

LIMIAR ANAERÓBIO DETECTADO PELA "ANÁLISE DA CURVA-V" NA CARDIOPATIA CHAGÁSICA CRÔNICA

Roberto Coury Pedrosa, Marcos F. Vidal Melo e Edson A. Saad

O limiar anaeróbio (LA) medido pela análise da curva-V é a melhor medida da reserva funcional na insuficiência cardíaca e conseqüentemente a medida que melhor retrata o grau de comprometimento cardíaco. No presente trabalho foram estudados 28 pacientes (18 homens; idade média de $47 \pm 6,7$ anos) com sorologia positiva para a doença de Chagas, com graus variáveis de comprometimento cardíaco segundo a classificação de Los Andes e sem outras doenças associadas. A análise de variância mostrou que o LA dos pacientes do grupo IA (ECG e ventriculograma no ECO normal) é significativamente mais altos do que o valor observado nos demais grupos ($p = 0,001$). Enquanto o teste de comparações múltiplas de Tukey revelou que as médias do LA nos pacientes dos grupos IB, II e III (IB: ECG normal; ventriculograma no ECO anormal; II: ECG e ventriculograma no ECO anormal sem ICC e III com ICC) não diferem significativamente entre si. O presente estudo demonstra que a ocorrência de alterações ventriculográficas iniciais já se associa a significativa redução da reserva cardiopulmonar e este comprometimento é progressivo e paralelo ao grau de comprometimento hemodinâmico cardíaco. A causa mais provável da redução do LA no grupo IB é a disfunção diastólica constatada ao ecocardiograma.

Palavras-chaves: Cardiopatia chagásica crônica. Limiar anaeróbio. Teste cardiopulmonar. Análise da curva-V. Doença de Chagas.

A doença de Chagas é endêmica no continente Americano (América do Sul e Central); estimativas da Organização Mundial de Saúde apontam para 16 a 18 milhões de pessoas infectadas pelo *Trypanosoma cruzi* e mais de 90 milhões em risco de contaminação³¹. No Brasil¹⁰, recentemente, estimativas sorológicas mostraram que 8 a 9 milhões de pessoas estão infectadas, das quais aproximadamente 30% a 40% tem algum grau de comprometimento cardíaco.

É aceito atualmente que nos pacientes com insuficiência cardíaca congestiva (ICC), a circulação periférica é o maior fator limitante do transporte de oxigênio, e o pico de consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) parece relacionar-se mais ao pico de fluxo sanguíneo para o músculo do que ao débito cardíaco máximo¹⁷⁻²⁵. O uso do limiar anaeróbio

(LA) para avaliar a capacidade funcional do coração, e conseqüentemente o grau de comprometimento cardíaco, é baseado na evidência de que inadequado suprimento sanguíneo²⁵ ou inadequada capacidade oxidativa do músculo esquelético no exercício⁴⁴ são os maiores fatores que levam à reduzida capacidade funcional em pacientes com ICC.

O LA é um índice objetivo obtido do teste de esforço submáximo e não é influenciado pela motivação do paciente. Recentemente, tem se confirmado a validade do LA, determinado por medidas de trocas gasosas respiratórias assim como sua reprodutibilidade em pacientes com ICC¹⁵⁻³⁴⁻³⁵. O LA tem uma boa correlação com o $\dot{V}O_{2max}$ ⁹ como também com o $\dot{V}O_2$ ¹⁶ pico.

O presente trabalho avalia o LA em portadores da doença de Chagas com graus variáveis de comprometimento cardíaco, com a finalidade de correlacionar estes dados com o grau de lesão cardíaca.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 28 pacientes (18 homens; idade média de $47 \pm 6,7$ anos) com reação de hemaglutinação e imunofluorescência indireta positivas para *T. cruzi*, sem outras doenças associadas, submetidos à avaliação cardiopulmonar

Serviço de Cardiologia do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Programa de Engenharia Biomédica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. Financiado com verbas da FINEP, CNPq e CEPG.

Endereço para correspondência: Dr. Roberto Coury Pedrosa Centro de Tratamento Intensivo do HU-CFF/UFRJ. Av. Brig Trompowski s/nº 13º andar, Ilha do Fundão 21941-680 Rio Janeiro, RJ, Fax: (021) 270-8992.

Recebido para publicação em 28/02/96.

por esforço. A reação para cruzipaina foi realizada pela técnica ELISA nos pacientes com resultados duvidosos.

O critério para seleção destes 28 pacientes foi: idade entre 40 e 60 anos com objetivo de evitar a interferência da idade sobre o LA¹⁵; e detecção satisfatória do LA.

Foram respeitados neste trabalho as recomendações da OMS¹⁴ e da Declaração de Helsinki (1963) revisada em Veneza (1983).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do HU-CFF/UFRJ.

Foram excluídos pacientes que apresentassem concomitantemente hipertensão arterial sistêmica; doença pulmonar obstrutiva crônica; doenças orovalvares; tabagismo importante; alcoolismo crônico; cardiopatias congênitas; coronariopatia obstrutiva ou portadores de marcapasso cardíaco.

Os 14 pacientes dos grupos II e III estavam em condição clínica estável nos últimos 3 meses.

