

Nícolas Chaves Nascimento

**INFLUÊNCIA DAS ADAPTAÇÕES CIRCULATÓRIAS CENTRAIS E  
PERIFÉRICAS NO APRIMORAMENTO DO VO<sub>2</sub> MÁXIMO**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2010  
Nícolas Chaves Nascimento

# **INFLUÊNCIA DAS ADAPTAÇÕES CIRCULATORIAS CENTRAIS E PERIFÉRICAS NO APRIMORAMENTO DO VO2 MÁXIMO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Treinamento Esportivo.

Área de Concentração: Musculação

Orientador: Prof. Dr. Luciano Sales Prado

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2010

## RESUMO

O volume máximo de oxigênio que um indivíduo consegue consumir e transformar em energia durante o exercício aeróbio, freqüentemente designado pelo acrônimo  $VO_2$  máximo, representa a capacidade aeróbia máxima dos seres humanos. O consumo de oxigênio de um tecido seria dependente de dois fatores essenciais: do fluxo sanguíneo direcionado para esse tecido e da extração de oxigênio do sangue arterial fornecido para o mesmo. Para incrementar um aumento da capacidade aeróbia máxima ou  $VO_2$  máximo é necessário empregar uma carga de treinamento seguindo os princípios do treinamento esportivo. A influência das adaptações circulatórias centrais e periféricas no aprimoramento do  $VO_2$  máximo tem sido muito estudada para tentar ajudar aos atletas de auto-rendimento de atividades predominantemente aeróbias na melhoria das suas performances. O processo de adaptação biológica pode ser separadamente analisado em diferentes tipos específicos de reações adaptativas ao treinamento que em conjunto fazem com que haja uma elevação no desempenho dos indivíduos. As adaptações periféricas como o maior conteúdo de mioglobina, melhor oxidação dos substratos, maior densidade capilar e mitocondrial em conjunto com as adaptações circulatórias centrais como o aumento do volume plasmático e do volume sistólico, do débito cardíaco, hipertrofia fisiológica do ventrículo esquerdo e redução na freqüência cardíaca de repouso tem influência direta no aprimoramento do  $VO_2$  máximo. As adaptações circulatórias centrais e periféricas são adaptações fisiológicas do treinamento esportivo que levam a um aprimoramento do  $VO_2$  máximo

Palavras-Chave: Intensidade, Volume,  $VO_2$  máximo

## ABSTRACT

The maximum oxygen volume that a person can consume and transform into energy during aerobic exercises, frequently assigned as  $VO_{2\text{ max}}$ , represents the human maximum aerobic capacity. Tissue oxygen consumption depends on two essential factors: the blood flow towards this tissue and the extraction of arterial oxygen from blood stream to the issue. In order to increase the maximum aerobic capacity or  $VO_{2\text{ max}}$ , a training program is requested following the principles of sportive training. The influence of central and peripherycal circulatory adaptations in the improvement of  $VO_{2\text{ max}}$  capacity has been studied in order to help high-performance athletes of endurance to improve their performances. The biological process of adaptation can be separately analyzed in specific adaptative reactions to the training process that considered as a hole creates improvement in individual performances. The peripherycal adaptations such as the myoglobin content, oxidation of substracts, higher mitochondrial and capillary density, together with central circulatory adaptations such as increase in plasma and systolic volume, cardiac output, physiological hypertrophy of left ventriculum and heart rate rest decrease, has a direct influence on the improvement of  $VO_{2\text{ max}}$ . The central and peripherycal adaptations are considered physiological adaptations to the sports training that leads to an improvement in the  $VO_{2\text{ max}}$ .

Key words: intensity, volume,  $VO_{2\text{ max}}$

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a conclusão deste trabalho à Vinicius Nascimento, brilhante ex-aluno deste curso que devido ao seu falecimento, de forma precoce, não teve a oportunidade de finalizar esta especialização em musculação pela UFMG.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pela oportunidade e a minha mãe Kátia, à minha namorada Mariana, à minha avó Zilda pelo apoio incondicional, ao meu avô Fábio e ao meu pai Antônio. Agradeço ao Olavo Romano pelas revisões e também a todos os colegas de turma que enriqueceram o conteúdo das aulas com discussões pertinentes ao temas abordados. Agradeço a todos os professores desta escola de educação física que passaram novos conhecimentos para todos os alunos acreditando em uma educação física forte. À todos amigos e familiares que colaboram com a minha formação. Meu muito Obrigado

