



Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Ciências da Saúde

Pós-Graduação em Ciências da Saúde

JOSÉ CARLOS MIRANDA CORDEIRO JÚNIOR

**Alterações Enzimáticas Preditoras de Lesão Muscular em
Corredores de Aventura**

RECIFE – PE

2012



Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Ciências da Saúde

Pós-Graduação em Ciências da Saúde

José Carlos Miranda Cordeiro Júnior

**Alterações Enzimáticas Preditoras de Lesão Muscular em
Corredores De Aventura**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Pernambuco em Recife-PE.

Orientador: Prof. Dr. Odwaldo Barbosa e Silva

RECIFE – PE

2012

Catálogo na fonte:
Bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4-1895

C794a	Cordeiro Júnior, José Carlos Miranda. Alterações enzimáticas preditoras de lesão muscular em corredores de aventura intensiva / José Carlos Miranda Cordeiro Júnior. – Recife: o autor, 2012. 89 f.: il.; 30 cm. Orientador: Odwaldo Barbosa e Silva. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Inclui referências, apêndices e anexos. 1. Atletas. 2. Corrida. 3. Músculo. 4. Cretina quinase I. Silva, Odwaldo Barbosa e, (Orientador). II. Título. 610 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2018-11)
-------	--



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

RELATÓRIO DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE JOSÉ CARLOS MIRANDA CORDEIRO JUNIOR, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE, TURMA INICIADA EM 2010 (DOIS MIL E DEZ)

Às Quatorze horas do dia dez de Setembro de dois mil e doze, no Auditório do Prédio das Pós-Graduações do CCS, tiveram início, pelo Coordenador do Curso, Prof^o. Dr. Emanuel Sávio Cavalcante Sarinho, o trabalho de Defesa de Dissertação, do mestrando José Carlos Miranda Cordeiro Júnior, para obtenção do **Grau de Mestre em Ciências da Saúde** do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. A Comissão Julgadora eleita pelo Colegiado do Curso e homologada pelas Câmaras de Pesquisa e Pós-Graduação foi formada pelos professores: **Dr. Emanuel Sávio Cavalcante Sarinho**, na qualidade de Presidente, do Departamento Materno Infantil da UFPE, **Dr. Lúcio Villar Rabelo Filho**, do Departamento de Medicina Clínica da UFPE e **Dra. Máira Monteiro Roazzi**, do Departamento de Psicologia da UFPE. A Dissertação apresentada versou sobre: **“Alterações Enzimáticas Predictoras de Lesão Muscular em Corredores de Aventura”**, tendo como orientador o Prof. Odwaldo Barbosa e Silva, do HC da UFPE. Após a explanação de 30 minutos feita pelo candidato, justificando a escolha do assunto, objetivos da Dissertação, metodologia empregada e resultados obtidos, ilustrados com diapositivos, foram realizadas as arguições pela Banca Examinadora, todos no tempo regulamentar e respondido pelo candidato. Ao término das arguições, a Banca avaliou em secreto e proferiu o seguinte resultado: _____. Nada mais havendo a registrar, foram encerrados os trabalhos, do que, para constar, foi elaborado o presente relatório que vai assinado pelo Senhor Presidente e demais membros da Comissão Julgadora. Recife, 10 de de 2012.

Prof. Dr. Emanuel Sávio Cavalcante Sarinho (Presidente)

Prof . Dr. Lúcio Villar Rabelo Filho

Prof . Dra. Máira Monteiro Roazzi

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO



REITOR

Prof. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

VICE REITOR

Prof. Sílvio Romero Marques

PRÓ REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO

Prof. Francisco de Sousa Ramos

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DIRETOR

Prof. Nicodemos Teles de Pontes Filho

HOSPITAL DAS CLÍNICAS

DIRETOR SUPERINTENDENTE

Prof. George da Silva Telles

DEPARTAMENTO DE MEDICINA CLÍNICA

Prof^a. Luzidalva Barbosa de Medeiros

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

COORDENADOR

Prof. Emanuel Sávio Cavalcanti Sarinho

VICE COORDENADOR

Prof. Edmundo Pessoa de Almeida Lopes Neto

CORPO DOCENTE

Prof^a. Ana Lúcia Coutinho Domingues

Prof^a Ângela Luzia Pinto Duarte

Prof^a. Armele de Fátima Dornelas de Andrade

Prof. Brivaldo Markman Filho

Prof. Décio Medeiros Peixoto

Prof. Dinaldo Cavalcanti de Oliveira

Prof. Edgar Guimarães Victor

Prof. Edmundo Pessoa de Almeida Lopes Neto

Prof. Emanuel Sávio Cavalcanti Sarinho

Prof^a. Heloísa Ramos Lacerda de Melo

Prof. Jair Carneiro Leão

Prof. José Ângelo Rizzo

Prof. Lúcio Vilar Rabelo Filho

Prof. Odwaldo Barbosa e Silva

Prof^a. Simone Cristina Soares Brandão

Aos meus pais Cleide e José Carlos grandes amores que me ensinaram todas as bases que norteiam minha vida.

A minha esposa Marcela, minha paixão, amor e eterna companheira de todos os momentos.

A Zequinha, meu lindo bebê, que chegou neste difícil período e redefiniu o que é o amor para mim.

A minha irmã Ana Carla e meus sobrinhos, Maria Cecília e João Henrique.

