

EFEITOS DO DESTREINAMENTO SOBRE OS SISTEMAS CARDIOVASCULAR E MÚSCULO-ESQUELÉTICO

Alana Pereira Lima
Miguel Araújo Carneiro Júnior

RESUMO

As adaptações cardiovasculares e musculares ao treinamento podem ser perdidas quando os atletas param de treinar. O objetivo deste estudo foi apresentar uma revisão de literatura de relatos dos efeitos da interrupção ou redução do treinamento esportivo sobre os sistemas cardiovascular e músculo-esquelético e descrever o tempo em que ocorrem e a magnitude das perdas das adaptações fisiológicas induzidas pelo destreino.

Palavras chave: Adaptação fisiológica; Destreino físico; Adaptações cardiovascular e músculo-esquelética.

ABSTRACT

The skeletal muscle and cardiovascular adaptations physical training can be lost when athletes stop training. The goal of this paper was to present a literature review about the physiologic aspect related to the interruption or sharp reduction in the sportive training on the cardiovascular system and on the skeletal muscles and to describe the time course and loss magnitude of physiological adaptations induced by detraining.

Key words: Physiological adaptation; Physical detraining; Cardiovascular and skeletal muscle adaptations.

RESUMEN

Las adaptaciones cardiovasculares y musculares al entrenamiento pueden ser perdidas cuando los atletas paran de entrenar. El objetivo de este estudio fue presentar relatos dos efectos de la interrupción o reducción del entrenamiento desportivo sobre los sistemas cardiovascular e musculares a través de revisión de literaturaportivo sobre los sistemas cardiovascular y muscular y describir el tiempo en que ocurren y la magnitud de las adaptaciones fisiológicas inducidas por lo desentrenamiento.

Palabras clave: Adaptación fisiológica; Desentrenamiento físico; Adaptaciones cardiovasculares y musculares.

INTRODUÇÃO

A prática de exercícios físicos causa diversas adaptações metabólicas e funcionais ao organismo, assim como diferentes formas de estresse mecânico e metabólico. Neste sentido, o organismo reage para manter sua homeostasia (LAPIN et al, 2007). Um alto nível de desempenho é o resultado de muitos anos de treinamento planejado. Para que ocorram as adaptações necessárias às exigências da modalidade

específica é necessário que se faça uma periodização adequada incluindo volume, intensidade e frequência de treinamento, somando-se transformações estruturais e fisiológicas ocorridas em virtude da repetição sistemática de exercícios. Dessa forma, a capacidade de desempenho do atleta reflete seu grau de adaptação (BOMPA, 2002).

Dentro desse planejamento, devem estar previstos também períodos de descanso, para que o atleta possa se refazer do desgaste físico e psicológico do treinamento a que se submete. Também podem ocorrer períodos de inatividade, decorrentes de lesões e problemas de saúde (BOMPA, 2002).

Maglisho (1999) considera que um período de descanso de quatro semanas é demasiado longo. Relatando o problema para nadadores profissionais, ele alerta que os nadadores terão de gastar a maior parte da temporada na re aquisição das adaptações perdidas e não no aperfeiçoamento das que já haviam sido desenvolvidas.

Esse retrocesso no desempenho atlético, causado pela perda de adaptações fisiológicas decorrente do período de inatividade, é chamado destreino. Com o destreino, o organismo se readapta às novas demandas metabólicas e estruturais. Destreino é a perda parcial ou completa das adaptações induzidas pelo treinamento, em resposta a um estímulo de treinamento insuficiente (MUJICA, 2000). Segundo Mcardle, Katch & Katch (2003), uma ou duas semanas de destreino acarretam uma redução significativa na capacidade tanto metabólica quanto de realizar exercícios, com muitos aprimoramentos induzidos pelo exercício sendo perdidos totalmente dentro de poucos meses. Segundo estes mesmos autores, até mesmo entre atletas altamente treinados, os efeitos benéficos de muitos anos de treinamento prévio com exercícios continuam sendo transitórios e reversíveis. Segundo Mujika (2000) as características do destreino dependem da duração do período de destreino ou da magnitude da insuficiência de um programa de treinamento.

Há poucos estudos feitos sobre os efeitos do destreino sobre os sistemas corporais. Sabendo que as adaptações ao treinamento em nível dos sistemas cardiovascular e músculo-esquelético são imprescindíveis para a *performance* atlética, a comunidade científica tem feito estudos importantes sobre estas adaptações para saber a implicância da interrupção do programa de treinamento sobre o condicionamento físico alcançado. Entretanto muito ainda está por ser esclarecido, e sobre alguns aspectos estudados não há ainda um consenso em relação aos resultados e às conclusões.

