

Artigo de Revisão

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DO SALTO DE PÁRA-QUEDAS: UMA REVISÃO

PHYSIOLOGICAL ALTERATIONS ASSOCIATED WITH PARACHUTE JUMPING: A REVIEW

Josiane Moraes Martin¹, Clayton Antunes Martin², Giuliano Gomes de Assis Pimentel¹, Edna Regina Netto de Oliveira³, Amauri Bassoli de Oliveira^{1*}

¹Departamento de Educação Física, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, PR, Brasil.

²Departamento de Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Rua XV de Novembro, 2191, CEP 85902-040, Toledo-PR.

³Departamento de Farmácia e Farmacologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, PR, Brasil.

*Correspondência para/Correspondence to: A. B de Oliveira. E-mail: aaboliveira@uem.br

Recebido: 31/03/2009

Aceite: 20/04/2009

Resumo

Os esportes radicais são caracterizados por um forte componente de risco e aventura, sendo responsáveis por desencadear elevados níveis de estresse psicológico e fisiológico. O estresse é uma reação do organismo que ocorre em função de alterações psicológicas e fisiológicas desencadeadas no indivíduo, quando esse se depara com situações que o amedrontam, excitam, confundem ou até mesmo promovem sensações de prazer. Assim, este artigo visa contribuir com a compreensão das alterações fisiológicas, ocorridas no organismo de praticantes de pára-quedismo, em decorrência do salto. Para elaboração do manuscrito foram consultadas as bases de dados Web of Science, Medline e Scielo com as palavras-chaves: parachute jumping, skydiving, psychological stress, epinefrine, norepinephrine and lactate. Com base nos estudos investigados, foi constatado que devido ao estresse psicológico ocasionado pelo salto de pára-quedas, há um aumento nos níveis plasmáticos de adrenalina, noradrenalina, lactato, cortisol, sódio e potássio, que a longo prazo podem trazer consequências a saúde.

Palavras-chave: lactato, estresse, adrenalina, salto de pára-quedas.

Abstract

Radical sports are characterized by a strong component of risk and adventure, promoting high levels of psychological and physiologic stress. Stress is a reaction of the organism that it happens due to the psychological and physiologic alterations, when the individual faces situations of fear, excitement, confuses, or even situations that promote pleasure sensations. Thus, the purpose of this article is contribute with the understanding of the physiologic alterations, that it happen in the organism of parachutists practicing, due to the jump. Databases Web of Science, Medline and Scielo were consulted for elaboration of this review, by search with the keywords parachute jumping, skydiving, psychological stress, epinephrine, norepinephrine and lactate. Based on the investigated studies, was evidenced that psychological stress caused by parachute jumping there is a increase in the plasmatic levels of the epinephrine, norepinephrine, lactate, cortisol, sodium and potassium that the long-time can have consequences for the health.

Keywords: lactic acid, stress, adrenaline, parachute jumping

Introdução

As atividades físicas de aventura na natureza incluem diferentes tipos de práticas corporais que utilizam forças da natureza (vento, térmica, ondas) e de aparatos tecnológicos para superar desafios (com risco controlado) em ambientes naturais³⁰. O fato de colocarem o praticante próximo ao limiar do perigo torna essas práticas estressores agudos. Dentre as diferentes modalidades de aventura, o pára-quedismo têm se destacado por promover

elevado estresse fisiológico e psicológico, sendo utilizado para estudar os efeitos do estresse sobre o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal²⁴.

O estresse resulta de uma relação do indivíduo com o meio. Trata-se de uma interação entre as agressões do ambiente e a resposta da pessoa. Entretanto, quando essa resposta do organismo é persistentemente negativa, pode haver a ocorrência de distúrbios patológicos transitórios ou permanentes, desencadeando o surgimento de doenças graves em pessoas geneticamente predispostas²⁹.

Porém, a forma como o indivíduo reage diante de uma situação estressora está muito relacionada com o tipo de personalidade. Estudos têm demonstrado que praticantes de pára-quedismo são pessoas que enfrentam situações estressoras com menos ansiedade³.

Nos últimos anos, as alterações metabólicas ocasionadas pelo exercício físico têm sido alvo de diversos estudos na área da fisiologia. Diversas alterações fisiológicas são mencionadas, diante do estresse físico, dentre elas a produção de lactato sanguíneo (Lac) e o aumento dos níveis plasmáticos de adrenalina, cortisol e potássio³⁴.

Contudo, nos estudos brasileiros, há lacunas no conhecimento do estado da arte sobre os efeitos fisiológicos decorrentes do estresse psicológico no pára-quedismo, e que desencadeiam um maior consumo de glicogênio muscular e aumentam a produção de Lac, adrenalina, noradrenalina, ácidos graxos livres, cortisol entre outras substâncias.

