



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

MONOGRAFIA

A QUÍMICA DOS SUPLEMENTOS ALIMENTARES

Autor: André Luis Silveira Brum

Rio de Janeiro, Agosto de 2009.

André Luis Silveira Brum

A QUÍMICA DOS SUPLEMENTOS ALIMENTARES

Número de volumes: 01

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como
parte dos requisitos necessários para a obtenção
do título de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Marcoaurélio Almenara Rodrigues.

Rio de Janeiro
2009.

Brum, André Luis Silveira.

A química dos suplementos alimentares / André Luis Silveira Brum. – 2009.

f.

Orientador: Rodrigues, Marco Aurélio Almenara
Monografia (Licenciatura em Química) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Bibliografia: f. .

I. Suplementação alimentar. 2. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. III. Título.

CDD

ANDRÉ LUIS SILVEIRA BRUM

A QUÍMICA DOS SUPLEMENTOS ALIMENTARES

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciatura em Química.

Data de aprovação: ____/ ____/ ____

Banca Examinadora:

Presidente da Banca Examinadora
Prof. Dr. Marcoaurélio Almenara Rodrigues- Instituto de Química- UFRJ

2º Examinador:
Prof. Dr. Ernesto Raúl Caffarena- Laboratório de Modelagem Molecular- FIOCRUZ

3º Examinador:
Prof. Dr. Joab Trajano Silva- Instituto de Química- UFRJ

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus amigos e professores. Muito obrigado por tudo.

A minha mãe pelo esforço, estímulo e apoio recebido durante todo o curso.

RESUMO

BRUM, André Luis Silveira. **A química dos suplementos alimentares**. Rio de Janeiro, 2009. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Este estudo tem por objetivo descrever a química dos suplementos alimentares. Para tanto, buscou-se inicialmente identificar os padrões alimentares, o grupo de macronutrientes e os recursos ergogênicos. Em seguida contemplou-se o uso dos principais suplementos alimentares, sua composição química e ação no organismo humano. O estudo conclui que, o que ocorre atualmente entre os consumidores de suplementos, é a busca imediata de resultados que os favoreçam em seus objetivos, e uma simples dieta variada, equilibrada e moderada fica para segundo plano no contexto nutricional. Em função do crescimento no uso de suplementos, os profissionais da saúde devem entender seus efeitos benéficos e danosos e utilizar esses conhecimentos, ainda que escassos como recursos para intervenções nutricionais adequadas.

Palavras-Chave: Suplementação Alimentar. Características químicas. Utilização.

ABSTRACT

BRUM, André Luis Silveira. **A química dos suplementos alimentares**. Rio de Janeiro, 2009. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

This study aims to describe the chemistry of food supplements. Thus, it was initially sought to identify dietary patterns, the group of nutrients and ergogenic resources-. Then, it is contemplated the use of major food supplements, chemical composition and action in humans. The study concludes that, what nowadays happens among supplement consumers is the search for immediate results that support their goals whatever they are whereas a simple, varied, balanced and moderate diet is kept aside in the nutritional context. Given the increased use of supplements, health care professionals must understand their beneficial and harmful effects and use this knowledge, though limited, as resources for nutritional interventions when appropriate.

Keywords: Food supplementation, Chemical characteristics, Use.

|

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 O Problema	10
1.2 Objetivo Principal	10
1.3 Objetivos Intermediários	11
1.4 Delimitação do Estudo	11
1.5 Relevância do Estudo	11
2. SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR.....	13
2.1 Padrões alimentares.....	13
2.2 Grupo de Macronutrientes.....	14
2.3 Recursos Ergogênicos	15
2.3.1 Recurso Ergogênico Nutricional - Suplemento Nutricional.....	16
2.4 Uso de Suplementos Nutricionais	17
2.4.1 Creatina.....	21
2.4.2 Ácidos Graxos	22
2.4.3 Suplementação com ácidos graxos e facilitadores de sua utilização.....	25
2.4.4 Carboidratos	26
2.4.5 Lipídeos	30
2.4.6 Proteínas	31
2.4.7 Vitaminas.....	32
2.4.8 Minerais	34
2.4.9 Repositores Hidroeletríticos	36
3. ESTERÓIDES ANABOLIZANTES	37
3.1 Óleos para crescimento localizado.....	38
3.2 Mecanismo bioquímico	39
3.3 Efeitos anabólicos e de virilização	40
3.3.1 Efeitos colaterais possivelmente não desejados	41
3.3.2 Efeitos colaterais em homens	41
3.3.3 Efeitos colaterais em mulheres	42
3.3.4 Efeitos colaterais em adolescentes	42
3.5 Uso médico	43
3.6 Uso e abuso	44
3.7 Minimização dos efeitos colaterais	44
3.8 Lista de componentes anabólicos.....	46
PROPOSTA DIDÁTICA	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
BIBLIOGRAFIA	52

1. INTRODUÇÃO

1.1 O Problema

A relação entre a alimentação e o bem estar físico, mental e emocional dos indivíduos já era conhecida desde a Antiguidade. Sabe-se que hábitos alimentares adequados, mantidos por meio de uma dieta equilibrada, podem beneficiar amplamente os indivíduos fisicamente ativos, seja como forma de promoção da qualidade de vida e saúde ou para melhorar o desempenho esportivo e competitivo.

A escolha dos alimentos que fazem parte da dieta de praticantes de atividade física e de atletas é determinante para a manutenção da saúde destes indivíduos, bem como para o controle do peso e da composição corporal, para o aprimoramento do rendimento nos treinamentos e para alcançar resultados positivos em competições. Dessa forma, a nutrição desempenha o papel primordial de fornecer a energia necessária para o trabalho biológico realizado durante a atividade física, além de nutrientes que otimizam a obtenção e utilização dessa energia. Os nutrientes obtidos por uma alimentação equilibrada são essenciais na formação, reparação e reconstituição de tecidos corporais, mantendo a integridade funcional e estrutural do organismo e tornando possível a prática da atividade física (McARDLE et al., 2003).

Por outro lado, os suplementos alimentares são amplamente utilizados por esportistas de diversas modalidades para fins ergogênicos, e apesar dos anabolizantes serem utilizados ilegalmente e em excesso por grande número de atletas, há uma nova tendência em utilizar os suplementos nutricionais como uma alternativa legal para “ativar” os mecanismos anabólicos do organismo. Neste sentido, cabe argumentar se a suplementação alimentar pode substituir a alimentação natural, quais são os componentes químicos dos suplementos e de que forma estes agem no organismo?

1.2 Objetivo Principal

O objetivo deste estudo é o de identificar a composição química dos suplementos alimentares e de que forma eles agem no organismo humano.

1.3 Objetivos Intermediários

São objetivos intermediários deste trabalho:

- Descrever a composição química dos suplementos alimentares.
- Descrever a ação dos suplementos no organismo humano.
- Verificar as características dos suplementos, seu espectro de ação, indicações, contra-indicações e frequência de uso nos meios esportivos.

1.4 Delimitação do Estudo

Será estudada a questão da suplementação alimentar no meio esportivo.

1.5 Relevância do Estudo

As necessidades nutricionais de indivíduos são representadas pela quantidade de energia e nutrientes necessários à manutenção das funções do organismo, sendo muito influenciadas pela faixa etária, composição corporal, estado de saúde e especialmente o nível de atividade física.

Além de maior demanda calórica, os exercícios físicos podem ocasionar adaptações fisiológicas e bioquímicas que determinam maiores necessidades de nutrientes. Assim, as necessidades nutricionais de energia, macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídeos) e micronutrientes (vitaminas, minerais e oligoelementos) modificam-se com a prática de exercício físico.

O exercício físico aumenta a demanda energética do organismo, uma vez que a energia corresponde diretamente à capacidade do indivíduo de realizar trabalho. A manutenção do balanço energético deve ser o objetivo primordial do manejo dietético na atividade física, ou seja, a quantidade de calorias ingeridas diariamente deve corresponder ao gasto de calorias

nas atividades diárias e no exercício físico. O manejo dietético adequado, realizado individualmente e monitorado por profissionais habilitados, é fundamental para que praticantes de atividade física e atletas alcancem seus objetivos em relação à prática do exercício físico, sejam estes de promoção de saúde ou voltados à competição.

2. SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR

2.1 Padrões alimentares

O consumo de nutrientes e o uso de manipulações dietéticas com propósitos de aumento da performance por parte dos atletas são uma prática milenar. Esse é um fato compreensível quando se considera o ambiente altamente competitivo em que vivem os atletas, juntamente com o grau de motivação para vencer (BURKE, 1993).

Em nosso século a prática da suplementação passou a receber o status de “cientificamente embasada”, o que pode ser facilmente observado com a variedade e quantidade de estudos científicos (GRANDJEAN, 1997). Esse fenômeno cresce aceleradamente, devido principalmente à preocupação dos atletas quanto à melhora da saúde e performance física, tornando a relação entre dieta alimentar e desempenho físico fator preponderante para o bom desempenho desses competidores.

Segundo Correia (1996), em que pesem as evidências de que o uso de suplementos nutricionais é cada vez maior, seja com o intuito de hipertrofia, eliminar excesso de gordura corporal ou aumentar a performance, muitas questões sobre o consumo adequado de suplementos ainda precisam ser discutidas. As recomendações de dietas alimentares para atletas, assim como a suplementação de nutrientes, sempre estiveram em discussão, tendo em vista as características específicas de cada atividade física.

As exigências relativas à imagem corporal e ao controle de peso parecem desempenhar relevante papel no comportamento alimentar e no padrão dietético de diversos grupos atléticos. Vários são os relatos de inadequações nutricionais e desordens alimentares em atletas, notadamente em mulheres envolvidas em modalidades esportivas cujo desempenho esteja estreitamente associado à imagem ou ao peso corporal, tais como a patinação artística e o fisiculturismo. Distúrbios de imagem corporal, restrição alimentar e disfunção menstrual dessas atletas parecem agravar-se no período competitivo (BEALS, 2002).

2.2 Grupo de Macronutrientes

As necessidades nutricionais diferem entre os indivíduos em função de fatores como sexo, idade, peso, estatura, patologias (diabetes, cálculo renal, entre outros.), tipo de esporte (modalidade) praticado, tempo de prova/competição (curta, média ou de longa duração), fase em que o atleta se encontra (treinamento, competição ou pós-competição). Deve-se levar em conta que uma dieta adequada e equilibrada em qualidade e quantidade deve ser composta por diferentes grupos de macronutrientes: proteínas, carboidratos e lipídeos conforme (ESCOTT-STUMP, 1998).

Proteínas são compostos orgânicos de estrutura complexa e alto peso molecular sintetizados pelos organismos vivos pela condensação de um número grande de moléculas de aminoácidos por meio de ligações peptídicas. No organismo humano, durante a digestão, são hidrolisadas cataliticamente, sob a ação da pepsina (suco gástrico) e da tripsina (suco pancreático) no intestino (duodeno) sob a ação da quimiotripsina. As proteínas estão presentes em todas as células do organismo, sendo consideradas nutrientes construtores, portanto de primordial importância. As proteínas fornecem 5 Kcal/g devendo compor de 15 a 20% de uma dieta diária.

Carboidratos ou glicídeos (amidos e açúcares) são compostos orgânicos encontrados na natureza com a fórmula molecular geral $(\text{CH}_2\text{O})_n$, onde $n > 3$. São classificados como mono, oligo e polissacarídeos, formando, em conjunto com as proteínas, os principais constituintes dos organismos vivos. Estes nutrientes energéticos têm como principal açúcar constituinte a glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), que é transformada posteriormente em energia para o organismo (com ênfase para a fase da atividade física). Os carboidratos fornecem 4 Kcal/g devendo compor de 55 a 60% de uma dieta diária.

Lipídeos, óleos ou gorduras (triacilgliceróis) definem um conjunto de substâncias químicas que, ao contrário das outras classes de compostos orgânicos, são caracterizadas pela sua alta solubilidade em solventes orgânicos e baixa solubilidade em água. Fazem parte de um grupo conhecido como biomoléculas e encontram-se distribuídos em todos os tecidos, principalmente nas membranas celulares e nos adipócitos. São considerados também como nutrientes energéticos, reguladores e protetores, além de dar origem a moléculas mensageiras, como hormônios, prostaglandinas e transportar vitaminas lipossolúveis A, E, D e K. Este

nutriente fornece 9 Kcal/g, devendo compor preferencialmente de 20 a 25% das calorias diárias de uma dieta.

Além destes grupos de macronutrientes, é necessário ainda os micronutrientes como vitaminas e minerais, estes agem como reguladores no organismo, cada um com uma DRI (ingesta diária recomendada) específica, sendo que todos estes nutrientes devem ser calculados e prescritos individualmente, levando-se em consideração sexo, idade, peso, altura, IMC (índice de massa corporal), estado de saúde atual, metabolismo basal e atividade física diária.

