

BETÂNIA DE PAULA ALVES

TREINAMENTO CONCORRENTE:
INFLUÊNCIA DE UM EXERCÍCIO AERÓBICO NO NÚMERO MÁXIMO
DE REPETIÇÕES REALIZADAS NO EXERCÍCIO SUPINO LIVRE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA
OCUPACIONAL
Belo Horizonte
2009

BETÂNIA DE PAULA ALVES

TREINAMENTO CONCORRENTE:
INFLUÊNCIA DE UM EXERCÍCIO AERÓBICO NO NÚMERO MÁXIMO
DE REPETIÇÕES REALIZADAS NO EXERCÍCIO SUPINO LIVRE

Trabalho de conclusão do curso de Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação.

Orientador: Dr. Fernando Vítor Lima

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA
OCUPACIONAL
Belo Horizonte
2009

Senhor,
Cuja presença nos conforta
e nos trás força para continuarmos...
Que divide conosco nossos momentos de solidão e angústia,
assim como aqueles de maior alegria, sem exigir nenhum tipo de cobrança...
Que é o principal responsável por eu estar aqui, desfrutando desse momento.
À Deus, muito obrigada!

Agradecimentos

Chegou o momento de agradecer a tantas pessoas que fizeram parte dessa jornada acadêmica... foram inúmeras as pessoas que, de alguma forma, contribuíram e participaram, o que torna difícil a citação de todas elas.

Agradecer principalmente aos amigos, que conquistei na faculdade ou àqueles que já existiam em minha vida; aos colegas da minha turma (Manguito) e das demais com quem convivi; aos colegas de trabalho e alunos dos projetos de musculação (Educação Física e Medicina); aos funcionários da EEFFTO; aos professores, com seus ensinamentos (em especial, Mauro e Fernando); às “Danielas”, companheiras de coleta; aos voluntários que, pacientemente, nos ajudaram a concretizar esse estudo; ao Rodrigo (Cachaça) pelo auxílio na coleta e análises; enfim, a todos que fizeram parte de tudo isso.

E por último, porém o mais importante agradecimento, à Deus e à minha família (em especial meus pais Hilda e Constantino) que são, sem dúvidas, meus grandes pilares...

Resumo

O treinamento das capacidades força e resistência aeróbica de forma concomitante caracteriza uma forma de treinamento concorrente. Assim, o objetivo do estudo foi verificar a possível interferência de um exercício aeróbico no desempenho de força, através da comparação do número máximo de repetições realizadas no exercício supino livre, antecedido ou não do exercício aeróbico na bicicleta. Os sujeitos da pesquisa, homens treinados em força a pelo menos seis meses, participaram de quatro sessões de testes, com intervalo de 48 à 72h entre eles. Na primeira sessão, foram realizados o teste de $VO_{2máx}$ na bicicleta e a familiarização ao teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício supino livre; na segunda sessão eles executaram o teste de 1RM propriamente dito. A terceira e quarta sessões, definidas de forma randomizada, consistiam na realização de quatro séries com repetições máximas no supino com pausa de 1' entre elas, ou na realização de um exercício aeróbico com duração de 20' a 60% da potência máxima obtida no teste de $VO_{2máx}$ seguido do exercício supino nas condições citadas acima (após 5' de repouso entre eles). Os resultados não mostraram diferenças entre o número máximo de repetições obtidas nas duas situações testadas. Assim, o exercício aeróbico, nas condições testadas, não interferiu no desempenho de força medido durante a execução do exercício supino livre.

Palavras - chave: treinamento concorrente, 1RM, $VO_{2máx}$

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------|---|
| Figura 1 – Desenho experimental | 8 |
|---------------------------------------|---|

LISTA DE QUADROS

| | |
|-------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Protocolo de Balke | 10 |
| Quadro 2 – Protocolo de força | 11 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Caracterização da amostra | 26 |
|--|----|

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Comparação das médias do número máximo de repetições realizadas no decorrer das quatro séries, nas duas situações testadas (controle e concorrente) | 27 |
|---|----|

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 OBJETIVO | 9 |
| 3 JUSTIFICATIVA | 9 |
| 4 METODOLOGIA | 10 |
| 4.1 Sujeitos | 10 |
| 4.2 Delineamento experimental | 10 |
| 4.3 Análise estatística | 14 |
| 5 REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 6 RESULTADOS | 28 |
| 7 DISCUSSÃO | 30 |
| 8 CONCLUSÃO | 33 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |

1 INTRODUÇÃO

A prática de atividade física em academias de ginástica tem se tornado cada vez mais recorrente. As pessoas procuram esses ambientes em busca de diferentes objetivos, dentre eles o emagrecimento, o ganho de massa muscular e, além disso, a manutenção e promoção da saúde e, como consequência, a melhora na qualidade de vida. Do outro lado dessa questão, estão os profissionais de Educação Física que serão os responsáveis por auxiliar essas pessoas durante todo o percurso relacionado a esta prática física. Esse profissional deve, portanto, utilizar o seu conhecimento científico, específico de sua área de atuação, para prescrever os treinamentos que irão orientar os praticantes para alcançarem suas metas.

Atualmente, tem se tornado cada vez mais comum observar em academias pessoas que realizem treinamentos para as capacidades força e resistência aeróbica, de forma concomitante. Pratica-se musculação e corrida em esteira ou ciclismo em cicloergômetro dentro da mesma sessão de treinamento, o que caracteriza um treinamento concorrente. Contudo, pouco se sabe a respeito da influência que um desses treinamentos irá provocar sobre o outro, ou seja, se o desempenho apresentado será menor que o observado ao se treinar essas capacidades isoladamente. Afinal, o caráter específico das adaptações relativas a um determinado estímulo de treinamento poderia promover um efeito concorrente quanto às adaptações provocadas, prejudicando o desempenho de uma das capacidades envolvidas.

Ao analisar o desempenho de força com ou sem a realização de um exercício aeróbico na mesma sessão, alguns autores encontraram resultados que demonstram uma interferência do exercício aeróbico sobre o exercício de força (SALE *et al.*, 1990; NELSON *et al.*, 1990; HORTOBÁGYI, *et al.*, 1991; BENTLEY *et al.*, 2000; BELL *et al.*, 2000). Porém, outros estudos não comprovaram a existência dessa influência (HUNTER *et al.*, 1987; MCCARTHY *et al.*, 1995; LEVERITT *et al.*, 2000; MCCARTHY *et al.*, 2001), o que reforça a controvérsia em relação à prescrição de um programa que envolva treinamento concorrente de força e resistência aeróbica. A investigação dessa questão torna-se, portanto, relevante para que os resultados obtidos possam servir de subsídio aos profissionais de

Educação Física que trabalham com a prescrição de exercícios e, muitas vezes, se vêem diante da crescente demanda envolvendo esse tipo de treinamento. Vale lembrar que o suporte científico é sempre necessário para embasar a prática e atuação profissional em qualquer área.

2 OBJETIVO

Verificar a possível interferência de um exercício aeróbico no desempenho de força, através da comparação do número máximo de repetições realizadas no exercício supino livre, antecedido ou não do exercício aeróbico na bicicleta.

3 JUSTIFICATIVA

Acredita-se que haja uma interferência no desempenho ao se realizar treinamento concorrente de força e resistência, contudo devido às diferenças nos protocolos de treinamento adotados, ainda não há um consenso na literatura quanto à influência de se realizar um exercício aeróbico, no desempenho de força subsequente. Dessa forma, há a necessidade de mais estudos que possam investigar esse fenômeno.

4 METODOLOGIA

4.1 Sujeitos

A amostra do estudo foi composta por 14 sujeitos, do gênero masculino, treinados em força e que não possuíam histórico de lesão músculo-tendínea nas articulações do ombro, cotovelo e punho. O critério de treinamento utilizado foi um tempo mínimo de seis meses de treinamento na musculação e a realização de uma repetição máxima (1RM), no exercício supino reto com barra, com um peso igual ou superior à massa corporal do indivíduo.