Neste trabalho, foi realizado um levantamento sobre resultados e conclusões de alguns estudos importantes sobre o tema.

REVISÃO DE LITERATURA

Nesta revisão serão apresentados alguns aspectos das adaptações induzidas pelo treinamento físico sobre os sistemas cardiovascular e músculo-esquelético, bem como as conseqüências do processo de destreino sobre estas adaptações.

Sistema Cardiovascular e Destreino

VO₂ Máximo

A maioria dos pesquisadores considera o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máximo) como o melhor indicador da capacidade de resistência cardiorrespiratória (WILMORE & COSTILL, 2001).

Gamelin et al. (2007), relataram que o treinamento aeróbico de 20 semanas provocou um significativo aumento do VO_2 máximo em homens jovens, com decréscimo em decorrência de um período de destreinamento de 8 semanas.

Kemi et al. (2004), em experimento com ratos adultos submetidos ao treinamento com corrida em esteira, observaram a perda de 50% no nível do VO_2 máximo alcançado através do treinamento em apenas 2 semanas de destreinamento. Entretanto, após 4 semanas de destreinamento, o VO_2 máximo estabilizou-se num nível 5% superior em relação ao grupo controle. Godfrey et al. (2004) verificaram que o VO_2 máximo de um remador de nível olímpico declinou 8% após um período de destreinamento de 8 semanas, com rápidas melhoras em 8 semanas após o retorno aos treinos. Entretanto, o atleta somente se aproximou de seus melhores níveis com 20 semanas de retreinamento. Coyle et al. (1984), demonstraram os efeitos fisiológicos da interrupção do treinamento em atletas altamente treinados em *endurance*. Nos primeiros 21 dias de destreinamento o VO_2 máximo decresceu 7%, e se estabilizou em 56 dias de destreinamento ao nível de 16% abaixo do valor alcançado após o treinamento. Depois de 84 dias de destreinamento os atletas estudados, ainda tinham um nível de consumo máximo de oxigênio consideravelmente maior que o grupo controle, atribuído principalmente à alta diferença artério-venosa (a- VO_2). O declínio inicial no VO_2 máximo foi atribuído ao declínio no volume de ejeção, já o declínio verificado no período final do destreinamento foi atribuído a uma redução na diferença a- VO_2 .

Neufer (1987) realizaram um estudo com um grupo de nadadores submetidos a um programa de treinamento em natação composto de aproximadamente 9000 jardas por dia, 6 dias na semana, durante 5 meses. Após o período de treinamento, parte dos nadadores participaram de um programa de treinamento reduzido de 3000 jardas por sessão de treinamento, com 3 sessões por semana, durante 4 semanas, outra parte teve o treinamento reduzido para uma sessão de 3000 jardas por semana, por 4 semanas. Outro grupo passou por um período de inatividade. Enquanto o VO_2 máximo decresceu significativamente no grupo dos nadadores que reduziram seu programa de treinamento a 1 sessão por semana, não foi observado decréscimo no VO_2 máximo do grupo que manteve um treinamento semanal de 3 sessões. Estes resultados sugerem que a capacidade aeróbica pode ser mantida por 4 semanas após a redução moderada do treinamento em nadadores bem treinados. Resultado semelhante foi alcançado por Madsen et al. (1993), em um estudo em que pesquisaram os efeitos do destreinamento sobre o VO_2 máximo e sobre o desempenho no teste de exaustão. Para isso, nove atletas de *endurance* de alto nível diminuíram seu treinamento de *endurance* semanal, que durava em média de 6 a 10 horas, para um único treino de alta intensidade com duração de 35 minutos por semana. O período de destreinamento não afetou o VO_2 máximo, mas a capacidade no teste de exaustão decresceu por volta de 21%, fato que levou os pesquisadores a concluir que a resistência em um teste de exaustão pode variar consideravelmente durante o destreinamento sem mudanças no VO_2 máximo.

Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca, tanto no repouso quanto durante o exercício, é um bom indicador da intensidade com que o coração está trabalhando. Com o treinamento

de *endurance* acontece a queda na frequência cardíaca submáxima, o que indica que o coração se torna mais eficiente (WILMORE & COSTILL, 2001).

Segundo Mujika (2000) o aumento da frequência cardíaca não é suficiente para contrabalancear o decréscimo do volume de ejeção decorrente de um período de 4 semanas de destreino, então há uma redução na potência máxima cardíaca. Esta afirmação está de acordo com o estudo de Convertino (1997), onde os autores observaram o comportamento da frequência cardíaca e do VO_2 máximo em sujeitos submetidos a um período de inatividade. Os resultados mostraram aumento da frequência cardíaca, com diminuição do VO_2 máximo, concluindo que o aumento da frequência cardíaca não foi suficiente para assegurar a manutenção do VO_2 máximo.