Aos meus avós, nem todos presentes neste momento especial.

Ao meu Tio, Fernando Cordeiro, amigo e inspiração científica.

Aos pacientes, razão por toda nossa dedicação profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, apenas por tudo.

Ao amigo Erick Ramo, que tanto atrapalhei desde minha intenção de iniciar o mestrado. Você foi realmente um grande amigo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Odwaldo Barbosa e Silva, pela atenção e compreensão.

Ao Prof. Dr. Emanuel Sarinho, por sua ajuda, apoio e força neste período final.

A amiga Verônica Monteiro, pela ajuda prestada neste momento.

Ao amigo Eduardo (Dudu), por toda ajuda durante a coleta dos dados e ao seu companheirismo.

Ao amigo Joel Salgado, que me deu todo acesso aos atletas de corrida de aventura e por toda sua atenção.

A todos os atletas que cooperaram com a pesquisa.

Aos amigos do mestrado sempre dispostos a ajudar.

... Que eu jamais esqueça que Deus me ama infinitamente! Que um pequeno grão de alegria e esperança dentro de cada um é capaz de mudar e transformar qualquer coisa, pois... a vida é construída nos sonhos e concretizada no amor!

Chico Xavier

RESUMO

A corrida de aventura é uma atividade multi-esportiva, na qual os competidores são submetidos a grandes cargas de atividade física com um alto potencial lesivo à sua musculatura. Enzimas marcadoras do dano ao tecido muscular, como a creatinina quinase (CK) e desidrogenase láctea (DHL) encontram-se elevadas neste grupo de atletas, de elevada demanda física, ao término de sua atividade, demonstrando um maior risco ao desenvolvimento de lesões musculares. A presente dissertação é composta por uma revisão da literatura e por um artigo original intitulado **Preditores bioquímicos de lesões musculares em corredores de aventura**. A revisão da literatura enfatizou em uma ampla revisão dos artigos relacionados à corrida de aventura, as enzimas CK e DHL, além das suas relações com o dano ao tecido muscular. O artigo original corresponde a um estudo descritivo, tipo série de casos com um seguimento durante oito dias de vinte e um atletas corredores de aventura, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 49 anos em que foi avaliado o perfil enzimático muscular (CK e DHL). Estes indivíduos foram submetidos a coletas sanguíneas em quatro diferentes momentos, a primeira antes da realização de uma prova de corrida de aventura, a segunda logo após o fim da prova e as duas últimas com três e seis dias após o término da competição. O objetivo deste estudo foi avaliar a presença de associação estatística nas variações agudas das concentrações plasmáticas de CK e DHL, enzimas preditoras ao dano muscular, nestes atletas e correlacionar estes achados com diferenças do gênero e idade e frequência da prática esportiva. Para análise estatística foi utilizado o programa *GraphPad Prism 5.01 (GraphPad Software)*, as diferenças estatísticas entre as médias dos períodos analisados foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) com medida repetida. Quando detectada diferença significativa, a análise prosseguiu com a aplicação do teste de Tukey. O nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade foi fixado em 5% ($p < 0,05$). As enzimas CK e DHL mostraram uma variação significativa quando comparados os momentos antes e logo após a corrida ($p < 0,05$), retornando aos seus valores basais, a partir do terceiro dia após o evento ($p < 0,05$). Não houve variação significativa na comparação das variações agudas entre os gêneros, faixa etária e diferentes cargas de treinamento, entretanto, na análise dos valores isolados das enzimas, foram observadas maiores concentrações da CK, mas não da DHL, em atletas do sexo masculino e com uma maior carga de treinamento. Em conclusão, as enzimas CK e DHL retornaram aos seus valores iniciais já após o terceiro dia da prova, aproximando-se ainda mais dos valores basais após o sexto dia, sem alterações ao avaliar gênero, idade e carga de treinamento.

Palavras-chave: Atletas. Corrida. Músculo. Creatina quinase.

ABSTRACT

Adventure racing is a multi-sports activity, in which the participants are submitted to large loads of physical activity with a high potential of muscles lesions. Enzyme markers of muscle tissue damage, such as creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) are elevated in this group of athletes, with high physical demand at the end of their activity, demonstrating an increased risk of susceptibility to muscle injury. This dissertation consists of a literature review and an original article entitled **Predictors of biochemical muscle injuries in adventure racers**. The literature review emphasized in a wide review of articles related to adventure racing enzymes, CK and LDH and their relationship with muscle tissue damage. The original article represents a descriptive, case series with a follow-up for eight days of twenty-one male and female adventure racing athletes, aged between 18 and 49 years who were evaluated in the muscle enzyme profiles (CK and DHL). These subjects underwent blood sampling at four different times, the first, one day before an adventure, the second shortly after the end of the race and the last two within three and six days after the end of the competition. The aim of this study was to evaluate the presence of statistical association in acute variations in plasma concentrations of CK and LDH enzymes predictors to muscle damage in these athletes and to correlate these findings with the gender, age differences and weekly training schedule. Statistical analysis was performed using the program GraphPad Prism 5.01 (GraphPad Software), the statistical differences between the means of the analyzed periods were evaluated by analysis of variance (ANOVA) with repeated measurements. When detected significant differences, the analysis continued with the implementation of the Tukey test. The significance level for rejection of the null hypothesis was set at 5% ($p < 0.05$). The CK and LDH showed significant variation when comparing the moments before and after the race ($p < 0.05$) and returned to their baseline values at the third day after the event ($p < 0.05$). There was no significant variation in the comparison of acute variations between genders, age and different training loads, however, the analysis of the values of the isolated enzymes showed higher concentrations of CK, but not LDH in male athletes and greater training load. In conclusion, the enzymes CK and LDH returned to their initial values after the third day of the race, approaching even more from baseline after the sixth day, without alterations with gender, age and training load.

