



ARTIGO ORIGINAL

ADAPTAÇÃO CARDIOCIRCULATORIA DE SEDENTÁRIOS APÓS PROGRAMA DE CONDICIONAMENTO FÍSICO DE MÉDIA DURAÇÃO

Bárbara Regina Alvarez
Ademir Tadeu Cardoso

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Desportos
Coordenação de Extensão/LAEFI

RESUMO

ALVAREZ, B.R. e CARDOSO, A.T. Adaptação cardiocirculatória de sedentários após programa de condicionamento físico de média duração. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, Vol. 05, nº 03, pp 13-17, 1991.

Nove sujeitos do sexo masculino, sedentários e assintomáticos, com idade variando de 28 e 46 anos ($37,56 \pm 6,2$ anos), foram submetidos a um programa de condicionamento físico de média duração (16 semanas), com o propósito de verificar as adaptações sobre os componentes cardiocirculatórios (volume sistólico, FC de esforço, PA de esforço, débito cardíaco, duplo produto, reserva miocárdica de oxigênio e consumo máximo de oxigênio). Cada estímulo condicionante era composto de 30 minutos de trabalho aeróbico, com flutuação de 50 a 75% de $\dot{V}O_2$ máximo e atividades complementares de musculação mobilizando de 40 a 60% da contração voluntária máxima, aplicados 3 vezes por semana. Cada programa foi individualizado através de abordagem cicloergométrica, empregando o protocolo proposto por Balke (1974) para a determinação indireta do $\dot{V}O_2$ máximo e comportamento da curva pressórica. Os resultados vieram corroborar os achados de Lima et al. (1983) referentes às adaptações crônicas do sistema cardiovascular, principalmente sobre a reserva miocárdica de oxigênio, onde se obteve aumento de 84,48% ($p < 0,05$), a qual parece ter sido desencadeada pela resposta integrada das propriedades inotrópicas e cronotrópicas do músculo cardíaco. A adaptação generalizada, observada nos componentes primários, evidenciam um incremento na capacidade de desenvolver trabalho físico progressivo (+ 11,46%), sugerindo uma adequação do

do programa às características fisiológicas individuais. Como os sujeitos foram orientados a não alterar seus hábitos alimentares e não participarem de atividades físicas complementares, são sugestivos os resultados induzidos pelo programa sobre os componentes somáticos corporais.

UNITERMOS - Estímulo condicionante, atividades complementares.

INTRODUÇÃO

Tem sido referenciado (Duarte, 1984; Hirata et al., 1983; Knowlton et al., 1972; Lor et al., 1984) que a incorporação de exercício físico sistemático em organismos destreinados produz alterações favoráveis na função cardiocirculatória e na composição corporal, desde que o estímulo condicionante seja frequente e de considerável intensidade (Adams et al., 1979; Smith e Stransky, 1976).

Estudos comparativos têm apontado que as adaptações orgânicas, provocadas pelo exercício crônico, podem ser quantificadas tanto no aspecto anatômico como no funcional, evidenciando um retardamento no processo involutivo da capacidade de desempenho (Rocha, 1982). Desta forma, indivíduos de meia idade, submetidos a atividade física moderada, mostram melhor adaptabilidade aos esforços físicos além de aumento da resistência às doenças, especialmente às relacio-



nadas com o sistema cardiovascular.

Baseados no estudo clássico de Allen (1982), incluímos sessões de musculação, com baixa mobilização estática, já que alguns indivíduos mostraram-se propensos a uma resposta inadequada da tensão arterial durante a abordagem fisiológica para avaliar a capacidade cardiorrespiratória.

Este estímulo, evidenciado no estudo de Byrd e Barton (1973), é considerado condicionante capaz de desencadear adaptações substanciais no sistema cardiovascular em programas de média para longa duração. Esta medida preventiva, imposta em nosso programa, está ancorada nos achados de Kitamura et al. (1972), os quais consideram o consumo miocárdico de oxigênio variar diretamente e altamente relacionada ($r = 0,90$) com o gasto energético do músculo cardíaco.

Outro aspecto interessante do estudo foi a introdução da reserva miocárdica de oxigênio como estimativa do déficit aeróbico do miocárdio, durante desempenho biológico padronizado (Cardoso, 1985).

O presente estudo teve como propósito verificar as variações dos componentes primários sobre os determinantes do desempenho cardiocirculatório em indivíduos assintomáticos e sedentários, após 16 semanas de um programa combinado de corridas e musculação, com baixa mobilização estática.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nove sujeitos do sexo masculino, sedentários e assintomáticos, foram extraídos de um grupo de voluntários ($n=15$) para serem submetidos ao regime do programa experimental de condicionamento físico.

