

Estudo da Voltagem do QRS em 12 Derivações e do Critério Cornell na Detecção de Hipertrofia Ventricular Esquerda

Nelson R. Koehler, Flávio J. P. Velho, Luiz Carlos Bodanese, Isabel Collar, Eduardo Buttelli Szeckyr, Rosana Ferrari, Mendel Rabin

Porto Alegre, RS

Objetivo - Estudar a existência e grau de correlação entre a soma de amplitudes das 12 derivações do eletrocardiograma (ECG) ou o critério Cornell (amplitude de >20mm nas mulheres e >28mm nos homens) e hipertrofia ventricular esquerda (HVE) (massa do ventrículo esquerdo avaliada pela eletrocardiografia >215g).

Métodos - O ECG e o ecocardiograma (ECO) de 227 pacientes consecutivos foram analisados e submetidos à análise estatística na procura de associação entre a soma de amplitude das 12 derivações ou a soma $RaVL+SV_3$ e a HVE, sendo a massa do VE calculada pelo ECO (fórmula da ASE modificada por Devereux).

Resultados - Os pacientes apresentavam aterosclerose coronária, hipertensão, valvopatias, miocardiopatias, cardiopatias menos comuns, ou nenhuma cardiopatia. Foi encontrada uma correlação estatisticamente significativa da amplitude total >120mm com massa do VE >215g e entre o critério Cornell e massa ventricular esquerda >215g ($p<0,02$ e $p=0,01$, respectivamente). A amplitude total >120mm apresentou sensibilidade de 74,3%, especificidade 42,6% e acurácia 52,4%. Já os critérios Cornell mostraram valores de 37,8%, 82,7% e 68,7%, respectivamente.

Conclusão - A amplitude total do QRS em 12 derivações e o critério Cornell mostraram desempenhos limitados como identificadores de HVE, sendo este último apresentando maior acurácia e especificidade do que o primeiro.

Palavras-chave: hipertrofia do VE, eletrocardiografia, ecocardiografia

Evaluation of the Total 12-Lead ECG Amplitude Criteria and Cornell Criteria in the Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy

Purpose - To search for the existence and degree of correlation between total 12 lead ECG amplitude and the sum of $RaVL+SV_3 >28mm$ (for men) or $>20mm$ (for women) and left ventricular hypertrophy (LV mass calculated by echocardiography $>215g$ for both sexes).

Methods - ECG and echocardiograms of 227 consecutive patients were examined and submitted to statistical analysis searching for correlation between total 12 lead ECG amplitude and Cornell criteria and LV mass (ASE formula modified by Devereux).

Results - Patients had ischemic heart disease, hypertension, valvular disease, cardiomyopathy or other less common heart diseases, or had no cardiac illness at all. There was statistically significant association of total 12 lead amplitude $>120mm$ and Cornell criteria with LV mass $>215g$ ($p=0.02$ and $p=0.01$ respectively). Total ECG amplitude showed 74.3% sensitivity, 42.6% specificity, and 52.4% accuracy. Cornell criteria showed values of 37.8%, 82.7% and 68.7% respectively.

Conclusion - Total 12-lead amplitude presented limited diagnostic performance for detecting LV hypertrophy, as well as did ECG Cornell criteria, although the latter was more specific and more accurate.

Key-words: left ventricular hypertrophy, echocardiography, electrocardiography

Arq Bras Cardiol, volume 63 (nº 3), 197-201, 1994

A hipertrofia ventricular esquerda (HVE) é o principal mecanismo cardíaco de adaptação a uma carga excessiva, seja por obstáculo ao seu esvaziamento, seja

por uma grande atividade física, como no caso de atletas e trabalhadores braçais. Não se sabe em que ponto este processo adaptativo torna-se patológico. O estudo de Framingham mostrou, no entanto, que a presença de HVE ao eletrocardiograma (ECG) confere prognóstico desfavorável a pacientes com cardiopatia hipertensiva.

Assim, a verificação de HVE por medidas corretas da massa ventricular esquerda (MVE), bem como do grau desta hipertrofia, são dados de interesse prático, principalmente no que diz respeito ao tratamento de

pacientes hipertensos. A hipertensão arterial sistêmica é um grave problema de saúde em nosso meio, como bem evidenciaram Achutti e col¹.

