KÁTIA FARIAS RUSCHEL

A IMPORTÂNCIA DA HIDRATAÇÃO NA PERFORMANCE DESPORTIVA DURANTE PROVAS DE LONGA DURAÇÃO

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Licenciatura em Educação Física, Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

CURITBA
1998

KÁTIA FARIAS RUSCHEL

A IMPORTÂNCIA DA HIDRATAÇÃO PARA A PERFORMANCE DESPORTIVA DURANTE PROVAS DE LONGA DURAÇÃO.

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física, Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da, Universidade Federal do Paraná.

Prof. ORIENTADOR IVERSON LADEWIG

Dedico este trabalho à todos os atletas que, mesmo com todas as dificuldades enfrentadas no dia a dia dos treinamentos, falta de apoio técnico, patrocínio e incentivo, não medem esforços em buscar realização e felicidade em suas vidas esportivas. Dedico também aos meus pais, Ari Ruschel e Mara Rejane Ruschel, por me apoiarem em todas as minhas empreeitadas da vida, seja como atleta, profissional ou filha.

Agradeço ao meu namorado e companheiro para todas as horas, Christian Carvalho, pela compreensão apoio e conforto que me foram essenciais para poder realizar este trabalho. Agradeço também aos meus amigos de faculdade por compartilharem idéias e amizade durante a elaboração deste trabalho. Agradeço em especial aos professores que me incentivaram e colaboraram, seja com idéias, livros e dicas, para a elaboração e realização deste trabalho: Iverson Ladewig e Sérgio Gregório, obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....vi

LISTA DE TABELAS.....vii

RESUMO.....viii

1. **INTRODUÇÃO**.....1

1.1. PROBLEMA.....3

1.2. JUSTIFICATIVA.....3

1.3. OBJETIVOS.....4

2. **REVISÃO DE LITERATURA**.....5

2.1. A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA A VIDA.....5

2.1.1. Os Reservatórios de Água no Corpo Humano.....7

2.1.2. Osmolalidade e Osmolaridade.....10

2.1.3. Osmose e o Deslocamento de Água de um Compartimento para o Outro.....11

2.1.4. Tonicidade das Soluções.....14

2.1.5. O Suor.....16

2.2. DESIDRATAÇÃO.....18

2.3. TERMORREGULAÇÃO.....21

2.3.1. Mecanismos de Controle da Termorregulação.....23

2.3.2. Dissipação do Calor.....24

2.3.3. O Papel da Transpiração e da Evaporação do Suor na Termorregulação Corporal.....26

2.4. REPOSIÇÃO E MANUTENÇÃO DOS NÍVEIS DE LÍQUIDO CORPORAL.....28

2.4.1. Limitações na Reposição Hídrica.....31

2.5. COMPOSIÇÃO ADEQUADA DOS LÍQUIDOS.....34

2.5.1. Eletrólitos.....35

2.5.2. Carboidratos.....38

2.5.2.1. As Reservas de Carboidratos no Organismo.....39

2.5.2.2. O Papel do Carboidrato na Performance Esportiva.....40

3. **DISCUSSÃO**.....44

4.1. Água X Líquidos de Reposição.....48

4. **CONCLUSÃO**.....50

5. **RECOMENDAÇÕES**.....52

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferente armazenamento de água nos tecidos Corporais do homem com peso normal, acima e abaixo do peso.....7

Figura 2: Estabelecimento do equilíbrio osmótico quando células são colocadas em soluções hipo e hipertônicas.....15

Figura 3: Alterações do volume plasmático durante uma carga de ciclismo de 2 horas em pessoas não treinadas, sob condições de calor, sem e com ingestão de líquidos.....28

Figura 4: Concentração ótima de carboidratos (3-8%) para fornecer uma rápida absorção de água ao organismo.....42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de água, em porcentagem de peso corporal para cada compartimento hídrico.....8

Tabela 2: Substâncias osmóticas nos líquidos extracelulares e intracelulares.....13

Tabela 3: Necessidade de reposição hídrica de acordo com o gasto energético em cada modalidade esportiva.....30

Tabela 4: Relação dos líquidos de reposição hídrica e suas Respectivas informações nutricionais por cada 100ml de solução.....47

RESUMO

A atividade física de longa duração consome muita energia, produzindo calor e suor. Muito líquido é perdido pelo organismo podendo levar o atleta ao estado de desidratação. Com a queda nas reservas de líquido do organismo, o atleta torna-se intolerante ao calor apresentando batimentos cardíacos mais elevados, atingindo a fadiga mais rapidamente e comprometendo seu rendimento e saúde. A reposição hídrica, então se torna essencial para manutenção do desempenho e saúde do atleta. Ela pode ser realizada com água pura ou com líquidos de reposição disponíveis no mercado, dependendo das circunstâncias da prova. A utilização de água pura, em alguns casos é suficiente para manter o rendimento do atleta. Os líquidos de reposição devem respeitar valores de concentração de carboidratos e de osmolalidade para serem considerados isotônicos e não dificultarem o esvaziamento gástrico e sua rápida absorção. Dentre os líquidos de reposição disponíveis no mercado alguns não correspondem às características necessárias para serem considerados isotônicos. Estes não são recomendados para utilização durante a prática desportiva. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de orientar e alertar os atletas na escolha e preparo de soluções de hidratação para serem utilizadas durante a realização de provas de longa duração.

1. INTRODUÇÃO:

Todo esporte com características de resistência requer nutrientes para produção de energia e líquidos para manutenção do balanço hídrico. Durante os treinamentos e participação dos atletas em competições de longa duração, uma grande produção de suor é liberado, principalmente em climas úmidos e quentes, ocasionando uma grande perda de líquidos pelo organismo, e uma alteração desse balanço hídrico.

O transcurso de atividades de longa duração também ocasiona um aumento da temperatura corporal e uma queda nas taxas de reserva de energia (carboidratos) do organismo ocasionando fadiga e queda de rendimento. Esse déficit dos níveis energéticos e de água corporal além de afetar o desempenho do atleta de resistência, também prejudica a sua saúde. Atletas podem chegar a perder de 1 a 2,5 litros de líquido por hora quando competindo em ambientes de calor intenso (BROUNS,1995-a; WEINECK, 1991; SELKURT,1986; McARDLE, KATCH & KATCH,1994). A falta de reposição desse líquido, resultará no desenvolvimento de desidratação severa prejudicando os processos fisiológicos importantes para a manutenção da ótima capacidade de resistência.

Os primeiros registros de fornecimento de líquidos em provas internacionais de atletismo, segundo regulamentações da Federação Internacional de Atletismo (IAAF), foi em 1953. Segundo REHRER (1990) apud IAAF Handbook (1953), na prova da maratona era fornecido líquido somente á cada 15 Km, e para eventos mais curtos, nenhum tipo de líquidos era fornecido. Hoje em dia, a suplementação hídrica durante provas de resistência é amplamente recomendada, e, conforme declaração do Colégio Americano de

Medicina Esportiva (ACSM), deve-se beber 100ml de líquido a cada 2 - 3 km corridas (ACSM, 1987).

Para se oferecer uma hidratação adequada e rápida, é necessário tomar certos cuidados com a escolha do líquido de reposição a ser utilizado, principalmente no transcurso das atividades. Alguns fatores como concentração de carboidratos, osmolalidade, temperatura, dentre outros, interferem na taxa de esvaziamento gástrico e absorção dos líquidos pelo organismo dificultando ou facilitando a suplementação de líquidos ao corpo. Deve-se, também observar as condições ambientais, pois elas interferem na taxa de sudação e controle da temperatura corporal.

A indústria de produtos energéticos para o esporte vem se desenvolvendo rapidamente nos últimos anos e lançando cada vez mais produtos no mercado. A finalidade de seus produtos está em suprir as necessidades nutricionais, antes, durante e após a atividade física com objetivos de melhorar o rendimento dos atletas. O consumo dos produtos de reposição também vem aumentando, no entanto, muitos atletas não se encontram suficientemente informados sobre como utilizá-los e sobre qual a melhor composição do produto para suas exigências pessoais.

1.1. PROBLEMA:

A importância da hidratação para a melhoria do desempenho em provas de resistência vem sendo um tópico cada vez mais valorizado entre os atletas. Entretanto, a falta de conhecimento e esclarecimentos sobre os efeitos

fisiológicos positivos da reposição hídrica, e sobre as conseqüências da sua falta para o desempenho esportivo, faz com que muitos atletas ainda ignorem a sua aplicação ou façam mal uso dos seus benefícios.

1.2. JUSTIFICATIVA:

Durante a prática de exercícios intensos de longa duração, o corpo perde líquido, podendo causar desidratação. Estudos demonstram que atletas desidratados se tornam intolerantes ao calor e apresentam um rendimento inferior. Podem, ainda, sofrer de desorientação devido a perda excessiva de água e eletrólitos.

A hidratação torna-se um fator indispensável para o rendimento de atletas durante o transcurso de competições de longa duração e de seus treinamentos. Entretanto, a expansão do mercado de líquidos de reposição hídrica, contendo carboidratos, eletrólitos e outros suplementos, leva muitos atletas ao seu uso indevido ou inadequado durante as provas de resistência.

1.3. OBJETIVOS:

1. Salientar e confirmar os benefícios da hidratação durante o transcurso das provas de resistência.

2. Apontar os fatores que influenciam na absorção e no esvaziamento gástrico do líquido.

3. Ressaltar a importância da hidratação na termorregulação corporal e na prevenção da desidratação.

4. Investigar a composição de alguns líquidos comerciais de reposição hídrica no mercado local.

5. Orientar os atletas na escolha ou preparo de soluções de hidratação para seu uso durante as provas de longa duração.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA A VIDA:

A água é uma das substâncias mais importantes para a vida. Todos os seres vivos do planeta possuem um percentual de água na sua composição e necessitam do meio líquido para exercer várias funções vitais como reprodução e respiração. De acordo com GREENLEAF(1981), o ser humano é capaz de viver um longo período de tempo sem ingerir macro e micro nutrientes, mas pode morrer em 10 a 18 dias caso se recuse a ingerir líquidos. Em casos de desidratação e diarréia, onde a perda de água é rápida, sérios problemas podem se desenvolver num período de 1 a 2 dias podendo até levar o indivíduo à morte. Sabe-se que 5 milhões de crianças morrem por ano como resultado de diarréia induzida por desidratação (ISOSTAR, 1995).

A água é a substância básica para todos os processos metabólicos do corpo humano. A água também é solvente para inúmeros processos bioquímicos no nosso organismo, e, a maioria dos processos metabólicos de produção de energia acontecem em um ambiente aquoso (MACEY, 1974). O conteúdo de água na circulação sangüínea torna possível o transporte e absorção de substâncias para o crescimento e produção de energia, mediante o intercâmbio de nutrientes e produtos finais do metabolismo entre os órgãos e o meio externo. É somente em soluções aquosas que esse intercâmbio pode ocorrer, pois só as substâncias dissolvidas podem entrar ou sair das células e reagir umas com as outras (WEINECK, 1991).

Além disso, segundo FINK (1981), o volume de água extracelular, que

corresponde a todos os fluidos corporais fora das células, é o maior responsável pela homeostase ou estabilidade fisiológica do organismo. Ou seja, ela ajuda a regular o meio interno mantendo-o em equilíbrio estável em relação às alterações do meio externo (MACEY, 1974). Desta forma é mantida uma estabilidade fisiológica que protege o sistema nervoso central e a funcionalidade dos órgãos.

Cada órgão possui uma porcentagem adequada de água na estrutura de seus tecidos para poder manter sua funcionalidade. Assim sendo, a manutenção dos níveis de água nos tecidos e corrente sangüínea se mostra de grande importância para a saúde e para o equilíbrio funcional dos órgãos.

