной области с зубцом Q) атеросклеротический коронарокардиосклероз (стеноз передней межжелудочковой ветви левой венечной артерии 99 % в медиальном сегменте), аневризма верхушки ЛЖ, сердечная недостаточность II функционального класса по NYHA. На сцинтиграммах визуализируется аневризма верхушки сердца, занимающая по площади 10 % миокарда с полным отсутствием фиксации РФП в зоне аневризмы. Отмечено поражение 8 сегментов (постинфарктные изменения в 4 сегментах и выраженная ишемия в 4 сегментах). Количество жизнеспособного миокарда – 62 %**



**Рис. 5. Большой Д., 59 лет, диагноз: ИБС, стенокардия напряжения III функционального класса, постинфарктный (ИМ переднеперегородочно-верхушечной области с зубцом Q) атеросклеротический коронарокардиосклероз (полная окклюзия передней межжелудочковой ветви левой венечной артерии в проксимальном сегменте), аневризма ЛЖ, сердечная недостаточность III функционального класса по NYHA. На скintiграммах визуализируется аневризма верхушечно-переднеперегородочной области, занимающая по площади 20 % миокарда с полным отсутствием фиксации РФП в зоне аневризмы. Отмечено поражение 12 сегментов (постинфарктные изменения в 8 сегментах и выраженная ишемия в 4 сегментах). Количество жизнеспособного миокарда – 54 %**



**Рис. 6. Большой К., 44 года, диагноз: ИБС, постинфарктный (ИМ нижнеперегородочно-верхушечной области с зубцом Q) атеросклеротический коронарокардиосклероз (99 % стеноз правой венечной артерии в проксимальном сегменте, 80 % стеноз передней межжелудочковой ветви левой венечной артерии в медиальном сегменте), аневризма ЛЖ, сердечная недостаточность III функционального класса по NYHA. На скintiграммах визуализируется аневризма нижнеперегородочно-верхушечной области, занимающая по площади 25 % миокарда с полным отсутствием фиксации РФП в зоне аневризмы. Отмечено поражение 11 сегментов (постинфарктные изменения в 8 сегментах и выраженная ишемия в 3 сегментах). Количество жизнеспособного миокарда – 42 %**

более 10 % (в среднем  $(14,5 \pm 3,2)$  %), у остальных 14 пациентов (56,0 %) аневризмы были большими с нечеткими контурами и площадью более 20 % миокарда (в среднем  $(24,3 \pm 4,6)$  %). Так, на рис. 6 представлены скintiграммы больного К., 44 года, с большой аневризмой ЛЖ сердца (площадь аневризмы более 20 %), которая локализуется в переднеперегородочно-верхушечной области и в медиальных сегментах задней стенки ЛЖ.

При анализе уровней поражения сегментов ЛЖ сердца из 425 рассматриваемых сегментов накопление РФП более 50 % от максимальных значений отмечено в 255 (60,0 %) сегментах, от 30 до 50 % – в 103 (24,2 %) сегментах, менее 30 % – в 67 (15,8 %). Таким образом, нежизнеспособными были признаны 170 (40,0 %) сегментов. Тем не менее, количество жизнеспособного миокарда у этой категории больных составляло 40–58 % (в среднем  $(42,8 \pm 7,7)$  %). Из 255 сегментов с удовлетворительной и хорошей фиксацией РФП 98 (38,4 %) имели уровень фиксации 50–65 %, расцениваемый как ишемические проявления в

указанных сегментах, выраженного или умеренного характера. Только в 157 (61,6 %) сегментах отмечена достаточная фиксация препарата, что свидетельствовало о хорошем кровоснабжении данных регионов.

## Выводы

1. Скintiграфическими признаками аневризмы левого желудочка сердца являются гомогенное снижение перфузии в зоне аневризмы, фиксация радиофармпрепарата от 5 до 12 % и нарушения геометрии левого желудочка.

2. Функциональная оценка постинфарктной аневризмы левого желудочка при помощи однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда является ценным диагностическим дополнением к ультразвуковому обследованию и коронарорентрокулографии, так как позволяет определить количество жизнеспособного миокарда и установить объем оперативного лечения.