Na última década, o ecocardiograma (ECO) mostrou-se método de escolha, na investigação clínica, para determinar a MVE, por ser não-invasivo, facilmente aplicável e, sobretudo, pela adequada correlação entre a MVE dada por este método e a verificada em necropsia²⁻⁴.

No "Estudo dos Sete Países", a análise dos pacientes da secção italiana mostrou que a soma das amplitudes (ou voltagens) do complexo QRS nas 12 derivações do ECG apresentava associação independente e significativa com a morte súbita, sendo considerado critério preditivo em homens de meia idade, sem evidência clínica de cardiopatia isquêmica⁵. Em uma análise de 23 pacientes nos quais o coração pesava mais de 1.000g (*the king of the hearts*) — portanto cardiomegalia muito severa — o critério eletrocardiográfico mais vezes presente foi a soma de voltagens: mais de 175mm em 94%, mais de 200mm em 88% e mais de 250mm em 76% dos casos⁶. Pesquisa realizada em 30 portadores de insuficiência aórtica pura, crônica e acentuada mostrou, em 90% dos casos, uma amplitude total superior a 175mm. A massa do coração à necropsia variou de 430 a 1.110g⁷ e a amplitude total dos QRS foi superior a 120mm em 97% dos casos.

Por outro lado, a MVE determinada pelo ECO, segundo fórmula da Sociedade Americana de Ecocardiografia, modificada por Devereux e col⁸, mostrou boa correlação com a MVE medida na necropsia. Segundo esses autores, a correlação é de $r=0,81$ a $0,90$ e os valores normais, em termos absolutos, inicialmente considerados até 215g. Já os índices de massa do VE (MVEi) considerados normais atualmente são: até 110mg/m² de superfície corporal na mulher e até 134g/m² de superfície corporal no homem⁸. A importância prognóstica da HVE, em especial nos hipertensos, tem sido confirmada recentemente⁹.

Padial estudou o desempenho do critério amplitude total do QRS das 12 derivações do ECG para detecção de HVE em hipertensos e constatou sensibilidade de 80%, especificidade de 54% e acurácia de 70% para valores acima de 120mm ou 12mV, sendo que o valor normal considerado para a MVE foi de 215g em adultos de ambos os sexos¹⁰.

Trabalhos realizados na Universidade de Cornell reportaram um outro critério (derivado de análise de regressão múltipla): a soma $RaVL+SV_3$, considerado como aumentado quando superior a 20mm (mulheres) ou a 28mm (homens). Esse índice de HVE mostrou sensibilidade 42%, especificidade 96% e acurácia 68%¹¹.

No presente artigo os autores testaram a utilidade dos índices mais recentes para detecção de HVE — o de amplitude total e o critério Cornell — como variáveis independentes capazes de identificar MVE acima de 215g em adultos, homens e mulheres, (grupo sem evidência de doença cardíaca e demais grupos com as mais im-

portantes cardiopatias de nosso meio).

Métodos

Foram analisados os ECG e os ECO uni e bidimensionais de 227 pacientes com e sem cardiopatia. As amplitudes dos complexos QRS foram medidas por um dos autores, do ápice da onda R ao ponto extremo de S, sem prévio conhecimento do ECO. Casos com padronização diferente de 1mv=10mm sofreram acréscimo ou redução proporcional na voltagem total medida. Pacientes com coronariopatia definida ou que evidenciaram ao ECO apenas aortoesclerose foram agrupados no diagnóstico "doença aterosclerótica". Alterações estruturais nas valvas mitral ou aórtica foram requeridas para se considerar a existência da respectiva valvopatia. Foram excluídos pacientes com bloqueio de ramo direito ou esquerdo, mas não com hemibloqueio. Foi considerado limite superior o de 120mm, para o critério de amplitude total, e para $RaVL + SV_3$ os valores de 28mm (homens) e 20mm (mulheres).

Os ECO foram realizados dentro da rotina do Serviço, sem conhecimento do ECG do paciente. A MVE foi calculada pela fórmula $MVE=0,8 [1,04 \times (SIV + PP + DIVE)^3 - DIVE^3] + 0,6$, da Sociedade Americana de Ecocardiografia, modificada por Devereux e col⁸. Nesta fórmula, SIV=espessura do septo interventricular, PP=parede posterior (espessura) e DIVE=diâmetro interno do VE. Considerou-se limite superior deste parâmetro o de 215g para todos os casos. Foram excluídos os que não apresentavam condições técnicas adequadas para mensuração das cavidades e espessuras da PP/SIV.