## LISTA DE GRÁFICOS

- 1 **Gráfico 1** - Atividade Máxima das Enzimas Oxidativas Malato Desidrogenase, Succinato Desidrogenase e Citrato Sintase antes e depois do treinamento.....14
- 2 **Gráfico 2** - Consumo Máximo de Oxigênio antes e depois do treinamento.....14
- 3 **Gráfico 3** — Percentual de Mudança no  $VO_{2\text{ máximo}}$  .....15
- 4 **Gráfico 4** - Percentual de Mudança na Atividade da SDH .....15
- 5 **Gráfico 5** - Distância de Treinamento.....15
- 6 **Gráfico 6** - Capilares em contato com as fibras do tipo I e com as fibras do tipo II antes , durante e após o período de treinamento.....16
- 7 **Gráfico 7** - Mudanças relativas no volume plasmático, volume de eritrócitos e no  $VO_2$  máximo, após treinamentos de resistência aeróbia com durações inferiores a 11 dias e superiores a 21 dias .....18
- 8 **Gráfico 8** - Comparação do comportamento das alterações do débito cardíaco, volume de ejeção e frequência cardíaca em resposta a exercícios com intensidades máximas e submáximas.....20

## LISTA DE TABELAS

- 1 Tabela 1 - Alterações nas Variáveis Cardiovasculares a 50 Watts.....19**
- 2 Tabela 2 - Alterações nas Variáveis Cardiovasculares a 60% VO2 Máximo.19**

## LISTA DE SIGLAS

**VO<sub>2</sub> máximo** – Volume Máximo de Oxigênio

**VO<sub>2</sub>** - Volume de Oxigênio

**Q** – Débito Cardíaco

**dif. (a-v) O<sub>2</sub>** – Diferença Artério Venosa de Oxigênio

**FC** – Frequência Cardíaca

**VS** – Volume Sistólico

**MDH** – enzima malato desidrogenase

**SDH** – enzima succinato desidrogenase

**CS** – enzima citrato sintase

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1	Os componentes da carga de treinamento esportivo .....	12
2.2	Fatores que Afetam a Resposta ao Treinamento Aeróbio.....	13
2.3	Adaptações Periféricas.....	13
2.4	Adaptações Circulatórias Centrais .....	16
2.4.1	Volume Plasmático.....	17
2.4.2	Volume Sistólico.....	18
2.4.3	Débito Cardíaco .....	20
2.4.4	Hipertrofia Cardíaca .....	21
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O volume máximo de oxigênio que um indivíduo consegue consumir e transformar em energia durante o exercício aeróbio, freqüentemente designado pelo acrônimo  $VO_2$  máximo, representa a capacidade aeróbia máxima dos seres humanos. Também denominado por alguns estudiosos como potência aeróbia máxima, o  $VO_2$  máximo pôde ser compreendido com mais clareza a partir de um princípio e equação propostos pelo fisiologista Adolph Fick, ainda nos meados de 1870. Para Fick o consumo de oxigênio de um tecido seria dependente de dois fatores essenciais: do fluxo sanguíneo direcionado para esse tecido e da extração de oxigênio do sangue arterial fornecido para o mesmo. Fick então propôs a seguinte equação:  $VO_2 = Q \times \text{dif. (a-v) } O_2$ . O débito cardíaco (Q) seria responsável pelo fluxo sanguíneo direcionado para os tecidos, resultado do produto da freqüência cardíaca (FC) e volume sistólico (VS) por minuto, e a diferença arterio-venosa de oxigênio [dif. (a-v)  $O_2$ ] seria a extração de oxigênio do sangue arterial pelos tecidos que pode ser medida pela diferença da pressão parcial de oxigênio do sangue arterial para o sangue venoso (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010). Um organismo em exercício, imposto a uma intensidade onde o débito cardíaco esteja no maior nível possível e a extração de oxigênio por parte dos tecidos da musculatura ativa tenha atingido a sua maior magnitude, estará sendo exigido no seu  $VO_2$  máximo. Para incrementar um aumento da capacidade aeróbia máxima ou  $VO_2$  máximo é necessário empregar uma carga de treinamento seguindo os princípios do treinamento esportivo. A influência das adaptações circulatórias centrais e periféricas no aprimoramento do  $VO_2$  máximo tem sido muito estudada para tentar ajudar aos atletas de auto-rendimento de atividades de endurance na melhoria das suas performances. Indivíduos que não visam um auto-rendimento esportivo e praticam exercícios em caráter de saúde também são beneficiados quando submetidos a cargas de treinamento esportivo visando o aumento da potência aeróbia máxima utilizando estrategicamente os métodos mais adequados para alcançarem suas metas pessoais. Diversas adaptações ao treinamento aeróbio podem ser observadas em indivíduos

submetidos a cargas de treinamento específicas de endurance, o que acarreta em melhoria da capacidade aeróbia máxima (YADAV; SAJWAN; SINHA, 2009).