Em 15 dias de confinamento em leito, Convertino et al. (1982) notou a elevação da frequência em 4,2 batimentos por minuto em indivíduos saudáveis. Num estudo para averiguar as adaptações do ritmo de recuperação cardíaco ao treinamento de resistência, 14 homens jovens se submeteram a 4 semanas de treinamento em *endurance* e a 4 semanas de destreino. Os resultados mostraram que houve melhoras no tempo de recuperação do ritmo cardíaco e o retorno aos valores de pré-treinamento após o período de destreino (HEFFERNAM et al., 2007).

Coyle et al. (1985) observaram que a frequência cardíaca de atletas treinados em *endurance* teve aumento no exercício submáximo durante 56 dias de destreino.

Evangelista et al (2005) observaram a perda da bradicardia de repouso induzida pelo treinamento físico, decorrente do destreino em ratos treinados em esteira por 10 semanas, seguido de um período de 2 semanas de inatividade. Foi verificado que com uma semana de destreino a frequência cardíaca de repouso ainda era mais baixa que no grupo controle. Entretanto com 2 semanas de destreino a frequência da cardíaca de repouso retornou ao nível de pré-treinamento no grupo dos animais treinados.

Volume Sanguíneo

O volume sanguíneo depende do tamanho e peso do corpo, assim como da condição de treinamento. A expansão do volume sanguíneo causada pela prática da atividade física regride quando o treinamento é interrompido (CONVERTINO, 1997). No treinamento de resistência, com duração e intensidade suficientes, ocorre em longo prazo, um aumento do volume sanguíneo de 1 a 2 litros (WEINECK, 2000).

Green et al. (1990) mostraram um aumento de 12% no volume sanguíneo após apenas três dias de treinamento (duas horas de pedalagem estacionária por dia na intensidade de 65% do VO_2 máximo), o que indica que o aumento do volume sanguíneo representa uma resposta adaptativa ao treinamento com exercícios.

Segundo Mujika (2000) um período curto de destreino (4 semanas) é caracterizado, em atletas altamente treinados, por um rápido declínio no VO_2 máximo decorrente da queda do volume sanguíneo. Coyle et al. (1984) perceberam que o volume de ejeção em atletas altamente treinados em *endurance* diminuiu durante os primeiros dias para níveis similares aos níveis do grupo controle após 84 dias de inatividade, sendo que os primeiros declínios no VO_2 máximo foram atribuídos à queda do volume de ejeção. Coyle et al. (1986), investigaram se a redução do volume de ejeção, observada depois da pausa nos treinos por quatro semanas em oito homens treinados em *endurance*, está associada com a redução no volume sanguíneo. O destreino produziu 9% de declínio no volume sanguíneo. O volume de ejeção

diminuiu 12%, e o VO_2 máximo diminuiu 6%. Estes achados indicaram que o declínio na função cardiovascular nas semanas iniciais de destreino ocorre em função de uma redução no volume sanguíneo e este fato parece limitar o enchimento do ventrículo esquerdo durante o exercício. No estudo de Convertino et al. (1982) com indivíduos mantidos em repouso absoluto, concluiu-se que o volume plasmático reduzido em indivíduos destreinados resulta em redução do retorno venoso e, conseqüentemente, em redução do volume sistólico.

Capilarização

A capacidade do sistema circulatório em se adaptar ao exercício é tão importante quanto os próprios músculos na determinação do limite para a realização de trabalho muscular (GUYTON, 1988).

O músculo treinado obtém aumento de capilares e das ligações transversais intercapilares nas fibras musculares, levando a um aumento da densidade e superfície de capilares. Este aumento na capilarização muscular é fundamental para o aumento da irrigação sanguínea muscular, quando o músculo exige maior absorção de oxigênio, no treinamento aeróbico (WEINECK, 2000).

Mujika (2000) afirma que há uma diminuição da densidade capilar numa interrupção de treinamento de 4 semanas. Klausen et al. (1981) observaram que seis homens exercitados em bicicleta ergométrica por 30 minutos, 3 vezes por semana, durante 8 semanas tiveram aumento de 23.1% no VO_2 máximo e observaram também um decréscimo em direção aos valores de pré-treinamento no VO_2 máximo, durante 8 semanas de destreino. Durante o treinamento o número de capilares por fibra aumentou 20%, com posterior decréscimo, com o período de destreino, confirmando a relação direta entre aumento do VO_2 máximo e aumento da capilarização. Entretanto, Coyle et al. (1984) não encontraram quedas na densidade capilar em atletas de alto nível de *endurance* que se submeteram a 84 dias de destreino.