4.2 Delineamento experimental

Procedimentos:

O estudo foi realizado em 4 sessões. A figura 1 ilustra o desenho experimental.

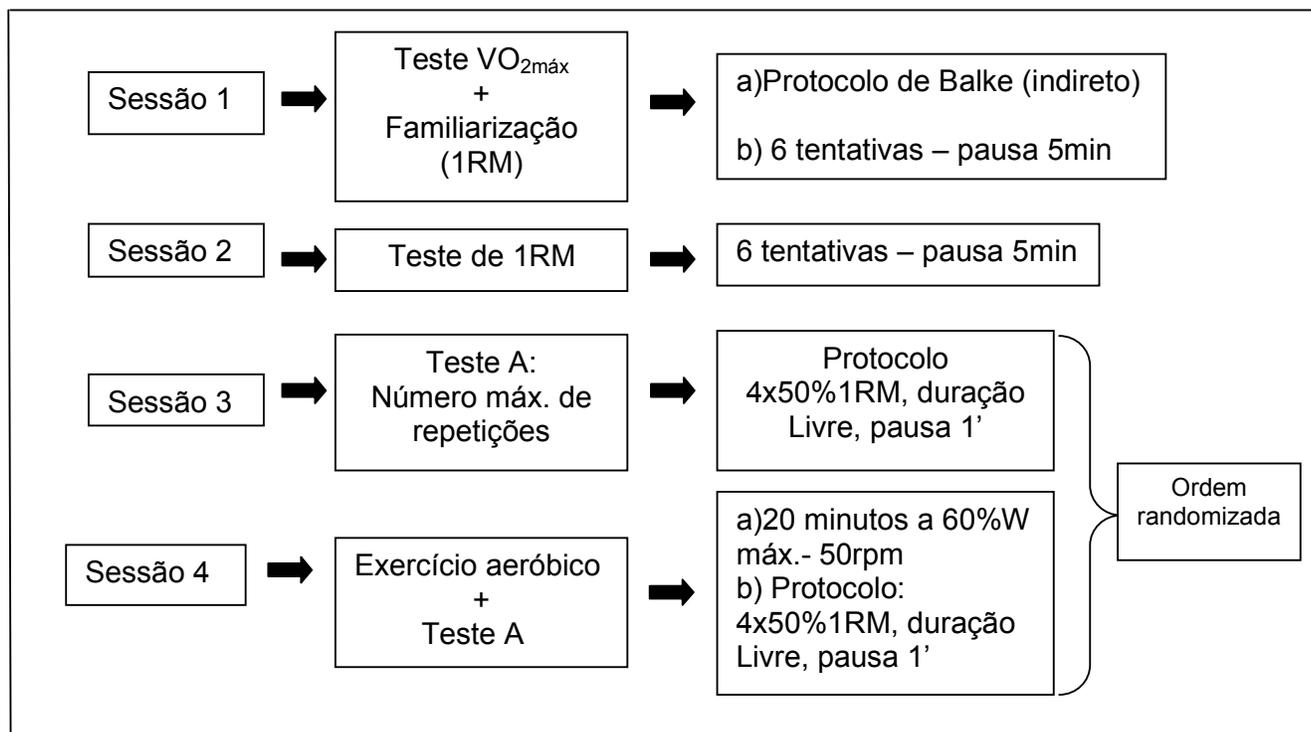


Figura 1 – Desenho experimental

Primeiramente foi realizado um estudo piloto com um pequeno grupo de voluntários (n=5) para avaliação do padrão de movimento, controle de registro dos dados, do procedimento a ser adotado e como forma de diagnosticar possíveis imprevistos e melhoras a serem realizadas nas coletas definitivas do estudo.

As coletas ocorreram no Laboratório do Treinamento na Musculação (LAMUSC) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, no qual cada voluntário compareceu em quatro dias diferentes, separados por períodos de no mínimo 48 horas e máximo de 72 horas.

Na primeira sessão, foi descrito todo o procedimento ao voluntário e foi solicitado que assinasse o termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, o mesmo respondeu a uma anamnese constituída por questões referentes ao treinamento (frequência semanal, tempo total e particularidades do treinamento atual, em especial as relacionadas ao exercício supino) e a dados pessoais. Posteriormente, foi realizada a mensuração da massa corporal e da estatura do voluntário, utilizando para isto uma balança da marca FILIZZOLA. Concluindo essa primeira etapa, ainda na primeira sessão, o voluntário realizou um teste aeróbico máximo em cicloergômetro, marca MONARK, devidamente calibrado e que foi ajustado para o voluntário de acordo com suas características individuais a fim de garantir uma posição adequada a todos os grupos musculares. O protocolo adotado para mensuração do $VO_{2máx}$, de forma indireta, foi o de Balke, como descrito abaixo no quadro 1. Para mensurar a frequência cardíaca dos voluntários utilizou-se um monitor de frequência cardíaca da marca POLAR, modelo S610i. Além disso, uma tabela com a Escala de Percepção Subjetiva do Esforço proposta por BORG (2000) foi utilizada ao final de cada um dos estágios no teste aeróbico máximo. O teste foi finalizado quando o voluntário não mais conseguisse manter a cadência estabelecida de 50rpm. Se isso acontecesse no meio de um dos estágios, considerava-se a potência alcançada no último estágio finalizado.

- Início com 50watts
- Velocidade de 50rpm (mantida durante todo o teste)
- Estágios de 2 minutos
- Incrementos de 25 watts ao final de cada estágio
- Classificação do esforço em cada estágio pelo indivíduo através da Escala de PSE (Borg, 2000)
- Aferição da frequência cardíaca a cada minuto (cardiofrequencímetro)
- Equação para estimativa do $VO_{2máx}$, sendo
 W =potência máxima atingida (em watts)

$$VO_{2máx} \text{ (ml.kg/min)} = \frac{200 + (12 \times W)}{P(\text{kg})}$$

Quadro 1 - Protocolo de Balke: teste aeróbico máximo indireto.

Por fim, houve uma familiarização ao teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício supino livre, seguindo o mesmo protocolo do teste, com o objetivo de reduzir os efeitos de aprendizagem nos voluntários no dia do teste propriamente dito. Para isso, foram utilizados uma barra livre de 8.7kg e um banco reto com suporte para barra na realização do exercício, além de anilhas que foram previamente pesadas. Foi determinada a posição do sujeito no banco e a empunhadura do mesmo na barra. A posição das mãos foi marcada com fita crepe identificada com o nome do indivíduo, escrito com caneta hidrocor. Essa padronização foi efetuada após o voluntário ter se posicionado no aparelho da maneira mais próxima a da sua rotina de treinamento com o exercício supino e executado 10 (dez) repetições sem peso adicional a barra. O limite superior (extensão completa dos cotovelos) e inferior (anteparo de borracha localizado no peito do indivíduo) da amplitude de movimento também foram controlados através de um aparato que utilizou como indicador do limite superior de deslocamento da barra um elástico e um pequeno anteparo de borracha (12x6,7x2cm), posicionado no peito (próximo ao processo xifóide), como limite inferior. O teste era composto por, no máximo, seis tentativas nas quais o indivíduo deveria realizar uma repetição completa com o peso estabelecido. O exercício iniciava-se com a barra posicionada

acima do peito do indivíduo (posição de extensão completa dos cotovelos), devendo a fase excêntrica ser realizada até que a barra encostasse no anteparo de borracha posicionado no peito do voluntário, seguido da fase concêntrica que era finalizada na posição inicial de extensão completa dos cotovelos. Caso o exercício fosse realizado com sucesso, era realizada uma nova tentativa, após cinco minutos de repouso, até que o peso alcançado não permitisse que o voluntário realizasse uma repetição completa.