O objetivo deste trabalho é verificar na literatura as influências das adaptações circulatórias centrais e periféricas no aprimoramento do  $VO_{2\text{ máximo}}$ .

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Os componentes da carga de treinamento esportivo

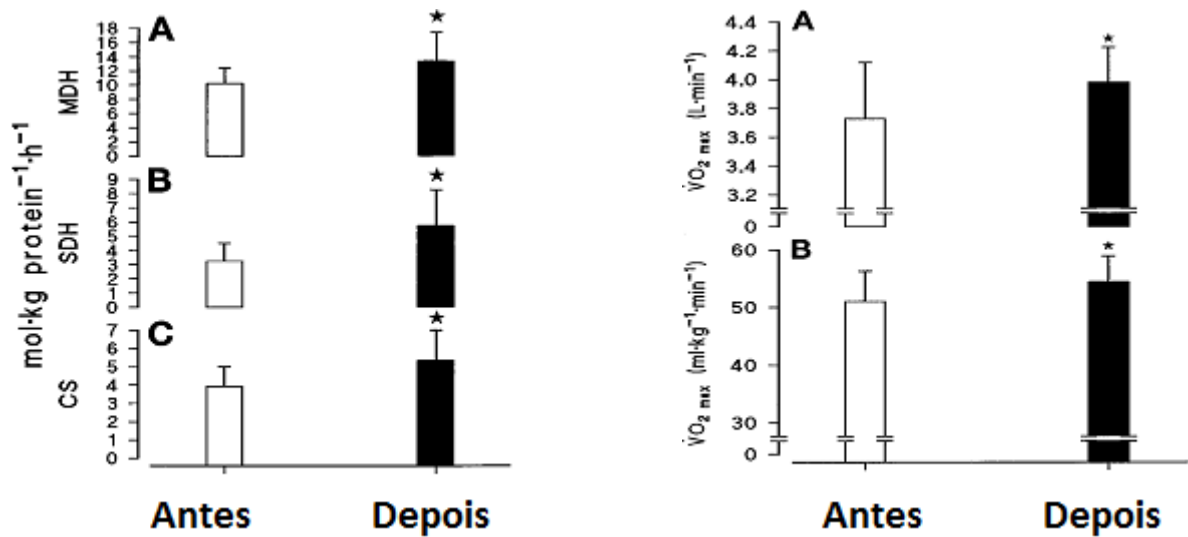
A prescrição de uma carga de treinamento esportivo deve ser baseada nos objetivos do treinamento, como por exemplo, no aumento do desempenho dos atletas ou da melhoria do estado funcional de indivíduos que praticam exercícios em caráter de saúde, onde o profissional de educação física elabora um programa de treinamento utilizando os métodos mais adequados para prescrever a carga de treinamento. O ponto de vista quantitativo e qualitativo será determinante para o direcionamento da especificidade do treinamento. Os componentes que constituem uma carga de treinamento esportivo são: intensidade, volume, frequência, duração e densidade. Os componentes quantitativos são o volume, a duração e a frequência da carga, enquanto os componentes qualitativos são a intensidade e a densidade da carga. A intensidade da carga de treinamento esportivo é um componente qualitativo muito importante para direcionar a especificidade do treinamento, pois determina a musculatura envolvida no exercício e os processos de regulação neuromuscular. O volume da carga de treinamento, componente quantitativo, tem sua importância, pois consegue causar um distúrbio na homeostase sem a necessidade de intensidades muito altas causando uma adaptação ou elevação do estado funcional com segurança o que se torna interessante para programas de treinamento envolvendo populações idosas e de crianças (WEINECK, 2003).

## 2.2 Fatores que Afetam a Resposta ao Treinamento Aeróbio

Para a determinação de prognósticos no aumento do  $VO_2$  máximo, alguns fatores devem ser levados em consideração para que uma influência de dose-resposta do programa de treinamento esportivo prescrito possa ser efetiva. O nível de condicionamento inicial, a intensidade do treinamento, a frequência do treinamento, a duração do treinamento, o gênero e a hereditariedade são fatores que influenciam na adaptação biológica dos indivíduos ao programa de treinamento (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010, McARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