Existem ainda a água e as fibras solúveis e insolúveis, que devem fazer parte dos hábitos diários de alimentação. O consumo parece óbvio, porém são geralmente negligenciadas por muitas pessoas. Em consequência do baixo consumo de fibras, por exemplo, observa-se uma significativa frequência de câncer de cólon e reto no Brasil, apontados em 2007, pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA).

2.3 Recursos Ergogênicos

O termo ergogênico que vem do grego e quer dizer, *ergo*-trabalho e *genesis*-produção, e relaciona-se à aplicação de um procedimento ou recurso, que pode ser nutricional, físico, psicológico ou farmacológico, capaz de aprimorar a capacidade de trabalho físico ou desempenho atlético.

Cientistas, treinadores, professores de educação física, nutricionistas, médicos e cientistas têm lançado mão de vários recursos ergogênicos, tendo por objetivo o sucesso esportivo e a potencialização da performance atlética ou atenuar os mecanismos geradores de fadiga de seus atletas de alto nível (KING; LEA, 2004).

Os recursos ergogênicos segundo WILLIAMS (2002), são assim classificados:

- Mecânicos ou Biomecânicos – Projetados para aumentar a eficiência energética e a vantagem mecânica. Ex: um tênis mais leve que possibilite ao atleta gastar menos energia para movimentar suas pernas;
- Psicológicos – Planejados para melhorar os processos psicológicos durante a prática esportiva e aumentar a força mental. Ex: Sessões de hipnose por meio de sugestão pós-hipnótica, que ajude a remover barreiras que limitem a capacidade de desempenho fisiológico;

- Fisiológicos – Projetados visando ampliar processos fisiológicos naturais a fim de aumentar a potência física. Ex: Infusão de sangue que pode aumentar a capacidade de transporte de oxigênio, aumentando assim a resistência aeróbica;

- Farmacológicos – São drogas usadas visando influenciar processos fisiológicos ou psicológicos com a finalidade de aumentar a potência física ou a força mental. Ex: Os esteróides anabolizantes são drogas que imitam a ação da testosterona. Esta pode aumentar o tamanho do músculo e a força;

- Nutricionais – Estes têm o propósito de influenciar os processos fisiológicos e psicológicos para aumentar a potência física e a força mental. Ex: Suplementos protéicos usados em treinamento de força e para o aumento de massa muscular, já que a proteína é constituinte principal do músculo.

Efetivos, porém contraditórios, os recursos ergogênicos são motivo de preocupação para as ciências do esporte em se relacionando ao doping ou ao uso indiscriminado de drogas e mesmo os suplementos nutricionais, quando o objetivo é puramente estético (BARROS NETO, 2001).

2.3.1 Recurso Ergogênico Nutricional - Suplemento Nutricional

Segundo a Portaria nº. 222 da ANVISA (2001) os Alimentos para Praticantes de Atividade Física podem ser apresentados sob a forma de: tabletes, drágeas, cápsulas, pós, granulados, pastilhas mastigáveis, líquidos, preparações semi-sólidas e suspensões e são assim definidos:

“Alimentos especialmente formulados e elaborados para praticantes de atividade física, incluindo formulações contendo aminoácidos oriundos da hidrólise de proteínas, aminoácidos essenciais quando utilizados em suplementação para alcançar alto valor biológico e aminoácidos de cadeia ramificada, desde que estes não apresentem ação terapêutica ou tóxica”.

Ainda são definidas na Portaria nº 222 (BRASIL, 2001) as classes de Alimentos para Praticantes de Atividade Física, como:

- Alimentos compensadores - produtos formulados de forma variada para serem utilizados na adequação de nutrientes da dieta de praticantes de atividades físicas;

- Alimentos protéicos - definidos como produtos com predominância de proteína(s), hidrolisada(s) ou não, em sua composição, formulados com o intuito de aumentar a ingestão

deste(s) nutriente(s) ou complementar à dieta de atletas, cujas necessidades protéicas não estejam sendo supridas pelas fontes alimentares habituais;

- Aminoácidos de cadeia ramificada - produtos formulados a partir de concentrações variadas de aminoácidos de cadeia ramificada, com o objetivo de fornecimento de energia para atletas;

- Repositores energéticos - produtos formulados com nutrientes que permitam o alcance e/ou manutenção do nível apropriado de energia para atletas;

- Repositores hidroeletrólíticos - produtos formulados a partir de concentração variada de eletrólitos, associada às concentrações variadas de carboidratos, com o objetivo de reposição hídrica e eletrólítica decorrente da prática de atividade física;

- Suplementos vitamínicos e minerais - doravante denominados simplesmente de "suplementos", são alimentos que servem para complementar a dieta diária de uma pessoa saudável, em casos onde sua ingestão a partir da alimentação, seja insuficiente ou quando a dieta requerer suplementação. Devem conter um mínimo de 25%, e no máximo até 100% da ingestão diária recomendada de vitaminas e/ou minerais, na porção diária indicada pelo fabricante, não podendo substituir os alimentos, nem serem considerados como dieta exclusiva.

No Brasil existe uma imensa variedade de suplementos nutricionais à venda, o que torna difícil quantificá-los. Considerados pela população como um alimento comum, comercializados em lojas especializadas, farmácias, supermercados, quiosques em shopping centers, na internet, por meio de revistas, em academias de prática de atividades físicas e por vendedores autônomos, não sendo necessário que se apresente qualquer prescrição para adquiri-los.

2.4 Uso de Suplementos Nutricionais

Conforme HIRSCHBRUCH (2002), “suplementação nutricional pode ser definida como: consumo pontual de um nutriente objetivando efeito determinado”, enfatizando que a ingestão além do necessário pode gerar efeitos desejáveis e outros colaterais. Para que o atleta atinja os efeitos desejáveis, e para que sejam evitados os efeitos colaterais, é mister haver uma suplementação adequada antes, durante e após o exercício. A refeição anterior aos treinamentos e competições, especialmente se estes forem realizados no período da manhã,

adquire grande importância e tem como objetivo maximizar a reposição das reservas de glicose depletadas, evitar a fome durante o exercício, além de promover a hidratação adequada para a prática da atividade (McARDLE *et al.*, 2003).

A refeição pré-exercício deve ser composta por alimentos de alta digestibilidade, de preferência carboidratos, evitando alimentos ricos em lipídeos e proteínas, que podem permanecer por um período mais prolongado no sistema digestório. Os carboidratos são digeridos mais rapidamente, reduzindo a sensação de desconforto e plenitude gástrica durante a atividade física e fornecendo energia de forma mais eficiente e rápida (McARDLE *et al.*, 2003).

Na hora que antecede o evento esportivo devem ser evitados alimentos ricos em carboidratos simples, de elevado índice glicêmico, que podem ocasionar o aumento da secreção de insulina e causar tonturas e náuseas em consequência da hipoglicemia de rebote ou reativa (COYLE, 1992). Além disso, a maior liberação de insulina pode elevar o catabolismo de glicogênio e inibir a lipólise, podendo ocasionar fadiga precoce e prejuízos aos atletas de atividades aeróbias de longa duração (McARDLE *et al.*, 2003).

QUADRO DE TAXA GLICÊMICA

Alto índice glicêmico	Moderado índice glicêmico	Baixo índice glicêmico
Mel, maltodextrina, glicose	Cereal All Bran	Amendoim
Arroz, abóbora, cenoura	Ameixa, pêra e pêsego	Cereja
Banana passa, mamão, manga	Laranja, milho	Feijões
Batata-inglesa e beterraba	Ervilha, iogurte natural	Figo
Cereais com açúcar	Massas integrais	Abacate
Biscoito refinado	Yakult	Leite
Bolos, pães e derivados refinados	Aveia	Lentilha
Pizza, sorvete, pipoca e uva passa	chocolate	maça

A frutose é absorvida mais lentamente em nível intestinal do que a glicose e a sacarose e, portanto, poderia ser uma alternativa para o oferecimento de carboidratos evitando-se a elevação da secreção exacerbada de insulina. Porém, observa-se que o oferecimento de frutose antes da atividade física, em alguns indivíduos, pode causar alterações gastrintestinais indesejáveis como dores abdominais, diarreia e vômitos, prejudicando a realização do exercício (McARDLE *et al.*, 2003; BACURAU, 2005). A ingestão de carboidratos durante a atividade física que dure mais que 1 hora, aumenta o rendimento e retarda a fadiga ao

exercício (McARDLE *et al.*, 2003; SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003; BACURAU, 2005).

A ingestão de carboidratos durante o exercício aeróbio prolongado de alta intensidade auxilia na manutenção da glicemia e na preservação do glicogênio muscular para a continuidade do exercício e, nos casos de provas de velocidade, para a aceleração final para o encerramento da competição (ex. maratona) (McARDLE *et al.*, 2003).

O objetivo principal da refeição pós-exercício é reabastecer a reserva muscular e hepática de glicogênio e otimizar a recuperação muscular (SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003). Durante a atividade e no período pós-exercício inicial, o músculo esquelético aumenta sua capacidade de captação de glicose sanguínea, independentemente da concentração plasmática de insulina, promovendo o reabastecimento dos estoques de glicogênio (McARDLE *et al.*, 2003). Portanto, a manutenção da glicemia durante e após o exercício, a partir da ingestão adequada de carboidratos, é fundamental para o restabelecimento da capacidade de realização do exercício (WOLINSY e HICKSON 1996; McARDLE *et al.*, 2003; SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003). Após o exercício, a reposição dos estoques de glicogênio também é favorecida pela maior sensibilidade dos receptores celulares de insulina que promovem maior influxo de glicose e pela maximização da ação da enzima glicogênio sintase (WOLINSY e HICKSON 1996).

Uma inadequada ingestão de energia bem como uma inadequada ingestão de macronutrientes pode promover alterações na composição corporal do atleta, além de levar a um baixo rendimento em treinos e competições e aumentar a predisposição a lesões musculares (KIRKENDALL, 1993).

Como o próprio nome diz, os suplementos nutricionais são produtos destinados à suprir algum nutriente em deficiência no organismo. Não se trata de alternativas de substituição de alimentação e sim de complementação. É o caso de algumas doenças, onde o organismo não consegue absorver e metabolizar nutrientes em quantidade suficiente, em casos de desnutrição ou em práticas esportivas, onde ocorrem grandes gastos energéticos e protéicos. O médico e atleta grego, Heródico (século V a. C), já defendia uma dieta apropriada para cada tipo de atividade física (WILLIAMS, 2002).

Um exemplo do engano quanto à utilização dos suplementos é o caso das vitaminas que não se processam nos níveis recomendados, além de não aprimorarem o desempenho e nem os níveis sanguíneos desses nutrientes. De acordo com Barros Neto (2001), do imenso arsenal de suplementos nutricionais à venda no mercado, o único com efeito, ergogênico comprovado

cientificamente é a creatina, que ao interagir com o treinamento promove aumento de massa muscular, alertando para o fato de que este aumento pode ser tão sedutor a ponto de as pessoas relegarem a saúde a um segundo plano.

Na antiga Grécia haviam os filósofos que se preocupavam com a alimentação correta para as mais diversas modalidades esportivas. Aqui no Brasil, desde 1990, de forma oficial, o profissional da nutrição com formação acadêmica apropriada orienta e prescreve dietas para cada situação específica. “As maiores preocupações deste profissional são com a ciência que tudo justifica quando conveniente, a indústria que oferece recursos tecnológicos mirabolantes de fácil utilização e a mídia que facilita o acesso e a divulgação” (MAESTÁ; BURINI, 2005).

A mídia, contrariando o que dispõe a legislação, faz apologia em relação a suplementos nutricionais, gerando um grande problema, demonstrando produtos associados ao sucesso que são vendidos sem nenhuma restrição. Isto acaba levando consumidores de suplementos a fazerem uso de produtos que contém efedrina, sem saberem, porque nem todos indicam a presença desta substância em sua composição. Entre os efeitos colaterais na administração de superdosagem da efedrina podemos citar a hipertensão arterial, taquiarritmias, infarto do miocárdio e morte súbita, além de relatos de miocardite associada ao uso de compostos com efedrina. Há ainda outro problema com relação aos suplementos, é o caso dos produtos importados que nem sempre seguem nossa legislação nacional quanto à rotulagem.

Outro alerta para os usuários de suplementos nutricionais e fitoterápicos é quanto a um fato extremamente importante, porém surpreendentemente ainda desconhecido para a maioria das pessoas, que é o registro no Ministério da Saúde (MS). Por vezes estes usuários acabam sendo vítimas de um dos crimes considerados mais graves que existem contra saúde pública (*Cód. Penal Art. 273 § 1º B-I*) – a venda de produtos não registrados.

Os suplementos nutricionais precisam ser autorizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001), que avalia minuciosamente cada ingrediente do produto, verifica os estudos científicos referentes aos benefícios propostos e apenas autoriza o produto para venda quando todas as exigências forem cumpridas.