Na segunda sessão foi realizado o teste de 1RM, propriamente dito. O protocolo, assim como na familiarização, consistiu na realização de, no máximo, seis tentativas, com intervalo de cinco minutos entre elas, estimado através de um cronômetro, e os acréscimos de peso foram realizados de maneira gradual, não fixa. O voluntário foi posicionado no banco em decúbito dorsal. Primeiramente, com a barra posicionada no limite superior, realizou-se uma ação excêntrica, passando pela posição em que a barra toca o anteparo de borracha e, em seguida, uma ação concêntrica finalizando o movimento até a completa extensão dos cotovelos. A velocidade de execução era livre. A tentativa não foi considerada válida se o indivíduo não realizasse a amplitude de movimento completa ou realizasse uma acentuada extensão de quadril a ponto de causar uma elevação desse segmento ou da coluna vertebral (região lombar) do banco.

As sessões 3 e 4 foram estabelecidas de forma randomizada e balanceada, sendo que, uma delas consistiu na realização de um protocolo de força no exercício supino livre de quatro séries nas quais o indivíduo realizou o número máximo de repetições (até a falha concêntrica) com um peso equivalente a 50% do seu 1RM. A pausa entre as séries era de 1 minuto e foram consideradas válidas somente as repetições realizadas com amplitude completa (extensão completa dos cotovelos – toque da barra no anteparo – novamente extensão completa dos cotovelos).

| Séries | Repetições | Intensidade (%1RM) | Pausa (s) | Duração da repetição (s) |
|--------|------------|--------------------|-----------|--------------------------|
| 4 | máximo | 50% | 60 | livre |

Quadro 2 – Protocolo de força

Na outra sessão ocorreu a realização de um exercício aeróbico em cicloergômetro e em seguida a execução do mesmo protocolo de força citado anteriormente. A carga de treinamento do exercício aeróbico teve uma duração de 20 minutos, nos quais o indivíduo deveria pedalar com uma intensidade de 60% $W_{m\acute{a}x}$ (potência máxima alcançada no teste de $VO_{2m\acute{a}x}$) mantendo uma frequência de pedaladas de 50 rpm, assim como no teste. Após esse exercício, o voluntário permaneceu por cinco minutos em repouso antes de iniciar o teste de força, conforme descrito.

Em todos os dias a coleta foi realizada num mesmo horário para um determinado voluntário evitando assim influências de diferenças do ciclo circadiano. Os voluntários deveriam manter sua rotina de treinamento, sendo que esta foi adaptada pelos responsáveis pela coleta de forma a permitir que os mesmos não realizassem exercícios com as musculaturas peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial 24h antes de qualquer sessão de coleta e das musculaturas quadríceps, isquiotibiais e glúteos 24h antes das sessões 1, 3 ou 4.

4.3 Análise estatística

Inicialmente, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade dos dados. A homogeneidade das variâncias foi verificada através do teste de *Hartley*. Como a variável principal, número máximo de repetições (NMR), não apresentou distribuição normal, foi adotado um procedimento para realizar uma transformação logarítmica dos dados. Após a transformação os dados passaram a ter distribuição normal e homogeneidade das variâncias. Em seguida foi realizada uma ANOVA *Two-Way* (fator 1 – situações; fator 2 – séries) com medidas repetidas, seguido pelo *Post Hoc Scheffe*. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software *Statística 7.0*.

5 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com o princípio da especificidade, o treinamento das capacidades força e resistência aeróbia promovem adaptações metabólicas e fisiológicas diferentes para cada um dos estímulos impostos durante o treinamento (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2003). Algumas adaptações específicas ao treinamento de força quando realizado isoladamente se relacionam à hipertrofia da fibra muscular associado a um aumento nas proteínas contráteis e diminuição da densidade capilar e mitocondrial (SALE *et al.*, 1990). Por outro lado, o treinamento da resistência aeróbica promove um aumento da atividade de enzimas oxidativas e da densidade capilar e mitocondrial, além de uma possível redução na área da fibra muscular (SALE *et al.*, 1990).

A prática de atividades direcionadas ao treinamento de ambas as capacidades, dentro de uma mesma sessão de treinamento ou em sessões diferentes, caracteriza uma forma de treinamento concorrente (SOUZA *et al.*, 2007). Atualmente, é bastante comum observarmos esse tipo de treinamento em academias de ginástica, que podem se estruturar de diferentes maneiras como, por exemplo, o treinamento de força seguido do treinamento aeróbico ou vice-versa. Contudo, ainda há na literatura científica uma controvérsia quanto às informações a respeito da interferência de se realizar um exercício aeróbio antes de um exercício de força e como essa estrutura de treinamento poderia afetar ou não o desempenho do praticante. As discrepâncias em relação ao resultado dos estudos podem estar relacionadas às diferenças nos protocolos adotados por cada estudo, por exemplo, o método de mensuração da força (isocinético, isométrico) e o treinamento de resistência através de corrida ou ciclismo (LEVERITT *et al.*, 1999). Além disso, há uma grande influência das cargas de treinamento prescritas e do estado inicial de treinamento dos sujeitos envolvidos na pesquisa (SALE *et al.*, 1990).

Dentre os estudos que avaliaram o treinamento concorrente, há a dificuldade de comparação dos resultados devido às diferentes metodologias adotadas mesmo quando levamos em consideração a padronização de um dos aspectos relevantes como o estado de treinamento dos sujeitos envolvidos. O estudo de HICKSON *et al.* (1980) citado por DUDLEY e FLECK (1987), foi o primeiro

a investigar as possíveis interferências ao se realizar treinamentos simultâneos de força e resistência. Eles realizaram dez semanas de pesquisa com indivíduos destreinados; esses sujeitos foram divididos em três grupos de treinamento, sendo eles, um grupo que treinou somente força, outro que treinou somente resistência e um terceiro que treinou simultaneamente força e resistência. As frequências de treinamento foram de 5 vezes por semana para o grupo força, 6 vezes por semana para o grupo resistência e o grupo concorrente realizou o mesmo treinamento dos outros dois grupos, com intervalo de duas horas entre os treinos. Os resultados mostraram aumento na potência aeróbica tanto do grupo concorrente quanto do grupo resistência (que não aumentou a força muscular), porém o treinamento concorrente comprometeu o desenvolvimento da força, havendo um declínio nas respostas em relação ao grupo força após a sétima semana. Dessa forma, o efeito concorrente se manifestou apenas em relação ao ganho de força. Outro estudo envolvendo indivíduos destreinados foi o de DUDLEY e DJAMIL, (1985). Sob a influência do estudo de HICKSON, esses autores investigaram, durante sete semanas, a interferência de um treinamento concorrente de força isocinética (treinando em uma velocidade de 4,19 rad/s) e de resistência (treinamento intervalado com intensidade equivalente ao consumo pico de oxigênio) no torque de extensão de joelhos em diferentes velocidades e no VO_{2pico} em cicloergômetro. O grupo de treinamento concorrente possuía uma frequência semanal de treinamento duas vezes maior que os grupos de força e resistência somente, pois realizava em dias alternados o mesmo protocolo dos outros dois grupos avaliados. Outra peculiaridade desse estudo é que ele envolve a participação de homens e mulheres como voluntários. Os resultados mostraram um aumento no VO_{2pico} semelhante entre os grupos concorrente e resistência, mostrando não haver interferência nos ganhos relacionados ao treinamento da resistência aeróbica. Com relação aos ganhos de força, o grupo de treinamento da força somente, apresentou um aumento no torque máximo de extensão do joelho na maioria das velocidades testadas, exceto na maior das velocidades angulares (acima da velocidade de treinamento) e o grupo concorrente aumentou o torque somente nas três menores velocidades. Esses resultados mostraram haver uma interferência nas adaptações relacionadas à força em altas velocidades de contração, mostrando que o treinamento concorrente pode influenciar algumas adaptações específicas. Cinco anos mais tarde, SALE *et*