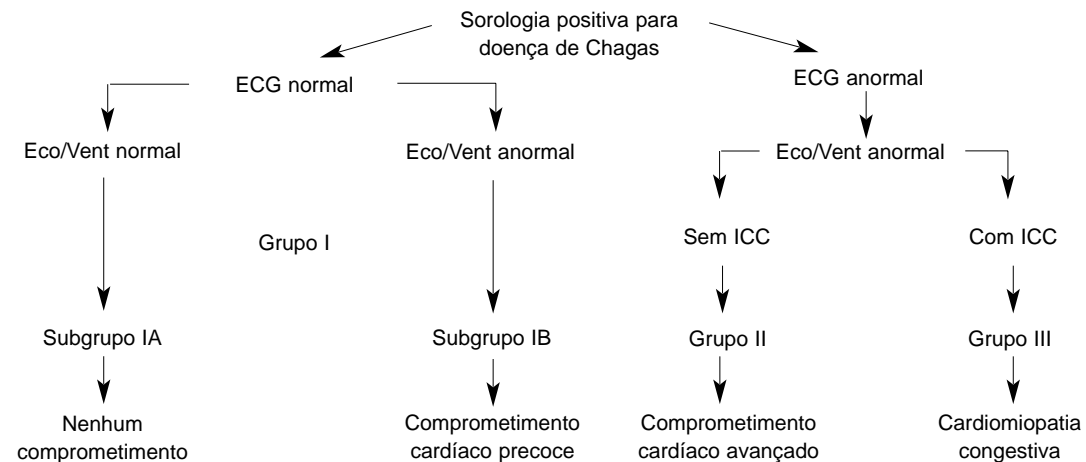
Os sete pacientes do grupo II estavam em uso de diurético e captopril e os outros 7 do grupo III, usavam estes medicamentos e mais digital, espironolactona e warfarina, de forma a mantê-los sem edema periférico e com peso

corporal dentro de ± 1 kg do início do tratamento, débito urinário de cerca de 1500ml e eletrólitos plasmáticos normais.

Os medicamentos foram suspensos 48 horas antecedendo ao exame, retornando imediatamente após os mesmos. Nenhuma complicação ocorreu como resultado do estudo.

Todos os pacientes foram submetidos a:

*Avaliação clínica*⁷. Exame clínico e laboratoriais de rotina; o critério para ICC foi do estudo de Framingham²⁷. Os pacientes foram grupados segundo a classificação clínico-hemodinâmica de Los Andes⁴ (Figura 1). A ventriculografia invasiva foi substituída pela análise não invasiva do ventrículo pelo ecodoppler cardiograma bidimensional intracavitário²⁸. Avaliação radiológica onde se mediu o volume cardíaco¹⁸ e relação cardior torácica³⁶, eletrocardiograma de 12 derivações utilizando o código de Minnessota adaptado para doença de Chagas²¹, monitorização eletrocardiográfica ambulatorial contínua-Holter-(avaliação de arritmias)¹³ e ecocardiografia bidimensional com doppler intracavitário¹¹.



Histologia miocárdica:
IA = celular
IB = segmentar
II = avançado
III = severo

Figura 1 - Classificação clínico-hemodinâmica de Los Andes.

Na *ecodopplercardiografia* avaliou-se motilidade segmentar e o grau de espessamento sistólico. A função diastólica⁴⁵ foi avaliada pela presença ou não de déficit de relaxamento e/ou padrão restritivo. A fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) foi calculada pelo método de Teicholz³⁸. As medidas ecocardiográficas representam as médias de 3 batimentos para pacientes com ritmo sinusal e de 5 para aqueles com fibrilação atrial. Os cálculos foram realizados separadamente por 2 examinadores com experiência em doença de Chagas.

Metodologia do teste cardiopulmonar: A Figura 2 mostra o esquema de processamento de sinais da avaliação do consumo de oxigênio durante o exercício em pacientes chagásicos. Os testes foram efetuados em uma bicicleta ergométrica mecânica, em uma faixa de 20rpm. A execução do exame foi limitada por sintomas. Optou-se pelo teste contínuo com incremento de carga minuto a minuto objetivando atingir o $\dot{V}O_2$ max predito em 10 minutos⁴². Para seleccionar o aumento de carga foi usada a seguinte fórmula: Δ Watts aumento/minuto = $(\dot{V}O_2$ max- $\dot{V}O_2$ sem carga)/100 onde $\dot{V}O_2$ sem

carga em ml/minuto = $150 + (6 \times \text{kg}) + \dot{V}O_2$ max em ml/minuto = (altura em cm x idade em anos) x 20 para homens e x 14 para mulheres. Após 4 minutos de repouso no ergômetro, o exercício iniciou com 4 minutos de aquecimento sem carga para evitar a influência do vago no tonus vascular, seguido de aumento de carga minuto a minuto.

Os parâmetros respiratórios medidos foram: ventilação minuto (V_{min}), frequência respiratória (f), fração expiratória "end-tidal" de oxigênio ($F_{et}O_2$), fração expiratória "end-tidal" de dióxido de carbono ($F_{et}CO_2$), consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e quociente respiratório (RQ).

