

1.2 Nutrientes

Na atualidade, existe uma grande quantidade de revistas científicas onde, mensalmente, apresentam-se novas descobertas relacionadas às ciências dos exercícios. Poderia parecer que foi feito progresso em relação a métodos de treino e à caracterização fisiológica de diferentes esportes, como o ciclismo de montanha ou o futebol. Embora as revistas e os trabalhos apontem em geral a um tópico específico, ao otimizar o desempenho de atletas de diferente níveis e objetivos, parece pouco eficaz estudar ou analisar problemas separadamente.

Mesmo se um método de treino for proposto apropriadamente e realizado ao pé da letra, as adaptações induzidas não serão as mesmas se o sujeito inicia sua sessão de treino em um estado de desidratação, baixos níveis de glicogênio muscular, hidratação inadequada ou se não realiza as estratégias de recuperação apropriadas depois do desafio imposto pelo treino para os sistemas fisiológicos do organismo. Ou seja, além do fato de que o método de treino seja apropriado e realizado corretamente, todas estas variáveis terão repercussão nas adaptações induzidas.

Isso significa que a nutrição esportiva e especificamente a hidratação, nutrição e suplementação deveriam ser integradas ao programa de treino. Elas devem ser consideradas como mais um aspecto, com a mesma importância de uma pausa, ou o número de repetições de uma série, ou o tempo acumulado em uma zona de treino de um microciclo.

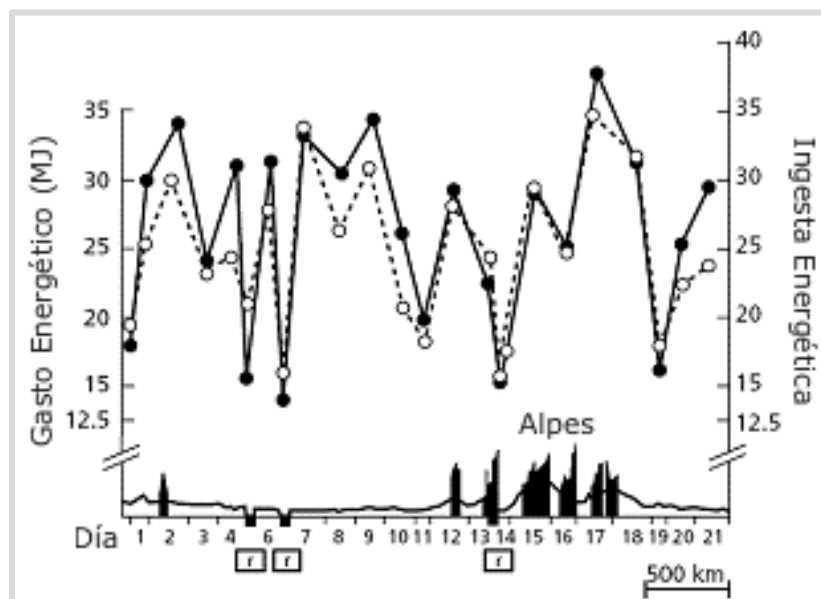
Macronutrientes

O primeiro componente para otimizar o treino e o desempenho através da nutrição é assegurar que o atleta consuma as calorias suficientes para se equiparar ao gasto energético. As pessoas que participam de programas de aptidão física gerais (ex.: 30-40 min de exercício por dia, 3 vezes por semana) podem em geral alcançar suas necessidades nutricionais seguindo uma dieta normal (ex.: 1800-2400 kcal/dia⁻¹ ou aproximadamente 25-35 kcal/kg⁻¹/dia⁻¹ para sujeitos de 50-80 kg), pois suas demandas calóricas não são muito grandes (por exemplo, 200-400 kcal/sessão⁻¹) (Kreider *et al.*, 2000).

Por outro lado, os atletas envolvidos em níveis moderados de treino de elevada intensidade (ex.: 2-3 horas por dia de exercício intenso, realizado 5-6 vezes por semana) ou treino de alta intensidade e volume (ex.: 3-6 horas por dia de treino intenso em 1-2 sessões durante 5-6 dias por semana) podem gastar 600-1200 kcal ou mais por hora durante o exercício. Assim, as necessidades calóricas podem alcançar 50-80 kcal/kg⁻¹/dia⁻¹ (2500-8000 kcal/dia⁻¹ para atletas de 50-100 kg).

No caso dos atletas de elite, o gasto energético durante o treino ou a competição pode ser muito elevado (Kreider *et al.*, 2000). Durante a corrida ciclística conhecida como Tour de France, estimou-se que o gasto energético pode chegar a 12000 kcal/dia ou 150-200 kcal/kg⁻¹/dia⁻¹ para atletas de 60-80 kg. A Figura 3 mostra a ingestão e o gasto calórico durante várias etapas da competição mencionada. Pode ser visto como a ingestão não se equipara ao gasto calórico em um ciclista em particular, o que poderia implicar uma diminuição da massa corporal, e um efeito potencial ao sistema imune. De acordo com a Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva (Kreider *et al.*, 2000), manter uma dieta energeticamente deficiente durante o treino pode conduzir a uma perda significativa de massa corporal (incluindo massa magra corporal), doença, início de sintomas físicos e psicológicos de *overtraining* e reduções do desempenho; por isso, é muito recomendável monitorar a massa e composição corporal dos esportistas em uma base diária.

Figura 3: Gasto (●) e ingestão (○) energética diária, medidos em um ciclista durante o Tour de France



Fonte: Jeukendrup, 2000, p. 563. O perfil da carreira, assim como o comprimento das etapas, são indicados na parte de baixo da Figura, e r indica os dias de descanso.

A análise nutricional das dietas dos atletas revelou que muitos podem ser suscetíveis a manter ingestões energéticas negativas durante o treino. As populações susceptíveis incluem corredores, ciclistas, nadadores, triatletas, ginastas, esquiadores, bailarinos, lutadores, boxeadores e atletas que tentam perder peso muito rapidamente (Kreider *et al.*, 2000). Além disso, demonstrou-se que os atletas têm uma alta incidência de problemas alimentares. Portanto, é importante para o especialista em nutrição esportiva que trabalha com atletas garantir que estejam bem alimentados e que consumam calorias suficientes para contrabalançar

as grandes demandas energéticas do treino para manter a massa corporal.

Em relação a isto, vale mencionar que o treino intenso pode frequentemente suprimir o apetite ou alterar o padrão de fome dos atletas. Assim, muitos atletas não sentem desejo de comer. Além disso, em geral, os atletas comem algumas horas antes para evitar a sensação de estômago cheio ou doenças intestinais. As viagens até acampamentos de treino ou competições também podem contribuir com a alteração dos hábitos normais de alimentação dos atletas. Assim, o momento da nutrição tem que ser cuidadosamente planejado, como qualquer outra variável do treino, de modo que os atletas tenham disponibilidade de alimentos energeticamente densos e nutritivos durante o dia.

Por essas razões, recomenda-se que os atletas consumam 4-6 refeições por dia e lanches entre elas com o objetivo de alcançar as demandas energéticas. A utilização de barrinhas energéticas densas em nutrientes e suplementos com carboidratos e proteínas proporcionam uma forma conveniente para os atletas suplementarem sua dieta com o objetivo de manter a ingestão energética durante o treino (Kreider *et al.*, 2000).

1.2.1 Carboidratos

As pessoas que realizam um programa de exercício físico geral podem, de maneira característica, alcançar suas necessidades de macronutrientes consumindo uma dieta normal (ex.: 45-55% de carboidratos [$3,5 \text{ g/kg}^{-1}/\text{dia}^{-1}$], 10-15% de proteínas [$0,8-1,0 \text{ g/kg}^{-1}/\text{dia}^{-1}$] e 25-35% de gorduras [$0,5-1,5 \text{ g/kg}^{-1}/\text{dia}^{-1}$]) (Kreider *et al.*, 2000). Não obstante, deve-se considerar que os atletas cujos programas de treino envolvem volumes e intensidades moderados a altos podem exigir um maior consumo tanto de carboidratos como de proteínas. Os atletas envolvidos em programas de treino com níveis moderados de intensidade (2-3 horas por dia, 5-6 dias por semana), necessitam consumir de maneira característica 55-65% de carboidratos (p. ex., $5-8 \text{ g/kg}^{-1}/\text{dia}^{-1}$ ou $250-1000 \text{ g/dia}^{-1}$ para atletas de 50-150 kg) com o objetivo de manter suas reservas de glicogênio muscular e hepático (Kreider *et al.*, 2000).

Os atletas do FCB que realizam exercício pesado têm requisitos diários de carboidratos baseados principalmente nas necessidades de energia do músculo que podem ser quantificadas segundo o tamanho do atleta e a duração/intensidade de seu programa de exercício. Faz sentido, e é aconselhável, ser constante na descrição do objetivo de ingestão diária de carboidratos em termos de gramas por kg de massa corporal do atleta. Isto permite ao atleta e ao profissional médico calcular rapidamente carboidratos necessários em cada situação – ex.: 7 g/kg MC para um atleta de 70 kg equivalem a 490 g.

Sugeriu-se (Kreider *et al.*, 2000) que os atletas que estão envolvidos em treinos de alto volume e intensidade (por exemplo, 3-6 horas por dia de treino intenso em 1-2 sessões durante 5-6 dias por semana) podem necessitar consumir 8-10 g de carboidratos por dia (ex.: 400-1500 g de carboidratos por dia para sujeitos de 50-150 kg). A carga glicêmica (definida como o produto do índice glicêmico pela massa de carboidratos de uma determinada porção do alimento em questão, dividido por 100) dos alimentos tem que ser controlada em função do momento do CHO. Imediatamente depois do exercício, quando a resposta insulínica favorece a rápida recuperação das reservas de glicogênio, devem ser ingeridos alimentos com carga glicêmica elevada, enquanto que nos momentos fora do treino, a carga glicêmica pode ser menor para evitar uma resposta insulínica marcada e o concomitante efeito de biossíntese de lipídios e inibição de seu catabolismo.

É importante assinalar que pode ser difícil consumir uma quantidade tão alta de carboidratos (400-1500 g) quando o atleta realiza um programa de alta intensidade ou volume, por isso, muitos especialistas em nutrição esportiva recomendam que os atletas consumam sucos ou bebidas concentrados em carboidratos ou suplementos nutricionais ricos em carboidratos com o objetivo de alcançar essas demandas.

