

EFEITOS DE 15 DIAS DE SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA (ACR) NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E NA RESISTÊNCIA MUSCULAR ESTÁTICA DURANTE UMA EXPEDIÇÃO NA CORDILLERA BLANCA (PERU)

Simone Biesek
Simone Côrte
Sérgio Bastos Moreira¹

RESUMO: Para investigar a influência da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) na composição corporal e na resistência muscular estática, durante uma expedição de 15 dias em alta-montanha, oito indivíduos (com idade média de 30,5 ± 5,7 anos) foram avaliados antes e após exposição à altitude, na cidade de Lima-Peru. O experimento foi conduzido dentro de um procedimento "tríplo-cego", no qual os oito indivíduos foram divididos aleatoriamente em dois grupos de quatro que, comparados entre si não apresentavam diferenças significativas ($p > 0,05$) ao início da expedição. O primeiro grupo de estudo recebeu comprimidos com uma mistura de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR), contendo por cápsula: 146 mg de L-leucina, 120mg de L-valina, 110mg de L-isoleucina. O segundo grupo recebeu uma substância inerte com a mesma aparência e sabor da mistura de ACR, constituindo um placebo (PLAC). A ingestão energética entre os grupos não diferiu significativamente ($138,10 \pm 6,53 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ do grupo PLAC, versus $143,54 \pm 17,32 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ do grupo ACR). Quanto à massa corporal, foi verificada redução significativa ($p < 0,05$) apenas no percentual de gordura de ambos os grupos. A massa corporal magra não reduziu-se significativamente. Foi constatada redução significativa ($p < 0,05$) nas dobras cutâneas abdominais de ambos os grupos. Houve também redução significativa nas dobras cutâneas subescapular ($p < 0,01$), supra-iliaca ($p < 0,05$) e peitoral ($p < 0,03$) do grupo ACR. Observou-se uma diminuição na resistência estática da musculatura flexora de membros superiores no grupo ACR, o mesmo ocorrendo na musculatura extensora dos membros inferiores no grupo PLAC. Apesar do grupo que fez uso de aminoácidos de cadeia ramificada ter apresentado algum aumento na massa corporal magra, não observou-se contudo, diferença significativa ($p > 0,05$). Assim, os dados sugerem que a manipulação com este suplemento não apresentou efeito no tempo de sustentação de contrações isométricas na musculatura estudada, não contribuindo desta maneira para redução na fadiga muscular.

Palavras-chave: Aminoácidos de cadeia ramificada. Composição corporal. Resistência muscular estática. Montanhismo.

Introdução

Uma das conseqüências da exposição à altitude é a considerável perda de massa corporal, freqüentemente relatado em estudos com indivíduos submetidos à ambientes hipóxicos (Pugh, 1962; Boyer & Blume, 1984; Rose et al, 1988).

As razões para este fenômeno têm sido atribuídas a: (1) Redução na ingestão de alimentos devido à perda de apetite causada direta ou indiretamente pela hipóxia, por mudanças no cardápio habitual e/ou pela falta de conforto (Rose et al 1988; Armellini, 1997). (2) Discrepância entre a ingestão energética e o gasto energético, devido à taxa metabólica basal aumentada e/ou aumento nos níveis de atividade não acompanhados por uma ingestão alimentar aumentada (Rose et al, 1988; Stock, 1978). (3) Redução na água corporal devido a um aumento na perda de água pelos pulmões em decorrência do ar seco e ao aumento na ventilação, ingestão de líquidos reduzida, diurese aumentada por indução da altitude/frio, aumento na carga de trabalho (Boyer & Blume, 1984; Brouns, 1992; Pugh, 1962). (4) Redução na absorção de nutrientes pelo trato gastrointestinal (Boyer & Blume, 1984).

Perdas de massa corporal durante a exposição à altitude têm sido relacionadas comumente à redução na massa corporal magra, conseqüente ao desgaste do tecido muscular (Ferretti, 1990; Boyer & Blume, 1984; Rose et al, 1988).

Consequentemente, a perda de massa muscular parece estar relacionada com perda de força (Ferretti, 1990).

Durante os primeiros dias na altitude os níveis de catecolaminas ficam aumentados (Young, 1990) e direcionam para uma elevação na glicólise anaeróbia durante exercícios de baixa intensidade e, as vezes, até no repouso. Isso poderia depletar o armazenamento de glicogênio (Brouns, 1992; Wagenmakers, 1992) e contribuir para a fadiga precoce devido à: (a) redução na disponibilidade de glicogênio como combustível e, (b) redução na taxa de síntese dos intermediários do ciclo do ácido tricarbóxico e excessiva ativação do metabolismo dos aminoácidos de cadeia ramificada.

Há suposições que a hipóxia por si própria poderia influenciar o metabolismo dos aminoácidos. Rennie et al, por exemplo, em 1983, observaram alterações no metabolismo da leucina sob efeito de hipóxia hipobárica aguda. Esta situação em condições normobáricas parece ocorrer no paciente com doença pulmonar obstrutiva, que é freqüentemente acompanhada por acentuada perda muscular devido a mudanças similares no metabolismo das proteínas (Morrison et al, 1988).