Keywords: Athletes. Race. Muscle. Creatine kinase.

LISTA DE FIGURAS DA TESE

Figura 1 - Reação reversível de fosforilação da creatina em fosfocreatina pela creatina quinase, utilizando o ATP como fonte de fosfato. 31

Figura 2- Reação reversível de conversão do piruvato em lactato catalisada pela lactato desidrogenase (DHL). 34

Figura 3- Quadro demonstrativo do percurso realizado pelos atletas apresentando as diferentes modalidades praticadas e distâncias percorridas no evento de corrida de aventura. 42

Figuras 4- Gráfico demonstrando a participação de atletas de diferentes estados que participaram da etapa de corrida de aventura. 43

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS DO ARTIGO ORIGINAL

Tabela 1 – Modalidades e distâncias percorridas pelos atletas durante o evento de 50
corrida de aventura.

Tabela 2 – Concentração plasmática de creatina quinase (CK) e desidrogenase 52
láctea (DHL) de atletas corredores de aventura nos períodos pré-corrida,
imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a
corrida.

Tabela 3- Concentração plasmática de creatina quinase (CK) e desidrogenase 53
láctea (DHL) de atletas corredores de aventura dos gêneros masculino e feminino
nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d)
e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

Tabela 4- Concentração plasmática de creatina quinase (CK) e desidrogenase 54
láctea (DHL) de atletas corredores de aventura de acordo com a idade nos períodos
pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-
6d) dias após a corrida.

Figura 1. Concentração plasmática de creatina quinase (esquerda) e 55
desidrogenase láctea (direita) de atletas corredores de aventura de acordo com a
carga de treinamento semanal nos períodos pré-corrida, imediatamente após a
corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida. Os valores
representam média $\pm$ desvio padrão de 6 a 8 amostras por grupo. * Diferença
estatisticamente significativa em comparação com o grupo Pré-corrida >8 h

(ANOVA seguida pelo teste de Tukey, $p < 0,05$); # Interação significativa entre a carga de treinamento e o aumento de CK após a prova (ANOVA de duas vias seguida pelo teste de Bonferroni, $p < 0,05$).

Tabela suplementar 1 - Concentração plasmática individual de creatina quinase 58
(CK) de atletas corredores de aventura nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

Tabela suplementar 2 - Concentração plasmática individual de desidrogenase 59
láctea (DHL) de atletas corredores de aventura nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CK –	Creatina quinase
DHL –	Desidrogenase láctea
<i>BJSM</i> –	<i>British Journal of Sports Medicine.</i>
<i>BASEM</i> –	<i>British Association of Sport and Exercise Medicine</i>
<i>BMJ</i> –	<i>British Medical Journal</i>
<i>ECOSEP</i> –	<i>European College of Sports and Exercises Physitians</i>
DPOC –	Doença pulmonar obstrutiva crônica
a.C. –	Antes de Cristo
km –	Quilometro
CBCA –	Confederação Brasileira de Corrida de Aventura
PC`s –	Postos de Controle
FEPECA –	Federação Pernambucana de Corrida de Aventura
EMA –	Expedição Mata Atlântica
CPK –	creatina fosfoquinase
ATP –	adenosina trifosfato
PCr –	fosfocreatina
ADP –	adenosina difosfato
kDa –	Quilodalton
CK-Mt –	Creatina quinase mitocondrial
CK-MM –	Creatina quinase muscular
CK-BB –	Creatina quinase cerebral
CK-MB –	Creatina quinase cardíaca
NAD –	Nicotinamida adenina dinucleotídeo
U/l –	Unidades por litro
<i>MEDLINE</i> –	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval Sistem Online</i>
<i>SciELO</i> –	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
IMC –	Índice de massa corporal
TCLE –	Termo de consentimento livre e esclarecido
mL –	Mililitros
HGV –	Hospital Getúlio Vargas
ANOVA –	Análise de variância

SPSS –	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
DP –	Desvio padrão
DNA –	Ácido desoxirribonucléico
IL-6 –	interleucina-6
AINEs –	Antiinflamatórios não-esteroidais

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	18
	Referências	23
2	REVISÃO DE LITERATURA / REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1	Introdução	26
2.1.1	Histórico	26
2.1.2	O que é ``corrida de aventura``	27
2.1.3	Fisiologia da miopatia do exercício	30
2.1.4	A creatina quinase	31
2.1.5	A desidrogenase láctea	34
2.1.6	Corrida de aventura x alterações clínicas em atletas	35
2.1.7	Variações das concentrações plasmáticas de CK e DHL em atletas	38
3	OBJETIVOS	39
3.1	Geral	39
3.2	Específicos	39
4	MÉTODOS	39
4.1	Tipo e local do estudo	39