al. (1990), buscaram comparar as respostas ao treinamento concorrente realizado em dias alternados ou no mesmo dia da semana. O estudo teve uma duração de dez semanas e os sujeitos envolvidos eram homens destreinados que foram divididos em dois grupos que treinavam força e resistência, no mesmo dia (frequência de 2 vezes por semana) ou em dias alternados (frequência de 4 vezes por semana). A força muscular foi avaliada através do teste de 1 repetição máxima (1RM) e da resistência muscular relativa (número máximo de repetições com 80% 1RM) e absoluta (número máximo de repetições com o peso do 1RM pré-treinamento ao final das 10 semanas). Foram medidos também o $VO_{2máx}$ em cicloergômetro e a área da secção transversa dos extensores e flexores do joelho. Os resultados, relacionados às variáveis citadas acima, mostraram diferenças entre os grupos somente com relação ao desempenho no teste de 1RM, que mostrou um aumento maior para o grupo que treinou em dias alternados. Assim, o treinamento concorrente realizado em dias alternados promoveu um maior aumento na força em comparação com o treinamento de ambas as capacidades no mesmo dia. No mesmo ano NELSON *et al.* (1990), publicaram um estudo sobre treinamento concorrente com homens destreinados, porém uma característica importante é a duração desse estudo que foi de vinte semanas, o que o torna um estudo clássico sobre o tema até os dias atuais. Havia um grupo que treinava somente força (treinamento isocinético a 30°/s), outro somente resistência (treinamento em cicloergômetro), e o grupo concorrente que realizava o treinamento de força sempre antes do treinamento de resistência (intervalo de 10 min entre eles). Todos os grupos mantinham a mesma frequência de treinamento de quatro vezes por semana. A força foi medida através do pico de torque isocinético de extensão do joelho em três diferentes velocidades e o $VO_{2máx}$ foi medido em um teste máximo realizado na esteira. Com relação aos valores do pico de torque obtidos, todos os grupos apresentaram ganhos semelhantes na maior velocidade de contração testada (180°/s) e nas duas menores velocidades os grupos força e concorrente obtiveram ganhos similares, porém o grupo resistência não apresentou melhoras. Contudo, esses resultados são relativos às mensurações realizadas no meio do estudo (11ª semana), já que as mensurações posteriores foram eliminadas devido à problemas no aparelho de medição (dinamômetro). Em relação ao $VO_{2máx}$, até a 11ª semana, os ganhos dos grupos resistência e concorrente foram semelhantes e, na

segunda metade do estudo, o grupo resistência continuou apresentando aumentos enquanto o grupo concorrente não mudou. Os autores do estudo concluem que os treinamentos simultâneos de força e resistência podem inibir as adaptações normais de ambas as capacidades quando realizadas separadamente, e que as adaptações da resistência aeróbica parecem ser inibidas após a 11ª semana de programas de treinamento concorrente. Outro estudo, de MCCARTHY *et al.* (1995), também buscou examinar a compatibilidade de se realizar um protocolo de treinamento concorrente visando aumentar a força e o $VO_{2\text{pico}}$ simultaneamente. O estudo teve uma duração de dez semanas e a amostra foi composta por homens destreinados. A frequência semanal de treinamento dos três grupos experimentais (força, resistência e combinado) foi a mesma (3 vezes), sendo que o grupo combinado alternava a ordem de treinamento das capacidades em questão a cada sessão e mantinha um intervalo de 10'-20' entre esses treinamentos. A resistência aeróbica foi treinada em cicloergômetro e a força muscular através de séries com repetições máximas em exercícios de agachamento e extensão de joelhos. Foram mensuradas a força isométrica (torque a 0,52rad), isocinética (torque máximo de extensão de joelhos em quatro diferentes velocidades), isotônica (1RM no agachamento e no supino com barra) e a potência no salto contramovimento. A potência aeróbica pico foi medida através de um teste progressivo até a exaustão em cicloergômetro. Os resultados do estudo mostraram mudanças semelhantes na força isométrica, isocinética e isotônica para os grupos combinado e força; com relação ao $VO_{2\text{pico}}$ também não houve diferenças entre os grupos de treinamento. Dessa forma, o treinamento combinado de força e resistência induziu a aumentos compatíveis na força e na potência aeróbica de quando esses treinamentos são realizados isoladamente. Já no ano de 2002, MCCARTHY *et al.*, avaliaram a influência do treinamento concorrente de força e resistência na morfologia muscular e na ativação neural. Novamente o estudo teve duração de dez semanas e a amostra foi composta por homens destreinados. O protocolo de treinamento era bastante semelhante ao do estudo anterior, sendo a força treinada através de séries de repetições máximas e a resistência aeróbica com exercício contínuo em cicloergômetro. O grupo combinado realizava os dois protocolos dos grupos força e resistência (ordem alternada entre as sessões), em um mesmo dia com intervalo de 10'-20' de repouso, totalizando os três dias de treinamento por semana. Os testes realizados envolviam tomografia

computadorizada (área da secção transversa dos extensores/flexores do joelho e adutores do quadril), biópsia muscular (área, tipo e percentual das fibras), e torque isométrico voluntário máximo e submáximo (relação torque/EMG) de extensão do joelho. Os resultados apresentaram aumentos semelhantes na área dos músculos (extensores, flexores e adutores), na área das fibras tipo II e no torque isométrico máximo para os grupos força e combinado. A área das fibras tipo I aumentou somente no grupo força e não houveram mudanças na ativação neural para um dado nível de torque em nenhum dos grupos. Assim, o treinamento concorrente não impediu a magnitude da hipertrofia muscular induzida pelo treinamento de força sozinho, os resultados foram similares em todas as medidas neuromusculares, mostrando similares desenvolvimentos da força. O estudo de GLOWACKI et al. (2004), comparou os efeitos de um treinamento concorrente, elaborado a partir das recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) e balanceado pelo volume; e de um treinamento de força e resistência realizados isoladamente. O estudo teve uma duração de doze semanas e os sujeitos participantes eram homens destreinados. A força foi medida através do teste de pico de torque e média de potência em aparelho isocinético, testes de 1RM e potência do salto vertical; já o VO_{2pico} foi mensurado através de um teste na esteira até a exaustão. Os grupos força (3 séries de 6-10 repetições de 8 exercícios) e resistência (20-40' corrida) alternavam a frequência de treinamento de 2-3x/semana enquanto o grupo concorrente treinava 5x/semana, seguindo o mesmo protocolo dos demais. Os resultados para o grupo resistência mostraram um aumento no VO_{2pico} e no pico de torque de extensão do joelho a $180^{\circ}/s$ (maior velocidade testada). O grupo força apresentou aumentos na potência média durante a flexão do joelho a $60^{\circ}/s$, no pico de torque de flexão e extensão do joelho a 60 e $180^{\circ}/s$ e na potência do salto vertical. Todos os grupos aumentaram o 1RM no supino e no leg press, porém esse aumento foi maior para os grupos força e concorrente. Os resultados da pesquisa não suportam a existência de um fenômeno de interferência do treinamento concorrente com relação aos ganhos de força; no caso da potência muscular o treinamento de força sozinho apresentou melhores resultados. O treinamento concorrente também pode interferir no aumento da capacidade aeróbica comparado com o treinamento de resistência sozinho.

