

## Valor do Teste de Esforço Computadorizado no Diagnóstico Diferencial entre Fenômenos de Origem Obstrutiva e Não-obstrutiva

Eduardo Villaça Lima, Paulo Jorge Moffa, Giovanni Bellotti, Paulo Augusto Camargo Jr, Pascual L. A. Pereyra, William Azem Chalela, Aguinaldo Pereira de Moraes, Andréa M. G. M. Falcão, Fúlvio J. C. Pileggi São Paulo, SP

**Objetivo** - Distinguir resposta isquêmica ao exercício, separando indivíduos com e sem doença arterial coronária obstrutiva (DA CO), através das medidas assistidas pelo computador.

**Métodos** - Foram estudados 121 pacientes, todos do sexo masculino, divididos em 3 grupos: grupo GN, constituído de 50 pacientes, aparentemente hígidos, com teste de esforço computadorizado (TEC) negativo; grupo GLO, 40 portadores de DACO e grupo GNO, 31 com coronárias normais porém com achado de ponte miocárdica, fluxo lento, tortuosidade coronária, prolapso da valva mitral ou ventrículo esquerdo hipertrófico, ambos com TEC positivo. As medidas assistidas pelo computador foram: STL, desnivelamento a 80ms do ponto em m V; slope (STS), inclinação do segmento ST em m V/s; index, soma algébrica do STL e STS e integral (STI), área de segmento ST em uV.s. As alças vetorcardiográficas foram analisadas visualmente. A estatística constou de análise de variância, comparações múltiplas pelo método de Scheffe, teste exato de Fisher, qui-quadrado e cálculo de sensibilidade, especificidade e acurácia

**Resultados** - Houve diferença estatisticamente significativa entre os 3 grupos para o slope e index ( $p < 0,05$ ). A integral do segmento ST não permitiu diferenciar os grupos GLO e GNO. A análise visual do vetorcardiograma acrescentou sensibilidade de 15% ao TEC.

**Conclusão** - Os valores do slope abaixo e acima de zero definem portadores de doença obstrutiva e não obstrutiva, respectivamente; os valores do index do segmento ST menores que -2 favorecem o diagnóstico de DACO e maiores deste valor, não obstrutiva. A integral abaixo de -7uV.s separa indivíduos com teste de esforço normal, daqueles com resposta do tipo "isquêmica" ao esforço. A magnitude do vetor ST igual ou menor que 0,20mV definiu resposta vetorcardiográfica normal ao exercício.

Palavras chave: teste de esforço, isquemia/diagnóstico, vetorcardiografia

### Value of Computerized Exercise Stress Test in the Differentiation Among Ischemic Phenomena of Obstructive and Non-obstructive Origin

**Purpose** - To describe groups of patients who have obstructive and non-obstructive coronary artery disease, through computerized exercise stress test.

**Methods** - The test was done in 121 patients, all male, divided into 3 groups: GN group, 50 patients with normal electrocardiographic response to exercise; GLO group, 40 patients with obstructive coronary artery disease and GNO group, 31 patients with normal coronary arteries, showing one or more of the following entities: intramural coronary traject, coronary tortuosity, slow flow, mitral valve prolapse or left ventricular hypertrophy. GLO and GNO groups presented with abnormal response of the ST segment during exercise. The quantitative variables registered by computer were particularly analyzed as follows: STL (point Y depression), slope, index and ST segment integral. The magnitude of ST vector was visually measured and quantified. The statistic study was made through ANOVA and multiple comparison by the Scheffe's method, Fisher's test, chi-square and sensibility, specificity and accuracy calculation.

**Results** - There was a significant statistical difference among the 3 groups relative to slope and index ( $p < 0,05$ ). The integral variable of ST segment did not allow us to differentiate the GLO and GNO groups. In the association study between the ST vector magnitude and abnormal T loop, there was an increase in sensibility of 15% in the exercise stress test.

**Conclusion** - The ST segment slope below zero values, define patients having obstructive disease, and the opposite, non-obstructive disease. Values of ST segment index lower than -2 are linked to obstructive disease and higher than -2 linked to non-obstructive. Values of ST segment lower than -7uV.s separate individuals with normal exercise stress test from those with ischemic type response. The magnitude of ST vector equal to or lower than 0,20mV define normal vectorcardiographic response to the exercise.

**Key-words:** exercise stress test, ischemia/diagnostic, vectorcardiography

Arq Bras Cardiol, volume 63 (nº 1),13-19,1994

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas, FMUSP  
Correspondência: Edimar Alcides Bocchi Rua Oscar Freire, 2077/161 - CEP 05409-011 - São Paulo - SP  
Recebido para publicação em 7/2/94  
Aceito em 25/4/94

O teste ergométrico (TE) vem passando, nas últimas décadas, por contínuos aperfeiçoamentos, tanto nos critérios de análise, quanto no uso de aparelhagem mais ade-

quada para sua realização.