Carboidratos simples *versus* complexos

Tradicionalmente, os alimentos que continham quantidades significativas de CHO eram categorizados de acordo com a classificação estrutural predominante do CHO. Isto levou a uma divisão simplista dos alimentos que contêm CHO em: **CHO simples** (mono, di e oligossacarídeos) e **CHO complexos** (polissacarídeos). É importante considerar que esta classificação resulta em muitas crenças errôneas que trouxeram confusão à ciência e prática da nutrição. Descrever pão ou lasanha como carboidratos subestima a natureza complexa dos alimentos e a variedade de substâncias químicas que cada um contém. A descrição de alimentos ricos em CHO ou que contêm CHO reconhece melhor a heterogeneidade de cada alimento e a presença de outros nutrientes.

Cabe destacar, além disso, que há pouca correlação entre o tipo estrutural de CHO nos alimentos e seu verdadeiro efeito sobre os níveis de glicose e insulina sanguíneas. Muitos alimentos ricos em CHO que contêm predominantemente açúcares (ex.: frutas e produtos lácteos adoçados) produzem uma curva de glicose achatada quando são ingeridos, enquanto que outros alimentos que são ricos em carboidratos complexos (pão ou batata), produzem uma elevada resposta da glicose sanguínea, similar a da ingestão de glicose em si (Burke, 2000).

Tabela 3: Exemplos de sobreposição entre a classificação nutricional e estrutural dos alimentos ricos em CHO

	Nutritivos	Menos nutritivos
Alimentos ricos em CHO simples	Frutas, sucos de frutas, frutas enlatadas, frutas secas, leite aromatizado, iogurte e outros produtos lácteos adoçados (especialmente os de baixo conteúdo de gordura), suplementos para ingerir refeições líquidas, algumas barrinhas energéticas.	Açúcar (sacarose), mel, marmelada, xaropes, refrigerantes, água mineral com sabor, bebidas esportivas, suplementos para repor carboidratos, doces, chocolates, gelatina, mousses e sobremesas ricas em gorduras, sorvete.
Alimentos ricos em CHO complexos	Pão, bagel, cereais matinais, massas, arroz e outros cereais, vegetais amiláceos (batatas, milho), legumes e pizzas.	Bolos, batatas fritas/assadas, croissants.
Alimentos ricos em CHO com uma mistura de CHO simples e complexos	Tortas e sobremesas com pouca gordura, cereais matinais adoçados e com frutas, feijões cozidos, algumas frutas e vegetais (banana, abóbora), algumas barras energéticas.	Tortas ricas em gorduras, bolos, biscoitos, sobremesas, barras de granola ou muesli, algumas barras energéticas.

Fonte: Burke, 2000, p. 76.

Os alimentos nutritivos são definidos como aqueles que fornecem quantidades significativas de proteínas e macronutrientes, e que contribuem com menos que 30% da energia na forma de gorduras (saturadas). Menos nutritivos refere-se a aqueles alimentos que fornecem quantidades insignificantes de outros nutrientes, ou têm um conteúdo de gorduras (saturadas) maior que 30% da energia.

1.2.2 Proteínas e lipídios

Proteínas

A necessidade de proteína para as diferentes populações causaram debates. Inicialmente, não se aconselha que os atletas consumam mais proteínas que o recomendado pela dose diária recomendada (RDA) isto é, 0,8 a 1 g/kg⁻¹/dia⁻¹ para crianças, adolescentes e adultos (Kreider *et al.*, 2000).

Contudo, as pesquisas realizadas durante a última década indicaram que os atletas envolvidos em um programa de treino intenso precisam ingerir aproximadamente 1,5-2 vezes a RDA de proteínas em sua dieta (1,5 a

2 g/kg⁻¹/dia⁻¹) com o objetivo de manter o equilíbrio de proteínas (Kreider *et al.*, 2000). Há provas de que, se for ingerida uma quantidade insuficiente de proteínas, o equilíbrio nitrogenado negativo pode aumentar o catabolismo proteico e atrasar a recuperação. A longo prazo, isto pode levar à perda de massa magra e intolerância ao treino (Kreider *et al.*, 2000).

Os sujeitos ativos envolvidos em programas para melhorar a aptidão física podem alcançar em geral seus requerimentos de proteínas com 0,8-1,0 g/kg⁻¹/dia⁻¹. Por outro lado, os atletas envolvidos em quantidades moderadas de treino intenso deveriam consumir 1-1,5 g/kg⁻¹/dia⁻¹ (50-225 g/dia⁻¹ para atletas de 50-150 kg), enquanto que os atletas envolvidos em treino de elevada intensidade deveriam consumir 1,5-2 g/kg⁻¹/dia⁻¹ (75-300 g/dia⁻¹ para um atleta de 50-150 kg). Quando temos, contudo, atletas de maior massa corporal, pode ser difícil alcançar os requerimentos de proteínas anteriormente mencionados. Deve-se considerar também que alguns alimentos ricos em proteínas, tais como carne de vaca ou frango, contêm uma fração de lipídios (ácidos graxos saturados) que também aumentarão a energia fornecida pelas gorduras na dieta. Não obstante, em relação a isto, é interessante destacar os resultados de alguns estudos (Tabatha *et al.*, 2006) realizados em humanos em repouso, que realizaram medições para todo o corpo e utilizaram um modelo de multicomponentes, chegando a determinar que a ingestão concomitante de gorduras e sacarose com proteínas de leite pode modificar a captação de aminoácidos nos tecidos periféricos.

Tabatha e seus colaboradores (2006) realizaram um trabalho de pesquisa com o objetivo de determinar a resposta do equilíbrio líquido de proteínas musculares após o treino de força mediante a ingestão de aminoácidos provenientes de um alimento real (neste caso, leite) e não de um suplemento. No trabalho, 24 sujeitos jovens, saudáveis e treinados em força foram colocados em um de três grupos, os quais receberam três bebidas com leite após terem realizados 10 séries de 8 repetições no exercício de extensão do joelho. Os três grupos eram: leite livre de gordura (FM), n=8; leite integral (WM), n=8; e leite isocalórico livre de gordura (IM). A composição do leite ingerido por cada grupo é mostrada na Tabela 4.

Tabela 4: Conteúdo de nutrientes do leite consumido por cada grupo após o treino de resistência

	Energia (KJ)	CHO (g)	Gorduras (g)	PRO (g)	PHE (mg)	THR (mg)
FM	377	12,3	0,6	8,8	420	390
WM	627	11,4	8,2	8,0	390	360
IM	626	20,4	1,0	14,5	696	647

Fonte: Tabatha et al., 2006, p. 669. Referências: FM, 237 g de leite livre de gordura; WM, 237 g de leite integral; IM, 393 g de leite livre de gordura; CHO, carboidratos; PRO, proteínas; PHE, fenilalanina; THR, treonina.

Descobriu-se que o índice médio de fenilalanina captada ou ingerida para o grupo WM foi 90 e 70% maior que para os grupos FM e IM, respectivamente. Contudo, estas diferenças não foram significativas. O mesmo índice para a treonina foi 312% maior para o grupo WM em relação ao FM ($p < 0,05$), e 91% maior em relação ao grupo IM, ainda que neste caso a diferença também não tenha sido significativa. Os autores do trabalho propuseram que estes dados sugerem que alguma propriedade da WM melhorou a quantidade de treonina e possivelmente de fenilalanina, utilizada para a síntese de proteínas musculares. Se for assim, não está claro qual propriedade da WM foi responsável pelo aumento da utilização. Se analisarmos a Tabela 4, podemos ver que ao menos uma dessas propriedades pode ser a combinação de proteínas e gorduras.

É importante destacar que nem todas as proteínas são iguais. Elas diferem com base na fonte das proteínas ingeridas, o perfil de aminoácidos e os métodos para processar ou isolar a proteína (Kreider *et al.*, 2000). Estas diferenças influenciam a disponibilidade de aminoácidos e peptídeos que foram relatados como tendo atividade biológica (ex: α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, glicomacropéptídeos, imunoglobulinas, lactoperoxidases, lactoferrina, etc.). Portanto, é necessário ter cuidado para os atletas e sujeitos ativos não ingerirem apenas a quantidade suficiente de proteínas, mas também de proteínas de alta qualidade (Tabela 5).

Tabela 5: Classificações de qualidade de proteínas

Tipos de proteínas	Índice de eficiência proteica	Valor biológico	Utilização líquida de proteínas	Valor de digestibilidade da proteína corrigida para aminoácidos
Carne bovina	2,9	80	73	0,92
Feijões / Feijões pretos	0		0	0,75
Caseína	2,5	77	76	1,00
Ovo	3,9	100	94	1,00
Leite	2,5	91	82	1,00
Amendoim / Manteiga de amendoim	1,8			0,52
Proteínas de soja	2,2	74	61	1,00
Glúten de trigo	0,8	64	67	0,25
Proteína de soro de leite (whey)	3,2	104	92	1,00

Fonte: Adaptado de Hoffman, 2004, p. 120.

Em relação aos diferentes índices para avaliar a qualidade das proteínas, incluem-se abaixo informações sobre cada um.

Índice de eficiência proteica

O **índice de eficiência proteica (PER)** determina a eficácia de uma proteína através da medição do crescimento animal. Considera-se que qualquer valor que exceda 2,7 constitui uma fonte de proteínas excelente.

Valor biológico

O valor biológico mede a qualidade das proteínas através do cálculo do nitrogênio usado na formação de tecido, dividido pelo nitrogênio que foi incorporado aos alimentos. Este produto é multiplicado por 100 expresso como porcentagem do nitrogênio utilizado. O valor biológico proporciona uma medida da eficiência da utilização pelo corpo de proteínas consumidas na dieta.

Utilização líquida de proteínas

A utilização líquida de proteínas é similar ao valor biológico, embora envolva uma medida direta de retenção de nitrogênio absorvido. A utilização líquida de proteínas e o valor biológico medem o mesmo

parâmetro de retenção de nitrogênio. Contudo, a diferença recai no fato de que o valor biológico se calcula a partir do nitrogênio absorvido, enquanto que a utilização líquida de proteínas se calcula a partir do nitrogênio ingerido.

