

altitudes, disse-me que tinha muito mais para dar, e foi das coisas que me fez continuar.

#### Quais os seus futuros projectos?

— Para este ano, tenho planeado ir no mês de Maio ao McKinley nos Estados Unidos. É uma montanha difícil porque tem uma influência ártica terrível e fica situada a 6 200 m de altitude, com temperaturas muito baixas e com um grau de insucesso terrível.

É uma expedição com moldes diferentes dos Himalaias, porque não envolve uma logística muito pesada. No Alasca nós temos de ter um kit muito pequeno em comparação com a de uma expedição himalaina. Nós aqui somos colocados por uma avioneta com skis num glaciar e a partir daí estamos entregues a nós próprios. Tenho também planeado para este ano o lançamento do livro que fala sobre a subida ao Everest de 1999.

Depois tenho sempre uma temporada nos Alpes, ajudando pessoas que sozinhas não têm capacidade de fazer escalada alpina tais como o Monte Branco e outros.

No Outono tenho um projecto que já era do ano de 2001, que é a primeira expedição nacional a um cume com mais de 8 000 metros, só com portugueses, a Shisha Pangma na China, fronteira com o Nepal nos Himalaias.

Penso serem todos eles projectos importantes.

## COMENTÁRIO

# Cecília Longo

(Médica Consultora em Pneumologia e Mestre em Medicina Desportiva)

### Comentário sobre as alterações fisiológicas relacionada com o alpinismo e a entrevista do João Garcia.

É uma honra ter sido convidada para fazer o comentário das alterações fisiológicas referentes à entrevista do João Garcia, um grande alpinista, o 1º português a atingir o pico Everest e um dos grandes aventureiros do nosso tempo.

O João fala de paixão pelos grandes espaços e pelas montanhas mas por detrás destas palavras está um trabalho intenso de treino indiscutível e uma condição física invejável pois subidas entre 5000 a 8800 metros sem oxigénio não são para a maioria dos mortais mesmo com treino.

No alpinismo dois fenómenos naturais de grande impacto fisiológico conjugam-se, o efeito da altitude e o efeito do frio. Tal como o JG disse em altitude a densidade do ar é muito mais baixa assim como a resistência ao vento. A pressão atmosférica e a pressão parcial de oxigénio é tanto menor

quanto maior for a altitude. Para uma melhor compreensão do fenómeno cito alguns números: a pressão atmosférica ao nível do mar é cerca de 760 mmHg e a pressão parcial de oxigénio é 159.2 mmHg, mas no pico do Monte Everest (8848 m) a pressão atmosférica diminui para cerca de 250 mmHg e a pressão parcial de O<sub>2</sub> diminui para cerca de 48.4 mmHg. Este é apenas um exemplo pois os valores da pressão atmosférica não são constantes ao longo do ano dependendo das condições climatéricas, das estações do ano e do local em que se faz a medição.

A composição do ar em condições hipobáricas permanece constante (O<sub>2</sub>: 20.93 %, CO<sub>2</sub>: 0.03% e N<sub>2</sub>: 79.04%) só que o ar ambiente em altitude é mais rarefeito daí que a quantidade de oxigénio disponível para ser inspirado é menor tendo influencia portanto no gradiente de pressão parcial de oxigénio entre o sangue e os tecidos.

Outro facto a considerar em altitude é a temperatura do ar ambiente, sendo

Pub

## Jornadas Nacionais de Treinadores e Técnicos Jornadas Nacionais de Agentes Desportivos

“Da Formação à Alta Competição”

Centro de Congressos dos HUC - Coimbra 11 de Maio de 2002

Secretariado / Informações / Inscrições

Jornadas Nacionais de Treinadores e Técnicos • Apartado 8080 - 3021-901 Coimbra  
Telf.: 239 432 434 • Fax: 239 841 937 • Telm.: 91 776 01 01 • email: alm@netc.pt

esta inversamente proporcional à altitude. Sabendo que a temperatura diminui cerca de 1° C por cada 150 m de subida, se fizer uma estimativa média das temperaturas perto do pico do Monte Everest estas rodam os -40°C (considerando ao nível do mar uma temperatura de 15°C). A combinação de baixas temperaturas com ventos fortes em altitude coloca o alpinista em sérios riscos de lesões relacionadas com o frio (hipotermia, ...). Outro dado relevante e que se adiciona ao anterior é a taxa de humidade relativa, em altitude esta é muito baixa, portanto o ar em altitude é muito seco o que promove a desidratação através de um aumento da perda de água quer por evaporação do suor quer da respiração. Também a radiação solar é mais intensa em altitude.