As medidas foram realizadas em um pneumotacógrafo tipo Fleisch N-2, aquecido a 37°C acoplado a um transdutor de pressão diferencial (Microswitch) para medição de fluxo e volumes respiratórios; e um espectrômetro de massa respiratório (Airspec MGA 2000) para medição de frações gasosas (Figura 3). Utilizou-se calibração linear para o pneumotacógrafo realizada a cada dia. Os volumes respiratórios foram calculados através da integral do fluxo respiratório. O espectrômetro de massa

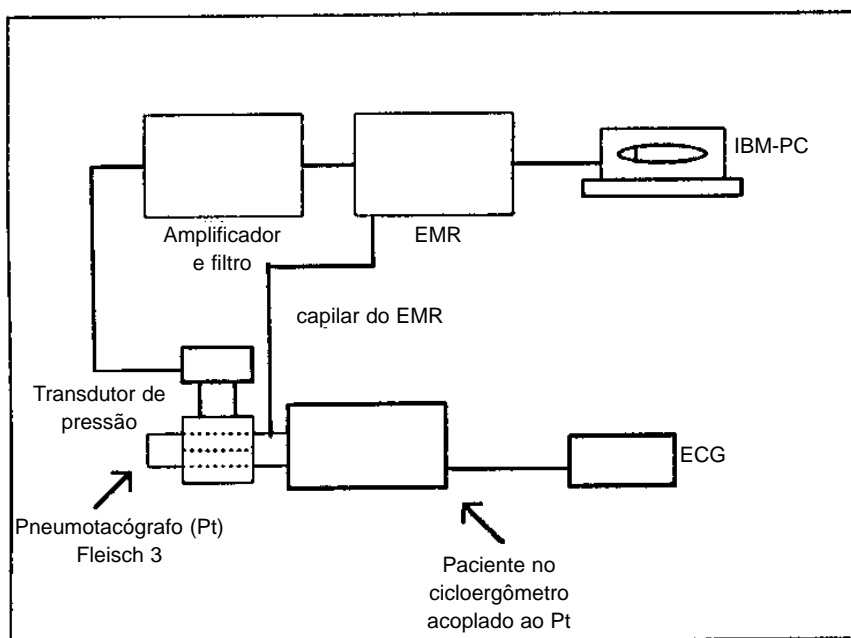


Figura 2 - Esquema do sistema de processamento de sinais da avaliação do consumo de oxigênio durante o exercício em pacientes chagásicos.

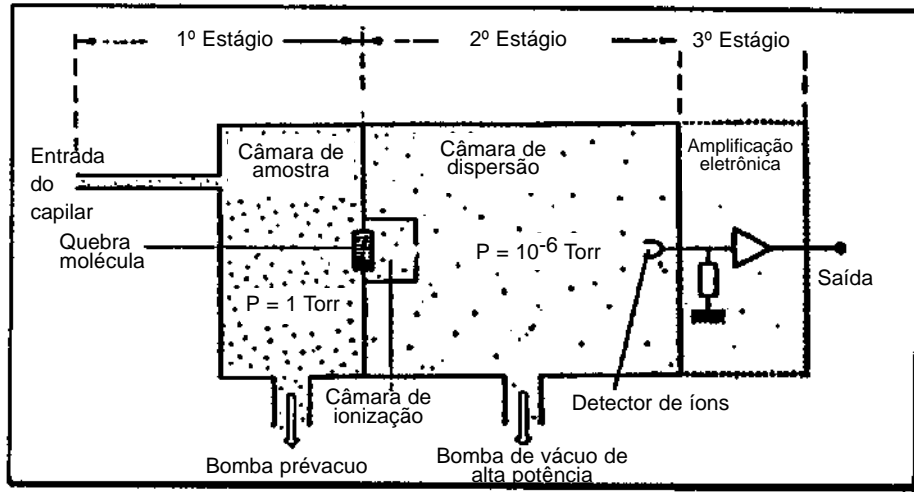


Figura 3 - Esquema do espectrômetro de massa respiratório com entrada contínua

respiratório (EMR) foi calibrado diariamente através de ajuste linear utilizando-se duas misturas gasosas de composição conhecida (ar ambiente e mistura $FN_2 = 83,08\%$; $FO_2 = 12,05\%$ e $FCO_2 = 4,87\%$). Os valores de $\dot{V}O_2$ e $\dot{V}CO_2$ foram calculados através da integral do produto das frações dos gases multiplicada pelo fluxo respiratório. Os dados foram amostrados através do espectrômetro de massa respiratório (frequência de amostragem igual a 60Hz) processados e armazenados em um

microcomputador IBM PC 386 compatível. Medições de cada variável eram obtidas para cada ciclo respiratório.

O LA foi determinado a partir da inspeção visual do gráfico $\dot{V}CO_2$ versus $\dot{V}O_2$. Este método baseia-se na identificação da reta média dos pontos representados e a que representa a média da inclinação para cima desta reta. A interseção de ambas define o LA (Figura 4)^{2,39}. As medições referidas foram feitas por dois observadores independentes e o LA foi a média

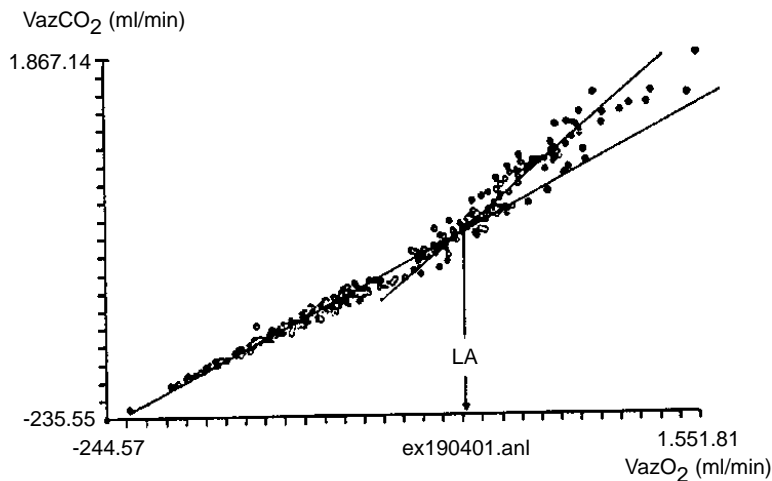


Figura 4 - Registro gráfico de $\dot{V}CO_2$ em função de $\dot{V}O_2$ (curva-V) em um paciente com cardiopatia chagásica.

