

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Educação Física

PREPARAÇÃO FÍSICA ESPECIAL PARA CORREDORES DE FUNDO

Carla Chiappetta Gomes

Dezembro de 2004

Carla Chiappetta Gomes



PREPARAÇÃO FÍSICA ESPECIAL PARA CORREDORES DE FUNDO

Monografia realizada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Treinamento em Esportes pela Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira

Dezembro de 2004

Gomes, C. C. Preparação Física Especial para Corredores de Fundo. Campinas, Unicamp, (Monografia curso de Educação Física), 65 pág., 2004.



Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira

Banca: Profa. Dra. Mara Patricia T. Chacon Mikahil

**Responsável pela Disciplina:
Prof. Dr. Adilson Nascimento de Jesus**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais e a minha irmã pelo amor e pela atenção.

Agradeço aos amigos da turma 01 pela amizade.

Agradeço ao Professor Paulo pela oportunidade de realizar este trabalho e pela orientação.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, Jair e Magali, e a minha irmã, Carol, que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida.

“Que obra de arte é o homem: tão nobre no raciocínio; tão vário na capacidade; em forma e movimento, tão preciso e admirável; na ação é como um anjo, é a beleza do mundo, o exemplo dos animais”.

William Shakespeare, em Hamlet.

RESUMO

A velocidade é a capacidade física que garante o resultado desportivo nas provas de resistência. Paradoxalmente, o uso da velocidade pode provocar um aumento nas concentrações sanguíneas de lactato, o que irremediavelmente conduz o atleta a um estado de fadiga, impossibilitando-o de atingir um bom resultado nas competições.

Desta forma, romper com a relação direta velocidade-fadiga, ou seja, permitir que o atleta se desloque velozmente sem acúmulo excessivo de lactato, tornou-se o objetivo principal da preparação física das provas de resistência.

Portanto, é de fundamental importância a elaboração de um programa de treinamento que consolide as mudanças morfofuncionais necessárias para o desenvolvimento da velocidade sem a aparição precoce dos sintomas da fadiga.

A partir de uma revisão bibliográfica sustentada pelos pressupostos de Verkhoshansky, o presente trabalho indica uma linha estratégica de treinamento para corredores de fundo que caminha do desenvolvimento da resistência muscular local (RML) aeróbia ao incremento da máxima velocidade sobre a distância de competição.

A melhoria da RML aeróbia, por sua vez, está relacionada com dois fatores:

a-) o desenvolvimento da capacidade muscular de utilizar o oxigênio fornecido, o que contribui efetivamente para a elevação do limiar anaeróbio e para o conseqüente retardo dos sintomas da fadiga quando da exposição a um regime veloz de trabalho.

b-) o desenvolvimento da Força Máxima Maximorum, o que permite a otimização dos padrões de recrutamento motor e a conseqüente economia de corrida.

Portanto, a otimização da RML aeróbia através do incremento das capacidades oxidativas musculares e da elevação da Força Máxima Maximorum, é a tarefa primordial da preparação dos fundistas, e não pode ser assegurada pelos métodos tradicionais de treinamento que priorizam as corridas prolongadas de intensidade moderada.

O treinamento com carga, ao permitir um estímulo local satisfatório para as necessárias adaptações morfofuncionais musculares, é, desta forma, imprescindível para o cumprimento da tarefa de otimizar a RML aeróbia dos corredores de fundo, e deve ser o eixo central de toda a preparação destes atletas.

Sendo assim, o presente trabalho destaca o treinamento de força geral e especial como estratégia metodológica indispensável no âmbito da preparação dos fundistas.

ABSTRACT

Speed is the physical capacity that ensures performance in sports in endurance tests. Paradoxically, the use of speed can cause an increase in the concentration of lactic acid in the body, leading the athlete to fatigue, disabling him of achieving good results in competitions.

This way, breaking the direct connection between speed and fatigue, that is, enabling the athlete to make use of speed without the excessive presence of lactate, has become the main objective of physical preparation for endurance tests. Therefore, it is of vital importance the creation of a training program that takes into consideration the morph-functional changes necessary so as to make use of speed without the presence the precocious symptoms of fatigue.

Based on the principles previously mentioned and on the bibliography supported by Verkhoshansky, this paper has as an aim to show a strategic line of work in the physical preparation of long distance runners that is based on the development of aerobic muscular resistance to increase speed and performance.

The improvement of aerobic muscular resistance is linked to two factors:

a-) the development of the muscular capacity of using the oxygen provided, which contributes effectively to the elevation of anaerobic threshold and to the delay of the symptoms of fatigue as an athlete has to work with speed;

b-) the development of the Maximum Maximorum Force, which allows the optimization of standards of motor requirement and the consequent economy promoted while running.

Therefore, the increase of aerobic muscular resistance is the primordial task in the preparation of long distance runners, and cannot be guaranteed by conventional methods that prioritize long runs in moderated intensity.

A heavy training program, as it permits satisfactory local stimuli for the necessary morph-functional muscular changes, is, then, essential to the fulfillment of the task of optimizing aerobic muscular resistance of long distance runners, and it must be the center of the physical preparation of these athletes.

All this considered, this paper highlights the heavy training program as a fundamental key in the preparation of long distance runners.

SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
I. Introdução.....	13
II. Objetivos.....	14
III. Justificativa.....	15
IV. Metodologia.....	16
V. Revisão Bibliográfica.....	17
1. Velocidade de Deslocamento e Lactato Sangüíneo.....	17
1.1. A primeira hipótese: VO ₂ Máximo reduzido e Hipoxia Muscular como causa do acúmulo de lactato.....	19
1.2. A segunda hipótese: Limiar Anaeróbio reduzido e Capacidade Oxidativa limitada como causa do acúmulo de lactato.....	20
2. O uso antecipado da Velocidade no macrociclo de treinamento — possíveis implicações.....	25
3. Metodologia de Treinamento: A Organização da Carga e o Uso Racional da Velocidade.....	27
3.1. A Organização da Intensidade do Treinamento.....	30
4. Bases fisiológicas e metodológicas da Etapa A (Etapa Básica).....	31
4.1. Mudanças Córdio-Vasculares.....	32
4.1.1. Meios e Métodos de Treinamento que contribuem para as adaptações córdio-vasculares.....	34
4.2. Mudanças Neuro-Musculares.....	35
4.2.1. Meios e Métodos de Treinamento que contribuem para as adaptações neuro-musculares nas diferentes microetapas.....	42
4.2.1.1. Microetapa A1.....	42
4.2.1.2. Microetapa A2.....	46
4.2.1.3. Microetapa A3.....	54

5. Etapa B: A Etapa Especial.....	56
5.1. Microetapa B1.....	56
5.2. Microetapa B2.....	57
5.3. Microetapa B3.....	57
6. Etapa C: A Etapa Competitiva.....	57
VI. Considerações Finais.....	58
VII. Glossário.....	60
VIII. Referências Bibliográficas.....	63

I. INTRODUÇÃO

Numa primeira análise, as corridas de fundo e o treinamento com carga parecem ocupar campos separados, se não opostos, no âmbito dos estudos sobre treinamento desportivo.

E, realmente, se nos prendermos a uma visão simplista e acrítica, parecerá impossível que corredores de resistência, de porte físico esguio, tenham necessidade de realizar um treinamento com carga. Em parte, tal pensamento se deve à associação direta e um tanto quanto errônea que se faz entre este tipo de treinamento, acréscimos em força e aumentos na massa muscular.

Por outro lado, sob o mesmo ponto de vista, será fácil relacionar as corridas de fundo com o treinamento extensivo na distância, uma vez que outra crença inerente à preparação física oferece sustentação para este pressuposto: corredores de resistência precisam desenvolver uma excepcional capacidade cárdio-respiratória para suportar as grandes distâncias, e, portanto, devem cumprir, em suas sessões de treinamento, trajetos longos e extenuantes em baixa velocidade.

A partir do exposto, o presente trabalho, ao romper com estes paradigmas, pretende elucidar as reais necessidades dos atletas de resistência e, mais especificamente, dos corredores de fundo, com relação à preparação física, sinalizando, desta forma, a pluralidade de funções inerentes ao treinamento com carga e a sua aplicabilidade.

A revisão bibliográfica em questão situa a teoria do treinamento desportivo de Verkoshansky como peça central da análise a partir da qual diversos estudos científicos de caráter fisiológico e bioquímico são incorporados ao contexto, objetivando consolidar e mesmo esclarecer a metodologia de treinamento defendida pelo autor. Num primeiro momento, o trabalho apresenta as implicações da relação velocidade-lactato para o desempenho, bem como as possíveis explicações biológicas para o acúmulo de lactato nos fluidos corporais. Nesta fase, o leitor também terá acesso aos efeitos fisiológicos de um programa de treinamento que emprega precocemente a velocidade e, desta forma, induz a uma produção excessiva de lactato no organismo do atleta. Após esta compreensão inicial, o presente trabalho indica uma metodologia de treinamento para as corridas de fundo e, com maior destaque, apresenta as adaptações cárdio-vasculares e neuro-musculares esperadas na etapa da preparação destinada ao treinamento com carga, bem como modelos de exercícios que poderão ser aplicados nesta fase.

II. OBJETIVOS

Gerais:

Sistematizar os conhecimentos encontrados na literatura sobre o treinamento com carga para corredores de fundo de acordo com os pressupostos de Verkhoshansky.

Específicos:

Apresentar a importância das capacidades contráteis e oxidativas do músculo esquelético para o desenvolvimento e a manutenção da velocidade nas corridas de fundo, bem como os meios e métodos de treinamento que garantem a otimização do aparato neuro-muscular.

III. JUSTIFICATIVA

Após um período de recesso sem apresentar destaques nas competições internacionais de corridas de fundo, o Brasil, até então sem nenhuma tradição nesta modalidade do atletismo, conseguiu conquistar o terceiro lugar na prova de maratona das Olimpíadas de Atenas (2004) por mérito do atleta Vanderlei Cordeiro de Lima.

Sem dúvida, este acontecimento singular pode representar apenas o início de uma aparição mais marcante dos atletas brasileiros nos resultados das corridas de fundo, e esta emancipação de nossos corredores só será consolidada se vier acompanhada por novas metodologias de treinamento que contribuam para o avanço nos resultados desportivos.

Desta forma, faz-se necessária a ampliação dos escassos trabalhos existentes sobre esta modalidade desportiva do atletismo, justamente para que os treinadores tenham acesso a novos conceitos do treinamento de resistência, o que, incondicionalmente, conduzirá a uma preparação física mais bem dirigida e embasada cientificamente.

IV. METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho consistiu de revisão bibliográfica, na qual livros e artigos científicos das áreas de educação física e ciências biológicas foram utilizados, sendo que a seleção dos artigos científicos se deu a partir de consulta às referências bibliográficas contidas nos livros estudados.

V. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Velocidade de Deslocamento e Lactato Sangüíneo

Segundo Verkhoshansky (1995), “é exatamente a velocidade e somente a velocidade que, ao final, determina o resultado desportivo”. Mesmo em provas de resistência, como a maratona, o que distingue o atleta vencedor dos demais competidores é unicamente o tempo de conclusão do percurso, ou seja, a velocidade empregada no cumprimento do trajeto. Portanto, a velocidade não é uma característica apenas dos sprinters, mas também dos atletas de resistência.

Todavia, o incremento da velocidade conduz à intensificação dos processos anaeróbios de geração de energia, e o resultado final será, irremediavelmente, o acúmulo de lactato sangüíneo no organismo do atleta, proveniente do desequilíbrio entre produção e consumo deste metabólito.

Corroborando esta afirmação, Powers (2000) salienta que, à medida que a intensidade do exercício aumenta — representada aqui pela velocidade de deslocamento —, os níveis sangüíneos de lactato se elevam de forma linear até o instante em que há um súbito aumento das concentrações de lactato no sangue. Este ponto de aumento sistêmico do lactato sangüíneo durante o exercício, representado graficamente pelo ponto de inflexão da curva de concentração sangüínea de lactato, é denominado limiar anaeróbio (Brooks, 1985).

Segundo Powers (2000), o aumento da concentração de lactato nos fluidos corporais provoca alterações no balanço ácido-alcalino do sangue, o que se traduz em uma diminuição do pH fisiológico além do limite tido como ideal para a ação eficaz das enzimas bioenergéticas. Este quadro caracteriza a acidose metabólica, que poderá afetar a homeostase e a função dos músculos e de outros tecidos mais críticos, como o coração e o cérebro (Sahlin, 1982).