4.2	População do estudo	39
4.3	Fases do estudo	40
4.4	Aspectos éticos	41
4.5	O evento	41
4.5.1	O município do evento- Taquaritinga do Norte	41
4.5.2	A preparação do evento	41
4.5.3	Formato da prova	42
4.5.4	Desenvolvimento da prova	42
4.6	Análise estatística	43
5	ARTIGO ORIGINAL: Preditores bioquímicos de lesões musculares em corredores de aventura	44
5.1	Resumo	45
5.2	Abstract	46
5.3	Introdução	47
5.4	Materiais e Métodos	48
5.4.1	Desenho do estudo	48
5.4.2	Amostra	49
5.4.3	O evento	49
5.4.4	Coletas sanguíneas	50

5.4.5	Análise estatística	51
5.5	Resultados	51
5.6	Discussão	55
5.7	Documentos suplementares	58
5.8	Referências do artigo original	60
6	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS	73
	APÊNDICE B- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	76
	ANEXO A- NORMAS DE ELABORAÇÃO DE ARTIGOS PARA O <i>BRITISH JOURNAL OF SPORTS MEDICINE</i>	78
	ANEXO B- CARTA DE ANUÊNCIA	88
	ANEXO C- CARTA DE APROVAÇÃO DO CEP	89

1 APRESENTAÇÃO

A busca por um corpo e uma mente saudáveis aparece como uma tendência mundial. Com a chegada de grandes eventos esportivos de nível internacional ao nosso país e estado, há uma tendência a uma maior procura pelas atividades físicas de um modo geral, aumentando, desta maneira, o número de atletas tanto profissionais como amadores em nossa região (1,2,3).

Os esportes relacionados a atividades na natureza vêm se tornando cada vez mais populares (4). A corrida de aventura é um esporte, ainda amador, considerada multi esportiva, ou seja, envolve várias modalidades esportivas de aventura, incluindo corrida, natação, ciclismo, etc. Em geral, as corridas de aventura ocorrem em ambientes naturais e com o auxílio de recursos de orientação para a identificação correta do percurso a ser seguido (5).

A atividade física, principalmente quando realizada em excesso, pode se comportar como uma agressão ao organismo, levando a uma alteração transitória da homeostasia do tecido músculo-esquelético (6). As alterações musculares induzidas pela atividade física são variáveis, de acordo com o tipo de atividade praticada (6). A corrida de aventura é um esporte de intensidade de moderada a alta, com prolongado tempo de duração, envolvendo uma grande quantidade de contrações musculares (7). Esta elevada quantidade de contração e relaxamento da musculatura origina alterações musculares consideradas lesões não traumáticas, que alteram a homeostase muscular (8-13).

Muitos estudos demonstram várias alterações bioquímicas e histológicas ao final de atividades físicas, principalmente em atividades de maior duração e esforço (14,15,16). A corrida de aventura encontra-se neste contexto de atividades e leva a alterações de parâmetros bioquímicos e enzimáticos envolvidos na regulação da homeostase e de processos metabólicos (14,15). A análise dos marcadores de lesão muscular e processo inflamatório é usada, com bastante frequência, para a avaliação ao dano a musculatura (17).

A maior parte das reações orgânicas é mediada por enzimas, proteínas catalisadoras, com a finalidade de aumentar a velocidade das reações metabólicas do organismo. A creatina quinase (CK) é a enzima mais frequentemente utilizada como marcador ao dano do tecido muscular esquelético, em qualquer tipo de exercício, seja ele de força ou os que predominam contrações excêntricas (17-20). O aumento da atividade da CK no plasma demonstra que houve uma ruptura da membrana da célula muscular, considerando que esta enzima não possui a habilidade para cruzar a membrana celular quando o sarcoplasma encontra-se intacto.

De fato, concentrações de CK encontram-se aumentadas após o exercício físico, com seu pico máximo estando por volta de 24-48 horas após o término das atividades (21,22).

Outras enzimas, como a desidrogenase láctea (DHL) (23,24), também se encontram alteradas após o término de atividades físicas que exijam maior esforço. A determinação da concentração plasmática da CK e da DHL, por métodos enzimáticos sanguíneos, combina a elevada sensibilidade em resposta ao estresse muscular associada à praticidade e simplicidade operacional na realização destes exames (22).

Concentrações séricas de uréia, o produto final do metabolismo protéico, do ácido úrico e da creatinina, também se encontram aumentadas ao término das atividades físicas (25,26). Outras alterações hematológicas também estão presentes no processo como a elevação no número de leucócitos, demonstrando a presença de uma resposta imunológica ao estresse físico pelo organismo (27-33).

Neste contexto, avaliação das alterações enzimáticas séricas relacionadas ao estresse muscular, como a creatina quinase (CK) e desidrogenase láctea (DHL), bem como o período necessário para que estes níveis enzimáticos retornem aos seus valores basais, é fundamental para a determinação do tempo ideal do repouso do atleta e seu retorno aos treinamentos e à prática esportiva. Uma vez que a elevação destas enzimas demonstra uma maior predisposição para o desenvolvimento de lesões musculares por sobrecarga de exercício. De fato, o pouco conhecimento sobre o perfil de alterações de enzimas como a CK e a DHL, neste tipo de atleta, de elevada demanda física, dificulta a determinação adequada dos intervalos do ciclo treino-competição-repouso em atletas corredores de aventura. Desta forma, o melhor conhecimento do padrão de alteração das concentrações plasmáticas destas enzimas poderá contribuir para o bem estar físico do corredor de aventura, bem como para melhorar seu preparo para as competições e seu rendimento esportivo.