Os estudos citados até então foram realizados com indivíduos destreinados, e apresentaram resultados divergentes; outros autores investigaram esse tema avaliando sujeitos fisicamente ativos. HORTOBÁGUI *et al.* (1991) avaliou os efeitos de um treinamento concorrente na força e na resistência aeróbica utilizando exercícios em máquinas de resistência hidráulica em duas diferentes intensidades. Os sujeitos dos grupos experimentais eram homens militares e o grupo controle era composto por estudantes universitários. O estudo teve uma duração de treze semanas e os testes envolviam medidas de força em aparelho hidráulico (somente ações concêntricas em duas diferentes velocidades), força isocinética e isotônica (resistência externa constante), força concêntrica e excêntrica do braço, força com pesos livres, número máximo de flexões de braço e abdominais em 2' e tempo de corrida de duas milhas. O treinamento era realizado através de circuito utilizando exercícios em máquinas hidráulicas (nas velocidades de 50 e 100 cm/s) durante três dias na semana, seguido de corrida de duas milhas no menor tempo possível. Os resultados não mostraram mudanças nos testes isocinéticos e isotônicos mas houveram mudanças nos testes com pesos livres, na força hidráulica (a 100 cm/s) de membros inferiores, na força concêntrica de extensão do cotovelo e no tempo de duas milhas. Os autores concluem que os ganhos de força foram comprometidos por simultâneos treinamentos de corrida e a melhora na performance de força e de corrida são independentes da intensidade do treinamento. Mais tarde, KRAEMER *et al.* (1995) também utilizaram homens militares como sujeitos de sua pesquisa, com a qual eles pretendiam examinar as adaptações fisiológicas de simultâneos treinamentos de força e resistência de alta intensidade em homens fisicamente ativos e examinar os efeitos do treinamento de força com membros superiores em combinação com treinamento de resistência para membros inferiores. O estudo teve duração de doze semanas e os quatro grupos experimentais foram: treinamento de resistência de alta intensidade (E), treinamento de força de alta intensidade (ST), treinamento de força e de resistência de alta intensidade (C) e treinamento de força de alta intensidade para a parte superior do corpo e de resistência para a parte inferior (UC). O treinamento para a força muscular envolvia de 5-10RM e para a resistência aeróbica sprints intervalados e longa distância de forma contínua, sendo que os grupos combinados descansavam de 5-6h após a corrida e antes de fazer o treino de força; a frequência foi de quatro dias por semana para ambos. Os testes foram de 1RM (força), $VO_{2máx}$ (resistência

aeróbica), potência anaeróbica, biópsia muscular (análise das fibras) e coleta sanguínea (concentrações de testosterona e cortisol). Os resultados mostraram aumento na força de 1RM em todos os exercícios e na potência anaeróbica para os grupos C e ST e no 1RM nos exercícios de membros superiores para o grupo UC. O aumento na área das fibras foi maior para o grupo ST comparado aos demais e houve diminuição na área das fibras para o grupo E. A concentração de testosterona aumentou no decorrer do treinamento nos grupos C e E; já a concentração de cortisol aumentou para o grupo C, diminuiu para o ST e oscilou aumento e diminuição nos grupos UC e E. O $VO_{2máx}$ aumentou nos grupos C, UC e ST. Os resultados mostraram que o treinamento concorrente atenuou a hipertrofia muscular produzida pelo treinamento de força sozinho e produziu aumento do cortisol, o que aumenta o efeito catabólico, ele também diminuiu a força e aumentou a potência muscular. Por outro lado, o treinamento de força sozinho diminuiu o cortisol, o que aumenta a taxa testosterona/cortisol. Em 1998, DOLEZAL e POTTEIGER examinaram a influência do treinamento concorrente na taxa metabólica basal, composição corporal, $VO_{2máx}$, força muscular e excreção de uréia nitrogenada urinária. Os sujeitos eram homens fisicamente ativos e a duração total do estudo foi de dez semanas. Foram mensuradas a taxa metabólica basal (após 30' de repouso), composição corporal, $VO_{2máx}$ (teste progressivo em esteira), força máxima (1RM) e uréia nitrogenada urinária. O treinamento envolvia corrida e exercícios para aumento da força muscular (sempre realizado antes no caso do grupo combinado), com frequência de três vezes por semana. Os resultados para os grupos força e concorrente apresentaram aumento na taxa metabólica basal, massa magra e força muscular e do grupo resistência apresentaram uma diminuição da taxa metabólica basal e aumento no $VO_{2máx}$ e uréia nitrogenada. Assim, o treinamento concorrente promoveu aumento na massa magra e na taxa metabólica basal, porém os ganhos de força muscular e de capacidade aeróbica ocorreram em menor magnitude quando comparados aos treinamentos isolados dessas capacidades. Dois anos mais tarde, LEVERITT *et al.* (2000) procurou investigar a resposta aguda da produção de força muscular 8 e 32h após um exercício aeróbico. A amostra foi composta por homens com experiência em treinamento de força que realizaram medidas de força 8 e 32h após um exercício aeróbico e sem a realização do exercício aeróbico. Antes do experimento foram medidos o torque de extensão de joelhos isotônico

(resistência externa constante) máximo, a potência crítica em cicloergômetro e o lactato e amônia plasmáticos. Os testes envolveram cinco séries de dez minutos na bicicleta (pausa 60") a 70% da potência crítica e, após o tempo pré-determinado (8 e 32h), foram medidos o pico de torque isocinético em seis velocidades de contração, o pico de torque isométrico, o torque isotônico e as coletas plasmáticas. Os resultados não mostraram diferenças em relação aos testes de força da situação concorrente para a situação controle, a concentração de lactato aumentou em todas as performances de força, exceto a 32h na condição controle e a concentração de amônia foi maior no grupo experimental do que no controle. Conclui-se que o exercício aeróbico, da forma como foi realizado, não afetou a força de extensão do joelho isocinética, isométrica e isotônica medida 8 e 32h após. Entretanto, as mudanças na concentração plasmática de amônia sugerem que a atividade metabólica aguda durante os testes de força podem ter sido alteradas pelo exercício aeróbico. No mesmo ano, BENTLEY *et al.* (2000) examinaram o nível de fadiga muscular induzida por um exercício de resistência, a recuperação da fadiga após o exercício e os possíveis mecanismos envolvidos. Os sujeitos participantes da pesquisa eram homens, porém treinados em resistência (ciclistas ou triatletas) que participaram dos testes para mensuração da resposta aguda ao exercício de resistência. Os testes envolviam exercício em cicloergômetro (até a exaustão), teste de $VO_{2máx}$, teste de extensão de joelho isométrica (antes, após o aeróbico e após 6h de repouso), eletromiografia e estimulação muscular elétrica. Os resultados mostraram redução na força voluntária máxima medida com e sem estimulação elétrica, pós e após 6h da realização do exercício de resistência; houve também redução da atividade eletromiográfica do reto femoral e vasto medial. A força estimulada eletricamente foi maior que a força voluntária máxima, aumentando o déficit de ativação da musculatura após o aeróbico. Os autores concluíram que a força voluntária máxima e a força estimulada eletricamente dos extensores do joelho foram reduzidas por, pelo menos, 6 horas após um exercício de resistência até a exaustão realizado por indivíduos treinados aerobicamente. A redução da força voluntária máxima foi também associada com a redução da atividade eletromiográfica. Ainda no ano de 2000, BELL *et al.* investigaram os efeitos fisiológicos do treinamento concorrente na força, resistência aeróbica, propriedades músculo-esqueléticas e concentrações hormonais. Os sujeitos, tanto homens quanto