Com relação à musculatura esquelética, Danforth (1965) verificou que a glicólise é inibida durante a acidose principalmente pela redução da atividade da enzima

fosfofrutoquinase, cuja atuação é estreitamente dependente dos níveis de pH e é quase completamente extinta a um pH de 6,4. Além disso, a transformação das fosforilases na sua forma ativa também é diminuída em quadros de acidose metabólica, o que compromete a quebra do glicogênio em glicose 6-fosfato e também contribui para o retardo do ciclo glicolítico (Sahlin, 1982).

Fredholm e Hjemdahl (1976), ao estudarem os efeitos do acúmulo de lactato no tecido adiposo, constataram uma redução na formação de AMP cíclico e uma inibição da lipólise nos adipócitos. Além disso, Jones et al. (1977) observaram que durante o exercício, depois da acidose induzida, o conteúdo plasmático de glicerol e de ácidos graxos livres é menor do que o verificado em condições normais de pH.

Desta forma, o resultado final do acúmulo de lactato é a queda da capacidade de fornecimento de ATP, necessário à contração muscular (Verkhoshansky, 2001a).

Segundo Saltin et al. (1981), a acidose também provoca um aumento das concentrações de potássio no espaço extracelular, o que pode interferir negativamente no processo de excitação das fibras musculares, já que a sua ativação é altamente dependente da composição eletrolítica extracelular. Além disso, verificou-se que a redução do pH muscular resulta simultaneamente em um aumento do tempo de relaxamento e em uma diminuição da tensão do músculo (Sahlin, 1982).

Na prática, tais fenômenos se traduzem em declínio do desempenho do atleta e, mais especificamente, em incapacidade de manter o trabalho muscular em uma alta intensidade.

Logo, um atleta que consiga retardar o acúmulo crescente de lactato sangüíneo e, por conseqüência, elevar o seu limiar anaeróbio — o que, graficamente, implica no deslocamento da curva de concentração sangüínea de lactato à direita — conseguirá manter-se em altas velocidades, por um longo tempo, através da obtenção aeróbia de energia (Weineck, 1999).

Portanto, compreender os motivos bioquímicos e fisiológicos que levam ao aumento sistêmico das concentrações de lactato no sangue passou a ser a grande preocupação da ciência do esporte. A partir daí, duas importantes vertentes surgem para tentar explicar o acúmulo de lactato no organismo.

1.1. A primeira hipótese: VO₂ Máximo reduzido e Hipoxia Muscular como causa do acúmulo de lactato.

Historicamente, o aumento da concentração de lactato sanguíneo, proveniente do desequilíbrio entre produção e remoção deste metabólito, foi relacionado com a hipoxia muscular, ou seja, com a falha nos processos de captação e transporte de oxigênio (Jöbsis & Stainsby, 1968).

Segundo Jones e Ehrsam (1982), este paradigma foi largamente difundido por Wasserman e colaboradores, que propuseram ligações casuais entre a oferta insuficiente de oxigênio aos músculos, a produção de lactato e as mudanças na ventilação pulmonar (Wasserman et al., 1973).

Segundo este autor, a captação e o transporte limitados de oxigênio levam a um fornecimento insuficiente do gás às células musculares, ou, mais precisamente, às mitocôndrias contidas no sarcoplasma. Tal déficit de oxigênio obriga o sistema anaeróbio a mobilizar suas vias de produção energética visando compensar a falha do metabolismo oxidativo de gerar ATP, o que necessariamente provoca um incremento considerável na produção de lactato sanguíneo e, por consequência, acarreta uma aparição precoce dos sintomas de fadiga, incluindo aqui a hiperventilação.

Portanto, a otimização do fornecimento de oxigênio aos músculos envolvidos no trabalho passou a ser o alvo de todo o processo de treinamento direcionado ao desporto de resistência, em especial à preparação dos corredores de fundo, o que concretamente significou a adoção de meios e métodos de treinamento voltados exclusivamente à melhora dos sistemas respiratório e cardiovascular, como as atividades musculares globais de longa duração (Verkhoshansky, 2001a).

Segundo Verkhoshansky (2001a), os exercícios de resistência local, por não provocarem uma suficiente ativação do aparato cardiovascular, foram negligenciados ao longo do processo de busca da aptidão física ótima, e, quando muito, tiveram emprego apenas como caráter complementar da preparação geral dos atletas de resistência.

Como resultado, o VO₂ máximo, ao fornecer, de maneira generalizada, o nível de desenvolvimento fisiológico das funções que asseguram a captação, o transporte e a utilização de oxigênio pelas células do organismo, passou a ser o principal indicador dos níveis de resistência do atleta, e o limiar anaeróbio, ocupando uma posição secundária no processo de treinamento, tornou-se exclusivamente dependente deste indicador (Verkhoshansky, 2001a).

1.2. A segunda hipótese: Limiar Anaeróbio reduzido e Capacidade Oxidativa Muscular limitada como causa do acúmulo de lactato.

Segundo Verkhoshansky (1995), a resistência é determinada não somente pela capacidade de captação e transporte de oxigênio aos músculos ativos, mas também, e principalmente, pela eficiência das células musculares de aproveitar este oxigênio no processo de ressíntese do ATP.

A explicação para isto advém do fato de que a hipoxia muscular não é o principal fenômeno que conduz à elevação da produção de lactato pelo músculo ativo. Verificou-se que, durante a execução de um exercício de carga máxima, o incremento do aporte sanguíneo ao tecido muscular, a vasodilatação e a inspiração de uma mistura gasosa rica em O₂ não reduziram as concentrações altas de lactato no sangue (Verkhoshansky, 2001a).

Segundo estudo de Young e Maughan (1982), a concentração de lactato em ciclistas de elite é significativamente menor do que a apresentada por canoístas altamente treinados quando ambos submetem-se a exercícios de mesma intensidade que enfatizam a ação dos membros inferiores. O inverso é constatado quando ciclistas e canoístas executam exercícios para os membros superiores. Desta forma, o fato da menor concentração de lactato ser específica para os membros treinados sugere que o aperfeiçoamento físico associado ao treinamento de resistência é induzido primariamente pelas mudanças ocorridas no interior dos músculos ativos.

Desta forma, o aumento progressivo na produção de lactato está mais relacionado a fatores periféricos referentes à limitação da capacidade oxidativa do músculo e ao recrutamento de unidades motoras predominantemente formadas por fibras rápidas (glicolíticas), o que, no conjunto, determinam o grau de utilização do oxigênio consumido (Verkhoshansky, 2001a).

A compreensão da importância das capacidades oxidativas musculares para o adiamento na produção de lactato exige o conhecimento prévio da bioenergética muscular, cujas fontes de geração de energia são os sistemas anaeróbio e aeróbio.

Segundo Marzzoco e Torres (1999), o sistema aeróbio, por depender de substratos energéticos presentes em grande quantidade no organismo, como os ácidos graxos, é uma fonte contínua e inesgotável de geração de energia. Todavia, é um sistema pouco potente, ou seja, a quantidade de ATP produzida por unidade de tempo é pequena. Logo, o sistema aeróbio é predominante no processo de geração de energia quando a carga de trabalho é pouco intensa.

Na verdade, com o aumento da intensidade do exercício, os sinais aferentes para o sistema nervoso central (SNC) são potencializados, provocando uma maior ativação dos mecanismos de resposta, que, neste caso, se traduzem em uma elevação dos impulsos nervosos simpáticos para todo o organismo. A estimulação simpática da medula adrenal por neurotransmissores noradrenérgicos provoca a liberação de adrenalina na circulação sanguínea. Por outro lado, o mesmo estímulo nervoso nas células alfa do pâncreas resulta em liberação de glucagon no sangue. Adrenalina e glucagon estimulam a glicogenólise nas células musculares e hepáticas, respectivamente. No interior do músculo, o glicogênio é quebrado rapidamente em glicose 6-fosfato pela enzima fosforilase ativada, e a glicose, oriunda do fígado, é também convertida em glicose 6-fosfato pela hexoquinase. Elevados níveis de glicose 6-fosfato aumentam o ritmo da glicólise e a conseqüente produção de piruvato. Todavia, a elevada formação de piruvato pode exceder a capacidade do ciclo de Krebs em aproveitá-lo na ressíntese de ATP, o que leva, por conseqüência, à conversão de piruvato em lactato (Brooks & Fahey, 1990). Portanto, a produção de lactato pelo músculo ativo é o resultado de um desequilíbrio entre o ritmo de formação do piruvato e a descarboxilação oxidativa (Young & Maughan, 1982).

Segundo Gohil et al. (1982), os níveis plasmáticos de piruvato em corredores de maratona de elite após a execução de um percurso de 22 quilômetros mostram-se bastante elevados, sugerindo que o fator limitante para o desempenho não é o fornecimento de glicose, mas sim, a sua oxidação.

Além disso, as taxas glicolíticas elevadas provocam um aumento na produção de co-enzimas NADHs, que resultam das reações de óxido-redução entre os subprodutos da glicose e as co-enzimas NADs (Powers, 2000). A alta produção destas co-enzimas pela glicólise pode ser superior à capacidade dos mecanismos de lançadeira em transportar os hidrogênios do sarcoplasma para o interior das mitocôndrias — processo este que garante, exclusivamente através do sistema aeróbio, o retorno das co-enzimas ao seu estado oxidado inicial (Stainsby, 1986). Como as co-enzimas NADHs precisam ser oxidadas para que o ciclo da glicólise não seja freiado, o ácido pirúvico recebe os hidrogênios e é reduzido à lactato (Marzzoco & Torres, 1999).

Desta forma, a falha do aparato mitocondrial no aproveitamento do piruvato e no processo de oxidação das co-enzimas NADHs leva à produção do lactato.

Portanto, o aumento da intensidade da carga de trabalho obriga o sistema anaeróbio — este sim, altamente potente — a aumentar o seu percentual de participação no aporte energético, levando à produção de lactato pelo músculo ativo, ainda que este esteja recebendo um adequado abastecimento de sangue e oxigênio (Powers, 2000).

Todavia, segundo Verkhoshansky (2001a), o treinamento racional é capaz de otimizar as qualidades respiratórias musculares, possibilitando ao músculo um sistema oxidativo mais potente, que consiga gerar mais energia por unidade de tempo e, por conseqüência, retardar a participação mais efetiva do sistema anaeróbio e a concomitante produção de lactato. Na verdade, a célula muscular contém dois sistemas de geração de ATP com ritmos de produção energética muito diferentes. O resultado deste desequilíbrio produtivo entre os metabolismos é a geração do lactato. Desta forma, o processo de treinamento é capaz de diminuir as diferenças entre as taxas de ressíntese de ATP destes dois sistemas energéticos através da potencialização da capacidade mitocondrial, reduzindo, assim, a produção do lactato.

Além disso, Brooks (1996a) indica que a elevação do nível sanguíneo de lactato durante cargas progressivas de trabalho pode ser conseqüência do aumento da entrada de lactato no sangue e da diminuição da taxa de eliminação do lactato. Desta forma, não só a produção excessiva, mas também a remoção insuficiente de lactato da circulação provoca o acúmulo deste metabólito no sangue.

Resultados de muitos estudos que analisam a fisiologia da metabolização do lactato sanguíneo durante o descanso e o exercício físico em animais e humanos corroboram a conclusão de que a oxidação do lactato pelas fibras musculares — principalmente as lentas — é a maior via para a retirada do lactato da circulação sanguínea (Brooks, 1986). Indo ao encontro desta linha de raciocínio, Verkhoshansky (1995) destaca que, após a realização de um trabalho submáximo até a exaustão, a velocidade de remoção do lactato sanguíneo é muito maior quando se efetua um repouso ativo, se comparado ao descanso passivo. Sem dúvida, a participação da musculatura esquelética no primeiro caso é a razão única para o incremento nas taxas de eliminação do lactato do sangue.

Logo, uma alta capacidade oxidativa muscular poderá, além de retardar a produção de lactato, colaborar para um maior consumo deste metabólito durante o trabalho muscular e a recuperação (Belcastro & Bonen, 1975/ Bassett et al., 1991).

Além disso, Brooks e Fahey (1990) nos chama a atenção para o fato de que, mediante o incremento da intensidade ou o aumento da duração da carga de trabalho, a incorporação de fibras rápidas leva diretamente a uma maior produção de lactato pelo músculo. Isso acontece porque estas fibras apresentam uma alta atividade da enzima lactato desidrogenase, responsável pela conversão do ácido pirúvico em lactato, e o seu recrutamento irremediavelmente levará à formação deste metabólito, não importando o aporte de oxigênio ao músculo ativo. Como conseqüência, o organismo poderá apresentar uma maior concentração de lactato no sangue, principalmente se a atividade realizada

envolver uma considerável massa muscular. Novamente, fatores periféricos são determinantes para a elevação do lactato na circulação sanguínea, independentemente do fornecimento de oxigênio à musculatura esquelética.