Schena et al (1992) ao investigarem a influência da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) na composição corporal e força muscular em dezesseis indivíduos durante um "trekking" de 21 dias numa altitude média de 3255m, observaram que os indivíduos suplementados com os ACR pre-

¹ Programa de Pós Graduação em Educação Física da Universidade Gama Filho

veniram a perda muscular durante uma condição de hipóxia crônica.

Blomstrand et al (1995), não observaram aumento na concentração de aminoácidos aromáticos em indivíduos que fizeram uso de aminoácidos de cadeia ramificada e carboidratos, ou apenas carboidratos após terem reduzido o depósito de glicogênio muscular através de exercícios exaustivos em bicicleta ergométrica, sugerindo que, nem os ACR nem os carboidratos influenciariam a taxa de degradação de proteína durante o exercício. Bigard et al (1996), ao avaliarem a influência da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada em vinte e quatro indivíduos, durante sucessivas sessões de esqui (6 a 8 horas em altitudes de 2500 a 4100m), também não observaram mudanças na composição corporal nem melhora no pico de força durante contrações isométricas, com a administração de ACR.

A proposta da presente investigação foi testar a administração de ACR em um grupo de indivíduos durante uma expedição de 15 dias em alta montanha para verificar possíveis efeitos desta ingestão na composição corporal e na resistência muscular estática.

Metodologia

Foram selecionados oito homens, alpinistas de alta-montanha experientes. Todos os indivíduos eram saudáveis, como constatado previamente por exame médico, perfil sanguíneo e avaliação nutricional. Os participantes do estudo foram informados previamente sobre a natureza do experimento e assinaram um termo de consentimento.

Um resumo das características físicas dos sujeitos estudados, no início da expedição, pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Características físicas dos oito indivíduos no início da expedição

Variáveis	Média ± DP
Idade, (anos)	30,5 ± 5,7
Altura, (cm)	182 ± 6,99
Massa Corporal, (kg)	79,8 ± 8,18

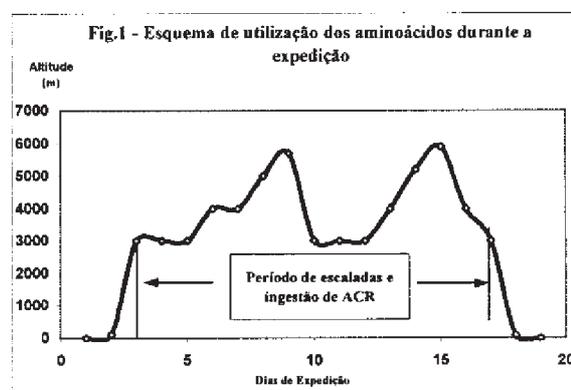
Protocolo do estudo

Os oito indivíduos selecionados eram componentes da Expedição à Cordillera Blanca (Peru) que foi realizada em julho de 1998. As avaliações da composição corporal e da resistência muscular estática foram efetuadas na cidade de Lima (Peru), ao nível do mar, respectivamente antes e após um período de 15 dias, englobando atividades em altitudes de 3100 a 5900m e duas escaladas: aos Montes Vallunaraju (5700m) e Alpamayo (5947m).

O experimento foi conduzido dentro de um procedimento "triplo-cego", no qual os oito indivíduos foram divididos aleatori-

amente em dois grupos de quatro que, comparados entre si através do teste-t, de Student, não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) quanto às variáveis estudadas, ao início da expedição. O primeiro grupo de estudo recebeu comprimidos com uma mistura de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR), contendo por cápsula: 146mg de L-leucina, 110mg de L-isoleucina e 120mg de L-valina, produzidos pelo laboratório *Advanced Nutrition*, Rio de Janeiro.

Os outros quatro indivíduos receberam uma substância inerte com a mesma aparência e sabor da mistura de ACR, constituindo um placebo (PLAC), fabricados pelo mesmo laboratório. A dosagem prescrita para todos os sujeitos foi de 20g/dia. Assim, durante 15 dias, antes das jornadas de trabalho todos os indivíduos ingeriam vinte comprimidos, enquanto outros vinte comprimidos eram ingeridos no retorno das atividades diárias.



A figura 1 mostra a representação esquemática do período de utilização dos suplementos dentro da expedição.

Dieta

Os oito homens foram submetidos a uma dieta padronizada e supervisionada por duas nutricionistas. O referencial de ingestão energética foi de 154,8 kJ/kg (37kcal/kg) por dia, conforme prescrições da "NATIONAL RESEARCH COUNCIL" (1989). A este referencial, foram acrescentados 30% devido a um esperado aumento no gasto energético pelo esforço relacionado à atividade esportiva. Os nutrientes fornecidos foram assim divididos: 65% de carboidratos, 15% de proteínas e 20% de lipídios. As recomendações de líquido foram de 5 l/dia, conforme sugerido por Pugh (1962). A ingestão alimentar foi verificada através de recordatórios dietéticos. As quantidades energéticas ingeridas pelo grupo foram registradas durante seis dias utilizando-se padrões de medidas caseiras. Os recordatórios foram analisados posteriormente por dois "softwares" de nutrição: o programa *Avaliação Nutricional Diet Win*, desenvolvido pela nutricionista Carmen S. Bassôa Reinstein, e o *Sistema de Apoio à decisão em Nutrição - Versão 1.0*, desenvolvido pelo Centro de Informática em Saúde da Escola Paulista de Medicina.