Os produtos comercializados aqui no Brasil precisam ser registrados no MS. Sem esse registro esses produtos não podem entrar no país legalmente, restando assim as vias obscuras, que colocam o consumidor mais exposto aos riscos de falsificações, fato que põe em risco sua própria saúde. Para que se saiba identificar um produto registrado no MS, deve-se observar se o mesmo possui o número de registro definitivo, isso assegura que o produto cumpre com todas as exigências de segurança e eficácia. O número de registro definitivo deve ter 13

dígitos ou nove, já que o fabricante não é obrigado a colocar na embalagem os últimos quatro algarismos (ANVISA, 2001).

2.4.1 Creatina

A creatina, conhecida quimicamente como ácido-metil-guanidino acético é um composto guanidínico sintetizado endogenamente pelo fígado, rins e pâncreas. A maior parte da creatina encontra-se estocada nos músculos esqueléticos, sob a forma fosforilada ou livre. Por esse motivo, ela também pode ser obtida por meio de certos alimentos, como carne vermelha e peixes. Por meio de uma reação não enzimática, a creatina converte-se em creatinina, forma sob a qual é excretada após filtração nos túbulos renais (ARTIOLI, 2009).

O *clearance* de creatinina é o mais utilizado meio clínico de se avaliar a função renal. Por se tratar de um exame laboratorial relativamente simples, rápido e de baixo custo, ele tem sido o mais utilizado por médicos e pesquisadores que necessitam de um marcador da função renal em humanos.

Considerando que a suplementação de creatina aumenta consideravelmente o conteúdo corporal de creatina como consequência do aumento da taxa de conversão da creatina em creatinina, foi verificada uma significativa “alteração” da função renal em indivíduos que estavam suplementando. Tal alteração foi observada em exame de *clearance* de creatinina, no qual os indivíduos apresentavam aumento na taxa de excreção de creatinina, sugerindo quadro de sobrecarga renal.

Contudo, devemos estar atentos a este tipo de resultado. O *clearance* de creatinina é um exame altamente dependente da quantidade de creatinina formada. Uma vez que a suplementação de creatina naturalmente aumenta a quantidade de creatinina formada, devem ser utilizados marcadores da função renal não-dependentes de creatinina. Dois exames podem ser citados: cistatina-C e o *clearance* de inulina.

Recentemente, Gualano et al. (2007) avaliou a suplementação crônica (3 meses) de altas doses de creatina sobre a função renal de indivíduos saudáveis e sedentários. Esses pesquisadores avaliaram a função renal por meio do *clearance* de creatinina e também pelo método da Cistatina-C. Eles observaram aumento da taxa de excreção de creatinina (sugestivo de sobrecarga renal). Todavia, a Cistatina-C (método independente de creatinina) não mostrou nenhuma alteração na função renal.

Esses dados permitem afirmar que estudos sobre creatina e função renal não devem utilizar o somente o *clearance* de creatinina como método de avaliação da função renal. Pelo menos em sujeitos saudáveis, a suplementação por três meses de creatina não provocou nenhuma alteração na função renal. É preciso, ainda, que outros estudos sejam conduzidos e que, de preferência, a função renal seja avaliada pelo *clearance* de inulina, método considerado padrão-ouro na avaliação da função renal, mas pouco utilizado devido ao alto custo e pela invasividade ao sujeito (ARTIOLI, 2009).

Não se pode, entretanto, desconsiderar que a suplementação de creatina tenha algum efeito prejudicial em indivíduos com algum tipo de nefropatia pré-existente. Atualmente, as evidências científicas só permitem afirmar que sujeitos saudáveis suplementados por três meses não apresentam prejuízo da função renal.

2.4.2 Ácidos Graxos

Os ácidos graxos (AG) são importante fonte de energia nos exercícios de intensidade leve, moderada e, principalmente, naqueles de duração prolongada. Existem boas fontes de ácidos graxos essenciais. Podemos citar o óleo de peixe ômega 3(uma gordura boa e saudável. Como a maioria das pessoas segue uma dieta deficiente em “gorduras boas”, um consumo maior de ômega-3 está sendo muito procurado por aqueles que procuram melhorar a saúde e a performance), óleo de linhaça(o óleo de semente de linho é um ácido graxo essencial que oferece vários benefícios para a saúde) e o óleo de fígado de bacalhau(ótima fonte de ácidos graxos essenciais)

O treinamento ao exercício aeróbico induz a adaptações que possibilitam maior aproveitamento dos AG como fonte de energia, ao mesmo tempo em que o glicogênio muscular é preservado. O CK é uma etapa limitante para a utilização de AG pelo músculo esquelético. No tecido muscular, este ciclo apresenta perda contínua de carbonos com a formação de glutamina e citrato. Desta maneira, um passo chave para a manutenção do fluxo de metabólicos pelo CK é a formação de oxalacetato a partir do piruvato pela piruvato carboxilase. Quando o glicogênio muscular está depletado, o que ocorre após período prolongado de esforço físico, forma-se pouco piruvato. Assim, o aumento no suplemento de

AG para o músculo esquelético pelo uso de drogas lipolíticas ou dietas não resulta necessariamente em aumento na oxidação de AG e produção de ATP. O piruvato gerado a partir de glicose e glicogênio é transportado para o interior da mitocôndria. Nesta, o piruvato é convertido em oxaloacetato via piruvato carboxilase e em acetil-CoA via piruvato desidrogenase. O acetil-CoA é também proveniente da β -oxidação de ácidos graxos. O acetil-CoA e o oxaloacetato geram citrato pela citrato sintetase. O citrato proveniente do ciclo de Krebs é parcialmente transportado para o citossol. O oxoglutarato é convertido em glutamato e este em glutamina. Assim, nesses dois mecanismos, há perda contínua de esqueletos de carbono do ciclo de Krebs. Com isso, conclui-se que a geração de oxaloacetato é uma etapa importante para manter a atividade deste ciclo.

O exercício físico demanda intenso consumo de trifosfato de adenosina (ATP) que pode aumentar em dezenas de vezes dependendo da intensidade e duração do esforço. Nos músculos esqueléticos, há sistemas muito eficientes que possibilitam a ressíntese constante do ATP que está sendo utilizado para a contração muscular. Estes sistemas são os da fosfocreatina, glicólise e o da fosforilação oxidativa. Este último é o mais complexo e depende da utilização do oxigênio. Tem como característica baixa taxa de produção, porém, capacidade praticamente ilimitada, sendo apto a fornecer energia para a ressíntese de ATP, principalmente em esforços de longa duração com intensidades leve ou moderada. Nesta condição, o glicogênio é preservado havendo maior utilização de ácidos graxos (AG) como substratos energéticos (WEGENER, 1996).

O estoque de glicogênio muscular é suficiente para pouco mais de uma hora de esforço de intensidade moderada, fazendo com que os músculos dependam também da captação de glicose circulante para manter a contração. Por sua vez, a manutenção da glicemia é fundamental, principalmente para preservar a função cerebral, durante exercícios prolongados no qual se observa diminuição da glicemia para até $40\text{-}50\text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, levando o indivíduo à exaustão. Por isso, ajustes ocorrem com o treinamento para aumentar a eficiência na mobilização dos AG a partir do tecido adiposo, que é um estoque abundante (IVY, 1980).

Os músculos podem usar ácidos graxos, corpos cetônicos e glicose como combustível, dependendo da intensidade da atividade muscular. No músculo em repouso, os combustíveis principais são os ácidos graxos do tecido adiposo e os corpos cetônicos gerados no fígado. Eles são oxidados e degradados em acetil-CoA, que entra no ciclo do ácido cítrico para oxidação até CO_2 . A resultante transferência de elétrons para o O_2 fornece energia para a síntese do ATP, pela fosforilação oxidativa. Músculos moderadamente ativos usam a glicose sanguínea além dos ácidos graxos e corpos cetônicos. A glicose é fosforilada, depois

degradada pela glicólise até piruvato, que é convertido em acetil-CoA e oxidado através do ciclo do ácido cítrico (CK). Entretanto, nos músculos excessivamente ativos, a demanda para o ATP é tão grande que o fluxo sanguíneo não consegue fornecer O_2 e combustível suficientes para produzir o ATP necessário apenas através da respiração aeróbica. Os músculos esqueléticos contém consideráveis quantidades de fosfocreatina, que regeneram rapidamente o ATP a partir do ADP, pela reação da creatina cinase. Durante os períodos de contração ativa e glicólise, esta reação prossegue predominantemente na direção da síntese do ATP, mas, durante a recuperação do esforço, a mesma enzima é usada para ressintetizar a fosfocreatina a partir da creatina à expensa do ATP.

Essa preferência dos músculos esqueléticos pelos AG é muito importante em exercícios físicos de longa duração, já que os lipídios armazenados no organismo na forma de triacilglicerol (TG) representam o principal estoque de energia disponível. Por outro lado, o glicogênio, imprescindível durante o exercício físico, possui um estoque relativamente limitado, que necessita ser preservado para continuar sendo utilizado concomitantemente aos AG, porém, em menor proporção, até o final do esforço (LEECH, 1983).

As reservas de TG estão estocadas principalmente no tecido adiposo (~ 17 500 mmol em um homem adulto, magro), músculo esquelético (~ 300 mmol) e plasma (~ 0,5 mmol). O total de energia estocado na forma de TG é cerca de 60 vezes maior que aquele como glicogênio. Desta forma, a oxidação dos AG durante o exercício possibilita manter a atividade física por períodos mais prolongados e retarda a depleção do glicogênio e a hipoglicemia (CURI, 2003).

Segundo Newsholme (1996), nos exercícios físicos de longa duração, é imprescindível que a utilização do estoque abundante de TG/AG seja a maior possível para que a quebra do glicogênio muscular e a oxidação de glicose circulante sejam mínimas. A hipótese que parece melhor explicar esse “desvio” do metabolismo dos carboidratos para os lipídios é o ciclo de Randle. Com o aumento da disponibilidade de AG, há maior oxidação deste, diminuindo paralelamente à degradação de glicogênio e à utilização de glicose. Os AG desempenham, assim, papel crítico na manutenção da atividade física e, por isso, uma etapa limitante desta atividade é a lipólise. A lipólise é a hidrólise enzimática dos triglicerídeos que ocorre através da ação de lipases, liberando ácidos graxos para serem exportados para outros tecidos onde eles são necessários como combustível.

2.4.3 Suplementação com ácidos graxos e facilitadores de sua utilização

A manipulação da dieta e suplementação com certos tipos de lipídios ou outros agentes que estimulam a lipólise e oxidação dos AG vem sendo estudadas como estratégia para melhorar o desempenho no exercício.

Hagerman sugeriu que uma manipulação dietética no sentido de aumentar o fornecimento de lipídios, pode ser benéfica para indivíduos treinados, pois aumenta os estoques intramusculares de TG (triglicerídeos). Dietas ricas em gorduras apresentam resultados controversos; em alguns casos apontando aumento e em outros, diminuição do desempenho físico, em comparação com dietas balanceadas ou ricas em carboidratos. Dietas ricas em lipídios aumentam a atividade da LPL (lipoproteína lipase), que catalisa a degradação do TG circulante, aumentando a disponibilidade de AG para os músculos ativos. No entanto, o exercício agudo por si só estimula a LPL. Também se menciona que há elevada metabolização de TG durante o exercício de intensidade de 60-80% $VO_{2máx}$. (volume máximo de oxigênio que o nosso corpo consegue captar do ar que está dentro dos pulmões e levar até os tecidos através do sistema cardiovascular para usar na produção de energia, numa unidade de tempo) após o consumo de dietas ricas em gordura por apenas alguns dias. Entretanto, este pode simplesmente resultar de um efeito da diminuição na disponibilidade de carboidratos.

Há consenso, contudo, de que o desempenho no exercício aumenta após consumo de uma dieta rica em lipídios seguida pelo consumo de uma dieta rica em carboidratos três dias antes do esforço físico. Esta é a dieta de supercompensação, proposta por Bergström et al. (1967) há mais de 30 anos e está mais diretamente relacionada ao aumento da disponibilidade de glicogênio muscular do que da utilização dos AG. Portanto, a falta de carbonos devido à depleção de glicogênio é mais importante como indicador de exaustão que a oferta de AG ao tecido muscular.

No início da década de 1980, Ivy et al. (2001) compararam o efeito de 30 g de TG de cadeia média (TCM) com a mesma quantidade de TG de cadeia longa (TCL), em humanos, administrados juntamente com carboidratos durante exercício de uma hora a 70% do $VO_{2máx}$. Verificou-se uma contribuição para o metabolismo energético de 37% dos TCM e 39% dos TCL. Esses valores estão abaixo daqueles da contribuição dos lipídios durante a realização do exercício em jejum que é de 49%. Nesse caso, a suplementação com TCM e TCL provavelmente não aumentou a proporção de lipídios metabolizados.