A presente dissertação tem como título **“ALTERAÇÕES ENZIMÁTICAS PREDITORAS DE LESÃO MUSCULAR EM CORREDORES DE AVENTURA”** e é composta por uma revisão da literatura e por um artigo original intitulado **“Preditores bioquímicos de lesões musculares em corredores de aventura”**.

A primeira parte consta de uma revisão bibliográfica sobre o tema **“Variações agudas nas concentrações das enzimas creatina quinase e desidrogenase láctea em atletas corredores de aventura”** na qual foi realizada uma ampla revisão da literatura referente à corrida de aventura às enzimas CK e DHL, além das suas relações com o dano ao tecido muscular. Buscado nas bases de dados *MEDLINE*, *GOOGLE* e *SciELO* (*Scientific Electronic Library Online*) em artigos publicados entre 1983 e 2012, em português, inglês e espanhol,

com as palavras chaves *atleta, corrida, músculo, desidrogenase láctea e creatina quinase*. Foi também realizada uma pesquisa bibliográfica em livros texto. Para as referências bibliográficas desta revisão foi utilizado o programa *endnote X4*, estilo *Vancouver*, universalmente aceito na elaboração de trabalhos científicos.

A segunda parte é um artigo original com o objetivo de determinar as alterações agudas das concentrações séricas das enzimas CK e DHL, preditoras de dano ao tecido muscular, bem como em qual período de tempo estas retornam aos seus valores basais após a realização de uma prova de corrida de aventura, correlacionando com gênero, faixa etária e carga de treinamento.

Esse artigo foi estruturado de acordo com as normas para publicação na *British Journal of Sports Medicine*. (BJSM). O BJSM é co-propriedade da *British Association of Sport and Exercise Medicine* (BASEM) e do *British Medical Journal* (BMJ). É o jornal oficial da *European College of Sports and Exercises Physitians* (ECOSEP) e do Colégio Australiano de Médicos de Esportes. Revista de relevância internacional, indexada nas bases do *Index Medicus* (Medline), *ISI Current Contents (Web of Science)*, *Excerpta Medica* (Embase). Com fator de impacto de 3.545. ISSN 0306-3674, online 1473-0480. (ANEXO A)

A pergunta condutora foi: *Em quanto tempo as concentrações das enzimas CK e DHL, preditoras de lesão muscular, retornam ao seu valor basal, após uma prova de corrida de aventura considerando sua relação com gênero, idade e carga de treinamento?*

A hipótese do estudo é de que em três dias, as enzimas já se encontram em seus valores normais, com os atletas podendo retornar às suas atividades com menor risco do desenvolvimento de lesões musculares, independentemente de gênero, idade ou carga de atividade física.

No presente estudo os valores plasmáticos das enzimas CK e DHL retornaram aos seus valores basais já no terceiro dia após a prova, aproximando-se ainda mais dos seus valores basais no sexto dia. Não houve diferenças estatisticamente significativas quando comparadas as variações agudas entre os gêneros, idade e a carga de atividade física. Entretanto, foram observados valores basais com diferença significativa entre homens e mulheres e nas diferentes rotinas de atividades físicas realizadas por estes atletas.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira A. A Economia dos Megaeventos: Impactos Setoriais e Regionais. *Rev Paranaense de Desenvolvimento* 2011;**120**:257-75.
2. Santos RA. Copa do mundo e olimpíadas no Brasil: perspectivas de crescimento e desenvolvimento do turismo brasileiro. *Rev Científica Eletrônica de Turismo* 2012; **16**:1-15.
3. Campos AG, Jacob HMA. A gastronomia e os megaeventos esportivos na construção da marca "Brasil": aproximações entre copa do mundo, turismo e relações públicas. *Organicom* 2011;**8**:15.
4. Bratman GN, Hamilton JP, Daily GC. The impacts of nature experience on human cognitive function and mental health. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2012;**1249**:118-36.
5. Delmonego Jr JA, Lima-Silva AE, Gress FAG, et al. Determinação da intensidade da corrida de aventura a partir da frequência cardíaca. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte* 2008;**7**(1):89-97.
6. Fisher BD, Baracos VE, Shnitka TK, et al. Ultrastuctural events following acute muscle trauma. *Med Sci Sports Exerc* 1990;**22**:185-93.
7. Appell HJ, Soares JM, Duarte JA. Exercise, Muscle Damage and Fatigue. *Sports Med* 1992;**13**:108-15.
8. Armstrong RB, Warren GL, Warren JA. Mechanisms of Exercise Induced Muscle Fiber Injury. *Sports Med* 1992;**12**:184-207.
9. Duarte JA, Mota MP, Neuparth MJ, et al. Miopatia do Exercício. Anatomopatologia e Fisiopatologia. *Rev Port med desport* 2002;**1**(2):73-80.
10. Duarte JAR. Miopatia do Exercício- *Alterações Estruturais no Músculo Esquelético do Ratinho Sujeito a Dois Protocolos Diferentes de Corrida*. (1990). Dissertação (monografia apresentada às provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica), Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto, Portugal, 1990.
11. Ebbeling CB, Clarkson PM. Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation. *Sports Med* 1989;**7**:207-34.
12. Mccully KK. Exercise-Induced Injury to Skeletal Muscle. *Fed Proc* 1986;**45**:2933-6.