Algumas controvérsias em relação ao resultado do teste e sua interpretação clínica persistem, principalmente nos casos chamados falso-positivos<sup>1-4</sup>, isto é, indivíduos que apresentam comportamento anormal do segmento ST em ausência de doença arterial coronária obstrutiva (DACO) visível por método convencional. Além disso, uma visão errônea do método vem se perpetuando ao longo dos anos, visto que a cinecoronariografia não pode continuar sendo método testemunho de comparação, já que os dois métodos vêem fenômenos diferentes. Desta maneira, o método vem gerando discordâncias e interpretações equivocadas entre especialistas, necessitando melhores esclarecimentos em relação a análise eletrocardiográfica.

A idéia de analisar o sinal eletrocardiográfico automaticamente, com o auxílio de computadores digitais foi proposta por Pipbergers em 1960. Na década de 70, vários grupos, usando a tecnologia computadorizada do TE, tentaram melhorar a exatidão em quantificar a resposta eletrocardiográfica. Sheffield e col<sup>6</sup>, McHenry e col<sup>7</sup>, Ascoop e col<sup>8</sup> foram os pioneiros em utilizar essa tecnologia computadorizada para aferição do segmento ST durante o esforço, introduzindo novas variáveis de análise, como índice, slope e integral do segmento ST. Somando-se a essas variáveis, a análise especial das alças vetocardiorráficas<sup>9-14</sup> chega-se a maior precisão da utilização do segmento ST em exercício.

A finalidade deste estudo foi verificar a possibilidade de estudar as medidas assistidas pelo computador das derivações escalares do eletrocardiograma e as ortogonais X Y. Z do vetocardiorráfico em indivíduos com resposta isquêmica ao exercício e averiguar a possibilidade de distinguir grupos com resposta eletrocardiográfica anormal, separando aqueles com e sem doença arterial coronária obstrutiva.

## Métodos

Analisaram-se 11.074 testes de esforço computadorizados (TEC) realizados no Serviço de Ergometria da Divisão de Métodos Gráficos do Instituto do Coração da FMUSP, de junho/89 a junho/91. Destes, estudaram-se 121 pacientes com média de idade de 51,3 (variação 30 a 70) anos, sendo todos do sexo masculino. Foram constituídos 3 grupos de pacientes: grupo controle (GN), constituído de 50 pacientes com média de idade de 46,6 (variação 30 a 64) anos, aparentemente hígidos, com TEC negativo; grupo portadores de lesões coronárias obstrutivas (GLO), com 40 pacientes com idade média de 59 (variação de 35 a 70) anos, portadores de DACO, confirmado através de estudo cinecoronariográfico, pelo achado de lesão obstrutiva >70% em pelo menos uma artéria principal, todos com resposta isquêmica ao TEC; grupo portadores de doença coronária não-obstrutiva (GNO), constando de 31 pacientes com média de idade de 47,6 (variação de 30 a 62) anos, sem DACO confirmado pela cine, porém com achado de ponte miocárdica 12,9%, flu-

xo lento 3,2%, tortuosidade coronária 9,6%, prolapso da valve mitral 25,8% ou ventrículo esquerdo hipertrófico 35,4% e associação destas entidades 13,1%, todos com resposta anormal ao TE em relação ao comportamento do segmento ST.

Excluíram-se os casos que apresentavam ao ECG bloqueio de ramo, síndrome de pré-excitação, fibrilação atrial e outros distúrbios de ritmo ou de condução que pudessem falsear o resultado do TEC. Não foram considerados, também, os pacientes submetidos previamente a cirurgia de revascularização miocárdica, angioplastia coronária e portadores de marcapasso. Os pacientes em uso de drogas foram instruídos quanto à suspensão das mesmas no prazo adequado.

Empregou-se como ergômetro, a esteira rolante de rampa móvel MAT2100 acoplada ao sistema ML8000 stress test system da Fukuda Denshi Co Ltda. O software apresenta característica de 250 amostras/s/canal (frequência de amostragem), com conversor analógico/digital (A/D) em 12 bits. Este conversor transforma tensões elétricas (volts) em números inteiros, capazes de serem processados pelo computador. Como o conversor A/D pode ser programado para colher "amostras" do sinal, a intervalos de tempos regulares, o que se fez é transformar o sinal analógico de uma seqüência numérica (pontos discretos) que contém a mesma informação que o sinal original.

As fases de aquisição do sinal correspondem à coleta, amplificação, registro e conversão A/D das 12 derivações convencionais e das 3 derivações ortogonais X, Y e Z de Frank, simultaneamente, compondo as alças vetocardiorráficas. Além disso, realizou-se filtragem dos sinais (média coerente), minimizando-se problemas de interferências causadas pela movimentação do paciente.

O sistema ainda permite a escolha automática ou manual dos períodos amostrados no visor, para a média coerente; marcação através de cursores do início do QRS, início e final do segmento ST e ponto Y, este definido como o ponto a 0,08s do ponto J; visibilização das alças vetocardiorráficas resultantes nos planos horizontal (PH), frontal (PF) e sagital esquerdo (PS) formadas a cada 15s, permitindo a análise dinâmica (CINE) das morfologias das alças em diferentes momentos do exercício. O programa também, calcula a frequência cardíaca e as medidas assistidas pelo computador que são, então, impressas em forma de relatório. A medida da pressão arterial é programável de forma automática, a cada 30,60,90 ou 120s através do aparelho Colim, modelo STBP 780, acoplado ao software.