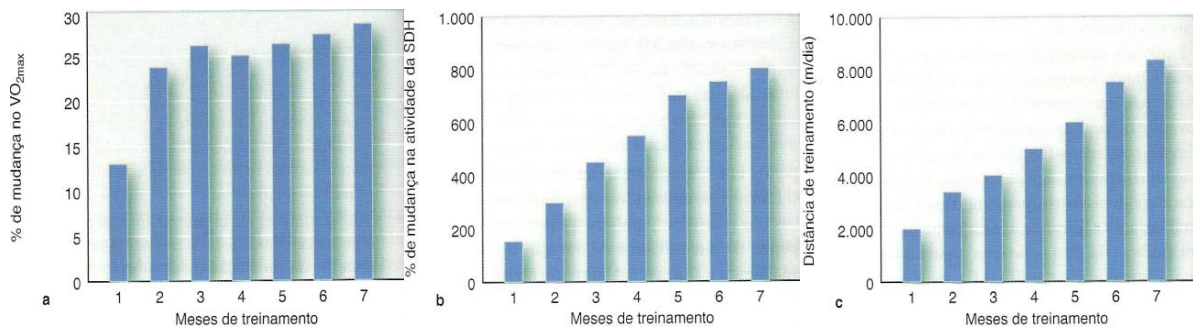
## 2.3 Adaptações Periféricas

O aumento do  $VO_2$  máximo em conseqüências de adaptações no músculo esquelético tem sido bastante estudado. Em uma investigação 20 indivíduos saudáveis do gênero masculino foram submetidos a 7 semanas de treinamento intervalado em um ciclo ergômetro que consistia em sessões com sprints de 30 segundos com intensidade máxima e intervalos de 2 a 4 minutos que variaram ao longo das 7 semanas assim como o número de estímulos. A frequência de sessões de treinos era de 3 vezes por semana. A atividade máxima de enzimas glicolíticas e oxidativas foi significativamente maior no período pós-treinamento em relação ao período pré-treinamento. O aumento no  $VO_2$  máximo também foi significativo após as sete semanas de experimentos. Os gráficos abaixo ilustram o aumento da atividade máxima das enzimas oxidativas malato desidrogenase (MDH), succinato desidrogenase (SDH) e citrato sintase (CS) concomitante ao aumento no  $VO_2$  máximo absoluto e relativo comparando os períodos pré-treinamento e pós-treinamento (MacDOUGALL *et al.*, 1998):



GRÁFICOS 1 e 2 - - Atividade Máxima das Enzimas Oxidativas Malato Desidrogenase (MDH: A), Succinato Desidrogenase (SDH: B) e Citrato Sintase (CS: C) antes e depois do treinamento. \* P<0,05. Consumo Máximo de Oxigênio antes (pré) e depois (post) do treinamento. A representa os valores absolutos em litros por minuto e B os valores relativos em mililitros por quilo por minuto. \*P<0,05. Fonte: MacDOUGALL et al.; 1998, p. 2140

Entretanto, outra investigação científica apontou resultados semelhantes no aumento da atividade máxima da enzima succinato desidrogenase (SDH) ao longo de um período maior do que o estudo citado anteriormente, 7 meses de treinamento em nadadores sem que o aumento no  $VO_2$  máximo seguiu-se o mesmo padrão. Com o aumento do volume da carga de treinamento a cada mês (em metros por dia) sempre ocorria o aumento da atividade da SDH até o final dos 7 meses de treinamento, porém ao aumentar somente o volume, após uma elevação nos dois meses iniciais de treinamento não ocorreram mudanças significativas no  $VO_2$  máximo até o final do experimento (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010):



GRÁFICOS 3,4 e 5 – Percentual de Mudança no  $VO_{2\text{ máximo}}$ , Percentual de Mudança na Atividade da SDH e Distância de Treinamento. Fonte: WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2010, p. 244

Esses resultados sugerem que os aumentos nas atividades das enzimas oxidativas têm uma parcela significativa no aumento do  $VO_{2\text{ máximo}}$  até certo ponto, sendo superpostos por outras adaptações biológicas mais importantes no que se referem ao fornecimento de oxigênio para a musculatura ativa (adaptações circulatórias centrais) e não simplesmente pelo maquinário de utilização aprimorado (adaptações periféricas). Para investigar as adaptações de treinamento relacionadas ao número de capilares, Jansen *et al.* (2004) realizaram um estudo que tinha como um dos seus objetivos a análise da influência de exercícios de alta intensidade na capilarização do músculo esquelético em humanos. Ao final dos procedimentos que envolviam exercícios com intensidades de 150% e 90% do  $VO_{2\text{ de pico}}$  em um cicloergômetro, durante 7 semanas, foi verificado um aumento na rede de capilares ao redor das fibras de tipo I e das fibras de tipo II sem diferença entre elas. Após 4 semanas de treinos verificou-se o maior índice de aumento no número de capilares que pode ser visto no gráfico dos resultados:

