

athy in Renal Pathology with Clinical and Functional Correlations, 2-nd edition, J.B. Lippincott Company, Philadelphia: 1994: 1660.

21. Mibatsch MJ, Morozumi K, Strom EH. et al. Renal transplant morphology after long-term therapy with cyclosporine. Transplant Proc 1995; 27: 39.

22. Monaco AP, Burke JF, Ferguson RM, Halloran PF. et al. Current thinking on chronic renal allograft rejection: Issues, concerns, and recommendations from a 1997 round table discussion Am J of Kidney Diseases 1999; 33; 1: 150–160.

23. Morozumi K, Thiel G, Albert FW. et al. Studies on morphological outcome of cyclosporine-associated arteriopathy after discontinuation of cyclosporine in renal allografts. Clin Nephrol 1992; 38 (1): 1–8.

24. Pilmore HL, Dittmer LD. Calcineurin inhibitor nephrotoxicity: reduction in dose results in marked improvement in renal function in patients with coexisting chronic allograft nephropathy. Clin Transplant 2002; 16 (3): 191–194.

25. Racusen LC, Solez K, Colvin RB, Bonsib SM. et al. The Banff 97 working classification of renal allograft pathology. Kidney Int 1999; 55 (2): 713–723.

26. Shibab F.S. Cyclosporine nephropathy: pathophysiology and clinical impact. Semin Nephrol 1996; 16 (6): 536–547.

27. Shibab F.S, Andon TF, Tanner AM. et al. Role of transforming growth factor- $\beta$ 1 in experimental chronic cyclosporine nephropathy.

Kidney Int 1996; 49: 1141–1151.

28. Shibab F.S, Bennett WM. et al. Angiotensin II blockade decreases TGF- $\beta$ 1 and matrix proteins in cyclosporine nephropathy. Kidney Int 1997; 52: 660–673.

29. Strom EH, Thiel G, Mibatch MJ. Prevalence of cyclosporine-associated arteriopathy in renal transplant biopsies from 1981 to 1992. Transplant Proc 1994; 26: 2585–2586.

30. Takeda A, Ucbida K, Haba T. et al. Chronic cyclosporin nephropathy: long-term effects of cyclosporin on renal allografts. Clin Transplant 2001; 15 Suppl 5: 22–29.

31. Toki K, Kyo M, Takabara S, Morozumi K. et al. Arteriopathy in non-episode biopsies of renal transplant allograft. Clin Transplant 2000; 14 Suppl 3: 21–24.

32. Thomsen K, Schou M. Renal lithium clearance in man. Am J Physiol 1969; 215: 823–827.

33. Young BA, Burdmann EA, Johnson RJ. et al. Cyclosporine A induced arteriopathy in a rat model of chronic cyclosporine nephropathy. Kidney Int 1995; 48 (2): 431–438.

34. UNOS-Transplantation Resource (<http://www.unos.org/>).

## Оценка массы миокарда левого желудочка у больных на программном гемодиализе

**А.М. Шутов, О.М. Едигарова, В.Э. Мастыков**

**Кафедра терапии и профессиональных болезней медицинского факультета Ульяновского государственного университета, Ульяновская областная клиническая больница, Ульяновск**

## Assessment of left ventricular mass in dialysis patients

**A.M. Shutov, O.M. Edigárova, V.E. Mastykov**

*Ключевые слова: гемодиализ, гипертрофия левого желудочка, эхокардиография, хроническая почечная недостаточность.*

**Цель.** Изучить массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ), рассчитанную по результатам эхокардиографии до и после гемодиализа, и провести сравнительный анализ 2 способов индексации ММЛЖ – на  $m^2$  поверхности тела и рост<sup>2,7</sup>.

**Методы.** Обследовано 30 больных (17 – женщин, 13 – мужчин, средний возраст  $49 \pm 11$  лет), находящихся на бикарбонатном гемодиализе (4 часа  $\times$  3 раза в неделю). По результатам эхокардиографии по формуле Devereux рассчитывали массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ), которую индексировали на  $m^2$  поверхности тела и на рост<sup>2,7</sup>. Все измерения выполнены одним исследователем до и после ГД.

