TCC/UNICAMP
B274e
3222 FEF/1161

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

WILLIAM BARREM

EFEITOS DOS TREINAMENTOS DE FORÇA E AERÓBIO COMBINADOS: REVISÃO DA LITERATURA

Campinas

2006

TCC/UNICAMP
B274e
1290003222

WILLIAM BARREM

EFEITOS DOS TREINAMENTOS DE FORÇA E AERÓBIO COMBINADOS: REVISÃO DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

Campinas

2006

WILLIAM BARREM

EFEITOS DOS TREINAMENTOS DE FORÇA E AERÓBIO COMBINADOS: REVISÃO DA LITERATURA

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por William Barrem e aprovado pela Comissão julgadora em: 24 / 10 / 2006.

Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil
Orientador

Claudinei Ferreira dos Santos

Campinas

2006

BARREM, William. **Efeitos dos treinamentos de força e aeróbio combinados: Revisão da literatura.** 2006. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

RESUMO

Nos últimos anos tem sido observado um contínuo crescimento da procura de academias de ginástica para a prática de atividades físicas. Normalmente, o objetivo buscado pelos praticantes é a melhora do condicionamento físico e da estética. Os métodos de treinamento mais utilizados pelos professores das academias são os que combinam o treino de hipertrofia e o treino aeróbio em uma mesma sessão de treinamento, já que o tempo disponível por parte dos freqüentadores costuma ser escasso. Alguns esportes também necessitam desenvolver tanto a capacidade aeróbia quanto às capacidades de força numa mesma fase de sua periodização, tendo os treinadores que utilizar métodos combinados de treinamento para alcançar esses objetivos. A proposta deste trabalho foi buscar na literatura os efeitos do treinamento combinado, analisando seus possíveis efeitos positivos ou negativos sobre o desempenho de capacidades físicas específicas. Após uma extensa busca em bases de dados, observamos que nos trabalhos já publicados a que tivemos acesso, os protocolos, as metodologias, as variáveis estudadas e procedimentos de análise empregados são muito variados. Este fato pode nos remeter a dados preliminares e que indicam possivelmente que, o treinamento combinado suprime os ganhos de hipertrofia, força, potência e velocidade, quando executado com alta freqüência semanal e volume elevado. Esportes onde é exigida alta capacidade aeróbia apresentam resultados benéficos quando o treinamento de força é adicionado em sua programação, gerando maior economia energética, aumentando o desempenho e prevenindo lesões. Para indivíduos com pouca experiência de treinamento, idosos, sedentários e cardíacos em reabilitação, o treinamento combinado apresenta maior magnitude de ganhos no condicionamento físico em geral e na saúde.

Palavras-Chaves: Treinamento concorrente; Combinado; Simultâneo; Aeróbio; Força.

BARREM, William. **Effects of combined strength and aerobic training: Review**. 2006. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ABSTRACT

In last years has been observed a continuous growth of the search of gyms for the practical one of physical activities. Normally, the objective searched is the improvement of the physical conditioning and the beauty. The methods of training more used by the professors of the gyms are combined hipertrofic and aerobic training in the same session of training. Some sports need to develop the aerobic and strength capacities in one same phase of periodization, having the trainers who to use combined methods of training to reach these objectives. The propose of this study was to search in literature the effects of combined aerobic and strength training, analyzing positive or negative effects on the performance of specific physical capacities. After an extensive research in databases, we observe that in the works already published, the protocols, the studied methodologies and the studied variables are varied. The datas indicate that the combined training suppresses the improvments in hipertrophy, strength, power and speed, when executed with high weekly frequency and high volume. Sports where high aerobic capacity is demanded present beneficial results when the strength training is added in the program, resulting bigger energy economy, increasing the performance and preventing injuries. For individuals with little experience of training, old men, sedentary and cardiacs, the combined training presents greater physical conditioning and the health.

Keywords: Concurrent training; Combined; Strength; Aerobic; Endurance.

SUMÁRIO

1. Apresentação 6
2. Objetivo 9
3. Metodologia 10
4. Revisão Bibliográfica 11
4.1. Treinamento Físico 11
4.2. Caracterização das Capacidades Físicas 14
4.2.1. Resistência 14
4.2.2. Força 17
4.3. Manifestação das Capacidades Físicas nos Esportes 20
4.4. Metodologias de Treinamento 23
4.4.1. Aeróbio 23
4.4.2. Força 26
4.5. Treinamento Combinado 29
5. Considerações Finais 43
6. Referências Bibliográficas 46

1 - Apresentação

Nos últimos anos a procura por atividade física tem aumentado significantemente. Novas academias de ginástica são inauguradas com uma grande frequência. A causa deste fenômeno pode ser atribuída ao maior interesse das pessoas em melhorar a estética, o condicionamento físico e a qualidade de vida. Um grande aliado tem sido a mídia, que constantemente vem trazendo matérias jornalísticas que tem como conseqüência a conscientização da população quanto a importância da prática regular de atividade física.

Como venho estagiando há algum tempo na área de Fitness, tenho notado que o mais procurado em uma academia é a melhora no condicionamento físico, interpretado pelos alunos como sendo o ganho de massa muscular e perda de percentual de gordura. Normalmente a intenção dos praticantes é conseguir esses dois objetivos – ganho de massa muscular e perda de gordura corpórea – concomitantemente e da forma mais rápida possível, cabendo a nós preparadores físicos utilizarmos nossos conhecimentos para alcançar esses resultados da melhor forma.

O que me motivou a desenvolver esse tema de monografia foi exatamente essa questão: seria possível conseguir as melhores adaptações aos treinamentos de hipertrofia, potência e força muscular ao mesmo tempo em que se buscam também adaptações aeróbias?

Essa é uma questão muito discutida entre os profissionais mas nunca chegando a uma conclusão fundamentada, na maioria das vezes tentando ser explicada por suposições.

O campo de estudo da preparação física tem opiniões muito contraditórias quando se diz respeito a métodos de treino. A idéia de combinar o treino de força e o treino aeróbio em uma programação vêm sendo muito discutido em pesquisas científicas, mas chegando ainda a resultados inconsistentes e inconclusivos.

Tempo disponível para prática de atividades físicas é um problema presente na vida das pessoas. Com esse tempo restrito os profissionais precisam elaborar programas que alcance todos as necessidades dos praticantes com a maior eficiência possível. Algumas pesquisas que tratam o assunto treinamento de força e treinamento aeróbio combinados numa mesma fase de treinamento, não chegam a conclusões claras de como alcançar os dois objetivos com máxima eficiência, nem mesmo se esse objetivo seria possível (DOCHERTY, SPORER,

2000; LEVERITT et al., 2003). Os autores mostram que o treinamento combinado pode acarretar numa possível redução dos ganhos de força (KRAEMER et al., 1995; CHROMIAK, MULVANEY, 1990) e de capacidade aeróbia (BAILEY, KHOKIGUIAN, FARRAR, 1996) comparado aos resultados alcançados com a execução dos treinamentos em dias ou em fases diferentes da programação.

As respostas adaptativas dos sistemas fisiológicos do corpo humano são diretamente relacionadas com o estímulo de treinamento que é dado. Exercícios aeróbios, que envolvem trabalho muscular repetido e prolongado, trazem melhora da capacidade aeróbia por diversas adaptações musculares e cardiorespiratórias, incluindo mudanças enzimáticas e hormonais. O treinamento de força, que envolve exercícios repetitivos de curta duração e cargas mais elevadas, resulta em outro tipo de adaptação. O ganho de força e hipertrofia é resultado de adaptações que tem características antagônicas as adaptações ocorridas no treinamento aeróbio. Muitos estudos vem há décadas estudando o fenômeno da interferência causada pelo treinamento de força e treinamento aeróbio executados concomitantemente (DOCHERTY, SPORER, 2000). São encontradas normalmente na literatura as denominações: treinamento concorrente (BELL et al., 1997), treinamento combinado (CHROMIAK, MULVANEY, 1990), ou treinamento simultâneo (HENNESSY, WATSON, 1994).

Ter conhecimento sobre esse fenômeno de interferência do treinamento combinado é muito importante para os profissionais do esporte e do fitness. Algumas modalidades esportivas têm como exigência que seus praticantes desenvolvam mais de uma capacidade física, e assim ter seus treinamentos executados em um mesmo dia ou em um mesmo ciclo de preparação. Há modalidades que necessitam melhorar tanto a capacidade de força muscular quanto de resistência aeróbia, como por exemplo, as corridas de 800m, remo, ciclismo em velódromo, luta-olímpica (KRAEMER, HAKKINEN, 2004). Por isso é importante que os treinadores consigam a dosagem exata de volume e intensidade do treinamento das duas capacidades para que não haja uma possível interferência no desenvolvimento de alguma delas.

Além dos benefícios para o esporte de alto rendimento, os praticantes não atletas podem também ser beneficiados com o desenvolvimento de pesquisas nesta área. As pessoas chegam as academias procurando resultados rápidos e eficientes, e para que o programa de treinamento esteja adequado aos objetivos do praticante é necessário que cada vez mais os

conceitos de treinamento sejam discutidos em pesquisas, tentando chegar a resultados mais conclusivos sobre o assunto.

2 - Objetivo

O objetivo desta monografia é buscar na literatura os efeitos do treinamento físico sobre alguns sistemas orgânicos, buscando entender as adaptações que ocorrem em resposta ao treinamento físico sobre as diferentes capacidades motoras, e analisar estas adaptações quando aplicado o treinamento de força e o treinamento aeróbio combinados.

3 - Metodologia

Neste trabalho foi utilizada como metodologia de pesquisa uma revisão bibliográfica. Foram pesquisados livros, revistas científicas, periódicos on-line, e sites da Internet.

As principais fontes de consulta foram:

- Biblioteca FEF-UNICAMP
- Bases de Dados eletrônicas: PubMed, MedLine, Sports Discus.
- Sites de busca na internet: Google

Palavras-Chaves: concurrent, combined, simultaneous, endurance, aerobic, strength, resistence, training, interference phenomenon.

4 - Revisão Bibliográfica

4.1 - TREINAMENTO FÍSICO

O objetivo do treinamento é o aperfeiçoamento em uma determinada área. No campo do esporte ou da atividade física a função do treinamento se traduz na melhora do rendimento físico (MATWEIEW, 1977 apud WEINECK, 1999). Um programa de treinamento pode ter como objetivo melhorar as capacidades, habilidades ou características de um indivíduo para determinada função. O desenvolvimento das capacidades físicas, força, velocidade, resistência, flexibilidade, e coordenação são os principais objetivos do treinamento esportivo.

Com o estresse do treinamento o organismo sofre adaptações para se adequar às novas necessidades. Zatsiorsky (1999) define o termo adaptação como sendo o ajuste do organismo ao meio ambiente, ou seja, se o ambiente sofre uma mudança (estímulo) o organismo tende a se ajustar (adaptar) a nova situação.

Para se compreender os efeitos do treinamento físico no organismo é necessário que se tenha conhecimentos de sua atuação nas características fisiológicas. Com o treinamento ocorrem diversas mudanças fisiológicas no organismo, e dependendo do tipo de estímulo essas mudanças seguem padrões diferentes.

Serão relacionadas a seguir as principais características fisiológicas treináveis do organismo, e algumas das adaptações decorrentes do treinamento.

TIPO DE ORGANIZAÇÃO DAS FIBRAS MUSCULARES - O corpo humano é composto de fibras musculares de contração rápida (CR) ou de contração lenta (CL). A porcentagem dos tipos de fibra contidos nos músculos esqueléticos pode ser influenciada pela genética, pelos níveis hormonais no sangue e pelos hábitos de exercício dos indivíduos (POWERS, HOWLEY, 1997). Como essas fibras têm características metabólicas, morfológicas, mecânicas e neurais diferentes, supõe-se que elas sejam utilizadas de acordo com a intensidade do estímulo. Estudos mostram que de acordo com o estimulo há uma ativação seletiva e uma degradação seletiva de glicogênio nas fibras (WEINECK, 1999). As fibras CR têm como característica principal uma maior concentração de substratos energéticos de rápida ativação

(ATP-CP), uma maior quantidade de terminações nervosas, número relativamente baixo de mitocôndrias, capacidade limitada de metabolismo aeróbio, são menos resistentes à fadiga (PETTE, SPAMER, 1986 apud POWERS, HOWLEY, 1997, p.136), e aparecem em grande porcentagem em atletas de força/potência (TESCH, 1984 apud POWERS, HOWLEY, 1997). As fibras CL apresentam características diferentes das fibras CR, tendo um maior estoque de glicogênio muscular, presença considerável de mioglobina, maior densidade mitocôndrial e maior capacidade enzimática oxidativa, o que torna esse tipo de fibra altamente resistente a fadiga e com grande capacidade de metabolismo aeróbio (POWERS, HOWLEY, 1997).