Pontuação de aminoácidos corrigida por digestibilidade

Em 1989, a Organização para a Agricultura e Alimentação e a Organização Mundial da Saúde (FAO e OMS), em uma declaração de posição, estabeleceram que a qualidade da proteína poderia ser determinada expressando o conteúdo do primeiro aminoácido essencial limitador da proteína de teste em forma de porcentagem do conteúdo do mesmo aminoácido em relação a um padrão de referência de aminoácidos essenciais (FAO e OMS, 1990). Os valores de referência utilizados basearam-se nas exigências de aminoácidos essenciais de crianças de idade pré-escolar. A recomendação da declaração de FAO e OMS foi tomar este valor de referência e corrigi-lo segundo o teste de digestibilidade fecal real. O valor obtido é a pontuação de aminoácidos corrigidos por digestibilidade (PDCAAS). Este método foi adotado como o método preferido para medir o valor da proteína na nutrição humana (Hoffman, 2004).

Em relação à ingestão de proteínas, em uma declaração de posição publicada há alguns anos, destacaram-se os seguintes itens:

- Uma considerável quantidade de estudos dão aval à ideia que os indivíduos envolvidos em treino de um modo regular requerem mais proteínas na dieta que os indivíduos sedentários.
- As ingestões de proteínas de 1,4-2,0 g/kg⁻¹/dia⁻¹ para os indivíduos ativos não somente são seguras, mas também podem melhorar as adaptações ao treino induzidas pelo exercício.
- Quando forma parte de uma dieta rica em nutrientes e equilibrada, a ingestão de proteínas neste nível não é prejudicial para a função dos rins ou o metabolismo ósseo em pessoas saudáveis e ativas.
- Embora seja possível para os indivíduos fisicamente ativos obterem seus requerimentos de proteína a partir de uma dieta regular e variada, a suplementação com proteínas em diferentes formas constitui uma forma prática para os atletas assegurarem uma ingestão de proteínas adequada e de qualidade.
- Os diferentes tipos e qualidades de proteínas podem afetar a adaptabilidade biológica dos aminoácidos após a suplementação com proteínas. A superioridade de um tipo de proteína sobre outras, em termos de otimização da recuperação ou das adaptações ao treino, ainda deve ser demonstrada de maneira convincente.

- A ingestão de proteína no momento apropriado constitui um componente importante de um programa de treino geral, sendo essencial para uma correta recuperação e manutenção da função imune e significativa para o crescimento e a manutenção da massa magra corporal.
- Sob certas circunstâncias, os suplementos com aminoácidos específicos, tais como aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) podem melhorar o desempenho do exercício e a recuperação depois dele. (Campbell *et al.*, 2007, p. 1).

Lipídios

A manutenção do equilíbrio energético, a restituição das reservas intramusculares de triacilglicerol e o consumo adequado de ácidos graxos essenciais apresentam grande importância entre os atletas e justificam uma maior ingestão de lipídios (Kreider *et al.*, 2000). É interessante destacar que as dietas com um maior conteúdo de gorduras parecem manter melhor as concentrações de testosterona em circulação que as dietas pobres em gorduras (Kreider *et al.*, 2000). Em geral, recomenda-se que os atletas consumam uma quantidade moderada de gorduras (aproximadamente 30% de sua ingestão calórica diária).

Para os atletas que buscam diminuir a gordura corporal, recomendou-se que ingiram de 0,5 a 1 g/kg⁻¹/dia⁻¹ de gorduras. A lógica é que alguns estudos relacionados à perda de peso indicam que as pessoas que tiveram mais êxito em perder peso e em manter a perda de peso foram aquelas que ingeriram menos de 40 g de gordura por dia em sua dieta (Kreider *et al.*, 2000).

Em relação aos diferentes tipos de lipídios, deveria ser diminuída a ingestão de gorduras saturadas (ácidos graxos de 14 e 16 carbonos), que têm o potencial de aumentar a concentração de colesterol plasmático (Boyd & Cordain, 1997); e aumentar a ingestão de gorduras poliinsaturadas, essenciais para o organismo. Em relação a estas últimas, é importante considerar a relação entre os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, já que na dieta do ser humano atual, a relação ômega-3 e ômega-6 parece haver diminuído significativamente, o que poderia ter consequências adversas para o funcionamento do organismo (Boyd & Cordain, 1997).

Em relação a este tema e aos alimentos que foram ingeridos por nossos antepassados caçadores-coletores, que podem haver determinado as adaptações produzidas no genoma do homem atual, sugere-se analisar o trabalho de Boyd & Cordain (1997).

1.2.3 Micronutrientes

Vitaminas

As vitaminas são compostos orgânicos cuja função é regular os processos metabólicos, os sistemas de produção de energia, os processos neurológicos e evitar a destruição das células (Kreider *et al.*, 2000).

Uma classificação principal as divide em hidrossolúveis e lipossolúveis. Entre estas últimas, encontram-se as vitaminas A, D, E e K, enquanto que entre as primeiras, encontram-se a vitamina C e as do complexo B. Há dados documentados que indicam que certas vitaminas podem proporcionar benefícios para a saúde (vitamina E, niacina, ácido fólico, vitamina C, entre outras), mesmo havendo poucos relatos que indiquem que estas tenham um valor ergogênico (Kreider *et al.*, 2000).

Não obstante, é interessante destacar que algumas vitaminas, tais como a vitamina C e E, poderiam ajudar a tolerar melhor o treino, reduzindo o estresse oxidativo induzido por este e mantendo a integridade do sistema imunológico (no caso da vitamina C). O grupo restante de vitaminas parece ter pouco valor ergogênico nos atletas que consomem uma dieta normal e com um suprimento suficiente de nutrientes.

Por outro lado, convém observar que a Associação Médica Americana avaliou recentemente a literatura médica disponível e recomendou que os norteamericanos consumam uma dose baixa diária de multivitamínicos, com o objetivo de promover a saúde geral. A Tabela 6 mostra a dose diária recomendada (RDA), o suposto valor ergogênico e o resumo das descobertas da literatura para as vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis.

Tabela 6: Auxílios ergogênicos nutricionais propostos: Vitaminas

Nutriente	RDA	Valor ergogênico proposto	Resumo das descobertas das pesquisas
Vitamina A	Homens: 900 µg/dia Mulheres: 700 µg/dia	Constituinte da rodopsina (pigmento da visão). Está envolvida na visão noturna. Um suplemento poderia melhorar a visão no esporte.	Nenhum estudo demonstrou que a suplementação com vitamina A melhore o desempenho no exercício.
Vitamina D	5 µg/dia (idade < 51 anos)	Promove o crescimento e a mineralização do osso. Melhora a absorção de cálcio. A suplementação com cálcio pode ajudar a prevenir a perda de osso em populações com osteoporose.	A suplementação com cálcio pode ajudar a prevenir a perda de osso em atletas susceptíveis a osteoporose. Contudo, a suplementação com vitamina D não melhora o desempenho no exercício.
Vitamina E	15 mg/dia	Como um antioxidante, demonstrou-se que ajuda a prevenir a formação de radicais livres durante o exercício intenso e previne a destruição de células vermelhas sanguíneas, melhorando e mantendo o transporte de oxigênio aos músculos durante o exercício. Certa evidência sugere que pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares ou diminuir a incidência de ataque cardíaco recorrente.	Numerosos estudos demonstram que a suplementação com vitamina E pode diminuir o estresse oxidativo induzido pelo exercício. Contudo, a maioria dos estudos não mostrou efeitos sobre o desempenho em zonas que se encontrem ao nível do mar. Em altitudes elevadas, a vitamina E pode melhorar o desempenho do exercício. São necessárias pesquisas adicionais para determinar se a suplementação a longo prazo pode ajudar os atletas a tolerarem melhor o treino.
Vitamina K	Homens: 120 µg/dia	Importante na coagulação da sangue. Também há certa evidência que indica que pode afetar o metabolismo	Relatou-se que a suplementação com vitamina K (10 mg/dia) em atletas femininas de elite aumenta a capacidade de ligação ao cálcio na osteocalcina e promove um aumento de 15-20% nos marcadores de

	Mulheres: 90 µg/dia	ósseo em mulheres na pós-menopausa.	formação de osso e uma diminuição de 20-25% nos marcadores de reabsorção óssea, sugerindo que se produz uma melhora do equilíbrio entre a formação e a reabsorção.
Tiamina (B1)	Homens: 1,2 mg/dia Mulheres: 1,1 mg/dia	É uma coenzima (pirofosfato de tiamina) na eliminação de CO ₂ a partir das reações de descarboxilação de piruvato a acetil-CoA e no ciclo dos ácidos tricarboxílicos. Teoreticamente, a suplementação melhora o limiar anaeróbico e o transporte de CO ₂ . As deficiências podem diminuir a eficiência dos sistemas energéticos.	A disponibilidade de tiamina na dieta não parece afetar a capacidade de exercício quando os atletas realizam uma ingestão normal.
Riboflavina (B2)	Homens: 1,3 mg/dia Mulheres: 1,7 mg/dia	Constituinte das coenzimas nucleotídeos de flavina envolvidas no metabolismo energético. A ideia é que, teoricamente, melhora a disponibilidade de energia durante o metabolismo oxidativo.	A disponibilidade de tiamina na dieta não parece afetar a capacidade de exercício quando os atletas realizam uma ingestão normal.
Niacina (B3)	Homens: 16 mg/dia Mulheres: 14 mg/dia	Constituinte das coenzimas implicadas no metabolismo energético. Propõe-se, teoricamente, que podem atenuar o aumento de ácidos graxos durante o exercício, reduzir o colesterol, melhorar a termorregulação, e melhorar a disponibilidade de energia durante o	Os estudos indicam que a suplementação com niacina (100-500 mg/dia) pode ajudar a diminuir os níveis de lipídios sanguíneos e aumentar os níveis de homocisteína em pacientes com hipercolesterolemia. Contudo, relatou-se que a suplementação com niacina (280 mg) diminui a capacidade de exercício, através da diminuição da mobilização de ácidos graxos.