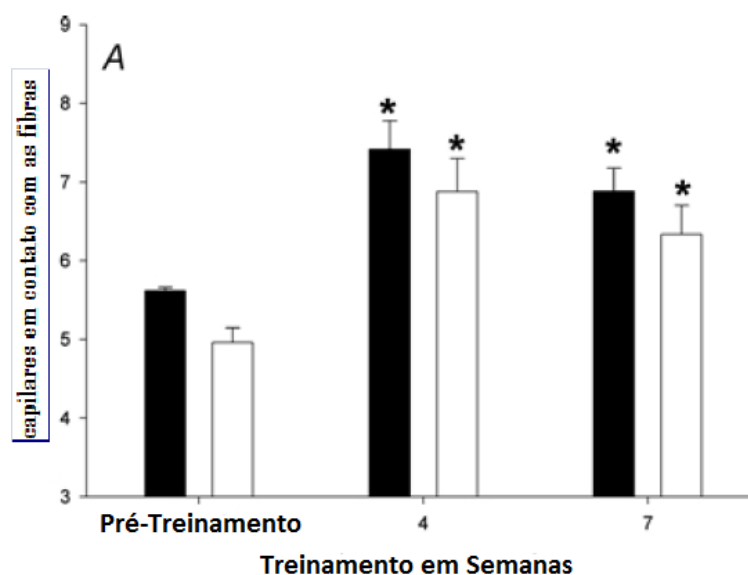


GRÁFICO 6 – Capilares em contato com as fibras do tipo I (coluna escura) e com as fibras do tipo II (coluna clara) antes (pre-training) durante (4) e após (7) o período de treinamento

## 2.4 Adaptações Circulatórias Centrais

Em resposta ao exercício aeróbio, delicadas adaptações circulatórias centrais ocorrem ao longo de um período de prática regular, ocasionando em uma melhora da capacidade aeróbia máxima cuja magnitude é dependente das características da carga de treinamento empregada além de outros fatores como o nível de condicionamento inicial, o gênero, a idade, a hereditariedade, a intensidade do treinamento, a frequência do treinamento e a duração do treinamento. Alterações morfológicas no coração como a hipertrofia fisiológica excêntrica do ventrículo esquerdo, além do aumento do volume plasmático e do volume sistólico, do débito cardíaco, da diminuição da frequência cardíaca de repouso, influenciam diretamente no aumento do  $VO_2$  máximo. (POWERS; HOWLEY, 2009).

### 2.4.1 Volume Plasmático

O aumento do volume plasmático é uma das adaptações biológicas mais rápidas do treinamento de endurance que contribuem com o aprimoramento do VO<sub>2</sub> máximo. Existem controvérsias sobre a magnitude da sua contribuição no aumento da capacidade aeróbia máxima. A duração do treinamento passou a ser investigada para elucidar essas dúvidas. O gráfico 7 mostra a comparação do aumento do VO<sub>2</sub> máximo em estudos cujos protocolos de exercícios eram com durações menores ou iguais a 11 dias, com estudos cujos protocolos de exercícios tinham durações maiores ou iguais a 21 dias envolvendo exercícios com intensidades e volumes variados. Nos estudos com uma menor duração foi verificado um aumento médio de 11% no volume plasmático sem que houvesse qualquer aumento na massa de hemácias. Nestas condições houve um aumento médio de 6% no VO<sub>2</sub> máximo. Nos estudos com uma duração maior de 21 dias houve um aumento médio de 10% no volume plasmático e de 9% na massa de hemácias, fazendo com que o VO<sub>2</sub> máximo aumentasse em média 16%. (SAWKA *et al.*, 2000). Esta revisão sugeriu que até certo ponto o aumento inicial do VO<sub>2</sub> máximo deve-se ao aumento do volume plasmático, uma vez que depois de um período maior de treinamento, porém ainda breve, o aumento da massa de hemácias teria uma maior parcela de contribuição na magnitude da melhora do VO<sub>2</sub> máximo tendo em vista os resultados obtidos nos diversos estudos investigados.

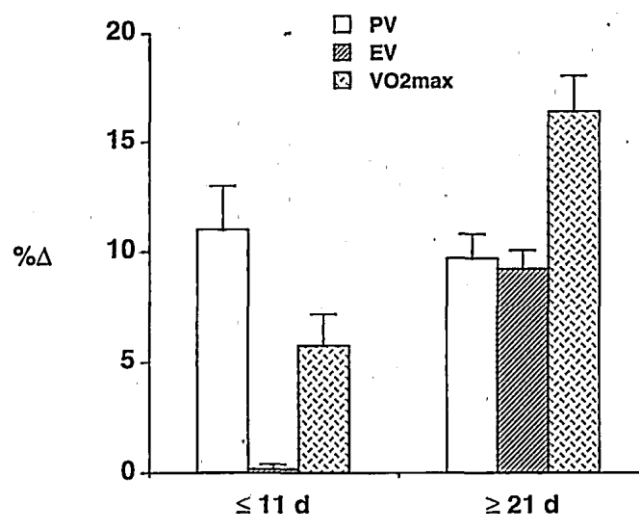


GRÁFICO 7 – Mudanças relativas no volume plasmático (PV, Barras abertas), volume de eritrócitos (EV, barras forradas) e no VO2 máximo, barras rachuradas) após treinamentos de resistência aeróbia com durações inferiores a 11 dias (=11d) e superiores a 21 dias (=21).

