

Aristarco G. Siqueira Filho *
Claudio Leinig Pereira da Cunha **
Emilio R. Giuliani ***
José Ananias Figueira da Silva ****

O ECOCARDIOGRAMA NO ATLETA. ANÁLISE COMPUTADORIZADA DA FUNÇÃO VENTRICULAR ESQUERDA EM JOGADORES PROFISSIONAIS DE FUTEBOL

Exames ecocardiográficos, incluindo análise computadorizada da função ventricular esquerda, foram realizados em 60 jogadores profissionais de futebol (grupo A) e em 20 indivíduos não atletas de idade comparável (grupo B). A análise rotineira dos traçados revela que os atletas apresentam aumento da massa ventricular, dilatação das cavidades de ventrículo, direito (VD), esquerdo (VE) e átrio esquerdo, hipertrofia do septo interventricular (SIV), quando comparados com os controles. A relação septo/parede posterior (PP) foi maior do que 1,3 em 17 jogadores (28,3%), valor não observado em nenhum dos não atletas. Os atletas apresentam ainda aumento dos volumes diastólico e sistólico final, do débito sistólico e da excursão da PPVE, mas a análise das demais variáveis funcionais revela que não existem diferenças significativas entre as duas populações estudadas.

A análise computadorizada dos traçados confirma a hipertrofia do SIV e a dilatação do VE nos atletas, mas a análise da função global do VE revela que não há diferenças significativas entre os dois grupos estudados. A análise detalhada da função ventricular regional mostra, no entanto, que os jogadores de futebol apresentam alterações das primeiras derivadas do afilamento e do espessamento septais e da parede posterior do VE e da primeira derivada normalizada do espessamento da parede posterior do VE, quando comparados com o grupo controle.

A prática regular de esportes pode alterar de modo significativo o comportamento anátomo-fisiológico do coração. A terminologia “coração de atleta”, inicialmente significando “um coração aumentado resultante do atletismo”¹, passou, com a introdução das técnicas radiológicas e eletrocardiográficas, a ter uma conotação mais ampla: “síndrome do coração de atleta”, englobando uma série de alterações de exame físico, arritmias e hipertrofia ventricular associadas à cardiomegalia, que podem ser encontradas em participantes de competições esportivas vigorosas²⁻⁷. A presença de dilatação e/ou hipertrofia ventricular progressiva em determinados atletas⁸⁻⁹ e em animais de laboratório¹⁰ têm sugerido a alguns que o coração do atleta é patológico e que o repetido esforço do exercício pode levar a um desempenho cardíaco deficiente¹¹⁻¹². Outros investigadores chegam a sugerir que a hipertrofia do coração do atleta seja “fisiológica”¹³⁻¹⁴, podendo até mesmo contribuir para uma função ventricular “superior”¹⁴.

Com a recente introdução da ecocardiografia como método preciso de avaliação cardiológica, alguns trabalhos^{3-4,14-21} relacionados com esportes como esqui sobre a neve, “hockey” sobre o gelo, basquetebol, maratona e natação têm estudado a função ventricular esquerda. Essas investigações mostram, no entanto, ainda significativas discrepâncias entre os resultados, talvez conseqüentes aos diferentes tipos de treinamento, à variação individual de resistência dos atletas e, possivelmente, aos diversos métodos de estudo empregado.

Com a introdução das técnicas de computação e análise digital dos dados²²⁻²⁴, medidas instantâneas das dimensões e do volume ventricular esquerdo, da velocidade de enchimento ventricular, da duração do período de enchimento rápido, associadas a medidas de função regional do septo e da parede posterior do ventrículo esquerdo, têm sido empregadas para uma avaliação das funções do ventrículo esquerdo em diversas doenças, com ótima correlação com dados angiográficos²⁵⁻²⁹.

Trabalho de pesquisa desenvolvido com o auxílio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Processo: 30.5351/76.

* Professor-djunt, UFRJ Pesquisador CNPq.

** Professor-Adjunto, Universidade Federal do Paraná.

*** Professor-Titular, Mayo Medical School, USA.

**** Professor-Adjunto UFRJ. Pesquisador CNPq. Chefe do Serviço de Cardiologia do Hospital Universitário UFRJ.

As demandas cardíacas exigidas para a prática do futebol são intensas e, até o presente, poucos têm sido os estudos ecocardiográficos da função ventricular esquerda em atletas^{30,31}, em nosso meio. A computação digital dos dados ecocardiográficos, para a análise da função global e regional do ventrículo esquerdo em jogadores de futebol forneceu uma série de dados, com os quais se procurou definir se a prática regular desse esporte é ou não benéfica ao coração.

MATERIAL E MÉTODOS

Grupo A - Foi constituído por 60 jogadores de futebol (10 goleiros, 18 jogadores de defesa, 16 jogadores de meio-campo e 16 atacantes) em atividade contínua há pelo menos 4 anos em clubes profissionais no Brasil. Em todos eles, a investigação constou de história clínica, exame físico, eletrocardiograma (ECG) de repouso, radiografia de tórax nas posições ântero-posterior (AP) e perfil esquerdo com esôfago contrastado (PE), provas de função respiratória e ecocardiograma. Naqueles em que havia alterações do ECG em repouso, utilizou-se prova ergométrica em esteira rolante.

A idade variou entre 16 a 32 anos (média 22,18 anos). O peso corporal oscilou entre 57 e 87 kg (média 71,09 kg). A altura média foi 1,75m (de 1,57m a 1,90m). A superfície corporal variou de 1,57 a 2,16 m² (média 1,869 m²). A pressão arterial era normal em todos. O consumo máximo de oxigênio (VO₂, máx.), estimado de acordo com o método de Bruce³², foi 52,87 ± 4,82 ml/kg/min em 18 atletas que foram submetidos à prova ergométrica. Tempo médio de atividade como atleta variou de 4 a 14 anos (média 6,85 anos).

Sete traçados ecocardiográficos do grupo A não foram computadorizados, por motivos técnicos (impossibilidade de boa visualização dos ecos do lado esquerdo do septo interventricular e/ou do endocárdio, de parede posterior do ventrículo esquerdo durante todo o ciclo cardíaco). Ficou o grupo reduzido, na 2ª fase do trabalho, a 53 atletas.