Assim, este estudo visa contribuir com a compreensão das alterações fisiológicas, ocorridas no organismo de praticantes de pára-quedismo, em decorrência do salto. Com esta finalidade, foram realizadas pesquisas nas bases de dados Web of Science, Medline e Scielo, no período de 1920-2007,

com as seguintes palavras-chave: parachute jumping, skydiving, psychological stress, epinephrine, norepinephrine and lactate.

O Estresse

O estresse foi reconhecido pela Organização Mundial das Nações Unidas (ONU) como a maior epidemia do século 21. Estima-se que aproximadamente 25% de toda população mundial irá experimentar, pelo menos uma vez, os sintomas do estresse⁵.

Segundo Lipp e Rocha¹⁶ o estresse é uma reação desencadeada por qualquer evento que confunda, amedronte ou emocione de forma marcante. Sejam estes eventos reais ou imaginários, que exijam resposta adaptativa ou produzam tensão. Estas respostas podem ser fisiológicas, emocionais ou comportamentais, e são desencadeadas por uma avaliação subjetiva do perigo ou por um estado de desequilíbrio no organismo que é incapaz de responder às demandas do meio ambiente.

O conceito de estresse se dá através dos conceitos de *eustress* e *distress*. O *eustress* ocorre em situações excitantes do cotidiano, geralmente situações inesperadas, que são percebidas como um desafio, que o indivíduo é capaz de resolver. Esse tipo de estresse incorre em um menor risco de adoecer. O *distress* ocorre quando situações boas ou más se repetem com frequência, ou seja, quando as situações de estresse são constantes e o indivíduo é incapaz de superá-la, levando a uma ruptura do bem estar individual (Figura 1)²⁹.

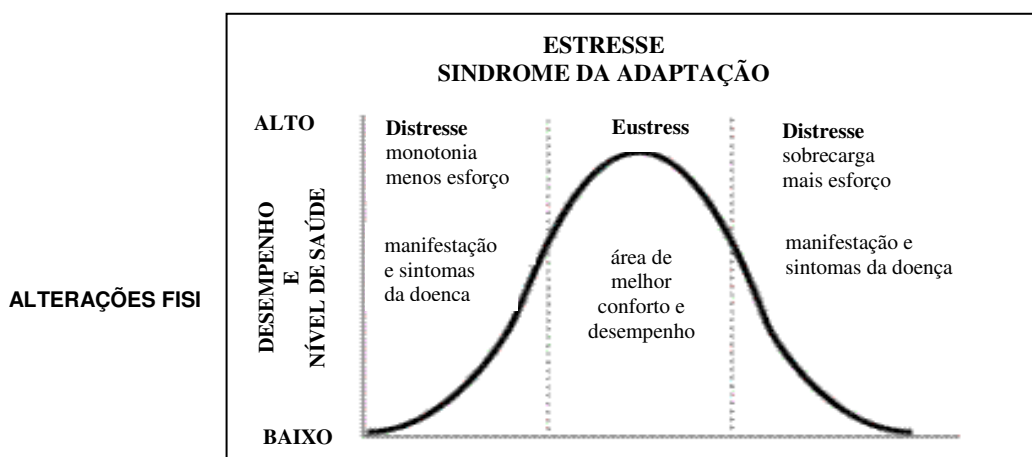


Figura 1: Desempenho e nível de saúde em diferentes níveis do estresse (adaptado de Schitini)²⁷.

As situações causadoras de estresse estão divididas em duas categorias: estresse originário de manifestações físicas (calor, frio, sol) e o estresse originário de situações emocionais (mudanças, nascimento do primeiro filho, etc). Em ambos os casos, são desencadeados sinais eletroquímicos no Sistema Nervoso Central (SNC), que levam à ativação fisiológica, cuja finalidade é preparar o organismo para reagir¹⁷.

O estresse seja de natureza física, psicológica ou social, é um mecanismo de defesa do ser humano, que age como uma forma de garantir a sobrevivência, sendo ocasionado por situações que alteram a homeostasia metabólica. Quando o organismo está em equilíbrio homeostático, indicadores fisiológicos tais como, temperatura, níveis de glicose, entre outros, encontram-se o mais próximo possível do ideal¹⁵.

Diante de um estressor real ou imaginário, qualquer coisa no ambiente que altere a homeostasia desencadeia uma série de adaptações fisiológicas, que culminam no restabelecimento da homeostasia. Estas respostas envolvem principalmente a secreção dos hormônios adrenalina, noradrenalina e cortisol pelas glândulas adrenais²⁹.