O protocolo utilizado foi o de Ellestad<sup>15</sup>, interrompendo-se o exercício quando o indivíduo atinge a frequência cardíaca (FC) denominada máxima, obtida através da fórmula  $FC = 210 - (\text{idade} \times 0,65)$  correspondente a 100% da FC do paciente durante o esforço. Quando isto não foi possível, seguiram-se os critérios de interrupção do teste da American Heart Association.

Considerou-se o teste anormal, baseado nos critérios de positividade convencional do TE 11,15, sendo desconsiderados os supradesnivelamentos do segmento

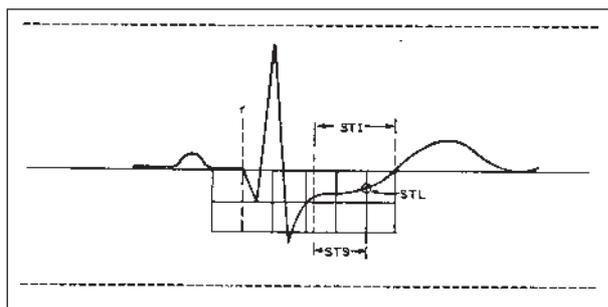


Fig. 1 - Marcação dos pontos eletrocardiográficos para análise do teste de esforço computadorizado ponto de referência marcado no início da onda Q (1 cursor); STS60 e 110ms após o pico da onda R (2 cursores); STI- final do complexo QRS ate o ponto de intersecção com a linha PQ (1 cursor); STL- a 0,08s do ponto J (1 cursor).

ST. Selecionaram-se para análise das medidas obtidas pelo computador, as derivações D2, V5. X Y e Z.

As medidas assistidas pelo computador referiram-se aos seguintes parâmetros relacionados ao segmento ST (fig. 1), STL - desnivelamento do ponto Y (mV); slope (STS) inclinação do segmento ST (mV/s); índice - soma algébrica do STL e STS; integral (STI) - área do segmento ST, medida do final do complexo QRS até o ponto de intersecção com a linha PQ em microvolt x segundo (mV.s). Os valores desta medidas foram considerados para análise quando se observou a anormalidade mais expressiva do segmento ST, independente das fases do exame. Para análise vetorcardiográfica nos momentos correspondentes, as variáveis foram medidas visualmente por dois observadores: a) magnitude e orientação do vetor ST; b) orientação, rotação e morfologia da alça de repolarização ventricular.

O estudo estatístico utilizou a análise de variância a um critério de classificação para cada variável estudada. Em função dos resultados, aplicou-se a técnica de comparações múltiplas, optando-se pelo método de Scheffe para o conjunto de todas as diferenças entre os grupos, considerando-se as diferenças significativas para um intervalo de confiança de 95%. Calcularam-se também, sensibilidade, especificidade e acuracidade, obtidos a partir do número de corte estipulado aleatoriamente, ou de valores previamente preditos para cada variável quantitativa.

## Resultados

Quanto ao comportamento das variáveis ECG assistidas pelo computador, fez-se o confronto entre as médias das variáveis estudadas nos grupos e nas derivações analisadas através do método de Scheffe e os resultados encontram-se na tabela I e quadro I. O quadro I é uma simplificação dos resultados para melhor entendimento das diferenças nos 3 grupos das variáveis STL, slope, índice e integral nas diferentes derivações de estudo.

Usando-se o número de corte zero para o slope, o cálculo das características operacionais de sensibilidade, especificidade e acurácia encontram-se na tabela II.

Em relação ao índice do segmento ST, testaram-se níveis de corte em relação ao número zero, -1 e -2, obtendo-se os melhores valores para diferenciar os grupos GLO e GNO, quando se utilizou o valor de -2 (tab. III).

Quanto a integral do segmento ST, fixou-se o nível de corte em -7uV.s. Dado o comportamento desta variável (quadro I) comparou-se o grupo GN com o GLO, e obtiveram-se os cálculos mostrados na tabela IV. Em relação ao comportamento das variáveis vetorcardiográficas com referência a magnitude do vetor ST, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os 3 grupos investigados nos planos horizontal, sagital esquerdo e frontal. O confronto entre as médias mostrou diferença significativa entre os 3 grupos nos planos horizontal e frontal. No plano sagital, os grupos GLO e GNO não diferiram entre si, porém foram diferentes em relação ao grupo GN (tab. V).

Tabela I - Análise multivariada das médias pelo método de Scheffe das variáveis do segmento ST nos grupos e nas diferentes derivações

Variáveis	Grupo	D	V	X	Y	Z
STL	GN	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,18
	GLO	-0,25	-0,26	-0,22	-0,19	-0,08
	GNO	-0,26	-0,22	-0,16	-0,23	-0,09
Slope	GN	3,87	2,56	2,35	2,56	-1,78
	GLO	-0,65	-1,04	-0,89	-0,64	-0,75
	GNO	1,22	0,45	0,48	0,63	-1,01
Index	GN	6,11	3,99	3,96	3,85	-3,37
	GLO	-3,14	-3,54	-3,01	-2,53	-1,37
	GNO	-1,29	-1,72	-1,01	-1,60	-1,82
Integral	GN	-4,63	-4,05	-3,17	-3,96	-1,46
	GLO	-14,51	-13,01	-11,55	-10,84	-0,32
	GNO	-14,57	-11,50	-9,45	-11,10	0,02

GN - grupo normal; GLO- grupo lesão obstrutiva; GNO - grupo lesão não obstrutiva. Intervalo de confiança de 95% (p<0,05).