2 - Grupo B - Foi constituído por 20 indivíduos do sexo masculino com idade comparável à dos atletas selecionados (funcionários médicos e paramédicos de um hospital geral do Rio de Janeiro, que negavam a prática regular de qualquer tipo de esporte ou atividade física intensa). A história clínica, o exame físico, o ECG de repouso e as radiografias de tórax (AP e PE) eram normais. Em todos, foi feito ecocardiograma.

A idade variou de 16 a 32 anos (média 22,85 anos). O peso corporal oscilou entre 42 e 85 kg (média 65,64 kg). A altura média foi 1,74m (de 1,64m a 1,85m). A superfície corporal variou de 1,42 a 2,06m² (média 1,790m²).

Os ecocardiogramas foram realizados com aparelho modelo Ekoline 20A, da Smith Kline Instruments, com um transdutor de 2,25 megaHertz de frequência, focado a 7,5 cm de distância e com frequência de repetição de 1000 impulsos por segundo. Os traçados foram obtidos num registrador de papel fotográfico modelo 21 da Smith Kline Instruments, com velocidades de registro de 50 e 100 mm/

s. No papel de registro (Kodak Linagraph modelo 2295), também era feito o registro simultâneo da derivação D₁₁ do ECG. Todos os traçados foram feitos em decúbito dorsal ou lateral esquerdo, conforme técnica estabelecida³³. Foram feitas as seguintes medidas diretas, de acordo com os métodos recomendados pela American Society of Echocardiograph³⁴: diâmetro diastólico da aorta (AO), abertura da valva aórtica (AO), dimensão do átrio esquerdo (AE), diâmetro interno do ventrículo direito (VD), espessura sistólica (septo S) e diastólica do septo interventricular (septo D), relação entre as espessuras diastólicas do septo e da parede posterior do ventrículo esquerdo (SIVPPVE), espessura sistólica (PPVES) e diastólica (PPVED) da parede posterior do ventrículo esquerdo, diâmetro sistólico (VES) e diastólico (VED) do ventrículo esquerdo, velocidade de excursão da rampa EF da valva mitral (MITEF), amplitude de excursão da válvula mitral (MITEXC) do septo interventricular (EXSIV) e da parede posterior do ventrículo esquerdo (EXPPVE) e o tempo de ejeção (DT).

A partir dessas medidas, foram calculadas as seguintes variáveis, utilizando fórmulas descritas³⁵: volume diastólico (VOLUME 1) e sistólico (VOLUME 2) final do ventrículo esquerdo, débito sistólico (DEB), fração de ejeção (EJEÇÃO), porcentual de encurtamento circunferencial do ventrículo esquerdo (PEMCVE), porcentual de espessamento do septo interventricular (PESPSIV) e da parede posterior do ventrículo esquerdo (PESPPVE), débito cardíaco (DEBCARD), velocidade média de encurtamento circunferencial, da fibra miocárdica (VCFM) e massa do ventrículo esquerdo¹⁹ (MASSAVE).

A análise digital dos traçados ecocardiográficos foi realizada somente quando a visualização dos ecos dos lados direito e esquerdo do septo interventricular e do epicárdio e do endocárdio da parede posterior do ventrículo esquerdo em nítida e contínua durante todo o ciclo cardíaco. Os ecocardiogramas foram digitados conforme técnica descrita²³⁻²⁵ utilizando-se um sistema digitador sônico, marca GRAF/PEN (Science Accessories Corporation), que consiste de uma caneta especial, uma mesa para digitação com sensores montados nos eixos X e Y da mesma e uma unidade de comando. Os dados obtidos foram processados em um computador modelo 3500 da Control Data Corporation. Cada traçado foi calibrado marcando-se os pontos de definição de um determinado intervalo de tempo (meio ou um segundo), de uma escala de profundidade (em geral 3 a 5 cm) e marcando-se ainda duas ondas sucessivas no traçado eletrocardiográfico simultâneo, englobando o ciclo cardíaco a ser analisado. Utilizando-se, então, a caneta especial do sistema, foram traçadas, contínua e manualmente, linhas sobrepondo-se aos ecos demarcatórios dos dois lados do septo interventricular e do epicárdio e do endocárdio da parede posterior do ventrículo esquerdo durante todo o ciclo cardíaco em análise (fig. 1). Pontos contínuos eram então gerador em ambas as superfícies do septo e da parede posterior, de modo que uma seqüência de coordenadas era obtida para cada uma das 4 superfícies tra-

çadas. Assim, obtinham-se as dimensões contínuas do ventrículo esquerdo e as espessuras do septo e da parede posterior do ventrículo esquerdo e traçados das primeiras derivadas das variáveis em questão eram visibilizadas num conversor (Scan Converter) marca Tektronic. O registro permanente desse gráfico era feito através de fotografias polaróides e os registros numéricos correspondentes aos gráficos em folhas de computação. A partir dos registros fotográficos ampliados, gráficos foram elaborados (fig. 2) para melhor visibilização dos eventos documentados.

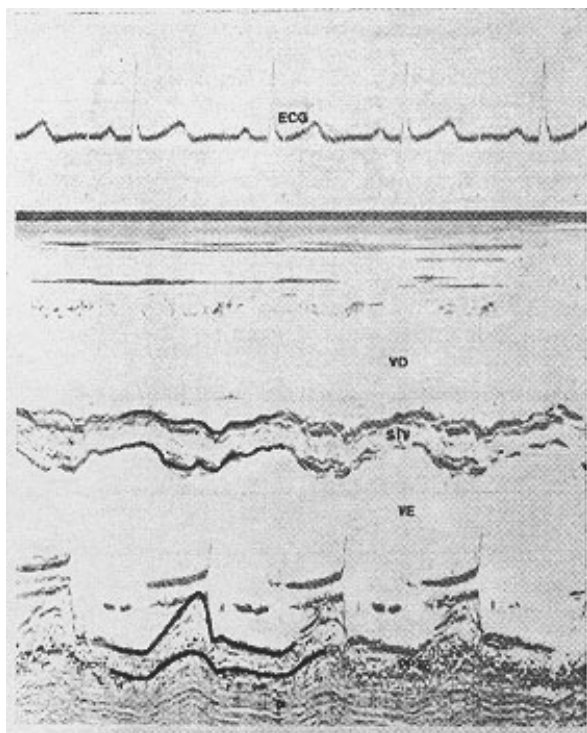


Fig.1 - Exemplo de demarcação dos ecos do lado direito e esquerdo do septo interventricular (SIT) e do epicárdio e endocárdio de parede posterior do ventrículo esquerdo (PPVE), durante a digitação do traçado ECG - eletrocardiograma; VD - ventrículo direito; VE - ventrículo esquerdo; P - pulmão.