Todos estes factores ambientais vão contribuir para induzir respostas fisiológicas em todos os órgãos e sistemas. Este ambiente único associado ao alpinismo em alta altitude afecta a performance e é necessário tal como referenciado por JP um cuidadoso planeamento e treino para ultrapassar as dificuldades.

Vamos apenas referenciar as alterações do organismo consideradas mais importantes (modificações respiratórias, cardiovasculares, metabólicas, hormonais, metabólicas e musculares).

Em altitude ventila-se mais pois o ar é menos denso. O aumento da frequência respiratória (hiperventilação) em altas altitudes é uma resposta adaptativa ao número menor de moléculas de oxigénio disponível. Hiperventila-se para tentar manter o oxigénio disponível no sangue a níveis compatíveis com a vida. Ora com o aumento da frequência respiratória diminui a quantidade de dióxido de carbono no sangue (este sai através do ar expirado) conduzindo a uma alcalose respiratória. Para tentar compensar esta situação os rins excretam mais bicarbonato para reposicionar o pH a níveis normais.

A difusão pulmonar mantém-se em altitude mas o transporte de oxigénio



está ligeiramente alterado porque a saturação da hemoglobina em altitude está reduzida. O gradiente de difusão está diminuído em altitude ora ele é responsável pela saída de O<sub>2</sub> do sangue e sua captação pelos tecidos. Apesar destas adaptações corporais em alta altitude não se consegue compensar completamente a falta de oxigénio (O<sub>2</sub>) no ar ambiente. As condições hipóxicas estimulam a libertação da eritropoietina que por sua vez aumenta a produção de glóbulos vermelhos o que por si só aumenta o teor em hemoglobina do sangue. A hemoglobina é a proteína responsável pelo transporte de 98% de O<sub>2</sub> no sangue. Mas em altitude a saturação das moléculas de hemoglobina é menor (cada molécula de Hb transporta portanto uma quantidade inferior de oxigénio). Daí resulta que os habitantes / alpinistas em alta altitude tenham um hematócrito mais elevado (poliglobulia) como tentativa de ultrapassar a desvantagem fisiológica da baixa da pressão parcial de oxigénio.

O débito cardíaco é o produto da frequência cardíaca pelo volume de ejeção sistólica. Em altitudes extremas o débito cardíaco tende a diminuir mas com a aclimação tende a existir um aumento do gradiente arterio venoso do oxigénio de modo a facilitar a passagem do oxigénio para os tecidos.

O VO<sub>2</sub>max em altitude está reduzido, não há no entanto consenso nos valores desta redução. Alguns autores consideram que a queda do VO<sub>2</sub> max é de 2% por cada 300 m de elevação acima dos 1500m e que esta queda se mantém mesmo após uma aclimação, enquanto outros autores consideram que a queda no VO<sub>2</sub>max é de 11% por cada 1000 m de subida

acima de 1600 m. No pico do Monte Everest o VO<sub>2</sub> max está muito reduzido dependendo dos autores é cerca de 10 a 25% do seu valor ao nível do mar. Esta redução limita e dificulta em extremo a capacidade de exercício. E acredita-se que os alpinistas com valores mais elevados de VO<sub>2</sub>max desempenhem melhor as tarefas em alta altitude. A

aclimação é o processo gradual de adaptação corporal à baixa tensão de oxigénio. Apesar deste processo adaptativo os atletas nunca compensam na totalidade a hipóxia. Mesmo os atletas de endurance mais treinados nunca atingem valores de VO<sub>2</sub> que têm ao nível do mar.

A massa muscular total diminui assim como o peso corporal total. Isto é devido em parte à desidratação e à perda de apetite que leva a catabolismo proteico dos músculos. Os músculos em altitude tendem a perder área de fibras musculares, a aumentar a rede capilar e a diminuir actividades metabólicas enzimáticas nomeadamente da via glicolítica e da fosforilação oxidativa. Obviamente actividades de longa duração que dependam do sistema aeróbico estão seriamente dificultadas no ambiente hipobárico da altitude.

O frio altera também desfavoravelmente a performance e todo o sistema termoregulador sofre adaptações numa tentativa de manter a temperatura corporal. Assim com o frio há um aumento do tonus muscular e da viscosidade sanguínea e uma diminuição da velocidade de contracção levando a um atraso de relaxamento dos músculos antagonistas. A resposta mais importante ao frio é a vasoconstrição periférica com aumento da resposta à insulina que promove o seu efeito ao nível do tecido adiposo (gordura) subcutânea e dos músculos. Com exposição repetida ao frio há um aumento da tirosina e desenvolve-se uma reacção termogénica mediada por adrenalina. Outra resposta orgânica são os calafrios (contrações involuntárias de um grupo muscular contra os seus

antagonistas), em trabalho moderado estes aumentam o consumo de O<sub>2</sub> até 1l/min e podem produzir calor na ordem de 20 KJ/min.