## Литература

1. Блеткин А.Н., Борисов И.А., Симоненко В.Б., Савичев Д.Д. Ремоделирование левого желудочка при осложненных формах ишемической болезни сердца // Укр. кардіол. журнал.– 2010.– № 11.– С. 24–33.
2. Бокерия Л.А., Бузиашвили Ю.И., Асымбекова Э.У. и др. Стресс-эхокардиография с добутином в диагностировании «спящего» (гибернарованного) миокарда у больных ИБС с дисфункцией левого желудочка по результатам хирургического лечения // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.– 1999.– № 2.– С. 5–10.
3. Бокерия Л.А., Федоров Г.Г. Опыт хирургического лечения постинфарктных аневризм левого желудочка сердца и сопутствующих желудочковых тахикардий (1981–1999 годы) // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 1999. – № 6. – С. 38–44.
4. Долженко М.Н. Аневризма левого желудочка: дефиниции, механизмы формирования, диагностика, показания к операции, прогноз // Серцева недостатність.– 2009.– № 2.– С. 28–37.
5. Солейко О.В. Постинфарктна аневризма серця: шлях до істини крізь віки // Мистецтво лікування.– 2008.– № 5 (51).– С. 89–90.
6. Ходарева Е.Н., Сергеев В.Б. Радионуклидные методы исследования в оценке жизнеспособности миокарда при обратимой левожелудочковой дисфункции // Вестник рентгенологии и радиологии.– 2001.– № 2.– С. 50–61.
7. Чернявский А.М., Караськов А.М. Предоперационное моделирование оптимального объема левого желудочка при хирургической реконструкции постинфарктных аневризм сердца // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.– 2000.– № 2.– С. 9–11.
8. Шумаков В.И., Казаков Э.Н., Хубутия А.Ш. и др. Ишемическая кардиомиопатия: значение оценки жизнеспособности миокарда для определения показаний к АКШ или трансплантации сердца // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.– 1999.– № 6.– С. 11–15.
9. Ba'albaki H.A., Clements S.D. Left ventricular aneurysm: a review // Clin.Cardiol.– 1989.– N 12.– P. 5–13.
10. Bogaert J., Rademakers F.E. Regional non-uniformity of normal adult human left ventricle // Amer. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.– 2001.– Vol. 280.– P. 610–620.
11. Bolognese L., Cerisano G., Buonamici P. Influence of infarct-zone viability on left ventricular remodeling after acute myocardial infarction // Circulation.– 1997. – Vol. 96.– P. 3353–3359.
12. Sakaguchi F. Young R. L., Komeda M. Left ventricular aneurysm repair in rats: structural, functional and molecular consequences // J. Thorac. Cardiovasc. Surg.– 2001.– Vol. 121.– P. 750–761.
13. Sutton M., Sharpe N. Left Ventricular Remodeling After Myocardial Infarction. Pathophysiology and Therapy // Circulation.– 2000.– Vol. 101.– P. 2981–2987.
14. Voth E., Baer F.M., Theissen P. Dobutamine <sup>99m</sup>Tc-MIBI single-photon emission tomography: non-exercise dependent detection of haemodynamically significant coronary artery stenoses // Eur. J. Nuc. Med.– 1994.– Vol. 21.– P. 537–544.

**В.Ю. Кундін, Б.М. Тодуров, Г.І. Ковтун, Н.В. Понич, О.П. Надорак**

Київська міська клінічна лікарня «Київський міський центр серця»

### Можливості однофотонної емісійної комп'ютерної томографії щодо оцінки стану післяінфарктної аневризми лівого шлуночка серця

У статті представлено можливості однофотонної емісійної комп'ютерної томографії (ОФЕКТ) міокарда лівого шлуночка (ЛШ) серця щодо оцінки стану післяінфарктної аневризми. Для ОФЕКТ міокарда використовували радіофармпрепарат (РФП) <sup>99m</sup>Tc-MIBI з активністю 7 МБк/кг, дослідження виконували у стані спокою. Обстежено 25 пацієнтів з післяінфарктною аневризмою. Оцінювали локалізацію аневризми, її площу, рівень фіксації РФП і кількість життєздатного міокарда. Сцинтиграфічними ознаками аневризми ЛШ серця є гомогенне зниження перфузії в зоні аневризми, відсоток фіксації РФП від 5 до 12 % (у середньому (8,2 ± 3,5) %) і порушення геометрії ЛШ. Кількість життєздатного міокарда в обстежених хворих становила 40–58 % (у середньому (42,8 ± 7,7) %).

**Ключові слова:** аневризма лівого шлуночка серця, однофотонна емісійна комп'ютерна томографія міокарда, життєздатність міокарда, <sup>99m</sup>Tc-MIBI.

**V.Yu. Kundin, B.M. Todurov, G.I. Kovtun, N.V. Ponich, O.P. Nadorak**

Kyiv City Heart Center

### Single-photon emission tomography in the evaluation of left ventricular postinfarction aneurysm

The possibilities of myocardial single-photon emission tomography (SPECT) in the evaluation of left ventricular postinfarction aneurysm are presented in this article. The radiopharmaceutical (RPH) <sup>99m</sup>Tc-MIBI with activity 7 MBk/kg was used for the myocardial SPECT. SPECT was performed at rest. Twenty five patients with postinfarction aneurysm were examined. Localization and the area of aneurysm, the level of RPH uptake and quantity of the viable myocardium were evaluated. The scintigraphic features of the aneurysm are homogeneously decreased perfusion, level of RPH uptake 5–12 % (average 8.2 ± 3.5 %) and left ventricular myocardium geometry alterations. The amount of viable myocardium varied from 40 to 58 % (average 42.8 ± 7.7 %).

**Key words:** left ventricular aneurysm, myocardial single-photon emission tomography, myocardial viability, <sup>99m</sup>Tc-MIBI.