Estes estudos parecem demonstrar que os aumentos de densidade capilar alcançados como conseqüência de longos períodos de treinamento, como no caso de atletas de alto nível, são adaptações que persistem por longos períodos após a interrupção do programa de treinamento. O que se sabe é que no repouso, apenas 20 a 25% dos capilares musculares estão abertos (GUYTON, 1988).

Seriam interessantes estudos com ex-atletas, inativos por vários meses e anos, que comparassem a densidade capilar destes ex-atletas com a densidade capilar de um atleta ativo, que treinasse nas mesmas condições e mesma modalidade. Além desses, estudos que comparassem a adaptabilidade dos sistemas corporais de ex-atletas com a adaptabilidade de indivíduos, de mesma idade e sexo, que nunca se submeteram antes a um programa de treinamento.

Atividade Enzimática

É típica nos treinamentos de *endurance* a detecção do aumento da atividade das enzimas oxidativas (GARRET & KIRKENDALL et al., 2003). Entretanto, Mujika (2000) afirma que períodos curtos de destreino (4 semanas) são suficientes para reduzir a atividade das lipases.

Klausen et al. (1981) encontraram em homens treinados em bicicleta ergométrica pronunciados aumentos na atividade das enzimas oxidativas, ao passo que

poucos aumentos na atividade de enzimas glicolíticas foram observados. Toda a atividade enzimática decresceu aos níveis de pré-treinamento durante um período de destreinamento de 8 semanas. Da mesma forma, Chi et al. (1983) observaram que em corredores e ciclistas, antes do período de destreinamento, a concentração de enzimas de metabolismo oxidativo eram significativamente maiores que o verificado no grupo controle, com pouca diferença na concentração destas enzimas entre as fibras tipo I e as fibras tipo II. Com o período de destreinamento (12 semanas), a concentração de enzimas oxidativas decresceu em ambos os tipos de fibras, mas nas fibras tipo II não houve retorno aos níveis do grupo controle. A concentração da enzima fosforilase aumentou com o destreinamento em ambos os tipos de fibra. Este acréscimo também se estende às enzimas lactato desidrogenase e adenilato ciclase, exceto para as fibras tipo I. Estes estudos parecem afirmar a especificidade das adaptações dos sistemas corporais ao programa de treinamento empregado.

Num estudo de Coyle et al. (1984), feito com atletas de *endurance*, a atividade das enzimas citrato sintase e succinato desidrogenase declinaram em 12 dias de destreinamento, entretanto se mantiveram a níveis 50% mais altos, se comparado com os níveis de concentração destas enzimas no grupo controle. Os resultados reforçam a relativa superioridade das adaptações alcançadas a partir de longos períodos de treinamento.

Wibom et al. (1992) com o objetivo de avaliar o ritmo de produção de ATP mitocondrial realizaram um estudo em que homens se submeteram a 6 semanas de treinamento em *endurance*, com um período de destreinamento de 3 semanas subsequente. Grande aumento na atividade enzimática mitocondrial induzido pelo treinamento foi observado, concomitante ao aumento no ritmo de produção de ATP. Com o destreinamento, o ritmo de produção de ATP mitocondrial decresceu de 12 a 28%. O VO_2 máximo aumentou 9,6% com o treinamento e diminuiu 6% após o período de destreinamento.

Coyle et al. (1985) investigaram os efeitos do destreinamento sobre as respostas ao exercício submáximo em atletas treinados em *endurance*. A concentração de lactato sanguíneo aumentou paralelamente a um declínio de 40% na atividade das enzimas mitocondriais e a um aumento de 21% na atividade da enzima lactato desidrogenase. Contudo, após 84 dias de inatividade os níveis de atividade mitocondrial eram ainda 50% superiores, e a atividade da enzima lactato desidrogenase era ainda 22% inferior, se comparada aos níveis de sujeitos sedentários. Além disso, a resistência ao lactato sanguíneo foi consideravelmente maior que o verificado no grupo de sedentários. Verificou-se neste estudo que a resistência ao lactato sanguíneo em exercício de *endurance* intensivo e prolongado é uma adaptação que persiste por um longo período de destreinamento.

Sistema Músculo esquelético e destreinamento

Força

O músculo esquelético é um tecido com grande capacidade de adaptação. Com o treinamento em longo prazo, ocorrem várias adaptações favoráveis para o músculo. O treinamento de *endurance* causa alterações dentro e em torno do músculo, aumentando sua habilidade de realizar contrações repetitivas, enquanto o treinamento de força leva ao aumento da mesma (GARRET & KIRKENDALL, 2003).