**Результаты.** При индексации массы миокарда левого желудочка на  $m^2$  поверхности тела ГЛЖ диагностирована у 27 (90%) больных, при индексации ММЛЖ на рост<sup>2,7</sup> – у 28 (93%) пациентов. ИММЛЖ после сеанса гемодиализа колебался в процентах от исходной величины от –35,0% до +34,9% – при индексации ММЛЖ на  $m^2$  поверхности тела и от –33,0% до +35,3% – при индексации на рост<sup>2,7</sup>. При этом наблюдалась высокая степень корреляционной связи между динамикой ( $\Delta$ ) индекса массы миокарда левого желудочка при индексации на  $m^2$  поверхности тела ( $\Delta$ ИММЛЖ  $m^2$ ) и динамикой ИММЛЖ при индексации на рост<sup>2,7</sup> ( $\Delta$ ИММЛЖ  $m^{2,7}$ ) ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,001$ ).  $\Delta$ ИММЛЖ ( $m^2$ ) и  $\Delta$ ИММЛЖ ( $m^{2,7}$ ) были связаны с  $\Delta$ КДР (мм). В свою очередь динамика КДР была прямо ассоциирована с величиной ультрафильтрации.

**Таким образом, в результате динамики КДР гемодиализ приводит к существенным изменениям рас-**

*Адрес для переписки:* 432063, г. Ульяновск-63, а/я 4595, Шутову Александру Михайловичу  
432063, г. Ульяновск, ул. III Интернационала, 7 Ульяновская областная клиническая больница, зав. отделением гемодиализа, Мастыкову Вячеславу Эдуардовичу

**Телефон:** (8422) 32-39-14 (раб). Шутов Александр Михайлович

(8422) 32-85-74. Едигарова Ольга Михайловна

(8422) 32-45-00, (8422) 32-73-97. Мастыков Вячеслав Эдуардович

**E-mail:** [amsbu@mail.ru](mailto:amsbu@mail.ru). Шутов Александр Михайлович

считанной по формуле Devereux массы миокарда левого желудочка, при этом не выявлено преимуществ индексации ММЛЖ на рост<sup>2,7</sup> по сравнению с индексацией на м<sup>2</sup> поверхности тела.

The aim of this study was to estimate mass of left ventricular (LVM) with the Devereux formula before and after hemodialysis and to compare two methods of indexation of LVM: LV mass/body surface area (g/m<sup>2</sup>) and LV/mass/height (g/m<sup>2,7</sup>).

Thirty dialysis patients (17F, 13M, mean age 49 ± 11 years) who received bicarbonate HD for 4 hours 3 times a week were studied. M-mode echocardiography was performed and LVM was calculated by Devereux formula. Left ventricular mass index (LVMI) was calculated using two methods: LV mass/body surface area (g/m<sup>2</sup>) and LV mass/height (g/m<sup>2,7</sup>). All measures were performed an hour before and immediately after HD by one investigator.

Criteria of left ventricular hypertrophy (g/m<sup>2</sup> vs. g/m<sup>2,7</sup>) was detected in 27 (90%) and 28 (93%) patients, respectively. After hemodialysis ILVM was different from its initial level by -35,0% to +34,9% (percents from initial level) for g/m<sup>2</sup> indexation and by -33,0% to +35,3% for g/m<sup>2,7</sup> indexation. There was significant positive correlation ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,001$ ) between  $\Delta$ ILVM (g/m<sup>2</sup>) and  $\Delta$ ILVM (g/m<sup>2,7</sup>).  $\Delta$ ILVM (g/m<sup>2</sup>) and  $\Delta$ ILVM (g/m<sup>2,7</sup>) were associated with dynamics of left ventricular end diastolic diameter (LVEDD). A positive correlation between  $\Delta$ LVEDD and amount of ultrafiltration was found.

The data show that LVM calculated by Devereux formula is different before and after hemodialysis session. There are no significant difference between indexation of LVM on body surface area (g/m<sup>2</sup>) or on height<sup>2,7</sup> (g/m<sup>2,7</sup>).

## Введение

Гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) является неблагоприятным прогностическим фактором как в общей популяции [10, 11], так и у больных на хроническом гемодиализе [16]. ГЛЖ развивается вследствие гемодинамической перегрузки, а также в результате свойственных уремии биохимических и нейрогуморальных факторов. В последние годы принято диагностировать ГЛЖ по величине массы миокарда левого желудочка [2]. В клинике масса миокарда левого желудочка рассчитывается, как правило, по результатам эхокардиографии, при этом в большинстве случаев используются формулы Devereux [1]. Для исключения влияния размеров тела проводят индексацию массы миокарда левого желудочка на м<sup>2</sup> поверхности тела или на рост<sup>2,7</sup> [8, 9, 13]. До настоящего времени нет единого мнения о целесообразности использования того или иного способа индексации. Недостатком индексации на м<sup>2</sup> поверхности тела является то, что при расчете поверхности тела используется масса тела, которая может меняться у одного и того же больного.