Contudo a capacidade para produzir calafrios diminui/desaparece com a depleção das reservas locais de glicogéneo. Esta actividade muscular involuntária impede um desempenho eficiente. Um alpinista aclimatado tem menos calafrios.

Em condições ambientais de frio uma hidratação cuidadosa e abundante nomeadamente com bebidas ricas em hidratos de carbono dão energia permitindo uma compensação das perdas de água sofridas.

As temperaturas extremas a que os alpinistas estão sujeitos podem originar patologias, as mais frequentes são a exaustão pelo frio e a "frostbite" ou mordedura pelo congelamento.

A exaustão pelo frio ocorre como resposta à diminuição dos hidratos de carbono sanguíneos e da temperatura corporal central. A função cerebral começa a estar atingida quando a temperatura cerebral atinge os 35°C e surgem sintomas de retardamento, descoordenação, fraqueza muscular, cãibras e tropeçadão. Se neste estágio for administrado abrigo e comida a recuperação é rápida, mas se estes sinais de alarme são ignorados deixa de haver arrepios e uma perda do tonus vasoconstrictor que condiciona uma perda acelerada do controle termoregulador corporal. Por outro lado a hiperventilação, as alterações do equilíbrio ácido-base e a perda de iões potássio dos tecidos hipóxicos aumentam o risco de fibrilhação ventricular e

paragem cardíaca. Surgem nesta fase ansiedade, irritabilidade, apatia ou perda de objectivo que levam rapidamente a perda de consciência. A confusão mental pode condicionar a perda da direcção e objectivo chegando o alpinista ao extremo de despir as roupas isto por um mecanismo que dá uma sensação paradoxal de aquecimento.

Uma taxa significativa de mortalidade surge quando a temperatura rectal desce abaixo dos 32°C. No terreno um teste simples é a avaliação da existência de alterações mentais ou de perda de coordenação.

A "frostbite" é uma destruição local dos tecidos superficiais causada pelo congelamento do líquido extracelular e pelas lesões de desidratação nas áreas expostas, ocorre quando a temperatura cutânea desce para -1°C a -2°C. Outros factores que contribuem para este efeito são: o contacto com metal frio, botas muito apertadas, intensa vasoconstricção local quando a temperatura ambiente é muito baixa (-20°C a -40°C), movimento excessivo do ar sobre a área afectada (como acontece com a prática de ski ou exposição a ventos intensos).

O tratamento imediato consiste em reaquecimento da zona afectada com aplicação de água quente, calor corporal e ar expirado, não deve no entanto ser feito se existir possibilidade de "recongelamento", nesse caso a zona afectada deve ser mantida fria para minimizar as necessidades metabólicas dos tecidos lesados e de evitar a oclusão vascular secundária ao edema.

Se a pele está destruída ou lesada

devem ser tomadas medidas para evitar infecções secundárias e devem ser administrados medicamentos que melhorem o fluxo sanguíneo. A gangrena tardia é uma consequência da oclusão vascular e da hipóxia.

Outro facto que pode acontecer sobretudo em regiões com gelo quebradiço é a queda accidental em água quase congelada pode ser fatal num período de tempo curto (cerca de 15 min) pois tanto a condução como a convecção do calor é maior em meio aquático. A melhor tática é adoptar de imediato a posição fetal numa tentativa de conservar o calor (excepto se na margem). Nadar acelera o arrefecimento corporal pois há um aumento do fluxo sanguíneo aos membros e uma maior massa de água gelada sobre a superfície corporal. O aquecimento a seguir ao salvamento deve ser progressivo de modo a evitar um súbito envio de sangue arrefecido da circulação periférica para a circulação central.

Apenas referi neste comentário alguns das adaptações mais importantes a que os alpinistas de alta altitude estão sujeitos, no entanto este é um tema actual e a avaliação dos alpinistas quer em laboratório quer no terreno dos alpinistas têm fornecido dados sobre os mecanismos subjacentes a estas condições fisiológicas extremas e os resultados têm sido aproveitados no planeamento de treino, no acompanhamento médico e nas inovações tecnológicas aplicadas neste desporto. Estes. Em Portugal a investigação fisiológica destes atletas apenas deu os primeiros passos. ■

**SPORT** Playground

O que procura,  
já nós encontramos...

[www.sportplayground.com](http://www.sportplayground.com)