Tokmakidis et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar as adaptações fisiológicas conseguidas por indivíduos com disfunções coronarianas através de treinamento em meio aquático (hidroginástica), bem como os efeitos do destreinamento e do retraining. O grupo foi acompanhado por três períodos, cada período com duração de quatro meses: treinamento, destreinamento e retraining. Durante os períodos de treinamento e retraining os pacientes se submeteram a quatro sessões de treinamento por semana. O grupo aumentou seu VO₂ máximo em 8,4% e sua força geral em 12,2% depois do período de treinamento. Foi observado que o período de destreinamento reverteu as adaptações positivas alcançadas. O retorno ao treinamento aumentou os benefícios obtidos depois do final do período de treinamento inicial, sendo que o VO₂ máximo aumentou 6,6% e a força geral 7%.

Staron et al. (1991) observaram que mulheres submetidas a um período de 20 semanas de treinamento de força em membros inferiores, apresentaram um aumento na força dinâmica máxima, com posterior decréscimo, ocasionado pela parada no treinamento de 20 a 30 semanas. A força dinâmica máxima decresceu, devido à fase de destreinamento, mas não a níveis de pré-treinamento. Neste trabalho, concluiu-se que parte das adaptações adquiridas com o treinamento, como a força dinâmica máxima, é retida por determinados períodos de destreinamento e contribuem para um rápido retorno à forma competitiva.

Häkkinen et al. (1985) submeteram homens a um treinamento de força de alta intensidade por 24 semanas. Desta forma, observaram que os indivíduos apresentaram a força isométrica máxima aumentada logo nas semanas iniciais de treinamento, sendo que após 12 semanas de destreinamento percebeu-se uma redução da força muscular adquirida.

Raso et al. (2001), relataram decréscimo na força muscular de membros inferiores e superiores principalmente após a 8ª semana da interrupção de um programa de treinamento com pesos livres, aplicado por 12 semanas em mulheres idosas, sendo que os testes foram aplicados imediatamente ao final do período de treinamento e após o período de destreinamento. Kalapotharakos et al. (2007), em estudo similar feito com homens idosos, observaram melhoras na força muscular, com posterior redução da mesma valência física depois de 6 semanas de destreinamento. Harris et al. (2007) observou em estudo com treinamento de força em homens idosos, que as perdas mais significantes em força muscular, ocorridas em função do destreinamento, ocorrem principalmente no período entre 6 a 20 semanas de destreinamento. Fontoura et al. (2004) não constataram perdas significativas de força muscular após 12 semanas de interrupção do treinamento de força em crianças de idade de 8 a 11 anos, que tiveram aumento de força como efeito de 12 semanas de treinamento.

Mujika (2000) afirma que depois 4 semanas de destreinamento a área seccional da fibra diminui, sem abalos significantes na *performance*.

Especificidade da Ação Muscular

A especificidade da ação muscular é o resultado de se aprender a recrutar os músculos para executar determinado tipo de movimento usado em determinada modalidade (FLECK & KRAEMER, 1999). Atletas de natação, por exemplo, tem a necessidade de treinar em natação, para que sejam mantidas as capacidades fisiológicas dos músculos utilizados na natação, pois, com o destreinamento, os nadadores perdem a capacidade de gerar força durante o nado, o que não é percebido nos testes de força e potência aplicados fora d'água (MAGLISHO, 1999).

Neufer et al. (1987) relataram que nadadores que treinaram durante 5 meses e após este período de treinamento suspenderam completamente os treinos não tiveram decréscimos na força muscular, mas a habilidade para aplicar força contra a água foi relativamente reduzida.

Composição das Fibras

A composição das fibras musculares é fator preponderante na determinação de qual modalidade esportiva poderá o atleta se destacar. A natureza do tipo de fibra é relativamente fixa, o que sugere uma predisposição genética para o desempenho excepcional. A maior parte das evidências sugere que não existe interconversão das fibras tipo I e tipo II como resultado de treinamento (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). Entretanto, existe uma plasticidade significativa para o potencial metabólico com o treinamento (BAUMANN et al., citado por McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Andersen et al. (2005) observaram que a velocidade de contração das fibras musculares tipo II aumentou com o treinamento de resistência em 3 meses de treinamento, com perda da adaptação ao final do período de destreinamento de 3 meses. Häkkinen et al (1985), aplicando treinamento de força de alta intensidade em homens, observaram aumento de área da fibra muscular, especialmente nas fibras de contração rápida nas semanas iniciais de treinamento, com posterior decréscimo, em consequência do destreinamento.