Между тем, у больных на ГД масса тела меняется значительно на протяжении короткого отрезка времени. Можно предположить, что для этой категории больных способ индексации массы миокарда левого желудочка имеет существенное значение. Целью настоящего исследования явилось изучение массы миокарда левого желудочка, рассчитанной по данным эхокардиографии до и после гемодиализа, и сравнение двух способов индексации ММЛЖ – на м<sup>2</sup> поверхности тела и рост<sup>2,7</sup>.

## Материалы и методы

Обследовано 30 больных (женщин – 17, мужчин – 13, средний возраст 49 ± 11 лет) с хронической почечной недостаточностью, находящихся на лечении программным гемодиализом в диализном центре Ульяновской областной клинической больницы. Причинами ХПН были хронический гломерулонефрит (n = 15), гипертоническая болезнь (n = 11), сахарный диабет (n = 4). В исследование включали больных с длительностью диализной терапии 3 и более месяца (от 3 до 140 месяцев). Двадцать три больных имели артериальную гипертензию, 18 – хроническую сердечную недостаточ-

ность I–III функционального класса по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA). Гемодиализ проводили по 4 часа 3 раза в неделю на аппарате Braun Dialog с использованием бикарбонатного диализирующего раствора и полисульфоновых диализаторов F6HPS. Kt/V составлял 1,6 ± 0,2 (от 1,4 до 1,8).

До и после 4-часового ГД больным проведена эхокардиография. Исследование выполнено на аппарате Aloka SSD-5000 в М-режиме импульсным датчиком 3,5 МГц в положении больного на левом боку. Все исследования выполнены одним исследователем. Измерения проводили согласно рекомендациям американского эхокардиографического общества [14, 15]. Измеряли толщину межжелудочковой перегородки (МЖП) и задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ) в диастолу, определяли конечный диастолический размер (КДР). Массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ) рассчитывали по формуле Devereux [7]. Определяли индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) как отношение ММЛЖ к площади поверхности тела и, кроме того, массу миокарда левого желудочка индексировали на рост<sup>2,7</sup>. Рассчитывали динамику ( $\Delta$ ) ИММЛЖ (г/м<sup>2</sup>) и ( $\Delta$ ) ИММЛЖ (г/м<sup>2,7</sup>).

При индексации на м<sup>2</sup> поверхности тела гипертрофию миокарда левого желудочка диагностировали при ИММЛЖ больше 134 г/м<sup>2</sup> у мужчин и 110 г/м<sup>2</sup> – у женщин [5], при индексации на рост<sup>2,7</sup> при ИММЛЖ больше 50 г/м<sup>2,7</sup> у мужчин и 47 г/м<sup>2,7</sup> – у женщин [6].

Результаты обработаны статистически с использованием критерия t Стьюдента для связанных переменных, проводился однофакторный корреляционный анализ, дискриминантный анализ. Использовали компьютерную программу Statistica for Windows 6.0. Показатели представлены как M ± SD. Различия считали достоверным при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Величина массы миокарда левого желудочка, рассчитанная по результатам эхокардиографии до и после ГД, представлена в табл. 1. При индексации массы миокарда левого желудочка на м<sup>2</sup> поверхности тела ГЛЖ диагностирована у 27 (90%) больных, при индексации ММЛЖ на рост<sup>2,7</sup> – у 28 (93%) пациентов. В целом, в обследованной группе больных величина ИММЛЖ после

Таблица 1

**Масса миокарда левого желудочка, рассчитанная по формуле Devereux, у больных с хронической почечной недостаточностью до и после гемодиализа**

Параметр	До гемодиализа, M ± SD	После гемодиализа, M ± SD	P
ММАЖ, г	298,8 ± 113,9	292,5 ± 133,7	0,5
ИММАЖ, г/м <sup>2</sup>	179,8 ± 62,6	176,3 ± 72,1	0,5
ИММАЖ, г/м <sup>2,7</sup>	80,3 ± 26,1	77,9 ± 29,2	0,3

Примечание. ММЛЖ (g) – масса миокарда левого желудочка, ИММЛЖ (g/м<sup>2</sup>) – индекс массы миокарда левого желудочка (индексация на м<sup>2</sup> поверхности тела), ИММЛЖ (g/м<sup>2,7</sup>) – индекс массы миокарда левого желудочка (индексация на рост<sup>2,7</sup>).