RESERVAS ENERGÉTICAS - A adaptação bioquímica do organismo é importante porque com ela se pode alcançar as melhores condições de fornecimento de energia. Com o treinamento, o esvaziamento e recarga constante das reservas energéticas levam, por meio da *supercompensação*, a um aumento dos reservatórios energéticos. Além do aumento das reservas de glicogênio, que podem chegar a 100%, e aumento da quantidade de mioglobina nas fibras vermelhas, chama atenção também o aumento na quantidade de partículas lipídicas neutras e de depósitos lipídicos intracelulares (SCHON, 1978 apud WEINECK, 1999).

CAPACIDADE ENZIMÁTICA CELULAR - Como os fenômenos de adaptação não acontecem isoladamente mas sim paralelamente, as adaptações enzimáticas vêm muito relacionadas com as adaptações referentes as reservas energéticas. Enzimas são proteínas que têm um papel importante na regulação das vias metabólicas das células, alterando a taxa e a velocidade com que as reações ocorrem. Como o metabolismo é regulado pelo controle da atividade enzimática, esta tem grande importância na eficiência bioenergética do organismo (POWERS, HOWLEY, 1997).

REGULAÇÃO HORMONAL - O metabolismo humano trabalha sobre rigoroso controle hormonal para manter a homeostase, sendo os hormônios um dos principais reguladores. Durante um exercício físico quem controla o funcionamento de varias funções (cardiovascular, renal, metabólica) e a taxa ideal com que os substratos energéticos devem ser liberados são principalmente os hormônios, sendo a mais importante ferramenta do organismo na manutenção da glicemia. Com o treinamento físico ocorrem diversas alterações na ação do sistema hormonal, tornando-o mais eficiente e melhorando assim o desempenho atlético.

Uma adaptação importante pode ocorrer no sistema nervoso autônomo (SNA), que controla órgãos que usualmente não estão sobre controle voluntário (músculo cardíaco, glândulas,

musculatura lisa das vias aéreas, no sistema gastrintestinal e nos vasos sanguíneos). O SNA pode ser dividido em divisão simpática e parassimpática, tendo funções de excitação e inibição dos órgãos, respectivamente. Como a maioria dos órgãos recebe inervação de ambas divisões (VANDER, SHERMAN, LUCIANO, 1994 apud POWERS, HOWLEY, 1997), sua atividade é regulada de acordo com a relação entre os impulsos simpáticos (excitatórios) e parassimpáticos (inibitórios), impostos de acordo com as necessidades do organismo.

PARÂMETROS CARDIORESPIRATÓRIOS - O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) descreve o funcionamento do sistema cardiorespiratório como um todo. A partir disso pode-se avaliar seu potencial máximo, já que esse parâmetro descreve a capacidade de captar, transportar e utilizar o oxigênio como fonte energética. Com o treinamento físico esses critérios podem sofrer alterações e influenciar nas medidas do VO_{2max}.

O treinamento físico, dependendo de sua exigência central, causa adaptações na funcionalidade e anatomia do coração, podendo ele sofrer hipertrofia das paredes, aumento de cavidade, alterações na força e na freqüência de contração. Todas essas alterações vão influenciar na eficiência do suprimento sanguíneo do corpo sobre situações de repouso ou de esforço.

O sangue também pode sofrer adaptações ao treinamento, podendo ocorrer mudanças na concentração e morfologia dos eritrócitos e hemoglobina, e mudança no volume e viscosidade do sangue. Alterações nas características físicas do sangue podem influenciar na qualidade do transporte de gases e nutrientes, e também alterar suas características hemodinâmicas (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001).

Como o metabolismo muscular pode ser limitado também pela área de contato dos meios transportadores com as células, é necessária também que ocorra uma adaptação dos capilares ao treinamento. Acredita-se que a melhora da capacidade aeróbia se deve também a um aumento na densidade capilar após um período de treinamento aeróbio (BLOMQVIST, SALTIN, 1983; HOLLOSZY, COYLE, 1984 apud POWERS, HOWLEY, 1997), sendo que aumentos de até 15% podem ser observados após um período de treinamento (HERMANSEN, WATCHTLOVA, 1971 apud WILMORE, COSTILL, 2001).

PULMÕES - Os pulmões também sofrem adaptações em resposta ao treinamento, porém, sob condições normais, o volume pulmonar e a capacidade de difusão não se apresentam como um fator limitante para o desempenho físico (DODD, et al., 1989; FAIRBURN, et al., 1991 apud POWERS, HOWLEY, 1997; WILMORE, COSTILL, 2001). Algumas exceções

podem ser observadas em atletas altamente treinados, onde a atividade pulmonar pode apresentar algumas limitações à atividades exaustivas (DEMPSEY, 1986; BOUTELLIER, PIWKO, 1992 apud WILMORE, COSTILL, 2001).

A capacidade pulmonar pode ser melhor desenvolvida apenas em determinadas idades, chamada de idade sensível (WEINECK, 1997; WILMORE, COSTILL, 2001), assim as adaptações que ocorrem na capacidade pulmonar por decorrência do treinamento ou de ambientes climáticos variados estão ligadas principalmente aos músculos acessórios, responsáveis pela funcionalidade do sistema respiratório. Entre os músculos responsáveis pela ação pulmonar temos os músculos inspiratórios (diafragma, intercostais externos, peitorais menores, escalenos e esternocleidomastóideos) e os músculos expiratórios (abdome).

4.2 - CARACTERIZAÇÃO DAS CAPACIDADES FISICAS

4.2.1 - RESISTÊNCIA

Basicamente entende-se resistência pela capacidade de executar um certo esforço físico por um determinado tempo. Segundo Frey (1977 apud WEINECK, 1999), a resistência física é a tolerância do organismo e de órgãos isolados ao cansaço.

Segundo Weineck (1999), a resistência pode ser classificada de acordo com sua manifestação.

Quanto à participação da musculatura

Resistência Geral – refere-se a atividades cujo mais de um sexto da musculatura total do corpo é utilizada. Sua principal limitação está ligada ao transporte e utilização do oxigênio

Resistência localizada - refere-se a porções com menos de um sexto da massa muscular total.

Quanto à mobilização energética

Resistência aeróbia – capacidade de suportar esforços de grande duração e intensidades de baixa a moderado evitando grandes elevações da acidose muscular, recorrendo à utilização do oxigênio para a produção de energia.
Resistência anaeróbia – capacidade de retardar ou suportar a elevação da acidose proveniente de uma produção energética sem utilização de oxigênio durante exercícios intensos.

Quanto à duração do estímulo

Resistência de curta duração (RCD)– estimulo de no máximo 45 segundos e 2 minutos.
Resistência de media duração (RMD)– estimulo entre 2 e 8 minutos.
Resistência de longa duração (RLD)– estímulos superiores a 8 minutos. A RLD ainda pode ser subdividido em RLD I (até 30 minutos), RLD II (entre 30 e 90 minutos), e RLD III (acima de 90 minutos) (HARRE, 1976 apud WEINECK, 1999).

O treinamento com sobrecarga aeróbia induz adaptações significativas em uma ampla variedade de capacidades funcionais relacionadas ao transporte e utilização do oxigênio. O músculo esquelético treinado com estímulos aeróbios contém mitocôndrias maiores e mais numerosas, comparado a músculos menos ativos. Ter maior número e maior atividade mitocôndrial significa aumentar a capacidade de se gerar ATP por via aeróbia (BIZEAU, et al., 1988 apud MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001). O treinamento aeróbio faz aumentar a capacidade do indivíduo de mobilizar, transportar e oxidar os ácidos graxos para obtenção de energia durante exercício submaximo (COGGAN, et al., 1993; FRIEDLANDER, et al., 1998; HOROWITZ, 2001 apud MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001), e também ocorrem grandes aumentos na utilização de triglicerídeos intramusculares como fonte primaria de oxidação dos ácidos graxos.

Portanto, como resultado dessas mudanças, teremos então maior fluxo sanguíneo no músculo treinado, mais enzimas oxidativas para mobilização de gorduras, e capacidade aprimorada de trabalho das mitocôndrias musculares.

Aumentos na capacidade de utilizar gordura para o exercício é muito importante para o organismo pois conserva as reservas de glicogênio, que são tão importantes durante o exercício prolongado de alta intensidade. Quando a utilização de glicogênio é aumentada durante um exercício ocorre um aumento nas quantidades de piruvato. Tendo uma capacidade aeróbia bem desenvolvida, o piruvato pode ser reutilizado no metabolismo aeróbio para produção de mais energia, evitando assim aumentos na acidose muscular (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001).

O treinamento aeróbio induz adaptações metabólicas diferentes em cada tipo de fibra muscular. Atletas com a capacidade aeróbia bem treinada possuem fibras de contração lenta maiores que as fibras de contração rápida existentes no mesmo músculo (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001). Com a alta capacidade dessas fibras de produzir ATP aerobiamente, elas contém quantidades relativamente grandes de mioglobina, substância que ajuda no armazenamento e transporte de oxigênio dentro da fibra muscular. Sabe-se que entre os animais a quantidade de mioglobina esta diretamente relacionada com a quantidade de atividade exercida diariamente, mas de acordo com a literatura consultada não está esclarecido se o exercício regular em humanos exerce algum efeito sobre os níveis de mioglobina (COYLE, et al., 1984; JACOBS,1987 apud MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001).

A massa e o volume do coração também aumentam após um período de treinamento aeróbio. Esse aumento é causado pelo aumento da demanda de trabalho cardíaco, ocorrendo assim um aumento na cavidade ventricular esquerda (hipertrofia excêntrica) e um espessamento moderado (para o treinamento com pesos esse espessamento é mais significante) da parede miocárdica (hipertrofia concêntrica) (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001). Como resultado dessas adaptações os atletas com capacidade aeróbia bem treinada têm uma melhor atividade cardíaca, com aumentos significantes nos volumes de ejeção sanguíneos. O aumento do volume sistólico do coração garante o aumento do débito cardíaco, já que há uma diminuição da freqüência cardíaca causada por uma maior estimulação vagal, sendo esta a adaptação mais importante do treinamento aeróbio.

O treinamento aeróbio pode elevar significantemente a quantidade de oxigênio extraída do sangue circulante, resultado de uma maior capacidade dos músculos de extrair e processar o oxigênio disponível (ROWELL, 1994 apud MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001). A captação de oxigênio pelos músculos é representada pela diferença arterio-venosa de oxigênio (dif. a – v O_2).

4.2.2 - FORÇA

Aqui estão relacionadas algumas conceituações para a capacidade de força.

- Capacidade de superação da resistência externa e de contra-ação a esta resistência, por meio dos esforços musculares (ZAKHAROV, 1991 apud VIANNA, 2001);
- Representa a capacidade do indivíduo para vencer ou suportar uma resistência (MANSO, 1996 apud VIANNA, 2001);
- É a capacidade de superar resistências e contra-resistências por meio da ação muscular (GROSSER, 1989 apud VIANNA, 2001);
- É a força que um músculo ou grupo muscular pode exercer contra uma resistência em um esforço máximo (BAECHLE et al., 1994 apud VIANNA, 2001);
- É a força máxima ou nível de tensão que pode ser produzido por um grupo muscular (SAFRIT, 1995 apud VIANNA, 2001);
- Designação genérica para a força de um músculo. Entende-se, sendo tanto a força estática empregada por solicitação voluntária máxima de um músculo, como a desenvolvida durante uma tensão muscular voluntária, máxima, dinâmica (HOLLMANN, HETTINGER, 1983 apud VIANNA, 2001).