Assim, no momento que o indivíduo percebe uma situação que demande um estado de alerta, o eixo neural é imediatamente ativado, implicando na ativação do sistema nervoso central, modulando principalmente a atividade nervosa autonômica, desencadeando respostas tais como, aumento da frequência cardíaca, sudorese, secura na boca, formigamento, dilatação das pupilas, entre outras¹⁷.

A resposta do organismo diante de um estressor inicia-se no sistema límbico e áreas corticais, de modo que as informações sensoriais provenientes do meio ambiente se interagem com sinais hormonais internos, que ativam o hipotálamo. O hipotálamo, que é o centro coordenador do sistema endócrino, secreta o hormônio liberador de corticotrofina (CRH) que é transportado diretamente para glândula hipófise (pituitária). A hipófise anterior responde aos hormônios hipotalâmicos liberando o hormônio adenocorticotrófico (ACTH), que irá ativar o córtex e a medula da glândula supra-renal, desencadeando a liberação de cortisol e catecolaminas (adrenalina e noradrenalina). Estes hormônios atuam no metabolismo preparando-o para reagir¹⁸.

Essas alterações hormonais são normais em qualquer situação de dano, perigo ou doença. Assim, certo nível de estresse é normal e até importante para o sistema de defesa do organismo. Entretanto, quando a ativação do eixo-hipotálamo-hipófise-adrenal se torna crônico e repetitivo o organismo pode sofrer consequências, pois começam a surgir alterações patológicas causadas pelo nível elevado de catecolaminas e cortisol, além de outras alterações metabólicas²⁹.

Assim, o estresse compreende um conjunto de reações fisiológicas, as quais quando de longa duração (distresse), levam a um desequilíbrio no

organismo que atinge as células linfáticas do timo e as células do gânglio linfático. Com isso, há uma diminuição do número de células brancas, que deixa o organismo mais suscetível a doenças e ao envelhecimento precoce, entre outras ações¹⁸.

Hans Selye, primeiro fisiologista a estudar o estresse, propôs a existência de três fases do estresse, quando um estímulo estressor persiste, fase aguda, fase de resistência e fase de exaustão. A fase aguda é caracterizada pelo momento em que o estímulo estressor está agindo. O sistema límbico e o hipotálamo reconhecem o estímulo e reagem rapidamente promovendo a produção dos hormônios adrenalina e noradrenalina^{16,27}.

Na fase de resistência começam a aparecer às primeiras consequências emocionais, mentais e físicas do estresse, tais como: perda da concentração, taquicardia, dores musculares, irritabilidade e perda do sono. Estes sintomas nem sempre são reconhecidos pelos indivíduos como estresse e podem, assim, levar à fase da exaustão. Nesta fase o organismo assimila todos os efeitos do estresse e pode haver o surgimento de doenças físicas ou psíquicas. Fazendo-se necessário o tratamento médico específico para reverter o quadro indesejado¹⁶.

Resposta Fisiológica ao Salto de Pára-Quedas

Inicialmente, foi proposto que a produção de ácido láctico ocorre, pelo fato da concentração de oxigênio nos tecidos ser insuficiente para manter a produção de energia, o que resulta no aumento do metabolismo anaeróbico. Contudo, existem estudos que demonstram que a produção de Lac ocorre mesmo com suprimento apropriado de oxigênio nos tecidos. Assim, outros

ativadores do metabolismo anaeróbio devem estar envolvidos na produção deste metabólito¹².

Nas últimas décadas o interesse pelo estudo do efeito das concentrações sanguíneas de adrenalina e noradrenalina sob o metabolismo anaeróbio tem se tornado crescente³¹.

Ao estudar o efeito do estresse em gatos, causado pela aspersão de água, Rand et al²¹ observaram o aumento significativo dos níveis plasmáticos de glicose e lactato sanguíneo (Lac) cujas concentrações variaram de 4,6 a 9,0 mmol/L e de 0,7 a 7,2 mmol/L respectivamente, durante o período de estresse.

Nessa perspectiva MbangKollo e deRoos¹⁹ avaliaram o efeito da infusão de adrenalina e noradrenalina em rãs (500 µg/kg) sobre a produção de Lac. Neste estudo, também foi avaliado o impacto do estresse causado pelo manuseio dos animais, por cerca de 2 minutos, sobre a concentração de Lac. Os autores verificaram um aumento significativo na concentração de Lac após o manuseio, que foi semelhante ao observado tanto para a infusão de adrenalina como de noradrenalina.