das duas observações. A monitorização do quociente respiratório (RQ) permitiu identificar a proximidade do LA, e conseqüentemente a graduação do esforço à continuidade do teste

Análise estatística. Os resultados foram expressados como valores médio \pm 1 desvio padrão. Os pacientes foram agrupados de acordo com a classificação de Los Andes. A estatística foi realizada pela análise de variância "one-way" (ANOVA) para justificar se existe diferença significativa do LA entre os grupos (IA, IB, II e III). O teste de Tukey foi aplicado para determinar quais os grupos que diferem entre si. O nível de probabilidade $<$ 0,05 foi

considerado significativo. O software usado foi o Systat.

RESULTADOS

Medida do LA. A Figura 5 mostra a análise dos gases respiratórios de um paciente chagásico com comprometimento cardíaco durante o teste cardiopulmonar. O quociente respiratório aumentou após um período de estabilidade ultrapassando a 1 no mesmo momento em que $\dot{V}CO_2$ ultrapassa $\dot{V}O_2$, e o consumo de oxigênio para esta carga de trabalho corresponde ao LA. Na Figura 4, do mesmo paciente, $\dot{V}CO_2$ foi

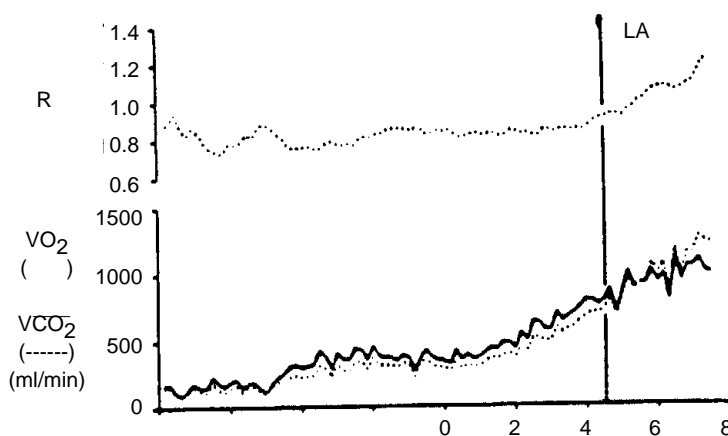


Figura 5 - Registro gráfico de RQ e do $\dot{V}O_2/\dot{V}CO_2$ "on line". A linha vertical mostra o LA.

plotado como uma função de $\dot{V}O_2$ (curva -V). O ponto de maior inclinação entre as duas retas é o LA. Nota-se que a relação $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ abaixo do LA no eixo das abscissas é aproximadamente 1 enquanto $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ acima do LA é maior do que 1.

A variabilidade interobservador da determinação do LA foi suficientemente pequena ($r^2 = 0,80$ e $p < 0,0005$).

LA x Andes. A Tabela 1 e a Figura 6 mostram os valores médios do LA para os pacientes dos grupos IA, IB, II e III da classificação de Los Andes correlacionados com as medidas de, índice de diâmetro diastólico final de VE (IDVE), índice do diâmetro final de átrio esquerdo (IAE) e fração de ejeção (FEVE) onde

r^2 representa o coeficiente de determinação do LA com IDVE, IAE e FEVE. Não houve diferença de idade entre os 4 grupos de Los Andes ($p = 0,278$) assim como de peso ($p = 0,690$). O LA do grupo IA foi significativamente superior a todos os demais grupos ($p < 0,0005$). A comparação entre os grupos IB, II e III não revelou significância estatística.

Relação entre disfunção diastólica de VE e LA. A Figura 7 mostra a relação do LA em pacientes sem disfunção diastólica, e naqueles com deficit de relaxamento ou padrão restritivo de disfunção diastólica ($p = 0,001$).

Os pacientes sem disfunção diastólica (todos do grupo IA) tiveram o maior LA médio ($17 \pm 5,1 mlO_2/min$ por kg; $p = 0,001$).

Tabela 1 - Características dos 28 pacientes.

	Pacientes (Los Andes)				p	r ²
	Grupo IA	Grupo IB	Grupo II	Grupo III		
Número	9	5	7	7	-	-
Idade (ano)	43 ± 6	50 ± 7	48 ± 6	46 ± 8	0,27	-
Peso (kg)	65 ± 9	63 ± 6	65 ± 2	59 ± 4	0,69	-
LA (ml/min/kg)	17 ± 5	10 ± 2	12 ± 3	9,5 ± 4	0,002	-
IDVE (mm/m ²)	30 ± 3	30 ± 4	31 ± 5	39 ± 3 ^β	0,000	0,02
IAE (mm/m ²)	20 ± 2 [#]	21 ± 1 ^α	21 ± 3 ^α	26 ± 1	0,000	0,09
FEVE (%)	65 ± 4 [*]	57 ± 2	59 ± 9	30 ± 11	0,000	0,31

Valores são dados como valor médio ± SD; LA = Limiar anaeróbio; Los Andes = classificação clínica-hemodinâmica de Los Andes; IDVE = índice diâmetro diastólico final de VE; IAE = índice diâmetro interno de AE; FEVE = fração de ejeção de VE; r² coeficiente de determinação; p = nível de significância; * p < 0,0005 na comparação de IA com os demais grupos; # p < 0,005 na comp IA c/ III; α p < 0,005 na comp IB c/ III; β p < 0,001 na comp III c/ os demais grupos