As seguintes variáveis obtidas por essa técnica foram analisadas:

A. Dinâmica septal - a) Espessura máxima em mm atingida pelo septo no ciclo analisado, (SEPTUM MAX) considerada como espessura sistólica. b) Espessura mínima em mm do septo (SEPTUM MIN) considerada como espessura diastólica. c) Primeira derivada do espessamento septal (SEPTUM D/DT MAX) obtida como $d \text{ septo}/dt$ (sístole) onde septo é a espessura sistólica em mm e t o tempo em segundos. d) Primeira derivada do afilamento septal (SEPTUM D/DT MIN) - obtida como $d \text{ septo}/dt$ (sístole) onde septo é a espessura sistólica em mm e t o tempo em segundos. Primeira derivada do afilamento septal e) Primeira derivada normalizada do espessamento septal (SEPTUM NORMALIZED MAX) obtida pela divisão da 1ª derivada de espessamento septal pela espessura instantânea do septo. f) Primeira derivada normalizada do afilamento

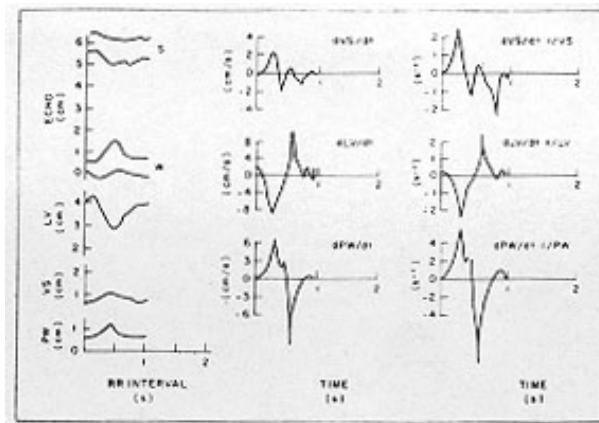


Fig.2 - Gráfico representativo dos traçados contínuos, durante 1 ciclo cardíaco, das seguintes variáveis: movimentação dos 2 lados do septo interventricular (S), movimentação do endocárdio e do epicárdio da parede posterior do ventrículo esquerdo (W), dimensão ventricular esquerda (LV), espessura do septo interventricular (VS) espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo (PW), primeiras derivadas de movimentação septal (dVS/dt), da parede posterior (DPW/dt) e da dimensão ventricular (dLV/dt) e primeiras derivadas normalizadas de movimentação septal ($dVS/dt.1/LV$), da parede posterior ($dPW/dt.1/PW$) e da dimensão ventricular ($dLV/dt.1/LV$). ECHO - ecocardiograma; interval - intervalo entre 2 ondas R sucessivas no eletrocardiograma; TIME - tempo.

septal (SEPTUM NORMALIZED MIN) obtida pela divisão da 1ª derivada do afinamento septal pela espessura instantânea do septo. g) Percentual de espessamento do septo interventricular % DS (PERCENT SYSTOLIC SEPTAL THICKENING) - obtido a partir da fórmula:

$$\% DS = \frac{\text{SEPTUM MAX} - \text{SEPTUM MIN}}{\text{SEPTUM MAX}} \times 100$$

B. Dinâmica da parede posterior do VE - Espessura máxima (WALL MAX), espessura mínima (WALL MIN), 1ª derivada do espessamento da parede posterior (WALL D/DT, MAX), 1ª derivada do afilamento da parede posterior (WALL D/T MIN), primeira derivada normalizada do espessamento da parede posterior (WALL NORMALIZED MAX), 1ª derivada normalizada do afilamento posterior (WALL NORMALIZED MIN) e o percentual de espessamento da parede posterior do ventrículo esquerdo (%DP= PERCENT SYSTOLIC WALL THICKENING), definidas da mesma forma que para a dinâmica septal, substituindo-se apenas as medidas do septo pelas da parede posterior do VE.

C. Dinâmica do ventrículo esquerdo - a) Dimensão máxima do VE (LV DIMENSION s MAX) em mm, considerada como dimensão, diastólica. b) Dimensão mínima do VE (LV DIMENSION MIN), em mm, considerada como dimensão sistólica. c) Primeira derivada do aumento da cavidade ventricular esquerda (LV DIMENSION D/DT MAX) - também chamada velocidade de enchimento²⁶ do ventrículo, obtida como $dLVD/dt$ (diástole) onde LVD é a dimensão diastólica em mm e t o tempo em segundos. d) Primeira derivada da diminuição da cavidade ventricular esquerda (LV DIMENSION D/DT MIN) - considerada como velocidade de esvaziamento do ventrículo, obtida co-

mo $dLVD/dt$ (sístole), onde LVD é a dimensão sistólica em mm e t o tempo em segundos. e) Primeira derivada normalizada do aumento da cavidade ventricular esquerda (LV DIMENSION NORMALIZED MAX) - obtida pela divisão da velocidade de enchimento pela dimensão instantânea do ventrículo. f) Primeira derivada normalizada da diminuição da cavidade ventricular esquerda (LV DIMENSION NORMALIZED MIN) - obtida dividindo-se a velocidade de esvaziamento pela dimensão instantânea do ventrículo. g) Duração da fase de enchimento rápido - definida como o intervalo de tempo entre a dimensão mínima do VE, quando a 1ª derivada (dLV/dt) é igual a zero (LV DIMENSION D/DT T ZERO), e o ponto em que a velocidade de enchimento ventricular caiu para 20% do seu valor máximo (LV DIMENSION D/DT T 20%). Esse ponto corresponde ao final da fase de enchimento rápido e identificado como uma descontinuidade na curva da dimensão do VE²⁶. h) Porcentual de encurtamento da cavidade ventricular (%DVE PERCENT CHANGE LV DIMENSION) - obtido a partir da fórmula:

$$\%DVE = \frac{LV\ MAX - LV\ MIN}{LV\ MAX} \times 100$$

i) Fração de ejeção (EF) obtida subtraindo-se o volume sistólico final (VSF) do volume diastólico final (VDF) e exprimindo-se como porcentual do volume diastólico final:

$$EF = \frac{VDF - VSF}{VDF} \times 100$$

Os volumes foram calculados utilizando a fórmula de ambos os diâmetros ventriculares³³.