Tuner et al³¹ efetuaram um estudo com oito indivíduos do sexo masculino com idade média de 22 anos, para determinar o limiar de lactato após a infusão de 0,02 a 0,12 µg/kg de adrenalina, durante a realização de um teste de exercício graduado. Por meio deste estudo, constatou-se que houve um aumento significativo da concentração de Lac após a infusão de adrenalina (3,0 mmol/L), em relação ao grupo controle (1,4 mmol/L).

Esportes praticados em elevadas altitudes, como o pára-quedismo, resultam em estresse fisiológico, alterando principalmente as respostas dos sistemas respiratório e circulatório. Esta condição reduz a difusão pulmonar, a

saturação da hemoglobina e consequentemente o transporte de oxigênio. Em função da hipoxia a atividade do sistema aeróbio é minimizada, e o sistema anaeróbio é acionado, resultando no aumento das concentrações de Lac, mesmo em intensidades submáximas¹¹.

Além disso, em elevadas altitudes, a temperatura e a umidade do ar são menores, reduzindo a sensação térmica e aumentando a perda de água. Assim, o volume sanguíneo é reduzido, levando a uma maior concentração de hemácias e viscosidade do sangue. Com o aumento da viscosidade sanguínea o volume sistólico é reduzido, e a carga de trabalho do sistema cardíaco aumenta, elevando a frequência cardíaca. Como resultado das alterações no volume sanguíneo e na resposta do sistema cardiovascular, o consumo de oxigênio é maior para uma mesma intensidade e o (maior volume de O₂ atmosférico captado ao nível do mar) VO₂ max sofre uma redução de 11% a cada 1000 m de altitude acima de 1600 m³³.

Ao avaliar a frequência cardíaca em 43 indivíduos, durante o primeiro salto de pára-quedas, Richter et al²⁴ observaram que o valor máximo ocorre no momento do salto, tendo verificado uma frequência média de 153 bpm. Anfilogoff et al¹ ao estudarem o salto de oito sujeitos inexperientes, encontraram uma frequência cardíaca média no momento do salto, de 160 bpm, com valores variando entre 150 e 183 bpm. Em geral, para indivíduos que estão realizando o seu primeiro salto de pára-quedas, a frequência cardíaca média observada no instante do salto está entre 145 e 170 bpm^{1, 8, 24}.

Para pára-quedistas experientes, Fenz e Jones⁹; Reid et al.²²; Roth et al²⁵ relataram frequências cardíacas máximas menores do que as observadas em iniciantes, com valores variando de 105 a 145 bpm.

Anfilogoff et al¹ avaliaram as concentrações plasmáticas de glicose, lactato, ácidos graxos livres e potássio, no momento do salto de pára-quedas e em instantes anteriores e posteriores ao evento (Figura 2). Para a glicose, os autores observaram que a concentração máxima (6,2 mmol/L) foi alcançada cerca de 10 minutos após o pouso, retornando aos níveis próximos da concentração basal, decorridos mais de 30 minutos da aterrissagem. O aumento da concentração de glicose ocorre devido à intensa glicogenólise e gliconeogênese hepática, que é mediada pelo aumento dos níveis plasmáticos da adrenalina^{6,33}.

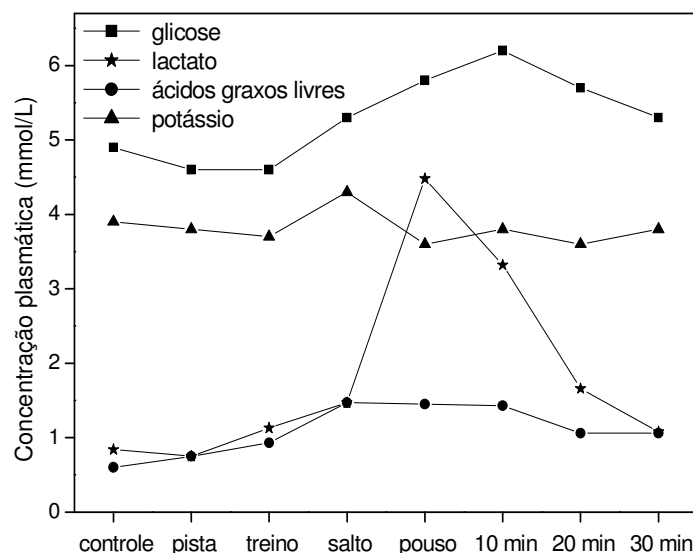


Figura 2: Efeito do salto de pára-quedas sobre as concentrações plasmáticas de glicose, lactato, potássio e ácidos graxos livres (resultados adaptados de Anfilogoff et al¹).