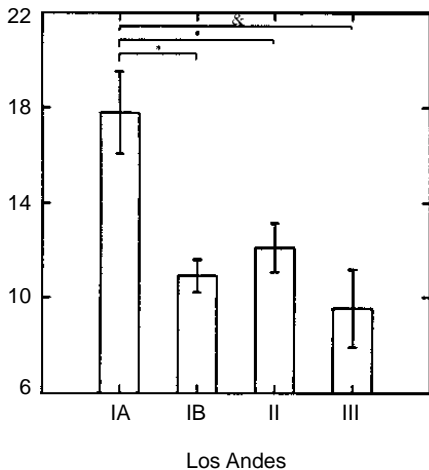


Figura 6 - Comparação do LA dos pacientes do grupo IA com os demais grupos de Los Andes onde & p = 0,002; * p = 0,04 e * p = 0,02.

O LA médio nos 10 pacientes com padrão deficit de relaxamento (2 de 7 pacientes do grupo III; 3 de 7 do grupo II e 5 de 5 do grupo IB) foi de 11 ± 2,4mlO₂/min por kg. Comparando este grupo de pacientes com deficit de relaxamento com grupo IA houve uma diferença significativa (p = 0,005). A média do LA nos 9 pacientes com padrão restritivo de disfunção diastólica (5 de 7 pacientes do grupo III e 4 de 7 do grupo II) foi 10 ± 3,9mlO₂/min por kg. As diferenças entre este grupo com disfunção diastólica restritiva e o grupo sem disfunção foi significativa (p = 0,001) porém entre o grupo com disfunção diastólica restritiva e o grupo com deficit de relaxamento a diferença não foi significativa (p = 0,752).

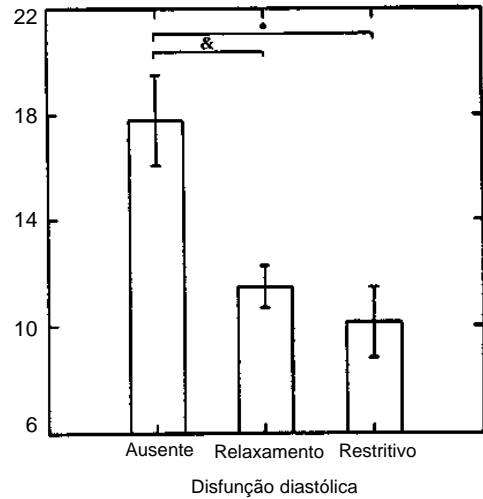


Figura 7 - Comparação do LA dos pacientes sem disfunção diastólica com aqueles com graus variáveis de disfunção diastólica onde * p = 0,001 e & p = 0,005.

FEVE e Andes. A Tabela 1 mostra a relação da fração de ejeção de VE nos diferentes grupos da classificação de Los Andes. O grupo IA apresentou FEVE estatisticamente superior à dos demais grupos (p < 0,0005). Ao analisarmos a correlação entre o LA e a FEVE observou-se uma correlação significativa (r² = 0,31, p < 0,002) quando consideramos todos os pacientes chagásicos, porém quando analisamos cada grupo, nenhuma significância estatística é obtida.

IAE, IDVE e LA. O IAE e o Limiar Anaeróbio médio não mostraram uma correlação significativa quando estudado para todos os pacientes (r² = 0,09, p = 0,112). O IDVE também não apresentou correlação significativa com o LA (r² = 0,02, p = 0,471).

DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros que avaliam o grau de comprometimento do coração na insuficiência cardíaca a tolerância ao esforço é o de maior significado, por ser mais fácil e precisamente determinável e também por ter uma correlação mais linear com a sobrevivência^{2 9 15 16 34 35 38 39 40}.

No entanto, a determinação da tolerância ao esforço no cardiopata tem limitações ligadas a determinação de VO₂max estimado para normais, ao protocolo de esforço, a fadiga dos quadriceps atingida antes do nível de esforço possível para o grau de cardiopatia limitando

assim a avaliação correta, a resposta metabólica e hemodinâmica é mais lenta no cardiopata dificultando chegar ao steady-state, e duração do esforço dependente da motivação do paciente e das características do profissional que aplica o teste.

Por todas essas razões, a análise dos gases respiratórios durante o exercício tem sido preconizado como a melhor avaliação da capacidade de esforço do cardiopata e consequentemente do grau de acometimento do órgão^{34 35 38 39}.

Infelizmente pacientes com ICC raramente alcançam o verdadeiro $\dot{V}O_2$ max, logo, o valor máximo do $\dot{V}O_2$ obtido neste paciente, chamado $\dot{V}O_2$ pico é limitado por sintoma e então não é independente da motivação do paciente. Mesmo o uso deste $\dot{V}O_2$ pico (Weber e cols)⁴⁰ tem limitações ligadas à não consideração de variáveis que o influenciam tal como a idade, sexo, treinamento prévio e a possibilidade de influência do ergômetro e do protocolo utilizado.