Tabela II - Cálculo das características operacionais de sensibilidade, especificidade e acuracidade em relação ao slope do segmento ST nas derivações estudadas, entre os grupos GLO e GNO

	PR	FP	NR	FN	S%	E%	A%
D	30	1	30	10	75	96	85
V <sup>2</sup>	40	3	28	0	100	90	96
X <sup>5</sup>	40	4	27	0	100	87	94
Y	32	6	25	8	80	80	80

PR - positivo real; FP - falso-positivo; NR - negativo real; FN - falso-negativo; S - sensibilidade; E - especificidade; A - acurácia

Tabela III - Cálculo das características operacionais de sensibilidade, especificidade e acuracidade em relação ao index nas derivações estudadas, entre os grupos GLO e GNO

	PR	FP	NR	FN	S%	E%	A%
D	31	10	21	9	77	67	73
V <sup>2</sup>	36	13	18	4	90	58	76
X <sup>5</sup>	28	8	23	12	70	74	71
Y	23	15	16	17	57	51	54

**Tabela IV - Cálculo das características operacionais de sensibilidade, especificidade e acuracidade em relação a integral do segmento ST nas derivações estudadas entre os grupos GN e GLO**

	PR	FP	NR	FN	S%	E%	A%
D	34	12	38	6	85	86	80
V <sup>2</sup>	37	7	43	3	92	86	88
X <sup>5</sup>	36	7	43	4	90	86	87
Y	36	10	40	4	90	80	84

**Tabela V - Análise multivariada das médias da magnitude do vetor ST ao vetorcardiograma nos grupos (em mV)**

	PH	PS	PF
GN	0,06	0,05	0,02
GLO	0,23 (A)	0,21 (B)	0,26 (A)
GNO	0,17	0,16	0,21

GN - grupo normal; GLO - grupo lesão obstrutiva; GNO - grupo sem lesão obstrutiva; PH - plano horizontal; PS - plano sagital esquerdo; PF - plano frontal; A)- correspondente à diferença significante entre os grupos; B) - não há diferença significante entre os grupos GLO E GNO, porém são diferentes do grupo GN.

**Quadro I - Representação simplificada entre as diferenças das médias, nos grupos e nas derivações**

Variável	Grupo	D <sub>2</sub>	V <sub>5</sub>	X	Y	Z
STL	GN					
	GLO	2	2	1	2	2
	GNO					
Slope	GN					
	GLO	1	1	1	1	2
	GNO					
Index	GN					
	GLO	1	1	1	2	2
	GNO					
Integral	GN					
	GLO	2	2	2	2	3
	GNO					

1- correspondente à diferença significativa entre os 3 grupos; 2- não há diferença significativa entre os grupos GLO e GNO, porém são diferentes do grupo GN; 3- não há diferença significativa entre os 3 grupos; GN- grupo normal; GLO- grupo com lesão obstrutiva; GNO- grupo sem lesão obstrutiva.

Considerou-se pare análise da magnitude do vetor ST o valor de corte máximo normal igual e/ou menor que 0,20mV nos planos estudados, e, como valor anormal, quando maior que 0,20mV em um ou mais planos. Assim, obteve-se sensibilidade de 75%, especificidade de 61% e acuracidade de 69%.

Analisando-se a orientação do vetor ST e a alça de T, assim como a rotação da alça de T, verificou-se que não foram variáveis fidedignas em diferenciar os grupos. Já quanto à morfologia de alça de T, 80% dos cavos do grupo GLO apresentaram morfologia em ferradura (anormal), em pelo menos um plano estudado, enquanto que no grupo GNO apenas 2,3% apresentaram anormalidade.

De maior valor nestes cavos, foi a associação da magnitude anormal do vetor ST com a morfologia da alça de T. Desta maneira obteve-se sensibilidade de 90%, especificidade de 61% e acurácia de 77%.

## Discussão

A experiência acumulada com o emprego do TE para diagnóstico de isquemia por doença arterial coronária obstrutiva permite considerá-lo como valioso auxílio da metodologia não-invasiva<sup>17-21</sup>. No entanto, o conhecimento dos critérios de análise não estão suficientemente definidos em relação ao seu significado clínico, face à dificuldade em considerar o que corresponderia à real ou aparente doença coronária. Este fato deve-se especialmente à errônea comparação do TE com a cinecoronariografia, aliada à falta de elementos eletrocardiográficos mais exatos que permitam um diagnóstico diferencial, pois, sabe-se hoje que o TE não guarda necessária correlação com o padrão anatômico coronário, refletindo muito melhor o comportamento da reserve coronária.