Desta forma, o consumo máximo de oxigênio, ou VO_2 máximo, passa a ter importância secundária no decorrer do processo de treinamento, já que a melhora dos níveis de resistência está mais relacionada com o percentual aproveitável do consumo máximo de oxigênio, ou, em outras palavras, com a utilização máxima do consumo máximo de oxigênio (Weineck, 1999). Sendo assim, o limiar anaeróbio, definido como o ponto de aumento sistêmico do ácido láctico sanguíneo durante o exercício (Brooks, 1985) e usualmente indicado como um percentual do consumo máximo de oxigênio, é o principal indicador para definir o nível de resistência de um atleta (Verkhoshansky, 1995), sendo que seu valor não depende unicamente do VO_2 máximo, mas também, e principalmente, da capacidade muscular em aproveitar o oxigênio consumido (Jobsis & Stainsby, 1968).

O limiar anaeróbio de atletas de resistência, em geral, situa-se aproximadamente a 80% de seu consumo máximo de oxigênio, enquanto que, em pessoas não treinadas, o acúmulo sistêmico de lactato frequentemente ocorre entre 40 a 60% de seu VO_2 máximo (Kindermann et al., 1978 apud Weineck, 1999). Portanto, quanto mais tardiamente o atleta atingir o limiar anaeróbio, mediante uma progressão contínua da intensidade do trabalho, maior será a sua resistência aeróbia.

Corroborando estes dados, Weineck (1999) destaca que *“com o aumento da capacidade de resistência, há um deslocamento para a direita da curva do lactato. O atleta somente apresentará uma alta concentração de lactato quando em altas velocidades: isto significa que ele poderá manter-se por mais tempo em uma atividade de alta intensidade através da obtenção aeróbia de energia”*.

Segundo este autor (1999), atletas possuidores de um mediano VO_2 máximo podem, em uma competição, ter um ritmo mais acelerado do que atletas com um elevado consumo máximo de oxigênio, por conseguirem utilizar de forma mais eficiente este oxigênio consumido. Tal afirmação pode ser ilustrada pelo exemplo de Shorter, vencedor da maratona nas Olimpíadas de 1972, e Clayton, recordista mundial da maratona: ambos atletas apresentavam valores de VO_2 máximo entre 69,7 e 73,3 ml/kg/min — valores estes relativamente pequenos se comparados aos de seus adversários —, mas conseguiam utilizar até 85% deste VO_2 máximo — enquanto os demais atletas aproveitavam apenas 70 a 80% (Costill et al., 1976).

Além disso, verificou-se também que atletas altamente treinados apresentam uma diferença artério-venosa nas concentrações de oxigênio maior do que indivíduos inativos, o

que comprova a afirmação de que a eficaz utilização do oxigênio pelo músculo ativo determina o resultado desportivo nas modalidades de resistência aeróbia (Verkhoshansky, 1995).

Na prática das competições, existe uma alta correlação entre a velocidade de corrida no limiar anaeróbio e o resultado nas provas de 10 quilômetros e maratona ($r=0,94$), enquanto que a correlação com o VO_2 máximo é irrelevante ($r=0,32$) (Verkhoshansky, 2001a).

Na verdade, o consumo máximo de oxigênio pode ser otimizado em consequência do processo de treinamento apenas em 15 a 20%, enquanto o limiar anaeróbio pode aumentar em até 45% (Gaisl, 1979 apud Weineck, 1999). Isso pode ser uma explicação para a ocorrência de uma diminuição crescente nos tempos de conclusão das provas não vir acompanhada pela proporcional melhora nos índices de VO_2 máximo por parte dos atletas, ao longo dos anos.

Desta forma, tais conhecimentos possibilitam o redirecionamento do processo de treinamento desportivo para um novo enfoque: a otimização do aparato muscular como forma de garantir a adequada utilização do oxigênio consumido. Por consequência, sessões de treinamento que enfatizam a corrida no nível do limiar anaeróbio e o trabalho muscular local passam a ser predominantes sobre as sessões que preconizam os percursos extensivos a serem cumpridos em baixa velocidade, cujo objetivo único é a melhoria dos sistemas respiratório e cardiovascular.

Como o ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo não oferece informações sobre o nível de fornecimento de oxigênio ao músculo, ou seja, sobre o metabolismo anaeróbio, e sim, reflete o balanço entre a entrada e a saída de lactato da circulação sanguínea, Brooks e Fahey (1990) sugerem que o termo limiar anaeróbio deve ser inutilizado. Todavia, entendendo que a terminologia torna-se irrelevante quando o conceito correto é compreendido, o presente trabalho continua a empregar a definição limiar anaeróbio.

2. O uso antecipado da Velocidade no macrociclo de treinamento — possíveis implicações.

A elevação do limiar anaeróbio durante o processo de treinamento é a base para os posteriores trabalhos de velocidade, uma vez que o desvio da curva láctica à direita permite que o atleta se desloque velozmente sem o acúmulo excessivo de lactato. Desta forma, uma preparação física preliminar que otimize o limiar anaeróbio sempre deverá anteceder o emprego das cargas de alta intensidade.

Todavia, muitos treinadores antecipam o uso da velocidade no processo de treinamento simplesmente por desejarem acelerar o aparecimento do desempenho desportivo ótimo. Apesar da adoção prematura do exercício competitivo em regime veloz trazer uma melhora momentânea na capacidade especial de trabalho do atleta, o uso antecipado da velocidade no processo de treinamento não cria uma base morfológica funcional para a contínua evolução do desempenho desportivo, já que, de acordo com Verkhoshansky (1995), quanto mais precocemente se atinge as altas intensidades de treinamento, menor é o potencial de progresso desportivo e o tempo de permanência dos índices de desempenho alcançados.

Além disso, a utilização das cargas de alta intensidade já no início da etapa preparatória pode provocar uma sobrecarga na função do miocárdio. Durante a execução de uma sessão intensa de treino, o aumento significativo da pressão arterial e a concomitante elevação da pós-carga cardíaca estimulam o desenvolvimento da hipertrofia do músculo cardíaco (Fleck & Kraemer, 1999). Quando tal adaptação não vem acompanhada por uma preparação prévia que otimize a dilatação das cavidades do coração, o resultado é a redução do débito cardíaco e do volume útil do miocárdio, o que incondicionalmente levará a um quadro de arritmia (Verkhoshansky, 2001a).

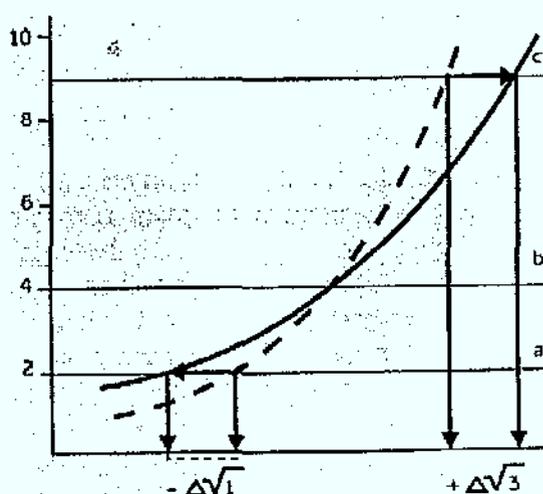
Weineck (1999) ainda destaca que um treinamento intensivo demais pode provocar a destruição de estruturas da membrana mitocondrial na musculatura esquelética. Com esta alteração estrutural, as mitocôndrias ficam expostas à acidificação celular, processo este que retarda a regeneração das suas estruturas e, por conseqüência, leva a uma redução do número e do tamanho das mitocôndrias. Com o comprometimento da densidade mitocondrial, a musculatura esquelética tem a sua capacidade oxidativa diminuída.

Graficamente, o uso precoce das altas intensidades de treinamento desloca apenas a porção superior da curva láctica à direita, o que, em termos funcionais, indica a diminuição da acidose láctica durante o esforço submáximo. Já no nível do limiar aeróbio, verifica-se o

deslocamento da curva láctica à esquerda, o que realmente evidencia o comprometimento do metabolismo oxidativo com o emprego irracional das cargas intensas. Além disso, não se observam melhorias com relação à velocidade desenvolvida no nível do limiar anaeróbio, fato este que também comprova a inadequação desta metodologia de treinamento para a otimização da economia de trabalho (Verkhoshansky, 2001a) (gráfico 1).

Curva Láctica Após o Uso Antecipado da Velocidade

La(Mm/r)



(gráfico 1)

Linha cheia: curva láctica após a utilização precoce de um programa de treino de velocidade.
 Linha tracejada: curva láctica anterior ao treinamento.
 A= limiar aeróbio; B= limiar anaeróbio; C= potência crítica.
 (Verkhoshahsky, 2001).

Portanto, é necessário uma preparação fundamental prévia do organismo para o desenvolvimento, com sucesso, dos trabalhos velozes na distância competitiva (Verkhoshansky, 2001a). Segundo o autor, tal preparação deve objetivar a otimização do metabolismo oxidativo e a conseqüente economia energética do trabalho, o que, graficamente, implica no desvio das porções inferior e central da curva láctica à direita. Desta forma, o limiar anaeróbio será elevado, o que permitirá ao atleta iniciar um programa

veloz de treinamento sem o acúmulo excessivo de lactato sanguíneo e, conseqüentemente, com a menor participação do sistema anaeróbio na geração de energia (Weineck, 1999).

3. Metodologia de Treinamento: A Organização da Carga e o Uso Racional da Velocidade.

A correta estruturação da carga de treinamento ao longo do tempo é, sem dúvida, uma problemática inerente à planificação de todas as modalidades desportivas.

A organização da carga de treinamento, como indica Verkhoshansky (1990 apud Forteza, 2001), depende do caráter de sua distribuição ao longo do grande ciclo de preparação (critério temporal de organização) e da relação, ou, como o autor sugere, da interconexão entre cargas de diferentes orientações funcionais (critério estrutural de organização).

Com relação à distribuição das cargas, Forteza (2001) destaca duas variantes de organização: as cargas distribuídas e as cargas concentradas.

No primeiro caso, as cargas de determinada direção funcional estão presentes no decorrer de todo o macrociclo, e são aplicadas com maior ou menor ênfase de acordo com os objetivos de cada etapa de treinamento, devendo coexistir com as demais cargas de diferentes orientações (Forteza, 2001). Segundo Verkhoshansky (1995), as cargas distribuídas provocam uma generalizada reação adaptativa no organismo, podendo influir negativamente umas sobre as outras. Tal modelo de distribuição de cargas é oportuno apenas para a preparação física de atletas jovens ou de nível médio, sendo inadmissível para os atletas de elite.

Já no caso da distribuição concentrada, as cargas de determinada direção funcional agrupam-se em etapas definidas no decorrer do grande ciclo de preparação. Segundo Verkhoshansky (1995), em cada período específico, as cargas apresentam um único objetivo principal, seja ele o aprimoramento da resistência, a melhora dos índices de força ou o desenvolvimento da velocidade.

O modelo das cargas concentradas é o fundamento básico da preparação em etapas apresentada por Verkhoshansky no início dos anos 80 (Forteza, 2001). Além do método concentrado de distribuição das cargas, a preparação em etapas também utiliza um sistema conjugado conseqüente para organizar as cargas ao longo do macrociclo. O termo “Conjugado” indica que as cargas anteriores criam uma base morfológica funcional para a influência eficaz das cargas posteriores (Verkhoshansky, 1995), ou seja, os efeitos obtidos depois de sucessivas sessões de aplicação de cargas em um bloco concentrado criam as condições de melhoria posterior nos conteúdos do treinamento relacionados às demais capacidades do atleta (Forteza, 2001) — o que, de acordo com Zatsiorsky (1999), pode ser definido como efeito posterior de treinamento. As cargas posteriores, por sua vez, aperfeiçoam as obtenções adaptativas anteriores, porém em uma escala de intensidade maior (Verkhoshansky, 1995). O termo “Conseqüente”, por outro lado, indica que as cargas são ordenadas de forma a garantir o paulatino aumento da intensidade e da especificidade do treinamento ao longo da grande etapa. Desta forma, o princípio da sobreposição das cargas de diferentes direções prevê a conseqüente sobreposição mais intensiva e mais específica das ações de treinamento sobre os traços de adaptação deixados no organismo pelas cargas precedentes (Verkhoshansky, 1999).