A concentração plasmática de potássio alcançou seu valor máximo (4,3 mmol/L) no momento do salto, diminuindo rapidamente para o intervalo entre 3,6 e 3,8 mmol/L após a aterrissagem. Tem sido estabelecido, que durante o exercício físico, bem como em situações de estresse, o aumento da ativação

simpática, principalmente a partir de hormônios como a adrenalina e noradrenalina, ocasiona a elevação da concentração de espécies como o sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloreto (Cl^-) no plasma sanguíneo e na saliva³⁴.

Os níveis de ácidos graxos livres atingiram seu valor máximo (1,47 mmol/L) imediatamente antes do salto, permanecendo constante até 10 minutos após a aterrissagem. O hormônio de crescimento (GH), juntamente com a adrenalina, glucagon e cortisol, estimulam o aumento da atividade da enzima lipase hormônio sensível, resultando em lipólise e, conseqüentemente, no aumento da concentração de ácidos graxos livres⁶.

A adrenalina age sobre o tecido adiposo, elevando os níveis das enzimas lipases dependentes de adenosina monofosfato cíclico (AMPc), que realizam a hidrólise de triacilglicerol, disponibilizando ácidos graxos livres para a produção de energia (ATP)³³.

O glucagon, hormônio secretado pelo pâncreas, quando os níveis sanguíneos de insulina estão abaixo de 4,5 mmol/L, além de agir sobre o tecido adiposo ativando as enzimas lipases sensíveis à AMPc, (que promovem a lipólise), age sobre o tecido hepático, inibindo a glicólise hepática e promovendo a gliconeogênese. Desta forma, o tecido hepático deixa de consumir glicose e disponibiliza glicose livre para os tecidos periféricos por meio da glicogenólise e gliconeogênese²⁶.

Em indivíduos que realizavam o seu primeiro salto pára-quedas, Anfilogoff et al¹ observaram que as concentrações máximas de Lac e noradrenalina, na corrente sanguínea, ocorreram no momento do pouso, e alcançaram valores próximos aos normais, somente 30 minutos após a

aterriagem. Para a adrenalina, a concentração máxima ocorreu no momento do salto, retornando aos níveis iniciais, decorridos 20 minutos do pouso.

No pára-quedismo, o pouso é o momento do salto em que ocorrem os maiores índices de acidentes, coincidindo com os maiores níveis de Lac. Isso pode ser entendido, como uma resposta do organismo as elevadas secreções de adrenalina e noradrenalina, que se somam em consequência do elevado estresse que o envolve, pois qualquer erro na manobra pode ser fatal^{1, 2}.

Richter et al²⁴, ao estudar a cinética hormonal durante o salto de iniciantes no pára-quedismo, observaram correlações significativas, mas pouco pronunciadas entre a adrenalina e noradrenalina ($r = 0,60$; $p < 0,01$), e entre a adrenalina e a frequência cardíaca ($r = 0,67$; $p < 0,01$). Por sua vez ao avaliar os resultados obtidos por Anfilogoff et al¹, não observamos correlação significativa entre a adrenalina e noradrenalina ($r = 0,63$; $p < 0,10$), porém, verificamos forte correlação entre os níveis de noradrenalina e os de Lac ($r = 0,90$; $p < 0,002$), e entre a somatória da concentração das catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) e o Lac ($r = 0,85$; $p < 0,007$), mas não entre a adrenalina e o Lac ($r = 0,53$; $p < 0,17$).

Também, tem sido verificado que a adrenalina é mais sensível ao estresse que a noradrenalina, devido ao menor tempo para alcançar a concentração máxima e à maior razão entre as concentrações máxima e basal. Nesse sentido, Anfilogoff et al¹, observaram razões de 4,4 e 3,6 para a adrenalina e noradrenalina, respectivamente (Tabela 1). Em outro estudo Richter et al²⁴ observaram razões de 7,7 e 1,9 para adrenalina e noradrenalina, respectivamente.

Tabela 1: Concentrações basais e máximas de adrenalina, noradrenalina e cortisol em indivíduos que realizaram seu primeiro salto de pára-quedas

Hormônio	Estudos					
	Anfilogoff et al. (1987) ¹			Richter et al. (1996) ²⁴		
	basal	máximo	razão	basal	máximo	razão
Adrenalina (nmol/L)	0,5	2,2	4,4	0,3	2,3	7,7
Noradrenalina (nmol/L)	1,8	6,4	3,6	3,3	6,1	1,9
Cortisol (nmol/L)	359	685	1,9	440	634	1,4

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, é possível verificar que os valores máximos obtidos pelos dois grupos de pesquisadores foram muito próximos, e que a maior diferença foi verificada nos níveis basais dos hormônios avaliados. Estas diferenças, podem estar relacionados com o histórico anterior à pesquisa dos membros de cada um dos grupos, seus estados fisiológicos, bem como, com os ritmos circadianos dos indivíduos e a diferença de altitude em que os saltos foram realizados⁴.