13. Newham DJ. The Consequences of Eccentric Contractions and their Relationship to Delayed Onset Muscle Pain. *Eur Journ Appl Physiol* 1988;**57**:353-9.
14. Neumayr G. Physiological Effects of an Ultra-Cycle Ride in an Amateur Athlete. A Case Report. *J of Sports Sci. and Med* 2002;**1**:20-6.
15. Gleeson M. Biochemical and Immunological Markers of Overtraining. *J of Sports Sci and Med* 2002;**1**:31-41.
16. Halson S. Time Course of Performance Changes and Fatigue Markers During Intensified Training in Trained Cyclists. *J Appl Physiol* 2002;**93**:947-56.
17. Souza CT, de Medeiros C, da Silva LA, et al. Avaliação Sérica de Danos Musculares e Oxidativos em Atletas Após Partida de Futsal. *Rev Bras Cineantropom e Desemp Hum* 2010;**12**(4):269-74.
18. Motta TV. Bioquímica Clínica para o laboratório: Princípios e Interpretações. 4 ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau; 2003.
19. Foschini D, Prestes J, Charro AM. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev Bras de Cineantropom Desemp Hum* 2007;**9**(1):101-6.
20. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Brit J Sports Med* 2007;**41**(10):674-8.
21. Li G, Feng X, Wang S. Effects of Cu/Zn superoxide dismutase on strain injury-induced oxidative damage to skeletal muscle in rats. *Physiol Res* 2005;**54**(2):193-9.
22. Barquilha G, Uchida MC, Santos VC, et al. Characterization of the Effects of one Maximal Repetition Test on Muscle Injury and Inflammation Markers. WebmedCentral: *Physiology* 2011;**2**(3):WMC001717.
23. Iaia FM, Bangsbo J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2010;**20**(S2):11-23.
24. Nie J, Tong TK, George K, et al. Resting and post-exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2011;**21**(5):625-9.

25. Lombardi G, Colombini A, Ricci C, et al. Serum uric acid in top-level alpine skiers over four consecutive competitive seasons. *Clinica Chimica Acta* 2010;**411**(9–10):645-8.
26. Giuseppe B, Del Fabbro M, Giuseppe L. Serum Creatinine Concentration and Creatinine-Based Estimation of Glomerular Filtration Rate in Athletes. *Sports Medicine* 2009;**39**(4):331-7.
27. Rietjens GJ, Kuipers H, Van Breda E. Physiological, Biochemical and Psychological Markers of Strenuous Training-Induced Fatigue. *J Sports Med* 2005;**26**(1):16-26.
28. Reid S, Speedy D, Thompson J. Study of Hematological And Biochemical Parameters in Runners Completing a Stander Marathon. *J Sports Med* 2004;**14**(6):344-53.
29. Risoy B, Raastad T, Hallen J, et al. Delayed Leukocytosis after hard Strength And Endurance Exercise. Aspecto f Regulatory Mechanisms. *BMC Physiology* 2003;**3**:14.
30. Wu AHB. Tietz Clinical Guide to Laboratory Tests. 4th ed. St Louis, USA: Editora Saunders; 2006:306-9.
31. Rhode T, McClean DA, Pedersen BK. Effect of Glutamine Supplementation on Changes on the Immune System Induced By Repeated Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1998;**78**:448-53.
32. Long D, Blake M, McNaughton I, et al. Hematological and Biochemical Changes During a Short Triathlon Competition in Novice Triathletes. 1990;**61**(1-2):93-9.
33. Salminen A, Vihko V. Lipid Peroxidation in Exercise Myopathy. *Exp Molec Pathol* 1983;**38**:380-8.

2 REFERENCIAL TEÓRICO/ REVISÃO DA LITERATURA

VARIAÇÕES AGUDAS NAS CONCENTRAÇÕES DAS ENZIMAS CREATINA QUINASE E DESIDROGENASE LÁCTEA EM ATLETAS CORREDORES DE AVENTURA

2.1 Introdução

Esta revisão incluiu artigos que relataram as alterações das concentrações das enzimas creatina quinase e desidrogenase láctea após realização de atividades física, bem como artigos relacionados a estes desfechos e, ainda, artigos referentes à corrida de aventura. Foram excluídas as publicações que abordaram as alterações enzimáticas relacionadas a outras causas, que não a atividade física.

2.1.1 Histórico

Em toda abordagem sobre os exercícios de grande duração e resistência, a maratona é o primeiro esporte em que se é lembrado. As origens da maratona remotam a Grécia antiga, em 490 a.C., quando o mensageiro *Phelippides* correu cerca de 40 km, sobre a planície de *Marathon*, até a capital Atenas com a finalidade de informar sobre a vitória grega em uma batalha e, ao chegar, conseguiu dizer apenas "vencemos", e caiu morto pelo esforço (1). Aproximadamente, 2400 anos mais tarde, em 1896, nos primeiros Jogos Olímpicos da era moderna, *Phelippides* foi homenageado com a criação dessa prova cuja distância era de 40 km, mas que desde 1908 está estipulada em 42,195 km (2).