Composição corporal

A massa corporal foi medida, antes e depois da expedição, com os indivíduos vestindo "shorts" sem camisas e descalços, em balança digital da marca Tanita, modelo TBF 515, e leitura de até 0,1kg.

A estatura dos sujeitos foi medida por meio de um telêmetro a LASER Seiko, modelo HC800M, com leitura de até 0,01m. Para esta mensuração, os indivíduos descalços, posicionavam-se sobre uma superfície plana horizontal e, encostados em parede vertical lisa, mantinham-se em posição ereta, quando, então, era colocado um anteparo de madeira, paralelo ao solo, no nível do vértex dos indivíduos. A partir da distância deste plano horizontal ao solo, lia-se a altura no medidor a laser.

Para a estimativa da composição corporal, seis dobras cutâneas foram medidas (tricipital, subescapular, supra-iliaca, peitoral, abdominal e da coxa) por meio de um adipômetro da marca Cescorf, com resolução de leitura de 0,1mm.

Foram também mensurados os perímetros da coxa e do braço, por meio de uma fita métrica da marca Mabis, com resolução de leitura de 0,1mm. Os sítios avaliados foram localizados e demarcados com caneta para pele da marca Securline. Visando respeitar as características etnológicas da amostra, o protocolo seguido para a coleta das dobras e cálculo de percentual de gordura foi o de Jackson e Pollock para homens brancos (1985).

As medições sobre a composição corporal eram obtidas por um mesmo investigador, que realizava três medidas não-consecutivas, adotando-se a média das medidas para as análises estatísticas. Os valores mensurados eram ditados em voz alta para um auxiliar que registrava-os na ficha apropriada.

Avaliação da resistência muscular estática

A resistência muscular estática na musculatura extensora dos membros inferiores, e flexora dos membros superiores foi, também, avaliada no início e no regresso da expedição. A eleição desses grupos musculares deveu-se à fundamental importância dos mesmos na atividade de alpinismo.

A técnica utilizada foi a medida do tempo máximo de sustentação de contrações isométricas estáticas, de acordo com o seguinte protocolo:

a) Musculatura Flexora dos Membros Superiores - o indivíduo com as mãos em pronação, sustentava-se numa barra com os braços completamente estendidos e flexionava-os até que articulação dos cotovelos formasse um ângulo de 90° entre os braços e antebraços. Quando o indivíduo atingia esta posição cronometrava-se o tempo, em segundos e centésimos de segundos, até que a mesma não pudesse mais ser mantida.

b) Musculatura Extensora dos Membros Inferiores - o sujeito sustentava-se em uma posição de meio agachamento, com o tronco em posição ereta, os calcanhares fora do solo e as articulações do joelho formando ângulos de 90° entre as coxas e as pernas.

Cronometrava-se, em segundos e centésimos de segundos, o tempo em que o indivíduo mantinha-se nesta posição.

Para neutralizar o efeito de uma possível perda da massa corporal no resultado das medidas após os 15 dias em altamontanha, os indivíduos utilizaram, nos testes finais, lastros equivalentes à massa corporal porventura perdida. Assim, considerou-se a resistência muscular estática sempre em relação à massa corporal que o indivíduo possuía no início do estudo.

Tratamento estatístico

Inicialmente foram calculadas as estatísticas descritivas das distribuições coletadas, de forma a verificar suas características "Gaussianas" e conseqüente compatibilidade com testes paramétricos.

Nas comparações entre as respectivas variáveis antropométricas, assim como entre os valores de resistência muscular estática antes e depois da expedição nos Grupos PLAC e ACR, foi utilizado o teste-t, de Student, para amostras emparelhadas.

Resultados

Todos os oito indivíduos completaram os 15 dias de experimento. Dois indivíduos, um do grupo PLAC e outro do grupo dos ACR apresentaram episódios mais sérios do "Mal Agudo das Montanhas" na chegada ao acampamento base, à 4200m, porém todo o grupo apresentou pelo menos algum sintoma do "Mal Agudo das Montanhas", nos primeiros dois dias. Os quadros mais observados foram, os de diarreia, vômitos e inapetência. Entretanto, na chegada à 3000m, nenhum participante do estudo relatou redução no apetite ou outros sintomas esperados nesta altitude.

De todas as variáveis consideradas constataram-se diferenças significativas ($p < 0,05$), no percentual de gordura e na massa corporal de gordura respectivamente e nas dobras cutâneas abdominais de ambos os grupos. Houve ainda redução significativa nas dobras subescapular ($p < 0,01$), supra-iliaca ($p < 0,05$) e peitoral ($p < 0,03$) do grupo (ACR).