A seqüência racional das cargas de diferentes orientações funcionais e o tempo de utilização de cada carga específica são estabelecidos, respectivamente, pelo princípio do aumento progressivo da intensidade ao longo da evolução do treinamento e pela diferente inércia adaptativa dos sistemas fisiológicos (Verkhoshansky, 1995).

Embora este modelo de organização cause uma certa divisão do treinamento em relação às capacidades físicas, Verkhoshansky (1990 apud Forteza, 2001) destaca que em cada etapa há o predomínio de determinada orientação funcional, sem que a separação seja estática ou absoluta.

Esta forma de estruturação do treinamento desportivo, também chamada por Verkhoshansky de Estruturação de Sucessões Interconexas, preconiza o emprego de um trabalho concentrado de força na primeira etapa de treinamento (etapa A), justamente para que sejam criadas as bases morfo-funcionais necessárias ao posterior trabalho de aprimoramento da velocidade e da maestria técnica (etapas B e C). É necessário ter presente que a concentração das cargas de força no primeiro bloco conduz à diminuição dos

índices da capacidade de trabalho específico do atleta, o que determina condições desfavoráveis para o simultâneo aperfeiçoamento da velocidade na distância. Após a redução do volume das cargas de força, os índices da capacidade especial do atleta não somente voltam ao nível inicial como o superam consideravelmente, permitindo a otimização dos trabalhos velozes na distância. Este fenômeno, denominado Efeito Posterior Duradouro de Treinamento (EPDT) (Oliveira, 1998), explica porque as cargas de força concentradas e as cargas diretas ao aumento da velocidade são divididas no tempo (Verkhoshansky, 1999).

Na verdade, a formação do EPDT inclui duas fases. Na primeira fase, que acontece dentro da etapa A, as cargas volumosas de força criam as condições para o surgimento do EPDT, através da redução dos índices funcionais do atleta. Na segunda fase, que ocorre dentro da etapa B, presencia-se a realização do EPDT, através da melhoria da capacidade especial do organismo. A otimização dos índices de desempenho é proporcional à redução destes mesmos índices na etapa A, e a duração da sua manifestação também está diretamente relacionada ao volume e à duração da aplicação das cargas concentradas de força.

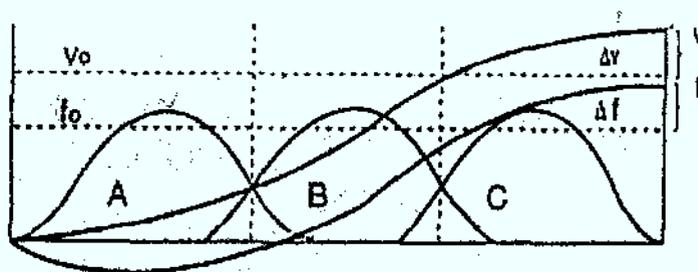
Segundo Forteza (2001), inicialmente as cargas concentradas foram mais utilizadas em desportos de força explosiva, mas na atualidade encontram-se empregadas em praticamente todas as modalidades desportivas.

O modelo de treinamento proposto por Verkhoshansky (1999) prevê os seguintes componentes fundamentais (gráfico 2):

- A- Modelo da dinâmica da velocidade na distância de competição (V).
- B- Maior nível de velocidade máxima ao final da preparação, quando comparado à etapa precedente (V_0).
- C- Aumento planejado da velocidade na distância de competição (ΔV).
- D- Modelo da dinâmica dos parâmetros funcionais essenciais, caracterizando o nível da capacidade específica de trabalho (f).
- E- Maior nível dos parâmetros funcionais máximos, quando comparado à etapa precedente (f_0).

F- Aumento planejado dos parâmetros funcionais (Δf).

G- Modelo do sistema de cargas (etapas A, B e C).



(gráfico 2)

3.1. A Organização da Intensidade do Treinamento

De acordo com Verkhoshansky (2001a), a intensidade da carga pode ser elevada através de um aumento no ritmo de movimento (número de contrações num dado trecho de tempo) ou por um acréscimo na carga do exercício. No primeiro caso, o emprego de um regime veloz de movimento provoca a intensificação global das funções do organismo, resultando em grande acúmulo de lactato sangüíneo e em excessiva tensão no sistema cardiovascular. Já no segundo caso, a utilização de métodos que visam a intensificação local do trabalho muscular permite ao atleta executar um grande volume de trabalho sem a intensificação excessiva das funções dos sistemas vegetativos.

As modificações bioquímicas provocadas pelas cargas de força e de velocidade são muito similares e a diferença entre elas é fundamentalmente quantitativa. Em ambos os casos, se formam as reorganizações morfofuncionais musculares que asseguram uma contração forte e veloz (Verkhoshansky, 2001b).

Na verdade, a intensificação se inicia já com os meios de preparação especial de força (etapa A) e, depois, sucessivamente, continua com os meios de preparação de

velocidade sobre a distância (etapa B) e termina com as cargas de competição (etapa C). Quando os fatores de intensificação passam dos meios de preparação especial de força ao exercício veloz competitivo, os exercícios efetuados na etapa A iniciam no sistema de treinamento uma função de manutenção (Verkhoshansky, 1999).

De acordo com Verkhoshansky (1990 apud Forteza, 2001), o conteúdo da carga é influenciado pelo potencial de estímulo do exercício de treinamento, que, juntamente com outros fatores, regula a intensidade do esforço realizado. Quanto mais elevado for o potencial de treinamento de uma carga, em relação aos níveis de preparação do atleta, maior será a possibilidade de aumentar a capacidade específica de rendimento do organismo. Todavia, segundo Verkhoshansky (1970 apud Forteza, 2001), os meios que têm maior potencial de treinamento não devem ser empregados já no início da preparação, porque o organismo necessita de uma progressão nos mecanismos de adaptação. O uso prematuro destas cargas provoca excessiva intensificação das capacidades funcionais do organismo, alterando, desta forma, o caminho natural do processo adaptativo.

Desta forma, Verkhoshansky salienta que os exercícios com pesos devem anteceder a pliometria — meio mais potente — no âmbito da preparação de força especial e, seguindo este mesmo raciocínio, Forteza (1993 apud Forteza, 2001) aconselha o uso do método de repetição — destinado à melhoria da velocidade — posteriormente ao método contínuo de treinamento.

4. Bases fisiológicas e metodológicas da Etapa A (Etapa Básica)

Na primeira etapa de preparação do atleta objetiva-se a realização de um trabalho preliminar fundamental que consolide uma base funcional-metodológica para o posterior desenvolvimento da velocidade.

Esta preparação prévia deve provocar o aumento do volume da cavidade cardíaca, a formação das reações vasculares periféricas, o aperfeiçoamento das propriedades de contração muscular e a melhoria da capacidade oxidativa das fibras lentas do músculo

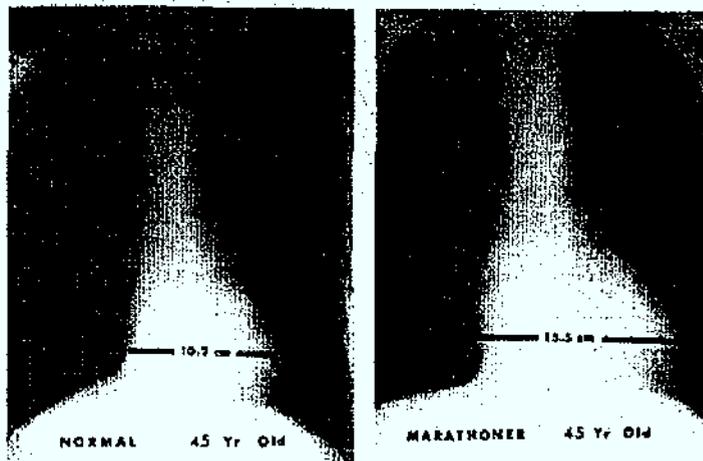
esquelético.

4.1. Mudanças Córdio-Vasculares

Nesta etapa objetiva-se o aumento da cavidade cardíaca, para que haja uma elevação do volume sistólico e uma conseqüente otimização do débito cardíaco (Saltin et al, 1968 apud Costill, 1979). Esta preparação sempre deve preceder o desenvolvimento da hipertrofia do miocárdio, cuja função está relacionada à otimização da potência da freqüência cardíaca.

De acordo com Costill (1979), os corredores de fundo apresentam um elevado volume sistólico, que é o produto principal da dilatação ventricular: a dimensão lateral do miocárdio de um maratonista é aproximadamente 50% maior quando comparada a de um indivíduo inativo, e o seu volume de ejeção pode ser 2,5 vezes maior do que os valores normais (figura 1). Verificou-se que o volume do coração de Steve Prefontaine — recordista americano dos 5000 metros — era de 1205 mls, cerca de 30-40% maior do que o valor encontrado em homens inativos de mesma idade, altura e peso corporal.

O aumento do volume sistólico provoca uma redução da freqüência cardíaca durante esforços a uma determinada velocidade submáxima (Saltin et al, 1968 apud Costill, 1979). Conseqüentemente, o miocárdio dos atletas de resistência trabalha com mais eficiência e economia do que o coração de indivíduos inativos. Desta forma, para uma similar produção cardíaca, os corredores de distância exibem uma menor freqüência cardíaca quando comparados a pessoas normais, o que permite ao miocárdio destes atletas desenvolver um maior período de diástole e, por conseqüência, receber maiores quantidades de sangue, o que também contribui para a elevação do volume sistólico (Costill, 1979).



(figura 1)

Raio-X da dimensão lateral do coração de um maratonista e de um homem ativo (Costill, 1979).

Também deve ser verificada nesta fase uma ampliação do número de capilares nos músculos esqueléticos, sendo que a maior densidade capilar é própria para as fibras lentas musculares. Esta adaptação garante um aumento da superfície de contato entre o sangue e o tecido muscular, o que contribui para uma eficiente permuta entre a circulação sanguínea e o meio intracelular (Verkhoshansky, 2001a).

Outra adaptação almejada é o aumento considerável do volume do sangue circulante à custa do incremento do plasma e do número de eritrócitos. Tal alteração reduz a velocidade do fluxo sanguíneo pelos vasos, o que implica num tempo maior de permanência dos eritrócitos nos capilares e, por consequência, numa desoxigenação mais efetiva da hemoglobina. Como resultado, a mesma taxa de trabalho submáximo demanda menos fluxo sanguíneo para os músculos em atividade. Isso acontece porque o músculo pode extrair mais oxigênio de cada litro de sangue para atingir o mesmo VO₂ de estado estável, fato este que contribui para uma maior diferença artério-venosa de O₂ (Powers, 2000). Além disso, o aumento do volume sanguíneo contribui para a redução do déficit de abastecimento sanguíneo dos órgãos vegetativos oriundo da redistribuição do sangue aos músculos ativos. Desta forma, o desempenho do desportista não será afetado pela hipoxia dos sistemas fisiológicos (Verkhoshansky, 2001a).

Segundo Costill (1979), a proporção de células vermelhas no sangue de corredores

de distância não difere significativamente de pessoas inativas. Isso acontece porque paralelamente ao incremento do número de eritrócitos, é observado o aumento do volume plasmático sanguíneo em atletas de resistência. Como resultado, o corredor treinado possui um maior número de células vermelhas com um hematócrito normal.

E, por último, temos as reações vasculares periféricas como um dos índices mais importantes de adaptação dos órgãos de circulação sanguínea e do organismo, em geral, ao trabalho de resistência. Estas reações garantem a elevação do volume máximo de fluxo sanguíneo nas extremidades envolvidas na especialidade desportiva. Na realidade, as reações vasculares compreendem a abertura ou a vasodilatação dos esfíncteres dos capilares inativos (angiocinese) na musculatura esquelética atuante durante o esforço. O incremento do número de capilares ativos provoca uma elevação significativa no fluxo sanguíneo muscular e um aumento da superfície efetiva para a permuta entre o sangue e as fibras musculares. Além disso, levando-se em conta que mais canais estão abertos, um maior volume de sangue poderá ser fornecido com um aumento apenas mínimo na velocidade do fluxo.

4.1.1. Meios e Métodos de Treinamento que contribuem para as adaptações cardíovasculares.

Objetivo: aumento do volume da cavidade cardíaca e formação das reações vasculares periféricas.

I. Método Contínuo

Segundo Verkhoshansky (2001b), o treinamento de corrida de longa duração realizado em intensidade moderada satisfaz o aumento sistemático do volume da cavidade cardíaca e a formação das reações vasculares periféricas.

Meios

Ia-Corridas no nível do limiar anaeróbio.