mulheres, treinaram durante doze semanas e já possuíam experiência com treinamento de força e de resistência; eles foram distribuídos em quatro grupos sendo: força, resistência, concorrente e controle. Os testes (pré, após a 6ª semana e pós) envolviam biópsia muscular, coleta sanguínea e urinária, $VO_{2máx}$ e limiar ventilatório e força máxima (1RM). O treinamento de força foi realizado com máquinas e pesos livres e o de resistência (na bicicleta) alternava os métodos intervalado e contínuo. Os resultados mostraram um maior aumento no $VO_{2máx}$ nos grupos resistência e concorrente; no grupo resistência houve aumento no 1RM no leg press 45° após a 6ª semana e diminuição na concentração de cortisol dos homens e da atividade da ATPase; o grupo força teve o mais alto 1RM de extensão de joelhos, maior aumento na área das fibras tipo I e II e aumento na ATPase; o grupo concorrente apresentou aumento na concentração de cortisol para as mulheres, aumento na área das fibras tipo II, na taxa de capilares por fibra e na atividade da ATPase. Enfim, de acordo com os autores, a interferência no desenvolvimento da força com o treinamento concorrente pode ocorrer e isso pode ser específico para determinados padrões de movimento. Isso pode se relacionar a um elevado estado catabólico (aumento no cortisol) sem alterações na concentração de hormônios anabólicos (testosterona e GH). Similares aumentos no $VO_{2máx}$ podem ser obtidos com o treinamento concorrente e maiores ganhos relacionados à vascularização e atividade de enzimas oxidativas. Por último, SOUZA *et al.* (2007) procuraram avaliar se o efeito agudo do treinamento concorrente é válido quando ambos os exercícios de força e aeróbico estressam mecanismos periféricos. Os sujeitos eram homens treinados em força e todos realizaram as condições controle e experimental. Na sessão de familiarização foram medidos o $VO_{2máx}$ e limiar anaeróbico (testes em esteira) e a força muscular no leg 45° e no supino reto; nas sessões controle realizou-se os testes de 1RM nos exercícios acima e um teste de resistência de força (número máximo de repetições com 80% 1RM). As quatro sessões experimentais foram as seguintes: 5km de corrida contínua + força máxima (1RM), 5km de corrida contínua + resistência de força, 5km de corrida intervalada + força máxima, 5km de corrida intervalada + resistência de força; foi dada sempre uma pausa de 10' entre o exercício aeróbico e o exercício de força. O protocolo contínuo não produziu interferência na força máxima nem na resistência de força para ambos os exercícios. Já a corrida intervalada promoveu uma significante

redução na resistência de força no exercício leg press e houve uma tendência à diminuição da força máxima nesse exercício.

A partir da análise dos estudos é possível perceber a controvérsia existente em relação à existência ou não de uma interferência do treinamento concorrente nas adaptações relativas aos ganhos de força e de resistência aeróbica. Entretanto, quando essa interferência é observada ela geralmente acontece nas respostas de força muscular (HICKSON *et al.*, 1980; DUDLEY e DJAMIL, 1985; HORTOBÁGUI *et al.*, 1991; KRAEMER *et al.*, 1995; DOLEZAL e POTTEIGER, 1998; BELL *et al.*, 2000) e, em alguns casos, na resistência aeróbica (NELSON *et al.*, 1990; DOLEZAL e POTTEIGER, 1998; GLOWACKI *et al.*, 2004).

No decorrer dos anos surgiram várias hipóteses na tentativa dos autores de explicar seus resultados e de aumentar o entendimento dessa questão; dentre elas as três hipóteses mais conhecidas e discutidas são: a de overtraining, a hipótese aguda e a hipótese crônica. Overtraining, segundo DUDLEY e FLECK (1987), pode ser definido como um fator fisiológico ou psicológico que leva a uma diminuição ou ausência de mudanças na performance para um dado estímulo de treinamento e/ou a falta de melhora na performance quando o estímulo de treinamento é aumentado. Como geralmente nos estudos envolvendo treinamento concorrente o grupo que treina força e resistência simultaneamente realiza o mesmo protocolo dos outros grupos que treinam essas capacidades isoladamente, essa carga de treinamento em dobro pode gerar um estado de overtraining em comparação com os outros indivíduos, o que pode explicar uma performance diminuída (LEVERITT *et al.*, 1999). Um possível mecanismo que poderia levar ao overtraining é a depleção crônica de glicogênio (DUDLEY e FLECK, 1987). Uma sessão aguda de exercício de resistência de alta intensidade poderia reduzir a quantidade de glicogênio e alterar as propriedades mecânicas do músculo esquelético e, consecutivos dias de treinamento levariam então a uma depleção crônica do glicogênio muscular refletindo no desempenho do executante (DUDLEY e FLECK, 1987). Entretanto, tem sido argumentado que se o overtraining fosse um fator existente durante o treinamento concorrente, ambas as performances de força e resistência deveriam ser afetadas ou inibidas, o que não tem sido mostrado nos resultados dos estudos (LEVERITT *et al.*, 1999). No entanto, esse argumento também presume que o limiar para o efeito do overtraining nas duas capacidades é o mesmo, o que pode não ser verdadeiro (LEVERITT *et al.*, 1999). Isso comprova

que as evidências relacionadas ao overtraining como um mecanismo de inibição das respostas adaptativas ainda é insuficiente, necessitando de mais pesquisas que investiguem essa possibilidade (DUDLEY e FLECK, 1987 e LEVERITT *et al.*, 1999).

A hipótese aguda sugere que a fadiga periférica aguda resultante do exercício de resistência poderia reduzir a habilidade do músculo esquelético de produzir tensão (SOUZA *et al.*, 2007). Como o grau de tensão gerado pelo músculo durante o treinamento é um fator crítico no desenvolvimento da força, se suficiente tensão não pode ser gerada, as adaptações ótimas da força muscular não podem ocorrer (LEVERITT *et al.*, 1999). Se as sessões de treinamento são organizadas de maneira que a qualidade do treinamento de força não é reduzida devido à fadiga residual de um exercício de resistência, então pode não haver impedimento no desenvolvimento da força muscular, ou seja, a hipótese aguda não está necessariamente envolvida em todas as formas de treinamento concorrente (LEVERITT *et al.*, 1999). A identificação dos mecanismos fisiológicos responsáveis pela produção dessa fadiga residual também pode auxiliar na elaboração de programas de treinamento concorrente (BENTLEY *et al.*, 2000). Os fatores relacionados à geração de fadiga residual envolvem quase sempre a musculatura utilizada em ambos os treinamentos; e poderiam se relacionar às alterações na atividade eletromiográfica e nos processos de excitação e contração muscular, ao acúmulo de metabólitos (fosfato inorgânico, ácido láctico...) e à depleção de substratos energéticos (ATP, glicogênio muscular...) e ao dano muscular causado por exercício excêntrico (LEVERITT *et al.*, 1999). Dessa forma, fatores centrais e periféricos podem estar relacionados à hipótese aguda, contudo ainda não há uma resposta clara com relação a esse fenômeno havendo a necessidade de mais pesquisas relacionadas ao tema (LEVERITT *et al.*, 1999).

A hipótese crônica sugere que o músculo esquelético é colocado em uma situação de conflito quando realiza-se treinamento concorrente, já que ele é estimulado a se adaptar a ambas as capacidades e estas adaptações são frequentemente inconsistentes umas com as outras (LEVERITT *et al.*, 1999). Assim, o treinamento concorrente levaria a diferentes adaptações da musculatura esquelética daquelas normalmente observadas quando cada modo de treinamento é realizado isoladamente (LEVERITT *et al.*, 1999). Há uma limitação em relação às evidências que dão suporte à hipótese crônica devido à existência de poucos estudos que mediram as mudanças fisiológicas após o treinamento concorrente

(LEVERITT *et al.*, 1999). Dessa forma, alguns mecanismos relacionados às adaptações da musculatura esquelética foram associados a essa hipótese, sendo eles: mudanças no tipo de fibra muscular, hipertrofia da fibra muscular, mudanças endócrinas e mudanças no recrutamento de unidades motoras (LEVERITT *et al.*, 1999). Os dados das pesquisas sugerem que o treinamento concorrente não altera a transição normal dos tipos de fibras musculares associadas com o treinamento de força sozinho, entretanto, pesquisas utilizando técnicas bioquímicas mais sensíveis são necessárias para observar possíveis transformações nas características contráteis do músculo esquelético após longos períodos de treinamento (LEVERITT *et al.*, 1999). Os efeitos do treinamento concorrente na hipertrofia das fibras musculares não são claros, mudanças nos padrões de vários subgrupos de tipos de fibras são evidentes após treinamento concorrente, porém não parece estar associado com nenhuma inibição no desenvolvimento da força, que é frequentemente observada com esse tipo de treinamento (LEVERITT *et al.*, 1999). Os resultados envolvendo treinamento concorrente não tem mostrado uma redução nos níveis de testosterona, entretanto, tem estado associado a um aumento nos níveis de cortisol, porém o desenvolvimento da força nem sempre foi inibido em condições em que há uma elevação no cortisol (LEVERITT *et al.*, 1999), o que também não explica as diferentes respostas adaptativas da força muscular ao se treinar de forma concorrente. Parece que o treinamento concorrente pode impedir o desenvolvimento da força por interferir na habilidade do sistema neuromuscular de gerar adaptações na eficiente organização dos padrões de recrutamento de unidades motoras, normalmente associados com o treinamento de força sozinho (LEVERITT *et al.*, 1999).