		metabolismo oxidativo.	
Piridoxina (B6)	1,3 mg/dia (idade < 51 anos)	Foi indicada como um suplemento que aumenta a massa muscular, força, e potência anaeróbica nos sistemas do ácido lático e de oxigênio. Também pode ter um efeito calmante que foi relacionado a uma melhoria da força.	Em atletas bem alimentados, a piridoxina falhou em melhorar a capacidade aeróbica ou a acumulação de ácido lático. Contudo, quando se combina com as vitaminas B1 e B12, pode aumentar os níveis de serotonina e melhorar as habilidades motoras finas, que podem ser necessárias em esportes como o tiro com pistola ou arco e flecha.
Cianocobalamina (B12)	2,4 µg/dia	Uma coenzima envolvida na produção de DNA e serotonina. O DNA é importante para a síntese de proteínas e células vermelhas sanguíneas. Teoricamente, aumenta a massa muscular, a capacidade de transporte de oxigênio do sangue e diminui a ansiedade.	Em atletas bem treinados, não foi relatado nenhum efeito ergogênico. Contudo, quando combinada com vitaminas B1 e B12, demonstrou-se que a cianocobalamina melhora o desempenho no tiro com pistola. Isto pode ser devido a um incremento dos níveis de serotonina, um neurotransmissor do cérebro que pode reduzir a ansiedade.
Ácido fólico (folato)	400 µg/dia	Funciona como uma coenzima na formação de DNA e células vermelhas sanguíneas. Um aumento nas células vermelhas sanguíneas poderia melhorar o transporte de oxigênio aos músculos durante o exercício. Pensa-se que é importante para ajudar a prevenir defeitos no nascimento e pode ajudar a diminuir os níveis de homocisteína.	Os estudos sugerem que aumentar a disponibilidade de ácido fólico na dieta durante a gravidez pode diminuir a incidência de deficiências no nascimento. Além disso, pode diminuir os níveis de homocisteína (um fator de risco de ataque cardíaco). Em atletas bem alimentados e deficientes em folato, o ácido fólico não melhorou o desempenho do exercício.
		Atua como uma coenzima para o acetil-Coenzima A (Acetil-CoA). Isto	As pesquisas não relataram melhoras no desempenho aeróbico com a suplementação com acetil-

Ácido pantotênico	5 mg/dia	pode beneficiar os sistemas energéticos aeróbicos ou dependentes de oxigênio.	CoA. Contudo, um estudo reportou uma diminuição na acumulação de ácido láctico, sem aumento no desempenho.
Betacarotenos	Nenhum	Servem como antioxidantes. Teoricamente, ajudam a minimizar a peroxidação dos lipídios e o dano muscular induzidos pelo exercício.	As pesquisas indicam que a suplementação com betacaroteno com ou sem outros antioxidantes pode ajudar a diminuir a peroxidação induzida pelo exercício. Com o tempo, isto pode ajudar os atletas a tolerarem o treino. Contudo, não está claro se a suplementação com antioxidantes afeta o desempenho do exercício.
Vitamina C	Homens: 90 mg/dia Mulheres: 75 mg/dia	É utilizada em uma série de processos metabólicos diferentes no corpo. Está envolvida na síntese de epinefrina, absorção de ferro, e é um antioxidante. Teoricamente, poderia beneficiar o desempenho durante o exercício, melhorando o metabolismo durante o exercício. Também há evidência que indica que a vitamina C pode melhorar a função imunológica.	Em atletas bem alimentados, a suplementação com vitamina C não parece melhorar o desempenho físico. Contudo, há certa evidência que indica que a suplementação com vitamina C (por exemplo, 500 mg/dia) após exercício intenso pode diminuir a incidência de infecções do aparelho respiratório superior.

Fonte: Adaptado de Kreider *et al.*, 2010, p. 12

Minerais

Os minerais são elementos inorgânicos essenciais para uma série de processos metabólicos. Servem como estrutura de tecidos, se constituem como componentes importantes de enzimas e hormônios e são reguladores de metabolismo e do controle nervoso. Demonstrou-se que alguns minerais se encontram em deficiência em alguns atletas ou tornam-se deficientes como resposta ao treino ou exercício prolongado. Nos atletas que apresentam uma deficiência, em geral demonstrou-se que a suplementação melhora a capacidade de exercício. Portanto, alguns minerais parecem ter um valor ergogênico ou de saúde para atletas sob certas situações.

A suplementação com cálcio nos atletas susceptíveis a osteoporose prematura pode ajudar na manutenção da massa magra e no controle da composição corporal. No caso do ferro, demonstrou-se que a suplementação em atletas com déficit deste mineral ou anemia melhora o desempenho. Além disso, há provas (Kreider *et al.*, 2000) que indicam que uma reposição com fosfato de sódio pode aumentar o consumo máximo de oxigênio, o limite de lactato e melhorar a capacidade do exercício de resistência de 8 a 10%. A Tabela 7 mostra a dose diária recomendada (RDA), o valor ergogênico proposto e os relatos da literatura em relação ao possível efeito ergogênico de diferentes minerais.

Tabela 7: Auxílios ergogênicos nutricionais propostos: Minerais

Nutriente	RDA	Valor ergogênico proposto	Resumo das descobertas das pesquisas
Boro	Nenhum	O boro foi vendido aos atletas como um suplemento dietético que pode promover o crescimento muscular durante o treino de resistência. O fundamento baseou-se principalmente em um relato inicial que indicou que a suplementação com boro (3 mg/dia) aumentou significativamente os níveis de β -estradiol e testosterona em mulheres pós-menopausa que consumiam uma dieta pobre em boro.	Os estudos que investigaram o efeito de 7 semanas de suplementação com boro (2,5 mg/dia) durante o treino de resistência sobre os níveis de testosterona, composição corporal e força não relataram um valor ergogênico. No momento, não há provas de que a suplementação com boro promova o crescimento muscular durante o treino de resistência.
Cálcio	1000 mg/dia (idade: 19 a 50 anos)	Está envolvido na formação dos dentes, coagulação da sangue e transmissão nervosa. Estimula o metabolismo das gorduras. A dieta deveria conter quantidades suficientes especialmente em crianças e adolescentes em crescimento, atletas do sexo feminino e mulheres pós-menopausa. A vitamina D é necessária para ajudar em sua absorção.	A suplementação com cálcio poderia ser benéfica em populações com tendência a osteoporose. Além disso, demonstrou-se que a suplementação com cálcio promove o metabolismo das gorduras e ajuda a controlar a composição corporal. A suplementação com cálcio não fornece um efeito ergogênico sobre o desempenho do exercício.
Cromo	Homens: 35 mg/dia Mulheres: 25 μ g/dia (idade: 19 a 50 anos)	O cromo, vendido comumente como picolinato de cromo, foi comercializado com afirmações que indicam que o suplemento aumenta a massa muscular e diminui os níveis de gordura corporal.	As pesquisas com animais indicam que a suplementação com cromo incrementa a massa corporal magra e reduz a gordura corporal. As primeiras pesquisas com humanos relataram resultados similares. Contudo, estudos mais recentes, bem controlados, relataram que a suplementação com cromo (200 a 800 μ g/dia) não aumenta a massa corporal magra ou reduz a gordura corporal.

Ferro	Homens: 8 mg/dia Mulheres: 8 mg/dia (idade: 19 a 50 anos)	Os suplementos com ferro são usados para aumentar o desempenho aeróbico em esportes que utilizam o sistema de oxigênio. O ferro é um componente da hemoglobina nas células vermelhas sanguíneas, que são transportadoras de oxigênio.	A maioria das pesquisas a respeito do ferro indicam que ele não parece aumentar o desempenho aeróbico, a menos que o atleta esteja em uma condição de esgotamento de ferro ou tenha anemia.
Magnésio	Homens: 420 mg/dia Mulheres: 320 mg/dia	Ativa enzimas envolvidas na síntese de proteínas. Está envolvido nas reações de ATP. Os níveis séricos diminuem com o exercício. Alguns sugerem que a suplementação com magnésio pode melhorar o metabolismo energético ou disponibilidade de ATP.	A maioria das pesquisas bem controladas indicam que a suplementação com magnésio (500 mg/dia) não afeta o desempenho do exercício em atletas a menos que haja uma deficiência.
Fósforo (sais de fosfato)	700 mg/dia	O fosfato foi estudado por sua capacidade de melhorar os três sistemas energéticos, principalmente o sistema de oxigenação ou a capacidade aeróbica.	Estudos de pesquisa bem controlados realizados recentemente reportaram que a suplementação com fosfato de sódio (4 g/dia por 3 dias) melhorou o sistema do oxigênio em tarefas de resistência. Parece que há pouco valor ergogênico para outras formas de fosfato (como fosfato de cálcio ou fosfato de magnésio). São necessárias mais pesquisas para determinar o mecanismo pelo qual ocorre a melhoria.
Potássio	2000 mg/dia	Eletrólito que ajuda a regular o equilíbrio de líquidos, a transmissão nervosa e o equilíbrio ácido-base. Alguns sugerem que o incremento ou diminuição excessiva do potássio pode predispor os atletas a câibras.	Ainda que a perda de potássio durante o exercício intenso na transpiração tenha sido associada anedoticamente a câibras musculares, a etiologia das câibras é desconhecida. Não está claro se a suplementação com potássio nos atletas diminui a incidência de câibras. Não foi relatado nenhum efeito ergogênico.
Selênio		É vendido como um suplemento para o desempenho no exercício aeróbico. Trabalhando de	Ainda que o selênio possa reduzir a peroxidação dos lipídios durante o exercício aeróbico, não foram

	55 µg/dia	perto com a vitamina E e a glutathione peroxidase (um antioxidante), o selênio pode destruir a produção destrutiva de radicais livres de lipídios durante o exercício aeróbico.	demonstradas melhoras na capacidade aeróbica.
Sódio	500 mg/dia		Durante os primeiros dias de treino intenso no calor, perde-se uma maior quantidade de sódio através do suor. Além disso, o exercício de ultrarresistência pode diminuir os níveis de sódio, levando à hiponatremia. Demonstrou-se que o aumento da disponibilidade de sal durante o treino intenso no calor ajuda a manter o equilíbrio de líquidos e prevenir a hiponatremia.
Vanadil sulfato (vanádio)	Nenhum	O vanádio pode estar envolvido em reações no corpo que produzem efeitos similares aos da insulina sobre o metabolismo das proteínas e a glicose. Devido à natureza anabólica da insulina, isto atraiu a atenção ao vanádio como um suplemento para aumentar a massa muscular, a força e a potência.	Investigações limitadas demonstraram que os diabéticos tipo 2 podem melhorar seu controle da glicose. Contudo, não há nenhuma prova de que o vanadil sulfato tenha algum efeito sobre a massa muscular, a força ou a potência.
Zinco	Homens: 11 mg/dia Mulheres: 8 mg/dia	Constituinte das enzimas envolvidas na digestão. Associado com a imunidade. Em teoria, pode reduzir a incidência de infecções do aparelho respiratório superior em atletas envolvidos em treino intenso.	Os estudos indicam que a suplementação com zinco (25 mg/dia) durante o treino minimiza as mudanças induzidas pelo exercício na função imune.