#### 2.4.2 Volume Sistólico

De acordo com McARDLE *et al.* (2008) a função contrátil intrínseca aprimorada, a rigidez arterial e cardíaca reduzida, o aumento do tempo do enchimento das câmaras cardíacas além do aumento da massa e do volume do ventrículo esquerdo são importantes fatores resultantes de uma adaptação ao treinamento de endurance que influenciam no aumento do volume sistólico. Em um estudo abrangente realizado por Wilmore *et al.* (2001) verificou-se as alterações no volume sistólico comparando o período pré-exercício com o período pós-exercício que variaram de acordo com a intensidade e com as características dos voluntários. Homens e mulheres, negros e brancos, jovens e adultos maduros, foram submetidos a exercícios em um cicloergômetro para analisar a influência de diferentes intensidades do exercício em diferentes respostas cardiovasculares. Houve diferença significativa no aumento do volume sistólico tanto no pré-treinamento quanto no pós-treinamento considerando a média total dos gêneros masculino e feminino. Porém, a magnitude da diferença absoluta do aumento do volume sistólico pós-treinamento comparando as duas

intensidades diferentes (50W e 60%VO<sub>2</sub> máximo) foi maior no exercício mais intenso como pode ser visto nas tabelas 2 e 3:

**TABELA 1 – Alterações nas Variáveis Cardiovasculares a 50 Watts**

Mudanças na Variáveis Cardiovasculares a 50 Watts

Variáveis	Pré -Treinamento	Pós-Treinamento	Diferença Absoluta	Diferença Significativa* ( <i>P</i> < 0.05)
<b>Volume Sistólico (mL/beat<sup>-1</sup>)</b>				
Total	95.9 ± 18.9	99.8 ± 18.6	+3.9	a
Homens - total	108.7 ± 16.7	112.4 ± 16.9	+3.7	a
17-29 anos	112.6 ± 15.4	115.4 ± 16.2	+2.8	—
30-49 anos	107.2 ± 16.2	112.0 ± 17.6	+4.8	—
50-65 anos	103.1 ± 18.4	106.8 ± 15.9	+3.7	—
Mulheres - total	85.9 ± 13.7	90.0 ± 13.2	+4.1	a
17-29 anos	84.5 ± 14.2	88.3 ± 12.9	+3.8	—
30-49 anos	88.1 ± 13.0	91.7 ± 13.3	+3.6	—
50-65 anos	84.6 ± 13.6	90.6 ± 13.3	+6.0	—
Negros - total	94.4 ± 18.1	99.7 ± 18.9	+5.3	a, c
Homens	110.1 ± 15.0	116.5 ± 17.3	+6.4	a, d
Mulheres	85.8 ± 13.3	90.5 ± 12.4	+4.7	a
Branco - total	96.7 ± 19.2	99.8 ± 18.5	+3.1	a, c
Homens	108.1 ± 17.3	110.7 ± 16.5	+2.6	a, d
Mulheres	86.0 ± 14.0	89.6 ± 13.7	+3.6	a

\*a diferença significativa pré para pós-treino; b, diferença significativa entre homens e mulheres; c, diferença significativa entre brancos e negros; d, diferença significativa entre homens negros e homens brancos, e, diferença significativa em comparação com o grupo de 17-29 anos de idade; f, diferença significativa em comparação com o grupo de 30-49 anos de idade; g, significativa diferença em comparação com o grupo de 50-65 anos de idade.