Nosso organismo apresenta água oriunda de basicamente três procedências: água de outros líquidos ingerida; água formada nos tecidos pela combustão de nutrientes; e água proveniente dos alimentos sólidos (HORTA,1989; DOMINGUES,1995; GREENLEAF,1981; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994). Apesar da aquisição indireta de água através da combustão e da ingestão de alimentos sólidos, é recomendado a ingestão de um volume diário de água correspondente à, aproximadamente, 4 % do peso corporal de um adulto. Ou seja, para um indivíduo de 70kg , este volume corresponderia a aproximadamente 2,5 litros (ISOSTAR,1995; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994). Uma recomendação mais geral, segundo NADEL, et alli (1990), apud BROUNS (1995 -a), baseia-se na ingestão de 1 ml de água para cada Kcal de gasto de energia . No caso de atletas, conclui-se que estes devem ingerir volumes de água muito maiores devido ao seu alto gasto energético.

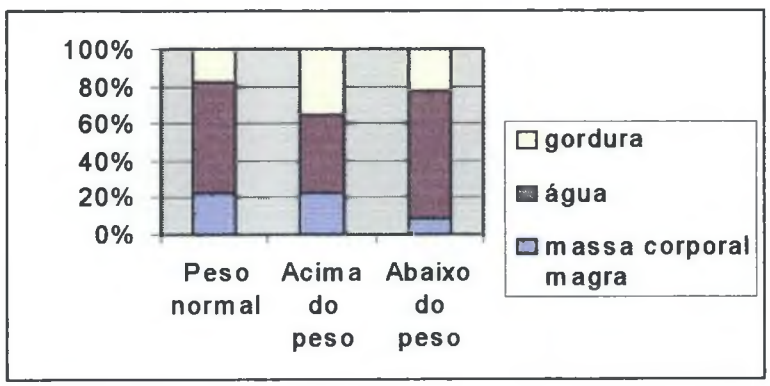
Proporcionalmente, o conteúdo de água no organismo de um atleta é bem mais alto que em uma pessoa normal. Portanto, a manutenção dos seus reservatórios de água requer uma reposição de líquidos proporcionalmente maior.

2.1.1.Os Reservatórios de Água no Corpo Humano:

A água é o principal componente do corpo humano, representando um total de 45 a 70% do peso corporal total de um indivíduo dependendo da idade, sexo e da composição corporal (McARDLE, et alli, 1994; GREENLEAF, 1981; HORTA, 1989; GUYTON, 1973; WEINECK, 1991). Isto implica dizer que uma pessoa com 75kg contém cerca de 45 litros de água em seu organismo.

Os músculos compreendem uma composição aproximada de 70 – 75 % de água, enquanto que a gordura contém apenas de 10 – 25% (BROUNS, 1995 -a; WEINECK,1991). Ou seja, quanto maior o conteúdo de gordura no organismo, menor a porcentagem de água no mesmo. As mulheres apresentam um percentual de água menor que os homens, devido ao seu maior percentual de gordura em sua composição. Observa-se, então, que um atleta bem treinado e com grande porcentagem de massa magra, apresenta um conteúdo de água alto no seu organismo (Ver Fig. 1 abaixo) :

Figura 1. Diferente armazenamento de água nos tecidos corporais do homem com peso normal, acima e abaixo do peso:



Fonte: (WEINECK,1991, p.484).

O organismo humano contém basicamente dois compartimentos hídricos: intracelular e extracelular (BROUNS,1995 -a; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994; HORTA,1989; GUYTON, 1973). O líquido intracelular se localiza no interior de todas as células. Já o líquido extracelular inclui todos os líquidos existentes fora das células e é dividido em plasma sangüíneo (parte líquida do sangue) e líquido intersticial (saliva, fluidos secretados pelas glândulas, fluido ocular...). O líquido intracelular corresponde á aproximadamente 2/3 do total de água corporal e o líquido extracelular corresponde ao terço restante. O plasma sangüíneo, representa 20% deste terço e o líquido intersticial os outros 80% (McARDLE, KATCH & KATCH, 1994, BROUNS, 1995-a; WEINECK,1991). A tabela abaixo ilustra melhor esta divisão:

Tabela 1. Distribuição de água, em porcentagem de peso corporal para cada compartimento hídrico.

Compartimento hídrico	**Porcentagem de peso**
Água Corporal Total	60%
1. Intracelular	40%
2. Extracellar	20%
a.Intersticial	16%
b. Plasma	4%

Fonte: (WEINECK, 1991, p. 485).

O líquido intersticial é o meio através da qual se produz o intercâmbio entre o sangue e as células dos tecidos. Segundo BROUNS (1995 -a), o plasma

sangüíneo é o meio responsável pelo aporte de oxigênio e nutrientes aos tecidos. Além disso, ele também transporta água e produtos metabólicos produzidos pelo organismo como lactato, gás carbônico, e compostos amônicos, para os pulmões, fígado, rins e pele, a fim de serem eliminados ou excretados.

Os níveis de água em todos esses compartimentos hídricos são mantidos devido à um mecanismo osmótico provocado pelo conteúdo de eletrólitos, proteínas e glicose dentro e fora das células (BROUNS, 1995 -a). A água pura atravessa a membrana celular livremente, através do processo de difusão passiva, ou seja, o fluxo vai do meio de maior concentração de moléculas para o de menor concentração sem oferecer gasto energético (MACEY, 1974).

Essa livre passagem da água não exerce um efeito osmótico na membrana celular, ocasionando um equilíbrio rápido de pressão em ambos compartimentos celulares e igual distribuição de número de moléculas em cada lado da membrana. Desta forma, conforme BROUNS & SARIS (1994), nenhum deslocamento de água acontece.

Entretanto, a presença de partículas osmóticamente ativas e não difusíveis dentro ou fora da célula (soluto), modificam as concentrações desses meios, formando soluções e proporcionando um gradiente osmótico capaz de movimentar a água de um compartimento para o outro. O objetivo principal deste fluxo de água é de equilibrar as duas concentrações de soluto em ambos os lados da membrana. A direção desse fluxo é determinado pela concentração do soluto em cada meio e recebe o nome de osmose.

2.1.2. Osmolalidade e Osmolaridade:

Antes de explicar o que é e como funciona o mecanismo da osmose, é necessário exclarecer alguns termos à fim de facilitar a compreensão dos tópicos a seguir:

- Segundo GUYTON (1973), "a capacidade dos solutos de provocar osmose e pressão osmótica é medida em osmóis." Uma molécula grama de substância não difusível é igual a 1 osmol.

- A relação existente entre a quantidade de água e a quantidade de substâncias dissolvidas (eletrólitos, proteínas, glicose) em solução, nos compartimentos hídricos do organismo, é chamado de osmolalidade (GUYTON,1973). A osmolalidade expressa o grau de concentração de determinadas soluções (SELKURT,1986).

- Osmolalidade é expressa pela relação do número de partículas em solução por Kg de água, ou, mOsm/Kg água (BROUNS & SARIS,1994).

- Uma outra maneira de expressar o grau de concentração de certas soluções é a Osmolaridade. Esta, é expressa pela relação do número de partículas em solução por litro de solução, ou, mOsm/litro (BROUNS & SARIS,1994).

A osmolalidade dos líquidos corporais freqüentemente varia por períodos temporários, mesmo durante o dia. Por exemplo, quando se ingere grande quantidade de sal, ou se perde grande quantidade de água através do suor, a osmolalidade aumenta. Quando é ingerida grandes quantidades de água, ela diminui (BROUNS & SARIS,1994; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994). Essas variações ocasionam mudanças de pressão osmótica (choque das partículas na

membrana) nos compartimentos celulares e uma conseqüente passagem de água para dentro ou para fora das células. A osmolalidade dos líquidos comerciais de reposição também sofre alteração de concentração devido a sua permanência em prateleira (BROUNS & SARIS, 1994).

O controle da osmolalidade dos líquidos extracelulares, é responsabilidade principal dos rins. Quando há um aumento na osmolalidade do meio extracelular, os osmorreceptores são excitados e promovem a secreção do hormônio aldosterona (ADH). Automaticamente os rins retém água, nos túbulos renais e eliminam o soluto pela urina (FOX, BOWERS & FOSS,1991; GUYTON,1973; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994). Isto ocorre quando se ingere grandes quantidades de sódio ou proteínas.

Por outro lado, quando a ingestão de sódio é baixa, a atividade dos osmorreceptores diminui reduzindo a secreção de ADH. Ocorre, então, uma grande eliminação de água pela urina, restabelecendo a osmolalidade do meio extracelular (FOX, BOWERS & FOSS, 1991; GUYTON,1973; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994).

2.1.3. Osmose e o Deslocamento de Água de um Compartimento para o Outro:

A osmose é definida como a passagem espontânea de água, através de uma membrana semipermeável, de uma região de baixa concentração de soluto para uma de concentração mais alta (BROUNS,1995-a; FOX, BOWERS & FOSS, 1991; SELKURT,1986). Ou seja, os solutos não difusíveis em um dos lados da membrana, reduzem a concentração de moléculas de água neste lado. Com isso, a atividade destas moléculas contra a membrana torna-se menor neste lado do

que no outro. Cria-se, então, uma pressão osmótica no lado mais diluído, resultando na difusão de água deste para o lado de maior concentração de soluto a fim de estabelecer o equilíbrio de concentração em ambos os lados (FOX, BOWERS & FOSS, 1991; GUYTON, 1973; MACEY, 1974).

MACEY (1974, p.14), diz que a pressão osmótica é *"a tendência de uma solução de atrair água para si mesma".* Além disso, a pressão osmótica é diretamente proporcional à concentração de soluto. Entretanto, essa pressão independe da natureza ou tamanho deste soluto, e só depende de sua quantidade (número por unidade de volume) (GUYTON,1973; SELKURT,1986). Isso implica dizer que números iguais de partículas em solução, sejam elas grandes ou pequenas, exercerão igual pressão sobre a membrana.

Os eletrólitos exercem pressão osmótica exatamente igual às outras moléculas não difusíveis. E, conforme GUYTON (1973) e SHANGOLD & MIRKIN (1994), quando uma molécula se dissocia em 2 ou mais íons, cada um exerce uma pressão individual. Portanto, o conteúdo de partículas osmoticamente ativas dentro e fora da célula, juntamente com a pressão arterial, influenciam o transporte de água para dentro e fora dos tecidos (BROUNS,1995-a).

A atividade física, principalmente aquela de longa duração, ocasiona perda de líquido e consequentemente diminuição das reservas de água do organismo, e alterações nas concentrações dos compartimentos hídricos. Cria-se, então, um gradiente osmótico e consequentemente um fluxo de saída de água. Perde-se primeiramente água dos compartimentos extracelulares, causando diminuição do volume plasmático e circulante (BROUNS,1995-a). Essa desidratação extracelular ocasiona um aumento da concentração do sangue criando um outro fluxo de líquido dos espaços intersticiais (menos concentrado), para o sangue (mais

concentrado) a fim de restabelecer o volume normal de sangue circulante (BROUNS,1995-a). Caso a perda de água persista, pode-se gerar uma desidratação severa, ocasionando queda de performance e danos a saúde.

Os eletrólitos mais importantes que exercem um papel essencial na manutenção do equilíbrio osmótico entre os líquidos extra e intracelulares são o sódio (Na^+), o cloro (Cl^-) e o cálcio (Ca^{++}), no exterior das células e o magnésio (Mg^{++}), o potássio (K^+) e o fosfato (PO_4^-), no interior das células (GREENLEAF,1981; GUYTON,1973; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994). Quando há um desequilíbrio entre eles ocorre a passagem de água de um meio para o outro a fim de restabelecer as concentrações normais. A composição normal dos constituintes nos compartimentos hídricos da corpo humano é mostrada conforme os dados abaixo (Ver Tabela 2 abaixo):

Tabela 2. Substâncias osmóticas nos líquidos extracelulares e intracelulares:

	Plasma (mOsm/l de H_2O)	**Intersticial (mOsm/l de H_2O)**	**Intracelular (mOsm/l de H_2O)**
Na^+	144	132	10
K^+	5	4,7	141
Ca^+	2,5	2,4	0
Mg^+	1,5	1,4	31
Fosfocreatina			45
Aminoácido	2	2	8
Lactato	1,2	1,2	1,5
Glicose	5,6	5,6	
Proteína	1,2	0,2	4
Uréia	4	4	4
Total (mOsm)	303,7	302,2	302,2

Fonte : (GUYTON,1973 p. 369)

Conforme os dados da tabela da página 13, os valores osmóticos dos líquidos corporais (intracelular e extracelular), estão em torno de 300 mOsm/kg. Embora a maioria dos autores apresentem esta concentração como sendo o valor de referência para os líquidos corporais (GUYTON,1973; SELKURT,1986; BROUNS,1995-a; McARDLE, et alli, 1994; BROUNS & SARIS,1994), GREENLEAF (1981) a coloca como sendo de 330mOsm/kg.