Segundo Zatsiorsky (1999), a força é a habilidade de gerar a maior força máxima maximorum externa. Em outro sentido, a força pode ser definida como habilidade de superar ou se opor a uma resistência externa através de ação muscular. Através da interação entre

os mecanismos morfológicos, bioquímicos e fisiológicos relacionados às adaptações ao treinamento, a força muscular pode ter aumentos de 2 a 4 vezes, podendo estes fatores ser divididos em três grupos: morfológicos, energéticos e neurorreguladores (PLATONOV, BULATOVA, 2003).

Didaticamente Zatsiorsky (1999) divide os fatores determinantes para a qualidade de força em fatores periféricos e fatores centrais. Os fatores periféricos estão relacionados com as adaptações quanto ao tamanho dos grupamentos musculares, sendo medido pela área de sua secção transversal. A dimensão dos músculos parece ser um fator muito importante para definição de qualidade de força muscular, pois haveria nele uma maior quantidade de filamentos contráteis para realização de trabalho.

Os fatores centrais estão relacionados com as adaptações neurais do sistema muscular ao treinamento de força. O sistema nervoso central é de suprema importância para a realização e desenvolvimento da força muscular. A força não é determinada somente pela quantidade de massa muscular envolvida, mas também pela qualidade da ativação neural no músculo ativo e em todos seus auxiliares.

Para que o sistema nervoso central controle adequadamente os movimentos dos músculos esqueléticos, existe uma retroalimentação sensorial contínua por meio de alguns receptores musculares, que incluem informações quanto à tensão desenvolvida pelo músculo e o comprimento em que ele se encontra. Os fusos musculares são capazes de detectar um aumento no comprimento do músculo, acarretando um efeito reflexo de contração como medida de proteção muscular, evitando assim o estiramento excessivo. Os órgãos tendinosos de Golgi têm como função impedir que o músculo exerça força excessiva durante a contração muscular. Eles estão localizados nos tendões e quando identificado uma tensão muito elevada desencadeiam um reflexo inibitório chamado inibição autogênica (WILMORE, COSTILL, 2001). A inibição autogênica pode ser reduzida gradualmente, ou até mesmo neutralizada com o treinamento de força adequando.

Reduzir a ação negativa dos receptores musculares pode influenciar positivamente na produção de força. Quanto maior a capacidade de inibir a ação dos órgãos tendinosos de Golgi maior a capacidade de produção de força. A ação dos fusos musculares também pode ser utilizada como um facilitador na produção de força em situações de pré-estiramento da musculatura.

Um treinamento de força adequado pode aumentar substancialmente o componente de massa muscular na composição corporal. O aumento da área de secção transversal traz conseqüentes aumentos na força máxima gerada pelo músculo, decorrente de um aumento nas quantidades de elementos contráteis (aumento no número de miofibrilas por fibra muscular e na densidade de filamentos por área muscular). A força produzida por uma fibra muscular é limitada pelo número de filamentos de actina e miosina e conseqüentemente pelo número de miofibrilas trabalhando paralelamente na contração (ZATSIORKY, 1999).

Um programa intenso de treinamento de força pode aumentar em mais de 40% as reservas musculares de ATP e de CP, e em até 100% as de glicogênio (MACDOUGALL, et al, 1977 apud MCARDLE, KATCH, KATCH, 2001). Essa é uma das causas para o aumento da massa muscular, pois o acúmulo de glicogênio acarreta em maior quantidade de líquidos dentro dos músculos. Cada grama de glicose armazenada no músculo na forma de glicogênio carrega consigo 3 gramas de água (OLSSON, SALTIN, 1970 apud MURRAY, EICHNER, STOFAN, 2003).

O nível de força também depende da qualidade da coordenação intramuscular e intermuscular. A coordenação intramuscular se trata da capacidade de recrutar ao mesmo tempo a maior quantidade de unidades motoras. A ação muscular se realiza como resultado de uma somatória de contrações sincronizadas de uma determinada quantidade de unidades motoras. Quanto maior o número de unidades motoras recrutadas ao mesmo tempo maior será a ação da força. A quantidade de unidades motoras recrutadas por uma pessoa destreinada chega a 30%, já em uma pessoa treinada para trabalhos de força esse valor pode chegar a 90% (PLATONOV, BULATOVA, 2003).

A coordenação intermuscular representa a capacidade de interação dos diversos grupos musculares atuantes em um movimento articular. A melhora da coordenação intermuscular está relacionada com a otimização da ação dos músculos agonistas e antagonistas atuantes no movimento (PLATONOV, BULATOVA, 2003; ZATSIORSKY, 1999).

Durante uma ação muscular o conjunto agonista-antagonista apresenta uma atividade concorrente chamada coativação. A coativação tem como efeito mecânico tornar uma articulação mais rígida e mais difícil de ser perturbada (BARATTA, et al., 1988 apud ENOKA, 2000). Sendo assim, para maximizar a força gerada por um agonista é necessário reduzir a ação da coativação (ENOKA, 1997).

4.3 - MANIFESTAÇÃO DAS CAPACIDADES FÍSICAS NOS ESPORTES

Um dos princípios básicos do treinamento esportivo é a especificidade. Cada esporte apresenta diferentes demandas fisiológicas e motoras que devem ser treinadas o mais próximo possível de suas reais necessidades. Com o avanço das pesquisas na área do esporte, temos cada vez mais informações úteis para que o programa de treinamento esteja o mais adequado possível as características de cada esporte.

Algumas dificuldades podem aparecer na montagem de uma programação de treinamento esportivo quando o esporte necessita do aperfeiçoamento de diversas capacidades físicas concomitantemente. Muitos esportes necessitam que seus praticantes tenham, além de elevados níveis de força, uma grande capacidade aeróbia, velocidade e flexibilidade. Para que os treinadores tenham mais facilidade nas tomadas de decisão relevantes ao treinamento, muitos pesquisadores buscam caracterizar as necessidades específicas de cada esporte, descrevendo suas características fisiológicas e motoras.

Serão exemplificados a seguir, de acordo com KRAEMER, HAKKINEN (2004, p. 85-142), alguns esportes que utilizam o treinamento de força na sua preparação concomitantemente ao treinamento de alguma(s) outra(s) capacidade(s) física(s)).

Futebol: a maioria das análises indicam que um jogador de futebol percorre em média 10 km durante uma partida. Sua atividade não tem um caráter cíclico e contínuo, mas sim intermitente, incluindo caminhadas e corridas em diversas intensidades e nas diferentes direções (para frente, para os lados e para trás), saltos, movimentos de disputa de bola e contato físico. Por essas razões o consumo energético no futebol é muito elevado, já que corridas laterais ou de costas elevam esse consumo - dependendo da velocidade – de 20 a 40%, pelo fato de que esse tipo de corrida causa um aumento das ações musculares excêntricas, causando uma maior exigência metabólica.

A melhora do VO_{2max} e do limiar anaeróbio se mostram importantes para o desempenho no futebol. Estudos encontraram uma relação direta entre essas duas variáveis e a resistência de velocidade. A capacidade do sistema anaeróbio lático também se mostra importante para o futebol, já que as situações de jogo de alta intensidade exigem muito desse sistema.

O treinamento de força tem importância fundamental para o futebol. Todos os movimentos específicos da modalidade necessitam de força e potência muscular. Um programa de treinamento de força deve consistir de fase de preparação básica, hipertrofia, força máxima e potência.

Corrida de longa distância: Pesquisas têm mostrado que o treinamento de força é de grande importância para as modalidades de corrida de longa distância, tanto para a melhora do desempenho quanto para a prevenção de lesões. A melhora do limiar anaeróbio e uma maior economia energética durante a corrida parecem ser os benefícios mais importantes para atletas de corrida de fundo ao incluírem um treinamento de força em sua programação. Ao se comparar dois grupos correndo na mesma velocidade, pode ser observado uma menor utilização de O_2 em corredores mais econômicos (HAGAN, et al., 1980 apud POWERS, HOWLEY, 1997).

O objetivo do treinamento de força/potência para corredores fundistas não é o aumento da massa muscular, mas sim diminuição de tempo de contato com o solo e o fortalecimento dos tecidos, permitindo uma maior tolerância a volumes e intensidades elevadas de treinamento sem que ocorram lesões.

Natação: Altos níveis de força e potência são necessários para o bom desempenho na natação. Por ser uma modalidade em que os atletas exercem força contra uma resistência, no caso um fluído, aumentos de força e potência estão relacionados com melhoras na velocidade de nado. Além disso, com um aumento nessas capacidades o músculo pode executar o nado em um percentual mais baixo de sua capacidade máxima, melhorando a eficiência e retardando a fadiga. O treinamento de força para a natação não tem como objetivo o aumento da massa muscular, já que isso causaria perdas na eficiência hidrodinâmica. A redução no número de lesões é uma das conseqüências do treinamento de força executado adequadamente. Como a natação apresenta alta incidência de lesões por uso repetitivo, principalmente de ombro, um treinamento de força para essa região pode melhorar a capacidade estrutural dos componentes desta articulação.

Lutas: Essas modalidades aparecem como as mais exigentes quando se trata de estresse metabólico. As lutas, principalmente as de contato direto como jiu-jitsu e luta-olímpica, exigem do lutador altos níveis de força e potência muscular, e uma grande resistência muscular localizada. Suas exigências fisiológicas fazem necessária uma alta capacidade de suportar os desequilíbrios ácido-base. É evidente que essas modalidades exijam tanto do sistema energético

aeróbio quanto anaeróbio. A via anaeróbia alática (ATP-CP) e lática (via glicolítica) são responsáveis principalmente pela sustentação do esforço físico de demandas máximas ou próximas da máxima. O sistema energético aeróbio auxilia no suporte para toda a demanda energética das atividades musculares durante a luta, e está envolvido no processo de recuperação durante o exercício - em momentos em que as fibras não estão sendo recrutadas; e após o exercício – durante a volta ao estado de repouso.

Voleibol: O voleibol é considerado um dos esportes mais rápidos e explosivos do cenário esportivo, e requer força, potência, agilidade e velocidade. Trata-se de um esporte de ritmo rápido e exige alta produção de potência, onde os saltos representam a maioria desses eventos de potência. As mudanças rápidas de direção requerem uma enorme força excêntrica, e alta capacidade de produção de força concêntrica em alta velocidade. O sistema aeróbio tem uma grande importância durante os períodos de recuperação entre as disputas. Estima-se que 90% da energia utilizada no voleibol seja proveniente de vias anaeróbias, e somente 10% de vias aeróbias (KRAEMER, HAKKINEN, 2004).

As lesões no voleibol são decorrentes da natureza repetitiva dos gestos do esporte, sendo que ocorrem em sua grande maioria nos ombros e no joelho. Um treinamento de força bem elaborado pode aumentar a capacidade das estruturas corporais em suportar o alto estresse causado por essas ações repetitivas.

Tênis: O tênis é um esporte muito exigente e com grande demanda física do corpo. Suas partidas normalmente são de longa duração, podendo às vezes ultrapassar 5 horas. O desempenho no tênis envolve diversas habilidades de exigência anaeróbias, geralmente de curta duração e de alta potência. O treinamento de força pode melhorar a função metabólica do músculo e sua capacidade de armazenar e utilizar o ATP. O sistema aeróbio se torna importante para o processo de ressíntese durante as fases de recuperação.

Lesões nos ombros, cotovelo e região lombar são muito freqüentes no tênis, mas podem ser diminuídas com um trabalho de força executado adequadamente.

4.4 - METODOLOGIAS DE TREINAMENTO

4.4.1 – AERÓBIO

Para o treino da resistência aeróbia utilizam-se habitualmente as atividades cíclicas, como a corrida, o ciclismo, a marcha, o ski cross-country, a natação, a canoagem, etc. A escolha deve basear-se em critérios de especificidade, rendimento e segurança.

A especificidade prende-se com o tipo de exercício, tipo de contração muscular e grupos musculares solicitados, devendo dar preferência a exercícios em que se trabalham os mesmos grupos musculares que serão solicitados na atividade principal. O nível de rendimento esperado também é importante na decisão, porque existem diferenças entre as atividades cíclicas, sendo que algumas proporcionam maiores benefícios em relação ao tempo despendido no treino. Por exemplo, o ciclismo proporciona menor rendimento do que a corrida quando se trata de algumas variáveis adaptativas, pois exige uma menor quantidade de massa muscular em sua ação.