Fonte: Adaptado de Kreider *et al.*, 2010, p. 14

1.2.4 Fitoquímicos e água

Fitoquímicos

Os fitoquímicos, ou fitonutrientes, são certos componentes orgânicos das plantas que, pensa-se, promovem a saúde humana, mas não são nutrientes (Jeukendrup & Gleeson, 2010). Diferem-se das vitaminas porque não são considerados nutrientes essenciais, mas podem ser benéficos para a saúde. Através de diferentes mecanismos, exercem uma função antioxidante, melhoram a resposta imune e a comunicação das células; alteram o metabolismo de estrogênios, metabolizam carotenos em vitamina A, geram a morte de células cancerígenas e reparam DNA danificado.

Entre os fitoquímicos, são amplamente conhecidos os carotenoides, encontrados no brócolis, em verduras de folha verde e amarelas, assim como os polifenóis, que se encontram nos frutos vermelhos e no vinho tinto.

As recomendações atuais indicam que se deve ingerir cerca de cinco porções de frutas e vegetais para garantir o fornecimento de fitoquímicos e seus efeitos benéficos para a saúde.

Água

Os organismos vivos, e portanto o corpo do ser humano, apresentam um conteúdo elevado de água. De um ponto de vista químico, o corpo humano poderia dividir-se em minerais, carboidratos, proteínas, gordura e água, onde esta última representaria 40% da massa total (Wilmore, 1996).

O maior volume de água no organismo encontra-se dentro das células, no que se denomina compartimento intracelular. Neste, podem-se encontrar aproximadamente 70% do total de água corporal (Robergs, 2006). Por outro lado, o sangue contém aproximadamente 6% do total de água corporal (compartimento vascular) e entre as células (compartimento intersticial), encontra-se 24% do total de água corporal. No humano que realiza exercício e se desidrata, a maior perda de água corporal se produz no componente intracelular, dessa forma, se forem perdidos 3 litros de suor durante o esforço, 50% da perda virá do compartimento intracelular (Robergs, 2006).

Vale observar que, enquanto as perdas por suor de um humano em repouso durante um dia podem representar um volume baixo como 200 ml, tal como demonstraremos mais adiante, um ser humano que realiza exercício pode perder 3, 4, 5 litros ou até mais durante o esforço. Esta

perda de massa corporal é explicada praticamente em sua totalidade pela água corporal perdida na forma de suor.

Hidratação pré-exercício

Considerando que sob determinadas condições climáticas (clima quente e úmido), fisiológicas (atletas com taxas elevadas de sudorese) e esportivas (eventos de larga duração, como p. ex., maiores que 90 min.) a desidratação pode alcançar graus elevados (> 2%), produto dos aspectos anteriormente assinalados (com o agravante de que em alguns esportes a disponibilidade de líquidos pode ser restringida), a pré-hidratação adquire uma grande importância. São interessantes os resultados de Ahumada, Barale e Zóccola (2010) a respeito do nível de desidratação que pode ser alcançado por atletas de desempenho médio durante treinos em diferentes condições climáticas. Claramente, este cenário é muito adverso para o atleta, que sofrerá uma perda de desempenho muito grande e pode pôr em risco sua saúde. Assim, é fundamental, no começo da prática esportiva, estar em uma condição de euidratação, assim como possivelmente iniciar o exercício em uma condição de hiperidratação.

O agente hiperidratante do qual se obtiveram resultados muito encorajadores é o glicerol. Para uma revisão exaustiva sobre o metabolismo, as aplicações, os usos médicos e os mecanismos de ação desta substância, convidamos você a analisar o trabalho de Robergs e Griffin (1998). Lamentavelmente, este ano, esta substância foi incluída na lista de substâncias proibidas da Agência Mundial Antidoping (WADA), já que o glicerol teria aplicações como agente mascarador, ao aumentar a osmolaridade do plasma, expandir o volume plasmático e diluir a concentração de possíveis substâncias proibidas que sejam utilizadas. Aparentemente, estão sendo estudadas outras substâncias capazes de induzir um efeito de hiperidratação. Como se analisará em uma seção posterior, as bebidas com uma concentração de sódio elevada, de 50-70 mM (similar a do suor) têm o potencial de induzir hiperidratação. Contudo, a grande concentração de sódio de uma bebida afeta sua palatabilidade.

Em relação à hiperidratação, em termos práticos, pode ser interessante utilizar uma série de equações desenvolvidas por Eric Goulet (2009) para calcular o volume de líquidos com os quais hidratar o atleta.

A primeira equação tem como objetivo determinar o nível de desidratação alcançado durante um exercício determinado:

Porcentagem de desidratação (%) = [(taxa de sudorese (L/h) – ingestão de líquidos (L/h)) * duração do exercício (h)] / massa corporal (kg).

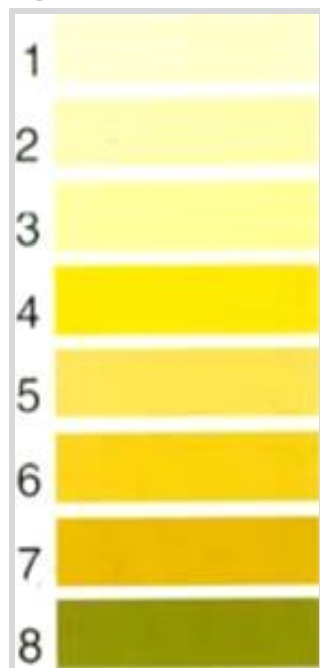
A segunda equação tem como objetivo avaliar o volume de líquidos que deveriam ser ingeridos durante a hiperidratação para alcançar um nível de desidratação desejada durante o exercício, por exemplo, 2% da massa corporal.

Volume de líquidos (L) = [(resultado da equação 1/100)*peso corporal (kg)]-[peso corporal (kg)*(% de desidratação desejado/100)].

Assim, o resultado indica o volume de líquidos que deveria ser consumido para a hiperidratação. Goulet (2009) afirmou que somente estaria justificada a hiperidratação quando o resultado da equação 1 fosse → 2%. Esta equação foi pensada para ser aplicada a um protocolo de hiperidratação com glicerol. Embora uma bebida esportiva não seja tão eficaz quanto o glicerol para este fim, mesmo se isotônica, esta é uma opção prática para determinar o volume de líquidos exigidos especificamente por um atleta em uma condição determinada, já que a taxa de sudorese dependerá do sujeito, mas, além disso, das condições climáticas.

Uma ferramenta útil para valorar o nível de hidratação e assegurar que o atleta inicie o exercício em um estado de euidratação é a escala de cor da urina (Figura 4) desenvolvida por Lawrence Armstrong *et al.* (1994). Enquanto a cor da urina estiver entre 1 e 3, isto indica que o atleta se encontra euidratado.

Figura 4: Escala de color da urina



Fonte: Adaptado de Armstrong *et al.*, 1994, p. 274.

Hidratação intra-exercício

Nesta seção, além do fornecimento de líquidos, também se apresentarão dados sobre o fornecimento de carboidratos, já que este aspecto não foi discutido na seção anterior, dedicada ao estudo destes macronutrientes.

Embora haja fundamentos sólidos que dão aval ao fornecimento de carboidratos durante o exercício para melhorar o desempenho e atenuar a fadiga, valem mencionar os resultados de uma revisão de literatura de Coombes e Hamilton (2000).

Depois de revisar uma série de trabalhos, os autores descobriram que os benefícios das bebidas esportivas são mais facilmente observados em indivíduos que sofrem esgotamento de suas reservas de glicogênio. Os estudos realizados foram com sujeitos que se encontravam nesta condição, mas claramente esta não é a situação em que se encontram os atletas antes de uma competição.

Os trabalhos de Coombes e Hamilton que dão aval à ideia de que o fornecimento de carboidratos retarda a fadiga e melhora o desempenho baseiam-se nos trabalhos de Coyle (1983; 1986), e Coggan e Coyle (1987; 1988; 1989). Em todos estes estudos, os sujeitos realizaram um jejum de 12 a 16 horas antes do exercício. Cabe esclarecer, além disso, que as bebidas com carboidratos que os sujeitos consumiram durante o exercício tinham uma concentração de carboidratos de 50%, que resultou em uma dose de carboidratos entre 2 e 12 g/h⁻¹/kg⁻¹. Acreditamos que este nível de concentração fica difícil de tolerar em exercício intenso. Para obter uma contribuição similar de carboidratos com bebidas esportivas a 8%, seria necessário um consumo de pelo menos 1750 mL/h⁻¹. Esta ingestão de líquidos não é prática e torna difícil relacionar as descobertas de desempenho usando bebidas com elevado conteúdo de carboidratos com as bebidas esportivas comercialmente disponíveis (Coombes e Hamilton, 2000). Dos 69 estudos citados na revisão, somente 16 utilizaram bebidas comercialmente disponíveis.

Considerando isto, em geral, a evidência sugere que a ingestão de CHO durante o exercício de resistência é uma estratégia bem estabelecida para sustentar os níveis de glicose, poupar glicogênio e possivelmente promover maiores níveis de desempenho (Kerksick *et al.*, 2009).

É bem aceito que as taxas pico de oxidação de um tipo único de CHO (glicose) são de aproximadamente 1 g/min⁻¹, isto é, 60 g/h⁻¹. De algum modo, isto explica a concentração de 6% em algumas bebidas esportivas mundialmente reconhecidas, tais como Gatorade. Assim, idealmente, deveria-se alcançar este fornecimento de CHO por hora, o que, com uma bebida comercialmente disponível, garantiria também o fornecimento de cerca de 1 l/h⁻¹ de líquidos. É importante considerar que esta taxa de ingestão de líquidos pode ser muito inferior à taxa de sudorese de alguns

atletas (Ahumada, Barale & Zóccola, 2010) que, dependendo da duração do esforço (ver as equações anteriormente apresentadas), podem sofrer um nível de desidratação significativo (> 2%).