Apesar das hipóteses descritas acima terem sido propostas ou abordadas como justificativa dos resultados encontrados por alguns autores, elas ainda são pouco fundamentadas, por não haverem muitas pesquisas que buscaram investigá-las utilizando protocolos de treinamento concorrente. Dessa forma, elas devem ser utilizadas e abordadas com cautela para justificar os complexos fenômenos que envolvem o treinamento simultâneo da força e da resistência aeróbica. Além disso, de acordo com LEVERITT *et al.* (1999), torna-se bastante difícil uma comparação entre os estudos relacionados ao tema devido às diferenças entre os protocolos de treinamento adotados em cada um dos estudos (medida de força isocinética x isométrica; treinamento de corrida x ciclismo; variação no volume, intensidade e

frequência de treino; distinto estado inicial de treinamento dos sujeitos), ou seja, questões diretamente relacionadas aos estímulos promovidos e, conseqüentemente, às respostas obtidas em um treinamento (DOCHERTY e SPORER, 2000). Enfim, as adaptações ao treinamento concorrente e os mecanismos envolvidos ainda precisam ser melhor compreendidos para facilitar e aperfeiçoar a prescrição desse tipo de treinamento pelos profissionais de Educação Física.

6 RESULTADOS

A análise descritiva dos dados relativos à caracterização da amostra (idade, estatura, massa corporal, tempo de treinamento na musculação e peso levantado no teste de 1RM), expressos em médias, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da amostra

| Características da amostra (n=14) | Média | Desvio Padrão |
|-----------------------------------|--------|---------------|
| Idade (anos) | 23,93 | 3,95 |
| Estatura (cm) | 177,24 | 6,18 |
| Massa (kg) | 78,37 | 9,85 |
| Teste de 1RM (kg) | 105,65 | 21,64 |

O gráfico 1 mostra a comparação entre o número máximo de repetições realizadas no decorrer das quatro séries nas duas situações testadas (controle e concorrente). A análise dos dados não apresentou diferenças significativas entre os valores obtidos comparando-se as séries nas duas situações, porém houve uma redução no número máximo de repetições realizadas no decorrer das séries, para uma mesma situação, exceto da terceira para a quarta série, de acordo com o Post Hoc Scheffé. Assim, o número máximo de repetições realizadas na situação controle foi menor na segunda série em relação à primeira, o mesmo tendo ocorrido na terceira série em relação à segunda, sendo que, esse aspecto se repetiu também na situação concorrente.

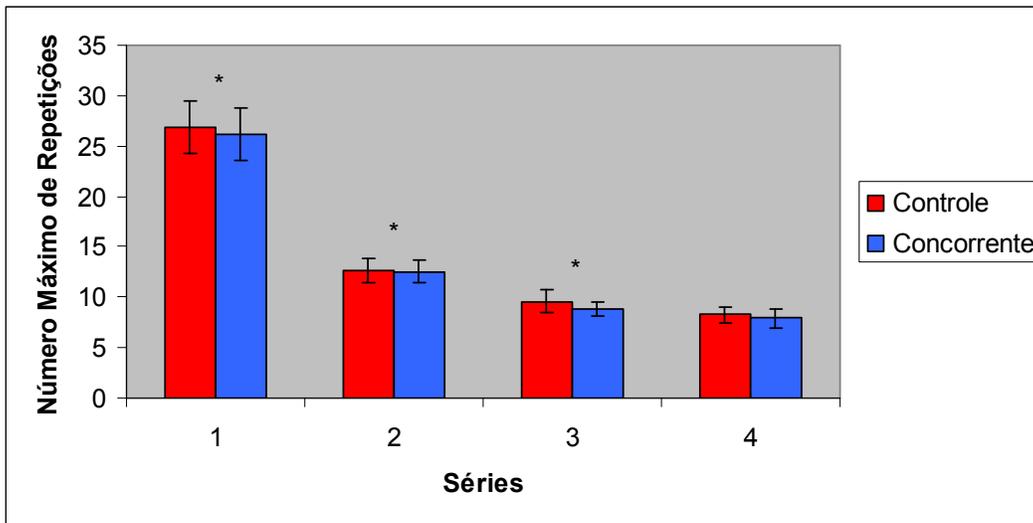


Gráfico 1: Comparação das médias do número máximo de repetições realizadas no decorrer das quatro séries, nas duas situações testadas (controle e concorrente)

* redução do número máximo de repetições realizadas no decorrer das séries, para uma dada situação.

7 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi verificar a possível interferência de um exercício aeróbico no desempenho de força, através da comparação do número máximo de repetições realizadas no exercício supino livre, antecedido ou não do exercício aeróbico na bicicleta. Os resultados, para todas as quatro séries realizadas, não mostraram diferenças significativas entre o número de repetições executadas nas duas situações, controle e concorrente.

Dentre os estudos que avaliaram o efeito agudo das respostas da força muscular após um exercício aeróbico, estão as pesquisas de LEVERITT *et al.*, 2000; BENTLEY *et al.*, 2000 e SOUZA *et al.*, 2007. LEVERITT *et al.*, 2000, mediu a força muscular 8 e 32h após uma sessão de exercício de resistência em cicloergômetro e, também realizou as mesmas medidas sem o exercício aeróbico. Os voluntários do estudo possuíam experiência com treinamento de força e os testes envolviam cinco séries de dez minutos (5 x 10' com 60" pausa entre elas) de exercício aeróbico com intensidades de 70-110% da potência crítica, e testes de força de extensão de joelhos isocinética, isométrica e isotônica. Os resultados mostraram que não houve interferência no desempenho de força medido 8 e 32h após o exercício de resistência. Os resultados do presente estudo, apesar das diferenças entre os protocolos adotados, estão de acordo com os descritos acima.

BENTLEY *et al.*, 2000, também investigaram o efeito agudo do treinamento concorrente, através da ativação dos músculos extensores do joelho após um exercício de resistência. Os sujeitos desse estudo eram treinados em resistência (triatletas ou ciclistas). Os testes aeróbicos realizados envolviam trinta minutos de pedalada a 80% $VO_{2máx}$ mais cinco minutos a 100W, seguido de quatro séries de sessenta segundos a 120% $VO_{2máx}$ (4 x 60" com pausa de 60"). Os testes de força envolviam a extensão de joelhos isométrica pré, pós e após 6h do exercício em cicloergômetro; medida da atividade eletromiográfica e estimulação muscular elétrica. Os resultados mostraram redução da força voluntária máxima e da força estimulada eletricamente pós e após 6h da realização do exercício aeróbico, comparado aos valores pré. Esses achados não corroboram, portanto, com o presente estudo. No entanto, mais uma vez, há uma grande discrepância em relação

ao protocolo realizado e, nesse caso, ao estado inicial de treinamento dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