O treinamento de *endurance* pode induzir à conversão das fibras tipo IIb para fibras mais aeróbicas tipo IIa (COGGAN, citado por McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Staron et al. (1991), observaram o comportamento da musculatura esquelética em seis mulheres, que participaram previamente de 20 semanas de treinamento de força em membros inferiores, e que depois passaram por um período de destreinamento de 30-32 semanas. O período inicial de 20 semanas causou hipertrofia dos tipos de fibras musculares de contração rápida, com decréscimo na porcentagem do tipo de fibras tipo IIb. O destreinamento teve poucos efeitos sobre a área transversal da fibra, mas resultou num aumento da porcentagem de fibras tipo IIb, com um concomitante decréscimo em fibras tipo IIa.

Subseqüentemente, no mesmo estudo, houve um período de retreinamento de 6 semanas. Sete mulheres não-treinadas participaram também da fase de retreinamento. Por sua vez, o retorno ao treinamento ocasionou novo decréscimo na porcentagem das fibras tipo IIb, e para o grupo recém treinado, em inicial decréscimo da porcentagem destas fibras. O retreinamento de seis semanas resultou em significantes acréscimos na área transversal de ambos tipos de fibras rápidas (IIa e IIab + IIb) comparado com os valores de destreinamento. Existe a hipótese de que as fibras tipo IIb podem ser, na realidade, apenas um conjunto de fibras não-utilizadas e de baixa capacidade oxidativa, que no recrutamento começam um processo de transformação para fibras do tipo IIa, fato que pode ser verificado através da diminuição significativa das fibras tipo IIb quando o músculo é submetido a um treinamento de força (FLECK & KRAEMER, 1999).

Quatro mulheres de cada grupo continuaram o treinamento em sete semanas adicionais. As sete semanas de treinamento adicional acentuaram estas tendências: a área transversal das fibras continuou a crescer (não significativamente), e fibras tipo IIb não foram encontradas. Os resultados deste estudo sugerem que a rapidez

das adaptações musculares que ocorrem como resultado do treinamento de força têm eficácia similar em mulheres previamente treinadas e em mulheres não-treinadas. Neste trabalho, concluiu-se que algumas adaptações, a exemplo da área da fibra, são retidas por longos períodos de destreinamento.

Ativação Neural

Os efeitos do treinamento estão relacionados à formação de novos mecanismos de coordenação nos diversos níveis do sistema nervoso central (GARRET & KIRKENDALL, 2003).

Narici et al. (1989) realizaram um estudo em que homens fizeram treinamento de força unilateral por 60 dias, realizando extensões de joelho isocinéticas máximas. Em seguida ao período de treinamento foram observadas as mudanças ocorridas em 40 dias de destreinamento. A área de seção transversa aumentou em torno 8,5% com o período de treinamento, a ativação neural e a contração isométrica máxima em aproximadamente 42,4% e 20,8%, respectivamente, após o período de treinamento na perna treinada, seguida de decréscimo nas melhoras destas adaptações em decorrência do período de destreinamento. A perna não treinada não alcançou aumentos na área de seção transversa, enquanto que foram observados aumentos de aproximadamente 24,8% e 8,7% na ativação neural e na contração isocinética máxima, respectivamente. Para os autores deste trabalho, a hipertrofia alcançada pelo treinamento de força representa 40% do acréscimo na força, enquanto o restante parece ser atribuído, em parte, ao aumento da ativação neural. Häkkinen et al. (1985) encontraram resultados similares em um grupo submetido ao treinamento de força de alta intensidade, em que o aumento na força aconteceu concomitante ao aumento da ativação neural, ao passo que o destreinamento levou ao decréscimo na magnitude em ambas as valências.

No trabalho desenvolvido por Andersen et al. (2005) observaram acréscimo na força muscular, decorrente da área de seção transversal e ativação neural em resposta a 3 meses de treinamento de resistência, com posterior perda destas adaptações com um período de destreinamento de 3 meses.

Gondin et al. (2006), realizaram um estudo para investigar o comportamento do sistema nervoso central quando 5 semanas de estimulação elétrica neuromuscular são seguidas por 5 semanas de destreinamento. Observaram o acréscimo na força da contração voluntária máxima, e puderam constatar que os ganhos no torque foram alcançados mediante o aumento da ativação neural. Após o período de destreinamento, não houve perdas significativas dos ganhos, resultado diferente dos demais resultados supracitados. Talvez o resultado desse estudo possa indicar que os resultados obtidos através de estimulação elétrica, no que se refere aos ganhos em magnitude de ativação neural, possam ter sido suficientes para minimizar os efeitos do destreinamento.