Quando é considerado, entretanto, os exercícios de ultra resistência, a maratona pode ser vista como um modelo para o surgimento de outras modalidades. Este tipo de exercício, com maior demanda que a maratona, por sua vez, não pode ser considerado como um esporte novo, Tomas Hauge, em 1762, correu 100 milhas, cerca de 161 Km, em 23 horas e 15 minutos (3).

2.1.2 O que é “corrida de aventura”

Segundo a Confederação Brasileira de Corrida de Aventura (CBCA), este esporte é uma combinação de duas ou mais modalidades esportivas de resistência, incluindo orientação (se um mapa, de orientação é usado) ou de navegação (quando a orientação ocorre sem auxílio de mapas), com atividades do tipo corrida *cross-country*, *mountain bike*, remo, escalada e atividades relacionadas ao uso de cordas, como o *rapel* (4,5).

Vence a competição a primeira equipe a cruzar a linha de chegada e que realizou o percurso determinado e, para isso, deve alcançar postos de controle (PC's) ou áreas de transição, espalhadas em posições previamente programadas pelos organizadores do evento e localizadas entre as linhas de largada e chegada (4,5,6). A troca de modalidade esportiva ocorre na passagem pelos PC's. Nestes locais, os atletas terão contato com sua equipe de apoio (caso seja permitido) ou suas caixas de reabastecimento, além de serem os locais onde podem trocar de equipamentos e roupas, bem como ter melhor acesso a alimentação e hidratação adequadas. Nestes locais há, ainda, presença de fiscais da organização que registram passagem da equipe e o tempo gasto por cada uma das equipes, no referido percurso (7).

As competições mais importantes são em equipes de uma, duas, três ou quatro pessoas, na maioria das vezes há exigência de que as equipes possuam competidores de ambos os sexos (5,8). Em Pernambuco, as competições são organizadas pela Federação Pernambucana de Corrida de Aventura (FEPECA) e, de maneira geral, mistas, realizadas em equipes de duplas e quartetos.

As modalidades mais comuns em uma corrida de aventura são o *Trekking*, corridas em trilhas, *Mountain Bike*, percurso percorrido em bicicleta, e Canoagem. Outras atividades como *Rapel*, escaladas, equitação, patins *in-line*, paraquedismo, vela, mergulho, deslocamento em camelos e cavalgada, podem ser incluídas, não havendo um formato obrigatório nas provas, ficando a critério de cada evento específico quais modalidades e equipamentos deverão ser utilizados (9).

A distância percorrida também pode variar de acordo com a competição, podendo chegar até provas de 1000 km, com até 10 dias de duração (10). Para os participantes que estão iniciando no esporte, os percursos podem variar em torno de 20-40 km, denominadas de mini-aventura (5).

O percurso a ser percorrido é previamente mapeado pelos organizadores de cada evento e leva os competidores por locais remotos e selvagens onde os atletas devem se mostrar auto-

suficientes, exigindo o máximo de suas resistências física e mental, além de um bom senso de orientação (5,6). Cada equipe deve ter uma boa estratégia para determinar a melhor rota, equipamento, alimentação e ritmo para vencer. O percurso, em geral, é mantido em sigilo até a véspera da largada e a meta é passar pelos PC's, praticando os esportes determinados para cada trecho, na sequência estipulada pela organização (6).

De acordo com Santos (11), ‘existem diversas razões nas quais as pessoas participam das corridas de aventura, mas a maioria delas está relacionada com a idéia do maior desafio da vida e conseguir vencê-la. O senso de recompensa destas pessoas é muito maior ao final.’.

Este esporte é uma oportunidade das pessoas se desafiarem, uma chance para os praticantes testarem seus limites ou mesmo redefini-los (7). Há muito mais nas corridas de aventura do que estar em plena condição física. Durante este evento, os atletas são submetidos aos mais extravagantes exageros do corpo e da mente (9,12). Para tanto, completar uma corrida de aventura depende muito de como o indivíduo está preparado física e psicologicamente (9,10,12). Passar horas correndo, andando, pedalando, remando, exige muito de cada um. O participante deve ter auto-controle para não desistir da prova, superar a dor, a fadiga e a privação de sono (13). Além disso, a atividade exige decisões rápidas e precisas para evitar acidentes ou mudança de caminho (7).

Na maioria das competições, que são realizadas em duplas ou quartetos, o trabalho em equipe fará a diferença entre participar de uma corrida de aventura e vencê-la (13). Os competidores devem ser positivos e ajudar uns aos outros. Em alguns casos, em que algum participante se tornar lento, toda a equipe deve acompanhar o seu ritmo, nunca abandonando o companheiro (7,9).

As origens das corridas de aventura são incertas, havendo muitas divergências quanto ao primeiro evento da qual as corridas moderna sejam derivadas (5,7). Alguns apontam para a *Karrimor International Mountain Marathon*, prova com dois dias de duração, realizada pela primeira vez em 1968, como o nascimento da corrida de aventura moderna (7,9). Neste evento, equipes em dupla percorreram terrenos montanhosos carregando todos os suprimentos necessários para sua sustentação durante a maratona (7). Outros autores apontam as origens das corridas de aventura como surgidas na Nova Zelândia, na década de 80 (5,14). No início desta década ocorreu um evento denominado *Ironman Alpine* (7,9,14,15). Os concorrentes participaram individualmente em evento que consistia em corrida, canoagem e esqui em um longo percurso. Neste mesmo período surgiu a mais conhecida deste tipo de evento, a *Coast to Coast race* (5) que envolveu a maioria dos elementos das corridas de aventura da atualidade: a corrida em trilha, ciclismo e remo. Em seguida surgiu a *Raid Gauloises*, primeira

corrida multi-esportiva de longa duração em que foi exigida a formação de equipes mistas. Para muitos autores o evento foi visto como o maior teste da resistência humana até o momento (7).