Ib-Corridas no nível do limiar aeróbio com impulso elástico acentuado da perna de apoio e movimentação ativa da perna de balanço.

Ic-Corridas com ritmo variativo entre os limiares aeróbio e anaeróbio (Fartlek aeróbio).

4.2. Mudanças Neuro-Musculares

De acordo com Zatsiorsky (1999), a resistência muscular pode ser dividida em resistência absoluta e relativa.

Quando se considera a resistência absoluta, as diferenças individuais na força muscular são ignoradas e, neste caso, todos os atletas realizam a tarefa com uma mesma carga padrão. Quando a resistência relativa é levada em conta, o exercício é executado com uma carga correspondente a mesma porcentagem de força máxima de cada atleta. Já que os atletas não são classificados durante uma prova de acordo com seus níveis de força, o treinamento deve ser centrado na resistência absoluta (Zatsiorsky, 1999).

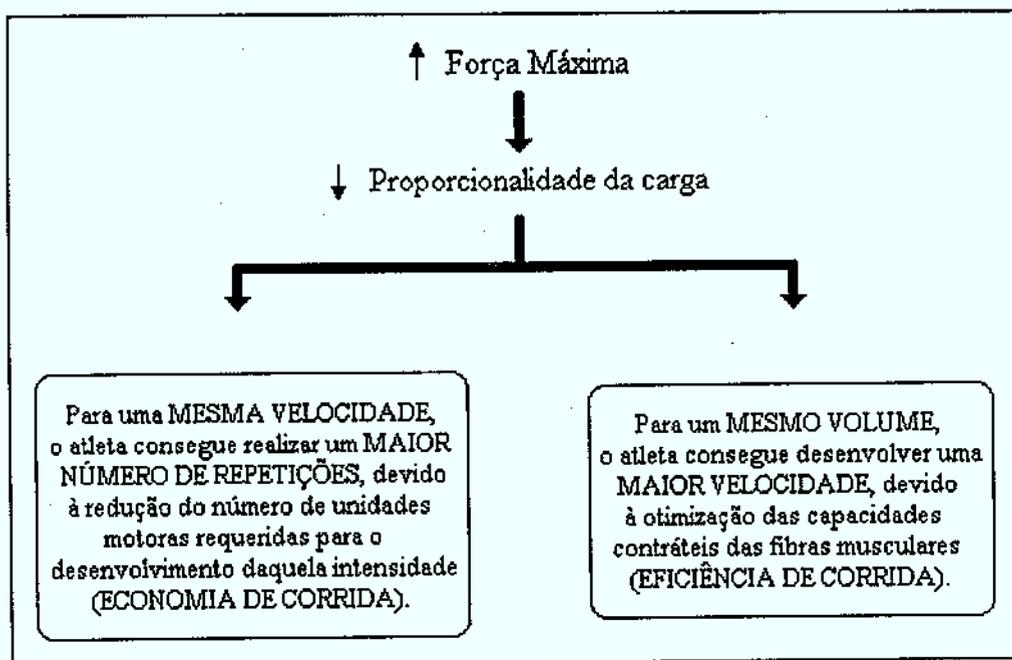
Os índices absolutos de resistência, ao contrário dos relativos, apresentam uma correlação considerável com a força muscular. Quanto maior a força máxima *maximorum* do atleta, menor será a proporcionalidade de determinada resistência padrão, em termos percentuais ao resultado máximo de um esforço repetido, o que garantirá ao atleta a possibilidade de efetuar um maior número de repetições e com maior velocidade (Zatsiorsky, 1999).

Como a resistência muscular é mensurada pelo número de esforços que um indivíduo consegue efetuar até a exaustão ou pelo tempo de permanência em determinada posição isométrica, pode-se concluir que quanto maior a força máxima *maximorum*, maior o número de repetições atingido e, conseqüentemente, maior o nível de resistência muscular (Zatsiorsky, 1999).

De acordo com Johnston et al (1995), a melhoria dos níveis de força em atletas de resistência possibilita uma otimização dos padrões de recrutamento motor durante o

esforço, o que implica num menor número de unidades motoras requeridas para uma determinada intensidade de trabalho. Desta forma, a força potencializa a economia de corrida nas provas de fundo e contribui para o adiamento dos sintomas da fadiga.

Além disso, Weineck (1999) salienta que a força tem grande influência sobre a amplitude e a frequência dos passos durante a corrida: quando o impulso de força na fase de apoio é otimizado, o comprimento do passo torna-se maior e há uma redução do tempo de contato dos pés no solo, promovendo um subsequente aumento da amplitude e da frequência da passada. Na prática, verificou-se que quanto maior a força dos músculos flexores do joelho, menor o tempo de apoio dos pés durante a corrida ($r = 0,828$) e maior a amplitude da passada na velocidade do limiar anaeróbio ($r = 0,756$) (Verkhoshansky, 1999) (quadro 1).



(quadro 1)

A importância da Força Máxima para as corridas de fundo.

Somado a este fato, após um prolongado trabalho de corridas de resistência, o atleta

pode apresentar desequilíbrios musculares e, em alguns casos, até degeneração da musculatura, o que possibilita o surgimento de lesões musculares, tendinosas e ligamentares. O trabalho de força, por sua vez, permite recuperar o equilíbrio muscular através do fortalecimento das regiões mais fracas, o que, além de ser um meio profilático para as lesões, provoca um aumento do rendimento total, já que por mais força que se tenha nos músculos agonistas do gesto desportivo específico, sempre é a região mais fraca que limita a forma física (Verdugo, 1997).

Desta forma, torna-se imprescindível, nesta primeira etapa da preparação, um trabalho que priorize o desenvolvimento da força máxima dos atletas de resistência.

De acordo com Zatsiorsky (1999), para as modalidades desportivas, como a corrida, nas quais o corpo do atleta — e não um implemento — é movido, a força relativa (força absoluta/peso corporal) predomina sobre a força absoluta. Com o aumento da massa muscular, através de um trabalho com pesos visando a hipertrofia, a força absoluta aumenta e a força relativa diminui. Esta redução acontece porque os ganhos em força são inferiores aos acréscimos em massa magra. Logo, para corredores de fundo, o desenvolvimento da força máxima *maximorum* não deve ocorrer através do incremento da hipertrofia muscular.

Corroborando esta afirmação, Costill (1979) salienta que o peso corporal do atleta é crucial para o sucesso nas corridas longas: o excesso de massa corpórea aumenta o gasto energético e a demanda de oxigênio para o deslocamento e, como conseqüência, reduz o potencial do atleta para as provas de resistência. Desta forma, é conveniente otimizar a força máxima *maximorum* dos corredores de fundo através da melhoria da sua coordenação inter e intra-muscular, uma vez que o objetivo principal do treinamento é atingir a maior força e potência possíveis, com o mínimo de desenvolvimento muscular (Verdugo, 1997).

Todo e qualquer exercício pode desenvolver a força, mas, sem dúvida, os treinamentos com cargas são os mais rentáveis por produzirem um ganho mais rápido e substancial nos níveis de força do atleta (Verdugo, 1997). Segundo Zatsiorsky (1999), a força muscular empregada em um gesto motor depende da magnitude da resistência externa, ou seja, só será possível desenvolver a força máxima utilizando exercícios com acréscimo de carga.

Verkhoshansky (2001b) também salienta que os exercícios com carga são essenciais para a intensificação do regime de trabalho do sistema neuro-muscular, o que é

fundamental quando o objetivo é o incremento da força.

No entanto, a resistência muscular pode ser otimizada não só pela melhoria dos níveis de força, mas também pela elevação das capacidades oxidativas do músculo.

Desta forma, é interessante compreender as adaptações específicas musculares que proporcionam uma melhoria das capacidades oxidativas mitocondriais e a conseqüente otimização do desempenho atlético do corredor de fundo.

Segundo Green (1994), o treinamento estimula alterações musculares que afetam a seleção dos substratos energéticos para a síntese de ATP e as concentrações finais de lactato tecidual. Estas alterações ocorrem num processo seqüencial ao longo do tempo de exposição ao estímulo de treinamento, tendo como objetivo final a utilização mais acentuada de gordura como fonte energética, a economia dos estoques de carboidratos e o menor acúmulo de lactato. Na verdade, tais adaptações estão relacionadas com o aumento da capacidade oxidativa das fibras musculares lentas e rápidas, o que conduz a uma diminuição do aporte glicolítico anaeróbico no aproveitamento energético, possibilitando ao organismo treinado utilizar de maneira econômica o glicogênio e aproveitar em maior escala os ácidos graxos (Verkhoshansky, 1999).

Em indivíduos inativos submetidos à exercícios de intensidade moderada, os carboidratos na forma de glicose sangüínea e glicogênio muscular predominam como substratos energéticos. Com o início do treinamento de resistência, a dependência no uso de carboidratos é mantida, mas já é possível verificar, como primeira adaptação bioenergética, uma menor degradação do glicogênio muscular com uma concomitante elevação na utilização de glicose sangüínea. Além disso, outra alteração inicial verificada é a menor presença de lactato no tecido muscular, seja pelo aumento no processo de remoção ou pela diminuição na transformação do piruvato a lactato. Com a continuidade do treinamento, adaptações mais profundas são observadas: a utilização total de carboidratos é reduzida, resultando em taxas inferiores de consumo de glicogênio muscular e glicose sangüínea, fato este que conduz a uma menor produção de lactato (Green, 1994).

A redução no fluxo glicolítico é alcançada principalmente pela inibição da enzima fosfofrutoquinase, que pode ocorrer como um resultado da diminuição de efetores metabólicos desta enzima, tais como ADP, AMP e Pi. Desde que muitos dos moduladores da fosfofrutoquinase também controlam a atividade da enzima fosforilase, é possível que

ambas as enzimas coordenem a redução da glicogenólise e glicólise. Somado a isso, a redução na atividade simpatoadrenal, também oriunda do processo de treinamento, pode retardar diretamente os processos de glicólise e glicogenólise (Green, 1994).

Além disso, Verkhoshansky (2001b) salienta que a dissociação atrasada dos hidratos de carbono se realiza, primeiro, à custa de seu uso mais efetivo, e, segundo, à custa do aumento da oxidação dos lipídeos na produção geral energética, sendo que ambos estes processos são garantidos pela otimização das capacidades oxidativas mitocondriais.

Segundo Costill (1979), com o processo de treinamento, os músculos modificam e melhoram a sua capacidade de utilização de gordura, e os mecanismos responsáveis pela quebra e liberação de ácidos graxos das células adiposas também são otimizados. Ambos os processos permitem ao músculo oxidar a gordura em um ritmo maior e poupar o uso de glicogênio. Verificou-se que o músculo gastrocnêmio de maratonistas tem uma capacidade de oxidar ácidos graxos 7 vezes maior do que o músculo destreinado (Costill, 1979).

Estudos comparativos também têm mostrado uma positiva relação entre a habilidade de um músculo de realizar um exercício prolongado e a atividade de suas enzimas oxidativas. De acordo com Gohil et al. (1982), embora a proporção de fibras lentas em corredores de maratona de alto nível seja duas vezes mais alta do que em indivíduos normais, o ritmo de oxidação do piruvato e do citocromo c são maiores em cerca de três a seis vezes. Somado a este fato, verificou-se que a oxidação do succinato é discretamente maior nos músculos ativos de maratonistas de nível internacional (Gollnick et al., 1972). Além disso, Hollosky (1975) constatou um aumento da atividade enzimática do ciclo de Krebs nos músculos treinados de atletas de resistência aeróbia (tabela 1).

Atividade Enzimática Mitocondrial em Corredores de Maratona

Atletas	Piruvato redutase	Succinato redutase	Citocromo c oxidase
1	0,7	1,5	11,8
2	4,5	1,8	36,3
3	3,1	3,8	24,1
4	3,0	2,4	20,4
5	1,6	2,0	14,7
6	1,2	1,6	20,3
7	2,9	1,1	19,2
Inativos			
1	0,18	1,27	6,21
2	0,46	1,39	7,0
3	0,21	1,3	6,5
4	0,38	1,35	6,8
5	0,35	1,29	7,1

(tabela 1)

Atividade: Umol cit.c/g(ww)/min 22°C . Adaptado de Gohil et al. (1982).

Gollnick et al (1969 apud Costill, 1979) salientam que atletas de resistência apresentam uma elevação no número e no tamanho das mitocôndrias, o que também resulta em uma otimização do potencial oxidativo da célula. Outra adaptação observada é o incremento do volume sarcoplasmático e das reservas metabólicas, como o teor de hemoglobina e o conteúdo de glicogênio muscular. Todos estes fatores são de fundamental importância para uma capacidade mais efetiva de trabalho muscular.