Weltman et al³² encontraram uma relação entre o Lac e as concentrações plasmáticas de catecolaminas. Neste estudo foi verificado, que o limiar de adrenalina ocorre em um VO_2 significativamente maior, que o VO_2 associado ao limiar de lactato. Para explicar o efeito da adrenalina sobre a produção de lactato, esses autores sugerem que há uma concentração crítica de adrenalina, que corresponde a 1,1-1,4 nmol/L, responsável pelo aumento de Lac.

Turner et al³¹ constataram que a infusão de adrenalina durante testes de exercício físico, causou o aumento significativo no acúmulo de Lac. Contudo, em concentrações de adrenalina superiores a 4,6 nmol/L, não houve influência

sobre o pico de Lac, durante o exercício sub-máximo. Essa condição, sugere limitações na função do AMPc na ativação da glicogenólise.

Richter et al²³ mostram que o aumento da secreção de adrenalina endógena resulta em um aumento concomitante da utilização do glicogênio intramuscular. Isso ocorre porque a adrenalina eleva a atividade da enzima fosforilase, através da excitação β -adrenérgica.

Febbraio et al⁷ constataram que a utilização do glicogênio do músculo foi significativamente maior durante o exercício com a infusão de adrenalina, em humanos, assim como a concentração de lactato no sangue. Estes dados sugerem que a adrenalina desempenha um papel importante no metabolismo energético, durante o exercício, contribuindo para uma maior velocidade da glicogenólise¹⁴.

Estudos realizados por Issekutz^{13,14}, Richter et al²⁴ constataram que a concentração de adrenalina na corrente sanguínea, aumenta a glicogenólise no músculo esquelético, tanto em animais quanto em humanos. A adrenalina é um hormônio que age primariamente sobre o tecido muscular, promovendo a degradação anaeróbia da glicose em Lac. Este hormônio eleva os níveis de frutose-2,6-difosfato, que atua como ativador alostérico da enzima reguladora da via glicolítica, a fosfofrutoquinase. Também age sobre o tecido hepático, acelerando a glicogenólise e inibindo a glicólise, e promove a lipólise do tecido adiposo, por meio da ativação das enzimas lipases AMPc dependente³³.

Sing et al²⁸ demonstraram que embora o eixo hipotalâmico-hipófise - adrenal e o sistema simpático sejam acionados no momento do salto de pára-quedas, a resposta hormonal do cortisol é influenciada pela intensidade da ameaça ou angústia provocada pelo evento estressor e pela resposta das

catecolaminas. Os indivíduos que apresentaram uma frequência cardíaca elevada, diante de um estressor psicológico, obtiveram concentrações maiores de ACTH e cortisol, do que aqueles com frequências cardíacas menores. Assim, foi constatado que a tensão psicológica têm influência sobre a atividade neuroendócrina e cardíaca.

O cortisol é um hormônio de ação relativamente lenta, secretado pela glândula supra-renal em situações de estresse (medo, ansiedade, dor, hipoglicemia). Este hormônio atua sobre o tecido hepático e muscular promovendo a mobilização do glicogênio e sobre o tecido adiposo, disponibilizando ácidos graxos livres para suprir o organismo de “combustíveis”²⁶.

Outras rotas metabólicas envolvem a ação do cortisol, tais como: efeitos antiinflamatórios por meio da redução da liberação de enzimas proteolíticas dos lisossomos, supressão do sistema imunológico por reduzir a formação de prostaglandinas e linfócitos T, e estimulação do centro de controle da temperatura no hipotálamo³³.

Diante da estimulação nervosa intensa, ocorre a elevação das concentrações de glicocorticóides que estão relacionados à regulação da memória de longa duração, a qual pode ser prejudicada pelo aumento da secreção de adrenalina, noradrenalina, vasopressina, ACTH, e ainda peptídeos opióides, principalmente as β -endorfinas²⁰. Nesse sentido, a exposição contínua ao estresse em longo prazo, prejudica as células do hipocampo, devido a constante excitação sináptica, que pode estar envolvida com os mecanismos de retenção da memória. Os pára-quedistas experientes retêm as lembranças, agradáveis e desagradáveis, de seus saltos. Por outro lado, é

observada amnésia, geralmente relativa ao momento do salto, pelos iniciantes, isto é, há perdas seletivas da memória das situações mais estressoras^{20,10}.