A análise estatística consistiu na comparação, para cada variável, das médias correspondentes aos grupos A e B utilizando a distribuição t de Student.

Resultados

A - Medidas Ecocardiográficas Rotineiras

A₁ - Dados Anatômicos: As variáveis anatômicas que diferenciaram as duas populações estudadas, após a correção para a superfície corporal, foram o VES, o septo D, o septo S, o AE, o VD, a PPVES e a MASSAVE (quadro I), A SIVPPE foi significativamente maior nos atletas. Em 17 jogadores de futebol (18,3%), a relação septo/parede posterior era maior do que 1,3 (fig. 3), o que não se observou em nenhum dos indivíduos do grupo B.

QUADRO I - Variáveis atômicas que diferenciaram as duas populações (Análise ecocardiográfica, rotineira).

Variáveis anatômicas	Média à ± Desvio-padrão		Valor de p antes correção, sup. corporal	Valor de p após correção sup. corporal
	Atletas	Controles		
Diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo (VED) - cm	5,10 ± 0,37	4,64 ± 0,44	p < 0,001	P < 0,05
Espessura diastólica, do septo interventricular (septo D) - cm	0,96 ± 0,15	0,78 ± 0,08	p < 0,001	p < 0,001
Diâmetro interno do ventrículo, direito (VD) - cm	2,10 ± 0,48	1,65 ± 0,35	p < 0,001	p < 0,01
Espessura sistólica do septo, interventricular (septo S) - cm	1,24 ± 0,12	1,12 ± 0,10	p < 0,001	P < 0,01
Espessura sistólica da parede posterior do ventrículo esquerdo (PPVES) - cm	1,44 ± 0,13	1,30 ± 0,15	p < 0,001	P < 0,01
Relação septo/parede posterior ventrículo esquerdo	1,22 ± 0,18	1,03 ± 0,10	P < 0,001	-
Massa do ventrículo esquerdo (g)	186,21 ± 42,43	146,19 ± 35,90	p < 0,001	-

A₂ - Dados Funcionais: Das diversas variáveis ecocardiográficas que refletem função ventricular as seguintes diferenciaram as populações estudadas: EXPPVE, PESPSIV, PESPP, PVE, VOLUME 2, VOLUME 1 e DEB (quadro II).

A₃ - Outros Dados Analisados: A comparação das outras variáveis revelou diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos em relação à frequência cardíaca, ao peso à superfície corporal (quadro III).

A₄ - Comportamento das variáveis e posição do atleta no time: A análise estatística não revelou diferenças estatisticamente significantes entre as médias das variáveis dos atletas divididos, de acordo com a posição nas equipes (goleiros, jogadores de defesa, jogadores de meio-campo e atacantes).

B - Análise computadorizada dos dados ecocardiográficos.

B₁ - Dados Anatômicos: As seguintes variáveis diferenciaram as duas populações: SEPTUM MIN, SEPTUM MAX, WALL MAX e LV DIMENSION MAX (quadro IV).

B₂ - Dados Funcionais: A análise dos dados que refletem a função ventricular global mostra que não houve diferenças estatisticamente significantes entre as duas populações estudadas (quadro V).

Em relação à dinâmica septal (função regional do septo interventricular), dois dados diferenciaram os dois grupos estudados: a SEPTUM D/DT MAX e o SEPTUM D/DT MIN (quadro VI).

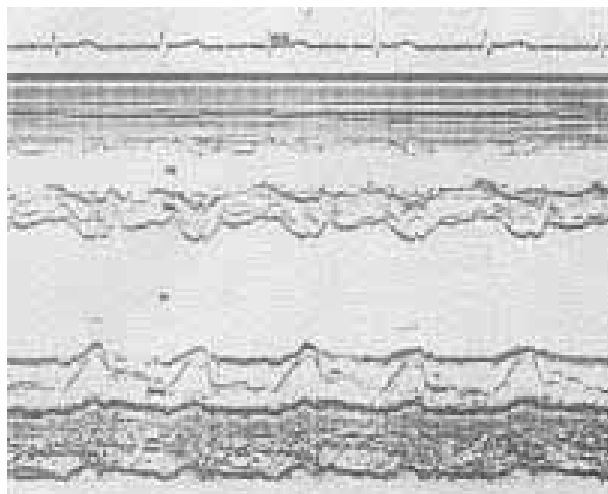


Fig.3 - Traçado ecocardiográfico revelando hipertrofia do septo interventricular (SIV – espessura diastólica = 1,2cm) em relação à parede posterior do ventrículo esquerdo (PPVE – espessura diastólica = 0,8cm) com relação septo parede posterior = 1,5. ECG – eletrocardiograma; VD – ventrículo direito; VE – ventrículo esquerdo; P – pulmão.

O estudo da dinâmica da parede posterior do ventrículo esquerdo revelou diferenças estatisticamente significativas em relação às seguintes variáveis: %DP, WALL D/DT 1=, WALL D/DT MIN e a WALL NORMALIZEI) MAX (quadro VII).