**TABELA 2 – Alterações nas Variáveis Cardiovasculares a 60% VO<sub>2</sub> Máximo**

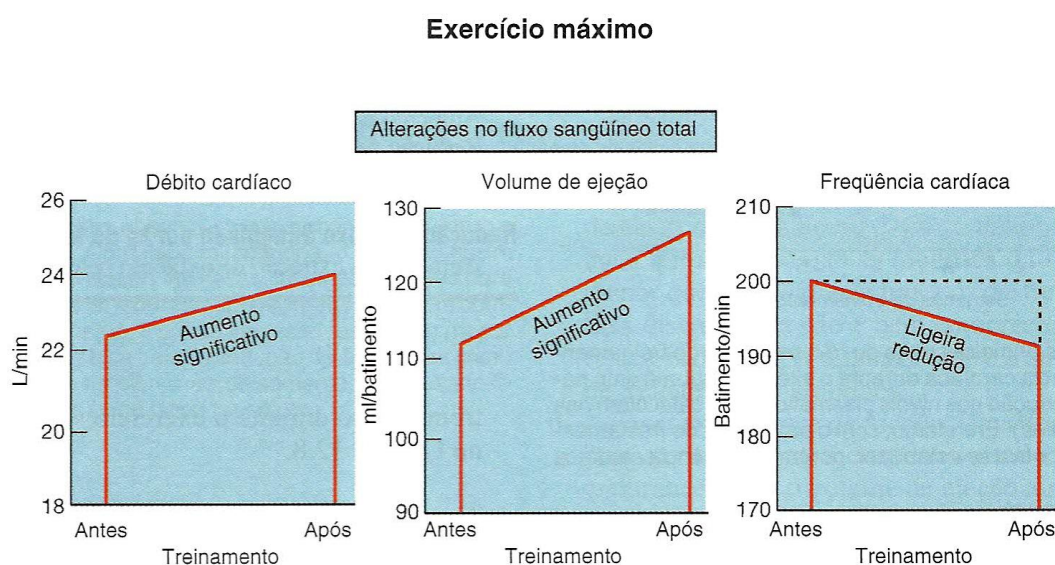
Mudanças na Variáveis Cardiovasculares a 60% of  $\dot{V}O_{2max}$

Variáveis	Pré -Treinamento	Pós-Treinamento	Diferença Absoluta	Diferença Significativa* ( <i>P</i> < 0.05)
<b>Volume Sistólico (mL/beat<sup>-1</sup>)</b>				
Total	98.6 ± 22.2	109.2 ± 23.6	+10.6	a
Homens - total	114.8 ± 19.8	127.5 ± 19.2	+12.7	a, b
17-29 anos	119.1 ± 17.7	132.1 ± 18.5	+13.0	—
30-49 anos	115.0 ± 20.7	128.0 ± 17.7	+13.0	—
50-65 anos	105.8 ± 19.8	117.5 ± 19.3	+11.7	—
Mulheres - total	85.9 ± 14.5	95.0 ± 15.4	+9.1	a, b
17-29 anos	84.5 ± 14.8	93.8 ± 15.0	+9.3	—
30-49 anos	87.9 ± 14.5	97.3 ± 15.7	+9.4	—
50-65 anos	85.2 ± 12.7	92.4 ± 15.4	+7.2	—
Negros - total	96.5 ± 21.3	106.5 ± 22.1	+10.0	a
Homens	115.1 ± 19.8	127.8 ± 17.4	+12.7	a
Mulheres	86.2 ± 13.9	94.7 ± 14.2	+8.5	a
Branco - total	99.7 ± 22.6	110.7 ± 24.2	+11.0	a
Homens	114.6 ± 19.9	127.3 ± 19.9	+12.7	a
Mulheres	85.8 ± 14.8	95.1 ± 16.2	+9.3	a

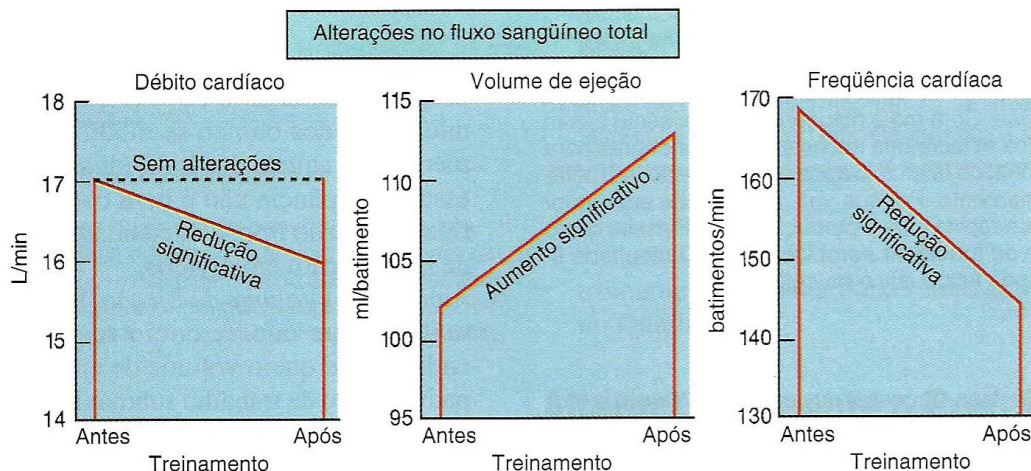
\*a, diferença significativa pré ao pós-treino; b, diferença significativa entre homens e mulheres; c, diferença significativa entre brancos e negros; d, diferença significativa entre mulheres negras e brancas, e, diferença significativa em comparação com o grupo de 17-29 anos de idade; f, diferença significativa em comparação com o grupo de 30-49 anos de idade; g, significativa diferença em comparação com o grupo de 50-65 anos de idade