Parece, além disso, que a maior taxa de esvaziamento gástrico seria de aproximadamente 1200 mL/h⁻¹ ou 20 mL/min⁻¹ (Ryan *et al.*, 1998), o que implica que, quando a taxa de sudorese de um sujeito determinado ultrapassasse este valor, estaria garantido um nível determinado de desidratação e uma concomitante perda de desempenho.

Em relação à taxa de oxidação de carboidratos, a combinação de dois tipos de carboidratos (glicose e frutose) pode aumentar em 40% os níveis de oxidação pico de carboidratos, podendo alcançar 1,5 g/min⁻¹ (Kersick *et al.*, 2009). Deste modo, uma bebida que forneça estes dois carboidratos, em uma concentração de cerca de 90 g em 1200 mL de líquido, maximizaria a taxa de oxidação de carboidratos, preservando assim o glicogênio hepático e atenuando a diminuição da glicemia. Isto poderia ter uma aplicação prática crucial para provas de duração muito longa, como Ironman, ultramaratona, ou provas similares.

É importante mencionar que a desidratação pode aumentar o risco de insolação, reduzindo o fluxo sanguíneo à pele e diminuindo a taxa de sudorese (Ryan *et al.*, 1998). A este respeito, relatou-se um aumento de 0,1-0,4 °C da temperatura central por cada perda de 1% de massa corporal (Ryan *et al.*, 1998). Contudo, também é importante destacar que pode haver um limiar de desidratação a partir do qual se produz este incremento e pode corresponder a 2-3% de perda da massa corporal (Cheuvront & Haymes, 2001). Além disso, há dados que indicam que um nível de desidratação de 4%, com uma temperatura central elevada (~ 39 °C), afeta o esvaziamento gástrico (Ryan *et al.*, 1998). Assim, isto indica que a perda excessiva de água corporal não somente incrementa o armazenamento de calor do corpo durante o exercício, mas também que pode afetar a capacidade do indivíduo de restituir suas necessidades de líquidos, carboidratos e sais (Ryan *et al.*, 1998).

É importante mencionar que o padrão de ingestão de líquidos pode afetar marcadamente a velocidade de esvaziamento gástrico. Aparentemente, a ingestão repetida de pequenos volumes de fluido pode manter uma taxa elevada de esvaziamento gástrico em comparação a fazer uma só ingestão volumosa. Portanto, isto pode aumentar a taxa de transporte de fluidos e carboidratos até o intestino (Ryan *et al.*, 1998). Cabe destacar também que há evidência que indica que a ingestão repetitiva de líquidos, talvez através da estimulação do reflexo orofaríngeo, pode atenuar as reduções do fluxo sanguíneo à pele e a taxa de sudorese associadas com a desidratação térmica.

Além dos aspectos anteriormente levantados, na atualidade sabemos que nas competições reais, e especificamente nos esportes de

resistência, como o maratona, o triatlo ou o *mountain bike*, quando os atletas bebem à vontade (e sabemos que os melhores atletas assim o fazem), alcançam níveis de desidratação elevados (3, 4, 5% e até maiores níveis de desidratação). Apesar disso, são capazes de conseguir muito bons rendimentos, sem dano muscular significativo, mantendo seu ritmo e finalizando com temperaturas centrais seguras ($< 40^{\circ}\text{C}$). As condições do esporte realizado ao ar livre são muito diferentes das dos laboratórios onde foram realizados muitos estudos de referência da literatura científica. Analisar este tópico em detalhe está além do escopo do presente curso.

Hidratação pós-exercício

Os dois fatores principais que influenciam o processo de reidratação são o volume e a composição dos líquidos consumidos.

O volume consumido será influenciado por muitos fatores, incluindo a palatabilidade e seu efeito sobre o mecanismo da sede (Shirreffs, 2000).

A ingestão de água somente no período pós-exercício resulta em uma rápida queda na concentração do sódio plasmático e uma queda na osmolaridade do plasma. Estas mudanças têm o efeito de reduzir a estimulação a beber (sede) e aumentar a produção de urina, e ambos os fatores prejudicarão o processo de reidratação (Atkinson, Davidson, Jeukendrup & Passfield, 2003). Só pode ser alcançada uma reidratação completa depois do exercício se são restituídos tanto o sódio quanto a água, perdidos na transpiração. Para alcançar um estado de euidratação, a ingestão de sódio deve ser superior a sua perda. A ingestão de uma bebida que contenha sódio não só promoverá uma rápida absorção de líquidos no intestino delgado, como também permitirá que a concentração de sódio plasmático se mantenha elevada durante o período de reidratação e ajude a manter a sede, enquanto retarda a estimulação da produção de urina. Pensa-se que a inclusão de potássio na bebida consumida depois do exercício melhora a restituição de água intracelular e promove assim a reidratação, mas atualmente há pouca evidência experimental para dar suporte a esta hipótese (Atkinson *et al.*, 2003).

Em relação à concentração de sódio, propôs-se que as bebidas utilizadas para a reidratação pós-exercício tivessem uma concentração de sódio similar a do suor (Shirreffs, 2000), mas considerando que o conteúdo do eletrólito no suor mostra uma variação considerável entre sujeitos e no tempo, seria impossível prescrever uma só fórmula para cada sujeito ou para cada situação. Um estudo realizado por Shirreffs (2000) com o objetivo de investigar a relação entre as perdas de sódio de todo o corpo e a efetividade para a reidratação de bebidas com diferentes concentrações de sódio parece confirmar que a reidratação ideal é alcançada com uma bebida com uma concentração de sódio similar a do

suor. Não obstante, é importante mencionar que, em termos práticos, uma bebida esportiva com estas características muito provavelmente não terá boa palatabilidade, já que sua concentração de sódio deveria ser maior que o dobro (dependendo do sujeito e da condição) que a de uma bebida esportiva comercialmente disponível. Assim, a ingestão de alimentos sólidos, como sopas ou pizzas, cuja concentração de sódio costuma ser elevada, pode constituir uma opção apropriada. De fato, isto está documentado na literatura, onde se compara a ingestão de um alimento com água à ingestão de uma bebida esportiva (onde o volume de água era igual ao da bebida esportiva). Nestes trabalhos, a urina produzida foi menor no caso da ingestão do alimento e da água. Aparentemente, a maior eficácia do alimento e da água para restituir o equilíbrio de água corporal se deveu ao maior conteúdo de sódio e potássio.

Shirreffs *et al.* (2000) investigaram, além disso a influência do volume de bebida sobre a efetividade da reidratação após uma desidratação de 2% induzida pelo exercício. Os volumes das bebidas foram iguais a 50, 100, 150 e 200% das perdas de suor durante o exercício. Para investigar uma possível interação entre o volume de bebida e seu conteúdo de sódio, foram comparadas uma bebida com uma baixa concentração de sódio (23 mM) e uma bebida com uma elevada concentração de eletrólitos (61 mM). Com ambas as bebidas, a produção de urina esteve relacionada ao volume de bebida consumida. Sem considerar a composição da bebida, os sujeitos não restituíram seu nível de hidratação quando consumiram um volume equivalente (100%) ou de somente a metade do suor perdido durante o exercício. Quando foi consumido um volume de bebida igual a 150% do suor perdido, os sujeitos estavam ligeiramente hipoidratados 6 horas depois de consumir a bebida de teste quando esta tinha uma baixa concentração de sódio, uma condição similar a quando ingeriram a mesma bebida em um volume equivalente ao dobro do suor perdido. No caso da bebida com elevada concentração de sódio, foi retida uma quantidade de líquido suficiente para alcançar um estado de hiperidratação 6 horas depois da ingestão de 150 ou 200% do suor perdido na bebida de teste. Como aplicação prática, pode-se sugerir que, com uma bebida esportiva com uma concentração mínima de 23 mM, e contanto que 150% do líquido perdido durante o exercício seja ingerido, pode-se alcançar um nível de hidratação próximo ao normal em um período de 6 horas.

É muito importante considerar também que a taxa em que o líquido perdido é ingerido pode influenciar a taxa de produção de urina, e, portanto, a eficácia da reidratação. Prolongar o período de reidratação pode ser mais eficaz para alcançar um nível de euidratação em menos tempo. Assim, a ingestão de 150% dos líquidos perdidos pode se estender por 120-150 minutos.

Em geral, as bebidas esportivas têm concentrações de 10 a 25 mM de sódio, o que constitui um fornecimento entre 250 e 500 mg de sódio por litro de solução. O suor do ser humano pode ter uma concentração de sódio que duplica estes valores, ainda que tenha sido relatado que isto é muito variável. Deste modo, 10 litros de suor poderiam envolver a perda de 29 g de cloreto de sódio (Atkinson *et al.*, 2003) o que ilustra a importância da ingestão de sólidos no período pós-exercício.

Em relação ao papel do sódio no processo de hidratação pós-exercício, uma revisão publicada recentemente (Shirreffs, 2011) afirma que, depois do exercício, a reposição do sódio e a restituição de seu equilíbrio é um pré-requisito para uma restituição e manutenção efetiva da euidratação, já que nenhum outro eletrólito tem um papel significativo neste processo. Nesta revisão, também se observa que as pesquisas dos últimos anos destacaram a importância de não realizar uma reidratação muito rápida depois do exercício, de modo a evitar a diurese e alcançar e manter a euidratação. O atraso do desencadeamento da circulação do líquido de reidratação pode ser alcançado alterando-se o padrão de ingestão de líquidos ou retardando o esvaziamento gástrico da bebida do estômago ao intestino, aumentando, por exemplo, o conteúdo de carboidratos da bebida. Assim, este é o momento no qual é apropriada a utilização de uma bebida hipertônica, com carboidratos, proteínas e sódio.

Por fim, destacamos que a alteração do equilíbrio de líquidos e a temperatura não somente podem afetar o desempenho, mas também a saúde (Shirreffs, 2000). Portanto, exceto em situações nas que não se tenha produzido uma diminuição da água corporal, o principal objetivo da recuperação pós-exercício deve ser restituir o déficit de líquidos. Logo, deveria ser dada prioridade ao fornecimento de carboidratos para preencher as reservas de glicogênio e ao fornecimento de proteínas para contrabalançar o catabolismo proteico e favorecer a recuperação.