Para evitar estes inconvenientes, Wasserman e cols^{2 38 39} propuseram o uso do LA para medição da capacidade funcional do coração pelo esforço, através da análise da curva-V durante o exercício². O uso do mesmo para monitorar alterações no metabolismo do exercício implica nas seguintes condições: a) ventilação-minuto no exercício é rigorosamente relacionada à produção de CO_2 ; b) anormalidades hemodinâmicas levando à estimulação de receptores juxta pulmonares não alteram o drive respiratório; c) significativa acúmulo de lactato sanguíneo induzido pelo exercício são refletidos por correspondente mudanças no LA^{20 41}. Como vantagens, parece ser independente da motivação do paciente, é objetivo e reproduzível, sem necessidade de alcançar o $\dot{V}O_{2max}$ do exercício^{34 35}.

No início do exercício, a produção de CO_2 aumenta linearmente com o consumo de O_2 mantendo uma relação ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$) próxima de 1, constituindo o primeiro ramo da curva-V; com incremento do exercício a produção de CO_2 ultrapassa o consumo de O_2 e o gráfico desta relação é expresso por outra reta com uma inclinação sobre a anterior (Figura 4) O momento de mudança na direção destas retas marca o LA, que tem sido usado para definir a gravidade da ICC^{2 15 16 17 19}.

O LA é assim uma variável que representa o mais alto nível de consumo de oxigênio

acima do qual o indivíduo não poderia realizar trabalho sem desenvolver uma acidose láctica. (para cada miliequivalente de ácido láctico tamponado pelo bicarbonato temos um adicional de 22ml de CO_2)^{20 43}.

Partindo da constatação de que devido a um maior comprometimento da função cardíaca, o paciente cardiopata é mais dependente do metabolismo anaeróbio do que o indivíduo normal para realizar o mesmo nível de exercício, Koike e cols¹⁹ submeteram 42 indivíduos normais e 106 pacientes com vários tipos de doença cardíaca crônica a um teste cardiopulmonar analisando o LA pela curva-V. Concluíram os autores que a inclinação da curva reflete a extensão do metabolismo anaeróbico necessário para suplementar o deficit energético.

No presente estudo, o aumento do $\dot{V}CO_2$ em relação ao $\dot{V}O_2$ (curva-V) do LA apresentou níveis de LA em cardiopatas chagásicos significativamente mais baixos dos que nos cardiopatas de etiologias variadas do estudo de Koike e cols¹⁹. Uma possível explicação é que na doença de Chagas, ao contrário dos pacientes da série de Koike e cols o comprometimento do ventrículo direito é precoce e as vezes constitui mesmo a única anormalidade detectável^{24 33} conduzindo a quadros clínicos de congestão sistêmica e redução de fluxo sanguíneo periférico²². Outro possível fator poderia ser a disfunção autonômica cardíaca na doença de Chagas, expressa por depressão da atividade eferente parassimpática, responsável pela elevação da resistência vascular periférica²⁵.

Correlação do LA com o grau de comprometimento cardíaco segundo a classificação de Los Andes. Na presente série o LA, apresenta valores mais baixos à medida que o grau de comprometimento cardíaco segundo a classificação de Los Andes aumentava (Tabela 1 e Figura 6). No entanto os pacientes do grupo IB (ECG normal; ventriculograma no ECO anormal) embora apresentassem valores de LA inferiores ao do grupo IA (ECG e ventriculograma no ECO normal) ($p = 0,024$), tais valores também foram inferiores ao do grupo II (ECG e ventriculograma no ECO anormal sem ICC) ($p = 0,955$). O LA médio dos pacientes do grupo IB foi superior ao dos pacientes do grupo III (ECG e ventriculograma no ECO anormal com ICC) ($p = 0,633$) Se aumentássemos os pacientes do grupo IB provavelmente teríamos níveis

significativos... O LA dos pacientes do grupo II foi superior ao grupo III ($p = 0,626$).

O menor LA nos pacientes do grupo IB em relação ao grupo IA, encontra suporte nas observações de Carrasco e cols⁴, que demonstraram em biópsias endomiocárdicas lesões intracelulares mínimas no grupo IA enquanto os do grupo IB tinham lesões, ainda que segmentares, eram mais acentuadas que no grupo IA.

Por outro lado, pacientes do grupo IB manifestaram na ventriculografia sinais de assimetria segmentar com disfunção diastólica de VE. Corroborando com estes dados todos os 5 pacientes do grupo IB na presente série tinham disfunção diastólica enquanto nenhum paciente do grupo IA apresentou tal anormalidade. Disfunção diastólica esteve presente em 100% dos pacientes do grupo II e III sendo que o padrão restritivo foi observado mais freqüentemente à medida que tínhamos um maior comprometimento cardíaco segundo a classificação de Los Andes.

A disfunção diastólica, tradução do comprometimento precoce do coração na doença de Chagas⁶, cursa com diminuição da velocidade circulatória, o que por si só reduz o LA^{25,26}. Outro fator que pode estar em jogo e que reduz o LA é o descondicionamento físico, presente nos casos da presente série.

Outros estudos têm mostrado consistentemente que medidas não invasivas da contratilidade, pré-carga e pós-carga se correlacionam pobremente com a tolerância ao exercício. Os resultados da presente série corroboram estas afirmações ($r^2 = 0,10$, $p < n s$). Podem ser explicados primeiro pelo fato de que os critérios acima mencionados nem sempre correlacionam com os critérios de exercício devido à existência da reserva cardíaca e segundo pela adaptação periférica que é subestimada.

Concluímos que o LA determinado pela análise da curva-V diminui coincidentemente com o maior grau de comprometimento cardíaco na doença de Chagas. Esta diminuição é precoce, progressiva e presente já para os menores graus de alterações ventriculográficas na doença tal como detectados pela ecocardiografia.