A ingestão energética média não diferiu significativamente entre os grupos $139,32 \pm 6,55 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ ($33,18 \pm 1,56 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) do grupo PLAC, versus $143,59 \pm 17,36 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ ($34,31 \pm 4,15 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) do grupo ACR, distribuindo-se nas proporções de: $60,2\% \pm 1,5$ de carboidratos, $13,7\% \pm 0,9$ de proteínas e $26\% \pm 1,7$ lipídios.

Nenhum dos valores médios das demais variáveis apresentou alteração significativa em qualquer dos grupos depois da expedição à Cordillera Blanca.

As comparações entre as medidas antropométricas respectivas, dentro de cada grupo, antes e depois da expedição, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Medidas antropométricas antes (A) e depois (D) da expedição.

		Grupo Placebo		Grupo ACR	
		Média	DP	Média	DP
<i>Massa Corporal Total (kg)</i>	A	81,07	10,86	78,6	5,71
	D	79,85	10,84	77,25	5,97
<i>Massa Corporal Magra (kg)</i>	A	68,21	7,25	65,08	2,85
	D	68,74	7,68	66,16	3,90
<i>Massa de Gordura (kg)</i>	A	12,78	6,81	13,51	2,98
	D	11,11 *	5,85	11,08*	2,52
<i>Dobra do Triceps (mm)</i>	A	14,8	6,41	14,02	3,97
	D	13,52	5,42	13,00	4,27
<i>Dobra Subescapular (mm)</i>	A	16,37	6,12	16,3	2,25
	D	14,53	5,01	14,78**	2,36
<i>Dobra Supraílica(mm)</i>	A	12,12	7,15	13,62	4,49
	D	10,49	5,83	10,12*	3,49
<i>Dobra Peitoral(mm)</i>	A	12,32	5,87	12,3	2,34
	D	10,52	4,70	10,4*	1,49
<i>Dobra Abdominal (mm)</i>	A	20,61	10,26	24,10	4,39
	D	17,15 *	8,34	19,32**	3,70
<i>Dobra da Coxa (mm)</i>	A	17,7	6,54	16,85	5,4
	D	16	6,01	13,62	4,36
<i>Perímetro do Braço (cm)</i>	A	29,87	3,61	29,25	1,5
	D	29,45	3,54	28,87	1,75
<i>Perímetro da Coxa (cm)</i>	A	54,25	5,07	55,12	3,96
	D	52,62	3,9	53	2,94
<i>Gordura corporal (%)</i>	A	15,37	7,23	17,06	2,63
	D	13,59 *	6,38	14,24 *	2,36

* p < 0,05; ** p < 0,01

Quanto ao volume de líquidos ingerido, não foi observada diferença significativa entre os grupos (2060±392,5 ml no grupo PLAC versus 1851±344,12 ml no grupo ACR), porém a ingestão hídrica foi bem abaixo dos 5l/dia recomendado no início do estudo.

Os resultados dos testes de resistência muscular estática estão representados na Tabela 3, onde pode-se constatar que houve uma diminuição na resistência estática da musculatura flexora dos membros superiores no grupo ACR, o mesmo ocorrendo na musculatura extensora dos membros inferiores do grupo PLAC.

Tabela 3. Tempos de sustentação de contrações isométricas, em segundos, nos dois grupos estudados, antes (A) e depois (D) da expedição.

MUSCULATURA FLEXORA DOS MEMBROS SUPERIORES				
	Grupo PLAC (n=4)		Grupo ACR (n=4)	
	Médias	DP	Médias	DP
A	47,49	13,01	48,17	17,74
	37,90	12,70	40,42*	15,32
MUSCULATURA EXTENSORA DOS MEMBROS INFERIORES				
	Grupo PLAC (n=4)		Grupo ACR (n=4)	
	Médias	DP	Médias	DP
A	123	26,69	206	70,29
	86,59**	22,86	178	55,27

* p < 0,05

** p < 0,01

Discussão

A literatura costuma relatar uma diminuição da massa corporal em expedições de alta-montanha (Pugh, 1962; Butterfield et al, 1992; Westerterp et al, 1992; Zamboni et al, 1996). Essa perda de massa corporal presente na maioria dos estudos, é muito variável, sendo relatadas reduções de 3,5 kg em 12 dias de exposição à altitude (Krzywicki et al, 1969), até 7,4kg em 40 dias em câmara hipobárica, conforme estudo de Rose et al (1988). Na presente investigação, as médias de perda de massa corporal dos grupos, após a Expedição à Cordillera Blanca foram de 1,5% no Grupo PLAC e 1,7% no Grupo ACR.