Na análise estatística foram utilizados o teste do qui-quadrado, o teste exato de Fisher e o coeficiente de correlação de Pearson (para variáveis contínuas). Foram também usados os testes de McNemar (para comparação pareada entre variáveis categóricas) e o *Hottelling test*, para observações pareadas de correlação. Foi considerado estatisticamente significante o valor de $p<0,05$.

Resultados

A idade dos pacientes variou de 15 a 86 (média $48,1 \pm 16,4$) anos, sendo 100 (43,7%) homens e 127 (56,3%) mulheres, brancos 203 (89,4%) e não-brancos 24 (10,6%). Do total, 30 (13,2%) não tinham cardiopatia, 27 (11,8%) eram portadores de doença aterosclerótica, 8 (3,5%) apresentavam miocardiopatia hipertrófica, 14 (6,1%) miocardiopatia dilatada, 88 (38,7%) valvopatias, 54 (23,7%) eram hipertensos, e em 6 (2,6%) havia cardiopatia diversas (tab. I, II e III).

Houve associação estatisticamente significante da amplitude total >120 mm e do critério Cornell com a MVE superior a 215g ($p=0,02$ e $p=0,01$, respectivamente).

A tabela IV mostra a correlação entre amplitude to-

Tabela I - Características demográficas		
Sexo	n	%
Masculino	100	43,7
Feminino	127	56,3
Total	227	100

Tabela II - Características raciais		
	n	%
Branços	203	89,4
Não-brancos	24	10,6
Total	227	100

Tabela III - Diagnósticos clínicos		
	n	%
Normais	30	13,2
Coronariopatia	27	12,0
Miocardiopatia hipertrófica	8	3,6
Miocardiopatia dilatada	14	6,1
Valvopatias	88	39,0
Hipertensão arterial sistêmica	54	23,5
Outras cardiopatias	6	2,6
Total	227	100

Tabela IV - Correlação entre amplitude total do QRS e massa do VE nos diferentes estratos da amostra e na amostra total			
	R (Pearson)	N	P
Normais	0,304	30	0,1025
Coronariopatia	-0,054	27	0,7868
Miocardiopatia hipertrófica	0,819	8	0,0128
Miocardiopatia dilatada	-0,057	14	0,8439
Valvopatia	0,261	88	0,014
Hipertensão arterial	0,263	54	0,054
Diversas cardiopatias	0,565	6	0,242
Total	0,296	227	0,02

Tabela V - Correlação entre amplitude de RaVL + SV ₃ (Cornell) e massa do VE nos diferentes estratos da amostra e na amostra total			
	R (Pearson)	N	P
Normais	0,135	29	0,485
Coronariopatia	0,443	25	0,026
Miocardiopatia hipertrófica	0,459	8	0,252
Miocardiopatia dilatada	0,339	13	0,256
Valvopatia	0,359	84	0,001
Hipertensão arterial	0,305	47	0,037
Diversas cardiopatias	0,146	5	0,815
Total	0,433	211	<0,01

tal e a MVE, observando-se que a mesma é estatisticamente significativa para a amostra total. Não houve poder estatístico para testar diferença de correlação dos parâmetros amplitude total do QRS e Cornell com MVE entre as diversas doenças. No entanto, observou-se maior homogeneidade na correlação do critério Cornell com a MVE que do critério amplitude total do QRS com esta

Tabela VI - Sensibilidade (Sen), especificidade (Esp), valor preditivo negativo (VP Neg), valor preditivo positivo (VP Pos) e acurácia (Ac), dos critérios (ECG) amplitude total >110mm, >120mm, >130mm e amplitude RaVL + SV ₃ >20mm (mulheres) e >28mm (homens), no critério de Cornell, para detecção de hipertrofia do VE.						
	% Sens	% Esp	% VP Neg	% VP Pos	% Ac	p*
>110 mm (total)	84,3	33,1	82,5	36	48,9	0,004
>120 mm (total)	74,3	42,6	78,8	36,6	52,4	0,02
>130 mm (total)	65,7	51,6	77,1	37,7	55,9	0,02
Critério Cornell	37,8	82,7	74,5	50	68,7	0,01

* teste do quiquadrado.

mesma MVE (tab. V). Comparando-se globalmente Cornell e a voltagem ou amplitude total >120mV ou 12mm com MVE, observa-se maior correlação do primeiro critério com o uso do teste Hottelling (p=0,007).