Considerações Finais

O pára-quedismo é considerado um esporte radical devido à presença de risco exacerbado, aventura, "adrenalina", e a necessidade de treinamento específico. Estes elementos tornam a prática deste esporte um evento estressor. O sistema nervoso simpático é ativado em função desse estresse psicológico, promovendo aumento da frequência cardíaca, secreção de hormônios adrenalina, noradrenalina, cortisol e metabólitos como o Lac.

Estas alterações fisiológicas são desencadeadas como mecanismo de defesa do organismo, que se prepara para reagir. Entretanto, secreções elevadas destas substâncias, afetam a memória de longa duração e podem desencadear problemas à saúde.

Assim, é importante avaliar se a exposição a situações altamente estressoras, alcançadas por meio da prática de esportes radicais, constituem uma opção saudável, ou se resultam em efeitos desfavoráveis sobre o organismo, que podem ser mascarados pela sensação de bem estar obtida.

Os elevados níveis de estresse psicológico e fisiológico, experimentados durante o salto de pára-quedas, podem estar relacionados a dois fatores, a personalidade e o tempo de experiência no esporte. Determinados traços de personalidade favorecem a busca pela aventura e risco, como por exemplo, a extroversão e estabilidade. Indivíduos introvertidos e instáveis são menos tolerantes a estímulos nervosos intensos. Entretanto, também podem ingressar na prática de esportes de aventura como o pára-

quedismo. O tempo de experiência diminui os níveis de ansiedade antes do salto, e conseqüentemente, os níveis de adrenalina e FC, porém, é preciso observar se o mesmo ocorre no momento exato do salto, considerado o momento de estresse agudo.

Os elevados níveis de estresse presente no pára-quedismo têm dificultado a realização de pesquisas, pois diante do estresse e ansiedade que envolve o momento do salto, muitos atletas não se disponibilizam a participar de estudos que envolvam procedimentos invasivos, para a quantificação de hormônios e metabólitos.

Ainda permanecem muitas indagações a respeito dos efeitos do estresse psicológico, oriundo de esportes radicais, sobre o organismo, o que constitui um campo fértil para realização de estudos nos próximos anos. Certamente estas investigações irão possibilitar a compreensão dos motivos pelos quais, a sensação de prazer pode ser alcançada desta forma, e quais são as alterações fisiológicas necessárias para que isto ocorra sem causar prejuízos à saúde.

Referências

1. Anfilogoff R, Hale PJ, Nattrass M, Hammond VA, Carter JC. Physiological response to parachute jumping. *Br Méd J.* 1987; 295: 415.
2. Baptista MT, Simão MA, Teixeira MS, Silva EB. Frequência de Lesões nos saltos de adestramento da brigada de infantaria pára-quedista. *Rev de Educ Fís.* 2007:31-40.
3. Breivik G, Roth WT, Jorgensen PE. Personality, psychological state and heart rate in novice and expert parachutists. *Pers. Individ. Diff.* 1998; 25:365-380.
4. Canali ES, Kruel LFM. Respostas hormonais ao exercício. *Rev Paul de Educ Fís.* 2001; 15(2): 141-153.

5. Contaifer, TRC, Bachion, MM, Yoshida, T, Souza, JT. Estressores em professores universitários da área da saúde. *Rev. Gaúcha Enferm.* 2003, 24:215-225.
6. Denadai BS. Avaliação aeróbia consumo máximo de oxigênio ou resposta ao lactato sanguíneo? Rio Claro: Motrix, 2000.
7. Febbraio MA, Lambert DL, Starkie RL, Proietto J, Hargreaves M, Effect of epinephrine on muscle glycogenolysis during exercise in trained men. *J. Appl. Physiol.* 1998; 84:465-470.
8. Fenz WD, EpPstein S. Gradients of physiological arousal in parachutist as a infusion of an approaching jump. *Psychosom Med.* 1967; 29: 33-52.
9. Fenz WD, Jones B. Individual Differences in Physiologic Arousal and Performance in Sport Parachutists. *Psychosom Med.* 1972; 34:1-8.
10. Gamaro GD, Michalowski MB, Catelli DH, Xavier MH, Dalmaz C. Effect of repeated restraint stress on memory in different tasks. *Braz Journal of Medical and Bbiological Rresearch.* 1999; 32: 341-347.
11. Greco CC. Treinamento físico e as atividades na natureza. In: Schwartz GM, (organizadora). Aventuras na natureza consolidando significados. Jundiaí: Fontoura, 2006.
12. Hill A,V, Long CNH, Lupton H. Muscular exercise, lactate acid, and the supply and utilization of oxigen. VI. The oxygen debt at the end of exercise. *Proc R Soc Lond Biol.* 1924; 97:127-137.
13. Issekutz B. Effect b-adrenergic blockade on lactate turnover in exercising dogs. *J Appl Physiol.* 1984; 57:1754-1984.
14. Issekutz B. Effect of epinephrine on carbohydrate metabolism in exercising dogs. *Metabolism.* 1985; 34:457-464.
15. Krantz DS, Grumberg NE, Baum A. Health psychology. *Ann Rev Psychol.* 1985; 36: 349-83.
16. Lipp MN, Rocha JC. *Stress, hipertensão arterial e qualidade de vida.* Campinas: Papiros; 1994.
17. Margis R, Picon P, Cosner FA. Relação entre estressores, estresse e ansiedade. *Ver Psiquiat.* 2003; 25: 65-74.
18. Martucci C, Peron AP, Tini VEP. Aspectos gerais do estresse. *Arq Apadec.* 2004; 8: 59-62.
19. Mbangkollo D, deRoos R. Comparative effects of epinephrine, norepinephrine, and a gentle handling stress on palsa lactate, glucose, and hematocrit levels in the american bullfrog (ran catesbeiana). *Gen Comp Endocrinol.* 1983; 49:167-175.