Os autores deste trabalho acreditam que a capacidade do músculo esquelético para oxidar AG apresenta relação íntima com a oferta e metabolização de glicose quer seja esta proveniente do plasma ou da degradação do glicogênio muscular. Assim, a oxidação de AG para ser máxima requer metabolização de glicose em taxas apropriadas. Situações de oferta muito elevada ou muito diminuída de glicose levam à redução da oxidação de AG por mecanismos distintos. Durante períodos de alta ingestão de carboidratos, o tecido adiposo pode converter a glicose através do piruvato e acetil-CoA em ácidos graxos, a partir dos quais os triglicerídeos são sintetizados e armazenados como grandes glóbulos gordurosos. No homem, entretanto, a maior parte da síntese dos ácidos graxos ocorre nos hepatócitos e não nos adipócitos. Os adipócitos armazenam os triglicerídeos que chegam do fígado e do trato intestinal, particularmente após refeições ricas em gorduras.

2.4.4 Carboidratos

Os carboidratos são compostos orgânicos que consistem de carbono, hidrogênio e oxigênio. Em termos nutricionais são substâncias presentes nos alimentos considerados energéticos. Variam de açúcares simples contendo de três a sete átomos de carbono até polímeros muito complexos.

Os monossacarídeos são aldeídos ou cetonas derivados de poliidroxiálcoois de cadeia linear contendo pelo menos três átomos de carbono. Eles são classificados de acordo com a natureza química de seu grupo carbonila e pelo número de seus átomos de carbono. Se o grupo carbonila for um aldeído, o açúcar será uma aldose. Se o grupo carbonila for uma cetona, o açúcar será uma cetose. O monossacarídeo mais abundante da natureza é a D-glicose, o açúcar com seis átomos de carbono na molécula. Os monossacarídeos menores, com três átomos de carbono, são as trioses. Aqueles com quatro, cinco, seis, sete ou mais átomos de carbono são respectivamente, tetroses, pentoses, hexoses, heptoses, etc. Os monossacarídeos mais abundantes nos alimentos, principalmente em suco de frutas, são a D-glicose e D-frutose. A glicose é o monossacarídeo mais importante, ela pode ser estocada sob a forma de glicogênio (músculo e fígado de animais e em microorganismos) ou amido (vegetais) e é o açúcar oxidado preferencialmente por todos os tipos de células para a produção de energia.

A glicose, também chamada dextrose, é composta de uma cadeia de seis átomos de carbono ligados a seis átomos de oxigênio e a doze átomos de hidrogênio. A fórmula química

que representa esta molécula é $C_6H_{12}O_6$. Dois outros carboidratos comumente conhecidos têm a mesma fórmula química da glicose. Um é a frutose, o mais doce dos açúcares simples, presente em muitas frutas e também no mel; o outro é a galactose, produzido nas glândulas mamárias dos mamíferos. Coletivamente, estes três açúcares são conhecidos como monossacarídeos, porque cada molécula deles contém somente um grupo de seis carbonos de açúcar. O organismo facilmente converte ambos, frutose e galactose, em glicose.

A união de duas moléculas de açúcar simples forma um açúcar duplo ou dissacarídeo; sacarose, maltose e lactose são seus exemplos. A sacarose, que é o açúcar comum de mesa, formado de glicose e frutose, é encontrada principalmente no açúcar da cana e da beterraba.

Os polissacarídeos consistem de longas cadeias contendo centenas ou milhares de unidades de monossacarídeos. Alguns como a celulose, ocorrem em cadeias lineares, enquanto outros, como o glicogênio, têm cadeias ramificadas. Os polissacarídeos mais comuns são o amido, celulose e glicogênio.

O amido é um polissacarídeo que possui fórmula de $(C_6H_{10}O_5)_n$ e tem massa molecular entre 60.000 e 1.000.000. Ele é formado pela mistura de dois polissacarídeos, sendo o primeiro um polímero ramificado (amilopectina) e o outro um linear (amilose). É encontrado freqüentemente nos vegetais para ser usado como reserva energética: em cereais (arroz, milho trigo, etc.) e em raízes (batata, mandioca, etc.). Sua função, portanto é análoga ao glicogênio dos animais.

A celulose é outra forma de polissacarídeo vegetal. Ela constitui a parte fibrosa ou estrutural das plantas e se encontra nas folhas, hastes, raízes, sementes e cascas de frutos. Como a celulose é resistente às enzimas digestivas humanas, sua maior função é fornecer "massa" aos resíduos alimentares no intestino delgado. As fibras esfareladas do trigo, por exemplo, podem reter cinco vezes seu peso em água, enquanto as fibras da cenoura podem absorver cerca de 25 vezes o seu peso. Esta massa na refeição ajuda o funcionamento gastrointestinal e é capaz de reduzir, através de mecanismos ainda inexplicados, as possibilidades de contrair graves doenças do intestino grosso na vida futura.

O glicogênio, ou amido animal, é também uma molécula muito grande. Enquanto o amido é formado por dois tipos de polímeros, um ramificado e um linear, o glicogênio é formado somente pelo polímero ramificado. Seu tamanho varia de umas poucas centenas a dez mil ou mais moléculas de glicose unidas. O glicogênio não está presente em grande quantidade nos alimentos que ingerimos. Contudo, quando a glicose entra nos músculos e no fígado ela é captada e estocada, para uso posterior como glicogênio. Aproximadamente 375 a 475 g de glicogênio são estocados, principalmente nos músculos e fígado. O processo da

transformação da glicose em glicogênio é conhecido como glicogênese. Quando a glicose é solicitada como fonte de energia, o glicogênio no fígado é reconvertido em glicose e transportado no sangue para uso no trabalho muscular. O termo glicogenólise é usado para descrever este trabalho de reconversão.

Quando o glicogênio é esgotado através da restrição na dieta ou do exercício, a síntese da glicose, vinda dos componentes estruturais de outros nutrientes, especialmente proteínas, tende a aumentar. Este processo é denominado gliconeogênese. Por esta razão, uma adequada ingestão de carboidratos deve ser mantida, especialmente por pessoas ativas ou sob dieta de baixa caloria para perda de peso. Os hormônios, especialmente a insulina, desempenham importante papel na regulação dos estoques do glicogênio muscular e hepático, controlando o nível do açúcar circulante no sangue.

Como os carboidratos no organismo funcionam primariamente na forma de glicose, sendo a maior fonte de energia, a glicose é indispensável para manter a integridade funcional do tecido nervoso e, sob circunstâncias normais, é a única fonte de energia para o cérebro.

Os alimentos do grupo amido, dextrina e os da celulose pertencem ao grupo dos carboidratos complexos. Os alimentos do grupo amido e dextrina estão presentes nas verduras e legumes do tipo tubérculo – batata, mandioca, cará – e nos cereais e seus derivados – farinhas, massas, e pães. Já os da celulose estão presentes nos talos e nas folhas dos vegetais. Lembrando que a celulose não é fonte de carboidrato assimilável. No grupo dos carboidratos simples se encontram os açúcares, como a glicose (vinda da cana-de-açúcar, das frutas, do mel e do xarope de alguns cereais), a frutose (também presente nas frutas e no mel), a sacarose (que está no açúcar branco, no mel e em alguns vegetais como a beterraba), a maltose (mel) e a lactose (do leite). Podem ser classificados ainda de forma funcional, em alto, moderado e baixo índice glicêmico, expressando os efeitos de vários alimentos na elevação da glicemia (AOKI, 2002).

A diferença entre carboidratos simples e complexos está na sua estrutura molecular. Os simples, como o nome já diz, são formados por um número menor de monômeros. Isso significa que eles são absorvidos pelo organismo mais rapidamente. Por isso, é uma fonte de energia instantânea. Esse processo é mais demorado nos carboidratos complexos – formados por um número maior de monômeros – porque sua estrutura precisa ser quebrada em partes menores para conseguirem passar pelas membranas das células do corpo e serem absorvidas.

Pelo fato dos carboidratos simples serem uma fonte instantânea de energia e por serem rapidamente absorvidos os atletas usam uma pequena quantidade que já é suficiente para acabar com a fome, a tontura e o cansaço. Quem se exercita queima seu estoque de energia

muito mais rápido, principalmente em provas de longa duração como a maratona, o triathlon, entre outros. É por isso que os atletas costumam se alimentar de carboidratos antes ou durante uma atividade física, preferindo massas, barra de cereais, líquidos isotônicos, frutas ou chocolate. Esses tipos de alimentos fornecem altas doses de glicose. Ingerir alimentos ricos em carboidratos também é a única forma de repor o glicogênio que é gasto nos exercícios, além de ser fundamental para “formar” ou “reformatar” os músculos. Como já foi dito antes, o carboidrato é a principal fonte de energia para um atleta. O consumo adequado de carboidratos é fundamental para a manutenção dos estoques de glicogênio durante o treinamento intenso, uma vez que há uma grande redução desses estoques após sessões de treinamento ou um jogo. O consumo e a quantidade de carboidrato ingerida na dieta são muito importantes para a recuperação do glicogênio muscular pós-treinos e jogos (MAUGHAN, 1997).

O glicogênio muscular e o glicogênio hepático são as principais fontes de energia para o exercício intermitente, e o surgimento da fadiga está associado à depleção desses estoques. Vários fatores influenciam a depleção do glicogênio muscular como a intensidade do exercício, condicionamento físico, modalidade praticada, temperatura ambiente e dieta pré-exercício (EKBLÖM, 1993). A ingestão de carboidrato deve ser iniciada imediatamente após o treinamento ou após a competição para maximizar a velocidade de reposição, sendo muito importante quando o treinamento é intenso e/ou quando os jogos são próximos. Um fator importante para determinar o efeito e a eficiência do consumo de carboidratos no desempenho físico é o período em que são ingeridos. São considerados três períodos: antes, durante e após o exercício (MAUGHAN, 2004).

A concentração inicial de glicogênio muscular e o tempo de realização do exercício físico estão diretamente relacionados, e dependem do tipo de dieta consumida antes do exercício (BERGSTROM, 1967). Uma dieta deficiente em carboidratos depleta rapidamente o glicogênio muscular e hepático, afetando profundamente a capacidade de realizar um exercício anaeróbio de alta intensidade e um exercício aeróbio de longa duração. Uma redução nas reservas de glicogênio e nos níveis plasmáticos de glicose aciona a síntese de glicose a partir tanto de aminoácidos quanto da porção glicerol da molécula de triglicerídeo, como opção metabólica para aumentar a disponibilidade de carboidratos. Este processo pode reduzir de maneira significativa a massa muscular, produzindo uma carga de soluto, sobrecarregando os rins, que deverão excretar uréia, que é o co-produto do fracionamento das proteínas (McARDLE, KATCH e KATCH, 2001).

Há muitos anos a importância dos carboidratos como substrato energético para a contração muscular é bem reconhecida (LANCHA JUNIOR, 2002). A forma como os músculos utilizam os carboidratos disponíveis, e a proporção na qual ele contribuirá para o total de energia gasta, dependerá de vários fatores, entre eles, a intensidade e a duração do exercício, o estado nutricional e as características biológicas e fisiológicas dos indivíduos (MAUGHAN, 2004). Segundo Aoki (2002), alguns estudos sugerem um consumo absoluto de carboidratos, enquanto outros recomendam o consumo relativo ao peso corpóreo do indivíduo. Para Maughan, (2004), os praticantes de esporte devem pensar nos carboidratos em gramas por quilograma de peso corporal, ao invés de porcentagem de caloria total ingerida.

Para o treinamento intenso a recomendação é de 6 a 10g/kg/peso corporal (MAUGHAN, 2004), recomenda para otimizar a recuperação muscular, de 5 a 8g/kg/peso corporal/dia, e para atividade de longa duração e/ou treinos intensos até 10g/kg/peso corporal/dia. Na maioria das vezes, os jogadores de futebol apresentam-se subnutridos em relação a ingestão de carboidratos. No início do jogo, as concentrações de glicogênio muscular já estão abaixo do normal (Lancha Jr, 2004).

2.4.5 Lipídeos

Os lipídeos desempenham funções importantes no organismo como constituintes de membranas, isolantes térmicos e o armazenamento e fornecimento de grandes quantidades de energia potencial para o trabalho biológico.

A utilização de lipídeos como fonte energética ao exercício é influenciada, especialmente, pelo aumento do fluxo sanguíneo ocasionado pela atividade física, com conseqüente liberação de ácidos graxos pelo tecido adiposo e pela depleção das reservas corporais de carboidratos.

Além disso, a intensidade do exercício determina a participação dos lipídeos como substrato energético. Os lipídeos armazenados representam o substrato energético ideal para o exercício prolongado, leve a moderado, em metabolismo aeróbio, sendo que os ácidos graxos (principalmente circulantes) podem suprir até 80% das necessidades energéticas nestas atividades (SEELAENDER e BELMONTE, 1998).

O treinamento e condicionamento físicos regulares podem aprimorar a utilização dos ácidos graxos de cadeia longa resultantes da hidrólise dos triglicerídeos presentes no tecido muscular, aumentando desta forma a capacidade oxidativa para gorduras, em exercícios

brandos a moderados. Os indivíduos treinados, dessa forma, apresentam maior capacidade de poupar glicogênio muscular e de retardar a queda de desempenho e a fadiga muscular.