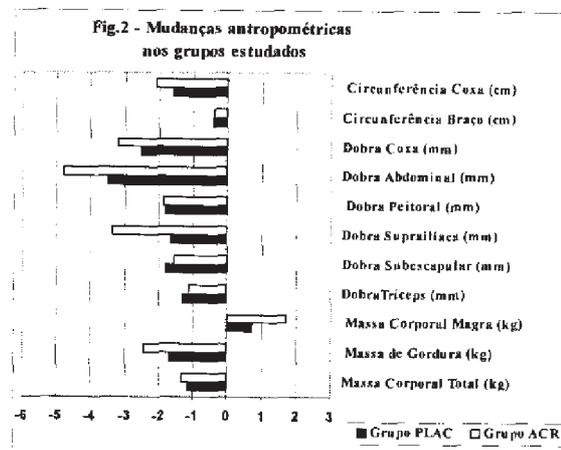
As frações da redução na massa corporal têm sido atribuídas à redução na água corporal (Pugh, 1962; Krzywicki, 1969; Pulfrey & Jones, 1996), à redução na massa de gordura e à redução na massa magra (Boyer & Blume, 1984; Rose et al, 1988). Entretanto, no estudo de Boyer & Blume (1984), a redução de massa corporal magra, conseqüente do catabolismo protéico muscular, parece ter ocorrido apenas em elevações acima de 5400m.

Nos resultados aqui encontrados foram constatadas, entre outras, reduções no percentual e na massa corporal de gordura, não tendo sido contudo observada, em nenhum dos grupos, diminuição significativa na massa magra como é freqüentemente visto na literatura (Rose et al, 1988; Pulfrey & Jones, 1996). Na figura 2, pode-se observar as variações antropométricas nos dois grupos avaliados. Apesar de não ter sido verificada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os dois grupos, pudemos observar algum aumento na massa corporal magra do grupo que fez uso de ACR quando comparado com o grupo PLAC. Algumas das explicações para estes achados poderiam estar relacionados com as características da expedição. O grupo avaliado realizava diariamente atividades físicas, fazendo com que houvesse manutenção da massa corporal magra. Expedições freqüentemente relatam redução no nível de atividade física, muitas vezes relacionados com as condições climáticas adversas, fazendo com que os indivíduos permaneçam por longo tempo nos acampamentos, como sugerido no estudo de Pulfrey & Jones (1996), o que não ocorreu no presente estudo. Outro fato atípico da expedição foi a presença de duas nutricionistas na equipe. As nutricionistas além de realizarem as avaliações dos indivíduos, diariamente observavam e estimulavam os participantes a consumir o cardápio proposto. Isso pode ter sido um fator contribuinte para a pouca redução de massa corporal observada na equipe e para ingestão protéica relativamente dentro das recomendações propostas. No início do estudo, acreditávamos que o desgaste dos 15 dias de expedição levaria à uma redução na massa corporal magra e numa conseqüente perda na força e na resistência muscular estática. Entretanto, os resultados não confirmaram esta suposição e concordam com os trabalhos de Ferreti (1990), e Kayser et al (1993).

Mudanças na composição corporal estimadas, através de dobras cutâneas e perímetros devem ser interpretadas com cuidado. Idealmente, medidas de mudanças na composição corporal em ambientes de alta altitude deveriam utilizar metodologias que não fossem afetadas por alterações no balanço de líquidos

como, edema periférico, diurese e desidratação. Consolazio et al (1972) constataram que indivíduos apresentavam retenção de água durante os três primeiros dias de reabilitação após o retorno ao nível do mar.

A figura 2 mostra uma representação comparativa das variações antropométricas observadas nos dois grupos.



Técnicas como água corporal total, tomografia computadorizada, ressonância nuclear magnética ou densitometria (Brodie, 1988; Lukaski, 1987; McArdle et al, 1992) certamente seriam mais precisas, entretanto, devido ao seus elevados custos e por serem métodos de difícil disponibilidade nos locais trabalhados, foram descartados.

Como medida compensatória, a composição corporal foi avaliada sempre ao nível do mar e, ao final, após um dia de retorno da expedição. Não foi possível saber se este período foi plenamente suficiente para o restabelecimento do volume corporal, entretanto se fosse dado mais tempo, poder-se-ia substituir as alterações da massa magra e a redução na gordura corporal conseqüentes ao desgaste provocado pela expedição, em virtude de um provável aumento na ingestão alimentar acompanhado de uma sensível diminuição das atividades físicas diárias.

Quanto à ingestão de nutrientes, observaram-se, no decorrer dos dias, grandes variações individuais. Contudo, a redução na ingestão de nutrientes parece melhorar com a adaptação à alta-montanha. Já a ingestão média de nutrientes não variou significativamente entre os grupos.

Provavelmente, a principal limitação do presente estudo foi utilizar apenas o recordatório dietético para avaliar consumo alimentar. A utilização de produtos alimentares previamente pesados e individualizados poderia tornar as medidas de ingestão alimentar mais fidedignas. Porém, a presente expedição foi realizada em uma região onde era possível fazer o transporte de alimentos para os acampamentos-base, sendo que a equipe contou com apoio de um cozinheiro, assim, não haveria razão para os integrantes da expedição fazerem uso de produtos liofilizados. Outras razões para a inviabilidade do uso desses produtos foi o custo, as poucas opções no mercado brasileiro e a falta de palatabilidade normalmente relatada por estes atletas.