Limitações

Existem claras limitações metodológicas no presente estudo, que contudo não invalidam

os resultados. Assim, por exemplo, não foi determinado o ponto de compensação respiratório que é um dos indicadores de influências de mecanismos propriamente ventilatórios sobre o LA, nem foi considerado o comportamento da curva de $\dot{V}O_2$ na recuperação do exercício que também se correlaciona com o grau de comprometimento miocárdico. Finalmente, não foi analisado o comportamento da inclinação da curva-V acima do LA. O estudo destas variáveis encontra-se em investigação no nosso grupo, através de método automático de detecção do LA.

Do mesmo modo não foi obtido um steady state no nosso protocolo de exercício, uma vez que é aceito que para tal são necessários no mínimo 3 minutos em cada carga e por isto provavelmente nossos resultados não se aplicam a outros protocolos de exercício.

SUMMARY

Anaerobic threshold (AT) as measured by V-slope, is the best parameter of cardiac reserve in patients with heart failure. A reduction of AT reflects linearly a limited cardiopulmonary reserve in patients with heart disease. We measured the anaerobic threshold from 28 patients (18 men; age $47 \pm 6,7$ years) classified into four groups: IA (normal ECG, without heart disease; 9 patients); IB (normal ECG, early left ventricular segmental abnormalities; 5 patients); II (abnormal ECG, advanced myocardial damage, no signs of heart failure; 7 patients); and III (abnormal ECG, end-stage, congestive heart failure; 7 patients). The analysis of variance indicated that the anaerobic threshold from patients of group IA was significantly greater than in groups IB, II and III ($p = 0,001$). Tukeys multiple comparison test showed no significative differences between mean AT in groups IB, II and III. The present study clearly demonstrates that occurrence of initial left ventricular contraction abnormalities is associated with definite reduction of cardiopulmonary reserve, and that this reduction is progressive and parallels the hemodynamic alterations. The most probable cause of this finding in group IB is diastolic dysfunction as clearly shown in echocardiogram.

Key-words: Chronic chagasic cardiopathy. Anaerobic threshold. Test cardiopulmonary. V-slope analysis. Chagas disease.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Paulo R da Costa, Cristina Borges e Sá pelos serviços técnicos

prestados e a Rosângela Aparecida Martins Noé pela colaboração na análise estatística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barreto ACP. Aspectos polimórficos da cardiopatia na forma indeterminada da doença de Chagas. Estudo comparativo dos resultados obtidos por métodos não invasivos. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 43:124-132, 1985.
2. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting the anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology* 60:2020-2027, 1986.
3. Buchfuhrer MJ, Hansen JE, Robinson TE, Sue DY, Wasserman K, Whipp BJ. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *Journal of Applied Physiology* 55:1558-1564, 1983.
4. Carrasco HA. Diagnóstico de Dano Miocárdico en la Enfermedad de Chagas. *Textos de la Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes, Mérida*, 1983.
5. Cohen Solol, Chabernand JM, Gourgon R. Oxygen uptake in chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology* 16:80-85, 1990.
6. Combelhas I, Puigbo JJ. Echocardiographic features of impaired left ventricular diastolic function in Chagas' heart disease. *Bristh Heart Journal* 53:298-309, 1985.
7. Conselho Nacional Pesquisa CNPq. Epidemiologia da doença de Chagas. Objetivos e metodologia dos estudos longitudinais. Relatório Técnico número 1. Belo Horizonte, 1974.
8. Espinosa R, Carrasco HA, Belandria F. Life expectancy in patients with Chagas' disease: prognosis after one decade (1973-1983). *International Journal Cardiology* 8:45-56, 1985.
9. Davis JA, Vodak P, Wilmore JH, Vodak J, Kurtz P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three models of exercise. *Journal of Applied Physiology* 41:544-550, 1976.
10. Dias JCP. A doença de Chagas e seu controle na América Latina. Uma análise de possibilidades. *Cadernos de Saúde Pública*. Rio Janeiro p. 9:201-209, 1993.
11. Feigenbaum H. *Echocardiography*. Philadelphia, 1986.
12. Franciosa JA, Ziesche S, Wilen M. Functional capacity of patients with chronic left ventricular failure. *American Journal Medicine* 67:460-466, 1979.
13. Grupi CJ, Sosa EA, Carvalho JF, Antonelli RH, Bellotti G, Pileggi F. Variabilidade espontânea da extra-sístole ventricular na cardiopatia chagásica crônica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 56:445-450, 1991.
14. Gutteridge F. Human experimentation and medical ethics. *International guidelines for biomedical research involving human subjects*. WHO chron 35:212, 1981.
15. Itoh HKA, Taniguchi KMF. Severity and pathophysiology of heart failure on the basis of anaerobic threshold (AT) and related parameters. *Japan Circulation Journal* 53:146-154, 1989.
16. Itoh HKA, Taniguchi KMF, Koike A, Doi M. Evaluation of severity of heart failure using ventilatory gas analysis. *Circulation* 81 (suppl II):II-31, II-37, 1990.
17. Jennings GL, Esler MD. Circulatory regulation at rest and exercise and the functional assessment of patients with congestive heart failure. *Circulation* 81 (suppl II):II-5, II-13, 1990.
18. Keats TE, Enge JP. Cardiac mensuration by the cardiac volume method. *Radiology* 85:850-855, 1965.
19. Koike A, Hiroe M, Adachi H, Yajima T, Nogami A, Itoh HKA. Anaerobic Metabolism as an indicator of Aerobic Function during exercise in cardiac patients. *Journal of the American College of Cardiology* 20:120-126, 1992.
20. Koike A, Weiler-Ravell D, McKenzie DK, Zanconato S, Wasserman K. Evidence that the metabolic acidosis threshold is the anaerobic threshold. *Journal of Applied Physiology* 68:2521-2526, 1990.
21. Maguire JH, Souza JAA. Eletrocardiográfico classification and abbreviated lead system for population based studies of Chagas' disease *Bull Pan Am Health Organization* 16:47, 1982.
22. Marin-Neto JA, Andrade ZA. Por que é usualmente predominante a insuficiência cardíaca direita na moléstia de Chagas? *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 57:181-183, 1991.
23. Marin-Neto JA, Maciel BC, Gallo L Jr, Jungueira LF Jr, Amorim DS. Effect of parasympathetic impairment on the haemodynamic response to handgrip in Chagas' heart disease. *Bristh Heart Journal* 55:204-210, 1986.
24. Marin-Neto JA, Marzullo P, Sousa ACS, Marcassa C, Maciel BC, Iazigi N. Radionuclide angiographic evidence for early predominant right ventricular