Em cerca de 20% dos pacientes com manifestações isquêmicas ao TE, não se consegue demonstrar lesões estenosantes coronárias fixas ao estudo angiográfico, caracterizando-se a chamada insuficiência coronária não-obstrutiva<sup>22</sup>. O exercício físico é um importante estímulo sobre o fluxo e resistência coronários, uma vez que em condições normais, o esforço máximo produz queda de resistência de até 36% do valor de repouso e quadruplica o fluxo<sup>23,24</sup>, refletindo, com bastante precisão, as condições de reserve coronária. Assim, havendo um aumento do consumo de O<sub>2</sub> pelo miocárdio, sem o concomitante aumento da oferta (fluxo), seja por que razão for, ocorrerá isquemia cuja magnitude será proporcional ao grau de desequilíbrio e que o teste ergométrico seja capaz de detectar. No entanto, havendo adequada mobilização da reserve coronária, existirá equilíbrio oferta/demanda de oxigênio e a resposta do coração ao esforço tenderá a ser normal<sup>4</sup>.

Várias situações não relacionadas à obstrução coronária ocasionam resposta anormal ao TE, muitas vezes expressivas, tornando-se difícil o diagnóstico diferencial. Com a introdução da análise eletrocardiográfica computadorizada ao esforço, gerou-se, através de grande número de investigações, diferentes critérios computadorizados para o reconhecimento de isquemia<sup>6,8,25-28</sup>. Desta maneira, a análise isolada e visual somente do segmento ST para o diagnóstico de isquemia, não possui a precisão esperada<sup>29</sup>, cedendo lugar à análise mais detalhada e abrangente das várias características do segmento ST, através de novas variáveis computadorizadas. Não há relatos na literatura, que demonstrem a tentativa de verificar, através das medidas das variáveis computadorizadas, análise discriminativa de "isquemia" por DACO e não-obstrutiva.

Apesar dos avanços na interpretação computadorizada do TE, a literatura é polêmica quanto à validação da análise pelo computador quando comparada à visual<sup>8,26,30</sup>. Em nosso estudo, observou-se todos os cuidados no sentido da manipulação dos cursores, pare a correta delimitação dos seguimentos de interesse a serem estudados. Este fato é de relevante importância, uma vez

que, se os ditames acima referidos não forem observados, os parâmetros não são passíveis de comparações. Da mesma forma, analisamos também, as variáveis eletrocardiográficas em on line a fim de não se falsearem os resultados, como observado por Milliken e col<sup>31</sup>.

O STL é definido como um ponto 80ms do ponto J e reflete a magnitude da depressão do segmento ST. Consideraram-se valores anormais do STL abaixo de  $-0,20\text{mV}$  para o segmento ST de morfologia ascendente, igual ou menor que  $-0,10\text{mV}$  para segmento ST de morfologia horizontal ou descendente.

O grupo GN apresentou variação máxima em sodas as derivações analisadas de  $-0,04\text{mV}$ , ao passo que, para os grupos GLO e GNO, notaram-se valores entre  $-0,19\text{mV}$  a  $0,26\text{mV}$  nas derivações D2, V5 e Y. não havendo diferenças significativas. Esses resultados estão em desacordo com alguns autores 32 que sugerem maiores valores na insuficiência coronária obstrutiva em relação à não-obstrutiva. O achado de diferença significativa na derivação ortogonal X, provavelmente se deve ao fato desta espelhar somatória das derivações escalares laterais, tendo com isto major acurácia. Apesar disso, não consideramos o valor individual da variável STL para discriminar os grupos GLO e GNO.

A influência do slope em separar indivíduos com doença obstrutiva dos normais, foi relatado por McHenry e col<sup>25</sup>, quando foram comparados graficamente o infradesnivelamento e o slope do segmento ST através de retas de regressão linear, havendo nítida separação entre os grupos. Semelhante aos trabalhos de McHenry e col, Rossi e col<sup>33</sup>, consideraram os valores do STL e slope como os mais fidedignos para discriminar indivíduos hígidos, de pacientes com DACO. Ascoop e col<sup>8</sup>, testando novas variáveis para o diagnóstico de isquemia, estudaram variações das tomadas de ponto para obtenção do slope. Assim, analisando em pacientes coronários os intervalos de 0 a 80ms, 10 a 50ms e 50 a 70ms, a partir do final do complexo QRS, consideram os melhores resultados na análise computadorizada com sensibilidade de 70% na derivação CC5 e especificidade de 60% na derivação CM5, para intervalos entre 10 a 50ms.

Neste estudo, o computador foi cuidadosamente programado para determinar um intervalo médio entre os pontos a 60 e a 110ms, após o pico da onda R. ajustado de acordo com a duração do complexo QRS. Com este procedimento, os resultados aqui retratados permitiram o diagnóstico diferencial desta variável entre os grupos, tornando-se um parâmetro adequado para uso clínico.