2.1.4. Tonicidade das soluções:

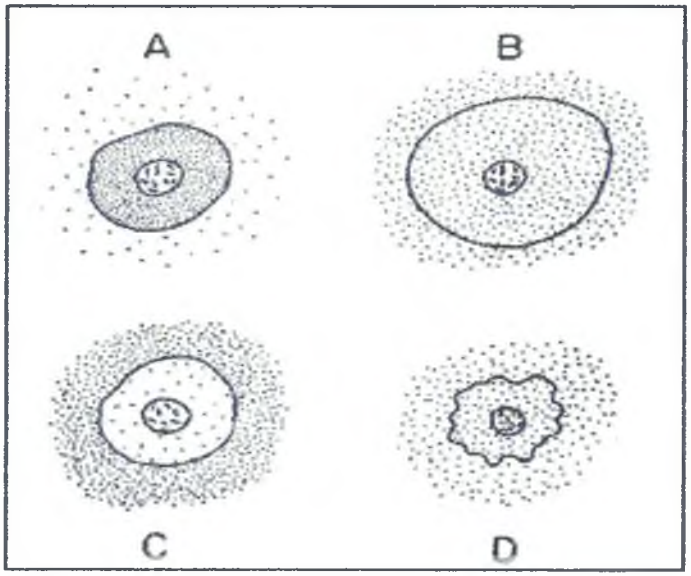
Quando ingerimos uma solução com o mesmo valor osmótico referente aos líquidos corporais, diz-se que esta solução é isotônica (BROUNS & SARIS,1994). Caso a solução apresente uma osmolalidade mais alta ou mais baixa, ela é classificada como hipertônica e hipotônica respectivamente. Soluções hipotônicas provocam o entumescimento das células, enquanto que as hipertônicas reduzem o volume celular. Esse movimento de água para fora ou para dentro da célula é provocado pela diferença de concentração de soluto nos dois meios (FOX, BOWERS & FOSS, 1991; GUYTON,1973). Como as soluções isotônicas apresentam a mesma concentração que o meio celular, nenhuma modificação de volume acontece.

A figura 2 da página 15 ilustra duas células imersas em diferentes soluções, uma hipo (A) e a outra hipertônica (C). Na solução hipotônico (A) ocorre o deslocamento de água (osmose) do meio extracelular para o intracelular. Com isso ocorre a diluição do meio intracelular e a célula se entumesce (B) até as 2 concentrações se igualarem. Ao contrário, se a célula é imersa em um meio hipertônico (C), acontece deslocamento de água do meio intracelular para o

extracelular, concentrando o interior da célula (D) (Ver Figura 2).

Para uma determinada solução ser considerada isotônica, ela deve respeitar valores variando até 10% da concentração dos líquidos corporais, ou seja, entre 270 e 330 mOsm/kg, caso contrário ela será classificada como hiper ou hipotônica (BROUNS e SARIS, 1994).

Figura 2. Estabelecimento do equilíbrio osmótico quando células são colocadas em soluções hipo e hipertônicas:



Fonte: (GUYTON,1973, p. 370).

A concentração dos líquidos de reposição exerce um fator muito importante com relação a velocidade de esvaziamento gástrico, ou seja, tempo que a solução permanece no estômago antes de ser absorvida (FINK,1981; REHRER,1990). Segundo REHRER (1990), ISOSTAR (1995), REHRER, BROUNS, BECKERS & SARIS (1994), soluções isotônicas tendem a esvaziar o estômago mais rapidamente que as hiper e as hipotônicas.

2.1.5. O Suor:

O suor, segundo HORTA (1989), é constituído por água, sais minerais (Na, Cl , K, Ca, Mg, e Fe principalmente, existindo outros em quantidades pequenas) e alguns produtos metabólicos. Sua composição é de 99% de água e de 0,2 a 0,3% de eletrólitos, sendo a maior parcela formada por NaCl (cloreto de sódio ou sal de cozinha) (FINK,1981; GREENLEAF,1981; WEINECK,1991).

Quando a taxa de suor aumenta, as concentrações de Na+ e Cl- no suor aumenta, a de Ca++ diminui enquanto que as concentrações de K+ e Mg++ permanece inalterada. (REHRER, et alli, 1994). Entretanto, o suor apresenta concentrações diferentes nos indivíduos, dependendo da condição de treinamento, grau de aclimatação, sexo, estado de hidratação, etc. (WEINECK, 1991; HORTA, 1989).

Atletas treinados e pessoas que vivem em países quentes e úmidos, apresentam o suor mais diluído, devido às adaptações fisiológicas provocadas pela permanência ao calor com a finalidade de preservar eletrólitos no líquido extracelular e aumentar o esfriamento corporal por evaporação (GREENLEAF,1981; FOX, et alli, 1991; McARDLE, et alli, 1994; HOLLMAN & HETTINGER,1983). Segundo SHANGOLD & MIRKIN (1994); REHRER(1990) e COSTILL (1986), mulheres apresentam uma taxa de suor menor que os homens, entretanto esse fator parece não influir negativamente na capacidade de tolerância ao calor das mesmas.

O suor é derivado do líquido intersticial, mas durante o exercício há o esvaziamento tanto dos compartimentos extracelulares como dos intracelulares (GREENLEAF, 1981) . Um mecanismo interno importante para manter o volume

de água intersticial, segundo esse mesmo autor, é a passagem de plasma para o espaço intersticial em proporções a aumentar a pressão sistólica, que é diretamente proporcional à intensidade do exercício. O segundo mecanismo é a produção de água liberada pelo metabolismo do glicogênio durante o exercício. Embora esta seja um mecanismo mais lento, a oxidação de 500g de glicogênio muscular, durante um período de 4 - 6 horas, pode produzir 1.500 ml de água (GREENLEAF, 1981).

Toda perda de água pelo organismo, exceto através dos pulmões, é acompanhada por eletrólitos. Entretanto, a concentração de eletrólitos no suor é menor que no sangue (hipotônico). Isto implica dizer que perde-se mais água que eletólitos do sangue (BROUNS, 1995-a; McARDLE, et alli, 1994; COSTILL;1986). Essa perda de água do plasma, através da transpiração, produzirá um aumento na concentração de eletrólitos no sangue (hemoconcentração). Portanto, quando o atleta se encontra em um ambiente muito quente, onde a perda de líquido (suor) é intensa, a necessidade de se repor a água perdida pelo organismo é maior que a de eletrólitos (COSTILL, 1986; FINK, 1981) .

Todavia, a perda de eletrólitos pelo suor não deve ser ignorada. Segundo FINK (1981) a concentração de eletrólitos perdida em média (especialmente sódio e cloro), é equivalente à 2,3 - 3,4g por litro. Caso a perda de líquidos seja intensa, ela poderá ocasionar um déficit significativo de eletrólitos no organismo. Se a reposição de líquidos é feita somente com água, a hiponatremia pode acontecer. Entretanto não é recomendado a ingestão de tabletes de sal para compensar as perdas, e sim líquidos que contenham eletrólitos em concentrações apropriadas. Esse efeito é mais observado em atletas de ultra-maratona e provas de "iron-man" (REHRER;1990). Em atividades que durem até três horas, a reposição de

água é mais importante que a reposição de eletrólitos, evitando-se a desidratação (FINK,1981).

2.2. DESIDRATAÇÃO :

Qualquer perda de líquido deve ser compensada pela ingestão de algum fluido para poder ser mantido o balanço hídrico do organismo. Caso não haja uma compensação desta perda, haverá uma conseqüente desidratação. Essa perda de água irá afetar os processos fisiológicos e metabólicos normais do organismo, assim como prejudicará de resfriamento corporal e no desempenho esportivo.

Normalmente, segundo SELKURT(1986) e McARDLE, KATCH & KATCH (1994), perde-se água diariamente através de quatro mecanismos:

- **Perda insensível de água** - através da evaporação de água pelos pulmões com a respiração e pela pele correspondente à 800 - 1200 ml/dia.
- **Urina** - que corresponde à 1000 - 1500 ml/dia.
- **Fezes** - que corresponde à 100 - 200 ml/dia.
- **Perspiração Sensível** - através da transpiração e que em condições normais pode ser de 500 - 700 ml/dia.

Com a atividade física extenuante, essa taxa de perda de água aumenta significativamente. O índice dessa perda pela respiração chega à 3,5 ml/minuto. Ou seja, em uma hora e meia de atividade física perde-se 320 ml de água só pela respiração. A perspiração sensível, produção de suor, é a mais afetada de todas. Atletas chegam a perder de 1-3 litros de líquido por hora quando treinando ou competindo (BROUNS,1995-a; WEINECK, 1991; SELKURT,1986; McARDLE,

et alli, 1994). Segundo WEINECK,1991; essa taxa pode alcançar valores máximos de 3 a 4 litros por hora sob condições extremas de temperatura e clima, podendo levar o indivíduo rapidamente a desidratação

O processo de perda de água dos compartimentos hídricos que ocasionam a desidratação, obedece às leis da pressão de soluto, ou seja, ao fluxo gerado pela diferença de concentração de um meio para o outro (Ver osmose). Primeiramente perde-se líquido dos compartimentos extracelulares, causando diminuição do volume plasmático e circulante (BROUNS,1995-a). Essa desidratação extracelular ocasiona um aumento da concentração sangüínea criando um fluxo de líquido dos espaços intersticiais para o sangue. Se esta situação se prolongar, o meio intersticial se tornará mais concentrado que o celular, levando a uma desidratação a nível intracelular (BROUNS,1995-a; SELKURT,1986).

Com a desidratação, há um aumento da temperatura corporal e uma diminuição da capacidade de resfriamento do organismo (GREENLEAF,1981; McARDLE, et alli, 1994; HORTA, 1989). Em temperaturas altas, durante a realização de provas de longa duração, observa-se um aumento da temperatura retal com uma significante correlação ao déficit de água corporal (HOLLMAN & HETTINGER, 1983). Segundo esses mesmos autores, atletas com perdas de peso corporal acima de 5% apresentam temperaturas retais mais altas que os com perdas inferiores a 3% (>40° C e 38,5° C respectivamente).

Outros efeitos adversos da desidratação, a medida em que a perda de volume plasmático é aumentada, citados por GREENLEAF (1981p.46) são:

> Aumento da hemoconcentração; redução da eliminação de urina; perda de apetite; boca seca; instabilidade emocional; náuseas; dificuldade de concentração; aumento do batimento cardíaco e da freqüência respiratória,

> tontura, aumento da fraqueza, confusão mental; perda de equilíbrio com os olhos fechados; delírio; língua inchada; insuficiência circulatória; hemoconcentração acentuada, declínio do volume sangüíneo e deficiência renal.

A desidratação causa, ainda, uma diminuição no volume sangüíneo que irriga os músculos mais solicitados no exercício causando insuficiência circulatória. Sendo assim, há uma conseqüente diminuição da concentração de oxigênio nos tecidos musculares, o que ocasiona uma hipóxia muscular (SHANGOLD & MIRKIN,1994). Essa falta de oxigenação causará contrações dolorosas no músculo do atleta, prejudicando sua performance. A circulação periférica também é diminuída, o que prejudica o transporte e a remoção de resíduos metabólicos como o ácido lático favorecendo o aparecimento de cãibras e calafrios durante a atividade (WEINECK,1991). Além disto, estudos mostram que atletas quando efetuam um trabalho de resistência de 70% do seu VO_2 máximo, e não ingerem líquidos para suprir essas perdas, atingem batimentos cardíacos mais altos e a exaustão é atingida mais rapidamente (JANSSEN, 1989).