Além de participar como substrato energético, os lipídeos também são importantes na função de proteger os órgãos vitais e articulações, reduzindo o impacto negativo de possíveis traumatismos durante treinamentos e competições, especialmente no caso de atletas. Os lipídeos também atuam como isolantes térmicos, principalmente no caso de atletas envolvidos em atividades em ambientes frios, como nadadores e mergulhadores.

Dietas restritas em lipídeos podem ocasionar hipovitaminoses e as suas conseqüências, uma vez que os lipídeos são o meio de transporte para as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K, envolvidas nos processos metabólicos. Por outro lado, o elevado consumo de lipídeos pode significar um déficit na ingestão de carboidratos, o que pode representar menores quantidades de glicogênio e perda de performance. A recomendação nutricional para atletas segue a mesma da população geral, não devendo ultrapassar 30% do valor calórico total; onde os ácidos graxos essenciais devem contribuir com 8 a 10g/dia (MAUGHAN, 2004).

2.4.6 Proteínas

As proteínas são formadas por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, juntamente com enxofre, fósforo e em alguns casos, ferro (heme) (WILLIAMS, 2002). As proteínas são sintetizadas a partir de vinte tipos diferentes de aminoácidos que se unem através de ligações peptídicas para formar as proteínas corporais (TIRAPEGUI, 2005). Os aminoácidos são conhecidos como essenciais e não essenciais. Os aminoácidos essenciais (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, histidina e valina), não são sintetizados pelo organismo, logo, devem provir da alimentação. Já os aminoácidos não essenciais (alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutâmico, glutamina, glicina, prolina, serina e tirosina), podem ser sintetizados pelo organismo a partir de outros compostos (WILLIAMS, 2002).

A síntese protéica depende da disponibilidade de aminoácidos apropriados. As proteínas completas, conhecidas como de alta qualidade, são encontradas em alimentos que contêm todos os aminoácidos essenciais na quantidade e proporções corretas para manter o equilíbrio nitrogenado. Já as proteínas incompletas ou de baixa qualidade, não possuem um ou mais aminoácidos essenciais (KATCH e KATCH, 2001).

A partir dos anos 1970 e 1980, renovou-se o interesse na tendência de que a prática de exercícios afeta o metabolismo de proteínas/aminoácidos, e sua contribuição durante o exercício prolongado. As recomendações nutricionais para atletas ficam entre 1,2 a 1,6g/kg de peso corporal/dia para atletas resistência de 1,4 a 1,8g/kg peso corporal/dia para atletas de força (CARVALHO, 2003). Estes valores seriam suficientes para manter o balanço nitrogenado positivo, ou seja, quando a ingestão de proteína é consumida em quantidade adequada. Do contrário, se a ingestão for menor que o gasto ocorre um balanço nitrogenado negativo (catabolismo).

O excesso de proteínas na dieta não traz benefícios, mas também não costuma ser prejudicial. Os aminoácidos em excesso são usados como fontes de energia, e o conteúdo de nitrogênio e enxofre são excretados. Indivíduos que apresentam história de problemas no fígado ou comprometimento na função renal devem tomar cuidado para não ultrapassarem a capacidade de funcionamento desses órgãos (MAUGHAN, 2004). A oxidação de aminoácidos aumenta o risco de desidratação por causa da necessidade da diluição de seus metabólitos, excretados na urina.

2.4.7 Vitaminas

Vitaminas são compostos orgânicos essenciais para a realização de reações metabólicas específicas e não podem ser sintetizadas pelos tecidos humanos a partir de simples metabólitos (ROGERO et al., 2005). As vitaminas não são fontes de energia para o exercício, porém, participam dos processos metabólicos de forma importante, especialmente na regulação das reações de produção de energia, de síntese e degradação de compostos.

O metabolismo aeróbio é extremamente regulado pelas vitaminas hidrossolúveis, como, por exemplo, a atuação das vitaminas do Complexo B como co-fatores na mobilização e utilização dos carboidratos nos processos de oxidação (McARDLE et al., 2003).

Outras vitaminas muito estudadas por suas funções metabólicas são as vitaminas antioxidantes, especialmente as vitaminas C, E, e β -caroteno (WITT et al., 1992; SINGH, 1992; McARDLE et al., 2003; BACURAU e ROSA, 2004; BACURAU, 2005). Essas substâncias atuam como supressores de radicais livres, que podem ser definidos como qualquer espécie química capaz de existir independentemente e que contenha um ou mais elétrons livres. Estes compostos são altamente reativos, sendo responsáveis por processos de destruição celular (GOMES e TIRAPEGUI, 2002; McARDLE et al., 2003; BACURAU,

2005). Os radicais livres, quando produzidos em excesso, podem causar sérios danos aos tecidos e doenças como câncer, enfermidades cardiovasculares, diabetes mellitus, entre outras (BACURAU, 2005).

Durante o exercício físico, a produção de radicais livres é acentuada, especialmente devido à utilização do oxigênio das reações oxidativas para produção de energia (WITT et al., 1992). Nos exercícios anaeróbios intensos, a produção aumentada de radicais livres parece estar associada a maior produção de íons de hidrogênio (GOMES e TIRAPEGUI, 2002), além da redução do fluxo sanguíneo aos tecidos, seguida da reperfusão (BACURAU, 2005). Além disso, acredita-se que o aumento da produção dos radicais livres também possa ser influenciado por outras situações advindas da atividade física como a hipertermia aumento de catecolaminas circulantes, aumento na produção de ácido lático e elevação da auto-oxidação de hemoglobina (BACURAU e ROSA, 2004; BACURAU, 2005).

É importante que a dieta de indivíduos que praticam exercícios físicos contenha quantidades adequadas de vitaminas, em especial do Complexo B, A, β -caroteno, E e C, que atuam como antioxidantes e ajudam a evitar possíveis lesões teciduais ocasionadas pelo aumento dos radicais livres.

As carências de vitaminas têm impacto bastante negativo sobre o desempenho de atletas. A deficiência de vitaminas do Complexo B na dieta pode ocasionar o comprometimento do funcionamento de metabolismo energético, além de prejuízos à função neuromotora, ocasionando fadiga, dores musculares, náuseas, anorexia, depressão e queda de performance (GOMES e TIRAPEGUI, 2002).

A baixa ingestão de vitamina A e de outros antioxidantes, além de agravar os danos causados pelos radicais livres, também pode ocasionar prejuízo da função imunológica, predispondo o indivíduo às infecções (GOMES e TIRAPEGUI, 2002).

A suplementação vitamínica, tanto daquelas pertencentes ao Complexo B quanto das chamadas antioxidantes tem sido bastante pesquisada. Alguns estudos demonstram que a suplementação das vitaminas C e E é capaz de prevenir as lesões celulares, atuando na manutenção da integridade das membranas e na supressão dos radicais livres (BACURAU e ROSA, 2004; BACURAU, 2005). Porém, a maioria dos estudos mostra que a suplementação vitamínica não é capaz de aprimorar o desempenho ao exercício físico e nem o potencial de suportar níveis mais intensos de treinamentos (APPLEGATE e GRIVETTI, 1997).

O aumento do aporte energético e de macronutrientes para a prática do exercício geralmente ocasiona um aumento concomitante da ingestão de vitaminas, o que seria mais um fator na falta de justificativas para a suplementação nutricional (AMERICAN DIETETIC

ASSOCIATION, 1993; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000; McARDLE et al. 2003; SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003).

Considera-se que, para atletas em treinamento intenso, apesar de existirem poucas evidências científicas, o consumo de 500 a 1.500mg/dia de vitamina C e de vitamina E seriam importantes aliados para a preservação do funcionamento adequado do sistema imunológico e para abrandar efeitos deletérios causados pelo aumento dos radicais livres (SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003).

2.4.8 Minerais

Os minerais, assim como as vitaminas, são elementos essenciais à manutenção dos processos metabólicos fazendo parte de algumas enzimas e de hormônios que regulam a atividade fisiológica. Nas reações de produção de energia, os minerais modulam o catabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos. Além disso, os minerais atuam na manutenção das estruturas celulares e teciduais e estão envolvidos na contração muscular e na resposta nervosa (McARDLE et al., 2003).

As deficiências de minerais não são raras nas populações. A deficiência de cálcio pode levar à desmineralização óssea e conseqüente osteoporose, que predispõe o sistema ósseo às fraturas e é mais comum em mulheres após a menopausa e atletas mirins ou jovens em treinamento extenuante (McARDLE et al., 2003). Além disso, uma baixa ingestão de cálcio pode prejudicar o desempenho de atletas, uma vez que este micronutriente é essencial para o processo de contração muscular (GOMES e TIRAPEGUI, 2002). O maior interesse na suplementação de cálcio para atletas é a preservação da massa óssea, principalmente, em mulheres. No entanto, não há consenso sobre a suplementação de cálcio para essa finalidade.

O ferro é o mineral que participa da composição da hemoglobina (85% do ferro funcional) e da mioglobina (12% do ferro funcional), presentes no sangue e nos músculos, respectivamente (McARDLE et al., 2003). A deficiência na ingestão de alimentos fontes de ferro pode levar à anemia ferropriva e ocasionar diminuição do rendimento esportivo dos atletas devido à sintomas como fadiga, sonolência e falta de concentração.

Os treinamentos freqüentes ocasionam adaptações hemodinâmicas como o aumento do volume plasmático e conseqüentemente, ocorre a hemodiluição. Desta forma, o diagnóstico de anemia ferropriva baseado apenas na contagem de hemáceas poderia estar equivocado, sendo importante a avaliação dos níveis séricos de ferritina, que representa as reservas teciduais de ferro (GOMES e TIRAPEGUI, 2002).

Atletas do sexo feminino parecem ser mais suscetíveis às carências de minerais, especialmente quando em dietas de restrição calórica, o que pode ocasionar além de osteopenia e osteoporose, a anemia e a amenorréia (a ausência da menstruação), provocando queda do desempenho em treinamentos e competições (McARDLE et al., 2003).

O cromo é um oligomineral extremamente importante para o metabolismo de carboidratos e de lipídeos, sendo responsável pela manutenção das funções da insulina e estimulando a síntese protéica (WEAVER e RAJARAM, 1992; McARDLE et al., 2003; SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003).

Minerais como zinco, cobre, manganês e selênio atuam como antioxidantes ou fazem parte de compostos antioxidantes que combatem a produção aumentada de radicais livres (GOMES e TIRAPEGUI, 2002). Além da função antioxidante, o zinco é componente da desidrogenase láctica, da superóxido dismutase e da anidrase carbônica, enzimas que estão relacionadas à produção de energia, crescimento e reparo de tecidos (McARDLE et al., 2003).

As recomendações nutricionais atuais indicam que uma ingestão de ao menos 1.000 mg/dia de cálcio deve ser atingida para que seja evitada uma possível deficiência do mineral. No caso do ferro, recomenda-se uma ingestão de 15 mg/dia para mulheres e 10 mg/dia para os homens, sendo que para gestantes a recomendação passa a 30 mg/dia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003). Para os demais minerais, são recomendados os valores propostos nas IDR – Ingestão Diária Recomendada (AMAYAFARFAN et al., 2001).

2.4.9 Repositores Hidroeletríficos

A temperatura ambiente é o principal fator que pode influenciar no desempenho físico. A combinação de temperatura ambiente elevada com o aumento da temperatura corporal provocado pelo metabolismo do exercício pode afetar os suprimentos de água e de eletrólitos do organismo e o controle da temperatura corporal, prejudicando a desempenho e em situações mais extremas tendo conseqüências fatais (WILLIAMS, 2002).

A manutenção do estado de hidratação e a restauração do equilíbrio hidroeletrólítico após o exercício é fundamental para o desempenho. Nos treinos a perda de líquidos pode chegar a dois litros por hora, mesmo em temperaturas não muito elevadas (MAUGHAN, 2004).

O consumo adequado de líquidos antes, durante e após o exercício é uma prática nutricional extremamente importante para maximizar o desempenho e proteger a saúde e o bem estar do atleta (MURRAY, 2000).

O American College of Sports Medicine (1996, 2000), recomenda que os líquidos sejam oferecidos em baixa temperatura, aromatizados para aumentar a palatabilidade e a ingestão voluntária, que contenham carboidrato para aumentar o desempenho e cloreto de sódio para promover a reidratação.

“Para garantir que o indivíduo inicie o exercício bem hidratado, recomenda-se que ele beba cerca de 250 a 500 mL de água duas horas antes do exercício. Durante o exercício recomenda-se iniciar a ingestão já nos primeiros 15 minutos e continuar bebendo a cada 15 a 20 minutos. O volume a ser ingerido varia conforme as taxas de sudorese, na faixa de 500 a 2.000 mL/hora (CARVALHO, 2003)”.

Os exercícios que ultrapassam mais de uma hora de duração, a recomendação é de beber líquidos que contenham de 0,5 a 0,7 g/L de sódio e carboidrato na quantidade de 30 a 60 g/hora (CARVALHO, 2003).