CONCLUSÃO

Níveis de alto condicionamento físico são alcançados através do treinamento. A *performance* alcançada é resultado de melhoras na função cardiovascular,

em que o aumento do volume sanguíneo causa o aumento do volume sistólico e, por conseguinte, o aumento do volume de ejeção e do débito cardíaco. Ou seja, todo o aparato fisiológico para um aumento no consumo máximo de oxigênio é adquirido como consequência do treinamento. Quando há a interrupção do programa de treinamento, perdas nestas variáveis fisiológicas são inevitáveis, mesmo com a elevação da frequência cardíaca. Por consequência, o atleta sofre prejuízos em sua *performance*.

Há concordância no que diz respeito à necessidade de se manter um nível mínimo de programa de treinamento, mesmo nas interrupções ao treinamento, pois com níveis reduzidos de treinamento é possível manter níveis de condicionamento físico próximos ao ideal, e dessa forma evitar grandes prejuízos à *performance* atlética.

Conclui-se, portanto, que a incapacidade do atleta em manter o nível de *performance* alcançado através do treinamento, quando submetido a um período de destreinamento, é devido ao fato de sucederem prejuízos às funções cardiovasculares e músculo-esqueléticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersen L. L. et al. *Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining*. Journal of Applied Physiology, v. 99, n. 1, p. 87-94, JUL. 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>>. Acesso em: 30/08/2008, 14:58h.

Baumann H., et al. *Exercise training induces transitions of myosin isoform subunits within histochemically typed muscle human fibers*. Pflugers Arch 1987; 409:349. Apud McARDLE, William D.; KATCH, Frank L. KATCH Victor L. Fisiologia do exercício. 5ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003

Bompa, Arthur. *Periodização*. 2ª edição. São Paulo. Manole. 2002

Chi M. M. et al. *Effects of detraining on enzymes of energy metabolism in individual human muscle fibers*. AJP - Cell Physiology, v. 244, n. 3, p.276-C287. 1983. <<http://ajpcell.physiology.org/cgi/content/abstract/>>. Acesso em: 30/08/2008, 14:58h.

Coggan et al. *Skeletal muscle adaptations to endurance training in 60- to 70-yr old men and woman*. J. Apply Physiology, v. 65, n.1, 1992. Apud McARDLE, William D.; KATCH, Frank L. KATCH Victor L. Fisiologia do exercício. 5ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003.

Convertino V.A. et al. *Induced venous pooling and cardiorespiratory responses to exercise after bed rest*. Journal of Applied Physiology, v. 52, n.5, p.1343-1348. 1982. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/52/5/1343>>. Acesso em: 26/10/2008, 16:58h.

Convertino V.A. *Cardiovascular consequences of bed rest: Effect on maximal oxygen uptake*. Medicine and science in sports and exercise, v.29, n. 2, p. 191-196. FEB 1997. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>> Acesso em: 26/10/2008, 16:38h.

Coyle, E. F. et al. *Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training*. Journal of Applied Physiology, v. 57, n. 6 p.1857-1864. 1984. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/>> Acesso em: 16/10/2008, 16:17h.

Coyle E. F.; Hemmert M. K. and Coggan A. R. *Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume*. In: Journal of Applied Physiology, v. 60, n. 1, p. 95-99. 1986. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/60/1/95>>. Acesso em: 11/09/2008, 16:08h.

Coyle E. F. et al. *Effects of detraining on responses to submaximal exercise*. In: Journal of Applied Physiology, v. 59, n. 3 p. 853-859. 1985. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/>> Acesso em: 02/09/2008, 16:08h.

Evangelista F.S. et al. *Loss of resting bradycardia with detraining is associated with intrinsic heart rate changes*. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v.38, n.7, p.1141-1146. July 2005. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em: 22/10/2008, 13:21h.

Fleck C. & Kraemer W. *Fundamentos Fisiológicos da Musculação*. 2ª edição. São Paulo. Manole. 1999

Fontoura et al. *O efeito do destreinamento de força muscular em meninos pré-púberes*. In: Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.10, n.4, p. 1517-8692 Niterói, July/Aug. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>> Acesso em 26/10/2008, 13:09h.

Gamelin F.X. et al. *Effect of training and detraining on heart rate variability in healthy young men*. In: International journal of sports medicine, v. 28, n. 7, p. 564-570. JUL2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>. Acesso em 10/09/2008, 17:45h.

Garret, W. E. Jr. & Kirkendall, D. T. *A ciência do exercício e do esporte*. São Paulo. Manole. 2003.

Godfrey et al. *The detraining and retraining of an elite rower: a case study*. In: journal of science and medicine in sport, v. 8, n. 3, p. 314-320, SEP. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em 22/10/2008, 14:02h.