SOUZA *et al.*, 2007, buscou avaliar a validade da hipótese aguda para treinamento concorrente quando ambos os exercícios, de força e aeróbico, estressam mecanismos periféricos, utilizando voluntários que já possuíam experiência com treinamento de força. A sessão controle foi composta por testes de 1RM e de resistência de força (número máximo de repetições com 80% de 1RM) nos exercícios leg press e supino reto. As quatro sessões experimentais envolviam 5km de corrida contínua (90% da velocidade no limiar anaeróbico) + força máxima (1RM), 5km de corrida contínua + resistência de força, 5km de corrida intervalada (1:1 minuto no $VO_{2máx}$) + força máxima, 5km de corrida intervalada + resistência de força; sendo que, foi dada sempre uma pausa de 10' entre o exercício aeróbico e o exercício de força. Os resultados mostraram que somente o exercício aeróbico intervalado diminuiu o desempenho na resistência de força e apresentou um potencial para promover interferência na força máxima, nos músculos envolvidos em ambas as modalidades (membros inferiores), por outro lado, o protocolo contínuo não interferiu nem na força máxima nem na resistência de força. A pesquisa realizada por SOUZA *et al.*, 2007, foi a que apresentou um protocolo mais parecido com o realizado nesse estudo, pois utilizou também o número máximo de repetições, um exercício aeróbico contínuo e a força dos membros superiores como parâmetros adotados para avaliar o treinamento concorrente. Além disso, os voluntários envolvidos eram treinados em força. Assim, ao compararmos os resultados por esses parâmetros, percebemos uma similaridade nas respostas obtidas, ou seja, a não interferência no desempenho de força avaliado após um exercício aeróbico contínuo.

Um aspecto que deve ser analisado com relação ao presente estudo é o fato do exercício de força ter sido realizado utilizando a musculatura dos membros superiores (supino reto livre) e o exercício aeróbico envolver a musculatura dos membros inferiores (pedalada em cicloergômetro). De acordo com LEVERITT *et al.*, 1999, o treinamento concorrente parece não restringir o desenvolvimento da força dos membros superiores, porém há ainda poucas pesquisas que abordem o tema. MCCARTHY *et al.*, 1995, mostrou na sua pesquisa aumentos similares na força dos membros superiores, medida através do exercício supino, no grupo que realizou

treinamento concorrente e no grupo que realizou somente treinamento de força, indicando que aumentos na força dos membros superiores são independentes quando o treinamento de resistência é realizado envolvendo os membros inferiores. KRAEMER *et al.*, 1995, também relatou que simultâneos treinamentos de força e resistência parecem comprometer o aumento da força somente quando ambos os modos de treinamento envolvem o mesmo grupo muscular, já que não foram encontradas mudanças no teste de potência anaeróbica dos membros superiores (Wingate) para o grupo que treinou força de membros superiores e resistência para os membros inferiores. GLOWACKI *et al.*, 2004, obteve em seus resultados aumentos similares no ganho de força máxima no exercício supino tanto nos sujeitos que realizaram treinamento concorrente quanto naqueles que treinaram força isoladamente, o que reforça os achados dos autores acima citados. Apesar de haverem poucos estudos que analisaram o treinamento concorrente sob o aspecto da musculatura envolvida em ambos os modos de treinamento, parece existir uma relação entre eles. Os autores não apresentaram uma explicação para os resultados encontrados com relação aos mecanismos envolvidos, que ainda são desconhecidos, demonstrando a necessidade de mais pesquisas que preencham essas lacunas.

Em resumo, os dados da pesquisa indicam que o desempenho de força, medido após uma sessão aguda de exercício aeróbico, não foi alterado, o que contradiz a hipótese da existência de um fenômeno de interferência envolvendo o treinamento concorrente das capacidades força e resistência, de acordo com as situações testadas. Provavelmente essa interferência não foi observada pelo fato do exercício utilizado para mensurar a força muscular ter envolvido a musculatura dos membros superiores (supino reto livre) enquanto o exercício aeróbico envolveu a musculatura dos membros inferiores (cicloergômetro). Não é possível afirmar que os dados encontrados fossem semelhantes caso tivesse sido adotado um outro protocolo de testes, dessa forma, o treinamento concorrente ainda é um tema bastante abrangente, possibilitando a elaboração de novas pesquisas.

8 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo não mostraram diferenças significativas entre o número de repetições realizadas no exercício supino nas situações controle e concorrente. A partir disso, podemos concluir que o exercício aeróbico, nas condições testadas, não interferiu no desempenho de força medido durante a execução do exercício supino livre. De acordo com os achados, a prática do treinamento concorrente como tem ocorrido nas academias de ginástica (exercício aeróbico e musculação), não traz prejuízos ao desempenho de força subsequente, pelo menos, em relação à resposta aguda, ou seja, dentro da mesma sessão de treinamento.

Como vários aspectos podem interferir nos resultados obtidos (estado de treinamento dos sujeitos, carga de treinamento aplicada, entre outros), novas pesquisas devem ser realizadas para a investigação desse tema em diferentes situações. É importante tentar aproximar os protocolos de testes à prática que vem sendo realizada pelos profissionais de educação física nos seus diferentes locais de atuação para que os resultados obtidos possam servir, cada vez mais, como subsídios para a prescrição do treinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, G.J., SYROTUIK, D., MARTIN, T. P., BURNHAM, R.; QUINNEY, H. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European Journal of Applied Physiology*, v.81, p.p. 418-427, 2000.

BENTLEY, D. J., SMITH, P. A., DAVIE, A. J., ZHOU S. Muscle activation of the knee extensors following high intensity endurance exercise in cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, Mar; 81(4):297-302, 2000.

BORG, G. Escala de Borg para dor e esforço percebido. Manole. São Paulo. 2000.

DOCHERTY, D., SPORER, B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Medicine*, Dec; 30(6): 385-394, 2000.

DOLEZAL, B., POTTEIGER, J. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *Journal of Applied Physiology*, 85(2): 695-700, 1998.

DUDLEY, G., DJAMIL, R. Incompatibility of endurance and strength training modes of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 59(5):1446-1451, 1985.

DUDLEY, G., FLECK, S. Strength and endurance training: Are they mutually exclusive? *Sports Medicine*, 4: 79-85, 1987.

GLOWACKI, S.P., MARTIN, A. M., WOYEUL, B., GREEN, J. S., CROUSE, S. F. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Medicine and Science in Sports and Exercises*, 36(12): 2119-2127, 2004.

HORTOBAGYI, T., KATCH, F. I., LACHANCE, P. F. Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Mar;31(1):20-30, 1991.

KRAEMER, W. J., PATTON, J. F., GORDON, S. E. Compatibility of high-intensity and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology*, 78(3); 976-989, 1995.

LEVERITT, M., ABERNETHY, P. J., BARRY, B. K., LOGAN, P. A. Concurrent strength and endurance training: a review. *Sports Medicine*, Dec; 28(6): 413-427, 1999.

LEVERITT, M., MACLAUGHLIN, H., ABERNETHY, P. Changes in strength 8 and 32 h after endurance exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18:865-71, 2000.

MCCARTHY, J. P., AGRE, J. C., GRAF, B. K., POZNIAK, M. A., VAILAS, A. C. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercises*, 27: 429-36, 1995.

MCCARTHY, J. P., POZNIAK, M. A., AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercises*, v.34, n.3, p.p.511-519, 2002.

MCARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Guanabara Koogan: 5ed. Rio de Janeiro, 2003.

NELSON, A. G., ARNALL, D. A., LOY, S. F., SIVESTER, L. J., CONLEE, R. K. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Physical Therapy*, 70: 287-94, 1990.

SALE, D. G., JACOBS, I., MACDOUGALL, J. D., GARNER, S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Medicine and Sciences in Sports and Exercises*, 22: 348-56, 1990.

SOUZA, E. O., TRICOLI, V., FRANCHINI, E., PAULO, A. C., REGAZZINI, M., UGRINOWITSCH, C. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(14): 1286-1290, 2007.