3. ESTERÓIDES ANABOLIZANTES

Os esteróides androgênicos anabólicos (eaa ou aas - do inglês anabolic androgenic steroids), também conhecidos simplesmente como anabolizantes, são uma classe de hormônios esteróides naturais e sintéticos que promovem o crescimento celular e a sua divisão, resultando no desenvolvimento de diversos tipos de tecidos, especialmente o muscular e o ósseo. São substâncias geralmente derivadas do hormônio sexual masculino, a testosterona, e podem ser administradas principalmente por via oral ou injetável. Atualmente não são utilizados somente por atletas profissionais, mas também por pessoas que desejam uma melhor aparência estética, inclusive adolescentes. Os diferentes esteróides androgênicos anabólicos têm combinações variadas de propriedades androgênicas e anabólicas. Anabolismo é o processo metabólico que constrói moléculas maiores a partir de outras menores.

Os esteróides anabólicos foram descobertos nos anos 1930 e têm sido usados desde então para inúmeros procedimentos médicos incluindo a estimulação do crescimento ósseo, apetite, puberdade e crescimento muscular. Podem também ser usados no tratamento de pacientes submetidos a grandes cirurgias ou que tenham sofrido acidentes sérios, situações que em geral acarretam um colapso de proteínas no corpo. O uso mais comum de esteróides anabólicos é para condições crônicas debilitantes, como o câncer e a aids. Os esteróides anabólicos podem produzir inúmeros efeitos fisiológicos incluindo efeitos de virilização, maior síntese protéica, ganho de massa muscular, aumento de força, apetite e crescimento ósseo. Os esteróides anabolizantes também têm sido associados a diversos efeitos colaterais quando forem administrados em doses excessivas e esses efeitos incluem a elevação do colesterol (aumenta os níveis de LDL e diminui os de HDL), acne, pressão sanguínea elevada, hepatotoxicidade e alterações na morfologia do ventrículo esquerdo do coração.

Hoje os esteróides anabólicos são controversos por serem muito difundidos em diversos esportes e possuírem efeitos colaterais. Enquanto há diversos problemas de saúde associados com o uso excessivo de esteróides anabólicos, também há concepções errôneas da população sobre seu uso. Os esteróides anabólicos são controlados em alguns países incluindo os Estados Unidos, Canadá e Reino Unido. Estes países possuem leis que controlam seu uso e distribuição. No Brasil os esteróides anabólicos são proibidos, porém são comercializados ilegalmente no “mercado negro”.

3.1 Óleos para crescimento localizado

Uma atitude que vem espantando médicos e especialistas sobre o assunto é a aplicação localizada de óleos em pequenos grupos musculares. É normal que a maioria dos atletas possuam algum grupo muscular que não acompanhe o ritmo de crescimento dos outros músculos, sendo assim na metade dos anos 1990 Chris Clark anunciou uma invenção que revolucionaria o mundo da musculação. Sua invenção realmente foi a solução para alguns, mas também tornou-se um pesadelo para outros. O chamado Synthol é basicamente um óleo que causa uma inflamação no músculo onde é aplicado. Mas não há nenhum processo anabólico envolvido, nenhum aumento de força ou energia. Quando se faz uso dessa prática o óleo que entra no músculo causa um grande estrago já que no momento em que entra em contato com as fibras musculares, estas são destruídas e o organismo tem como defesa cercar esse óleo com tecido conjuntivo. O óleo fica estagnado no local, formando um "tumor". No Brasil o Synthol não chegou a ser comercializado, mas foi substituído pelos conhecidos Potenay, ADE, Ganekyl, óleo mineral, Androgenol entre outros. As aplicações desses óleos até não são tão graves, mas o exagero começou a tomar conta dos usuários desses produtos. As aplicações que antes eram feitas raramente para "corrigir" o tamanho de um determinado músculo se tornaram freqüentes, criando aberrações conhecidas no mundo inteiro como Gregg Valentino, que antigamente o maior perímetro de bíceps, mas também seu corpo se tornou motivo de chacota no mundo inteiro. Esse exagero chegou ao Brasil e é constantemente relatado por jornais no país inteiro, como no ano de 2007 quando um jovem aplicou 300ml de óleo de cozinha em cada perna. Sua perna não resistiu às constantes inflamações, o músculo necrosou e a pele se desfez, o que fez com que sua perna ficasse em carne viva. Outra história famosa na internet é a de dois jovens que aplicaram em cada um de seus braços, 160ml e 200ml de óleo mineral, respectivamente. O primeiro jovem citado, que tinha um perímetro de 29 cm de perímetro de braço, acordou no outro dia com uma febre altíssima e seu braço havia aumentado 7 cm. O jovem foi internado em coma, mas conseguiu sobreviver. Seu amigo não teve a mesma sorte: amanheceu morto no dia seguinte às aplicações. O uso de óleos domésticos possui grandes chances de causar necrose muscular tendo como consequência, a amputação do membro.

3.2 Mecanismo bioquímico

Os efeitos fisiológicos dos andrógenos como a testosterona e a dihidrotestosterona são vastos e vão desde o desenvolvimento fetal para a manutenção de músculos e massa óssea até a vida adulta incluindo o estímulo de estirões de crescimento na puberdade, indução de crescimento de cabelo, produção de óleo pelas glândulas sebáceas e sexualidade (especialmente no desenvolvimento fetal). Os andrógenos estimulam a miogênese, que é a formação de tecido muscular. Também são conhecidos por causar hipertrofia dos dois tipos (I e II) de fibras musculares, embora o mecanismo de como isso acontece ainda não seja totalmente compreendido e existem poucos mecanismos aceitos através dos quais isso pode ocorrer. É amplamente entendido que doses supra-fisiológicas de testosterona em homens não-hipogonadais aumentam a densidade do nitrogênio e aumenta a massa magra (muscular) ao mesmo tempo que diminui a gordura, particularmente a abdominal. O aumento na massa muscular é predominantemente da musculatura esquelética e é causado por um aumento na síntese de proteínas musculares ou possivelmente uma diminuição na degradação de proteínas musculares. Existem hipóteses de que andrógenos regulam a composição do corpo ao promover o compromisso de células mesenquimais pluripotentes em linhagens miogênicas e inibindo sua diferenciação em linhagens adipogênicas. Entretanto os andrógenos podem também cumprir um papel anticatabólico ao inibir a atrofia dos músculos esqueléticos através da ação antiglicocorticóide independente do receptor de andrógeno.

Os mecanismos de ação diferem dependendo do esteróide anabólico específico. Diferentes tipos de esteróides anabólicos se ligam ao receptor de andrógeno em diferentes graus, dependendo de sua fórmula química. Esteróides anabólicos como a metandrostenolona não reagem fortemente com o receptor de andrógeno, usando a síntese protéica ou glicogenólise para sua ação, enquanto esteróides como a oxandrolona reagem fortemente com o receptor de andrógeno. Existem três vias comuns para a administração dos esteróides anabólicos: oral (pílulas), injetável e transdérmico. A administração oral, apesar de ser talvez a mais conveniente, sofre do fato de que os esteróides orais necessitam ser quimicamente modificados, e seu metabolismo na forma ativa pode forçar o fígado. Os esteróides injetáveis são tipicamente administrados intramuscularmente, para evitar variações bruscas no nível sanguíneo. Finalmente, as administrações transdérmicas via creme, gel ou atadura transdérmica têm se tornado populares nos anos recentes.

3.3 Efeitos anabólicos e de virilização

Os esteróides androgênicos anabólicos produzem efeitos anabólicos e de virilização (também conhecidos como efeitos androgênicos). A maioria dos esteróides anabólicos funcionam de duas maneiras simultâneas. Primeiro, eles funcionam ao se ligar ao receptor andrógeno, aumentando a síntese protéica. Segundo, eles também reduzem o tempo de recuperação ao bloquear os efeitos no tecido muscular do hormônio do stress, o cortisol. Como resultado, o catabolismo da massa muscular corpórea é significativamente reduzido.

Exemplos dos efeitos anabólicos:

- Aumento da síntese protéica a partir de aminoácidos.
- Aumento da massa e força muscular
- Aumento do apetite
- Aumento da remodelagem e crescimento ósseos
- Estimulação da medula óssea, aumentando a produção de células vermelhas do sangue.

Exemplos dos efeitos de virilização/andrógenos:

- Crescimento do clitóris (hipertrofia clitoriana) em mulheres e do pênis em meninos (o pênis adulto não cresce indefinidamente mesmo quando exposto a altas doses de andrógenos);
- Aumento dos pêlos sensíveis aos andrógenos (pêlos púbicos, da barba, do peito, e dos membros);
- Aumento do tamanho das cordas vocais, tornando a voz mais grave;
- Aumento da libido;
- Supressão dos hormônios sexuais endógenos;
- Espermatogênese prejudicada

3.3.1 Efeitos colaterais possivelmente não desejados

Muitos andrógenos são capazes de serem metabolizados em compostos que podem interagir com outros receptores de hormônios esteróides como os receptores de estrógeno, progesterona e glicocorticóides, produzindo (geralmente) efeitos adicionais não desejados:

- Possível pressão sanguínea elevada
- Níveis de colesterol – Alguns esteróides podem causar um aumento nos níveis de LDL e diminuição nos de HDL. Isso pode aumentar o risco de ocorrer uma doença cardiovascular ou doença da artéria coronária em homens com alto risco de colesterol LDL.
- Acne– Devido à estimulação das glândulas sebáceas
- Conversão para DHT (Dihidrotestosterona). Isso pode acelerar ou causar calvície precoce e câncer de próstata.
- Alteração da morfologia do ventrículo esquerdo – os AAS podem induzir a um alargamento e engrossamento desfavorável do ventrículo esquerdo, que perde suas propriedades de diástole quando sua massa cresce. Entretanto a relação negativa entre a morfologia do ventrículo esquerdo e o déficit das funções cardíacas têm sido discutida.
- Hepatotxicidade – Causado particularmente por componentes de esteróides anabólicos orais que são 17-alfa-alquilados para que não sejam destruídos pelo sistema digestivo.
- Crescimento excessivo da gengiva

3.3.2 Efeitos colaterais em homens

- Ginecomastia – Desenvolvimento das mamas nos homens. Geralmente isso ocorre devido a altos níveis de estrogênio circulante. Esses níveis também são resultado da taxa aumentada de conversão de testosterona em estrogênio via enzima aromatase.
- Função sexual reduzida e infertilidade temporária.
- Atrofia testicular – Efeito colateral temporário que é devido ao déficit nos níveis de testosterona natural que leva à inibição da espermatogênese. Como a maioria da massa do testículo tem com função o desenvolvimento do espermatozóide, o tamanho dos

testículos geralmente retorna ao tamanho natural quando a espermatogênese recomeça, algumas semanas após o uso do esteróide anabólico ser cessado.

3.3.3 Efeitos colaterais em mulheres

- Pêlos do corpo crescem
- Voz fica mais grave
- Aumento do tamanho do clitóris (hipertrofia clitoriana)
- Diminuição temporária nos ciclos menstruais
- Crescimento excessivo das unhas dos pés, causado por uma distúrbia hormonal

3.3.4 Efeitos colaterais em adolescentes

- Crescimento comprometido – O abuso de agentes pode prematuramente parar o crescimento do comprimento dos ossos (fusão prematura da epífise devido aos altos índices de metabólitos do estrogênio)
- Maturação óssea acelerada
- Aumento na frequência e duração das ereções
- Desenvolvimento sexual precoce e desenvolvimento extremo das características sexuais secundárias (hipervirilização)
- Crescimento do falo (hipergonadismo ou megalofalia)
- Aumento dos pêlos púbicos e do corpo
- Ligeiro crescimento de barba

Há muito tempo tem sido buscado um esteróide anabólico ideal (um hormônio somente com efeitos anabólicos, sem efeitos virilizantes). Muitos esteróides anabólicos sintéticos têm sido desenvolvidos na tentativa de encontrar moléculas que produzam uma alta taxa anabólica ao invés de efeitos virilizantes. Infelizmente, os esteróides mais efetivos conhecidos para aumento de massa corporal também têm os efeitos androgênicos mais fortes.

3.5 Uso médico

Os esteróides anabólicos foram testados por médicos para muitas finalidades desde a descoberta da testosterona sintética dos 1930s aos 1950s, algumas com sucesso. Um dos usos iniciais de esteróides foi para o tratamento de cansaço crônico, como o dos prisioneiros nos campos de concentração nazistas e prisioneiros de guerra. Durante a Segunda Guerra Mundial, pesquisas foram realizadas pelos cientistas alemães para a síntese de outros esteróides anabólicos, e foram feitos experimentos em prisioneiros humanos e nos próprios soldados alemães, esperando aumentar as tendências de agressividade de suas tropas. O médico de Adolf Hitler revelou que Hitler recebeu injeções de derivados de testosterona para tentar tratar várias de suas doenças.