A segurança está relacionada com o risco de lesão que cada atividade envolve. As atividades que implicam impactos, quedas, saltos e recepções, apresentam maiores riscos. Por exemplo, a corrida esta mais propensa a lesões por impacto do que o ciclismo ou a canoagem.

A classificação dos métodos de treinamento é definida como: contínuo, intervalado e combinado (POGERE, 1998 apud GUETHS, FLOR, 2004). Existe também o método Fartlek, que historicamente antecede o treino intervalado (GUETHS, FLOR, 2004).

- Treinamento contínuo

O treinamento contínuo se baseia nos exercícios tipicamente com predomínio aeróbio, cuja duração é prolongada e com intensidades baixas ou moderadas. Este método de treinamento, geralmente é aplicado abaixo do limiar anaeróbio, evitando uma produção excessiva de lactato, sendo assim considerado o melhor método para iniciantes em atividades físicas.

Existem alguns métodos contínuos de treinamento (GUETHS, FLOR, 2004):

Método contínuo crescente - caracteriza-se por uma aplicação contínua e crescente da carga, aumentando a intensidade a cada tempo pré-fixado, até valores próximos ao limiar anaeróbio.

Método contínuo decrescente - caracteriza-se por uma aplicação contínua porém decrescente de carga, iniciando perto do limiar anaeróbio com decréscimo gradativo a cada tempo pré-fixado. Os métodos crescente e decrescente podem ser unidos em uma única sessão de treino, variando assim para um método crescente-decrescente.

Método contínuo constante ou permanente - caracteriza-se por uma aplicação constante da carga, durante todo o treino.

- Treinamento intervalado

O treinamento intervalado consiste na aplicação repetida de exercícios e períodos de recuperação de modo alternado (POGERE, 1998 apud GUETHS, FLOR, 2004). Sua prescrição fundamenta-se manipulação da intensidade de esforço o tempo de duração, e o tempo de recuperação, variáveis essas controladas de acordo com os objetivos. Esse método de treino é muito utilizado para aumentar a capacidade de captação de oxigênio pelos músculos trabalhados, possibilitando a melhoria da capacidade energética dos músculos ativados. O débito sistólico, ou seja, a quantidade de sangue bombeada pelo coração em cada esvaziamento do ventrículo é mais alto durante o repouso e durante o exercício. Com as varias oscilações do método intervalado o débito sistólico máximo aumenta, aprimorando a capacidade de utilização do sistema de oxigênio. Dentro do treinamento intervalado temos os seguintes métodos mais utilizados:

Método intervalado intensivo – consiste em estímulos máximos ou próximos do máximo, com curta duração e com uma recuperação que pode ser de até três vezes o tempo do estímulo. Por exemplo, 10 corridas de 100 metros em máxima intensidade (por volta de 15-20") com intervalo de 1 minuto entre as séries.

Método intervalado extensivo – consiste em estímulos com intensidade entre 80 e 90%, com duração maior do que as utilizadas no método intervalado intensivo. A relação

esforço/pausa também é menor, tendo intervalos com duração entre 1 e 2 vezes o tempo do estimulo.

- Treinamento combinado ou misto

Este método se caracteriza pela união dos dois métodos anteriores. Pode ser empregado para níveis intermediários e avançados de treinamento para a melhoria da aptidão física. Neste método o treinados mescla o método continuo com o método intervalado em uma mesma sessão de treinamento, de acordo com suas necessidades.

- Treinamento Fartlek

O treinamento Fartlek talvez tenha sido o precursor do treinamento intervalado (GUETHS, FLOR, 2004; AUGUSTI, 2002). Concebido inicialmente para o treinamento de fundistas e meio-fundistas, hoje pode ser aplicado no programa de todos os esportes em que a resistência aeróbia é solicitada. Fartlek é um treinamento informal que aplica o "jogo da velocidade" (significado aproximado da palavra de origem sueca). Consiste de corrida alternada ou em diversos ritmos, sendo uma adaptação relativa do treinamento contínuo e intervalado, ficando a cargo do próprio atleta a determinação da intensidade do treinamento de acordo com sua percepção subjetiva. Este tipo de treinamento difere do treino intervalado justamente na questão da determinação dos intervalos de exercícios e de recuperação, já que o método intervalado cumpre esse fator sistematicamente e o no fatlek não há manipulação destes componentes. É considerado muito bom quando realizado ao ar livre e em terreno natural, aproveitando-se os acidentes geográficos ou alterações no solo. É bastante utilizado em combinação com outros métodos, prestando-se de forma satisfatória para o condicionamento geral e proporcionando variedade nas sessões de treinamento.

4.4.2 - FORÇA

Existem diversos métodos para se treinar força. A utilização de cada método varia quanto: à magnitude da resistência, à velocidade de execução do movimento, à amplitude articular do movimento, à quantidade de repetições em cada série e a quantidade de séries, à ordem de execução de cada exercício, à ação dos exercícios nos distintos músculos e grupamentos musculares, e à duração dos intervalos entre repetições, séries, exercícios e sessões de treinamento. Assim, a escolha dos meios e métodos de trabalho devem seguir rigorosamente as exigências de força e a especificidade de movimento de cada esporte (ZATSIORSKY, 1999).

O treinamento de força é dividido em algumas literaturas quanto às características da ação do movimento (treinamento isométrico, isotônico, isocinético e pliométrico). Zatsiorsky (1999) classifica o treinamento de força de acordo com os métodos que atingem a tensão máxima muscular, sendo: método de esforço máximo, método de esforço repetido e método de esforço dinâmico.

O método de esforço máximo é considerado superior para o desenvolvimento da força máxima, tanto pela melhora da coordenação intramuscular quanto intermuscular. Este método consiste na execução de séries de exercícios com cargas próximas da máxima e pequeno número de execuções (entre 1 e 3), levando assim a ativação de um elevado número de unidades motoras, com uma freqüência de ativação ótima, e um componente biomecânico de movimento e coordenação intermuscular favoráveis. Este método não tem como característica grande ganho de massa muscular, pois seu baixo volume acarreta em pouco trabalho mecânico no músculo, causando pouca degradação de proteínas contráteis, conseqüentemente pouca hipertrofia miofibrilar.

O método de esforço repetido consiste na execução de exercício resistido até a exaustão utilizando uma carga submaxima. Existe também o método de esforço submaximo, onde o número de repetições da série é pré-definido. Ambos os métodos apresentam resultados semelhantes quanto à hipertrofia (ZATSIORSKY, 1999).

O método de esforço dinâmico é utilizado para incrementar a força rápida, e sua aplicação consiste em execuções de movimentos rápidos com cargas intermediárias. Como não é possível desenvolver a força máxima em movimentos rápidos com resistências intermediárias,

como é o caso deste método, sua função principal é o desenvolvimento de potência. Potência é igual ao produto da força pela velocidade de realização de trabalho (JOSEPHSON, 1993 apud ENOKA, 2000), e seus principais determinantes são o número de fibras musculares ativadas em paralelo e a velocidade com que os miofilamentos podem converter energia em trabalho mecânico (ENOKA, 2000).

Durante a montagem de um programa de treinamento de força muitas decisões são importantes para que se tenham melhores resultados. Um número quase infinito de protocolos pode ser criado pela manipulação dos componentes do programa de treinamento (intensidade, intervalo, volume, escolha do exercício, etc).

Segundo Kraemer e Hakkinen (2004), a escolha do exercício a ser executado é uma variável que envolve muitas decisões importantes, como o tipo de equipamentos e o tipo de ação muscular a ser utilizado. Como qualquer variação no ângulo de execução de um exercício causam diferentes tipos de ação nos grupamentos envolvidos, as possibilidades de movimentos e exercícios diferentes se tornam enormes. A escolha do exercício deve ser feita de forma que este estresse os músculos em ângulos articulares que supram as necessidades e atinjam os objetivos individuais. Os exercícios podem ser divididos em dois grandes grupos: os de movimentos multi-articulares, que envolvem mais de uma articulação; e os movimentos mono-articulares, que envolvem apenas uma articulação.

A ordem dos exercícios tem uma grande importância na montagem de um programa de treinamento de força. Comumente são executados primeiro os exercícios multi-articulares antes dos exercícios mono-articulares, partindo da idéia de que os exercícios que utilizam um maior quantidade de massa muscular devam ser feito primeiro. Ordens diferentes desta também são utilizadas para o treinamento de força/potência. Quando o esporte necessita da utilização destas capacidades em condições de fadiga, opta-se pela execução de exercícios mais complexos depois de exercícios mais localizados, desta forma os exercícios executados antes causariam uma situação de fadiga semelhante à exigida no esporte.

Os métodos de pré-exaustão utilizam a ordem de execução dos exercícios de forma que os grupamentos principais sejam exercitados antes dos grupamentos grandes. Desta forma gera-se uma fadiga nos músculos principais que irão ser também utilizados no exercício mais complexo. Existem dados especulativos que indicam que o acúmulo de fadiga pode potencializar o desenvolvimento de força e da potência, principalmente nos esportes que

necessitam destas capacidades em condições de grande fadiga (luta greco-romana, jiu-jitsu, 400 e 800 metros rasos) (KRAEMER, HAKKINEN, 2004).

O sistema de prioridade deve levar em conta quais exercícios são mais importantes no treinamento para que sejam colocados em primeiro lugar na sessão, desta forma esses exercícios prioritários estarão em melhores condições para que sejam executados com uma melhor qualidade. Devem ser considerados como prioridade os exercícios que estão sendo aprendidos ou que são de alta complexidade de execução, e também as características da modalidade esportiva.

O número de séries realizadas em um exercício está diretamente relacionado aos objetivos do treinamento para aquela articulação ou musculatura. Normalmente se usa no treinamento de força um programa de séries múltiplas entre 3 e 6 séries. É por via da manipulação da quantidade de séries a serem realizadas que o treinador controla o volume de treino.

O intervalo entre as séries e os exercícios é uma das variáveis responsáveis por definir a característica e os objetivos fisiológicos do treinamento, e sua manipulação altera a densidade da sessão. A pausa entre as séries esta relacionada com a recuperação do sistema bioenergético e nervoso. A manipulação dos intervalos de recuperação apresenta influência na regeneração das fontes energéticas de ATP-CP, na recuperação do sistema nervoso, na remoção de metabólitos, e nas concentrações hormonais, levando-as a uma condição necessária para execução de outra série ou exercício.

Outra variável importante na programação de treinamento é a prescrição de carga. Uma forma comum de ser prescrever cargas de treinamento é utilizando uma porcentagem da carga utilizada em um repetição máxima (1 RM), por exemplo, 80% de 1RM.

A carga utilizada para o exercício é uma variável que não deve ser pensada sem levar em consideração todas as outras variáveis. De acordo com os objetivos a serem alcançados em determinada fase, todas as variáveis devem ser integradas. Por exemplo, a velocidade de movimento está diretamente relacionada com a carga utilizada.

4.5 - TREINAMENTO COMBINADO

Neste momento do trabalho iremos discutir a execução do treinamento de força e do treinamento aeróbio combinados em um mesma sessão ou num mesmo período de treinamento, e se esse fato pode comprometer o desenvolvimento das capacidades físicas isoladas.

O primeiro estudo a levantar a hipótese de interferência para o desenvolvimento das capacidades foi elaborado por **Hickson (1980)**, onde foi demonstrado que um programa de treinamento de resistência aeróbia adicionado a um programa de treinamento de força diminuiu os ganhos de força máxima. Após algumas semanas seguindo essa metodologia, o desenvolvimento de força se estabilizou, ocasionando um platô.

A compatibilidade fisiológica da simultaneidade do treinamento de força e de resistência aeróbia tem sido um objeto de grande interesse nos estudos científicos nos últimos anos. Uma variedade de estudos constatam que o desenvolvimento de força e hipertrofia podem ser limitados com a execução dos treinamentos combinados, enquanto outros observam possíveis melhoras nesses parâmetros. Porém, as diversas metodologias que são empregadas nos protocolos de estudo, com diferenças no volume, densidade, intensidade, etc, aumentam a dificuldade para se chegar a conclusões consistentes sobre o assunto.