проведения ГД достоверно не изменилась, при этом разница в величине ИММЛЖ до и после ГД у одного и того же больного была значительной. Так, ММЛЖ колебалась в % от исходной величины при индексации на м<sup>2</sup> поверхности тела от -35,0% до +34,9%, при индексации на рост<sup>2,7</sup> – от -33,0% до +35,3%. При этом наблюдалась высокая степень корреляционной связи между динамикой (Δ) индекса массы миокарда левого желудочка при индексации на м<sup>2</sup> поверхности тела (Δ(%) ИММЛЖ г/м<sup>2</sup>) и динамикой ИММЛЖ при индексации на рост<sup>2,7</sup> (Δ(%) ИММЛЖ г/м<sup>рост<sup>2,7</sup></sup>) (рис. 1).

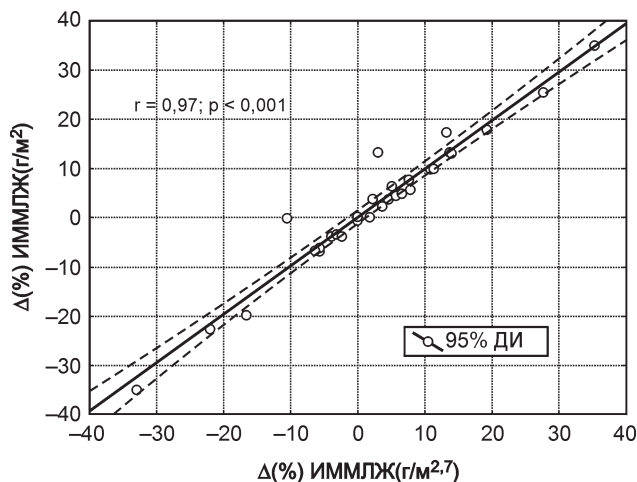
ΔИММЛЖ (г/м<sup>2</sup>) была связана с ΔКДР (мм) (рис. 2), аналогичная связь наблюдалась между ΔИММЛЖ (г/м<sup>2,7</sup>) и ΔКДР (мм) (r = 0,96; p < 0,001). В свою очередь, динамика КДР была прямо ассоциирована с величиной ультрафильтрации (больше или меньше 3% от массы тела) (рис. 3).

**Обсуждение**

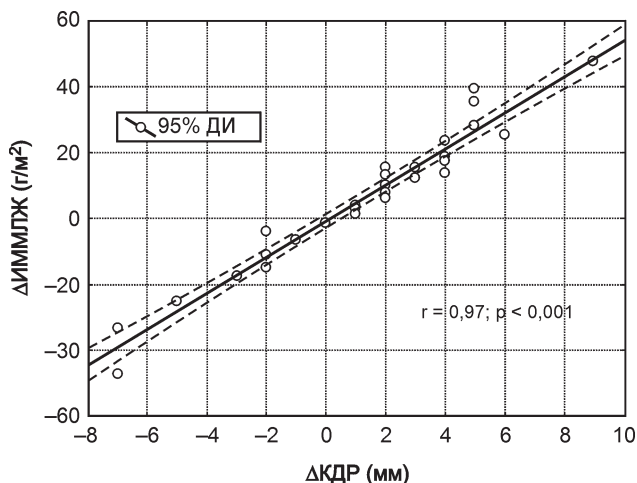
Результаты исследования свидетельствуют, что масса миокарда левого желудочка, рассчитанная по данным эхокардиографии до и после ГД у одного и того же больного, существенно различается. Это различие обусловлено изменяющимся в процессе ГД конечным диастолическим размером левого желудочка. У большинства больных КДР в ходе ГД уменьшился, однако у 3 больных существенно увеличился, в этой связи в целом в группе обследованных больных достоверной разницы между ММЛЖ до и после ГД не наблюдалось.

Martin L.C. и соавторы [12] исследовали массу миокарда левого желудочка у 16 больных на программном гемодиализе. При проведении ГД с ультрафильтрацией существенно снизился индекс массы миокарда левого желудочка (индексация на м<sup>2</sup> поверхности тела) и конечный диастолический объем левого желудочка, в то же время у больных, которым ГД проводился без ультрафильтрации, ИММЛЖ достоверно не изменился.