Desse contingente, apenas 9 participaram efetivamente (frequência igual ou superior a 85% das sessões); todos foram informados para não participarem de outro programa formal e/ou informal de exercícios, bem como não modificarem seus hábitos alimentares.

Na Tabela 1 estão impressas as características antropométricas pré e pós-treino do grupo amostral. Todos os procedimentos para coleta de dados foram efetuados no módulo experimental do Laboratório de Esforço Físico da UFSC, durante 5 dias, nos quais eram avaliados 2 sujeitos no período matutino.

Cada sujeito foi pesado numa balança graduada em 100 gramas, de fabricação nacional (Filizola), com capacidade para 150 quilos, trajando apenas calção; sendo conduzido posteriormente ao estadiômetro para a determinação da altura.

A composição corporal foi determinada a partir da equação proposta por Faulkner (1974), utilizando um espessímetro tipo Harpenden da Ergo, graduado em milímetros. Após o levantamento de dados antropométricos, os indivíduos eram preparados para um ECG de repouso. Caso o ECG não apresentasse alteração, o sujeito era submetido ao protocolo de Balke com mobilização de 85% da FC máxima prevista pela idade (Karvonen, 1954).

O consumo máximo de oxigênio foi estimado em ml/kg/minuto através da equação $\dot{V}O_2 \text{ máx} = (200 + 12 * W)/\text{peso}$, com acompanhamento eletrocardiográfico (derivação bipolar MC5) e a curva pressórica foi traçada a partir das medidas efetuadas a cada dois minutos de carga. Ao final do período de 16 semanas, os indivíduos foram retestados, nas mesmas condições e procedimentos empregados no pré-teste.

O programa consistiu em 48 sessões de 45 minutos, 3 vezes por semana, compostas por 30 minutos de corrida prescrita e 15 minutos de musculação, numa máquina convencional (Apolo) de fabricação nacional. Cada sessão era precedida por manobras de alongamento e finalizada com aplicação de relaxamento autógeno.

RESULTADOS

O impacto provocado pelos estímulos aplicados durante o programa parece ter desencadeado ajustamentos de magnitude variada, não somente sobre os componentes relacionados com a resposta integrada do sistema cardiocirculatório mas também sobre a composição corporal, como mostra a tabela de caracterização antropométrica pré- e pós-treino (Tabela I).

Destas adaptações morfológicas ao exercício, não foi observado significado estatístico na variação percentual do peso corporal (-0,06%) e na dobra cutânea tri-ceptal, embora essa medida tenha apresentado redução acentuada (-23,96%).



TABELA I - Característica antropométrica dos sujeitos.

Variáveis	Pré		Pós		$\Delta \%$
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
Peso (kg)	70.07	9.24	70.03	9.32	-0.06
DC-Tr (mm)	12.27	4.59	09.33	2.54	-23.96
DC-Se (mm)	12.55	4.13	12.77	3.56	+12.23 **
DC-SI (mm)	18.44	3.98	12.44	7.92	-32.54 **
DC-Ab (mm)	24.27	5.61	19.77	8.65	-18.54 **
% de Gord	16.98	5.24	13.99	3.09	-17.61 **
GT (kg)	12.16	4.45	09.90	2.99	-18.59 **
MCM (kg)	57.94	6.87	60.09	7.28	+3.71 **

** $p < 0,01$

Através da Tabela I podemos acompanhar com detalhe as alterações sobre as outras dobras cutâneas, utilizadas para o cálculo do percentual de gordura, gordura total e massa corporal magra, com suas respectivas

variações e nível de significância.

Dos parâmetros hemodinâmicos dependem dos componentes primários: volume sistólico (+22.57%), tensão sistólica (-3.2%) e frequência cardíaca de esforço (-6.75%) são sugestivos os aumentos no débito cardíaco (+14.06%), consumo relativo de oxigênio (+12.51%) e absoluto (+12.71%).

Dos dados submetidos ao tratamento estatístico proposto, a reserva miocárdica de oxigênio foi a variável que mostrou a maior diferença (+84.48%), embora a média amostral pós-treino tenha permanecido na zona de déficit aeróbico, evidenciando gasto elevado de oxigênio pelo músculo cardíaco.

Mesmo apresentando baixa capacidade miocárdica, os sujeitos melhoraram suas resistências ao trabalho físico, obtendo aumento de 11.38% na PWC 170, conseqüente ao comportamento hemodinâmico adequado durante a abordagem funcional submáxima (Tabela II).