DISCUSSÃO

A - Dados Anatômicos - O presente estudo demonstra que os jogadores profissionais de futebol, pelo critério ecocardiográfico, diferem anatomicamente dos não atletas, do mesmo sexo e idade comparável. Esses atletas têm cavidades ventriculares direita e esquerda aumentadas, dilatação do átrio esquerdo e hipertrofia do septo interventricular, que pode chegar a ser assimétrica em relação à parede posterior do ventrículo esquerdo. As alterações ecocardiográficas foram similares em todos os atletas estudados, independente da posição por eles ocupada nas suas equipes. Esses estudos confirmam estudo anterior de Israel e Israel apud³⁶, que analisaram comparativamente 44 jogadores

Quadro II - Variáveis funcionais que diferenciavam os dois grupos estudados (Análise ecocardiográfica rotineira).

Variáveis funcionais	Média ± Desvio-padrão		Valor de p
	Atletas	Controles	
Amplitude de excursão da parede posterior do ventrículo, esquerdo (EXPPVE) – cm	1,23 ± 0,17	1,06 ± 0,14	p < 0,001
Porcentual de espessamento do septo interventricular (PESPSIV) - %	30,47 ± 14,01	44,117 ± 11,67	p < 0,001
Volume diastólico, final. (Volume t) – ml	125,12 ± 22,00	100,57 ± 21,50	p < 0,001
Débito sistólico (DEB) – ml	74,06 ± 13,92	60,42 ± 11,85	p < 0,001
Volume sistólico final (Volume 2) – ml	51,09 ± 15,55	40,14 ± 11,24	p < 0,01
Porcentual de espessamento, da parede posterior do ventrículo esquerdo (PESPPVE) - %	183,58 ± 22,87	71,87 ± 16,27	p < 0,05

QUADRO III - Variáveis não ecocardiográficas comparadas (Outros dados analisados)

Variável não ecocardiográficas	Média ± Desvio padrão		Valor de p
	Atletas	Controles	
Idade (anos)	22,18 ± 3,96	22,85 ± 3,75	P – NS
Frequência cardíaca (bpm)	58,80 ± 10,94	71,00 ± 11,26	P < 0,001
Altura (Alt.) m	1,75 ± 0,05	1,74 ± 0,06	P – NS
Peso (peso) g	71,09 ± 5,64	65,64 ± 10,38	p < 0,01
Superfície corporal (SC) – m ²	1,86 ± 0,10	1,74 ± 0,15	p < 0,02

QUADRO IV - Variável anatómicas que diferenciaram os dois grupos (Análise ecocardiográfica digital).

variáveis anatómicas	Média ± Desvio-padrão		Valor de p
	Atletas	Controles	
Espessura mínima do septo, interventricular Septum Min) – mm	8,28 ± 1,73	7,20 ± 1,23	p < 0,001
Espessura máxima do septo interventricular Septum max) – mm	13,18 ± 1,92	11,50 ± 1,57	p < 0,001
Dimensão máxima do ventrículo esquerdo (LV dimension max) – mm	51,98 ± 3,95	47,85 ± 4,39	p < 0,001
Espessura máxima da parede posterior do ventrículo. Esquerdo (Wall max) – mm	14,01 ± 1,74	12,65 ± 1,34	p < 0,01
Dimensão mínima do ventrículo esquerdo (LV dimension Min) – mm	33,94 ± 3,69	31,55 ± 4,40	p < 0,05

QUADRO V - Dados funcionais do ventrículo esquerdo, que não diferenciaram os dois grupos estudados (Análise ecocardiográfica, digital)

Variáveis de função global de ventrículo esquerdo	Média ± Desvio-padrão	
	Atletas	Controles
Velocidade de enchimento ventricular (LV dimension D/DT Max) - mm/s	168,50 ± 57,07	199,90 ± 211,51
Velocidade de esvaziamento ventricular (LV dimension D/DT Min) - mm/s	100,22 ± 22,45	97,2 ± 15,39
Primeira derivada normalizada do aumento da cavidade ventricular (LV dimension normalized Max) - s ⁻¹	4,16 ± 1,57	4,02 ± 1,21
Primeira derivada normalizada da diminuição da cavidade ventricular (LV dimension normalized. Min) - s ⁻¹	2,29 ± 0,53	2,39 ± 0,52
Duração da fase de enchimento rápido - ms	175,03 ± 50,08	175,25 ± 49,64
Percentual de encurtamento da cavidade ventricular (Percent change LV dimension) - %	34,30 ± 4,02	33,65 ± 4,02
Fração de ejeção (EF) - %	70,64 ± 7,41	70,55 ± 5,36

QUADRO VI - Variáveis funcionais da dinâmica septal. (Análise ecocardiográfica digital).

Variáveis funcionais da dinâmica septal	Média ± Desvio-padrão		Valor de p
	Atletas	Controles	
Primeira derivada do espessamento septal (Septum D/ DT Max) - mm/s	40,20 ± 13,69	34,10 ± 11,49	p < 0,05
Primeira derivada do afilamento septal. (Septum D/ DT Min) - mm/s	57,03 ± 23,55	45,95 ± 17,42	p < 0,05
Primeira derivada normalizada do espessamento septal (Septum normalized Max) - s ⁻¹	3,83 ± 1,63	3,62 ± 1,42	p - NS
Primeira derivada normalizada do a filamento septal (Septum normalized Min) - s ⁻¹	5,27 ± 2,25	4,56 ± 1,64	p - NS
Porcentual de espessamento do septo Interventricular (Percent systolic wall thickening) - %	62,22 ± 23,79	62,55 ± 28,21	p - NS

QUADRO VII - Dados funcionais que refletem a dinâmica da, parede posterior do ventrículo esquerdo. (Análise ecocardiográfica digital).

Variáveis funcionais da dinâmica da parede posterior do ventrículo esquerdo	Média ± Desvio-padrão		Valor de p
	Atletas	Controles	
Primeira derivadas do espessamento da parede posterior (Wall D/DT Max) - mm/s	48,43 ± 13,78	40,25 ± 6,46	p < 0 02
Primeira derivada do afilamento da parede posterior (Wall D/DT Min) - mm/s	126,69 ± 48,20	102,9 ± 35,54	P < 0,05
Primeira derivada normalizado do espessamento da parede posterior (wall normalized Max) - s ⁻¹	5,201 ± 1,86	4,43 ± 0,89	p < 0,05
Primeira derivada normalizada do afilamento da parede posterior (Wall normalized Min) - s ⁻¹	12,45 ± 4,66	10,72 ± 3,61	P - NS
Porcentual de espessamento da parede posterior (Percent systolic wall thickening) - %	143,01 ± 43192	113,50 ± 23,96	p < 0,01

profissionais de futebol utilizando teste de esforço máximo. Embora, durante os jogos, os goleiros exerçam uma função bem diversa dos atacantes, o treinamento individual e diário é bastante similar³⁶ para todos os jogadores profissionais, em atividade.