Com a desidratação, observa-se também uma perda rápida de peso. Para COYLE (1992), apud McARDLE, KATCH & KATCH (1994), cada 454g (1libra) de perda de peso, corresponde a 450ml de desidratação. Portanto, o déficit de líquido pode ser facilmente verificado através do controle do peso corporal. Essa é uma maneira bastante confiável e prática que verifica o nível de desidratação dos atletas em seus treinamentos (WEINECK,1991; FOX, BOWERS & FOSS, 1991). Em termos práticos, segundo esses mesmos autores, verifica-se o grau de desidratação do indivíduo por três processos: pela proporção de perda de peso corporal; concentração da urina ou sua ausência; e até pelo aumento da temperatura retal.

Sendo assim, seria aconselhável fazer um acompanhamento do peso corporal do atleta antes e depois de seus treinamentos ou competições, para controlar a perda de peso corporal por desidratação. Segundo FOX, BOWERS & FOSS (1991), esses registros do peso devem ser feito pela manhã, depois de urinar e antes do café da manhã, e logo após a sessão de treinamento ou competição.

Normalmente um atleta chega a perder de 2 a 4% do seu peso corporal em líquidos (ISOSTAR,1995; FINK, 1981). Perdas de até 3% do seu peso podem elevar a temperatura corporal em até 40 - 41° C, o que é altamente prejudicial á saúde do atleta (JANSSEN, 1989). Perdas acima de 5% estimulam alterações fisiológicas graves como cãibras musculares, vômitos e fadiga. Acima de 12% não é mais possível engolir e entre 15-20% ocorre a morte, dependendo da velocidade da desidratação (WEINECK,1991). O consumo de líquidos antes e durante a competição ou treinamentos, reduz o risco da desidratação e seus efeitos como as leões induzidas pelo calor.

As condições climáticas e ambientais, como umidade, condição de vento, calor e a radiação solar são fatores que influenciam na taxa de suor e consequentemente na desidratação, dificultando a termorregulação corporal (HORTA, 1989).

2.3. TERMORREGULAÇÃO

A temperatura interna do organismo apresenta valores constantes entre 36° a 37° C, sofrendo pequenas variações na faixa de 0,6°C (GUYTON, 1973). Somente em condições febris, ou durante a execução de exercícios intensos e de

longa duração é que esta temperatura pode atingir níveis mais altos e chegar a alcançar valores de 40° a 41° C. Entretanto, a célula viva é capaz de suportar apenas por pouco tempo uma temperatura corporal acima de 41° C (HOLLMAN & HETTINGER,1983).

A termorregulação e o funcionamento ideal dos órgãos dependem do volume de água extracelular e intracelular. Aumentos de temperatura retal durante a prática de exercícios leves (caminhada), é diretamente proporcional ao nível de desidratação corporal. Durante exercícios moderados, a temperatura corporal aumenta em 0,1° C para cada 1% de perda do total de líquido corporal (GREENLEAF,1981). Devido a contínua produção de suor e o conseqüente aumento da temperatura corporal, durante exercícios prolongados, a ingestão adicional de líquidos se mostra imprescindível para auxiliar a termorregulação.

Na queima de nutrientes para obtenção de energia, 50% dessa energia é dissipada sob a forma de calor, os outros 50% são utilizados para a contração muscular na produção de trabalho (HORTA, 1989). Porém, essa contração muscular também gera calor e se nosso organismo não dispusesse de um sistema de resfriamento eficiente, a temperatura corporal atingiria valores incompatíveis com a vida. Portanto, para ser mantida a temperatura do nosso corpo estável, entre 37°C, é preciso equilibrar a produção e a perda de calor para o meio externo.

O corpo humano dispõe de três componentes do sistema termorregulador para manter a temperatura corporal interna em valores constantes. Segundo FOX, BOWERS e FOSS (1991), são eles: receptores térmicos (centrais e periféricos); efetores térmicos e o centro termorregulador.

Os receptores térmicos dizem respeito ao hipotálamo e aos receptores da

pele sensíveis à mudanças na temperatura externa. Os efetores térmicos englobam os músculos esqueléticos, os músculos lisos, as glândulas sudorípadas écrinas e algumas glândulas endócrinas que controlam a vasodilatação, vasoconstrição e a sudorese. O centro termorregulador é o principal componente do sistema e o hipotálamo é seu principal responsável, pois ele comanda os estímulos enviados para os órgãos efetores para que estes corrijam a temperatura corporal.

2.3.1. Mecanismos de Controle da Termorregulação:

Os centros termorreguladores no hipotálamo ativam as células nervosas quando a temperatura sangüínea se eleva e ocasionam uma vasodilatação sangüínea. Essa vasodilatação permite dissipar o calor mais rapidamente do centro (órgãos), para a periferia (pele), que por sua vez libera-o para o meio externo (FOX, et alli, 1991; GUYTON,1973). Ao mesmo tempo, a liberação de suor é estimulada e acontece um aumento da atividade cardíaca (maior bombeamento de sangue para os tecidos próximos à pele).

Assim sendo, é facilmente constatado que a irrigação sangüínea é o principal controlador físico da temperatura. Ou seja, uma vasodilatação promove maior dissipação de calor, ao contrário, a vasoconstrição reduz essa transmissão de calor (FOX, et alli, 1991)

Em ambientes quentes, onde a perda de líquidos é intensa, o volume plasmático diminui, reduzindo o volume de sangue circulante (GREENLEAF,1981; WEINECK,1991). Essa diminuição no fluxo sangüíneo influencia negativamente na diisipação do calor, diminuido a capacidade termorreguladora do organismo,

podendo levar o indivíduo à intermação (FOX, BOWERS & FOSS, 1991). Esse alto déficit de água não ocasiona somente uma limitação na capacidade de resfriamento do organismo, ele também ocasiona uma limitação crescente da capacidade de desempenho esportivo (WEINECK,1991).

2.3.2. Dissipação do Calor:

Segundo HORTA (1989) e FOX, BOWERS & FOSS (1991), perde-se calor sempre do meio mais quente para o meio mais frio . O calor produzido na parte central do corpo é transferido para a pele por condução e convecção através do fluxo sangüíneo. A vasodilatação sangüínea aumenta essa capacidade de transportar o calor interno para a superfície corporal. A água componente do sangue, plasma sangüíneo, retira o calor dos músculos e o transporta para a pele, sendo assim, a pele fica com uma temperatura mais elevada e libera esse calor para o meio externo através de quatro mecanismos. São eles segundo FOX, BOWERS & FOSS (1991) e McARDLE, KATCH & KATCH (1992):

- **Irradiação:** há um intercâmbio de radiação térmica entre o corpo e os sólidos vizinhos. Um corpo sólido tende a perder calor se os corpos vizinhos têm uma temperatura mais baixa. A perda de calor por irradiação independe da temperatura atmosférica.

- **Condução:** transferência direta de calor de um corpo para o outro

- **Convecção:** o calor é liberado no ar, que se desloca, dirigindo para as camadas superiores da atmosfera e deixando espaços para o ar frio.

- **Evaporação:** consome grande quantidade de calor quando evapora o suor à superfície da pele. Esse mecanismo é de grnde importância durante a prática de atividade física de longa duração, e será abordado mais detalhadamente a seguir.

Quando a temperatura corporal encontra-se mais alta que a do meio externo, perde-se calor por irradiação, condução, irradiação e evaporação. Entretanto, em situação inversa, meio externo mais quente que a temperatura corporal, a evaporação parece ser o único meio para resfriar o corpo (GUYTON, 1973)

Segundo HORTA (1989), nosso organismo perde calor para o meio basicamente de três formas :

1. Calor perdido pela respiração: através das trocas de ar quente expirado por ar frio inspirado e pela liberação de gotículas de vapor d'água.

2. Perda de calor da pele para o meio quando a temperatura ambiente é mais baixa que a da pele .

3. Evaporação do suor à superfície da pele.

Nos dois primeiros casos há perda de calor por contato do ar frio com a superfície da pele e com os alvéolos (condução e convecção). No caso da evaporação, esta depende de vários fatores para poder ocorrer adequadamente. A evaporação também é responsável pela maior parte da perda de calor durante o exercício (FOX, BOWERS & FOSS, 1991; HOLLMAN & HETTINGER, 1984; HORTA, 1989; COYLE, apud Mc ARDLE, KATCH & KATCH, 1994)

2.3.3. O Papel da Transpiração e da Evaporação do Suor na Termorregulação Corporal.

Com o esforço físico contínuo, há uma grande produção de calor e uma conseqüente perda de líquido que se dá, principalmente, pela produção de suor e também pela eliminação de vapor através da respiração (HORTA,1989).

O suor se evapora roubando energia do corpo e resultando em resfriamento da superfície corporal. Para cada grama de suor evaporado perde-se cerca de 0,580 Kcal de calor para o meio (FOX, BOWERS & FOSS, 1991; McARDLE, KATCH & KATCH, 1994; WEINECK,1991). Entretanto, se o suor não evaporar e somente escorrer pela pele, não haverá esfriamento corporal. Esta situação pode ocorrer quando a umidade relativa do ar é muito alta, dificultando a evaporação do suor e até formando uma camada isolante de suor sob a pele, o que elevará ainda mais a temperatura corporal. Ainda, segundo PUGH (1967) apud HOLLMAN & HETTINGER (1983), somente 40% do suor produzido é evaporado.

Atletas treinados e saudáveis chegam a perder de 1 à 3 l/h de suor em condições extremas de clima durante a prática de exercício intenso, essa taxa pode atingir valores de no máximo 4 l/h (McARDLE, et alli, 1994, BROUNS, 1995-a, WEINECK,1991). Segundo ainda esses mesmos autores, essa quantidade de água perdida pela transpiração depende de vários fatores como:

- **Tempo de duração do exercício.**

- **Intensidade do exercício** - quanto mais intenso, mais calor o corpo produz e mais suor é liberado.

- **Nível de treinamento do atleta** - quanto maior o nível de treinamento do atleta, mais suor é produzido, mas em concentração mais baixa.

- **Volume corporal** - quanto maior o volume corporal, maior a produção de suor em valores absolutos.

- **Condições climáticas** - correntes convectivas de ar, temperatura do ambiente, intensidade dos raios solares e umidade relativa do ar interferem na taxa de transpiração e de resfriamento do corpo.