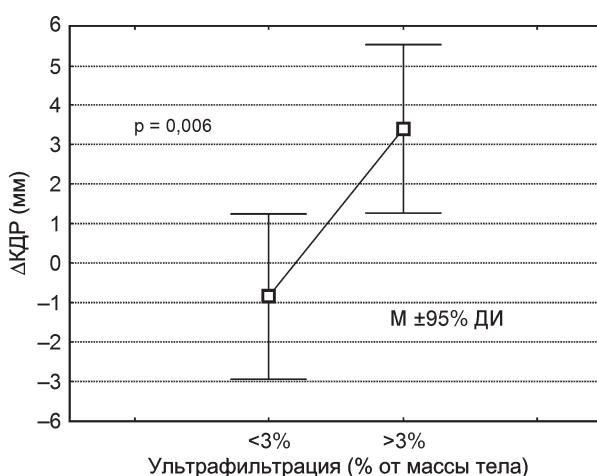
У диализных больных масса миокарда, рассчитанная по результатам эхокардиографии, превышает показатели магниторезонансного определения массы миокарда [17]. Известно, что при повторных эхокардиографических исследованиях у одного и того же больного масса миокарда может колебаться в пределах 8–15% за счет погрешностей при проведении измерений, поэтому говорить об увеличении или уменьшении массы миокарда можно лишь в том случае, если динамика ММЛЖ превышает 10% [3]. В определенной степени у



**Рис. 1.** Связь между динамикой индекса массы миокарда левого желудочка (индексация на рост<sup>2,7</sup>), выраженной в % от исходной величины {Δ(%)ИММЛЖ, г/м<sup>2,7</sup>} и динамикой индекса массы миокарда левого желудочка (индексация на м<sup>2</sup> поверхности тела), выраженной в % от исходной величины {Δ(%)ИММЛЖ, г/м<sup>2</sup>}



**Рис. 2.** Связь между динамикой конечного диастолического размера левого желудочка (ΔКДР, мм) и динамикой индекса массы миокарда левого желудочка, индексированной на м<sup>2</sup> поверхности тела (ΔИММЛЖ, г/м<sup>2</sup>)



**Рис. 3.** Динамика конечного диастолического размера левого желудочка (ΔКДР, мм) у больных с разной величиной ультрафильтрации (больше или меньше 3% от массы тела)

обследованных нами больных колебания ММЛЖ до и после ГД могли быть связаны с погрешностями при измерении эхокардиографических параметров. Однако все эхокардиографические измерения в нашей работе выполнены одним исследователем (опыт более 10 000 эхокардиографий) на одном и том же аппарате высокой разрешающей способности в течение короткого промежутка времени. Кроме того, имеется четкая связь между динамикой КДР и величиной ультрафильтрации, что позволяет считать изменения КДР в ходе гемодиализа ведущим фактором, определяющим динамику массы миокарда левого желудочка, рассчитанной по формуле Devereux.

Поверхность тела определяется исходя из массы тела и величины роста. При одной и той же массе миокарда левого желудочка величина индекса массы миокарда будет разной в зависимости от массы тела. Динамика ( $\Delta$ ) ИММЛЖ при индексации на  $m^2$  поверхности тела и рост<sup>2,7</sup> имела высокую степень корреляционной связи, хотя масса тела после гемодиализа значительно уменьшилась. В результате ультрафильтрации уменьшается как КДР, а, следовательно, и рассчитанная по формуле Devereux масса миокарда левого желудочка, так и масса тела, а следовательно, и площадь поверхности тела. Если бы на КДР влияла только ультрафильтрация, то ММЛЖ, индексированная на  $m^2$  поверхности тела, меньше отличалась бы от исходной величины и преимущества такой индексации у диализных больных были бы очевидны. Однако в реальной обстановке на величину КДР во время ГД кроме ультрафильтрации влияют скорость восполнения внутрисосудистого объема за счет интерстициальной жидкости, введение жидкости в случае интрадиализной гипотензии, изменения систолической и диастолической функции сердца и другие факторы.