Conforme já foi documentado em outros tipos de esporte^{3,4,14,15,18,21}, a dimensão diastólica do ventrículo esquerdo e o respectivo volume ventricular foram maiores nos jogadores do que na população controle. O mesmo aconteceu com o diâmetro interno do ventrículo direito. A dilatação cardíaca, com aumento do volume diastólico final pode ocorrer como consequência da bradicardia induzida pelo treinamento, levando a um aumento secun-

dário do débito sistólico em repouso¹⁹, evento também documentado nos atletas no presente estudo.

Segundo Morganroth e Maron⁷, atletas envolvidos em esportes isotônicos ou dinâmicos (corrida e natação) têm aumento da massa ventricular esquerda por dilatação cavitária sem hipertrofia das paredes, ao passo que nos esportistas praticantes de exercício isométrico (levantamento de peso), a massa ventricular está aumentada por hipertrofia significativa das paredes, sem dilatação ventricular. No presente trabalho, havia aumento de massa ventricular esquerda nos atletas em relação à população controle. Além da dilatação do ventrículo, também observou-se um aumento de espessura diastólica do septo interventricular nos joga-

dores profissionais, confirmado pelos 2 métodos de estudo empregados. Achados de dilatação ventricular associada a graus de hipertrofia das paredes já foram documentados em jogadores profissionais de basquetebol³ e em corredores de curta distância (“sprinters”)²¹. Isso tem sido relacionado com a taquicardia intensa mas transitória durante o esforço das competições (também foi observado durante partidas de futebol³⁶), que se associa aos achados de sobrecarga de volume do ventrículo esquerdo, e talvez ainda a um aumento do retorno durante a fase de recuperação pós-esforço²¹.

De fato, Stein e col.³⁷, utilizando a ecocardiografia, documentaram aumentos transitórios do volume diastólico final depois de exercício isotônico de curta duração, possivelmente relacionados com o aumento do retorno venoso. Estudos anteriores, em animais de laboratório¹⁰, demonstraram o efeito do exercício isotônico na espessura das paredes do ventrículo esquerdo. Recentemente, demonstrou-se com estudos ecocardiográficos, que, além da dilatação cavitária, pode haver hipertrofia progressiva das paredes ventriculares, em indivíduos normais submetidos a condicionamento isotônico⁸ e em nadadores, previamente destreinados, sob condições de treinamento intenso⁹.

A hipertrofia septal observada nos atletas, no presente estudo, merece considerações em vista de suas de futebol essa relação foi maior do que 1,3 considerado como índice característico de cardiopatia hipertrófica, também conhecida como hipertrofia septal assimétrica^{33,35}. Em 3 deles, a relação chegou a ser maior do que 1,5, mas a análise detalhada do movimento da valva mitral e das demais estruturas aliadas à ausência e sinais clínicos, eletrocardiográficos e radiográficos torna extremamente improvável o diagnóstico da cardiopatia hipertrófica, em qualquer desses 17 jogadores. Esses achados, que confirmam estudos anteriores^{3,31,38}, sugerem que a utilização desse índice como critério ecocardiográfico quase que absoluto dessa doença deve ser reavaliada, porque tem sido discutido^{38,39}.

A recente documentação de hipertrofia dita “assimétrica” em hipertensão arterial sistêmica^{40,41} é em outras condições que levam à hipertrofia, ventricular esquerda⁴¹, leva-nos a supor que a maior espessura do septo em relação à parede posterior nos jogadores de futebol constituir um sinal precoce da hipertrofia concêntrica do ventrículo esquerdo, hipótese anteriormente sugerida por Bahler e col.⁴². Outra verificação que também poderia estar relacionada com a hipertrofia “assimétrica” e que parcialmente confirmaria essa hipótese seria a falta de correlação anatômica da espessura da parede pósterio-basal do ventrículo esquerdo (estudada pela ecocardiografia) e a espessura das demais paredes do ventrículo. Segundo Maron e col.⁴³, a relação, septo/parede posterior é sempre maior quando se compara a espessura do septo interventricular com a parede pósterio-basal do ventrículo esquerdo do que com as demais paredes ventriculares.

O diâmetro do átrio esquerdo também mostrou-se aumentado nos atletas. Esse achado tem sido descrito em corredores^{4,21} e em jogadores de “hockey” sobre o gelo¹⁶. Não há dados, no presente trabalho, que permitam elucidar a razão desse achado. O aumento de fluxo gerado pela sobrecarga de volume descrita nesses atletas pode explicar a dilatação do átrio^{4,16}. Uma hipótese alternativa seria a diminuição da complacência ventricular em consequência da hipertrofia sugerida por Ikêhimo e col.²¹.

B - Dados Funcionais - Como era de esperar¹⁸⁻²¹, a frequência cardíaca foi significativamente menor nos jogadores de futebol do que no grupo controle. A documentação de que o débito sistólico nos atletas está aumentado, devido a um maior aumento do volume diastólico final do que do volume sistólico final, também confirma achados anteriores em outros tipos de esporte^{4,15,16,20,21}.

O aumento sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo fez, no entanto, com que a fração de ejeção e a velocidade média de encurtamento circunferencial permanecessem com valores similares aos da população controle, da mesma forma que em outros atletas^{20,21}, indicando, portanto, padrões de função ventricular normal pelos índices rotineiros de ecocardiografia. Foi confirmado, no presente estudo, que a função ventricular esquerda é normal nos jogadores de futebol: as médias de todas as variáveis que refletem a função global do ventrículo não diferiram das encontradas nos indivíduos, do controle.