Em climas úmidos, mesmo quando a temperatura ambiente é baixa, a evaporação do suor fica dificultada, resultando em um aumento da temperatura corporal e numa maior produção de suor. Sendo assim, perde-se mais água e o indivíduo torna-se desidratado. A desidratação seguida de um aumento da temperatura corporal acaba deprimindo a capacidade termorreguladora do hipotálamo e a sudação diminui. Com isso, tem-se uma diminuição na capacidade resfriadora do organismo pela evaporação, surgindo sinais de alerta de que a intermação está aparecendo (GUYTON, 1973)

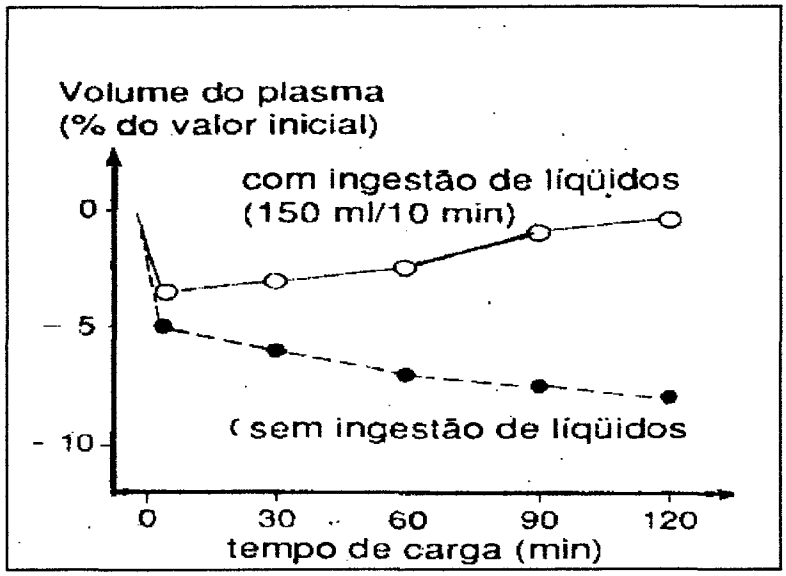
Quando o ar encontra-se seco e com presença de correntes convectivas que promovem a evaporação do suor, uma pessoa pode agüentar por um longo período se exercitando, mesmo com temperaturas externas altas, sem que sofra grandes aumentos de temperatura corporal (HOLLMANN & HETTINGER, 1983)

A disponibilidade de quantidades suficientes de água no organismo para manter em níveis normais a taxa de fluxo sangüíneo, para produção de suor, é de grande importância para a capacidade resfriadora do corpo em condições de climas quentes e úmidos. A perda de água contínua pela sudação, principalmente em temperaturas externas altas, reduz a quantidade de líquido plasmático e,

como mencionado anteriormente, diminui a taxa de produção de suor (ISOSTAR, 1995, WEINECK,1991).

Portanto, a reposição de líquidos auxilia o processo de manutenção da temperatura corporal e do volume plasmático, evitando a desidratação e uma eventual queda no desempenho (Ver Figura 3 abaixo). A figura abaixo nos mostra que a reposição compensatória de água é fundamental para a manutenção do volume plasmático e, portanto, para a capacidade de resfriamento corporal e para o bom desempenho esportivo.

Figura 3. Alterações do volume plasmático durante uma carga de ciclismo de 2 horas em pessoas não treinadas, sob condições de calor, sem e com ingestão de líquidos:



Fonte: (WEINECK, 1991, p. 558).

2.4. REPOSIÇÃO E MANUTENÇÃO DOS NÍVEIS DE LÍQUIDO CORPORAL:

Segundo McARDLE, KATCH & KATCH (1992, p.361), o objetivo principal

da reposição de líquidos consiste em *"manter o volume plasmático para que a transpiração e circulação possam prosseguir em níveis ideais".*

Segundo SHANGOLD & MIRKING (1994), os atletas devem estar cientes de que a perda de líquido durante a atividade física de resistência deve ser reposta antes mesmo do aparecimento da sensação de sede. A sede, segundo SHANGOLD & MIRKIN (1994) e COSTILL (1986), é um sinal tardio da desidratação durante o exercício. Os osmorreceptores só percebem a sede quando os níveis de sódio no sangue já atingiram índices altos de concentração. A sensação de sede só se manifesta após uma perda de 0,5 - 1,5 litros de água, e pode ainda diminuir ou ser inibida devido a maior intensidade da atividade corporal ou às influências climáticas elevadas (WEINECK,1991).

Como quantidades de 600 a 800ml representam grandes volumes, deve-se, portanto, ingerir quantidades de líquido em intervalos regulares, mesmo com ausência da sede (McARDLE, KATCH & KATCH, 1992; FOX, BOWERS e FOSS, 1991; HORTA,1989; REHRER,1990; BROUNS,1995-b). Estudos de REHRER (1990), demonstraram que a ingestão de pequenos volumes, 2ml/kg de peso corporal, a cada 20 minutos, apresentou a mesma velocidade de esvaziamento gástrico que um volume grande de 600 - 800 ml/h, com a vantagem de não proporcionar desconforto gastrointestinal. Vários autores como, SHANGOLD & MIRKIN (1994); COSTILL (1986); McARDLE, et alli, (1990), ISOSTAR (1995); FOX, et alli (1991) e HORTA (1989) recomendam a ingestão de pequenos volumes entre 150 a 200 ml de líquido a cada 15 ou 20 minutos em exercício com duração superior a uma hora.

Todavia, em atividade de longa duração como maratonas, triathlons, etc.; fica praticamente impossível igualar a perda de líquidos com a sua ingestão

compensatória (BROUNS,1995-a; McARDLE, et alli, 1992). O esvaziamento gástrico máximo de líquido é cerca de 800ml por hora, ou 8 à 12ml por kg de peso corporal do individuo por hora (HORTA,1989, McARDLE, et alli,1992). Como a perda de líquidos pode ser de até 2 - 3 litros por hora, fica impossível igualar essa perda.

A Tabela 3 abaixo, segundo ISOSTAR(1995), relaciona a necessidade de reposição de líquido de acordo com as necessidades energéticas de vários esportes. Quando a temperatura ambiente encontra-se entre 20° e 25° C deve-se adicionar 25% ao valor da tabela e 50% quando estiver acima de 25°C.

Tabela 3: Necessidade de reposição hídrica de acordo com o gasto energético em cada modalidade esportiva.

Evento	Necessidade Hídrica (ml/h)
1. Volleyball	210
2. Ciclismo recreacional	420
3. Aeróbica	433
4. Caminhada em montanhas	508
5. Futebol	554
6. Cross country (corrida)	685
7. Ciclismo intenso	710
8. Corrida 5.6 min/km	811
9. Corrida 3.4 min/km	1214

Fonte: (ISOSTAR, 1995 p.6)

Para favorecer ainda mais uma hidratação adequada, é recomendado por vários autores a pré-hidratação (SHANGOLD & MIRKIN,1994; McARDLE,et

alli,1990; FOX,et alli,1991). Essa pré hidratação, segundo SHANGOLD & MIRKIN (1994), pode ser feita logo antes da competição, com uma ingestão máxima de 600ml de água um pouco menos de uma hora antes da prova. Durante a semana que antecede a competição, também pode-se aumentar as reservas hídricas do corpo através da maior ingestão de volumes de líquidos diários. De acordo com essa mesma autora, um aumento de 1,5 litros por dia pode aumentar em até 10% seu volume sangüíneo total.

Contudo, a ingestão de líquidos glicídicos, ricos em carboidratos, momentos antes da prova (30-60 minutos) deve ser evitada. Segundo COSTILL (1986), a ingestão desses líquidos aumenta a taxa de insulina no sangue temporariamente ocasionando uma diminuição dos níveis de glicose circulante podendo ocasionar uma falsa hipoglicemia.

2.4.1. Limitações na reposição hídrica:

Segundo REHRER (1990), o estômago é basicamente um tanque armazenador de substâncias que regula a disponibilidade de líquidos e solutos ao intestino, onde a maior absorção acontece. Entretanto, vários fatores influenciam essa taxa de esvaziamento gástrico, e consequentemente a velocidade de absorção do líquido ingerido. Volume, temperatura, acidez, concentração (osmolalidade), intensidade do exercício, nível de desidratação do atleta, conteúdo de nutrientes e glicose, são fatores que determinam essa taxa.

O volume máximo de líquido que pode ser absorvido durante o exercício é de 600ml/h no caso dos corredores e de 800 ml/h para os ciclistas ou atividades de menor impacto, ou 12ml/kg de peso corporal (BROUNS,1995-a;

HORTA,1989). Parece que quantidades maiores de volume de líquido tendem a esvaziar o estômago mais rapidamente que as menores (REHRER,1990). Segundo NEUFER (1988) apud REHRER (1990), os receptores de pressão respondem ao peso devido ao grande volume de líquido e estimulam o esvaziamento gástrico.

A temperatura do líquido a ser ingerido é um fator importante no processo de absorção e reposição do líquido perdido. Nos anos 1960, estudos mostravam que líquidos gelados (4°C) eram impulsionados mais rapidamente do estômago para o intestino favorecendo sua absorção. Ainda hoje certos autores colocam que líquidos com temperaturas de 5°C esvaziam mais rapidamente o estômago (McARDLE, KATCH & KATCH,1990). Entretanto estudos mais recentes afirmam que a temperatura não interfere no fator absorção (SHANGOLD & MIRKIN, 1994). Estudos de LAMBERT & MAUGHAN (1992), apud REHRER, et alli (1994), não indicaram valores significativamente diferentes na absorção de líquidos em diferentes temperaturas. Esse assunto, entretanto, ainda não parece muito claro e requer mais estudos para se chegar num ponto comum.

Segundo COSTILL (1986), em ambientes quentes, é mais recomendado a ingestão de líquidos gelados pois quanto mais baixa a temperatura do líquido, mais calor este irá retirar do corpo, ajudando na termorregulação. Além disso, a maioria dos atletas prefere ingerir líquidos gelados por possuírem um sabor mais agradável (BROUNS, 1995-b). No caso de exercícios em ambientes de baixas temperaturas, a ingestão de líquidos quentes pode ser prescrita. Como a temperatura alta do líquido não interferirá negativamente no processo de absorção, e termorregulação, e ainda pode oferecer um benefício psicológico para o atleta, BROUNS (1995-b) recomenda a ingestão de líquidos quentes para

atletas que se adaptem a esta situação .

A intensidade do exercício não apresenta efeito determinante na taxa de esvaziamento gástrico de líquido até valores de 65 - 75 % do VO2 máx. (FINK, 1981; REHRER, et alli, 1994). Entretanto, acima destes valores, pode acontecer um decréscimo na taxa de esvaziamento segundo SOLES & NOAKES (1989) apud REHRER (1990). A significância deste decréscimo, todavia, não pode ser considerada como grave e conseqüente.

O ***nível de desidratação*** também afeta a taxa de esvaziamento gástrico (REHRER,1990; McARDLE, et alli ,1994). Normalmente a taxa de esvaziamento gástrico é de 800ml/h de líquido (BROUNS, 1995-a). Entretanto se o atleta já se encontra desidratado, o esvaziamento gástrico torna-se mais lento e os sintomas de distúrbios gastro-intestinais aumentam. Portanto deve-se ingerir líquidos durante as provas de longa duração antes de atingir esse estágio de desidratação.

A osmolalidade também influencia na taxa de esvaziamento gástrico (BROUNS, 1995-a). Entretanto não deve-se confundir a osmolalidade com o conteúdo de carboidratos presente no líquido. O número total de partículas em solução representa a osmolalidade (GUYTON,1973), e não somente a concentração de carboidratos. Soluções com osmolalidade alta , >350 mOsm/kg, estimulam a secreção gástrica diminuindo o esvaziamento (REHRER,et alli,1994). Portanto, as soluções ditas isotônicas, com concentrações entre 270 e 330 mOsm/kg, tendem a esvaziar o estômago mais rapidamente (ISOSTAR,1995; REHRER,1990).

Aumentos na ***acidez*** do líquido diminuem a taxa de esvaziamento gástrico (REHRER,1990). Todavia, segundo BROUNS (1994), em entrevista para a revista

Insider, no geral todos os líquidos oferecidos no mercado possuem acidez entre 3.0 e 4.0, não sendo o determinante principal para influenciar a taxa de esvaziamento gástrico.

Durante as provas de resistência, perde-se água, eletrólitos e têm-se as reservas de carboidratos diminuídas. Desta forma, deve-se ingerir líquidos contendo carboidratos e eletrólitos durante essas atividades a fim de restabelecer seus níveis normais no organismo. Entretanto, grande ***conteúdo de nutrientes e glicose*** adicionados ao líquido aumentam a densidade do mesmo diminuindo a taxa de esvaziamento gástrico (REHRER, et alli, 1994). Soluções com maior concentração de carboidratos demoram mais tempo para esvaziar o estômago que as menos concentradas. Portanto, o tipo de carboidrato a ser adicionado nas bebidas e a sua concentração, assim como a quantidade de eletrólitos diluídos não devem exercer um grande efeito inibidor do esvaziamento gástrico.