Na tabela VI estão demonstrados sensibilidade, especificidade, valor preditivo negativo, valor preditivo positivo e acurácia das variáveis amplitude total do QRS nas 12 derivações e do critério Cornell). O critério amplitude total mostra-se mais sensível (p<0,001, *Mc Nemar test*), porém menos específico. A acurácia do critério Cornell foi superior à dos 3 critérios de voltagem total relatados e esta diferença foi estatisticamente significante (p<0,001).

Discussão

Os resultados mostraram-se em geral concordantes com os encontrados na literatura. De qualquer forma, torna-se importante relacionar os dados mais relevantes da pesquisa e suas limitações.

Em princípio, os potenciais do ECG apresentam maior amplitude quanto maior o tamanho do coração. Mas a relação é complexa pela interação de vários fatores. Casos com insuficiência cardíaca costumam mostrar potenciais atenuados, provavelmente por efeito de um aumento na condutividade pulmonar (tanto aumento quanto redução anormais nesta variável podem reduzir as voltagens no ECG¹²). Variações ocorrem com a presença de derrame pericárdico, obesidade, enfisema pulmonar e anasarca, bem como com o tipo de cardiopatia. Mesmo em indivíduos normais, existe correlação entre amplitude do ECG (R_I+S_{III} ou maior R + maior S de precordiais ou maior soma R+S em uma única derivação precordial) e a compleição corporal, expressa na relação peso/estatura¹³. Podem ocorrer valores acima dos normais (de amplitudes) em indivíduos normais, mesmo excluindo-se os abaixo de 20 anos e os acima dos 60¹³, faixa etária em que o nível de atividade física e idade não evidenciaram efeito significativo sobre as amplitudes do ECG¹³. Também é conhecido o aumento de amplitudes que ocorre em atletas de elite.

Outro aspecto interessante das amplitudes do QRS é a sua variabilidade dia-a-dia: verifica-se que o coefi-

ciente de variação (desvio-padrão da diferença entre medidas pareadas, dividido pela média) oscilou de 22,3 a 34,7% em derivações isoladas, sendo menor para combinações de derivações: Sokolow-Lyon 18,5%, Gubner-Ungerleider (R_1+S_3) e Cornell 24,8%. Já a variabilidade minuto-a-minuto mostrou coeficientes de 2,6%, 5,9% e 2,9% para esses critérios (com eletrodos mantidos no lugar). Os dados sugeriram que a variabilidade de voltagem é elevada em derivações combinadas e se deve principalmente a mudanças na posição do eletrodo e na posição corporal. No entanto, ainda é menor do que a variabilidade das voltagens em derivações individuais ¹⁴.

Uma avaliação dos critérios de Sokolow-Lyon e Cornell em homens normotensos e hipertensos entre 22-64 anos mostrou que a correlação entre o MVEi e estes 2 critérios estava ausente na regressão linear simples, mas a regressão múltipla mostrava uma correlação fraca entre o MVEi e o critério de Sokolow-Lyon em hipertensos. Concluindo, em homens normais ou moderadamente hipertensos, com menos de 65 anos, o ECG mostrou valor limitado na avaliação do MVEi ¹⁵.

Outra pesquisa demonstrou que, para uma dada MVE, diversos critérios de voltagem para hipertrofia não dependiam da dilatação do VE ou espessura do septo ou da parede posterior, mas de idade, peso do paciente e profundidade do coração no tórax ¹⁶. Esta estratificação por variáveis clínicas deu origem a novos desdobramentos na busca de melhores padrões do ECG para a detecção de HVE, como os denominados critérios de Cornell (da Universidade de Cornell, Estados Unidos).