O índice do segmento ST foi introduzido por McHenry e col<sup>7</sup>, definido como a soma algébrica da amplitude do infradesnivelamento do segmento ST em milímetro e sua curva de ascensão (slope) em  $\text{mV/s}$ , medido a 60-70ms e 70-110ms após o pico de onda R. Consideraram-se respostas anormais na doença obstrutiva, valores menores ou igual a zero; com isso encontraram-se sensibilidade de 82% e especificidade de 95%. Os trabalhos a respeito do índice são escassos na literatura. Detrano e col<sup>29</sup> estudando esta variável obtive-

ram sensibilidade de 51%, tanto para análise visual como para o parâmetro computadorizado. Inferiram que a ampla variabilidade de resultados nos estudos de acurácia do TE necessita de confirmação através de estudos comparativos mais adequados e homogêneos.

Por definição, observe-se que esta variável sofre dependência do STL e slope e, deste modo, sua análise isolada deve ser interpretada com prudência.

Neste estudo, pelos valores numéricos obtidos, inferimos que esses resultados são consequência do slope, isto é, o grupo GN teria uma velocidade de ascensão muito rápida ao exercício, enquanto que o grupo GLO uma velocidade mais lenta. Já para o grupo GNO, pode-se delimitar no segmento ST, duas porções aparentemente distintas: a 1ª íngreme e rápida e 2ª aplanada (fig. 2). A porção inicial de convexidade superior (mais rápida), seria a responsável pelos maiores valores do slope, explicando valores para o índice numericamente menos expressivo em relação ao grupo GLO.

Os pioneiros em usar a integral do segmento ST como índice de isquemia foram Sheffield e col<sup>6</sup>. A partir daí surgiram vários trabalhos na literatura, alguns valorizando 2S,30,34-37, outros negando 38 a validade deste parâmetro para diagnóstico de DACO. Além disso, os valores considerados como discriminativos entre grupos normais e coronariopatas são discrepantes, variando entre  $-3\text{uV.s}$  a  $-20\text{uV.s}$ .

Kortas<sup>38</sup> constatou em sua tese de doutoramento, que o uso da integral tem suas limitações, visto que sua medida não leva em consideração o efeito do slope do segmento ST, resultando em observações errôneas. O autor redefine a efetiva linha de base, em relação à habitual (PQ), separando a integral em duas áreas: uma assim chamada normal, acima da linha dita efetiva e, outra, abaixo desta, constituindo o que definiu como segmento ST efetivo, representativo do real efeito do slope na depressão do segmento ST. Provavelmente isto possa explicar nossos resultados, já que o programa de análise

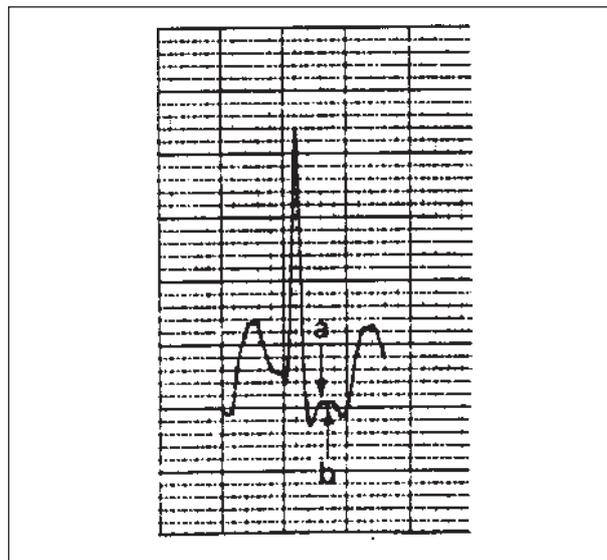


Fig. 2- Característica morfológica do segmento ST no grupo GNO (a- porção íngreme e rápida; b- porção aplanada).

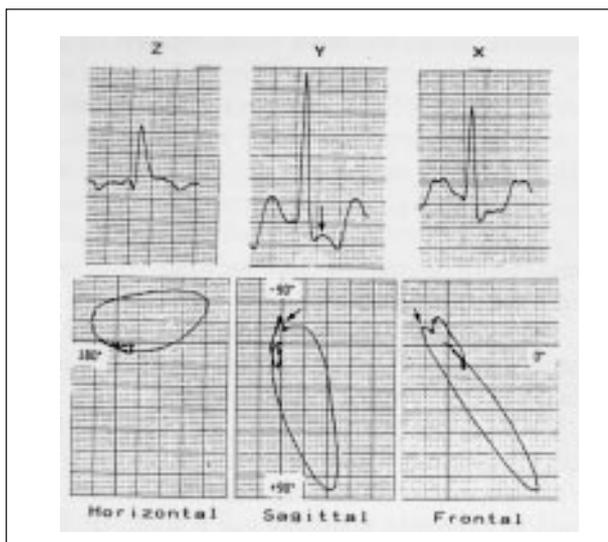


Fig. 3 - Morfologia característica do segmento ST nas derivações escalares e da alça de T nos planos de estudo no grupo GNO. Observar inflexões no início do segmento ST e alça de T (setas).

computadorizada que se utilizou neste trabalho não apresenta condições para separar, tanto as áreas normais como as efetivas constituintes do segmento ST.