Segundo Costill (1979), o treinamento pode aumentar a capacidade muscular de utilização do oxigênio, mas não há evidências que comprovam alterações no percentual de fibras de contração lenta e rápida com o processo de treinamento. Saltin et al (1972 apud Costill, 1979) demonstraram que a razão entre fibras do tipo I e do tipo II permanece constante após 4 a 6 meses de treinamento, o que permite concluir que as diferenças individuais na composição das fibras musculares — alguns corredores de resistência apresentam mais de 90% de seu músculo gastrocnêmio composto por fibras lentas — são puramente genéticas (Costill, 1979).

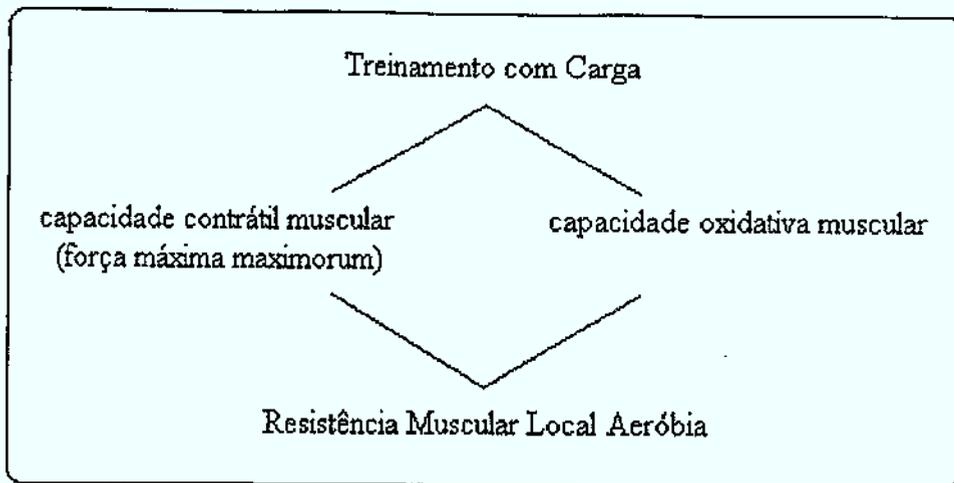
Por outro lado, as fibras do tipo II demonstram um aumento marcante na sua atividade oxidativa enzimática após o processo de treinamento (Costill, 1979). Segundo

Fleck e Kraemer (1999), a exposição a um estímulo de resistência provoca uma conversão entre os subtipos de fibras rápidas, ou seja, há uma transformação gradativa de fibras IIB para IIA e de fibras IIA para IIC. Desta forma, fibras que eram altamente glicolíticas tornam-se mais oxidativas, o que também contribui para a elevação do limiar anaeróbio.

Estas transformações musculares devem ser o objetivo principal do processo de treinamento de todo o desporto de resistência.

Segundo Verkhoshansky (2001b), o treinamento com carga apresenta muito mais possibilidades do que a simples função de otimizar a força do atleta. Um indivíduo que se exercita com pesos, por exemplo, não precisa necessariamente objetivar ganhos de força máxima. Na verdade, Verkhoshansky (2001b) também defende o emprego dos exercícios com carga para a melhoria da capacidade oxidativa muscular, ou seja, para a utilização mais eficiente do oxigênio que chega às células do músculo ativo.

De acordo com Verkhoshansky (1995), os trabalhos específicos prolongados, como a corrida, não oferecem suficiente estímulo adaptativo aos músculos atuantes no gesto desportivo. A capacidade de contração e de oxidação das fibras musculares desenvolve-se muito lentamente quando comparado ao ritmo de adaptação dos sistemas respiratório e cardiovascular, o que limita o desempenho físico ótimo. Os exercícios com carga eliminam este déficit e asseguram uma preparação balanceada dos sistemas neuromuscular e vegetativo, o que permite ao organismo desenvolver um posterior regime de trabalho em alta velocidade (quadro 2).



(quadro 2)

Os determinantes da resistência muscular local e o meio comum de treinamento utilizado.

4.2.1. Meios e Métodos de Treinamento que contribuem para as adaptações neuro-musculares nas diferentes microetapas.

4.2.1.1. Microetapa A1

Objetivo: desenvolvimento das capacidades contráteis das fibras musculares lentas e rápidas e o conseqüente incremento da força máxima maximorum.

I. Método de Repetição

Garante a melhoria da coordenação inter e intra-muscular e a otimização da velocidade de relaxamento muscular.

Em termos de grau de intensidade, situa-se no nível da potência anaeróbia alática.

Durante a execução da série, o atleta experimenta máxima tensão nas funções do organismo. Não deve haver redução na eficácia do movimento.

A pausa entre as séries deve garantir a recuperação da capacidade de trabalho do organismo até o nível ótimo, permitindo ao atleta repetir novamente o exercício com a qualidade necessária.

Meios

Ia-Exercícios gerais com pesos: agachamento livre, agachamento na Smith machine, afundo livre, afundo na Smith machine, agachamento frontal livre, avanço livre, flexão plantar livre, flexão plantar na Smith machine, dentre outros (figura 2).

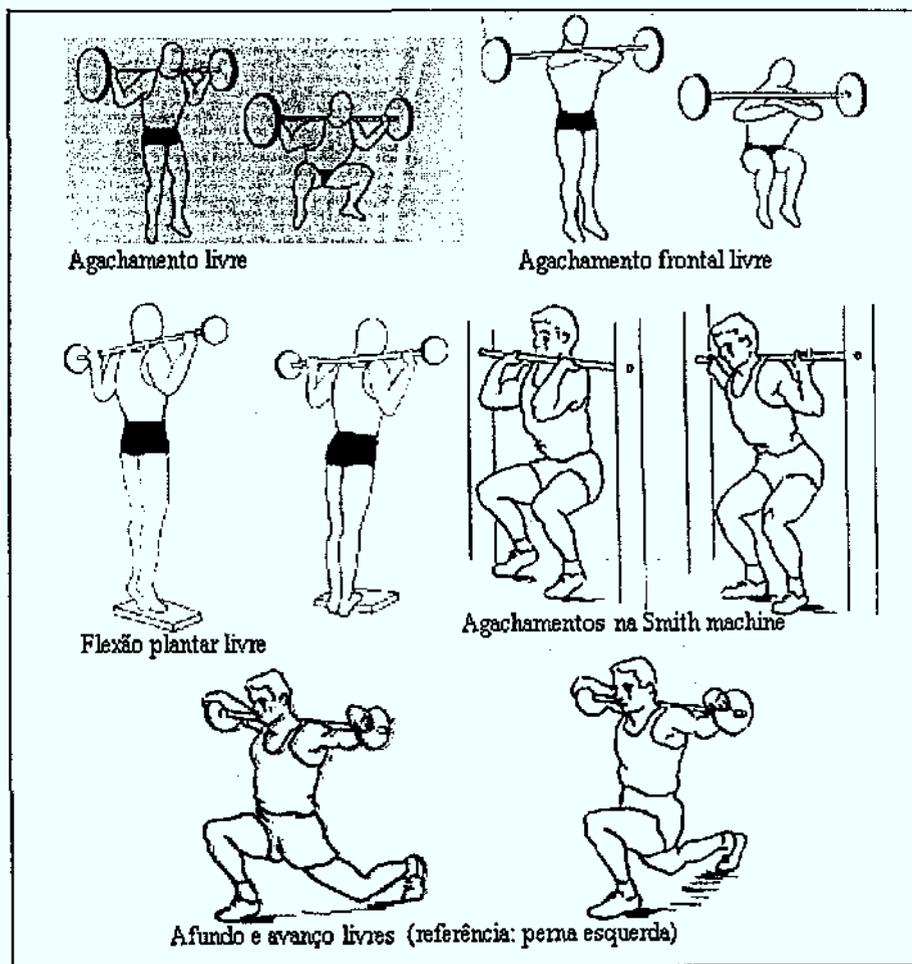


figura 2

De acordo com Zatsiorsky (1999), o padrão de movimento do gesto desportivo, ao invés da força de músculos isolados ou do movimento de articulações isoladas, deve ser o objetivo primário do treinamento. Desta forma, os exercícios multiarticulares devem predominar sobre os monoarticulares.

Além disso, o desenvolvimento da força através do uso de maquinários que, graças ao seu sistema de polias, promovem a máxima tensão muscular ao longo de toda a amplitude do movimento articular, pode não ser tão benéfico para atletas quanto o trabalho de força com pesos livres. Isso acontece porque o incremento de força máxima através da amplitude total do movimento articular não é natural para os movimentos humanos — incluindo aí os movimentos desportivos. Infelizmente, as máquinas para o treinamento de força são desenhadas para treinar músculos e não movimentos (Zatsiorsky, 1999). Logo, a utilização de pesos livres satisfaz as necessidades específicas da preparação dos atletas.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	8'-10'	2-4	4'-6'	2-3	90-95

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	6'-8'	4	3'-4'	3/1/1/1	90/95/97/100

Método de Meia Pirâmide Ascendente

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
0	0	3	3'-4'	4-5	120-130*

Método Excêntrico.

* As cargas supramáximas (120-130%) devem ser aplicadas apenas em desportistas de nível avançado.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
0	0	4-6	3'-5'	2-3	70-80

Verkhoshansky também indica, para este mesmo volume de treino, o emprego de uma intensidade correspondente a 130-140% da Fmm. Neste caso, o atleta experimenta um método excêntrico de treinamento.

II. Método de Repetição em Série

Garante a melhoria da coordenação inter e intra-muscular e a formação de uma adequada reorganização morfológica. Proporciona, ainda, o incremento das reservas dos substratos energéticos.

O trabalho é efetuado em intensidade sub-máxima, com um volume mediano de repetições (em comparação com o método de repetição).

As pausas de recuperação devem ser ótimas.

Meios

IIa-Exercícios gerais com pesos: agachamento livre, agachamento na Smith machine, afundo livre, afundo na Smith machine, avanço livre, agachamento frontal livre, flexão plantar livre, flexão plantar na Smith machine, dentre outros.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
3	6'-8'	2-3	4'-6'	5-6	85-90

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	6'-8'	3	4'-5'	10/5/2	80/90/93-95

Indica-se também, para esta mesma intensidade de treino, o emprego de pausas entre séries de 2', utilizando-se apenas de 1 grupo de séries (Adaptado de Verkhoshansky, 1995).

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	6'-8'	2-3	4'-5'	2-3	75-80

Método dinâmico-estático: movimento excêntrico lento, isometria na posição extremo inferior de 2" a 3" e movimento concêntrico com máxima velocidade.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
0	0	4-6	4'-6'	2-4	80-90

Método estático-dinâmico: movimento excêntrico desprezado, isometria na posição extremo inferior de 2" a 3" e movimento concêntrico com máxima velocidade.

4.2.1.2. Microetapa A2

Objetivo: desenvolvimento simultâneo das capacidades oxidativas das fibras lentas e das capacidades contráteis das fibras rápidas.

Métodos e Meios para o desenvolvimento das capacidades oxidativas das fibras lentas:

I. Método de Intervalo em Série

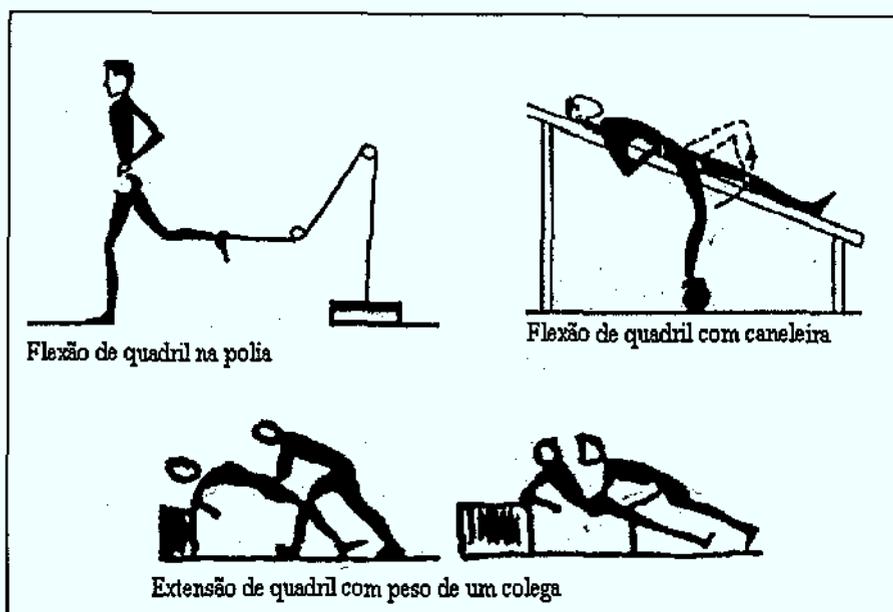
Garante o incremento da capacidade e da potência do metabolismo energético e contribui para a reorganização morfológica do músculo.