No que concerne à distribuição dos nutrientes ingeridos, observou-se uma porcentagem de proteínas totais abaixo das recomendações, com 14% no grupo PLAC e 13% no grupo ACR, assim como uma porcentagem de gorduras acima do esperado, em torno de 27% no grupo PLAC e 25% no grupo ACR. Entretanto, essas variações parecem estar muito mais relacionadas com a disponibilidade de alimentos na viagem do que com as preferências individuais.

A ingestão de líquidos da equipe foi avaliada apenas através do recordatório dietético de seis dias e apesar de não ter sido observada diferença na ingestão hídrica entre os grupos, verificou-se que o consumo foi bem abaixo dos 5 l/dia, prescritos no início do estudo. Porém, Fusch et al (1996), relataram que a perda de peso na altitude é devido inicialmente à desidratação, mas este quadro parece ser revertido em menos de três semanas. Também relatam que indivíduos apresentam uma elevada ingestão hídrica após algum tempo de exposição.

Durante a permanência nos campos-base, o grupo aqui estudado recebia um cardápio que consistia basicamente de pães, massas, biscoitos, barras energéticas, frutas secas, mel, chocolate, frutas e vegetais e, em menor proporção, produtos de origem protéica como carnes, ovos e leite. Isso ocorreu pela própria dificuldade em conservar e transportar este tipo de alimento. Zamboni et al (1996), observaram que os montanhistas de sua pesquisa apresentavam uma tendência à redução na ingestão protéica, sendo que as proteínas vegetais eram as mais consumidas, não causando maiores prejuízos ao grupo estudado.

Alguns autores relatam que indivíduos durante exposição rápida à alta-montanha podem apresentar um balanço nitrogenado negativo (Butterfield et al, 1992; Guiland & Klepping, 1985). Entretanto, Consolazio et al (1972) observaram um balanço energético positivo e uma retenção de proteína de 430 e 448g/homem durante seis dias na altitude. Os dados indicam que o catabolismo protéico observado em estudos prévios, concomitante com 30 a 50% de redução no consumo de proteínas, pode ser atribuído mais provavelmente à inapetência do que aos efeitos diretos da hipóxia. Butterfield et al (1992), constataram que o balanço nitrogenado negativo parece ocorrer quando a ingestão energética apresenta-se reduzida e, que este quadro é rapidamente revertido com o aumento no consumo energético.

A condição de hipóxia tem sido relacionada com redução na síntese protéica em animais e nos homens (Rennie et al, 1983). A hipóxia parece inibir a síntese protéica indiretamente por inibição do esvaziamento gástrico direcionando para quadros de náuseas, inapetência e má absorção. Morrison et al (1988), observou que pacientes com enfisema pulmonar apresentam uma redução significativa em vários aminoácidos entre eles os de cadeia ramificada (leucina, valina), sugerindo um estado de balanço protéico negativo nestes indivíduos.

Os possíveis mecanismos para esta redução na síntese protéica são os mesmos encontrados em alpinistas, incluindo a hipóxia, o déficit energético devido ao aumento do custo metabólico da respiração, à redução na ingestão alimentar e na absorção e utilização de nutrientes, aliados ao incremento de atividades físicas.

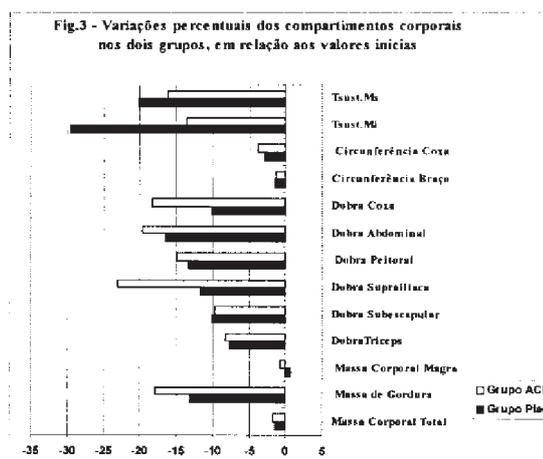
Má absorção de gordura e carboidratos, devido à hipóxia, têm sido sugerida como outra provável causa da redução na massa corporal (Pugh, 1962; Boyer & Blume, 1984). Porém, Rai et al (1975) não observaram nenhum distúrbio na digestibilidade e utilização de gorduras à 4700m. Boyer & Blume (1984), relataram redução de 48,5% na absorção de gorduras e de 24,3% na excreção de xilose à 6300m. Provavelmente, as diferenças nos resultados dessas investigações se devam às diferenças nas altitudes dos estudos.

Investigações passadas e mais recentes têm demonstrado que a má absorção de nutrientes parece ter um papel limitado, e estar relacionada com o déficit energético presente em altitudes extremas (Rai et al, 1975; Guiland & Klepping, 1985). O foco do presente estudo não foi avaliar este aspecto. Porém, não observamos quadros persistentes de diarreia que poderiam se dar por excesso no consumo de gorduras ou açúcares. Entretanto, verificamos um consumo de gorduras maior do que o previsto. Provavelmente, isso se deu pelo uso de produtos como sementes (castanhas, avelãs e chocolates) com alto conteúdo de gordura.