### 2.4.3 Débito Cardíaco

FOSS *et al.* (2000, p. 289, 292) compararam as alterações no débito cardíaco de indivíduos destreinados com indivíduos treinados em exercícios submáximos em estado estável e com indivíduos treinados em exercícios máximos. O gráfico 9 ilustra de forma clara o comportamento das alterações do débito cardíaco em resposta a cargas de treinamentos com intensidades diferentes.



### Trabalho submáximo, em estado estável



---

GRÁFICO 8 – Comparação do comportamento das alterações do débito cardíaco, volume de ejeção e frequência cardíaca em resposta a exercícios com intensidades máximas e submáximas.

#### 2.4.4 Hipertrofia Cardíaca

A hipertrofia ventricular esquerda é uma adaptação do treinamento de endurance que aprimora o  $VO_2$  máximo. Um estudo realizado por Ghorayeb et al. (2005) teve como conclusão que a hipertrofia ventricular esquerda representa uma resposta adaptativa a um intenso e prolongado treinamento físico. Ehsani et al. (1978) verificou que após um período de treinamento de 9 semanas, ocorreu um aumento da espessura ventricular esquerda posterior de nadadores competitivos. No mesmo estudo os autores verificaram que o destreinamento influenciou na diminuição da espessura ventricular esquerda posterior de nadadores não realizaram os treinamentos caracterizando uma reversibilidade da adaptação.

### 3 CONCLUSÃO

As adaptações circulatórias centrais e periféricas são adaptações fisiológicas do treinamento esportivo que levam a um aprimoramento do  $VO_2$  máximo.

**REFERÊNCIAS:**

ASTRAND, P.; RODAHL, K.; DAHL, H. A.; STROMME, S. B. **Tratado de Fisiologia do Trabalho: Bases Fisiológicas do Exercício**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 560 p.

EHSANI, A.A.; HAGBERG, J. M.; HICKSON, R.C. Rapid changes in left ventricular dimensions and mass in response to physical conditioning and deconditioning. **The American Journal of Cardiology**. Bethesda, v. 42, n. 1, p. 52-56, 1978

FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. **Fox: Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 560 p.

GHORAYEB, N. *et al.* Left Ventricular hypertrophy of Athletes. Adaptive Physiologic Response of the Heart. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. São Paulo, v. 85, n.3 2005

JANSEN, L.; BANGSBO, J.; HELLSTEN, Y. Effect of high intensity training in capillarization and presence of angiogenic factor in human skeletal muscle. **Journal of Physiology**. Copenhagen, v. 557, n. 2, p. 571-582, 2004.

MacDOUGALL, J, D. *et al.* Muscle Performance and Enzymatic Adaptations to Sprint Interval Training. **Journal of Applied Physiology**. Bethesda, v. 84, n. 6, p. 2138-2142, 1998.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 1099 p.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e Desempenho**. 6. ed. Barueri: Manole, 2009. 646 p.

SAWKA, M. N. *et al.* Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Natick, v. 32, n. 2, p. 332-348, 2000.

WEINECK, Jurgen. **Treinamento Ideal**. 9. ed. Barueri: Manole, 2003. 740 p.

WILMORE, J. H. *et al.* Cardiac Output and stroke volume changes with endurance training: The HERITAGE Family Study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Tamu, v. 33, n. 1, p. 99-106, 2001.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L.; KENNEY, L. K. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 4. ed. Barueri: Manole, 2010. 594 p.

YADAV, S.; SAJWAN, A, S.; SINHA, A. Comparison of Selected Physiological Variables of Players Belonging to Various Distance Runners. **Journal of Physical Education and Sport**. Pitesti, v. 25, n. 4, p.70-76, 2009.

N244i Nascimento, Níkolos Chaves  
2010 Influência das adaptações circulatórias centrais e periféricas no aprimoramento do VO<sub>2</sub>máximo. [manuscrito] / Níkolos Chaves Nascimento – 2010.  
23 f., enc.:il.

Orientador: Luciano Sales Prado

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 22-23

1. Esportes – Treinamento técnico. 2. Consumo de oxigênio. I. Prado, Luciano Sales. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.015

**Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.**