TABELA II - Comportamento hemodinâmico no repouso e no esforço.

Variáveis	repouso		$\Delta \%$	esforço		$\Delta \%$
	pré $\bar{x}$	pós $\bar{x}$		pré $\bar{x}$	pós $\bar{x}$	
FC (spm)	64.22	56.33	-12.29*	169.44	158.0	-6.75*
PAs (mmHg)	132.8	121.4	-8.60**	191.11	185.0	-3.20
PAd (mmHg)	82.77	71.22	-13.95**	99.55	90.0	-9.59*
VS (ml/sist)	-	-	-	114.35	140.11	+22.57*
DC (l/min)	-	-	-	19.34	22.06	+14.06*
VO ₂ relativo	-	-	-	36.6	41.18	+12.51**
VO ₂ absoluto	-	-	-	2.91	3.28	+12.71*
D.produto	-	-	-	336.13	295.44	-12.10**
RM VO ₂ (%)	-	-	-	16.56	-2.57	+84.48*
PWC 170 (watt)	-	-	-	247.31	275.46	+11.38*

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

Um dos aspectos que deve ser observado é a adaptação dos componentes determinantes do duplo produto, os quais proporcionaram a significativa redução de 12.10%, resultado obtido apenas no VO₂ máximo corrigido, apesar de a flutuação pressórica máxima não ser significativa em sua variação de 3.2% mais baixa que os valores

registrados no pré-treino.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Vários estudos têm demonstrado relação positiva entre a intensidade do estímulo e as melhoras na função cardiovascular (Allen et al., 1982), embora essas altera



ções estejam relacionadas de maneira negativa com o nível inicial de aptidão física, além do grau de treinabilidade dos sujeitos (Allen et al., 1982; Bouchard et al., 1980; Knowlton et al., 1978 e deVries em 1970).

A redução obtida na frequência cardíaca máxima é indicativo de que o aumento no $\dot{V}O_2$ máximo parece ter sido induzido pela variação positiva no débito cardíaco e/ou pela diferença artério-venosa de oxigênio (variável não analisada), já que o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ é igual ao produto do volume sistólico pela frequência cardíaca e diferença artério-venosa de oxigênio (Fox et al., 1975).

Este achado suporta a sugestão de que a melhora no $\dot{V}O_2$ máximo está na dependência da variável condicionante intensidade, o que pode ser demonstrado através da equação $Y=0.54(X) - 0.054$, onde "x" é a intensidade relativa, assumindo gasto energético de 0.2 mililitros de oxigênio por metro percorrido para cada quilo de peso corporal, com erro de estimativa de apenas 0.05 litros por minuto ($r=0.82$).

Alguns estudos têm referenciado reduções superiores a 12 por cento, secundárias ao treinamento físico, na frequência cardíaca máxima, contrariando os resultados obtidos neste estudo, no qual observou-se diminuição discreta de 6.75% ($p < 0.05$).

Por outro lado, são concordantes os relatos de Lima et al. (1983) quando mencionam que a bradicardia observada após um programa de condicionamento físico é originada, principalmente, pela redução da atividade simpática, desencadeada pelo stress crônico.

As consequências hemodinâmicas, provenientes das sessões complementares de musculação, não podem ser atribuídas independentemente, pois sua inclusão no programa foi derivada dos efeitos cumulativos (Allen, 1982), limitando desta forma a inferência de associações com os componentes primários do sistema cardiocirculatório, embora existam registros de aumento da eficiência com esta modalidade de condicionamento.

Como a variação da tensão sistólica máxima não foi significativa, estes resultados sugerem que a influência sobre a reserva miocárdica de oxigênio parece ter sido proveniente da redução da FC máxima, o que está de acordo com estudos anteriores

(Adams et al., 1979; Kitamura et al., 1972; Knowlton et al., 1978 e Nast & Mullin em 1979), evidenciando a reserva cronotrópica como o principal determinante do deficit aeróbico do miocárdio durante o exercício físico.

Todavia, a relação positiva entre o $\dot{V}O_2$ máximo e $RMVO_2$, sugerida por Cardoso (1985), permite inferir que a idade pode modificar esta relação, tornando-a ligeiramente exponencial, gerando desta forma erro de estimativa abaixo dos valores previsíveis da equação. Porém, baseados nas respostas individuais, conclui-se que os resultados indicam a ocorrência de adaptações crônicas, tendo em vista a significativa melhora no desempenho físico dos sujeitos.

ABSTRACT

ALVAREZ, B.R. and CARDOSO, A.T. Cardiovascular adaptation of sedentaries after physical conditioning program of middle duration. Brazilian Journal of Sciences and Movement, Vol. 05, nº 03, pp 13-17, 1991.