Pviamente à expedição todos os participantes do estudo foram orientados a não fazerem consumo elevado de gorduras devido ao maior custo metabólico que isso acarretaria. Não houve, todavia nenhum propósito de interferir no comportamento alimentar espontâneo e individual, influenciado pelas situações vivenciadas na expedição. Ao contrário, a intenção era permitir a atuação plena de todas as variáveis influenciadoras presentes no campo real para observar seus efeitos.

Com vistas a uma melhor apreciação dos resultados encontrados, os dados brutos obtidos foram transformados em percentuais de variação, em relação aos valores individuais observados ao início do estudo.

Assim, foi possível a obtenção de uma análise comparativa mais adequada nos grupos estudados. A figura 3 mostra, num gráfico comparativo, as alterações antropométricas observadas nos dois grupos pesquisados, após o período de expedição.



Verificou-se que, quando consideradas em relação aos valores existentes antes da expedição, também não foram observadas diferenças significativas nas variações percentuais.

Conclui-se do presente estudo, que o uso de aminoácidos de cadeia ramificada não foi suficiente para aumentar de maneira significativa ($\alpha = 0,05$) a massa corporal magra dos indivíduos, quando comparado com o grupo PLAC. Apesar do grupo ACR ter ingerido o dobro das recomendações da RDA para aminoácidos, o período curto do estudo pode ter sido um dos fatores influenciadores dos resultados. Da mesma forma, a suplementação de aminoácidos ramificados não parece ter sido capaz de melhorar a resistência muscular estática. Ao contrário, o tempo de sustentação de contrações isométricas pela musculatura flexora dos membros superiores do Grupo ACR reduziu-se significativamente o que não ocorreu com o grupo PLAC.

Uma possível explicação para esse fato poderia ser uma maior utilização dos membros superiores nas atividades diárias deste último grupo em comparação com o outro. Este aspecto não pôde ser apurado no presente trabalho. O mesmo motivo poderia explicar a redução no tempo de sustentação da musculatura dos membros inferiores do Grupo PLAC. Recomenda-se que o assunto seja objeto de pesquisas futuras, visando esclarecer o problema.

Os dados sugerem que a manipulação com aminoácidos de cadeia ramificada não apresentou efeito no tempo de sustentação de contrações isométricas na musculatura estudada, não contribuindo, portanto, para os mecanismos de redução de fadiga muscular.

Referências bibliográficas

- ARMELLINI, F., ZAMBONI, N., ROBBI, R. et al. The effects of high altitude trekking on body composition and resting metabolic rate. *Hormone Metabolism & Research*, v. 29, p. 458-461, 1997.
- BIGARD, A.X., LAVIER, P., ULLMANN, L. et al. Branched-chain amino acid supplementation during repeated prolonged skiing exercises at altitude. *International Journal of Sport Nutrition*, v. 6, n. 3, p.295-306, 1996.
- BOYER, S.J. & BLUME, F.D. Weight loss and changes in body composition at high altitude. *Journal of Applied Physiology*, v. 57, n.5, p. 1580-1585, 1984.
- BUTTERFIELD, G.E., GATES, J., FLEMING, S. et al. Increased energy intake minimizes weight loss in men at high altitude. *Journal of Applied Physiology*, v. 72, n. 5, p.1741-1748, 1992.
- BROUNS, F. Nutritional aspects of health and performance at lowland and altitude. *International Journal of Sports Medicine*, v. 13, Supplement 1, p. S100-S106, 1992.
- BRODIE, D.A. Techniques of measurement of body composition, part I & part II. *Sports Medicine*, v. 5, p. 74-98, 1988.
- BLOMSTRAND, E., ANDERSSON, S., HASSMÉN, P. et al. Effect of branched-chain amino acid and carbohydrate supplementation on the exercise-induced change in plasma and muscle concentration of amino acids in human subjects. *Acta Physiologica Scandinavica*, v.153, p. 87-96, 1995.
- CONSOLAZIO, C.F., JOHNSON, H.L., KRZYWICKI, H.J. et al. Metabolic aspects of acute altitude exposure (4300 m) in adequately nourished humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 25, p. 23-29, 1972.
- FERRETTI, G. HAUSER, H., di PRAMPERO, P.E. et al. Maximal muscular power before and after exposure to chronic hypoxia. *International Journal of Sports Medicine*, v. 11, supplement 1, p. S31-S34, 1990.
- FUSCH, C., GFRÖRER, W., KOCH, C. et al. Water turnover and body composition during long-term exposure to high altitude (4900-7600 m). *Journal of Applied Physiology*, v. 80, n. 4, p. 1118-1125, 1996.
- GUILLAND, J.C. & KLEPPING, J. Nutritional alterations at high altitude in man. *European Journal of Applied Physiology*, v. 54, n. 5, p.517-523, 1985.
- JACKSON, A. S & POLLOCK, M.L. Practical assessment of body composition. *The Physician and Sports Medicine*, v.13, p. 76-90, 1985.
- KAYSER, B., NARICI, S., MILESI, B. et al. Body composition and maximum alatic anaerobic performance during a one month stay at high altitude. *International Journal of Sports Medicine*, v.14, n. 5, p. 244-247, 1993.
- KRZYWICKI, H.J., CONSOLAZIO, C.F., MATOUSH, L.O. et al. Body composition changes during exposure to altitude. *Federation Proceedings*, v. 28, n. 3, May-June, 1969.
- LUKASKI, H.C. Methods for the assessment of human body composition:traditional and new. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 46, p. 537-56, 1987.
- MCARDLE, W., KATCH, F.I. & KATCH, V.L. Avaliação da Composição Corporal. In: *Fisiologia do Exercício-Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. Terceira Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. p. 387-409, 1992.
- MORRISON, W.L., GIBSON, J.N.A., SCRIMGEOUR, C. et al. Muscle wasting in emphysema. *Clinical Science*, v. 75, p. 415-420, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on the 10th ed of the RDAs, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences. *Recommended Dietary Allowances*. 10 ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
- PUGH, L.G.C.E. Physiological and medical aspects of himalayan scientific and mountaineering expedition. 1960-61. *British Medical Journal*, v. 8, 1962.
- PULFREY, S.M. & JONES, P.J.H. Energy expenditure and requirement while climbing above 6000 m. *Journal of Applied Physiology*, v. 81, n. 3, p.1306-1311, 1996.
- RAI, R.M., MALHOTRA, M.S., DIMRI, G.P. et al. Utilization of different quantities of fat at high altitude. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 28, p. 242-245, 1975.
- RENNIE, M.J., BABJI, P., SUTTON, J.R. et al. Effects of acute hypoxia on forearm leucine metabolism. *Progress in Clinical and Biological Research*, v. 136, p. 317-323, 1983.
- ROSE, M., HOUSTON, C., FULCO, C. et al. Operation Everest II: nutrition and body composition. *Journal of Applied Physiology*, v. 65, n. 6, p. 2545-2551, 1988.
- SCHENA, F., GUERRINI, F., TREGNAGHI, P. et al. Branched-chain amino acid supplementation during trekking at high altitude: The effects on loss of body mass, body composition, and muscle power. *European Journal of Applied Physiology*, v. 65, n. 5, p.394-398, 1992.