- Estimulação da medula óssea: Durante décadas, os esteróides anabólicos foram importantes para a terapia de anemias hipoplásicas não causadas por deficiência nutritivas, especialmente a anemia aplásica. Os esteróides anabólicos vêm sendo lentamente substituídos por hormônios sintéticos (como a eritropoetina alfa) que estimulam seletivamente o crescimento de precursores das células do sangue.
- Estimulação do crescimento: Os esteróides anabólicos foram receitados em larga escala por endocrinologistas pediátricos para crianças com deficiência no crescimento dos anos 1960s até os 1980s. A disponibilidade de hormônio do crescimento sintético e a estigmatização social crescente sobre o uso de esteróides anabólicos levou à descontinuação deste uso.
- Estimulação do apetite e preservação e aumento de massa muscular: Esteróides anabólicos tem sido dados para pessoas com condições crônicas desgastantes como câncer e AIDS.
- Indução da puberdade masculina: Andrógenos são receitados para muitos garotos com atraso da puberdade. Atualmente a testosterona é praticamente o único andrógeno usado para esse fim, mas esteróides anabólicos sintéticos foram usados anteriormente nos anos 1980s.
- O enantato de testosterona pode mostrar-se um método útil, seguro, reversível e efetivo para contracepção hormonal masculina num futuro próximo.
- Usado para problemas relacionados com a idade em idosos. Os esteróides anabólicos têm se mostrado como auxiliares em muitos problemas da velhice.

- Usado em terapia de reposição hormonal para homens com baixos níveis de testosterona.
- Usado para dismorfia de gênero: ao passo que as características secundárias masculinas (puberdade) se iniciam em pacientes diagnosticados como feminino-para-masculino. Os derivados mais utilizados da testosterona são o Sustanon e o Enantato de Testosterona que tornam a voz mais grave, aumentam as massas muscular e óssea, os pêlos faciais, os níveis de células vermelhas do sangue e o clitóris.

3.6 Uso e abuso

Os esteróides anabólicos têm sido usados por homens e mulheres em muitos tipos diferentes de esportes (cricket, atletismo, levantamento de peso, fisiculturismo, arremesso de peso, ciclismo, beisebol, luta, artes marciais, boxe, futebol, natação e etc.) para atingir um nível competitivo ou para ajudar na recuperação de lesões. O uso de esteróides para se obter vantagens competitivas é proibido pelas leis dos corpos governamentais de vários esportes.

Os esteróides anabólicos têm sido prevalentes também entre os adolescentes, especialmente aqueles que praticam esportes. Foi sugerido que a prevalência de uso entre os estudantes das Universidades americanas pode chegar a 2,7%. Os estudantes homens usaram mais do que as mulheres e aqueles que participavam de esportes, em média, usaram com mais frequência do que aqueles que não praticavam.

É extremamente difícil determinar a percentagem da população que tem utilizado recentemente esteróides anabólicos, mas esse número parece ser muito baixo. Os usuários de esteróides tendem a ser homens entre 15 e 25 anos e fisiculturistas não-competitivos e não-atletas que usam por razões cosméticas.

3.7 Minimização dos efeitos colaterais

Tipicamente os fisiculturistas, atletas e esportistas que usam anabolizantes tentam minimizar seus efeitos colaterais negativos. Por exemplos, alguns aumentam a quantidade de exercícios cardiovasculares para ajudar a evitar os efeitos da hipertrofia do ventrículo esquerdo.

Alguns andrógenos vão se aromatizar e se converter em estrógeno, potencialmente causando alguma combinação dos efeitos colaterais citados acima. Durante o ciclo do esteróide, os usuários tendem a tomar um inibidor da enzima aromatase e/ou um Modulador Seletivo do Receptor de Estrógeno (MSRE); estas drogas afetam a aromatização e a ligação ao receptor de estrogênio, respectivamente. O MSRE tamoxifeno é de particular interesse, já que ele previne a ligação ao receptor de estrogênio no peito, reduzindo o risco de ocorrer a ginecomastia.

Além disso, a 'terapia pós-ciclo' (TPC) é prescrita, a fim de combater a supressão natural da testosterona e recuperar a função do HPTA (eixo hipotalâmico-pituitário-gonadal). A TPC tipicamente consiste em uma combinação das seguintes drogas, dependendo do protocolo que é utilizado:

- Um Modulador Seletivo do Receptor de Estrógeno (MSRE), como o citrato de clomifeno e/ou citrato de tamoxifeno (esta é a droga primária da TPC).
- Um inibidor da enzima aromatase conhecido como anastrozole.
- Gonadotrofina coriônica humana, hCG (tem se tornado menos comum, já que hoje este hormônio é mais utilizado durante o ciclo, ao invés de depois).

O objetivo do TPC é devolver o balanço hormonal endógeno original ao corpo no menor espaço de tempo possível.

Os usuários geneticamente propensos à perda prematura de cabelo, que o uso de esteróides pode torná-la mais acentuada, têm utilizado a droga finasterida por períodos prolongados de tempo. A finasterida reduz a conversão de testosterona em DHT, esta última tendo um potencial muito maior de causar alopecia (ausência de pêlos). A finasterida não tem utilidade nos casos em que o esteróide não é convertido em um derivado mais androgênico.

Como alguns anabolizantes podem ser tóxicos para o fígado ou podem causar aumentos na pressão sanguínea ou colesterol, muitos usuários consideram ideal fazer freqüentes testes sanguíneos e de pressão sanguínea para ter certeza de que seus níveis de pressão e colesterol ainda estão nos níveis normais. Como os anabolizantes podem aumentar o colesterol, eles podem, conseqüentemente, aumentar o risco de um ataque cardíaco em seus usuários. Logo, geralmente é considerada obrigatória para todos os usuários a realização testes sanguíneos enquanto estiverem utilizando os anabolizantes.

3.8 Lista de componentes anabólicos

- Testosterona
- Metandrostenolona / Metandienona (Dianabol)
- Nandrolona Decanoato (Deca-durabolin)
- Nandrolona|Nandrolona Fenilpropionato (Durabolin)
- Boldenona|Undecilenato de Boldenona (Equipoise/Equi-boost/Equifort)
- Estanozolol (Winstrol/Wistrol V/Estrombol/Stanzol)
- Oximetolona (Anadrol-50 / Hemogenin)
- Oxandrolona (Anavar)
- Fluoximesterona (Halotestin)
- Trembolona (Fina)
- Enantato de Metenolona (Primobolan)
- 4-Clorodehidrometiltestosterona (Turinabol)
- Mesterolona (Proviron)
- Mibolerona (Cheque Drops)
- Clostebol (Trofodermin)

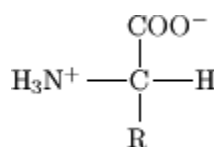
Nota: Muitos desses produtos não estão mais disponíveis de seus fabricantes originais e agora são fabricados em laboratórios ilegais nos Estados Unidos, México e Canadá, mas ainda estão amplamente disponíveis em certos países, na maioria dos casos de subsidiárias dos fabricantes originais (e.g. Schering, Organon).

PROPOSTA DIDÁTICA

Esse tópico visa uma alternativa de ensino mediante o tema apresentado. Sabe-se que a maioria dos jovens do ensino médio frequentam ou já frequentaram alguma academia. O tema de suplementação alimentar desperta um grande interesse na maioria desse público. Cabe ao professor orientar de maneira adequada os benefícios e os riscos de uma suplementação alimentar. Aqui são abordados diversos temas presentes na grade curricular do ensino médio, tais como: função mista dos compostos orgânicos, identificação de funções orgânicas, regra de solubilidade, isomeria dos compostos orgânicos e forças intermoleculares.

COMPOSTOS COM FUNÇÕES MISTAS

Os aminoácidos são os componentes fundamentais das proteínas. Apresentam em sua fórmula química um grupo carboxila, um grupo amino em posição α em relação à carboxila e um grupamento lateral, denominado R. As proteínas são cadeias de aminoácidos, cada aminoácido está unido a seus vizinhos por um tipo específico de ligação covalente. Todas as proteínas, sejam das linhagens mais antigas de bactérias, sejam das formas mais complexas de vida, são construídas com o mesmo ubíquo conjunto de 20 aminoácidos, ligados covalentemente em sequências lineares características. Os aminoácidos são conhecidos como essenciais e não essenciais. Os aminoácidos essenciais são aqueles que não podem ser sintetizados pelo organismo, devendo ser administrados pré-formados na dieta. Os aminoácidos apresentam a seguinte fórmula geral:



Os aminoácidos são classificados na química orgânica como compostos de funções mistas (compostos que apresentam duas ou mais funções diferentes e, por conseguinte, dois ou mais radicais funcionais diferentes). A glicose possui o radical funcional hidroxila (- OH) e o radical funcional carbonila (C=O), o que caracteriza uma função mista. O mesmo ocorre no monossacarídeo frutose. Sendo assim podemos afirmar que o mesmo se trata de um composto com funções mistas.

Ao ilustrar a fórmula do aminoácido eu possibilito ao aluno uma visão mais abrangente do composto que ele costuma usar(como por exemplo a proteína albumina/creatina). Sabendo

que as proteínas são cadeias de aminoácidos e que em alguns aminoácidos está presente o elemento químico enxofre, o aluno que se utiliza de tais substâncias em sua suplementação irá saber porque muitas das vezes ele libera “gases” de odor extremamente fétidos(gás sulfídrico).

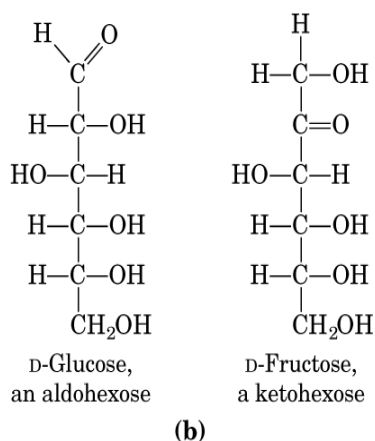
ALDEÍDOS E CETONAS

Os monossacarídeos são aldeídos ou cetonas derivados de polihidroxiálcoois de cadeia linear contendo pelo menos três átomos de carbono. Eles são classificados de acordo com a natureza química de seu grupo carbonila e pelo seu número de átomos de carbono. Se o grupo carbonila for um aldeído, o açúcar será uma aldose, porém se a carbonila for uma cetona, o açúcar será uma cetose. Esse estudo dos monossacarídeos nos permite identificar a presença de funções orgânicas importantes que nós podemos classificar como cetonas e aldeídos. Nesse tema é abordada a carbonila (C=O), que dependendo da posição que a mesma ocupa, iremos classificar a função orgânica em cetona ou aldeído. Tal conceito também pode ser aplicado para um aminoácido, que como o próprio nome nos sugere é a união entre uma amina e um ácido carboxílico.

ISOMERISMO

Os isômeros são compostos diferentes que têm a mesma fórmula molecular. Todos isômeros classificam-se em um de dois grupos: isômeros constitucionais ou estereoisômeros. Os isômeros constitucionais (cadeia, função, compensação e posição) são isômeros que têm os átomos ligados em diferentes ordens. Os estereoisômeros têm os átomos ligados nas mesmas ordens, mas diferem pela configuração dos átomos no espaço. Os estereoisômeros podem ser subdivididos em duas categorias: os enantiômeros e os diastereômeros.

O exemplo abaixo constitui um isômero de função:



Aqui foi utilizado novamente os monossacarídeos frutose e glicose para ilustrar o conceito de isomerismo. A frutose é um monossacarídeo presente nas frutas, o que torna um exemplo bem próximo da nossa realidade diária.

REGRA DE SOLUBILIDADE

Uma regra muito comum e simples de solubilidade diz que: “semelhante dissolve semelhante”. Os compostos polares e iônicos tendem a se dissolver em solventes polares. Os líquidos polares são, em geral, miscíveis uns com os outros. Os sólidos apolares são, em geral, solúveis em solventes apolares. Por outro lado, sólidos apolares são insolúveis em solventes polares. Os líquidos apolares são, também em geral, mutuamente miscíveis, mas os líquidos apolares e os polares, “como óleo e água”, não se solubilizam.

Devido a sua hidrofobicidade e extrema insolubilidade em água, os triglicerídeos são segregados em gotículas lipídicas, as quais não aumentam a osmolaridade do citosol e, diferentemente dos polissacarídeos, não contém peso extra como água de solvatação. A relativa inércia química dos triglicerídeos permite a sua estocagem intracelular em grandes quantidades sem o risco de ocorrerem reações químicas não desejadas com outros componentes celulares.

As mesmas propriedades que fazem dos triglicerídeos excelentes substâncias combustíveis e bons compostos de armazenamento representam problemas quando os mesmos atuam em seu papel de combustíveis. Devido à sua insolubilidade em água, os triglicerídeos ingeridos precisam ser emulsificados antes de serem digeridos pelas enzimas intestinais hidrossolúveis e os triglicerídeos absorvidos no intestino, ou mobilizados dos tecidos de reserva, para serem transportados pelo sangue precisam estar ligados a proteínas que contrabalancem sua insolubilidade.