Desenvolvimentos dessas pesquisas levaram a estratificação por idade e sexo: para homens, em todas as idades, HVE é sugerida por voltagem apenas, quando $RAVL+SV_3$ excede 35mm. Quando esta voltagem excede 22mm, a HVE é sugerida em homens de menos de 40 anos se T em V_1 é positiva (≥ 0 mm) e em homens com mais de 40 anos quando a onda T positiva em V_1 tiver ao menos 2mm. Nesta mesma seqüência, em mulheres, a HVE é sugerida em todas as idades, se a soma $RAVL+SV_3$ exceder 25mm. Quando esta amplitude excede 12mm, a HVE é sugerida em mulheres com menos de 40 anos se a onda T em V_1 for ≥ 0 mm e, em mulheres acima de 40 anos, se T em V_1 for ≥ 2 mm. Com esta estratificação, o critério Cornell mostra sensibilidade de 49%, especificidade de 93% e acurácia de 76% ¹⁷. Outro conjunto de critérios eletrocardiográficos e demográficos, aplicáveis à interpretação por computador, usando modelos de regressão logística, tendo equações diferentes para pacientes em ritmo sinusal e em fibrilação atrial, alcançou sensibilidade 62%, com especificidade de 92% e acurácia de 77% ¹⁷.

Em portadores de amiloidose cardíaca com extensão suficiente para causar disfunção cardíaca fatal, Roberts e Walter ¹⁸ encontraram massa cardíaca de 300 a 900g (média de 554g), baixos potenciais (QRS <15mm em $D_1+D_{II}+D_{III}$) em 63% dos casos e soma de amplitudes das

12 derivações (QRS) acima de 120mm em apenas 26% dos pacientes. Entre os homens (massa cardíaca máxima normal de 400g) todos apresentavam massa superior a esta, mas em apenas 20% as amplitudes do ECG estavam acima de 120mm. Entre as mulheres (massa cardíaca máxima normal de 350g) todas tinham cardiomegalia à necrópsia, mas em somente 21% as amplitudes do QRS nas 12 derivações eram superiores a 120mm.

Uma comparação entre diferentes critérios do ECG (índice de Lewis, escore de Romhilt-Estes, padrão *strain*, $RAVL > 11$ mm, voltagem Cornell, RV_6/RV_3 , Sokolow-Lyon, anormalidade atrial esquerda e outros, mas não a soma total de amplitudes do QRS) foi realizada na Itália por Fragola e col ¹⁹ em 200 hipertensos. A prevalência de HVE na amostra foi de 34,5% (69 casos). A grande maioria dos índices ao ECG estudados mostrou especificidade elevada, com o índice de Lewis levemente superior na sensibilidade (43%). De modo geral os índices do ECG mais usados, quando presentes, identificavam os portadores de HVE mais acentuada. O critério Cornell apresentou sensibilidade de 23%, especificidade de 96% e acurácia de 71%.

Odom e col ³, estudando 30 pacientes sem doença cardio-pulmonar, compararam seus achados com os de portadores de estenose aórtica, insuficiência aórtica e amiloidose cardíaca. Verificaram que a amplitude total e o peso do coração eram significativamente maiores em portadores de valvopatia severa (estenose: média de 245mm, regurgitação, média de 274mm) do que nos pacientes não-cardiopatas (média de 127 ± 29 mm). Embora com cardiomegalia importante (563 ± 128 g), os pacientes com amiloidose apresentaram a média da amplitude total (do QRS) pouco expressiva (10 ± 40 mm). Murphy e col ²⁰ observaram também diferentes desempenhos para critérios do ECG em diferentes cardiopatias: havia boa correlação de amplitudes do QRS em hipertensos e valvopatas, mas esta era significativamente menor para coronarianos, onde o desvio do $S\hat{A}QRS$ no plano frontal era mais útil. Naquele trabalho, os índices de derivações combinadas apresentaram melhor correlação com HVE do que os baseados em derivações isoladas.

O método ecocardiográfico merece igualmente considerações pois, também não é perfeito. Foram observados desvios-padrão de 2mm para o diâmetro da cavidade do VE e de 1mm para a espessura da parede, levando através da fórmula para MVE a um coeficiente de variabilidade de 12%. Desta forma, a incerteza introduzida pelo observador e pelo método faz com que a MVE, dada pelo ECO, seja nem tanto um “padrão-ouro” mas antes um “alvo móvel” para as variáveis eletrocardiográficas em apreço ²¹.