Existem diversas modalidades esportivas em que a resistência aeróbia é a capacidade física predominante, porém níveis elevados de força são muito importantes para que se tenha um bom desempenho. Em outras modalidades em que a força e a potência predominam, pode existir também a necessidade de alta capacidade de resistência muscular localizada e resistência aeróbia. Por esse motivo é muito importante que as pesquisas tentem encontrar resultados mais consistentes sobre esse tema, pois assim seria mais fácil encontrar soluções para que o treinamento seja direcionado de modo que as capacidades sofram menores prejuízos, havendo uma distribuição adequada das cargas e tipos de treinamento.

Bucci et al. (2005), em revisão de literatura, analisaram se o treinamento de força e o treinamento aeróbio podem ser executados na mesma sessão de treinamento, ou se o ideal seria que esses treinamentos fossem feitos em períodos distintos. As características metabólicas (fontes energéticas) e neuromusculares (padrão de ativação muscular) levantadas

pelo estudo mostraram sofrer os efeitos de fadiga e *overtraining* quando o treinamento é feito no método combinado. Isso se deve pelo excesso de volume de treino, pela depleção de fontes energéticas, e pela incapacidade de adaptação das fibras intermediárias aos dois tipos de estímulos. Este estudo conclui e sugere que para se otimizar os objetivos, sejam eles quais forem, os treinamentos devem ser feitos em dias ou em períodos diferentes.

Levando-se em conta que vários esportes necessitam tanto da capacidade de força quanto da capacidade de resistência aeróbia, **Chromiak** e **Mulvaney (1990)** investigaram em revisão de literatura a aplicação do treinamento combinado em atletas de diversas modalidades. A questão central discutida no estudo foi se atletas de esportes de força-potência devem ou não utilizar treinos aeróbios em sua programação, ou vice-versa, já que alguns esportes utilizam altas demandas tanto do metabolismo aeróbio quanto do anaeróbio. Os treinamentos para esses atletas devem conter a quantidade adequada de estímulos para os sistemas energéticos exigidos em sua modalidade. Por exemplo, os lutadores de greco-romana necessitam ter um ótimo condicionamento cardiorespiratório, mas a força e a potência são fatores determinantes durante o combate. Já os corredores de 1.500 metros, que além da capacidade de resistência aeróbia necessitam de resistência de força suficiente para a arrancada no final em suas provas.

Chega-se a conclusão neste estudo de que no geral, o desenvolvimento de força máxima é suprimido pelo treinamento aeróbio quando feito concomitantemente ao treinamento de força, mas quando feito conscientemente e atendendo as especificidades do esporte pode trazer benefícios. Já o treinamento de força parece apresentar benefícios no desempenho de atividades aeróbias, principalmente quando os esportes apresentarem uma certa exigência das fibras de contração rápida, ou quando existem riscos eminentes de lesão muscular ou articular.

Balabanis et al. (2003) analisaram o efeito do treinamento combinado em um estudo com duração de 7 semanas. O objetivo deste foi mostrar apenas os efeitos iniciais causados pelo treinamento, já que esse período é considerado curto para se comparar metodologias diferentes. Foram utilizados 26 jogadores de basquete divididos em 4 grupos, S (força), E (endurance), S+E (força+endurance), C (controle). Todos os grupos (exceto o grupo C) treinaram 4 vezes por semana durante as 7 semanas. O treinamento do grupo S consistiu de treino de força máxima, resistência muscular localizada, potência e pliometria. O grupo E executou treinamento intervalado de resistência aeróbia, com a intensidade aumentando progressivamente

durante as 7 semanas. O grupo S+E treinou a sessão aeróbia pela manhã e a sessão de força a tarde sete horas depois.

O grupo E não mostrou diferenças significativas entre os resultados medidos pré e pós-treinamento para as variáveis de força e potência, mas foram observadas melhoras significantes na capacidade aeróbia máxima e uma baixa na porcentagem de gordura. Para o grupo S foi observado melhora na força dinâmica de 1RM em músculos superiores e inferiores, aumento da impulsão vertical, melhora no teste de Wingate, decréscimo no VO_{2max}, e diminuição da porcentagem de gordura.

Comparando-se os resultados do grupo S+E com o grupo S, houve um melhor desempenho para o grupo S no teste de 1RM do Leg Press e do Supino, e um melhor desempenho para o grupo S+E no teste de 1RM do Agachamento e do Pulldown, no salto vertical, no teste de Wingate e nos valores de VO_{2max}. A porcentagem de gordura se mostrou significantemente mais baixa no grupo S+E, possivelmente porque este grupo executou um volume muito maior de treino do que os outros grupos.

Os autores concluíram com esse estudo que se o treinamento de força e o treinamento aeróbio forem realizados em dias diferentes haverá melhores resultados para ambas as capacidades. Esse formato provavelmente reduziria os efeitos da fadiga que o treinamento prévio poderia trazer, comprometendo o treinamento subseqüente. Porém seus resultados mostraram que durante 7 semanas de treinamento combinado, os ganhos de força, tanto nos membros superiores quanto nos membros inferiores são semelhantes para os grupos S+E e S. Esse estudo apresenta resultados semelhantes a outros que mostram o não pronunciamento de efeitos negativos do treinamento combinado durante as primeiras semanas de experimento (HICKSON, 1980 apud BALABINIS et al, 2003; KRAEMER et al., 2002). Somente após varias semanas executando o treinamento combinado é que começam aparecer os efeitos negativos para o desempenho de força (KRAEMER et al., 2002).

A pesquisa de **Sale et al. (1990)** teve como intuito investigar as diferenças do treinamento combinado sendo feito no mesmo dia ou em dias separados, durante um período de 10 semanas. Dezesseis indivíduos não sedentários foram separados em dois grupos, um que treinou duas vezes por semana (A) e outro que treinou quatro vezes por semana (B). O grupo A executava o treino aeróbio e o treino de força no mesmo dia, sendo que um dia da semana aeróbio era executado primeiro e no outro dia da semana a ordem era invertida. O grupo B treinava dois

dias o treino aeróbio e outros dois dias o treino de força, sendo que em uma semana o treino aeróbio era executado nas segundas e quintas e o treino de força nas terças e sextas, e na semana seguinte a ordem era invertida. Em ambos os grupos houve aumentos da força de 1RM no Leg Press, porém o grupo B obteve uma melhora mais acentuada. A área de secção transversal da fibra muscular e do músculo, o peso corporal, o percentual de gordura, e o VO_{2max} mostraram melhoras, mas sem diferenças significantes entre os grupos.

Segundo este trabalho, treinar as capacidades força e resistência aeróbia em dias diferentes mostrou melhores resultados para o desempenho de força, devido provavelmente ao fato de que uma melhor qualidade no treinamento de força foi obtida nesse sistema. Como em algumas semanas o grupo A treinou a resistência aeróbia momentos antes do treinamento de força, a fadiga aguda adquirida no treinamento prévio pôde ter prejudicado a qualidade do treinamento de força subseqüente.

Alguns outros estudos mostram que determinados parâmetros fisiológicos medidos durante a execução de um treinamento aeróbio sofrem influência negativa quando este é precedido por um treinamento de força. O estudo de **Bailey et al. (1996)** observou o comportamento da freqüência cardíaca (FC), da pressão arterial (PA), e da temperatura corpórea durante uma sessão de treinamento aeróbio. Os resultados foram comparados com os coletados durante uma sessão aeróbia precedida de uma sessão de treinamento de força de 50 minutos. A FC e a média da PA mostraram valores mais elevados quando o treinamento de força é executado anteriormente à sessão aeróbia. Esses resultados indicam um prejuízo para a prescrição do treinamento aeróbio, já que a FC é a responsável pela determinação da carga de trabalho. Uma mudança no comportamento da FC alteraria as características da curva FC x VO_{2max}, podendo assim estar influenciando na determinação da carga de trabalho.

Observa-se aqui a importância de se dar prioridades no treinamento. Identificar qual capacidade teria maior importância torna-se necessário para que o programa de treinamento seja prescrito da melhor forma. Levando em conta as variações de FC e PA observadas neste estudo, nota-se a importância de uma análise mais detalhada do programa de treinamento quando esse for para fins de prevenção ou reabilitação cardíaca.

O levantamento realizado por **Richter (2005)** teve como proposta comparar dois regimes de treinamento, o treinamento concorrente e o treinamento combinado. Neste trabalho foi sugerido que, quando os treinamentos são executados no mesmo dia denomina-se

treinamento combinado, e quando executados em dias separados denomina-se treinamento concorrente. O levantamento mostra resultados benéficos para os dois sistemas quando aplicados em indivíduos não-atletas que buscam fins estéticos e melhora do condicionamento físico. Já para atletas que buscam excelência no desempenho de força, velocidade e potência, ambos os sistemas mostram uma desacelerada evolução das capacidades.

Quando o treinamento combinado de força e aeróbio é aplicado em uma população pouco treinada e/ou com uma idade mais elevada, são poucos os efeitos negativos. Essa é a conclusão de **Giacomello (2004)** e **Costa (2004),** que desenvolveram projetos em parceria utilizando como voluntários homens sedentários e saudáveis com idades superiores a 40 anos (média de 48 anos). Foram aplicados em ambos os trabalhos um protocolo de 30 minutos de treinamento de força, mais 30 minutos de treinamento aeróbio, durante 12 semanas, três vezes por semana. Na pesquisa de **Giacomello** o treino aeróbio era executado antes do treino de força, e na pesquisa de **Costa** esta ordem era invertida para que os resultados pudessem ser comparados. Nas duas pesquisas o treinamento combinado mostrou resultados positivos para todas as variáveis: peso corporal, porcentagem de gordura, massa magra, índice de massa corpórea (IMC), relação cintura quadril (RCQ), freqüência de repouso, freqüência de pico durante exercício até a exaustão, e velocidade de exaustão. Quando comparados os dois trabalhos, a inversão da ordem de execução dos treinamentos de força e aeróbio não mostrou resultados diferenciados nas adaptações observadas.

O estudo de **Krammer et al. (2003)** teve como intuito investigar os efeitos do treinamento concorrente nas adaptações funcionais e estruturais do sistema neuromuscular comparado ao treinamento de força executado sozinho. Trinta e dois homens na faixa dos 38 anos foram separados em dois grupos, grupo combinado (S+E) e grupo de treinamento de força (S). O grupo S treinou força duas vezes por semana, já o grupo S+E treinou duas vezes força e outras 2 vezes aeróbio. O estudo teve duração de 21 semanas.

O grupo S+E obteve uma maior perda de massa magra, provavelmente pelo maior volume de treino executado por esse grupo. Houve significante melhora em ambos os grupos na força máxima (1RM) de extensão de joelhos, na força isométrica (medida no dinamômetro) de extensão de joelhos, no sinal eletromiográfico (EMG) do vasto lateral, não apresentando diferenças significantes entre os grupos. O grupo S mostrou melhoras significantes na taxa de força isométrica (RFD) e na força gerada nos primeiros 500ms de contração na

extensão de pernas, enquanto o grupo S+E apresentou melhoras significantemente menores. Para a flexão de joelhos os resultados foram semelhantes ao de extensão de joelhos. Ambos os grupos apresentaram ganhos na área de secção transversal do músculo (medido a partir de ressonância magnética) e da fibra muscular (medido a partir de biopsia muscular) do quadríceps femoral, mas não houve diferenças significativas entre os grupos.

Concluiu-se neste estudo que não houve diferenças nas características musculares quando o treinamento de força é combinado com o treinamento aeróbio, comparado ao treino de força sendo executado sozinho. Já para movimentos de rápida ativação neural o treinamento aeróbio parece ter trazido prejuízos, diminuindo a capacidade de produção de potência. A hipótese do fenômeno da interferência apresentado por **Hickson (1980)** não é sustentada neste estudo. Os resultados mostram que quando executado com baixo volume semanal a interferência não ocorre, enquanto que para altos volumes de treino e freqüências semanais maiores que duas vezes por semana, os prejuízos no desempenho de força pode ocorrer.