A intensidade da carga situa-se entre os níveis máximo e sub-máximo.

As pausas devem permitir apenas uma recuperação parcial do organismo.

Meios

Ia-Exercícios dirigidos com pesos: flexão e extensão de quadril com o uso de caneleiras ou polias (figura 3).



(figura 3)

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	8'-10'	8-10	30"	5-6	30-40

Ritmo de execução: 1 repetição/segundo

Verkhoshansky também indica, para esta mesma intensidade de treino, o emprego de 6 a 12 repetições com recuperação entre as séries de apenas 10".

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	10'-12'	4-5	60"	15-20	30-50

Ritmo de execução: 1 movimento/1,5-2 segundos.

Indica-se também, para esta mesma intensidade de treino, o emprego de 10 séries com pausas de apenas 30" (Adaptado de Verkhoshansky, 1995).

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
1	6'-8'	2	*	20-40	50

* Repouso não regulamentado

Ib- Saltos pliométricos:

*salto dextuplo: esquerda-direita-esquerda-direita...; esquerda-esquerda...; direita-direita...

*salto óctuplo: esquerda-direita-esquerda-direita...; esquerda-esquerda-direita-direita...; esquerda-esquerda...; direita-direita...

*salto sêxtuplo: esquerda-direita-esquerda-direita...; esquerda-esquerda...; direita-direita...

Segundo Zatsiorsky (1999), durante o ciclo de alongamento-encurtamento, observa-se que na fase excêntrica os músculos são alongados e, ao mesmo tempo, desenvolvem grande tensão. Desta forma, durante a fase negativa do movimento, a descarga eferente no músculo é modificada pela ação combinada dos fusos neuromusculares e dos órgãos tendinosos de Golgi, proveniente dos estímulos simultâneos de alongamento e tensão muscular.

Se atletas, mesmo os mais fortes, não estão adaptados a tais exercícios, a atividade da musculatura durante a impulsão é inibida pelo reflexo dos órgãos tendinosos de Golgi. Com o treinamento pliométrico, este reflexo é reduzido e o atleta consegue realizar o impulso sem decréscimos na força muscular (Zatsiorsky, 1999).

Como a corrida é uma sucessão de ciclos de alongamento-encurtamento, compostos

mais especificamente pelas fases de aterrissagem e impulsão, torna-se fundamental o emprego dos exercícios pliométricos em corredores de resistência (Zatsiorsky, 1999).

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade
2-3	8'-10'	4-8	15''-20''	6-10	Máxima

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade
2-3	10'-12'	4-6	25''-30''	6-10	máxima

Ic-Exercício competitivo em condições dificultadas: todo o tipo de terreno que obrigue a aplicar uma intensidade superior àquela necessária para uma mesma prestação em um terreno normal pode ser utilizado para otimizar o aparato muscular:

*corrida em aclave.

*subida em escadarias ou degraus de estádio: as escadas permitem uma maior frequência de movimentos e o trabalho concentra-se nos músculos flexores plantares; os degraus, por serem maiores, provocam um maior esforço sobre o quadríceps e o glúteo.

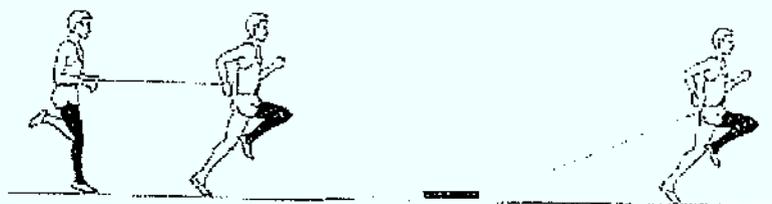
*corrida dentro da água: a intensidade do exercício aumenta quanto maior for a porcentagem do corpo submersa, ou seja, quanto mais submerso estiver o atleta, maior será a participação da força máxima no gesto motor.

*corrida na areia: a areia dura permite uma maior frequência de movimentos e o trabalho concentra-se nos músculos flexores plantares; a areia fofa permite um ritmo mais baixo de deslocamento e provoca um maior esforço sobre o quadríceps e o glúteo.

*corrida contra o vento.

*corrida com lastros (coletes, cinturões, tornozeleiras).

*corrida com arrastes (pneus, trenós, pára-quedas) (figura 4).



(figura 4)

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (% Vm)
0	0	1	*	10x400m	55-60

*Repouso não regulamentado.

Execução: impulso acentuado da perna de apoio e movimento ativo da perna de balanço para a frente.

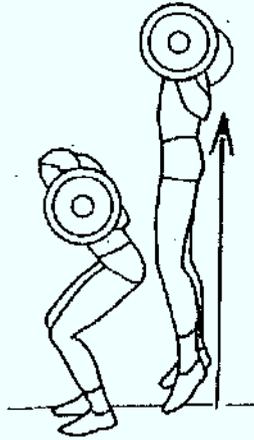
Métodos e Meios para o desenvolvimento das capacidades contráteis das fibras rápidas:

II. Método de Repetição em Série

Além dos benefícios já citados anteriormente, este método irá também permitir, nesta fase, o incremento da força explosiva e da capacidade reativa dos músculos.

Meios

Ia-Exercícios gerais com pesos para a melhoria da força explosiva: saltos com barra ao ombro (figura 5) e saltos sobre plintos, suportando pesos.



(figura 5)

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	8'-10'	4-6	6'-8'	5-6	50-70

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	8'-10'	2-3	4'-8'	4-8	30-60

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	8'-10'	2	4'-6'	30-40	50-60

Indica-se também, para este mesmo volume de treino, a redução gradual das pausas entre séries até o valor de 1'

(Adaptado de Verkhoshansky, 1995).

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
3	8'-10'	3	4'-6'	10-15	20-30

A diferença entre os tempos da primeira e da última série caracteriza a resistência de força rápida e pode ser mensurada nos testes de controle. O objetivo desta etapa de treinamento é reduzir esta diferença e o tempo de execução de cada série.

IIb-Saltos pliométricos para a melhoria da força explosiva.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-4	8'-10'	4-8	*	4-6	85-90

*Repouso não regulamentado (Adaptado de Verkhoshansky, 1995).

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Distância (m)	Intensidade (% Vm)
2	10'-15'	3-5	30"	2-3	50-60	submáxima

Indica-se também, para esta mesma intensidade de treino, o emprego de distâncias de 100 a 120 metros, num total de 10 séries (Adaptado de Verkhoshansky, 1995).

IIc-Exercícios gerais com pesos para a melhoria da capacidade reativa: agachamento livre, agachamento na Smith machine, afundo livre, afundo na Smith machine, avanço livre, agachamento frontal livre, flexão plantar livre, flexão plantar na Smith machine, dentre outros.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	8'-10'	2-3	4'-6'	3-5	50-70

Peso erguido até $\frac{1}{3}$ da amplitude total do movimento, movimento excêntrico rápido e passagem imediata para a ação concêntrica (Pliometria sem impacto).

IId-Saltos pliométricos para a melhoria da capacidade reativa: saltos entre dois plintos paralelos, partindo do apoio dos pés sobre os mesmos; saltos com as mãos apoiadas em suporte (preparatórios) (figura 6); saltos sobre plintos (regime de choque) (figura 7).

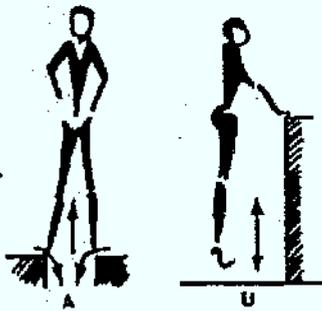


figura 6

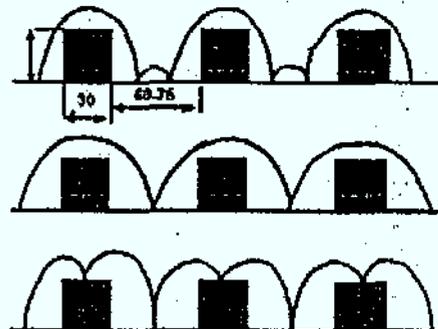


figura 7

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade
2-3	10'-15'	2-3	4'-6'	6-8	Máxima

Indica-se também, para esta mesma intensidade de treino, o emprego de 10 a 15 repetições (Adaptado de Verkhoshansky, 1995).

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade
2-4	4'-6'	3-4	*	6-8	Submáxima

* Repouso não regulamentado.

Ile- Exercício competitivo em condições dificultadas para a melhoria da capacidade reativa: saídas do atletismo (10 a 30m) em aclave, contra o vento ou com peso adicional.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-3	8'-10'	2-3	4'-6'	4-6	30-40

4.2.1.3. Microetapa A3

Objetivo: desenvolvimento das capacidades oxidativas das fibras rápidas e otimização da potência anaeróbia máxima.

Métodos e Meios para o desenvolvimento das capacidades oxidativas das fibras rápidas:

I. Método de Intervalo em Série

Meios

Ia-Exercícios com pesos, saltos pliométricos e exercícios competitivos em condições dificultadas utilizados na microetapa A2, porém com um ritmo mais elevado de execução.

Métodos e Meios para o desenvolvimento da potência anaeróbia máxima:

II. Método de Repetição

Nesta fase, este método enfatizará o incremento da força máxima maximorum.

III. Método de Repetição em Série

Nesta fase, este método permitirá a elevação da força máxima, da força explosiva e da capacidade reativa dos músculos.

Meios

IIIa-Corrida desde a posição de saída baixa com arraste de pneus ou trenó.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Distância (m)	Intensidade (% Vm)
3-5	8'-10'	3-5	3'-4'	2-3	25-30	Máxima

IIIb-Saltos entre dois plintos paralelos, salto sêxtuplo e saltos com a barra nos ombros.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade
2-4	10'-12'	4-6	3'-5'	5-6	Máxima

IIIc-Meio agachamento com salto final.

Grupos de séries	Pausa entre grupos	Séries	Pausa entre séries	Repetições	Intensidade (%1 AMVM)
2-4	10'-12'	3-4	*	3-4	75-80

*Repouso não regulamentado.

OBS: Após a execução de cada série do exercício, efetuar corrida acelerada de 40 a 50 metros.

5. Etapa B: A Etapa Especial

Após o cumprimento da etapa precedente, o organismo do atleta encontra-se em um estado de preparação superior, o que possibilita a ele o ingresso num regime de trabalho mais específico e intenso.

O treinamento intensivo poderá ser efetivo, ou seja, não levar ao excessivo acúmulo de lactato sanguíneo, somente se o atleta apresentar um elevado nível das capacidades oxidativas das unidades motoras, principalmente das fibras lentas musculares. Neste caso, o treinamento intensivo contribuirá para a melhoria das capacidades aeróbias, bem como o treinamento de intensidade moderada (Verkhoshansky, 2001a).

Portanto, nesta segunda etapa de preparação, ocorre o paulatino aumento da potência de trabalho do organismo em condições análogas àquela de competição (Verkhoshansky, 1999).

Esta etapa destina-se ao aumento da potência do miocárdio, ao aperfeiçoamento dos sistemas tampão, ao desenvolvimento das capacidades oxidativas das fibras rápidas e à melhoria da capacidade de contração muscular.

5.1. Microetapa B1

Objetivos:

- * adquirir uma velocidade máxima que permita utilizar um menor percentual de mobilização desta para uma mesma velocidade de deslocamento. Desta forma, se dois atletas correm com uma mesma velocidade, aquele que possuir a maior velocidade máxima de reserva completará o percurso com maior economia de energia.

- * desenvolver uma velocidade superior a da prova em distâncias inferiores.

5.2. Microetapa B2

Objetivo: desenvolver a velocidade da competição em distâncias mais curtas.

5.3. Microetapa B3

Objetivos:

* desenvolver a velocidade da competição em distâncias mais curtas, porém maiores do que as executadas em B2 (cerca de 70-75% da distância de competição).

* desenvolver acelerações intermediárias ao longo da corrida, que capacitem o atleta a mudar de ritmo durante a competição.

* realizar sprints sob estado de fadiga, o que possibilita ao atleta efetuar uma aceleração nos momentos finais da prova.