Timing dos nutrientes

Em relação à nutrição, não somente é importante a composição e a quantidade de macronutrientes, mas também o momento em que são ingeridos, ao qual nos referimos como *timing*. A nutrição no momento adequado será chave para a otimização do desempenho e a melhoria da saúde.

Pré-exercício

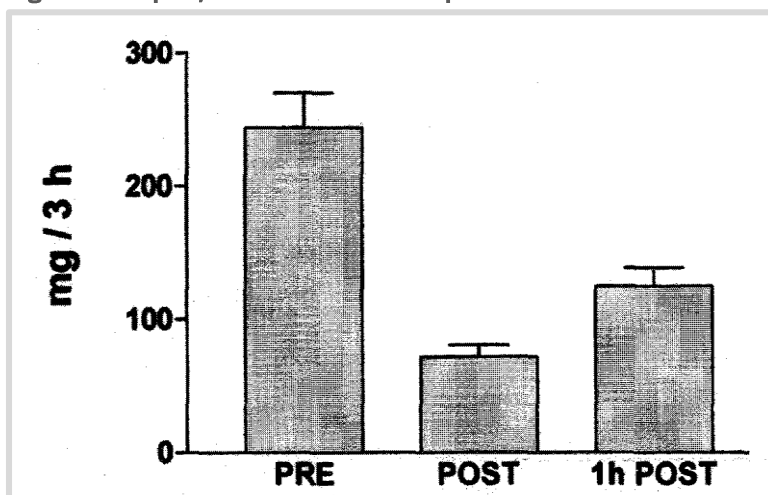
Dependendo do volume, intensidade, nível de treino e objetivos, recomenda-se uma dieta rica em CHO para manter os níveis de glicogênio (Kerksick *et al.*, 2009), enquanto se aumenta a fração de CHO até aproximadamente 70% nos 5 a 7 dias anteriores à competição, como

forma de maximização das reservas de glicogênio muscular e hepático, o que permitirá sustentar os níveis de glicose sanguínea durante o exercício (Kerksick *et al.*, 2009). Deste modo, recentemente se concluiu que a ingestão de 7-10 g/kg⁻¹/dia⁻¹ de carboidratos deveria ser suficiente para abastecer completamente as reservas de carboidratos e permitir um desempenho ideal (Atkinson *et al.*, 2003). É interessante observar também que podem ser alcançados níveis máximos de glicogênio depois de somente 1 a 3 dias após consumir uma dieta rica em CHO caso se minimize o volume do exercício realizado (Kerksick *et al.*, 2009). Em geral, as pesquisas que envolvem a ingestão de CHO dentro de uma hora antes do exercício demonstraram resultados equivocados a respeito das mudanças no desempenho. A este respeito, é interessante assinalar que a ingestão de carboidratos e seus maiores níveis estimulam a mobilização e oxidação deles, e inibem o metabolismo de lipídios, ainda que pareça que a maior oxidação seja compensada por sua maior disponibilidade.

Em relação a proteínas e aminoácidos, na literatura foi publicada uma grande quantidade de dados, muitos obtidos pelo grupo de Kevin D. Tipton, na Universidade do Texas. Esta pesquisa descobriu que quando um grupo de sujeitos ingeriu uma solução que consistia em 6 g de aminoácidos essenciais e 35 g de carboidratos, seja imediatamente antes ou depois de um exercício de resistência, a resposta do equilíbrio líquido de proteínas musculares foi consideravelmente maior quando a bebida foi ingerida imediatamente antes do que quando foi ingerida imediatamente ou uma hora depois do exercício (Tipton & Wolfe, 2001) (Figura 5). Estuda-se a captação de fenilalanina, já que este aminoácido não pode ser oxidado no músculo, e sua captação líquida envolve sua utilização para um processo de síntese proteica. De acordo com o que colocam Tipton e Wolfe (2001), a maior resposta anabólica observada quando os nutrientes são consumidos antes do exercício provavelmente reflete um maior transporte de aminoácidos até o músculo, permitindo assim que uma maior proporção de aminoácidos sejam captados pelos músculos.

As diretrizes gerais recomendam a ingestão de 1-2 g de CHO/kg⁻¹ e 0,15-0,25 g de proteínas/kg⁻¹, de 3 a 4 horas antes da competição ou do exercício (Kerksick *et al.*, 2009).

Figura 5: Captação de fenilalanina pelo músculo

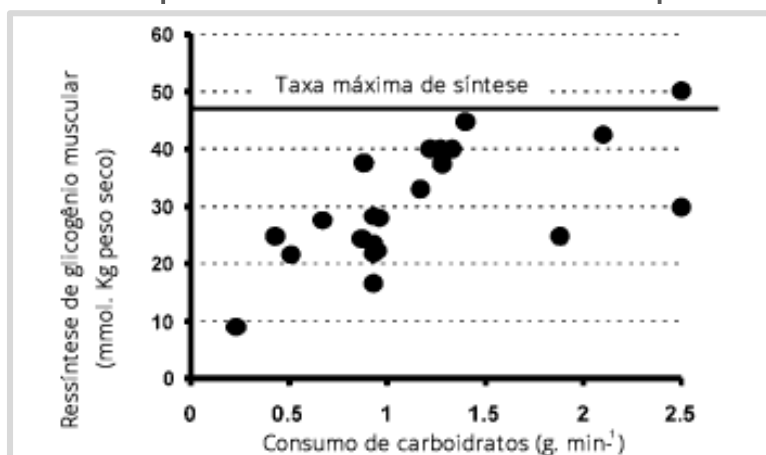


Fonte: Tipton e Wolfe, 2001, p. 122. Referências: captação de fenilalanina pelo músculo por 3 horas quando foi ingerida uma solução com carboidratos e aminoácidos imediatamente antes (PRE), imediatamente depois (POST) e uma hora depois do exercício (1h POST). Todos os valores são estatisticamente diferentes uns dos outros ($p < 0,05$).

Pós-exercício

Os atletas que ingeriram 1,5 g de CHO por kg de peso corporal dentro de 30 min depois do exercício tiveram uma maior taxa de ressíntese de glicogênio quando a suplementação foi retardada por duas horas. Isto se deve, em grande parte, à maior sensibilidade do músculo à insulina (Kerksick *et al.*, 2009). Como visto na Figura 6, esta massa de CHO por kg parece ser o limite de ingestão de CHO para alcançar a velocidade máxima de ressíntese (Atkinson *et al.*, 2003).

Figura 6: Taxas máximas de síntese de glicogênio depois da ingestão de diferentes quantidades de carboidratos nas horas pós-exercício



Fonte: Atkinson, 2003, p. 780.

As formas líquidas e sólidas de CHO promovem níveis similares de ressíntese de glicogênio (Kerksick *et al.*, 2009). Retardar a ingestão de CHO em somente 2 horas pode diminuir a taxa de ressíntese de glicogênio em 50%. Sugere-se ingerir 1,0 g de CHO/kg⁻¹ durante os primeiros 30 min e a cada 2 horas durante 4 a 6 horas, com o objetivo de restituir as reservas de glicogênio (Kersick *et al.*, 2009). Do mesmo modo, as taxas mais altas de síntese de glicogênio muscular foram relatadas em estudos nos quais os carboidratos foram fornecidos em intervalos regulares (a cada 15 a 30 min) (Atkinson *et al.*, 2003). Isto provavelmente ocorre devido ao mantimento de altas concentrações de glicose sanguínea e insulina. Assim, fazer refeições pequenas frequentemente parece ter um benefício extra sobre comer mais comida, menos vezes. Além disso, comer menos comida provavelmente reduz o risco de sofrer doenças gastrointestinais.

Tal como afirmado anteriormente, há provas que indicam que a ingestão de alimentos sólidos diminui a produção de urina, o que finalmente significa maior retenção de líquidos e, portanto, de água corporal (Atkinson *et al.*, 2003). Isto permitiria alcançar a euidratação em menos tempo. Os alimentos sólidos, tais como as pizzas, massas, etc., têm, em geral, maior concentração de sódio que os líquidos. É interessante mencionar que, em geral, as bebidas esportivas têm concentrações de 10 a 25 mM de sódio, com uma contribuição entre 250 e 500 mg de sódio por litro de solução. O suor do ser humano pode ter uma concentração duas vezes maior, embora haja relatos de ser muito variável. Deste modo, 10 litros de suor poderiam implicar a perda de 29 g de cloreto de sódio (Atkinson *et al.*, 2003). Isto ilustra a importância da ingestão de sólidos no período pós-exercício.

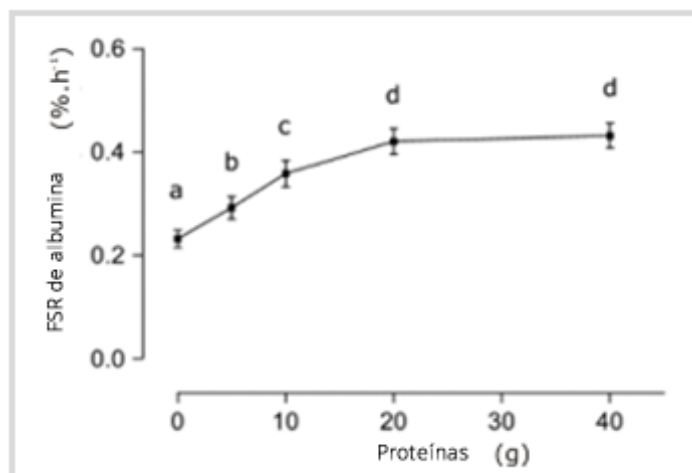
Em relação à ingestão de alimentos que forneçam todos os macronutrientes, é interessante destacar os resultados de um estudo de John Ivy e seus colaboradores (Kersick *et al.*, 2009). Os investigadores instruíram um grupo de ciclistas para que completassem 2,5 h de ciclismo e logo ingerissem um suplemento com CHO + PRO + gorduras (80 g de CHO, 28 g de PRO e 6 g de gorduras), pouco CHO (80 g de CHO e 6 g de gorduras) ou muito CHO (108 g de CHO e 6 g de gorduras) imediatamente depois do exercício e 2 horas depois dele. Os autores concluíram que o suplemento com CHO + PRO + gorduras foi mais eficaz para restituir o glicogênio muscular, pois provoca uma resposta insulínica mais pronunciada (Kersick *et al.*, 2009).