O percentual de espessamento da parede posterior do ventrículo esquerdo foi maior nos jogadores profissionais do que nos não atletas, por ambos os métodos utilizados. Da mesma forma, a 1ª derivada do espessamento da parede posterior e a sua 1ª derivada normalizada foram maiores nos atletas, demonstrando que a contratilidade cardíaca pode estar regionalmente aumentada, talvez em consequência do aumento de tamanho e do número das células miocárdicas e de elementos contráteis, que pode acompanhar o aumento da massa ventricular⁴⁴.

O desenvolvimento da hipertrofia não é inteiramente benéfico: o aparecimento concomitante de fibrose, alterações de mitocôndrias e desarranjo miofibrilar podem levar à diminuição regional ou global da capacidade contrátil do miocárdio⁵⁵, o que parece ter sido documentado pelo menor percentual de espessamento septal em nossos atletas. Esse achado poderia, no entanto, apenas refletir a maior espessura septal dos atletas, pois o simples exame da fórmula amplamente aceita revela que quanto mais espessa for a parede muscular, menor será o percentual de espessamento. Além disso, essa observação ecocardiográfica não é absoluta, já que o estudo da dinâmica septal, feito pelo método computadorizado, revelou diferenças entre os dois grupos apenas em relação às primeiras derivadas do espessamento e do afilamento septais. Na análise dessas variáveis, é necessário levar em consideração que, apesar de o método apresentar boa correlação com dados angiográficos^{23,24} o estudo das velocidades instantâneas das paredes

ventriculares é recente^{25,26}, necessitando maior avaliação no futuro.

SUMMARY

Routine echocardiograms and computerized analysis of left ventricular (LV) function data were performed on 60 professional soccer players (group A) and on 20 non-athletes (controls) of similar age (group B). Routine echo analysis shows that professional soccer players have increased LV mass, dilation of right and left ventricles and of left atrium, besides hypertrophy of interventricular septum, when compared to the controls. Septal/LV posterior wall ratio was > 1.3 in 17 professional players (28.3%), but the ratio was normal in all the cases of the control group. There was also evidence of increased end diastolic, end systolic and stroke volumes, besides increased excursion of the LV posterior wall in the athletes when compared with group B patients, but the remaining routine LV functional data were similar in both groups.

Computerized analysis of digitized echocardiograms confirmed the increased thickness of septal wall and the dilation of cavity of the professional players as compared to the control group. Global LV function was similar in both group studied but detailed analysis of regional (LV posterior wall and septal dynamics) function reveals that peak rate of septal thickening and thinning, peak rate of LV posterior wall thickening, were increased in the soccer players when compared to the control group.

REFERÊNCIAS

1. Bramwell, C.; Ellis, R. - Some observations on the circulatory mechanism in marathon runners. *Quant. J. Med.* 24: 329; 1931.
2. Van Ganse, W.; Versee, L.; Eylenbosch, W.; Vuyisteeck, K. - The electrocardiogram of athletes. Comparison with untrained subjects. *Br. Heart J.* 32: 160, 1970.
3. Roesske, W. R.; O. Rourke, R. A.; Klein, A.; Leopold, G.; Karlne, J. S. - Noninvasive evaluation of ventricular hypertrophy in professional athletes. *Circulation*, 53: 286, 1976.
4. Zonerach, S.; Rhee, J. J.; Zeneraich, O.; Jordan, D.; Appel, J. - Assessment of cardiac function in marathon runners by graphic noninvasive techniques. *Ann. NY Acad. Sci.* 301: 900, 1977.
5. Beckner, G. L.; Winsor, T. - Cardiovascular adaptations to prolonged physical effort. *Circulation*, 9: 835, 1954.
6. Gott, P. H.; Roselle, H. A.; Crampton, R. S. - The athletic heart syndrome. *Arch. Int. Med.* 122: 340, 1968.
7. Morganroth, J.; Maron, B. J. - The athlete's heart syndrome: a new perspective. *Ann. NY Acad. Sci.* 301: 931, 1977.
8. Ehsani, A. A.; Hagberg, J. M.; Hickson, R. C. - Rapid changes in left ventricular dimensions and mass in response to physical conditioning and deconditioning. *Am. J. Card.* 42: 52, 1978.
9. De Maria, A. N.; Newman, A.; Lee, G.; Fowler, W.; Mason, D. - Alteration in ventricular mass and performance induced by exercise training in men evaluated by echocardiography. *Circulation*, 57: 237, 1978.
10. Van Lier, J.; Northup, D. W. - Cardiac hypertrophy produced by exercise in Albino and Hooded rats. *J. Appl. Physiol.* 11, 91, 1957.
11. Barach, J. H. - Physiological and pathological effects of severe exertion (the marathon race) on the circulatory and renal systems. *Arch. Int. Med.* 5: 383, 1910.
12. Cumming, G. R. - The heart and physical exercise. *Can. Med. Assoc. J.* 88: 80, 1963.
13. Grande, F.; Taylor, H. L. - Adaptive changes in the heart, vessels and patterns of control under chronically high loads. In *Handbook of Physiology*, section 2: *Circulation*. D.C. Amer. Physiol. Soc., Washington, 1965. p. 2615.