A pesquisa de **Wood et al. (2001)** avaliou os efeitos do treinamento combinado em 67 adultos saudáveis entre 60 e 84 anos. As variáveis analisadas foram adquiridas com um teste funcional, teste cardiorespiratório submaximo, e um teste de 5RM. Foram separados 4 grupos: treinamento de força (S), treinamento aeróbio (E), treinamento combinado (S+E), e grupo controle (C). O grupo S+E mostrou melhoras semelhantes ao grupo S e ao grupo E, portanto conclui-se neste estudo que para indivíduos nesta faixa etária o treinamento combinado de força e aeróbio parece não trazer efeitos negativos.

Hennessy e **Watson (1994)** avaliaram os efeitos do treinamento combinado durante oito semanas, avaliando as variáveis de força (1RM), velocidade (tempo em corrida de 20 metros) e potência (salto vertical). Foram utilizados 56 indivíduos como voluntários, divididos em grupo força (S), grupo aeróbio (E) (corrida), grupo combinado (S+E), e grupo controle. Os resultados mostraram que o treinamento combinado afeta negativamente o desenvolvimento da força nos músculos dos membros inferiores, não afetando significantemente os músculos dos membros superiores. Além disso, o grupo S+E apresentou resultados significantemente inferiores ao grupo S nos testes de corrida de 20 metros e de salto vertical. Com esses resultados os autores sugerem que o treinamento combinado pode atrapalhar o desenvolvimento da capacidade de produzir velocidade e potência.

Uma das hipóteses levantadas para explicar porque um treinamento aeróbio poderia atrapalhar um subseqüente treinamento de força é de que, o treino executado antes iria exaurir as reservas energéticas e prejudicar o desempenho no treino seguinte. Partindo desta hipótese **Aoki et al. (2003)** fizeram uma pesquisa utilizando suplementação de carboidratos antes e durante o treino aeróbio, para observar se era possível minimizar a possível depleção das reservas energéticas.

Um grupo de seis mulheres na faixa dos 22 anos e com experiência em treinamento de força serviram de voluntárias para o experimento. Foi executado um teste de 1RM e um teste de repetições máximas com 70% de 1RM (ambos em leg press) no início do experimento. Em outro dia os indivíduos foram divididos em dois grupos seguindo protocolo duplo-cego, onde um grupo iria administrar Maltodextrina e outro grupo uma solução placebo. Ambos os grupos executaram uma sessão de endurance a 70% do VO_{2max} durante 45 minutos, sendo que a solução (CHO ou placebo) foi administrada antes e durante a execução do exercício. Terminada a sessão aeróbia os indivíduos executaram novamente os testes de força máxima (1RM) e de repetições máximas a 70% de 1RM. Em nenhum grupo houve piora nos valores de 1RM comparando-se ao teste anterior, provavelmente porque a execução de uma repetição máxima utiliza essencialmente as vias anaeróbias aláticas (ATP-CP), via esta que aparentemente não foi afetada pela sessão aeróbia. Para o teste de repetições máximas até a exaustão, ambos os grupos apresentaram decréscimo no número de repetições executadas, porém não houve diferença significativa entre eles. Os níveis de glicose no sangue após o treino aeróbio também não mostraram diferença entre os grupos. Chega-se então a conclusão que a administração de suplementos a base de carboidratos antes e durante o treino aeróbio não reduz os efeitos negativos no desempenho de força.

Também pensando na hipótese da exaustão das reservas energéticas resultantes de uma sessão preliminar de resistência aeróbia, **Gomes et al. (2004)** utilizaram em sua pesquisa a creatina como suplemento ergogênico. Dezesseis mulheres na faixa dos 20 anos foram utilizadas como voluntárias. Inicialmente foram executados testes de força dinâmica (1RM) e repetições máximas até a exaustão a 80% de 1RM em Leg Press 45°. Após os testes iniciais os voluntários foram suplementados por 12 dias utilizando protocolo duplo-cego (Creatina e placebo). O segundo teste foi desenvolvido da seguinte forma: os indivíduos executavam um teste de corrida de 20 minutos, tentando percorrer a maior distancia possível para que as suas

reservas energéticas fossem exauridas ao máximo. Logo depois eram executados novamente os testes de 1RM e de repetições máximas até a exaustão. Os resultados dos testes de 1RM de ambos os grupos não mostraram diferenças entre as coletas feitas antes e depois da suplementação. Já para repetições máximas até a exaustão, o grupo placebo apresentou um decréscimo no número de execuções após o teste de corrida, decréscimo não observado no grupo creatina. Como a execução da corrida provocou fadiga residual nos músculos das pernas, a capacidade de realizar repetições máximas a 80% de um 1-RM foi prejudicada. Como a suplementação de creatina aumenta as reservas de CP e a suplementação de placebo não o fez, provavelmente esse seja o motivo pelos melhores resultados do grupo creatina, já que a ressíntese de ATP pode ser acelerada desta forma.

Pensando em qual seria o intervalo ideal para que os efeitos agudos de um treinamento não interfiram no treinamento subseqüente, **Sporer** e **Werger** (2003) fizeram um estudo testando diferentes intervalos entre o treinamento aeróbio e o treinamento de força subseqüente em homens jovens e ativos. O estudo teve 3 objetivos: analisar se o treinamento de força sofre prejuízos quando executado após um treinamento aeróbio, seguindo intervalos de 4, 8 e 24 horas; determinar se a intensidade do treinamento aeróbio apresenta influência no desempenho subseqüente de força; e determinar se esses possíveis efeitos negativos só ocorrem nos músculos utilizados durante o treino aeróbio (cicloergômetro) ou se reflete aos outros grupamentos musculares. Os voluntários foram divididos em dois grupos, um que faria o treino aeróbio no método intervalado de alta intensidade, e o outro utilizaria o método contínuo submaximo. Após 4, 8 e 24 horas da execução do treino aeróbio foram executados testes de 4 séries de repetições máximas com 75% de 1RM em leg press e supino, para se calcular o volume de trabalho.

Os resultados mostraram que intervalos de 4 e 8 horas afetaram negativamente o volume de trabalho em um posterior treinamento de força, porém esse efeito negativo se resume às musculaturas utilizadas no treino aeróbio, não afetando outros grupos musculares. O intervalo de 24 horas se mostrou suficiente para uma completa recuperação, levando de volta as condições iniciais. O método de treino aeróbio não mostrou influência para o resultado final. Tanto o método intervalado de alta intensidade, quanto o método contínuo submaximo, apresentaram influências semelhantes na sessão de força. Isso se deve provavelmente porque os

dois métodos de treino aeróbio apresentaram uma quantidade de trabalho total sem diferenças significativas.

Embora haja concordância de que a fadiga aguda seja a causa da diminuição do volume de trabalho na sessão de força, o autor vê a necessidade de que outros estudos sejam elaborados com o intuito de investigar diversas variáveis fisiológicas e concluir quais as causas desta fadiga.

As respostas hormonais têm comportamentos distintos dependendo do estímulo aplicado durante o treinamento (WEINECK, 1999). Diferentes respostas hormonais ocorrerão dependendo dos meios e métodos de treinamento que estão sendo utilizados. Podem ser observados aumentos de testosterona livre no sangue após um período de treinamento de força (BUSSO, et al., 1990 apud BELL, et al., 1997,), e aumentos na concentração de cortisol na urina após um período de treinamento aeróbio (NEARY, et al., 1994 apud BELL, et al., 1997). Portanto, essas diferentes respostas hormonais sugerem que o treinamento de força causa um incremento na relação anabolismo/catabolismo, enquanto o treinamento aeróbio causa uma diminuição desta relação (BELL et al., 1997).

Bell et al. (1997) investigaram as respostas de testosterona no sangue e do cortisol urinário em um grupo após 16 semanas de treinamento combinado, comparando a um grupo que treinou apenas força. Vinte e dois remadores foram utilizados como voluntários para o grupo combinado (S+E, 3 sessões força + 3 sessões aeróbias), e 14 voluntários não remadores (com experiência em treinamento com pesos) foram utilizados para o grupo força (S, 3 sessões força). Além da divisão por tipo de treinamento, os indivíduos também foram separados por gênero, masculino e feminino.

Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos nas concentrações de testosterona livre. Foram observados aumentos nos níveis de cortisol urinário em ambos os grupos, porem esses aumentos se atenuaram no grupo S+E durante as últimas 8 semanas de treinamento, propondo que o treinamento combinado executado por longos períodos pode apresentar um estado catabólico aumentado. Acompanhando essa variação no comportamento hormonal, foi observada uma redução da força entre as mulheres do grupo S+E, propondo que elas estariam mais suscetíveis do que os homens aos prejuízos causados por um estado catabólico aumentado. Pelo fato da mulher ter uma menor produção de testosterona do que o homem, um aumento da liberação de cortisol causaria um estado catabólico muito mais

significante neste grupo. Homens e mulheres apresentam mudanças relativas semelhantes na hipertrofia em períodos curtos de treinamento (HOLLOWAY, BAECHE, 1990 apud WILMORE, COSTILL, 2001), porém em períodos mais longos os homens podem apresentar maiores aumentos de hipertrofia pelo fato de possuírem níveis séricos de testosterona 20 a 30 vezes maiores que as mulheres (WILMORE, COSTILL, 2001).

Docherty e Sporer (2000) apresentaram uma sugestão para se examinar os efeitos do treinamento combinado com maior fidelidade. Segundo eles, muitos estudos utilizam uma metodologia de estudo equivocada na hora de se comparar o treinamento de força e aeróbio combinados com os sistemas de treino isolados, chegando assim a conclusões contestáveis sobre o assunto.

Dependendo do método utilizado no treinamento as adaptações seguem características diferentes. Um treinamento aeróbio pode gerar adaptações centrais ou periféricas, de acordo com a intensidade do estimulo dado. A Figura 1 mostra de maneira didática a distribuição de intensidade do treinamento aeróbio.

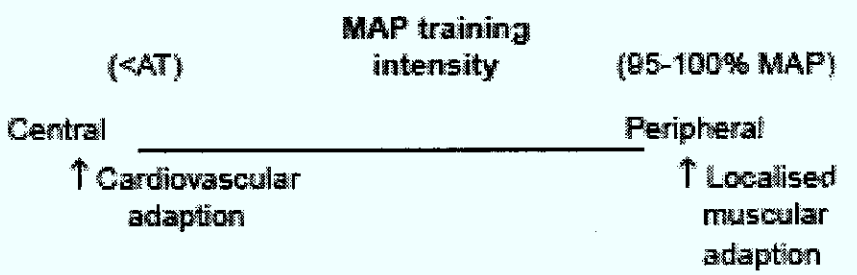

Figura 1. Faixa de intensidades do treinamento da potência aeróbia máxima (MAP) e a localização primária da adaptação. AT: limiar anaeróbio; ↑: aumento. Fonte: Docherty e Sporer (2000).

Quando o treinamento aeróbio é executado no método contínuo e abaixo do limiar anaeróbio, as respostas adaptativas estão concentradas nos componentes centrais, ou seja, uma melhora do trabalho cardíaco, respiratório e circulatório. Quando se executa um treinamento aeróbio pelo método intervalado e com altas intensidades, os objetivos passam a ser nos

componentes periféricos, ou seja, ocorrem adaptações a nível muscular, com melhoras na ação enzimática, aumento da densidade mitocôndrial, aumento da densidade capilar, entre outras.

Ao se tratar do treinamento de força os autores também classificam diferentemente as adaptações de acordo com a intensidade do treinamento, podendo ocorrer adaptações centrais ou periféricas. A Figura 2 apresenta de forma didática a distribuição de intensidade para o treinamento de força.