Em relação à ingestão de proteínas e aminoácidos, é importante assinalar que a disponibilidade de aminoácidos essenciais após exercício, especialmente os aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) influencia a recuperação, otimizando a síntese de PRO, assim como a de glicogênio depois do exercício (Kersick *et al.*, 2009). Vale considerar que, independentemente de que o objetivo do treino seja aumentar a força muscular através do treino de resistência,

maximizar o consumo de oxigênio através do ciclismo, ou aumento de limiar do lactato na corrida e/ou marcha atlética, todos os processos de recuperação e adaptação - tais como o aumento das proteínas contráteis do músculo, a capilarização, o aumento do número e tamanho das mitocôndrias, e o aumento da atividade enzimática - envolvem síntese proteica. Como indicado pelas descobertas de Ivy e seus colaboradores (Kersick *et al.*, 2009), a ingestão de CHO não é o único fator importante após o exercício.

Para o treino de resistência, a dose ideal de aminoácidos essenciais e CHO necessária para otimizar o equilíbrio de proteínas não é conhecida atualmente, ainda que os achados de Daniel Moore *et al.* (2009) sejam encorajadores em relação à dose de proteínas necessária para maximizar a síntese das proteínas musculares (figura 7). Estes pesquisadores descobriram que a síntese de proteínas alcançava o máximo com uma dose de 20 g de proteínas (232 mg/kg) depois do treino de força em sujeitos jovens e treinados.

Figura 7: Síntese fracional da proteína albumina plasmática (FSR) depois de um exercício de resistência em resposta a quantidades incrementais de proteínas dietéticas



Fonte: Moore *et al.*, 2009, p. 165. Os valores médios (com diferentes letras) são significativamente diferentes uns dos outros ($p < 0,01$; $n = 6$).

Cabe destacar também que os estudos que usaram técnicas similares para medir a cinética de proteínas durante o treino de resistência usaram apenas 6 g de aminoácidos essenciais (EAA), 6 g de aminoácidos essenciais mais 6 g de aminoácidos não essenciais (NEAA), 12 g de apenas aminoácidos essenciais, 17,5 g de proteínas de soro (whey), 20 g de caseína, 20 g de proteínas de soro (whey), 40 g de uma mistura de aminoácidos e 40 g de somente aminoácidos essenciais, e todos encontraram aumentos similares na síntese e equilíbrio de proteínas (Kersick *et al.*, 2009). Embora a relação entre CHO e PRO exija pesquisas adicionais, um enfoque prático frequentemente utilizado envolve

consumir suplementos que contenham CHO + PRO em uma relação 3:1 ou 4:1 dentro de 30 min depois do exercício, o que se traduz em 1,2 a 1,5 g de CHO por kg (ex.: dextrose, sacarose, maltodextrina, glicose) com 0,3-0,4 g de PRO de qualidade por kg, que contenha todos os aminoácidos essenciais (Kersick *et al.*, 2009).

Referências bibliográficas

Ahumada, F., Barale, A., e Zóccola, A. (2010). Percepción subjetiva de la deshidratación: ¿hay una relación entre la deshidratación real y la percibida?

Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., e Watson, J. (1994). *Biología Molecular de la Célula* Barcelona: Omega.

Armstrong, L., Maresh, C., Castellani, J., Bergeron, M., Kenefick, R., LaGasse, K., e Riebe, D. (1994). *Urinary Indices of Hydration Status. International Journal of Sport Nutrition.*

Atkinson, G., Davidson, R., Jeukendrup, A., e Passfield, L. (2003). Science and Cycling: Current Knowledge and Future Directions for Research. *Journal of Sports Sciences.*

Bahrke, M. e William P. (2000) Evaluation of the Ergogenic Properties of Ginseng, an Update. *Sports Med.*

Bermudez, V. Bermudez, F., Arraiz, N., Leal, E., Linares, S., Mengual, E. (2007) Biología molecular de los transportadores de Glucosa: Clasificación, Estructura y Distribución. *Archivos Venezolanos de Farmacología e Terapéutica.*

Boyd, S. e Cordain, L. (1997) Evolutionary Aspects of Diet: Old Genes, New Fuels. Nutritional Changes Since Agriculture. In Simopoulos AP (ed): *Nutrition and Fitness: Evolutionary Aspects, Children Health's, Programs and Policies.* World Review of Nutrition and Dietetics, 81.
Burke L. (2000). Dietary Carbohydrates. In R. Maughan (Ed), *Nutrition in Sport*, pp. 73-84. Oxford: Blakwell Science.

Burke L., e Stear, C. (2009). A-Z of Supplements: Dietary Supplements, Sports Nutrition Foods and Ergogenic Aids for Health and Performance, Part 1. *British Journal of Sports Medicine.*

Campbell, B., Richard, K., Ziegenfuss, T., La Bounty, P., Roberts, M., Burke, B. and Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and Exercise. *Journal of Nutrition.*

Cheuvront, S. e Haymes, E. (2001). Thermoregulation and Marathon Running. Biological and Environmental Influences. *Sports Med.*
Coggan, A. and Coyle, E. (1987). Reversal of Fatigue During Prolonged Exercise by Carbohydrate Infusion or Ingestion. *Journal of Applied Physiology.*

Coggan, A. e Coyle E. (1988). Effect of Carbohydrate Feedings During High-Intensity Exercise. *Journal of Applied Physiology*.

Coggan, A. and Coyle, E. (1989). Metabolism and Performance Following Carbohydrate Intake Late in Exercise. *Medicine Science Sports Exercise*.

Coombes, J. and Hamilton, K. (2000). The Effectiveness of Commercially Available Sports Drinks. *Sports Med.*

Coyle, E., Hagberg, J., Hurley, B., Martin WH, Ehsani AA, Holloszy JO (1983). Carbohydrate Feeding During Prolonged Strenuous Exercise Can Delay fatigue. *Journal of Applied Physiology*.

Coyle, E., Coggan, A., Hemmert, M., Ivy JL. *Journal of Applied Physiology*.

Fajans, S., Floyd, J. Jr., Knopf, J. e Conn, J. (1967). Effect of Amino Acids and Proteins on Insulin Secretion in Man. *Recent Progress in Hormone Research*.

Geyer, H., Braun, H., Burke, L., Stear, S. e Castell, L. (2011). AZ of Nutritional Supplements: Dietary Supplements, Sports Nutrition Foods and Ergogenic Aids for Health and Performance – Part 22. *British Journal of Sports Medicine*.

Goulet, E. (2009). *Pre-Exercise Hyperhydration to Improve Exercise Endurance Performance: Why, When, How and Possible Side Effects*.

Greenhaff, P. (2000) Creatine. In R. Maughan (Ed.), *Nutrition in Sport*. Oxford: Blackwell Science.

Jay R. Hoffman and Michael J. Falvo. Proteins - *Which is best?* Journal of Sports Science and Medicine; 3, 118-130, 2004.

Jeukendrup, A. (2000) Cycling. In R. Maughan (Ed), *Nutrition in Sport*, pp. 562-573. Oxford, Blackwell Science.

Jeukendrup, A. and Gleeson, M. (2010). *Nutrition Supplements. Sport Nutrition - An Introduction to Energy Production and Performance*. Champaign. Champaign, Illinois, Human Kinetics Publishers.

Kerksick, C. Harvey, T., Stout, J., Campbell, B., Wilborn, C., Kreider, B., ... and Antonio, J. (2009). *Declaración de Posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva: Timing de Nutrientes*

Kreider, R., Almada, A., Antonio, J., Broeder, J., Earnest, C., Greenwood, M., ... and Ziegenfuss, T. (2004). ISSN Exercise & Sport Nutrition Review: Research & Recommendations. *Sports Nutrition Review Journal*.

Kreider, R., Wilborn, C., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A., Collins, R., ... and Antonio, J. (2004). ISSN Exercise & Sports Nutrition Review: Research & Recommendations. *Journal International Society of Sports Nutrition*.

Kreider, R., Wilborn, C., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A., Collins, R., ... and Antonio, J. (2010). ISSN Exercise & Sports Nutrition Review: Research & Recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*.

Lambert, G., Lanspa, S., Welch R. e Shi, X. (2008). Combined Effects of Glucose and Fructose on Fluid Absorption from Hypertonic Carbohydrate-Electrolyte Solutions. *JEPonline*.

Moore D., Meghann J., Robinson, J., Fry, L., Tang, J., Glover, E., and Phillips, S. (2009) Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*.

Noakes, T. (2001). Temperature Regulation During Exercise. Noakes T., Lore of Running. Champaign. Human Kinetics Publishers.

Petróczi, A., Naughton, D., Mazanov, J., Holloway, A. e Bingham, J. (2009). Incremento del Rendimiento con Suplementos: Incongruencia entre los Fundamentos y la Práctica

Robergs, R. (2006). *The Importance of Hydration*.

Robergs, R. and Griffin, S. (1998). Glycerol Biochemistry, Pharmacokinetics and Clinical and Practical Applications. *Sports Med*.

Ryan A., Lambert, G., Shi, X., Chang, T., Summers, R. e Gisolfi, C. (1998). Effect of Hypohydration on Gastric Emptying and Intestinal Absorption During Exercise. *Journal of Applied Physiology*.

Shirreffs, S. (2000). Rehydration and Recovery after Exercise. In R. Maughan (Ed.), *Nutrition in Sport*. Blakwell Science.

Tabatha, E., Cree, M., Sanford, Robert S., R. Wolfe e Tipton, D. (2006). Milk Ingestion Stimulates Muscle Protein Synthesis Net following Resistance Exercise. *Medicine Science Sports Exercise*.

Tipton K. e Wolfe, R. (2001). Exercise, Protein Metabolism and Muscle Growth. *Exercise Sport Nutrition International Journal Metabolism*.

Wade, L. (1993). Introducción y repaso *In Química Orgánica*. Cidade do México: Prentice Hall Hispanoamericana.

Wilmore, J. (1996). Composición corporal y reservas de energía del cuerpo. RJ Shepard and PA Åstrand (Ed.), La resistencia en el deporte. Barcelona: Paidotribo.