FORÇAS INTERMOLECULARES

As forças intermoleculares são muito importantes no funcionamento das células. A formação de ligação hidrogênio, a hidratação de grupos polares e a tendência de os grupos apolares evitarem os ambientes polares são fatores que fazem as complexas moléculas das proteínas dobrarem-se de maneiras muito definidas. Tal propriedade permite que as proteínas funcionem como catalisadores biológicos de incrível eficiência. Os mesmos fatores fazem as moléculas da hemoglobina assumirem forma apropriada ao transporte do oxigênio. A ligação hidrogênio, por si só, atribui às moléculas de certos carboidratos a forma globular que as transforma em reservas alimentares muito eficientes, nos animais. Às moléculas de outros carboidratos atribui forma linear rígida, perfeitamente apropriada aos componentes estruturais de vegetais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de suplementos tornou-se fonte primária para se obter um bom desenvolvimento físico, no caso de atletas ou possíveis praticantes de exercícios físicos, como os adolescentes, bem como um meio rápido para se obter contornos e formas corporais. Tudo isso devido ao grande aumento no número de academias e produção de diversos suplementos no mercado, voltados à musculação e a esportes de alta intensidade. Muitos desses suplementos levam o usuário a acreditar que determinados resultados sirvam de pontos positivos, especificamente, no desenvolvimento de seu preparo físico e aparência física.

Diante disso, pode-se levantar uma questão: É realmente indispensável o uso de suplementos nutricionais na prática de atividades físicas? Os hábitos alimentares deixam a desejar a ponto de necessitar de uma suplementação?

O que ocorre atualmente, entre os consumidores de suplementos, é a busca imediata de resultados que os favoreçam em seus objetivos e uma simples dieta variada, equilibrada e moderada fica para segundo plano, no contexto nutricional.

Há uma preocupação crescente com possíveis reações adversas a suplementos disponíveis comercializados. A ingestão de alguns agentes nutricionais, particularmente em dosagens elevadas ou por períodos prolongados, é algumas vezes associada com efeitos adversos. A natureza desses efeitos pode variar de pequenas queixas a problemas sérios de saúde, até mesmo a morte.

Dado ao crescimento no uso de suplementos, os profissionais da saúde devem entender seus efeitos benéficos e danosos e utilizar esses conhecimentos, ainda que escassos como recursos para intervenções nutricionais adequadas. A falta de estudos conclusivos sobre suplementos alimentares deve-se não somente ao fato de ser um assunto recente, mas ao constante aparecimento de novos produtos no mercado. É necessária a realização de mais trabalhos sobre esse assunto, pois o aumento do consumo de suplementos é constante em praticantes de exercícios físicos.

BIBLIOGRAFIA

- AMAYA-FARFAN, J; Domene, S.M.Á; Padovani, R.M. Dri: síntese comentada das novas propostas sobre recomendações nutricionais para antioxidantes. Rev. Nutr., vol.14, no.1, p.71-78, 2001.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Rotulagem Nutricional Obrigatória: Manual de Orientação aos Consumidores, Educação para o Consumo Saudável. Universidade de Brasília, 2001
- AOKI, M.S. Fisiologia, Treinamento e Nutrição aplicados ao Futebol. São Paulo. Fontoura. 2002.
- APPLEGATE, E.A; Grivetti, L.E. Search for the Competitive Edge: A History of Dietary Fads and Supplements. J.Nutr , v.127, p. 869S-873S, 1997.
- ARAÚJO ACM; Soares, Y. Perfil de utilização de repositores protéicos nas academias de Belém, Pará. Revista de Nutrição da PUCCAMP 1999;12: 81-89.
- ARTIOLI, Guilherme G. Suplementação de Creatina: quais os seus potenciais riscos? Disponível em [http// www.sistema-avalon.com.br](http://www.sistema-avalon.com.br). Acesso em 25 junho 2009.
- ARUDA, M.; Goulart L.F.; OLIVEIRA, P.R. et al. Futebol: uma nova abordagem de preparação física e sua influência na dinâmica da alteração dos índices de força rápida e resistência de força em um macrociclo. Universidade de campinas. São Paulo. v 4 n 1. 1999.
- BACURAU, R. F. Nutrição e Suplementação Esportiva. 2ª ed. São Paulo. Porte Editora. 2001.
- BACURAU, R.F.P.; Rosa, L.F.B.P.C. Produção de Espécies Reativas de Oxigênio Durante a Atividade Motora e Mecanismos de Defesa. In: LANCHETA, JR A.H. Nutrição e Metabolismo aplicados à atividade motora. São Paulo: Atheneu, 2004. cap.6, p. 131-154.
- BARROS NETO, T. L. de. A controvérsia dos agentes ergogênicos: estamos subestimando os efeitos naturais da atividade física? São Paulo: Arquivo Brasileiro Endocrinologia e Metabolismo, v. 45, n. 2, 2001.
- BEALS KA. Eating behaviors, nutritional status, and menstrual function in elite female adolescent Consumo alimentar de atletas 691 Rev. Nutr., Campinas, 20(6):681-692, nov./dez., 2007.
- BERGSTRÖM, J. Diet, muscle glycogen and physical performance. Acta Physiol Scand. 1967; 71:140-150.
- BIESEK, S.; Alves, L. A.; Guerra, I. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte. São Paulo. Manole. 2004.

BURKE L.M., Collier G.R., Hargreaves M. (1993) Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrates feedings. *J Appl Physiol* 75:1019-1023.

COMITÊ Olímpico Brasileiro. Uso de Medicamentos no Esporte 2004. Disponível em: <http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:siISAkr5D00J:www.marski.org/Download-document/49-Uso-de-medicamentos-nos-esportes-Comit%25C3%25AA-OI%25C3%25ADmpico-Brasileiro+uso+de+medicamentos+no+esporte+2004&hl=pt-BR>
Acessado em: 10/02/2005

CORREIA M.I.T.D. Nutrição, Esporte e Saúde. Belo Horizonte: Health, 1996.

COYLE, E.D. Carbohydrate Supplementation during Exercise. *J.Nutr*, v. 122, p.788-795,1992.

CURI, Rui; Lagranha, Claudia J; Rodrigues J; et al. Ciclo de Krebs como fator limitante na utilização de ácidos graxos durante o exercício aeróbico. *Arq Bras Endocrinol Metab* vol 47 n° 2 Abril 2003.

DECOMBAZ, J. Effect of L-carnitine on submaximal exercise metabolism after depletion of muscle glycogen. *Med Sci Sports Exerc*. 1993; 25:733-740.

DIETITIANS OF CANADA. Joints Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* vol. . 32 n 12 pp. 2130- 2145, 2000.

ECONOMOS CD, Bortz SS, Nelson ME. Nutritional practices of elite athletes. Practical recommendations. *Sports Med*. 1993; 16(6):381-99.

EKBLOM, B. Applied Physiology of Soccer. *Sports Medicine*. v 3. n 3. 1993. (50-60).

ESCOTT-STUMP, S. Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia. 11ª ed. São Paulo, Ed. Roca, 1998.

GOLDBERG, L; Mackinnon DP; Elliot, DL. et al. The adolescents training and learning to avoid steroids program: preventing drug use and promoting health behaviors. *Arch Pediatr Adolesc. Med* 2000; 154:352-358.

GOMES, MR; Tirapegui, J. Nutrição e Atividade Esportiva. In: TIRAPEGUI,J. Nutrição Fundamentos e Aspectos Atuais. São Paulo: Atheneu, 2002. cap.11, p.141-160.

GRANDJEAN A.C. Diets of elite athletes: has the discipline of sports nutrition made in impact? *Int J Sport Nutr* 1997; 127: 874S.

GUALANO B; Novaes RB; Artioli GG et al. High-dose creatina supplementation does not impair renal function in healthy sedentary men undergoing aerobic training. *Int J Sports Med* 2007.

GUERRA, I.; Soares, E.A.; Burini, R.C. Aspectos nutricionais do futebol de competição. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Rio de Janeiro.v 7. N 6. 2001(2000-2006).

HAGERMAN FC; Walsh SJ; Staron RS et al. Effects of highintensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. JGerontol A Biol Sci Med Sci, 2000; 55(7): B336-46.

HANDELSMAN, D.J. Androgen Action and Pharmacologic Uses, In: De Groot L.J. Jameson JL. editors. Endocrinology. Philadelphia: Saunders, 2001 :232-242.

HARPER, B; Murray, Robert K.; tradução Ezequiel Waisbich, Fernando Salvador Moreno, Renato Najjar.- 8 ed.- São Paulo: Atheneu, 1998.

HIRSCHBRUCH M.D; Carvalho JR. Nutrição esportiva: uma visão prática. A nutrição em academias – aspectos práticos. São Paulo: Manole, 2002;123-58

HOBERMAN JM; Vesalis], E. The history of synthetic testosterone. Scientific American 1995: 272:60-5.

KATCH, Frank I; Katch, Victor L. Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

KING, D. S.; Lea, T. Dietary supplements. Journal Sports Science., v.22, n.1, p.95-113, 2004.

LANCHA JR, A.H. Nutrição e Metabolismo aplicados à atividade motora. São Paulo. Atheneu. 2002.

LEHNINGHER, Albert Lester; Nelson, David L; Cox, Michael M. (1917) .Princípios de bioquímica. 2 ed. São Paulo : Sarvier, 1995 p.184, 555-557.

LIMA. D.F. Dicionário de Esportes. Rio de Janeiro: Sprint. 2002.

MAESTÁ, N; Burini, RC. Modulação protéico energética da musculação. Nutrição (S.Paulo), jan/fev. 32 - 36,2001

MAUGHAN, R. J.; King, D. S; Lea, T. Dietary supplements. Journal Sports Science., v.22, n.1, p.95-113, 2004.

MCARDLE W.D; Katch F.I; Katch V.L. Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MURRAY, R. Regulation of fluid balance and temperature during exercise in the heat-scientific and practical considerations. In: H. Nose, C.V. Gisolfi, and K. Imaizumi, (eds.) Exercise, Nutrition, and Environmental Stress. Carmel, IN: Cooper Publishing, pp. 1-20.2000

NEWSHOLME, E.A. An introduction to the roles of the glucose-fatty acid cycle in sustained exercise. In: Maughan RJ, Shirreffs SM, editors. Biochemistry of exercise IX, Human Kinetics Publishers: Champaign, 1996.

ROGERO, M.M; Mendes, R.R.; Ribeiro, S.M et al. Vitaminas e Atividade Física. In: TIRAPAGUI, J. Nutrição, Metabolismo e Suplementação na Atividade Física. São Paulo: Atheneu, São Paulo, 2005. cap. 5, p.51-71.

ROSA, L.F.B.P.C.R. Carboidratos. In: Lancha, JR A.H. Nutrição e Metabolismo aplicados à atividade motora. São Paulo: Atheneu, 2004. cap. 3, p. 37-69.

SINGH, V.N. A Current Perspective on Nutrition and Exercise. *J. Nutr*, v. 122, p. 760-765, 1992.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE - SMBE. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos à saúde. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v.9, n.2, p. 1-13, 2003.

SOLOMONS, T.W. Graham- Química orgânica I, 6ª ed, Livros técnicos e científicos ed, 1996

STÜRMER, J. Comida: um santo remédio. Petrópolis: Ed.Vozes, 2002.

THEIN LA; Thein JM; Landry OL. Ergogenic Aids. *Phys Ther* 1995; 75:426-38.

TIPERAGUI, J. Nutrição: Fundamentos e aspectos atuais. São Paulo: Atheneu, 2005.

VOET, Donald; Pratt Charlotte W. ; Voet, Judith G. – Fundamentos de bioquímica, trad. Arthur Germano Fett Neto et al. – Porto Alegre; Artes Médicas Sul, 2000.p. 196, 200-202.

WEAVER, C.M.; Rajaram,S. Exercise and iron Status. *J.Nutr*, v.122, p. 782-787, 1992.

WEGENER, G; Krause, U; Newsholme, E.A. Metabolic regulation – physiological and medical aspects. *Experientia*. 1996; 52:391-395.

WIKIPÉDIA. Disponível em http://wikipédia.com.br/esteróides_anabolizantes. Acesso em 20 julho de 2009. Enciclopédia on line.

WILLIAMS, M. Nutrição para saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo. São Paulo: Manole, 2002

WILLIAMS, Melvin H. The Ergogenic Edge: Pushing the Limits of Sports Performance. Ed. Human Kinetics, 1998;

WITT, E.H; Reznick, A.Z.; Viguie, C.A. et al. Exercise Oxidative Damage and Effects of Antioxidants Manipulation. *J.Nutr*, n.122, p.766-773, 1992.

WOLINSKY, Y.; Hickson. J. Nutrição no exercício e no esporte. São Paulo: Roca, 1996.

YESALIS, C.E; Courson, SP; Wright, J. History of Anabolic Steroids Use in Sports and Exercise. In: Anabolic Steroids in Sports and Exercise. Human Kinetic Publishers: 1993:38-44.