В связи с вышеизложенным, для суждения о динамике ММЛЖ у диализных больных необходимым условием является выбор времени проведения эхокардиографического исследования. Проведение эхокардиографии сразу после ГД (достигнут сухой вес) затруднительно как для больного, так и для специалиста ультразвуковой диагностики (у ряда больных тахикардия, которая затрудняет исследование). Вместе с тем перед гемодиализом на величину КДР влияет состояние гидратации. Возможный выход из ситуации нам видится в проведении эхокардиографии в день, свободный от ГД, с фиксированной массой больного, например: сухой вес +2% от сухого веса. Однако необходимо специальное исследование, чтобы оценить целесообразность и реальность такого подхода.

Таким образом, ГД приводит к существенным изменениям рассчитанной по формуле Devereux ММЛЖ, в результате изменения КДР – показателя, который входит в формулу для расчета массы миокарда левого желудочка. У больных на программном гемодиализе не выявлено очевидных преимуществ индексации ММЛЖ на рост<sup>2,7</sup> по сравнению с индексацией на  $m^2$  поверхно-

сти тела. Если учесть, что индексация ММЛЖ на рост<sup>2,7</sup> при отсутствии явных преимуществ приведет к затруднениям при сравнении результатов разных авторов, то нам кажется такой подход преждевременным. Во всяком случае кардиологи не торопятся отказываться от традиционной индексации на  $m^2$  поверхности тела.

## Литература

1. *Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике*. Под ред. В.В. Митькова и В.А. Сандрикова. 1998: 5.
2. *Профилактика*, диагностика и лечение первичной артериальной гипертензии в Российской Федерации. Первый доклад экспертов научного общества по изучению артериальной гипертензии Всероссийского научного общества кардиологов и Межведомственного совета по сердечно-сосудистым заболеваниям (ДАГ-1). Клиническая фармакология и терапия 2000; 3: 5–30.
3. *Сидоренко Б.Ф., Преображенский Д.В.* Гипертрофия левого желудочка: патогенез, диагностика и возможность обратного развития под влиянием антигипертензивной терапии. Кардиология 1998; 5: 80–85.
4. *Шиллер Н., Оситов М.А.* Клиническая эхокардиография. М., 1993.
5. *Aberger E, Tase M, Boblader J.* Which definition for echocardiographic left ventricular hypertrophy? Am J Cardiol 1995; 75: 486–503.
6. *De Simone G, Devereux RB, Daniels et al.* Effect of growth on variability of left ventricular mass: assessment of allometric signals in adults and children and their capacity to predict cardiovascular risk. J Am Coll Cardiol 1995; 25: 1056–1062.
7. *Devereux RB, Alomso DR, Lutas EM et al.* Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy comparison to necropsy findings. Am J Cardiol 1986; 57: 450–458.
8. *Devereux RB, Bella J, Boman K et al.* Echocardiographic left ventricular geometry in hypertensive patients with electrocardiographic left ventricular hypertrophy: The LIFE Study Blood press 2001; 10: 74–82.
9. *Johnstone LM, Jones CL, Grigg LE et al.* Left ventricular abnormalities in children, adolescents and young adults with renal disease. Kidney Int 1996; 50: 998–1006.
10. *Levy D, Garrison RJ, Savage DD et al.* Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. N Engl J Med 1990; 322: 1561–1566.
11. *Levy DD, Solomon MS, D'Agostino RB et al.* Prognostic implications of baseline electrocardiographic features and their serial changes in subjects with left ventricular hypertrophy. Circulation 1994; 90: 1786–1793.
12. *Martin LC, Barretti P, Cornejo IV et al.* Influence of fluid volume variations on the calculated value of the left ventricular mass measured by echocardiogram in patients submitted to hemodialysis. Ren Fail 2003; 25: 43–45.
13. *Mitsnefes MM, Schwartz SM, Daniels SR et al.* Changes in left ventricular mass index in children and adolescents after renal transplantation. Pediatr Transplant 2001; 5: 279–284.
14. *Sahn DJ, DeMaria A, Kissio J, Weyman A.* Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. Circulation 1978; 58: 1072–1083.
15. *Schiller NB, Shan PM, Crawford M et al.* Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 1989; 2: 358–367.
16. *Silberberg JS, Barre PE, Pritchard SS, Sniderman AD.* Impact of the left ventricular hypertrophy on survival in end-stage renal disease. Kidney Int 1989; 36: 286–290.
17. *Stewart GA, Foster J, Cowan M et al.* Echocardiography overestimates left ventricular mass in hemodialysis patients relative to magnetic resonance imaging. Kidney Int 1999; 56: 2248–2253.