- involvement in patients with chagas disease. *Canadian Journal of Cardiology* 4:231-236, 1988.
25. Mason DT, Zelis R, Langhurst J, Lee G. Cardiocirculatory responses to muscular exercise in congestive heart failure. *Progress Cardiovascular Disease* 14:475-489, 1977.
 26. Massie B, Conway M, Yonge R. Skeletal muscle metabolism in patients with congestive heart failure: relation to clinical severity and blood flow. *Circulation* 76:1009-101, 1987.
 27. McKee PA, Castelli WP, McNamara PM, Kannel WB. The natural history of congestive heart failure. *New England Journal Medicine* 285:1441-1446, 1971.
 28. Medina M, Carrasco HA, Fuenmayor A, Medina A, Garcia MR. Diagnóstico por métodos no invasivos de dano ventricular izquierdo incipiente en pacientes chagásicos. Utilidad de la ecocardiografia y la fonomecanocardiografia. *Archivo do Instituto de Cardiologia do Mexico* 50:663-669, 1980.
 29. Morris SA, Tanowitz HB, Wittner M, Bilezikian JP. Pathophysiological insights into the cardiomyopathy of Chagas' disease. *Circulation* 82:1900-1909, 1990.
 30. Mota ELA. Mortalidade em uma população de área rural endêmica para a doença de Chagas. Um estudo longitudinal de 9 anos em Castro Alves. Tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1988 .
 31. Pan American Health Organization. Health conditions in the Americas. Scientific publication 319. Washington DC. Pan American Health Organization n° 524, p.160-164, 1990.
 32. Prata AR. Natural history of chagasic cardiomyopathy. In: New approaches in American Trypanosomiasis research. Scientific publication 318. Washington DC. Pan American Health Organization, p.191-194, 1976.
 33. Simões MV, Nonino A, Simões BP, Almeida Filho OC, Maciel BC, Marin-Neto JA. Reagudização de cardite chagásica provocando insuficiência ventricular direita exclusiva. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 62:435-437, 1994.
 34. Sullivan MJ, Cobb FR. The anaerobic threshold in chronic heart failure: Relation to blood lactate, ventilatory basis, reproducibility and response to exercise training. *Circulation* 81 (suppl II):II-47,II-58, 1990.
 35. Sullivan MJ, Hawthorne MH. Exercise Intolerance in Patients With Chronic Heart Failure. *Progress in Cardiovascular Diseases* 38:1-22, 1995.
 36. Tarasoutchi F, Vianna CB, Monteiro BLF, Danar D, Grinberg M, Pereira Barreto AC. Valor do Índice Cardiorácico na avaliação do comportamento cardíaco em miocardiopatias dilatadas. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 45:403- 406, 1985.
 37. Teicholz LE, Kreulen T. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *American Journal Cardiology* 37:7-11, 1976.
 38. Wasserman K. New concepts in assessing cardiovascular function *Circulation* 78:1060-1071, 1988.
 39. Wasserman K, Beaver WL, Whipp BJ. Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic) threshold. *Circulation* 81:II-14-30, 1990.
 40. Weber KT, Kinasewitz GT, Janicki JS, Fishman AP. Oxygen utilization and ventilation during exercise in patients with chronic cardiac failure. *Circulation* 65:1213-1223, 1982.
 41. Weber KT, Janicki JS. Lactate production during maximal and submaximal exercise in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology* 6:717-724, 1985.
 42. Whipp BJ, Davis JA, Torres F, Wasserman K. A test to determine parameters of aerobic capacity during exercise. *Journal of Applied Physiology* 50:217-230, 1981.
 43. Whipp BJ, Mahler M. Dynamic of gas exchange during exercise , In: West JB (ed) *Pulmonary gas exchange*. New York, Academic Press, vol 2, p.36-96, 1980.
 44. Wiener DH, Fink LI, Maris J, Jones RA, Chauce B, Wilson JR. Abnormal skeletal muscle bioenergetics during exercise in patients with heart failure: Role of reduced muscle blood flow. *Circulation* 73:1127-1136, 1986.
 45. Xie GY, Berk MR, Smith MD, Gurley JC, DeMaria AN. Prognostic Value of Doppler Transmitral Flow Patterns in Patients With Congestive Heart Failure. *Journal of the American College of Cardiology* 24:132-139, 1994.