2.5. COMPOSIÇÃO ADEQUADA DE NUTRIENTES NO LÍQUIDO:

A composição dos líquidos esportivos apresentam efeito na taxa de esvaziamento gástrico. Entretanto, de nada adianta um líquido com composição ideal se ele não for agradável ao paladar (REHRER,1990). É importante a composição assim como o sabor para que o líquido ingerido não venha causar distúrbios gastrointestinais ao atleta.

2.5.1. Eletrólitos:

Os eletrólitos que exercem um papel mais importante para a manutenção

do conteúdo de água das células são divididos em extracelular e intracelular: sódio (Na^+) , cloro (Cl^-) e cálcio (Ca^{++}), fora do compartimento celular, e magnésio ($Mg^{==}$) e potássio (K^+) no interior da célula (BROUNS, 1995-a). O Na^+ e o Cl^- são os principais íons responsáveis pela manutenção do conteúdo de água extracelular (FINK,1981; COSTILL,1986). A distribuição de água em todos os compartimentos celulares, ou seja, o deslocamento de água de um meio para o outro, é determinado principalmente pela concentração de sódio e potássio (GREENLEAF,1981). Portanto, pode-se dizer que os eletrólitos mais importantes dos líquidos corporais são, primeiramente o sódio seguido do cloro e potássio.

Durante o transcurso de exercícios prolongados, os déficits iônicos de maior preocupação são aqueles encontrados nos compartimentos extracelulares, que é o caso dos íons Na^+ e Cl^- (FINK, 1981). Segundo REHRER, et alli, (1994), uma suplementação desses eletrólitos contribui na manutenção dos seus níveis adequados no organismo, principalmente durante e após a prática de um exercício prolongado no calor. Entretanto, essa suplementação e reposição desses minerais parece não melhorar o rendimento do atleta.

Segundo esses mesmos autores, no caso de reposição da perda de água pelo suor através de líquidos compostos por eletrólitos, deve-se considerar que a absorção intestinal varia de um mineral para outro. A absorção de Na^+ , K^+ e Cl^- são próximas de 100%, entretanto Ca^{++} e Mg^{++} são absorvidos em taxas menores (30-35% respectivamente) e variam conforme fatores de concentração e substâncias na dieta.

Baseado em medidas diárias de eletrólitos em vários compartimentos , os efeitos das perdas de eletrólito pelo suor são parcialmente compensados pela diminuição da secreção de eletrólitos pelos rins e suor (REHRER,1990). Em geral

a absorção após o exercício da dieta normal é suficiente para prevenir um déficit progressivo de eletrólitos capaz de influir na saúde ou performance do atleta (REHRER, et alli, 1994). Todavia, déficits minerais a curto prazo podem ocorrer durante exercícios de longa duração.

Exercícios de resistência prolongada efetuados no calor e cuja reposição líquida seja efetuada com fluidos de osmolalidades baixas ou com ausência de sódio, podem induzir uma hiponatremia, que representa um baixo índice de sódio no organismo (BROUNS & SARIS, 1995; REHRER,1990). Os sintomas de hiponatremia segundo SELKURT (1986) são fraqueza, cansaço, apatia e cefaléia nos casos mais leves. Nos casos extremos, pode ocorrer hipotensão ortostática, taquicardia e até choque. Sendo assim, reposição de água com concentrações de sódio é recomendável durante eventos de resistência prolongada (ultra maratona, ciclismo prolongado, "iron man").

A adição de sódio em bebidas de reidratação demonstra bons resultados em reter água e em restabelecer o balanço hídrico e o volume plasmático. Esses resultados mostram-se superiores àqueles encontrados quando a reidratação é feita somente com água (REHRER,1990; ISOSTAR,1995). A adição de sódio, em combinação com concentrações pequenas de glicose, estimula a absorção do líquido (REHRER,1990). Esse efeito estimulatório da combinação de sódio com glicose na absorção de água, é a base das terapias clinicas de reidratação nos casos de desidratação severa (FARTHING,1990; apud REHRER,1990). Essa combinação nada mais é do que o conhecido "soro-caseiro" divulgado nas campanhas contra desidratação e diarréia infantil.

Também, os hormônios reguladores dos líquidos são normalizados mais rapidamente com adição de sódio nas bebidas de reidratação

(BRANDENBERGER apud REHRER, et alli, 1994). A aldosterona, hormônio da glândula adrenal, não necessita acionar o rim para reter sódio e cloro nos seus túbulos (COSTILL,1986).

Em muitas bebidas esportivas é feita a adição de outros eletrólitos com propósito de repor suas perdas pelo suor e de aumentar a absorção intestinal do líquido. Segundo WEINECK (1991, p.505) *"a água não pode ser mantida no organismo sem eletrólitos"*, portanto é indicada concentrações de 400 até no máximo 1100 mg de Na^+ por litro de solução para aumentar a velocidade de absorção. Caso se deseja inserir outros eletrólitos na solução, suas concentrações máximas indicadas seriam: 1500 mg de Cl- , 225 mg de K^+, 100 mg de Mg^{++} , 225 mg Ca^{++} por litro (ISOSTAR, 1995; BROUNS,1995-a). A adição desses outros eletrólitos em quantidades similares às perdidas no suor, não influenciam a taxa de esvaziamento gástrico e absorção intestinal.

Como perde-se mais água que eletrólitos em altas taxas de suor, a concentração desses minerais nos fluidos corporais tende a aumentar (COSTILL,1986; REHRER,1990; BROUNS,1995-a). Apesar desta situação parecer um pouco confusa, ao invés de acontecer uma queda na concentração de eletrólitos no plasma, ocorre um aumento. Isto implica dizer que quando a taxa de suor é alta, a necessidade de se repor água é maior que a de eletrólitos (COSTILL,1986; REHRER,1990).

A adição de sódio às bebidas também é utilizada, pois ela melhora a taxa de absorção dos carboidratos contidos nos líquidos (REHRER,1990; BROUNS; 1995-a; ISOSTAR,1995; GALLEGO,1992). A explicação científica para tal fato, segundo BROUNS (1995, p. 79) *"radica en el hecho de que el transporte acoplado de glucose e sódio através da membrana intestinal es muy rápido y*

constituye un estímulo para la absorción de agua a causa de la actividad osmótica de estos solutos". Esse co-transporte do sódio com certos açúcares ocasiona uma absorção mediante uma difusão facilitada que não requer energia metabólica (GALLEGO,1992).

2.5.2. Carboidratos:

Pode-se generalizar que os carboidratos (CHO) se caracterizam como a fonte de energia mais importante ao organismo, tanto em condições normais, quanto para qualquer atividade física (WEINECK,1991; FOX, et alli, 1991; BROUNS,1995-a).

Eles podem ser classificados em mono, di, e polissacarídeos, dependendo de sua composição. Os carboidratos monossacarídeos, ou carboidratos simples, como a glicose e a frutose, normalmente resultam da digestão dos dissacarídeos (maltose, lactose e sacarose) e dos CHO mais complexos (polissacarídeos) como o amido e o glicogênio (BUTTERFIELD,1981; McARDLE, et alli, 1994). Os dissacarídeos, exemplificados pela sacarose, maltose e lactose, ocorrem nos alimentos e consistem da união de dois açúcares simples. Os polissacarídeos como o amido o glicogênio e fibras consistem em longas cadeias de CHO simples e, no caso do glicogênio e amido, são geralmente chamados de polímeros da glicose (BUTTERFIELD,1981).

A glicose ($C_6H_{12}O_6$), também chamada de dextrose, é o açúcar natural dos alimentos e entra diretamente dentro do sistema de produção de energia passando para a corrente sangüínea a fim de ficarem disponíveis aos órgãos e músculos (GALLEGO,1992). A frutose é o açúcar das frutas e é o

monossacarídeo com sabor mais adocicado . A sacarose, é um dissacarídeo formado pela união de glicose com a frutose, e é o açúcar mais utilizado na dieta alimentar (McARDLE, KATCH & KATCH, 1994).

2.5.2.1. As Reservas de Carboidratos no Organismo:

As reservas de carboidratos no organismo estão localizadas no fígado e músculos, na forma de glicogênio. O glicogênio é a forma armazenadora de glicose no organismo. São necessárias mais de cem mil moléculas de glicose para formar uma de glicogênio (NACHTIGALL, 1977, apud WEINECK, 1991). As reservas de glicogênio muscular somam um total de aproximadamente 300 g em sedentários e podem ultrapassar as 500g em atletas bem treinados. Já as reservas de glicogênio do fígado alcançam valores de aproximadamente 100g (BROUNS, 1995-a; McARDLE; et alli,1994).

Como cada grama de glicogênio contém 4 calorias de energia, um indivíduo normal armazena cerca de 1500 a 2000 calorias de energia na forma de carboidratos (McARDLE, et alli,1994). Durante atividades contínuas de intensidade média, aproximadamente 70% do VO_2 máximo, como as provas de resistência de triatlo, ciclismo, corridas, essa energia armazenada na forma de glicogênio poder ser esgotadas depois de 60-90 minutos. O esgotamento dessas reservas ocasiona queda de performance e fadiga muscular. Em atividades mais intensas, acima de 85% do VO_2 máximo, e intermitentes como o futebol, rugbi, basquete, essa depleção pode acontecer depois de 30-40 minutos (ISOSTAR, 1995; REHRER,1990).

2.5.2.2. O Papel do Carboidrato na Performance Esportiva:

Pesquisas mostram, que existem várias evidências que suportam a importância do papel de carboidratos para a performance e rendimento:

- A falta de carboidrato reduz a performance e induz a fadiga,
- A suplementação de carboidratos mantém a performance e atrasa a fadiga.
- Dieta rica em carboidrato resulta numa melhor performance e capacidade de recuperação. (ISOSTAR, 1995)

Visando uma melhor performance do atleta durante as provas de resistência, deve-se incluir altas porções de carboidratos na dieta normal diária dos atletas. Quanto maior o depósito de CHO, maior a facilidade de mobilização de glicogênio muscular para obtenção de energia (WEINECK,1991). Também, no transcurso dessas provas, recomenda-se a ingestão de formas de CHO de absorção e digestão rápidas tanto no formato sólido como líquido. A ingestão de líquidos compostos por carboidratos solúveis mostra-se muito eficiente quanto aos aspectos de absorção e digestão dependendo da concentração e do tipo de CHO utilizado em solução (ISOSTAR,1995)

Para o preparo de soluções de carboidratos, qualquer forma solúvel, do ponto de vista metabólico, pode ser utilizado. Entretanto, estudos demonstram que os polímeros de glicose , como a maltodextrina e o amido solúvel, apresentam melhores taxas de absorção tanto de água como do próprio carboidrato do que os mono e os dissacarídeos (COSTILL,1986,). Além disso, os

polímeros apresentam um sabor menos adocicado e não elevam a osmolalidade da mesma forma que os mono e dissacarídeo (ISOSTAR,1995; COSTILL,1986; SHANGOLD & MIRKIN, 1994;).

Uma molécula de maltodextrina que representa a união de várias moléculas de glicose, exerce a mesma pressão osmótica que uma molécula de glicose, portanto pode apresentar concentração mais alta na composição do líquido sem afetar a osmolalidade do mesmo. Por exemplo, segundo McARDLE, KATCH & KATCH (1992), uma solução de polímeros de glicose possui um quinto da osmolalidade de uma solução de açúcares simples, e fornece água e carboidratos ao atleta em um rítmo mais rápido.

Quanto ao uso da frutose em solução, esta não deve ser utilizada em concentrações acima de 35 g/l (BROUNS,1995-a). Isto devido a sua menor velocidade em ser convertida em energia e por poder causar distúrbios intestinais, como diarréia e cólicas, quando ingerida em grande quantidade (ISOSTAR,1995). Caso ela seja ingerida em baixas concentrações e associada com outras fontes de carboidratos, esses distúrbios não serão desenvolvidos (BROUNS,1995-a).