- STOCK, M. J., NORGAN, G., FERRO-LUZZI, A. et al. Effects of altitude on dietary induced thermogenesis at rest during light exercise in man. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, v. 45, n. 3, p. 345-349, 1978.
- WAGENMAKERS, A.J.M. Amino acid metabolism, muscular fatigue and muscle wasting. speculations on adaptations at high altitude. *International Journal of Sports Medicine*, v. 13, supplement 1, p. S110-S113, 1992.
- WESTERTERP, K.R., KAYSER, B., BROUNS, F. et al. Energy expenditure climbing Mt Everest. *Journal of Applied Physiology*, v. 73, n. 5, p. 1815-1819, 1992.
- YOUNG, A. Energy substrate utilization during exercise in extreme environments. *Exercise, Sport and Science Research*, v.18, p. 65-118, 1990.
- ZAMBONI, M., ARMELLINI, F., TURCATO, E. et al. Effect of altitude on body composition during mountaineering expeditions: interrelationships with changes in dietary habits. *Annals of Nutrition & Metabolism*, v. 40, p. 315-324, 1996.

ABSTRACT: *In order to investigate the influence of branched chain amino acid supplementation in body composition and in static muscular endurance, eight individuals (average age 30.5 ± 5.7) going on a 15-day expedition in high mountain were assessed in the city of Lima, Peru, before and after the altitude exposure. The experiment was conducted within the triple-blind method, in which the eight individuals were randomly divided into two groups of four that did not present any significant difference ($p > 0,05$) in the beginning of the expedition. The first group of study received tablets with a combination of branched chain amino acids (BCAA), containing 146mg L-leucine, 120mg L-valine. The second group received inactive tablets with the same aspect and flavor of the BCAA combination, a placebo (PLAC). The caloric intake between the two groups did not differ significantly ($138.10 \pm 6.53 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ in the PLAC group, versus $143.54 \pm 17.32 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ in the BCA group). Regarding body mass, there was a significant ($p < 0,05$) reduction in fat percentage in both groups. There was no significant lean body mass reduction. There was also a significant ($p < 0,05$) reduction in subscapular ($p < 0,01$), suprailiac ($p < 0,05$) and pectoral ($p < 0,03$) skinfolds in the BCA group. There was a decrease in the static muscular endurance of the upper limbs flexor musculature in the BCA group, and the same happened with the lower limbs extensor musculature in the PLAC group. Although the group using branched chain amino acids presented a small increase in lean body mass, no significant difference ($p > 0,05$) was observed. Thus, the data suggests that the manipulation with this supplement did not have an effect on the isometric contraction sustentation times of the studied musculatures, not contributing to muscle fatigue reduction.*

KEY WORDS: *Branched Chain Amino Acids. Body Composition. Static Muscular Endurance. Mountaineering.*

Simone Biesek
R. Marques de Abrantes, 88/1604
Rio de Janeiro-RJ CEP 22230-061
Fone: (021) 552-3337
E-mail: sbiesek@gbl.com.br