Semelhante aos achados do infradesnivelamento do segmento ST (STL), a magnitude do vetor ST estudada pelas alças vectorcardiográficas não foi de valor discriminativo entre os grupos GLO e GNO, assim como a orientação e rotação da alça de T. No entanto, o vectorcardiograma torna-se de grande importância, quando analisamos a morfologia da alça de T, corroborando os achados das medidas assistidas pelo computador. Assim, o limbo inicial da alça de T no grupo GNO, seria mais longo e com inflexões, tendo, portanto, maior duração do que o limbo terminal, ocasionando morfologias distintas daquelas observadas em reais situações de isquemia, constituindo-se assim, morfologias específicas neste grupo (fig. 3). Por outro lado, no grupo GLO salientamos o valor da associação da morfologia da alça T em ferradura invertida ou não com doença arterial coronária obstrutiva (fig. 4).

Nossos resultados parecem ter importância não só porque ajudaram na compreensão do fenômeno isquêmico,

mas, principalmente porque possibilitam um melhor raciocínio clínico e conduta frente a um TE com resultado anormal. Desta maneira, o slope do segmento ST foi a melhor variável assistida pelo computador em discriminar DACO e não-obstrutiva. Por outro lado, a interpretação criteriosa dos valores do índice e da integral do segmento ST, assim como o estudo das alças vectorcardiográficas ao exercício, somam-se a análise multifatorial do TE convencional com a finalidade de melhorar a exatidão de seu resultado.

Apesar de todas as observações consideradas neste trabalho, em que a análise automatizada foi válida, não se afasta a necessidade de uma revisão visual do exame quanto às arritmias, distúrbios de condução, supradesnivelamento do segmento ST, assim como a va-

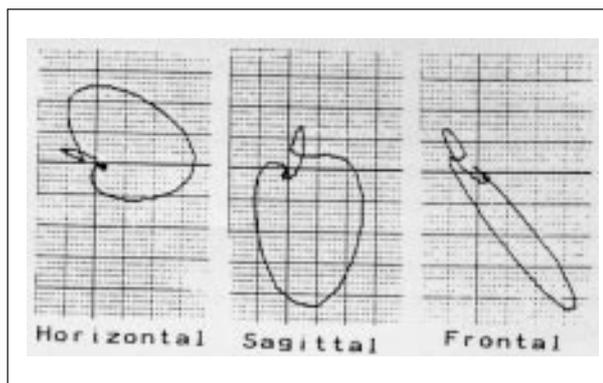


Fig. 4 - Presença do vetor ST e morfologia em ferradura da alça de T nos 3 planos de estudo no grupo GLO.

lorização clínica de outros fatores, como resposta da FC e pressão arterial, dados auscultatórios e a presença de sintomas esforço-induzido. O sistema computadorizado pode ser usado com vantagens no laboratório de ergometria. Assim, facilita o controle do registro eletrocardiográfico, podendo-se aumentar a sensibilidade diagnóstica do TE através de novas variáveis. Além disso, o operador deve conhecer profundamente o programa computadorizado em análise, evitar ruídos musculares, flutuações da linha de base e outros artefatos que usualmente resultam em sinais não representativos do real fenômeno a ser estudado.

## Agradecimentos

Aos Profs. Jair Lício Ferreira Santos e Matheus Papaleo Netto, pela orientação do estudo estatístico.

## Referências

1. Ellestad MH, Savitz S, Bergdall D - The false positive stress test: Multivariate analysis of 215 subjects with hemodynamic, angiographic and clinical data. *Am J Cardiol* 1977; 40: 681-3.
2. Sheffield LT - Another perfect treadmill test? *N Engl J Med* 1 985; 313: 633-5.
3. Fnoelicher VF - Exercise and the heart-clinical concepts. In: Chicago Year Book Medical Publishers 1987; 36-62.
4. Brito AHX - O teste ergométrico na cardiopatia isquêmica à luz do conceito de reserva coronária. *Arq Bras Cardiol* 1992; 59: 409-22.
5. Pipberger HV - Preparation of electrocardiographic, dataforanalysis by digital electronic computer. *Circulation* 1960; 21: 413-7
6. Sheffield LT, Holt TH, Lester FM, Camoy DV, Reeves TJ - On Ime analysis of the exercise electrocardiogram. *Circulation* 1969; 40: 935-4.
7. McHenry PL, PhiDips JF, Knoebel SB - Correlation of computer-quantitated treadmill exercise electrocardiogram with arteriographic location of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1972; 30: 7747-52.
8. Ascoop CA, Distelbrink CA, De Lang PA - Clinical value of quantitative analysis of the ST slope during exercise. *Br Heart J* 1977; 39: 212-7.
9. Frank E - An accurate clinically practical system for spatial vectorcardiography. *Circulation* 1956; 13: 737-49
10. Homsten TR, Bruce RA - Computer ST forces of Frank and bipolar exercise electrocardiograms. *Am Heart J* 1964; 78: 346-50.
11. Bruce RA, Mazzarella J, Green E - Quantitation of QRS and ST seg-