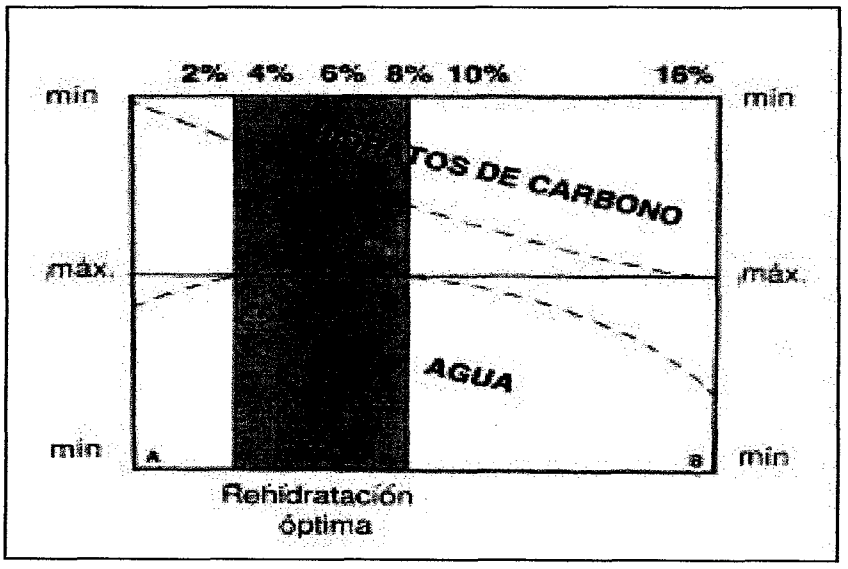
A taxa de utilização do carboidrato utilizado durante o exercício, corresponde a aproximadamente 0,5 – 1,1 g/minuto dependendo da intensidade do exercício, e a quantidade máxima de líquido que pode ser consumida corresponde a 600 – 800 ml/hora, ou de 8-12ml/kg/h (BROUNS,1995-b; HORTA,1989). Conhecendo-se esses dois fatores, recomenda-se a ingestão de líquidos com um conteúdo de 30 – 80 g de carboidrato por litro de solução para obter-se uma suplementação suficiente de carboidratos conforme às necessidades do atleta (BROUNS, 1995 - b).

Alguns autores como FOX, BOWERS & FOSS (1991); HORTA (1989) e

FINK (1981), colocam que a concentração ideal de carboidratos em solução que facilita a absorção e o esvaziamento gástrico é de 2,5%, entretanto a maioria dos autores, REHRER (1990); BROUNS(1995-a); BROUNS e SARIS (1995); SHANGOLD e MIRKIN(1994); McARDLE, et alli (1994), aceita a faixa de 3 - 8% como ótima (Ver Figura 4.).

Essa concentração de carboidrato nas bebidas que corresponde de 3-8 %, adicionada a uma concentração de sódio superior ou igual a 400mg por litro, induz um estímulo máximo de absorção de líquido e de esvaziamento gástrico, sem favorecer a secreção intestinal (ISOSTAR, 1995; BROUNS, 1995-a; REHRER, 1990).

Figura 4. Concentração ótima de carboidratos (3 – 8%) para fornecer uma rápida absorção de água ao organismo:



Fonte: (BROUNS,1995, p. 84).

Sendo assim, para levar o organismo a uma rápida disponibilidade de líquido e de carboidratos para produção de energia e manutenção hídrica, recomenda-se ingerir líquidos isotônicos com osmolalidades inferiores a

350mOsm/kg com concentrações de 30-80g de carboidrato e quantidades entre 400-1100mg de sódio por litro. Deve-se também combinar quantidades menores de monossacarídeos que de di e polissacarídeos, para não se produzir uma hipertonicidade significativa do líquido (BROUNS,1995-a). Pode-se preparar um líquido nessas mesmas concentrações adicionando-se cerca de 40-70g de açúcar comum (sacarose) e até 1 grama de sal de cozinha em um litro de água para se obter um líquido isotônico.

3. DISCUSSÃO:

Conforme visto na revisão de literatura, pode-se discutir a eficiência dos líquidos de reposição hídrica para provas de longa duração, analisando sua composição e informação nutricional. Sendo assim, foram selecionados 10 líquidos comerciais, incluindo a água de côco (considerado um isotônico natural), com seus respectivos valores nutricionais (Ver Tabela 3). A finalidade desta tabela é de esclarecer e auxiliar os atletas e usuários quais seriam as marcas mais indicadas e as menos indicadas para fornecerem rapidamente hidratação e reposição energética ao organismo.

Os valores relacionados na tabela foram retirados, na sua maioria, dos rótulos dos produtos. Outros, como a osmolalidade, foram fornecidos através do serviço de atendimento ao consumidor ou por meio dos "sites" informativos desses produtos na "Internet". As células que se encontram vazias, representam a ausência de certos componentes ou a indisponibilidade de acesso a esses dados. É importante ressaltar que muitos dos líquidos relacionados apresentam outros componentes nutricionais na sua composição como, vitaminas e outros minerais (Mg, Ca, Fe), mas que não exercem uma grande influência para a taxa de hidratação. Por isso não foram relacionados e não serão levados em consideração nesta discussão.

BROUNS e LEIPER (1994), em entrevista para a revista INSIDER, afirmam que o conteúdo de carboidratos (CHO) nas bebidas é o fator determinante para a taxa de esvaziamento gástrico seguida da osmolalidade do produto, e que o conteúdo do sódio favorece a absorção de água pelo intestino. Essas

concentrações, conforme BROUNS(1995); REHRER (1990); SHANGOLD (1994); BROUNS e SARIS (1994) e McARDLE (1994), devem estar em torno de 30 - 80 g de CHO por litro de solução (3 - 8g por 100ml), entre 400 e 1100mg/l de Na, e apresentar osmolalidades variando de 200 à no máximo 350 mOsm/kg.

Sendo assim, os líquidos 4 e 7 na tabela, fornecem concentrações de CHO altas e insuficientes respectivamentes. O líquido 4 estimularia a secreção gástrica e deveria ser diluído para oferecer uma hidratação mais rápida e eficiente durante provas de longa duração onde o ambiente se encontra úmido e quente. O líquido 7 não contém sequer o mínimo de CHO para auxiliar a absorção de água e para repor os níveis energéticos, e não deveria ser considerado líquido de reposição energética. Os outros líquidos encontram-se de acordo com o recomendado, mas podem ser mais diluídos caso o atleta sinta indisposição gástrica devido ao seu sabor.

Os valores de sódio encontrados em praticamente todos os líquidos estão de acordo com as especificações, somente o líquido 7 não fornece quantidade suficiente para estimular a absorção de água e para repor a perda deste eletrólito. Portanto, a especificação de repositor hidroelétrolítico contida no rótulo deve ser desconsiderada. A água de côco (9), também apresenta uma taxa baixa de sódio em sua composição, embora satisfatória. Entretanto ela apresenta um alto nível de concentração de potássio, tornando-a ideal para reposições após competições e treinos, e não tão adequada para ser usada durante as atividades de longa duração.

Não foi possível obter todos os valores das osmolalidades dos líquidos relacionados na tabela pois algumas indústrias desconheciam esse valor (9,8,4), outra se recusou a fornecer esse dado (3) e uma última não foi possível entrar em

contato (6). Os produtos 1, 5, 7 e 10 apresentaram osmolalidades dentro do padrão de isotonicidade (270 - 350 mOsm/kg), portanto são apropriadas para serem utilizados em situações de solicitação rápida de hidratação. Os valores de osmolalidade do líquido 2 encontram-se um pouco acima do recomendado, principalmente no sabor laranja, e deveriam ser abaixados através da diluição do líquido. Entretanto, essa diluição diminuiria também a concentração de CHO (7g/100ml), tornando-o menos eficiente na reposição energética.

É importante salientar que as indústrias produtoras dos líquidos os quais não forneceram os valores de osmolalidade (3,4,8,9), tanto por terem negado a informação ou por desconhecerem a mesma, perdem credibilidade quanto a qualidade dos seus produtos e, consequentemente, na eficiência dos mesmos.

As proteínas e os lipídios dificultam o esvaziamento gástrico e a absorção de líquidos pelo intestino (McARDLE, et alli, 1994), portanto apresentam inexistentes na maioria da composição dos líquidos de reposição. Contudo, observa-se a presença de traços de proteínas (0,1g) e lipídios (0,05g) nos líquidos 7 e 9. Mais uma vez o líquido 7 apresenta componentes desfavoráveis para ser utilizado como repositor hídrico isotônico durante provas de longa duração. A água de côco também apresenta um pequeno conteúdo de lípídio e proteínas em sua composição (0,05g e 0,1g respectivamente), entretanto, como ela se trata de um líquido natural, nada se pode fazer quanto a sua composição.

O tipo de carboidrato utilizado pode influir na osmolalidade do produto e na taxa de esvaziamento gástrico do mesmo. Leiper (1994), em entrevista para a revista Insider diz que a frutose em grandes quantidades dificulta a absorção de líquidos e pode causar diarréia nos atletas. A maltodextrina, polímero da glicose,

Tabela 4: Relação dos líquidos comerciais de reposição hídrica e suas respectivas informações nutricionais por cada 100ml de solução.

Nome	Carboidrato (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Sódio (mg)	Potássio (mg)	Cloreto (mg)	Osmolalidade (mOsm/kg)	Produtor
1.Gatorade	6	0	0	45	10	42	280-360	QUAKER
2.Sportade	7	0	0	45	10	-	350** e 400*	SHEFA
3.Marathon	6	0	0	44	10	45	#	BRAHMA
4.Carborade	8,3	0	0	40	20	-	-	NUTRILATINA
5.Sport Drink	6	0	0	43,75	21,3	19,75	282	NUTRISPORT
6.Energil C	6	0	0	45	10	-	-	LEGRAND
7. Santal Active	1,1	0,1	0,05	17	22	2,5	290	PARMALAT
8. Guaraná 1000	7	-	-	10	5	10	-	LATCO
9.Água de Côco	5,5	0,1	0,05	25	160	-	-	SOCÔCO
10.Isostar	7,05	0	0	69	18	30	281-296	WANDER

* Valor referente ao sabor laranja ; ** Valor para os demais sabores; # Produtor não quis fornecer o valor.

pode ser usada em maior concentração que a glicose pois não aumenta a osmolalidade da solução, por isso a sua utilização demonstra ser interessante.

Somente os líquidos 5 e 10 utilizam a maltodextrina como componente nutricional combinados com outros tipos de CHO. Os líquidos 4, 5, 7 e 8 apresentam frutose na sua composição. Isso não implica dizer que eles possam causar distúrbios gastrointestinais, pois suas concentrações não são especificadas e, a frutose em baixa concentração (35 g/l) não ocasiona prejuízos ao atleta.

3.1. Água X Líquidos de Reposição:

Algumas pessoas se perguntam quanto a eficiência do uso da água pura ou mineral ao invés dos líquidos de reposição durante as provas de longa duração. ISOSTAR (1995) e REHRER (1990) colocam que a reposição de CHO só se faz necessária após 60 - 90 minutos de atividade e que a reposição de água em provas com duração inferiores a 60 - 90 minutos, seria a necessidade principal do atleta. Portanto, quais seriam as razões que levam o indivíduo a não utilizar somente a água como repositor hídrico nessas circunstâncias ?

A resposta para essa pergunta pode ser respondida através da explicação dada por WILLIAMS (1994), em entrevista para a revista INSIDER, dizendo que caso o atleta tenha ingerido alimentos ricos em carboidratos até 4 horas antes da prova, a ingestão de água pura ou mineral durante as provas de até 90min não prejudica a performance do atleta. Isto porque a ingestão de água dilui o conteúdo sólido do estômago produzindo um substrato semi-líquido que é digerível e absorvido mais rapidamente. Entretanto, WILLIAMS (1994), relata que a

combinação de ingestão prévia de alimentos ricos em CHO juntamente com a reposição de líquidos contendo CHO e eletrólitos durante a prova, é mais eficiente para melhorar a performance de atletas de resistência.