20. Olson GA, Olson RD, Kastin A. Edogenous Opiates. *Peptides*. 1996; 17:1421-1466.
21. Rand JS, Kinnaird E, Baglioni A, Blackshaw J, Priest J, Acute Stress Hyperglycemia, in Cats Is Associated with Struggling and Increased Concentrations of Lactate and Norepinephrine. *J Vet Intern Med*. 2002; 16:123-132.
22. Reid RH, Doerr JE, Doshier HD, Ellertson, D.G. Heart rate and respiration rate response to parachuting: physiological studies of military parachutists via FM/FM telemetry-II. *Aerospace Med*. 1971; 1200-1207.
23. Richter EA, Sonne B, Christensen NJ, Galbo H. Role of epinephrine for muscular glycogenolysis and pancreatic hormone secretion in running rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 1981; 3: E526–E532.
24. Richter SD, Schtjrmeyer TH, Schedlowski M, Hiidicke A, Tewes U, Schmidt RE, Wagner TOF. Time kinetics of the endocrine response to acute. *J Clin Endocrinol Metab*. 1996; 81:1956-1960.
25. Roth WT, Breivik GB, Jorgensen PT, Hofmann S. Activation in novice and expert parachutists while jumping. *Psychophysiology*. 1996; 33: 63-77.
26. Salminen SK. A. Effect of exercise on Na and K concentrations in human saliva and serum. *J Appl Physiol*. 1963; 18:812-814.
27. Schitini N. Neuroendocrinologia do estresse: *história e conceitos*. 2003. Porto Velho; 2003. 28 p. Monografia. [Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Edumed para Educação em Medicina e Saúde]. - Instituto Edumed para Educação em Medicina e Saúde, Porto Velho, 2003.
28. Sing A, Petrides JS, Gold PW, Chrousos GP, Deuster PA. Differential hypothalamic-pituitary-adrenal axis reactivity to psychological and physical stress. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 1999; 84:1944-1947
29. Sparrenberger F, Santos I, Lima RC. Epidemiologia do distress psicológico: estudo transversal de base populacional. *Rev. Saud. Pública*. 2003; 37: 434-439.
30. Spink MJP, Aragaki SS, Alves MP. Da exacerbação dos sentidos no encontro com a natureza: contrastando esportes radicais e turismo de aventura. *Psicol Reflex Crit*. 2005; 18:26-38.
31. Turner ET, Howley H, Tanaka M, Ashraf DR, Bassett JR, Keefer DJ. Effect of graded epinephrine infusion on blood lactate response to exercise. *J Appl Physiol*. 1995; 79:1206-1211.
32. Weltman A, Wood, CM Womack CJ, Davis SE, Blumer JL, Alvares J, Sauer K, Gaesser GA. Catecholamine and blood lactate responses to

- incremental rowing and running exercise. *J Appl Physiol.* 1994; 76: 1144-1149.
33. Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise.* 2 ed. Champaign: Human Kinetics, 1999.
34. Zagatto AM, Papoti M, Caputo F, Mendes OC, Denadai BS, Baldissera V, Gobatto CA. Comparação entre a utilização de saliva e sangue para determinação do lactato mínimo em cicloergômetro e ergômetro de braço em mesa-tenistas. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2004; 10: 475-480.