Gondin J.; Duclay J.; Martin A. *Neural drive preservation after detraining following neuromuscular electrical stimulation training*. Neuroscience Letters, v.409, n.3, p.210-214, DEC 6. 2006. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em 28/09/2008, 13:33h.

Green H.J, Jones L.L, Painter D.C. *Effects of short-term training on cardiac function during prolonged exercise*. Med Sci Sports, v.22, n.4, p. 488-93. 1990. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>. Acesso em 10/09/2008, 16:49h.

Guyton, Arthur C. *Fisiologia Humana*. 6ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 1988.

Häkkinen K, Alén M, Komi PV. *Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining.* Acta Physiol Scand, v.125, n.4, p.573-85. 1985 <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4091001>>. Acesso em: 26/10/2008, 15:37h.

Harris, et al. *Detraining in the older adult: effects of prior training intensity on strength retention.* In: The Journal of Strength and Conditioning Research. v. 21, n 3, p. 813-818.

Disponível em: <<http://apt.allenpress.com/perlserv/>> Acesso em: 09/08/2008, 15:51h.

Heffernan K. S. et al. *Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men.* American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology, v. 293, n.5, p.H3180-H3186. September 2007. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em 10/09/2008, 16:05h.

Kalapotharakos et al. *The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men.* In: J Geriatr Phys v 30 n 3 paginas 109-13. 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18171494>>. Acesso em 10/10 /2008, 16:40h.

Kemi et al. Ole Johan et al. *Aerobic Fitness Is Associated With Cardiomyocyte Contractile Capacity and Endothelial Function in Exercise Training and Detraining.* Circulation, v. 109 n. 23 p. 2897-2904 . JUN 15. 2004. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em: 12/10/2008, 15:12h

Klausen K., Andersen L.B, Pelle I. *Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme levels during training and detraining.* In: Acta Physiol Scand, v. 113, n. 1, p. 9-16. 1981. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>. Acesso em 14/10/2008, 14:51h.

Lapin L. et al. *Respostas Metabólicas e hormonais ao treinamento Físico.* Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança, v.2, n.4, p115-124, dez.2007 Disponível em: <http://www.refeld.com.br/pdf/21.12.2007/respostashormonais_port.pdf>. Acesso em 02/08/2008, 17:50h.

Madsen K. et al. *Effects Of Detraining On Endurance Capacity And Metabolic Changes During Prolonged Exhaustive Exercise.* In: Journal Of Applied Physiology v. 75 n. 4 p. 1444-1451 Oct 1993 Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em 12 set. 2008, 13:37h.

Maglisho, S. *Nadando ainda mais rápido.* São Paulo. Manole. 1999

Mcardle, W. D.; Katch & F. L. Katch, V. L. *Fisiologia do exercício.* 5ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003

Mujika I; Padilla S. *Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I Short term insufficient training stimulus.* Sports Medicine, v. 30, n. 2, p. 79-87, AUG 2000. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em 12 /09/2008, 12:37h.

Narici, G. S. et al. *Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps.* J Appl Physiol. V 99 n 1 pagina: 87-94. 1989. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>. Acesso em 12/10/2008, 11:23h.

Neufer P.D. et al. *Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers.* , v. 19, n.5, Oct. p.486-90. 1987. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>. Acesso em 12/10/2008,11:45 h

Raso V. et al. *A força muscular em mulheres idosas decresce principalmente após oito semanas de interrupção de um programa de exercícios com pesos livres*. Rev Bras Med Esporte, v.7, n.6, p.177-186, nov./dez. 2001. Disponível em <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 14 out. 2008, 15:34h.

Staron et al. *Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining* 1991. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em 12 /09/2008, 12:59h.

Tokmakidis et al. *Training, Detraining and Retraining Effects after a Water-Based Exercise Program in Patients with Coronary Artery Disease*. Cardiology, v. 111, n. 4, p.257-64. 2008. Disponível em: <<http://content.karger.com/>>. Acesso em 24/08/2008, 17:57h.

Weineck, J. *Biologia do esporte*. São Paulo. Manole. 2000.

Wibom R. et al. *Adaptation of mitochondrial atp production in human skeletal-muscle to endurance training and detraining* Journal of applied physiology, v. 73, n. 5, p. 2004-2010, nov. 1992. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em: 24/08/2008, 17:57h

Wilmore, J. H & Costill, D. L. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2ª edição. São Paulo. Manole. 2001

Recurso para comunicação oral: datashow

Alana Pereira Lima

alana_morrisette@yahoo.com.br

Caminho 01 casa 08 Urbis 02, Eunápolis/BA. CEP.: 45820000