- ment responses to exercise. *Am Heart J* 1966; 7 1: 45-56 1.
12. Ascoop CA, Distelbrink CA, De Lang PA, Van Bemmel JH - Quantitative comparison of exercise vectorcardiogram and findings at selective coronary arteriography. *J Electrocardiol* 1974; 7: 9-15.
  13. Golden DP - Vectan 11: A computer program for the spatial analysis of the vectorcardiogram. *J Electrocardiol* 1975; 8: 217-25.
  14. Simoons ML, Boom HD, Samalloburg E - On line processing of orthogonal exercise electrocardiograms. *Comput Biomed Res* 1975; 8: 105-13.
  15. Ellestad MH - Prova de Esforço. Ned. Rio de Janeiro, Cultura Médica 1984; 158.
  16. Andersen KL, Shephard RJ, Denolin H, Varmauskas E, Masironi R - Fundamentals of exercise testing. Geneva World Healthy Organization 1971; 78.
  17. Doan AK, Peterson DR, Blackman JR, Bnuc RA - Myocardial ischemia after maximal exercise in healthy men. *Am Heart J* 1965; 69:11-21.
  18. Most AS, Kemp HG, Gorlm R - Post exercise electrocardiography in patients with arteriographically documented coronary artery disease. *Ann Intem Med* 1969; 71: 1 043-9.
  19. Redwood DR Epstein SE - Uses and Dmatabons of stress testing in the evaluation of ischemic heart disease. *Circulation* 1972; 46: 1115-31.
  20. Ellestad MI 1, Wan MKC. Predictive implications of stress testing. *Circulabon* 1975;51:363-9.
  21. Cole JP, Ellestad MD - Significance of chest pain during treadmill exercise. Correlabon with coronary events. *Am J Cardiol* 1978; 41: 227-32.
  22. Carvalho VB - Afecções coronarias não obstruvas. In: Carvalho VB, Macruz R. ed - *Cardiopaba Isquêmica: Aspectos de Importancia Clinical São Paulo, Savier* 1989; 254-80.
  23. Holmberg S, Serzysko W, Vamauskas E - Coronary circulation during heavy exercise in control subjects and patients with coronary heart disease. *Acta Med Scand* 1971; 190:465-70.
  24. Bertrand ME, Garre AG, Cinestest GP et al - Maximal exercise in normal subjects: changes in coronary sinus blood contractily and myocardial extration of FFA and lactate. *Eur J Cardiol* 1977; 5: 481-90.
  25. Mcl leery PL, Stowe DE, Lancaster MC - Computer quantitation of the ST segment response during maximal treadmill exercise. *Circulabon* 1968; 38: 691-701.
  26. Hollenberg M, Budge WR Wisneski JA, Gertz EW - Treadmill score quantifies electrocardiographic response to exercise and improves test accuracy and reproducibility. *Circulation* 1980; 61: 276-85.
  27. Okinn PM, Ameisen O, Kligfield P - A modified treadmill exercise protocol for computerassisted analysis of the ST segment/heart rate slope: methods and reproducibility. *J Electrocardiol* 1986; 19: 311-8.
  28. Okm PM, Kligfield P, Ameisen O, Goldberg HL, BorerJS - Identification of anatomically extensive coronary artery disease by the exercise electrocardiographic ST segment heart rate slope. *Am Heart J* 1988;1 1 5: 1 002-1 33.
  29. Detnano R, Salcedo E, Leathenman J, Day K - Computer-assisted versus unassisted analysis of the exercise electrocardiogram in patients without myocardial infection. *J Am Coll Cardiol* 1987; 10: 794-9.
  30. Sketch MH, Mohinddin SM, Nair CK, Moss AN, Runco V - Automated and nomographic analysis of exercise tests. *JAMA* 1980; 243:1052-5.
  31. Milliken JA, Abdolah 11, Burggraf GW - False positive treadmill exercise test due to computer signal averaging. *Am J Cardiol* 1990; 65: 946-8.
  32. Godoy M - Teste de esforço na avaliação de insuficiência coronaria. In: Carvalho VB, Macruz R ed - *Cardiopatia Isquêmica: Aspectos de Importancia Clinical Sao Paulo, Sarvier* 1989; 281.
  33. Rossi L, Carbonieri E, Castello C, Rossi R, Sciarreta G, Zardini P - Description and evaluation of a method for computer analysis of the exercise electrocardiogram *J Electrocardiol* 1987; 20: 312-20.
  34. Forlini FJ, Cohm K, Langston MF - ST segment isolation and quantification as a means of improving diagnostic accuracy in treadmill testing. *Am Heart J* 1975; 90: 431-8.
  35. Simoons ML - Optimal measurements for detection of coronary artery disease by exercise electrocardiography. *Comput Biomed Res* 1977;10: 483-99.
  36. Rautaharju PM, Prineas RJ, Eifler WJ et al - Prognostic value of exercise electrocardiogram in men at high risk of future heart disease; multiple risk factor intervention trial experience. *JAMColl Cardiol* 1986; 8: 1-10.
  37. Okin PM, Kligfield P - Computerbased implementation of the ST segment heart rate slope. *Am J Cardiol* 1989; 64: 926-30.
  38. Kortas RG - The effective ST segment: A unified approach to ST-segment analysis (Tese doutorado). Stanford, Stanford University 1984; 76p.