Outras pesquisas relacionando a suplementação de líquidos contendo CHO mostraram resultados positivos quanto a melhora do desempenho de "sprint" no final de provas de longa duração (BALL, HEADLEY, VANDERBURGH, SMITH, 1995; BACHARACH, DUVILLARD, RUNDELL, MENG, CRING, SZMEDRA, CASTLE, 1994). Essas pesquisas utilizaram-se de líquidos de concentração entre 7 e 6,4 % de CHO, durante 50 e 2h de atividade respectivamente. Esses dados vêm reforçar a eficiência dos líquidos de reposição para melhora de performance em atletas de resistência.

Ainda mais, ROBINSON, HAWLEY, PALMER, WILSON, GRAY, NOAKES e DENNIS (1995), em seus estudos relataram que a ingestão de água não melhora a performance de 1 hora de ciclismo em ambientes de temperatura amenas. Essa informação também ajuda a responder a questão quanto a utilização de água ao invés de líquidos de reposição para provas com duração inferior a 90 minutos. Ou seja, é mais recomendável ingerir líquidos contendo CHO e eletrólitos do que água, mesmo em provas de duração inferior a 90 minutos.

Uma recomendação prática e barata seria a utilização de soro caseiro, que consiste em uma solução de água, cloreto de sódio (sal de cozinha) e sacarose (açucar de cozinha), como repositor hídrico. O atleta precisa, no entanto, se adaptar ao sabor desta solução para evitar distúrbios gastrointestinais durante a prova.

4. CONCLUSÃO:

Através das informações relatadas neste trabalho, conclui-se que a importância da hidratação vai além de somente suprir as necessidades hídricas do atleta durante o transcurso de atividades de longa duração. Além de manter os níveis de volume plasmático e de sangue circulante, a hidratação exerce um papel primordial no controle da temperatura corporal, mantendo os níveis de transpiração e prevenindo a desidratação e seus efeitos adversos.

Caso a reposição hídrica seja realizada com líquidos contendo concentrações adequadas de carboidratos (CHO) e eletrólitos, a hidratação passa a exercer um papel de repositor eletrolítico e energético, fornecendo combustível e nutrientes essenciais para se manter uma boa performance esportiva, e atrasar os sintomas de fadiga.

A falta da reposição de líquidos ao organismo ocasiona aumento da temperatura corporal, diminuição da irrigação sangüínea para os músculos, hemoconcentração, dentre outros efeitos prejudiciais à funcionalidade dos órgãos e manutenção da saúde do atleta. Todos esses efeitos levam à uma queda no rendimento desportivo podendo até levar o indivíduo ao abandono da prova.

Para evitar a desidratação o atleta deve ingerir líquidos antes mesmo de sentir sede. Essa ingestão pode ser feita em períodos de 15 a 20 minutos em quantidades de 150 a 200 ml. Sabe-se que durante uma competição, onde a intensidade de esforço é muito intensa, muitos atletas sentem desconforto quando ingerem líquidos. Sendo assim, é importante que o atleta beba líquidos de sabor e temperaturas agradáveis ao paladar a fim de não ocasionar mal estar gastrointestinal.

Dentro do que foi pesquisado neste trabalho, é recomendado a ingestão de líquidos isotônicos para fornecer um suprimento de líquidos, eletrólitos e CHO rápido ao organismo sem causar maiores distúrbios ao organismo. Baixas concentrações de carboidratos, entre 3 - 8%, juntamente com a adição de sódio em concentrações de 400 - 1100mg/l, favorecem uma absorção e esvaziamento gástrico mais eficientes que a água pura ou líquidos de concentrações mais alta como sucos de fruta e Coca-cola.

Isso não implica dizer que a água pura não deve ser utilizada. Ela pode e deve ser utilizada principalmente em provas de duração inferior à 90 minutos, onde o aporte hídrico é mais importante que o energético. Todavia, o rendimento dos atletas pode ser favorecido com a ingestão de líquidos de reposição ao invés da água pura.

Entretanto, muitos líquidos de reposição disponíveis no mercado não satisfazem as condições essenciais que um líquido de reposição deve apresentar para abastecer o organismo de água e nutrientes (eletrólitos e CHO) de maneira eficiente. Portanto, o atleta deve tomar o cuidado de escolher o produto que contenha a composição adequada ás suas necessidades. Líquidos com concentrações altas de CHO devem ser utilizados em climas frios, onde a necessidade de repor líquidos não é tão importante, ou devem ser diluídos com água a fim de diminuir essa concentração.

Deste modo, os atletas interessados em apresentar melhora em suas performances durante as provas de longa duração, devem seguir as recomendações adequadas de reposição hídrica.

5. RECOMENDAÇÕES:

- Durante as atividades de resistência, deve-se ingerir líquidos mesmo na ausência da sede, pois a sede é o sinal tardio da desidratação.

- A ingestão de líquidos deve ser feita regularmente, ou seja, deve-se ingerir quantidades entre 150 - 200 ml a cada 15 ou 20 minutos de exercício.

- Lembrando que o organismo só absorve aproximadamente 12ml/kg/h, o volume total ingerido não deve ultrapassar os 800ml/h, pois poderá acarretar desconforto gastro-intestinal devido ao excedente de líquido presente no estômago.

- Ingerir líquidos frios (5^{o} - 15^{o} C), pois eles auxiliam o resfriamento corporal e apresentam um sabor mais agradável.

- O atleta de resistência pode suprir suas necessidades de reposição energética e hídrica através da ingestão de líquidos contendo de 3 - 8 % de carboidratos.

- Sucos de fruta não são ideais para serem utilizados como repositores hídricos, mesmo que diluídos. Isto porque eles apresentam um conteúdo alto de frutose em sua composição, podendo ocasionar diarréias e mal estar.

- A maltodextrina é um polímero da glicose que não ocasiona grande aumento da osmolalidade. Portanto ela parece ser uma alternativa interessante para o composição dos líquidos.

- Deve-se aumentar a ingestão de líquidos nos dias que antecedem a competição, principalmente se esta for longa e se o clima encontra-se muito úmido e quente.

- O acúmulo de sal, principalmente na região de testa, indica sinal de desidratação com perda de eletrólitos. Deve-se ingerir líquidos que contenham concentrações de sódio (Na) entre 400mg e 1100mg/l para repor ambas as perdas.

- Sensação de frio, ou arrepio, mesmo em climas quentes, significa que o corpo já atingiu um estágio alto de desidratação, deve-se então ingerir imediatamente grande quantidade de líquido de rápida absorção para

amenizar ou impedir a manifestação dos efeitos dessa desidratação.

- Ingira até 600ml de água 30 minutos antes da competição. A ingestão de líquidos carboidratados não é recomendada momentos antes da prova, pois há uma elevação dos níveis de insulina, ocasionando uma queda momentânea dos níveis de glicose no sangue (hipoglicemia).

- Para facilitar a transpiração e consequentemente a evaporação do suor, remova com uma esponja ou pano úmido a camada de sal sob a pele, desobstruindo os poros.

- Em climas quentes, a reposição de água é mais importante que a de carboidratos. Portanto, prefira os líquidos de concentração mais baixa (3-5%), ou dilua com água os de concentração mais altas (6-8%).

- Para provas com duração de até 90 minutos, prefira os líquidos com concentrações mais baixas (3-5%) ou mesmo água pura, para repor as perdas hídricas.

- Escolha um líquido de sabor agradável, e, de preferência, utilize-o nos treinamentos para haver uma adaptação gastrointestinal prévia.

- As bebidas quentes podem ser utilizadas onde o clima encontra-se muito frio.

- A reposição de líquidos após as provas de longa duração deve ser realizada imediatamente após seu término a fim de normalizar os níveis de água e eletrólitos do organismo.

- Líquidos com concentrações altas de eletrólitos, principalmente sódio e potássio, são recomendados para serem utilizados após o termino das provas.

- Deve-se pesar o atleta antes e depois da prova ou treinamento para verificar o nível de desidratação, ou para controlar e compensar a perda de líquidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ACSM. Position stand on the prevention of thermal injuries during distance running. Medicine Science Sports Exercise. 19 . 1987.

BACHARAT, D. DUVILLARD, S. RUNDELL, K. MENG, J . CRING,M. SZMEDRA,L. CASTLE, J. Carbohydrate drinks and cycling performance. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Torino, n.34, June 1994.

BALL,T. HEADLLEY,S. VANDERBURGH, P. SMITH, J. Periodic carbohydrate Replacement during 50 min of high-intensity cycling improves subsequent sprint Performance. International Journal of Sports Nutrition, Champaign, n. 5, June 1995.

BROUNS, F. Necessidades Nutricionales de los atletas. Barcelona: Paidotribo, 1995.

BROUNS, F. Ten questions about drinking during sports. Insider, Mastricht, Isostar Sport Nutrition Foundation, Vol.3, no1, s/pg, March. 1995.

BUTTERFIELD, G. Fats, Carbohydrates, and Protein: Why We Need Them, and How They are Obtained. IN: HASKELL, W. SCALA,J. WHITTAM,J. Nutrition and Athletic Performance. San Francisco: Bull Publishing Company, 1981.

COSTILL, D. Inside running: Basics of Sport Physiology. Carmel: Cooper, 1986.

DOMINGUES, L. Triathlon. Rio de Janeiro: Sprint, 1995.

FINK, W J. Fluid Intake for Maximizing Athletic Performance. IN: HASKELL, W. SCALA, J. WHITTAM,J. Nutrition andAthletic Performance. San Francisco: Bull Publishing Company, 1981.

FOX, E. BOWERS, R. FOSS, M. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1991.

GALLEGO, JG. Fisiologia de la Actividad Fisica y del Deporte . Madrid: McGraw Hill - Interamericana de España, 1992.

GREENLEAF, J E. The body's need for fluids. IN: HASKELL, W. SCALA, J. WHITTAM, J. Nutrition and athletic performance. San Francisco: Bull Publishing Company, 1981.

GUYTON, A. Tratado de Fisiologia Médica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1973.

HOLLMAN, W. HETTINGER, Th. Medicina de Esporte. São Paulo: Manole, 1983.

HORTA, L. Alimentação no Esporte. Rio de Janeiro: Nórdica, 1989.

ISOSTAR. Compêndio de artigos a respeito de hidratação e composição dos líquidos de reposição. s/a . s/e. s/l. , Julho. 1995.

JANSSEN, P. Training Lactate Pulse - Rate. Oy Lütto: Polar Electro Oy, 1989.

MACEY, R. I. Fisiologia Humana. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1974.

McARDLE, W. KATCH, F. & KATCH,V. Fisiologia do Exercício Energia, Nutrição e Desempenho Humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

McARDLE,W. KATCH, F. & KATCH, V. Essentials of Exercise Physiology. Malvern. Lea & Febiger, 1994.

REHRER, NJ. BROUNS, F. BECKERS, EJ. & SARIS,WHM. The influence of beverage composition and gastrointestinal function on fluid and nutrient availability during exercise. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Denmark, Munksgaard, Vol.4, pgs 159-172, 1994.

REHRER, N.J. Limits to Fluid Availability During Exercise. Haarlen - Netherlands: De Vrieseborch, 1990

ROBINSON,T. HAWLEY, J. PALMER, G. WILSON, G. GRAY, D. NOAKES, T. DENNIS, S. Water ingestion does not improve 1-h performance in moderate ambient Temperatures. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, Berlin, n 71, August 1995.

SARIS, W. STROMME, S. BAUMGARTL, P. GUEZENNEC, C. WILLIAMS, C. ROGOZKIN, V. SEGURA, R. LEIPER, J. HAMM, M. BROUNS, F. Mineral Water as Fluid Replacement Drink, Insider, Maastricht, V. 3, n. 3, pgs 1-4, June 1995.

SELKURT, E. Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986.

SHANGOLD, M. & MIRKIN, G. Women and Exercise Physiology and Sports Medicine. Philadelphia: F.A.Davis, 1994.

WEINECK, J. Biologia do Esporte. São Paulo: Manole, 1991.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Normas para apresentação de trabalhos. 2ª Edição. Vol.1 - 8. Curitiba: Editora UFPR, 1992.