14. Raskoff, W. J.; Goldman, S.; Cohn, K. - The athletic heart. Prevalence and physiological significance of left ventricular enlargement in distance runners. *JAMA* 236: 158, 1976.
15. Hanson, J. S. - Maximal exercise performance in members of the US Nordic Ski Team. *J. Appl. Physiol.* 35: 592, 1973.
16. Zeldis, S. M.; Morganroht, J.; Rubler, S. - Cardiac hypertrophy in response to dynamic conditioning in female athletes. *J. Appl. Physiol.* 44: 849, 1978.
17. Allen, H. D.; Goldberg, S. J.; Sahn, D. J.; Schy, N.; Wojcick, R. - A quantitative echocardiographic study of champion childhood swimmers. *Circulation*, 55: 142, 1977.
18. Moganroht, J.; Moran, B. J.; Henry, W. L.; Epstein, S. E. - Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann. Int. Med.* 82: 521, 1975.
19. Gilbert, C. A.; Nutter, D. O.; Felner, J. M.; Perkins, J. V.; Heymsfield, S. B.; Schlant, R. C. - Echocardiographic study of cardiac dimensions and function in the endurance-trained athletes. *Am. J. Card.* 40: 528, 1977.
20. Underwood, R. H.; Schwade, J. L. - Noninvasive analysis of cardiac function of elite distance runners - echocardiography, vectorcardiography and cardiac intervals. *Ann. NY Acad. Sci.* 301: 297, 1977.
21. Ikaheimo, M. J.; Palatsi, I. J.; Takkunen, J. T. - Noninvasive evaluation of the athletic heart: sprinter versus endurance runners. *Am. J. Card.* 44: 24, 1979.
22. Griffith, J. M.; Henry, W. L. - Video scanner-analog computer system for semiautomatic analysis of routine echocardiograms. *Am. J. Card.* 32: 961, 1973.
23. Gibson, D. G.; Brown, D. J. - Measurements of instantaneous left ventricular dimensions and filling rate in man, using echocardiography. *Br. Heart J.* 35: 1141, 1973.
24. Upton, M. T.; Gibson, D. G. - The study of left ventricular function from digitized echocardiograms. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 20: 359, 1978.
25. Trail, T. A.; Gibson, D. G.; Brown, D. J. - Study of left ventricular wall thickness and dimension changes using echocardiography. *Brit. Heart J.* 40: 162, 1978.
26. St John Sutton, M. G.; Tajik, A. J.; Gibson, D. G.; Brown, D. J.; Seward, J. B.; Giuliani, E. R. - Echocardiographic assessment of left ventricular filling and septal and posterior wall dynamics in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation*, 57: 512, 1978.
27. St John Sutton, M. G.; Hagler, D. J.; Tajik, A. J.; Giuliani, E. R.; Seward, J. B.; Ritter, D. G.; Ritman, E. L. - Cardiac function in the normal newborn. Additional information by computer analysis of the M-mode echocardiogram. *Circulation*, 57: 1198, 1978.
28. Gibson, D. G.; Brown, D. J. - Measurements of peak rates of left ventricular wall movement in man. Comparison of echocardiography with angiography. *Br. Heart J.* 37: 677, 1975.
29. Furukama, K.; Matsura, T.; Endo, N.; Kunishige, H.; Tohara, M.; Watanabe, T.; Matsukulho, H.; Tsuji, Y.; Ijichi, H. - Use of digitized left ventricular echocardiograms in assessment of mitral stenosis. *Br. Heart J.* 42: 176, 1979.
30. Gizzi, J. C.; Batlouni, M.; Assis, S. F.; Ghorajeb, N.; Souza, J. E. M., R. - Avaliação ecocardiográfica do coração do atleta. *Arq. Bras. Cardiol.* 30 (supl. 2): 235, 1977.
31. Luz, L. R. B.; Marcel, F. C.; Thevernard, R. J.; Fuks, J.; Luna, R. L.; Azevedo, A. C.; Carneiro, R. D. Ecocardiografia em atletas. *Arq. Bras. Cardiol.* 30 (supl. 2): 219, 1977.
32. Bruce, R. A. - Methods of exercise testing. *Am. J. Cardiol.* 33: 715, 1974.
33. Souza e Silva, N. A.; Siqueira Filho, A. G.; Saad, E. A. - Ecocardiografia. In *Benchimol, A. B.; Schlesinger, P. (eds) - Enciclopédia Médica Brasileira, Cardiologia*. Livros Médico Editora, Rio de Janeiro, 1978. Pp.1-27.
34. Sahn, D. J.; De Maria A.; Kisslo, J.; Weyman, A. - The committee on M-mode standardization of the American Society of Echocardiography: Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a severe echocardiographic measurements. *Circulation*, 58: 1072, 1978.
35. Felgenbaum, H. - *rchocardiography*. Lee and Febiger, 2nd edition, Philadelphia, 1976.
36. Smolaka, V. J. - Cardiovascular aspects of soccer. *The Physician and Sports Medicine*, 6: 32, 1978.
37. Stein, R. A.; Michielli, D.; Fox, E. L.; Frasnaw, N. Continuous ventricular dimension in man during supine exercise and recovery. An echocardiographic study. *Am. J. Med.* 41: 655, 1978.
38. Menapace, F. J.; Hamer, W. J.; Kessler, K. K.; Ritzer, T.; Bove, A. A.; Warnwe, H. H.; Spann, J. F. - Echocardiography measurements of left ventricular wall thickness in weight lifters: a problem with the definition of ASH. *Am. J. Card.* 39: 276, 1977 (Abstract).

o ecocardiograma no atleta

39. Bulkley, B. H. idiopathic hypertrophic subaortic stenosis afflicted idols of the cave and market place. *Am. J. Card.* 40: 476, 1977.
40. Hamby, R. I.; Roberts, G. S.; Meron, J. M. - Hypertension and hypertrophic subaortic stenosis. *Am. J. Med.* 51: 474, 1971.
41. Gibson, D. G., Trail, T. A.; Hall, R. J. C., Brown, D. J. - Echocardiographic features of secondary left ventricular hypertrophy. *Brit. Heart. J* 41: 54, 1979.
42. Bahler, A. S., Teichholz, L. E.; Gorlin, R.; Herman M. V. - Correlation of eletrocardiography and echocardiography in determination of left ventricular wall thickness: study of apparently normal subjects. *Amer. J. Card.* 39: 189, 1977.
43. Maron, B. J.; Edwards, J. E.; Ferrans, V. J.; Clark, C.E.; Lebowitz, E. A.; Henry, W. L.; Epstein, S. E. Congenital heart malconformations associated With disproportionate ventricular septal thickening. *Circulation*, 52: 926, 1975.
44. Mason, D. T. - Regulation of cardiac performance in clinical heart disease: Interaction between contractile state, mechanical abnormalities and ventricular compensatory mechanism. *Amer. J. Card.* 33: 437, 1974. ‘
45. Bing, O. H. L.; Matsushita, S., Fanburg, B. L.; Levine, H. J. - Mechanical properties of rat cardiacs muscle during experimental hypertrophy. *Circul. Res.* 28: 234, 1971.