Nine untrained and asymptomatic males with a mean age of 37.6 ± 6.2 years were submitted to a middle duration training program (16 weeks), with circulatory adaptation proposals upon cardiac output, heart rate, stroke volume blood pressure, myocardic oxygen reserve and maximal oxygen consumption. Each conditioning stimuli was composed of 30 minutes of aerobic work ranging from 50 to 75% of $\dot{V}O_{2\text{max}}$ and strength activity mobilizing from 40 to 60% of the maximal voluntary contraction. Each program was individualized by Balke's protocol proposed in 1974. Results confirmed Lima's finding (1983) about chronic adaptations in cardiovascular system, first of all upon myocardic oxygen reserve (+84.48%). We have observed a generalized adaptation in primary components which showed a significant increase on PWC 170. This suggests a good application as morphologic as physiologic individual characteristics.

UNITERMS - Conditioning stimuli, supplementary activities.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, W.C. et al. Long term physiologic adaptations to exercise with special reference to performance and cardiorespiratory function in health and disease, Exercise in CHD. McGraw-Hill,



- New York, pp 322-343, 1979.
- ALLEN, T.E. et al. Hemodynamic consequences of circuit weight training. *Research Quarterly*, 43(3):299-306, 1982.
- BÄLKE, B. Como prescrever exercício físico. *Medicina do Esporte*, Manole, São Paulo, 1974.
- BOUCHARD, C. et al. Training of submaximal working capacity: frequency, intensity, duration and their interactions. *J.Sports Med.* 20:29-40, 1980.
- BRADY, R.J. and BARTON, D. Heart rate responses to normal weight lifting work-outs of novices and experienced lifters. *J.Appl.Education*. 71: 24-25, 1973.
- CARDOSO, A.T. Efeito do condicionamento físico aeróbico sobre a reserva miocárdica de oxigênio em sedentários. *Anais do I Simpósio de Pesquisa em Atividades Físicas*. CDS/UFSC, 1985.
- DUARTE, C.R. Efeito de dois programas de atividade física sobre a aptidão física geral de escolares. *Rev.Bras. de Ciências do Esporte*, 6(1):123-129, 1984.
- EDINGTON, D.W. et al. Exercise and longevity: Evidence for a threshold age. *Journal of Gerontology*. 27 (30):341-343, 1972.
- FOX, E.L. et al. Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. *J.Appl.Physiol.*, 38(3):481-484, 1975.
- HIRATA, M.H. et al. Influência da atividade física sobre os níveis séricos e na excreção renal de uréia e ácido úrico. *Rev.Bras. de Ciências do Esporte*, 4(2):40-44, 1982.
- KARVONEN, M.J. et al. The effect of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann.Med. Exp. Biol. Fenn.*, 35:307, 1957.
- KITAMURA, K. et al. Hemodynamic correlates of myocardial O₂ consumption during up-right exercise. *J.Appl.Physiol.* 32:516-522, 1972.
- KNOWLTON, R.G. et al. Cardiorespiratory adaptations of females to cross-country training. *J. Sports Med.*, 18:399-398, 1978.
- LIMA, E.G. et al. Avaliação cardiorrespiratória em indivíduos sedentários durante programa de condicionamento físico. *Arq.Bras.Cardiol.*, 40 (2): 111-113, Fev/83.
- LOR, L.O.C.R. et al. Respostas respiratórias e circulatórias a diferentes níveis de tensão muscular. *Rev.Bras. de Ciências do Esporte*, 5(3): 74-84, 1984.
- MAST, P.F. and MULLIN, J.P. Lower extremity exercise and myocardial oxygen consumption. *J.Sports Med.* 19:143-149, 1979.
- ROCHA, M.L. Atividade física e treinamento do idoso. *ARS CVRANDI*, Nov/Dez, pp 61-74, 1982.
- SMITH, D.P. and STRNSKY, F.W. The effect of training and detraining on the body composition and cardiovascular response of young women to exercise. *J.Sports Med.*, 16:112-120, 1976.
- deVRIES, H.A. The heart and exercise. In: --- *Physiology of Exercise*. Brown Co. Dubuque 7th ed. pp. 91-118, 1978.
- deVRIES, H.A. Physiological effects of an exercise training regimen upon men aged 52 to 88. *J. of Gerontology*, 25(4):325-336, 1970.

ENDEREÇO DO AUTOR / AUTHOR ADDRESS

Bárbara Regina Alves
Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Educação Física
Trindade - Florianópolis - SC
CEP 88049