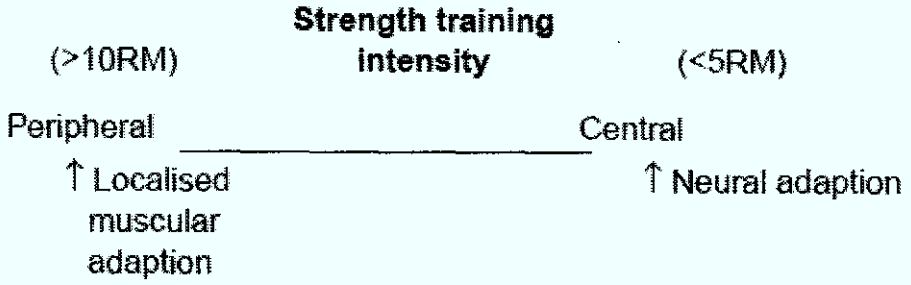

Figura 2. Faixa de intensidades do treinamento de força e a localização primária da adaptação. RM: repetições máximas; ↑: aumento. Fonte: Docherty e Sporer (2000).

Quando o treinamento de força é executado com baixas intensidades e grande volume (>10RM), as adaptações ocorrem principalmente no componente periférico, havendo hipertrofia causada por uma maior síntese protéica e um maior acúmulo de glicogênio muscular. Utilizando intensidades elevadas e volume mais baixo (<5RM), as adaptações ocorrem principalmente no componente central, acarretando em uma ação neural mais eficiente.

Segundo os autores, os estudos que pesquisam o treinamento combinado utilizam diferentes protocolos de treinamento, com diversos sistemas, meios e métodos. Dependendo de que protocolo estiver sendo utilizado para a execução do treinamento de força e do treinamento aeróbio, a interferência pode ocorrer ou não. Por isso o modelo apresentado por Docherty e Sporer (2000) propõe que os níveis de interferência podem ser maximizados ou minimizados durante a pesquisa. Como as adaptações às duas capacidades ocorrem em estruturas diferentes, o modelo propõe que durante as pesquisas sobre o fenômeno da interferência no treinamento combinado, os níveis de interferência devem ser maximizados para que possamos chegar a conclusões fidedignas sobre o assunto.

A Figura 3 ilustra a área onde ocorre a "zona de interferência", de acordo com o modelo apresentado pelos autores, e segundo eles é nessa zona em que os protocolos de treinamento das pesquisas deveriam trabalhar.

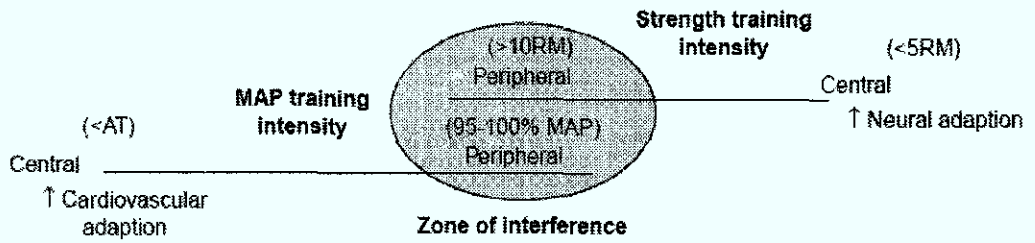

Figura 3. Intensidades de treinamento e a localização primária das adaptações quando o treinamento aeróbio e o treinamento de força são combinados, ilustrando a zona de interferência. AT: limiar anaeróbio; RM: repetições máximas; ↑: aumento. Fonte: Docherty e Sporer (2000).

Muitos estudos trazem resultados controversos quando se trata de treinamento combinado. Isso se deve na maioria das vezes pelas diferentes metodologias de estudo que são apresentadas em cada estudo (DOCHERTY, SPORER, 2000). Diferenças em variáveis como o método de treino, freqüência semanal, volume, intensidade, situação física inicial e experiência dos voluntários, trazem uma dificuldade para que haja uma comparação entre os estudos. A seleção das variáveis a serem avaliadas também é muito importante, seja ela fisiológica, morfológica ou motora. Essa questão foi levantada por **Leveritt et al. (2003),** onde em seu estudo ele mostra a importância de selecionar as variáveis de acordo com a amplitude e a significância de seus efeitos adaptativos aos treinamentos. Quando tratam de treinamento combinado, alguns estudos apresentam efeitos negativos, outros efeitos positivos, e outros ainda um efeito aparentemente neutro. A seleção inadequada das variáveis a serem avaliadas, os diferentes protocolos de treinamento, e uma análise estatística inadequada podem ser os responsáveis por essas divergências.

No quadro a seguir apresentamos um resumo dos principais resultados dos estudos levantados e avaliados. A partir dele podemos observar as influências do treinamento combinado sobre diversas variáveis.

Quadro 1 - Efeitos do treinamento combinado nas diversas variáveis.

Autor	População (idade)	Duração em semanas (Freq.Sem.)	Variáveis estudadas	Resultados	Causa
Bucci et al., 2005	Revisão Bibliográfica	-	Hipertrofia	P	Overtraining e fadiga
Richter, 2005	Revisão Bibliográfica	-	Força, potência, velocidade	P	
Giacomello, 2004	Sedentários saudáveis (46)	12 (3)	Peso Corp., % Gord., Massa magra, Relação Cint. Quadril, Veloc. de exaustão	B	
			FC repouso, FC pico	=	
Costa, 2004	Sedentários saudáveis (48)	12 (3)	Peso Corporal, % Gord., Massa magra, Relação Cint. Quadril, Veloc. de exaustão, FC repouso, FC pico	B	
Gomes et al., 2004	Fisicamente ativa (20)	Sessão única	1 RM	=	
			Repetições até exaustão	P	Depleção energética
Aoki et al., 2003	Fisicamente ativa (22)	Sessão única	1 RM	=	
			Repetições até exaustão	P	Depleção energética
Balabinis et al., 2003	Jogadores basquete (22)	7 (4)	1 RM de Leg Press e supino	P	
			1 RM Agachamento e Pulldown, Salto Vertical, Wingate, VO2max, % Gordura	B	
Kraemer et al., 2002	Ativos e saudáveis (38)	21 (4)	1 RM e força isôm. ext. joelhos, sinal EMG, área de secção transversal	=	
			Potência	P	Redução do padrão de ativação neural
Kraemer et al., 1995	Ativos e saudáveis	12 (4)	Hipertrofia, força e potência	P	Maior ação hormonal catabólica
McCarthy, Pozniak e Agre, 2002	sedentários saudáveis (27)	10 (3)	Hipertrofia, EMG, torque, potência	=	
Wood et al., 2001	Idosos saudáveis (64-80)	12 (3)	Teste funcional, teste cardiorespiratório submaximo, 5 RM (superior e inferior)	=	
Bell et al., 1998	Ativos e saudáveis (22)	12 (6)	Hipertrofia	P	
			Estado hormonal catabólico	P	
			Capilarização	P	
Bell et al., 1997	Remadores (22)	16 (3)	Testosterona livre	=	
			Estado hormonal catabólico	P	Aumento da produção de cortisol, causando maior efeito catabólico
Chromiak et al., 1990	Revisão bibliográfica	10 (5)	Força	P	Overtraining por alto volume de treinamento
Bailey, Khokiguian e Farrar, 1996	Ativos e saudáveis (26)	Sessão única	FC, PA e temperatura em uma sessão aeróbia logo após sessão de força	P	Fadiga
Millet et al. 2002	Triatletas bem treinados (23)	14 (7)	Velocidade do VO2max, economia de corrida	P	
Abernethy e Quigley, 1993	Ativos saudáveis (25)	7 (3)	Força isocinética de tríceps braquial em 10 velocidades diferentes	=	
Leveritt et al. 2003	Ativos saudáveis (19)	6 (3)	Força e VO2pico	=	
Hennessy e Watson, 1994	Jogadores Rugby (24)	8 (5)	1 RM mm. sup. e inf.	=	
			Potência e Velocidade	P	Redução do padrão de ativação neural
Sporer e Wenger, 2003	Atletas de diversas modalidades (25)	Sessão única	Força máxima e resistência de força de mm. Inferiores	P	Fadiga
			Força máxima e resistência de força de mm. Superiores	=	
Dolezal e Potteiger, 1998	Ativos e saudáveis (20)	10 (3)	Peso corporal	B	Maior volume de treino
			1 RM mm. sup. e inf.	P	
Lee et al. 1990	Ativos e saudáveis (23)	10 (3)	Força mm. Inf	P	Fadiga e overtraining
			Força mm. Sup	=	
			Peso corporal	B	Maior volume de treino
Moiarana et al. 2000	Cardíacos (60)	8 (1)	Força isotônica	B	

P : prejuízo; **B** : benefício; **=** : sem prejuízo nem benefício

5 - Considerações finais

Após a análise do material levantado nessa revisão bibliográfica podemos chegar as seguintes conclusões sobre a combinação do treinamento de força e aeróbio:

- A combinação do treinamento aeróbio e de força trás prejuízos para o desenvolvimento dos diversos componentes de força muscular. Observam-se prejuízos nos incrementos de força máxima, potência e velocidade, comparados ao treino de força executado isoladamente;
- O $VO_{2máx}$ e o limiar aeróbio não sofrem prejuízos significantes com o treinamento combinado, podendo em alguns casos ocorrer melhoras, principalmente em indivíduos pouco treinados ou sedentários;
- Os efeitos negativos do treinamento combinado aparecem mais claramente em atletas. Como essa população busca alto desempenho físico, pequenos prejuízos se tornam significantes para suas modalidades esportivas. Indivíduos jovens e com experiência em um regime de treinamento intenso também estão propensos a sofrer efeitos negativos mais significativos. Quando se trata de indivíduos idosos e/ou sedentários, que tem como objetivo uma melhora na estética, no condicionamento físico e na saúde, os efeitos negativos não são observados, prevalecendo assim os benefícios da pratica de atividade física;
- Ao combinar o treino aeróbio e de força em uma mesma sessão ou em um mesmo período, aumentamos o gasto energético total pelo fato de haver um maior volume de treinamento. Esse aumento faz com que a diminuição do percentual de gordura seja intensificada, comparando-se a execução dos treinamentos de força e aeróbio em períodos diferentes;
- O *overtraining* aparece como o grande responsável pelos prejuízos no desenvolvimento de força e hipertrofia com o treinamento combinado. O alto volume de treinamento causa um efeito crônico negativo nas reservas energéticas, prejudicando principalmente o desenvolvimento de hipertrofia;

- Quando o treinamento combinado é executado com baixa freqüência semanal, os efeitos negativos não se tornam aparentes. Uma freqüência semanal de 3 vezes por semana mostrou ser mais prejudicial do que 5 ou 6 vezes por semana para os componentes de força. Quando a freqüência semanal é alta os efeitos negativos do *overtraining* são mais evidentes;
- Durante as primeiras semanas de treinamento o desempenho nas variáveis de força segue um comportamento semelhante para quem treina só força ou para quem combina o treino de força com o treino aeróbio, já que as adaptações mais relevantes no inicio de uma programação de treinamento são relativas ao sistema neural e não as mudanças morfológicas que ocorrem no músculo. Após algumas semanas os grupos que treinam as capacidades combinadas estabilizam os incrementos de força e potência, podendo haver quedas de rendimento a partir daí, pois as mudanças morfológicas passam a ser relevantes neste momento. Os grupos que treinam somente força conseguem manter os incrementos de força por maior tempo, pois esse sistema permite maiores ganhos em hipertrofia muscular, já que sofre menos com os efeitos de *overtraining* e da fadiga;
- O treinamento combinado atenua o efeito hormonal catabólico no organismo pelo aumento na secreção do hormônio cortisol. As concentrações de testosterona livre no sangue não sofrem diferenças;
- A capacidade de potência sofre prejuízo quando um treinamento aeróbio é adicionado na programação de treino, já que as atividades aeróbias consistem normalmente de atividades cíclicas, que necessitam de um padrão mais lento de ativação neural. A análise eletromiográfica dos músculos estudados mostram uma diminuição da eficiência do recrutamento das unidades motoras após um período de treinamento aeróbio, prejudicando a execução de movimentos rápidos ou com altas velocidades angulares;
- Os prejuízos do treinamento combinado só aparecem nas musculaturas que são exigidas nas duas etapas do treinamento. Utilizar a corrida ou o ciclismo como meio de treinamento aeróbio traz prejuízos no desempenho de força somente nos músculos das pernas, não afetando os grupos musculares superiores. A execução de um treinamento aeróbio causa fadiga nos grupamentos musculares utilizados, prejudicando a execução de um treinamento de força de qualidade. O treinamento aeróbio também prejudica os

momentos onde a musculatura deveria estar descansando para que haja uma supercompensação e aumentos dos níveis de força;

- Adicionar o treinamento de força à periodização de esportes tipicamente aeróbios traz resultados positivos. Os estudos mostram indícios de que, com a melhora da capacidade de força muscular, a capacidade aeróbia e o limiar anaeróbio melhoram, acompanhado de uma economia de energia durante a execução do gesto da modalidade. Esportes que utilizam um alto componente de resistência anaeróbia também são beneficiados com o treinamento de força, por exemplo, o ciclismo de velocidade e o remo. O índice de lesões por esforço repetitivo também é minimizado;
- Alguns dos trabalhos mostraram que treinar os componentes aeróbios e de força em dias alternados se mostrou mais eficiente do que quando treinados no mesmo dia. Os dados suportam também que numa mesma sessão, o treinamento executado antes pode afetar a qualidade da etapa subseqüente.