6. Etapa C: A Etapa Competitiva

Nesta fase está previsto o término do ciclo de adaptação do organismo ao nível máximo de trabalho em regime veloz específico sob a influência das cargas de competição.

Esta etapa destina-se ao aumento da potência do miocárdio e ao aperfeiçoamento do sistema muscular ao regime de trabalho cíclico específico.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução da preparação física das corridas de fundo é marcada por um caminho empírico de tentativa e erro, muitas vezes não iluminado pelo conhecimento científico.

Com o progresso das ciências biológicas, os estudos sobre as provas de fundo no atletismo adquiriram respaldo da fisiologia e da bioquímica, e o sucesso dos atletas nas competições deixou de ser atribuído ao acaso da sorte, passando a significar a consequência de uma preparação física bem planejada e embasada na ciência contemporânea.

Desta forma, o avanço científico na área do desporto permitiu a quebra de determinados paradigmas inerentes à preparação desportiva dos corredores de resistência, dentre os quais destacam-se:

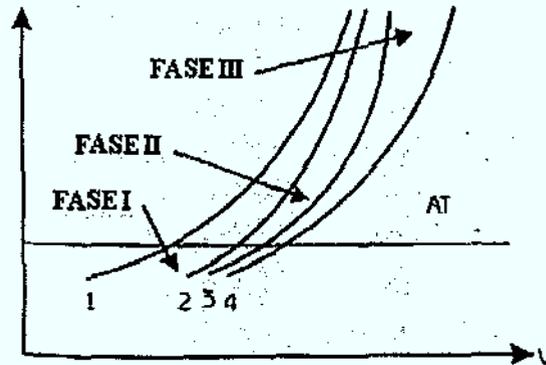
- o incremento do VO_2 máximo como único caminho para a obtenção da forma desportiva ótima;
- o emprego do treinamento com carga visando apenas a melhoria dos níveis de força;
- a incompatibilidade entre a força e a resistência.

Como resultado, temos o redirecionamento do processo de preparação física das corridas de fundo para um novo enfoque: a otimização do aparato neuro-muscular, através de um treinamento com carga, como forma de garantir maior economia de movimento e o incremento do limiar anaeróbio — fatores estes determinantes do desempenho desportivo.

Na verdade, a elevação do limiar anaeróbio, bem como a correta progressão da curva láctica à direita, estão relacionadas com a planificação racional das cargas de treinamento ao longo da grande etapa de preparação do atleta de resistência. Desta forma, o comportamento da curva láctica durante cada etapa do processo de treinamento reflete as adaptações orgânicas específicas do atleta àquele período, que, por sua vez, são consequência da utilização de determinados meios e métodos de treinamento (gráfico 3). Portanto, espera-se que a curva láctica do corredor de fundo apresente o seguinte comportamento durante o ciclo de preparação física:

Curva Láctica ao longo da Grande Etapa

La (Mm/l)



(gráfico 3)

Fase I: desvio inferior da curva láctica, devido ao aumento das capacidades oxidativas das fibras lentas e à adaptação do sistema cardiovascular (ETAPA A).

Fase II: desvio central da curva láctica, devido à melhoria das capacidades contráteis do músculo (ETAPA A).

Fase III: desvio superior da curva láctica, devido ao aumento das capacidades oxidativas das fibras rápidas (ETAPA B).

AT – Limiar anaeróbio

No entanto, novas pesquisas, principalmente de caráter longitudinal, futuramente contribuirão para a evolução contínua da preparação dos atletas de resistência e, certamente, poderão preencher algumas das várias lacunas existentes com relação ao treinamento dos corredores de fundo.

VII. GLOSSÁRIO

Ação muscular voluntária máxima (AMVM): ação muscular na qual é utilizada a carga mais pesada que pode ser empregada para uma execução completa de um exercício (Fleck & Kraemer, 1999).

Capacidade contrátil muscular: capacidade do músculo de executar o trabalho mecânico (Verkhoshansky, 1995).

Capacidade oxidativa muscular: capacidade do músculo de utilizar eficientemente o oxigênio para a ressíntese do ATP, o que possibilita a elevação da capacidade de geração energética aeróbia (Verkhoshansky, 1995).

Capacidade reativa: capacidade muscular de gerar um potente esforço motor após uma ação excêntrica (Verkhoshansky, 1995).

Carga de treinamento: magnitude do treinamento executado (Gomes, 2002).

Corrida (prova) de fundo/Corrida (prova) de resistência: toda a corrida compreendida dos 5000 metros para cima (Schmolinsky, 1982).

Desoxigenação: retirada ou redução dos óxidos de uma substância (Houaiss et al, 2001).

Exercício competitivo: atividade motora integral, dirigida no sentido da solução da tarefa locomotora que constitui o objeto da competição (Gomes, 2002).

Exercício dirigido ou especial: exercício que é muito parecido, pelo seu parâmetro, com os competitivos (Gomes, 2002).

Exercício geral: exercício que tem ou não semelhança com os principais exercícios competitivos (Gomes, 2002).

Força: habilidade de vencer uma certa resistência exterior ou de atuar contra ela por meio da tensão muscular (Schmolinsky, 1982).

Força explosiva: habilidade de exercer força na máxima velocidade possível.

Força Máxima Maximorum: representa a maior força disponível que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração máxima voluntária (Zatsiorsky, 1999).

Força rápida: habilidade de exercer força em um curto intervalo de tempo.

Grupo de séries: conjunto de séries realizado com pausas de recuperação entre elas.

Lactato: produto final do metabolismo da glicose na via glicolítica (Powers, 2000).

Método excêntrico: método do treinamento de força que consiste em efetuar a ação excêntrica do movimento com cargas superiores àquelas que podem ser levantadas na ação concêntrica da repetição (Fleck & Kraemer, 1999).

Método contínuo: método de treinamento no qual o trabalho físico é realizado sem interrupções (pausas) (Schmolinsky, 1982).

Método de meia pirâmide ascendente: método do treinamento de força que consiste na execução de séries que progridem de cargas leves para pesadas (Fleck & Kraemer, 1999).

Método de repetição: método de treinamento no qual o trabalho físico total é realizado em frações intercaladas por pausas ótimas (completas) de recuperação (Schmolinsky, 1982).

Método intervalado: método de treinamento no qual o trabalho físico total é realizado em frações intercaladas por pausas vantajosas (parciais) de recuperação (Schmolinsky, 1982).

Pliometria: o termo “ciclo de alongamento-encurtamento” também é usado para substituir o termo “pliometria” e, na verdade, ambos se referem aos movimentos cuja seqüência de ações de excêntrica para concêntrica é realizada rapidamente (Fleck & Kraemer, 1999).

Potência anaeróbia máxima: habilidade do organismo de realizar o trabalho cíclico de pouca duração e de intensidade muito alta (Verkhoshansky, 1995).

Repetição: somação de ações.

Resistência: habilidade do organismo de efetuar um determinado trabalho durante um período de tempo sem a perda considerável dos níveis de desempenho (Schmolinsky, 1982).

Resistência muscular local (RML) aeróbia: habilidade dos grupos funcionais musculares de executar o trabalho cíclico duradouro (Verkhoshansky, 1995).

Série: grupo de ações desenvolvidas de forma contínua, sem interrupções (Fleck & Kraemer, 1999).

Treinamento com carga: treinamento que utiliza um peso externo ou o próprio peso corporal do atleta para intensificar a ação motora e, conseqüentemente, promover adaptações morfofuncionais no aparato neuromuscular.

Velocidade: habilidade de realizar os movimentos em curtos intervalos de tempo (Schmolinsky, 1982).

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSET, D. et al. Rate of decline in blood lactate after cycling exercise in endurance-trained and untrained subjects. *Journal of Applied Physiology* 70: 1816-1820, 1991.

BELCASTRO, A. & A. BONEN. Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. *Journal of Applied Physiology* 39: 932-936, 1975.

BROOKS, G. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 17: 22-23, 1985.

BROOKS, G. The lactate shuttle during exercise and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 18: 360-368, 1986.

BROOKS, G. & T. D. FAHEY. *Exercise Physiology*. Nova Iorque: Macmillan, 1990.

COSTILL, D. L., W.F. FINK & M. POLLOCK. Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 8: 96-100, 1976.

COSTILL, D. L. *A Scientific Approach to Distance Runners*. Estados Unidos da América: Track & Field news, 1979.

DANFORTH, W. H. *Control of Energy Metabolism*. Nova Iorque: Academic Press, 1965.

FLECK, S. J. & W. J. KRAEMER. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FORTEZA DE LA ROSA, A. *Treinamento Desportivo: Carga, Estrutura e Planejamento*. São Paulo: Phorte, 2001.

FREDHOLM, B. & P. HJEMDAHL. Inhibition by acidosis of adenosine 3'-5'-cyclic monophosphate accumulation and lipolysis in isolated rat fat cells. *Acta Physiologica Scandinavica* 96: 160-169, 1976.

GOHIL, K., D. A. JONES, G. G. CORBUCCI, S. KRYWAWYCH, G. MCPHAIL, J. M. ROUND, G. MONTANARI & R. H. T. EDWARDS. Mitochondrial substrate oxidation, muscle composition and plasma metabolite levels in marathon runners. *Biochemistry of Exercise* 13: 286-290, 1982.

GOLLNICK, P. D., R. B. ARMSTRONG, C. W. SAUBERT, K. PIEHL & B. SALTIN. Enzyme activity and fibre composition in skeletal muscle of untrained and trained men. *Journal of Applied Physiology* 33: 312-319, 1972.

GOMES, A. C. *Treinamento Desportivo: Estruturação e Periodização*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GREEN, H. J. What is the physiological significance of training-induced adaptations in muscle mitochondrial capacity? *Biochemistry of Exercise* 9: 345-359, 1994.

HOLLOSKY, J. O. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 7: 155-164, 1975.

HOUAISS, A., M. S. VILLAR & F. M. M. FRANCO. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

JÖBSIS, F. F. & W.N. STAINSBY. Oxidation of NADH during contractions of circulated mammalian skeletal muscle. *Resp. Physiology* 4: 292-300, 1968.

JOHNSTON, R. E., QUINN, T.J., KERTZER, R & VROMAN, N. B. Improving running economy through strength training. *Strength and Conditioning* 17: 7-13, 1995.

JONES, N. L., J. R. SUTTON, R. TAYLOR & C. J. TOEWS. Effect of pH on cardiorespiratory and metabolic responses to exercise. *Journal of Applied Physiology* 43: 959-964, 1977.

JONES, N. & R. EHRSAM. The anaerobic threshold. *Exercise and Sports Sciences Reviews* 10: 49-83, 1982.

MARZZOCO, A. & B. B. TORRES. *Bioquímica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

POWERS, S. K. & E. T. HOWLEY. *Fisiologia do Exercício*. Barueri: Manole, 2000.

SAHLIN, K. Effect of acidosis on energy metabolism and force generation in skeletal muscle. *Biochemistry of Exercise* 13: 151-160, 1982.

SALTIN, B., G. SJOGAARD, F. A. GAFFNEY & B. ROWELL. Potassium, lactate and water fluxes in human quadriceps muscle during static contractions. *Circ. Res.* 48: 118-124, 1981.

SCHMOLINSKY, G. *Atletismo*. Lisboa: Estampa, 1982.

STAINSBY, W. N. Biochemical and physiological bases for lactate production. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 18: 341-343, 1986.

VERDUGO, M. *El entrenamiento de la resistencia de los corredores de medio fondo y fondo*. São Paulo: Gymnos, 1997.

VERKHOSHANSKY, Yuri. *Preparação de Força Especial*. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1995.

VERKHOSHANSKY, Yuri. Il sistema di allenamento nella corsa di mezzofondo. *Atleticastudi* 30: 31-38, 1999.

VERKHOSHANSKY, Yuri. *Treinamento Desportivo: Teoria e Metodologia*. Porto Alegre: Artmed, 2001a

VERKHOSHANSKY, Yuri. Gli esercizi con sovraccarico come mezzo più importante della preparazione fisica speciale degli atleti praticanti atletica leggera. *Atleticastudi* 32: 3-8, 2001b.

WASSERMAN, K., B. J. WHIPP, S. N. KOYAL & W. L. BEAVER. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *Journal of Applied Physiology* 35: 236-243, 1973.

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

YOUNG K. & R. J. MAUGHAN. Physical training in humans: a central or peripheral effect. *Biochemistry of Exercise* 13: 433-438, 1982.

ZATSIORSKY, V. M. *Ciência e Prática do Treinamento de Força*. São Paulo: Phorte, 1999.