Uma importante limitação do presente trabalho é o nível superior da MVE normal que os autores adotaram: 215g, para homens e mulheres. Sabe-se que as dimensões do VE são significativamente relacionadas à superfície corporal, sendo 20% menos em mulheres do que em homens ⁸. Certamente MVEi diferenciado para homens e mulheres

permitiria uma avaliação mais correta da HVE e do valor diagnóstico dos critérios eletrocardiográficos em estudo.

Agradecimentos

A Mateus Bredemayer, pela análise estatística. Às srts. Maria Rejane Argollo e Cíntia Kellermann, pelo auxílio no manuscrito.

Referências

1. Achutti A et al - Hipertensão arterial no Rio Grande do Sul. Boletim da Saúde, Porto Alegre 1985, 12: 6-54.
2. Schiller NB, Skjolbrand CG, Mevroudis CC, Silverman NH, Rahimtoola SH, Lipton MJ - Canine left ventricular mass estimation by two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1983; 68: 210-6.
3. Odom H, Davis JL, Dinh HA, Baker BJ, Roberts WC, Murphy M - QRS voltage measurements in autopsied men free of cardiopulmonary disease: a basis for evaluating total QRS voltage as an index of left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1986; 58: 801-4.
4. Byrd II FB, Wahr D, Wang YS, Bouchard A, Schiller NB - Left ventricular mass and volume mass ratio determined by two-dimensional echocardiography in normal adults. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 1021-5.
5. Lanti M, Puddu PE, Menotti A - Voltage criteria of left ventricular hypertrophy in sudden and nonsudden coronary artery disease mortality: The Italian Section of the Seven Countries Study. *Am J Cardiol* 1990; 66: 1181-4.
6. Roberts WC, Podulak MJ - The king of hearts: analysis of 23 patients with hearts weighing 1,000g or more. *Am J Cardiol* 1985; 55: 485-94.
7. Roberts WC, Day, Paul J - Electrocardiographic observations in clinically isolated, pure, chronic, severe aortic regurgitation: analysis of 30 necropsy patients aged 19 to 65 years. *Am J Cardiol* 1985; 55: 431-8.
8. Devereux RB, Lutas EM, Casale PM et al - Standardization of M-mode echocardiographic left ventricular anatomic measurements. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 1222-30.
9. Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. *Arch Int Med* 1988; 148: 1023-38.
10. Padiyal R - Usefulness of total 12 lead QRS voltage for determining the presence of left ventricular hypertrophy in systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1991; 68: 261-2.
11. Casale PN, Devereux RB, Alonso DR, Campo E, Kligfield P - Improved sex-specific criteria of left ventricular hypertrophy for clinical and computer interpretation of electrocardiograms: validation with autopsy findings. *Circulation* 1987; 75: 565-72.
12. Voram R, Plonsey R - Technical communication - Comments on the effect of variations of the size of the heart on the magnitude of ECG potentials. *J Eletrocardiol* 1980; 13: 79-82.
13. Kilty SE, Lepeschkin E - Effect of body build on the QRS voltage of the electrocardiogram in normal men. Its significance in the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1965; 31: 77-84.
14. Farb A, Devereux RB, Kligfield P - Day-to-day variability of voltage measurements used in electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 618-23.
15. Otterstad JE et al - Validity of the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy in normotensive and moderately hypertensive men when using the echocardiographic assessment of left ventricular mass index as reference. *J Human Hypertension* 1991; 5: 101-6.
16. Devereux RB, Phillips MC, Casale PN, Eisenberg RR, Kligfield P - Geometric determinants of electrocardiographic left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1983; 67: 907-11.
17. Casale PN et al - Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy: development and prospective validation of improved criteria. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 572-80.
18. Roberts WC, Waller BF - Cardiac amyloidosis causing cardiac dysfunction: analysis of 54 necropsy patients. *Am J Cardiol* 1983; 52: 137-46.
19. Fragola PV, Colivicchi F, Fabrizi E, Borzi M, Cannata D - Assessment of left ventricular hypertrophy in patients with essential hypertension. A rational basis for the electrocardiogram. *Am J Hypertension* 1993; 6: 164-9.
20. Murphy ML et al - Sensitivity of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy according to type of cardiac disease. *Am J Cardiol* 1985; 55: 545-9.
21. Wolf HK et al - Prediction of left ventricular mass from the electrocardiogram. *J Electrocardiol* 1991; 24: 121-7.