6 - Referência Bibliográfica

ABERNETHY, P.J.; QUIGLEY, B.M. Concurrent strength and endurance training of the elbow extensors. **J. Strength and Cond. Res.**, v. 7, n. 4, p. 234-240, 1993.

AOKI, M.S.; et al. Suplementação de carboidratos não reverte o efeito deletério do exercício de endurance sobre o subseqüente desempenho de força. **Rev. Brás. Med. Esporte**, v. 9, n.5, p. 282-287, 2003.

AUGUSTI, M. **O Treinamento da Velocidade para as Corridas de Fundo: Consideração sobre o Método Fartlek.** Confederação Brasileira de Atletismo, 2002. Disponível em: <http://ww.cbat.org.br/treinamento/artigos_tecnicos/treinamento_corrida_fundo>. Acesso em: 17 out. 2006.

BAILEY, M.L.; KHOKIGUIAN, N.; FARRAR P.A. Effects of resistance exercise on selected physiological parameters during subsequent aerobic exercise. **J. Strength Cond. Res.**, v.10, n.2, p.101-104, 1996.

BALABINIS, C.P.; et al. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. **J. Strength Cond. Res**, v.17, n.2, p. 393-401, 2003.

BARATTA, R.; et al. Muscular coactivation: The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. **American J. Spo. Med.** v. 16, p. 113-122 apud ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.

BELL, G.J.; et al. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 81, p.418-427, 2000.

BELL, G.; et al. Effects of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. **J. Strength Cond. Res.**, v.11, n.1, p.57-64, 1997.

BIZEAU, M.E.; et al. Differential responses to endurance training in subsarcolemmal and intermyofibrillar mitochondria. **J. Appl. Physiol.**, v. 85, p. 1279, 1988 apud MCARDLE, W. D.;

KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

BLOMQVIST, C; SALTIN, B. Cardiovascular adaptations to physical training. **Annual Review of Physi.** v. 45, p. 169-89, 1983 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

BOUTELLIER, U.; PIWKO, P. The respiration system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. **Eur. J. App. Phy.** v. 64, p.145-152, 1992 apud WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2 ed. São Paulo: Manole, 2001.

BUCCI, M.; et al. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. **Rev. Bras. Ciência e Mov.**, v.13, n.1, p. 17-28, 2005.

BUSSO, T.; et al. A system model of training responses and its relationship to hormonal responses in elite weightlifters. **Eur. J. Appl. Physiol.** v. 61, p. 48-54, 1990 apud BELL, G.; et al. Effects of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. **J. Strength Cond. Res.**, v.11, n.1, p.57-64, 1997.

CHROMIAK, J.A.; MULVANEY, D.R. A review: The effects of combined strength and endurance training on strength development. **J. Appl. Sci. Res.**, v. 4, n.2, p. 55-60, 1990.

COOGAN, A.R.; et al. Isotopic estimation of CO_2 production during exercise before and after endurance training. **J. Appl. Physiol.**, v. 75, p. 70, 1993 apud MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

COSTA, T.G.. **Adaptações morfofuncionais em homens de meia idade submetidos a combinação de treinamento físico com pesos e aeróbio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

COYLE, E.F.; et al. Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. **J. Appl. Physiol.**, v. 57, p. 1857, 1984 apud MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

DEMPSEY, J. Is the lung built for exercise? **Med. Sci. Spo. Exer**. v. 18, p. 143-155, 1986 apud WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2 ed. São Paulo: Manole, 2001.

DOCHERTY, D.; SPORER, B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Med.**, v. 30, n.6, p. 385-394, 2000.

DODD, S.; et al. Exercise performance following intense, short-term ventilatory work. **Inter. J. Sports Méd**. v. 10, p. 48-52, 1989 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

DOLEZAL, B.A.; POTTEIGER, J.A.. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **J. Appl. Physiol.**, v. 85, n.2, p. 695–700, 1998.

ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.

ENOKA, R.M. Neural adaptations with chronic physical activity. **J. Biomechanic**, v. 30, p.447-455, 1997

FAIRBURN, M.; et al. Improved respiratory muscle endurance of highly trained cyclists and the effects on maximal exercise performance. **Inter. J. Sports Méd**. v.12, p. 66-70, 1991 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

FREY, G. Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fahigkeiten. Leistungsport, v. 7, p. 339-362, 1977 apud WEINECK, J. **Treinamento Ideal.** 9 ed. São Paulo: Manole, 1999.

FRIEDLANDER, A.L.; et al. Training induced alterations of carbohydrate metabolism in women: women respond differently than men. **J. Appl. Physiol.,** v. 85, p.1175, 1998 apud MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

GIACOMELLO, T.V. **Adaptações orgânicas em homens saudáveis de meia idade em resposta ao treinamento físico com exercícios combinados.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

GOMES, R.V.; AOKI, M.S. Suplementação de creatina anula o efeito adverso do exercício de endurance sobre o subseqüente desempenho de força. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.11, n.2, p.131-134, 2005.

GUETHS, M.; FLOR, D.P. Os principais métodos de praticar exercícios aeróbicos. **Revista Virtual EFArtigos**. Natal-RN. v.01, n.17, 2004. Disponível em: <http://efartigos.atspace.org/fitness/artigo17.html>. Acesso em: 09 out. 2006.

HAGAN, R.; et al. Oxygen uptake and energy expenditure during horizontal treadmill running. **J. Appl. Physiology,** v. 49, p. 571-575 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

HARRE, D. Trainingslehre, 6. Berlin: Aufl.Sportverlag, 1976 apud WEINECK, J. **Treinamento Ideal.** 9 ed. São Paulo: Manole, 1999.

HENNESSY, L.C.; WATSON, W.S. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. **J. Strength and Cond. Res.**, v.8, n.1, p.12-19, 1994.

HERMANSEN, L.; WATCHTLOVA, M. Capillary density of skeleal muscle in well trained and untrained men. **J. App. Phy**. v. 30, p. 860-63, 1971 apud WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2 ed. São Paulo: Manole, 2001.

HICKSON, R.C. Interference of strength development by simultaneous training for strength and endurance. **Eur. J. Appl. Phy**. v. 45, p. 255-63, 1980.

HOLLOSZY, J.; COYLE, E.F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consquences. **J. Appl. Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**, v. 56, p. 831-838, 1984 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

HOLLOWAY, J.B.; BAECHLE, T.R.. Strength training for female athletes: A review of selected aspects. **Spo. Med.**, v. 9, p. 216-228, 1990 apud WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2 ed. São Paulo: Manole, 2001.

HOROWITZ, J.F. Regulation of lipid mobilization and oxidation during exercise in obesity. **Exer. Spo. Sci. Revs.,** v. 29, p.42, 2001 apud MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L.

Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

JACOBS, I. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. **Med. Sci. Spo. Exer.,** v.19, p.368, 1987 apud MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

JOSEPHSON, R.K. Contraction dynamics and power output of skeletal muscle. **Annual Reviews of Physiology.** v. 55, p. 527-546, 1991 apud ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.

KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, K. **Treinamento de força para o esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

KRAEMER, W.J.; et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 89, p. 42-52, 2003.

KRAEMER, W.J.; et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J. Appl. Physiol.**, v.78, n.3, p. 976-989, 1995.

LEE, A.; et al. The effects of endurance training, weight training an a combination of endurance and weigth training upon the blood lipid profile of young male subjects. **J. Appl. Physiol.**, v. 4, n.3, p. 68-75, 1990.

LEVERITT, M.; et al. Concurrent strength and endurance training: The influence of dependent variable selection. **J. Strength Cond. Res.**, v. 17, n. 3, p. 503-508, 2003.

MACDOUGALL, J.D.; et al. Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistence training and immobilization. **J. Appl. Physiol.,** v.43, p. 700, 1977 apud MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

MAIORANA, A.; et al. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. **J. Appl. Physiol.**, v. 88, p. 1565–1570, 2000.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

MILLET, G. P.; et al. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO_2 kinetics. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n. 8, p. 1351-1359, 2002.

NEARY, J.P.; et al. Urinary free cortisol as an indicator of exercise training stress. **Clin. J. Sports Med.,** v. 4, p. 160-165, 1994 apud BELL, G.; et al. Effects of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. **J. Strength Cond. Res.**, v.11, n.1, p.57-64, 1997.

OLSSON, K.E.; SALTIN, B. Variation in total body water with muscle glycogen changes in man. **Acta Physiol. Scand.**, v. 80, p. 11- 18, 1970 apud MURRAY, B.; EICHNER, E.R.; STOFAN, J. Hiponatremia em atletas. **Sports Sciense Exchange – GSSI,** v. 16, n. 1, 2003. Disponível em: < http://www.gssi.com.br/publicacoes/sse/pdf/gatoradesse37.pdf >. Acesso em: 14 nov. 2006.

PETTE, D.; SPAMER, C. Metabolic properties of muscle fibers. **Federation Procedings,** v. 45, p. 2910-2914, 1986 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

PLATONOV, V.N; BULATOVA, M.M. **A preparação física.** Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

POGERE, E.F. **Ginástica Aeróbica e saúde.** Francisco Beltrão: Editora Jornal de Beltrão S/A, 1998 apud GUETHS, M.; FLOR, D.P. Os principais métodos de praticar exercícios aeróbicos. **Revista Virtual EFArtigos.** Natal-RN. v.01, n.17, 2004. Disponível em: <http://efartigos.atspace.org/fitness/artigo17.html>. Acesso em: 09 out. 2006.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

RICHTER, R.N. **Analise de programas de treinamento físico: combinado e concorrente.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ROWELL, L.B. **Human cardiovascular control.** Cary, NC: Oxford University Press, 1994 apud MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

SALE, D.G.; et al. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.22, n.3, p.348-356, 1990.

SCHON, F.A. Licht – und elektronenmikroskopische Befunde am Musculus vastus lateralis und ihr Bezug zu physiologischen Meßgroßen bei Normalpersonen, Sportstudenten und Ausdauertrainierten. Diss., Sporthocheschule Koln, 1978 apud WEINECK, J. **Treinamento Ideal.** 9 ed. São Paulo: Manole, 1999.

SPORER, B.C.; WENGER. H.A.. Effects of aerobic exercise on strength performance following various periods of recovery. **J. Strength Cond. Res.**, v.17, n.4, p. 638-644, 2003.

TESCH, P.; THORSSON, A; KAISER, P. Muscle capillary supply and fiber type characteristics in weight and power lifters. **J. Appl. Physiology**, v.56, p.35-38, 1984 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

VANDER, A.; SHERMAN, J.; LUCIANO, D. **Human physiology**. New York: McGraw-Hill, 1994 apud POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

VIANNA, J. **Definição de força muscular e musculação**. Disponível em: < http://www.jefersonvianna.hpg.ig.com.br/musculacao.html>. Acesso em: 07 nov. 2006.

WEINECK, J. **Treinamento Ideal.** 9 ed. São Paulo: Manole, 1999.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2 ed. São Paulo: Manole, 2001.

WOOD, R.H.; et al. Concurrent cardiovascular and resistence training in healthy older adults. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.33, n.10, p.1751-1758, 2001.

ZATSIORSKY, V.M. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte Editora, 1999.