A Expedição Mata Atlântica (EMA) pode ser considerada a primeira Corrida de Aventura brasileira, cujo conceito é unir o esporte, a aventura e a preocupação com a conscientização ambiental. A primeira edição da Expedição Mata Atlântica aconteceu em 1998, com equipes nacionais e estrangeiras que percorreram o percurso em até três dias, com cerca de 220 km de distância, sendo composta por corrida *cross-country*, canoagem e *mountain bike* (5,13). A equipe neozelandesa *New Zealand* foi a primeira a completar o percurso, em 39h e 57min (16).

Atualmente a maior corrida de aventura no Brasil é o *Ecomotion PRO*, que teve sua primeira edição realizada em novembro de 2003 na Chapada Diamantina. A corrida teve um percurso de 460 km chegando a seis dias de duração (13).

Na prática esportiva há uma procura pela superação da capacidade física. E a cada objetivo alcançado, um evento novo e maior é organizado. Quando as pessoas sentiram que a maratona estava se tornando "fácil", o *triathlon* foi criado (11), e a partir desta, o *Ironman*, o maior dos *triátlons*, composto por aproximadamente 42,2 km de corrida, 3,8 km de natação e 180,2 km de ciclismo (17). Agora as pessoas passaram a completar dois *Ironmans* e ultramaratonas (corridas com percursos superiores a 100 km) (18,19) enquanto outros optaram pelas corridas de aventura.

Estas, entretanto, são muito mais do que aumentar as distâncias e dificuldades físicas. A corrida de aventura exige mais habilidade técnica, além de estratégia e planejamento, associado a um controle do físico e da mente (17,19,13,15).

Qualquer um que tenha o desejo de testar seus limites pode participar de uma corrida de aventura (7,17,19). De fato, o indivíduo não precisa terminar uma corrida para triunfar, porque não são todos os percursos que são montados para que todos os participantes terminem (7,17).

Corridas de aventura, desta forma, são consideradas atividades de alto rendimento e de elevada demanda física, necessitando treinamentos rigorosos e estímulos adaptativos adequados à modalidade (14). Cargas elevadas de treinamento podem estar acompanhadas de fadiga com uma diminuição no rendimento esportivo, o que caracteriza o *overtraining*, ou supertreinamento. Com a finalidade de evitar esta situação deverão ser intercalados períodos adequados de recuperação e repouso, para que, desta maneira, haja um aumento da capacidade aeróbica e da força muscular (20,21).

2.1.3 Fisiologia da miopatia do exercício

As alterações bioquímicas e histológicas no tecido muscular esquelético, desencadeadas pelo exercício físico são denominadas miopatia do exercício (22,23,24). O exercício físico exaustivo leva a alterações na musculatura ainda com etiopatogenia indefinida e restritos conhecimentos sobre o assunto (25). Sabe-se, entretanto, que as alterações na ultraestrutura muscular induzida pela atividade física é idêntica às alterações musculares em outras patologias, tais como, distrofias, necroses isquêmicas e as miopatias inflamatórias (26).

Métodos diretos ou indiretos podem ser usados para a análise da lesão da musculatura esquelética induzida pelo exercício físico. Nos primeiros, a análise é realizada a partir de amostras do próprio músculo (por meio de biópsia desta região) ou por método de imagem, como a ressonância magnética (27). No segundo método, o indireto, a avaliação bioquímica das enzimas e proteínas musculares no sangue, como a creatina quinase (CK) e a desidrogenase láctea (DHL), é a principal maneira de avaliação (27,28). De fato, os estudos morfológicos das lesões da miopatia do exercício são habitualmente realizados através do estudo bioquímico, uma vez que estas alterações na ultraestrutura muscular, só podem ser observadas microscopicamente apenas alguns dias após a agressão (29).

Alterações nas concentrações plasmáticas da CK e da DHL são bastante citadas na sua relação com lesões às fibras musculares (30). A CK é considerada um marcador mais preciso, uma vez que, mesmo esta enzima encontrando-se em vários tecidos, sua maior concentração é observada no tecido muscular esquelético e na musculatura miocárdica (31,32).

O estresse, causado durante a atividade física, promove um aumento na permeabilidade da membrana plasmática da célula muscular, fazendo com que haja um extravasamento, principalmente da CK e da DHL, para o plasma, aumentando suas concentrações sanguíneas (33). Os níveis sanguíneos da CK, no entanto, aumentam mais rapidamente que os níveis da DHL (34).

O aumento nas concentrações da DHL plasmáticas pode estar relacionado a lesões musculares de diferentes etiologias como, por exemplo, relacionadas a patologias musculares. O aumento dos níveis da CK plasmático, por sua vez, tem como sua principal fonte contribuinte microlesões, como resposta para restabelecer a homeostasia, da musculatura esquelética, após o exercício físico (24).

Com relação ao tipo de exercício praticado, se excêntrico, concêntrico ou isométrico, também existe variação na concentração plasmática destas enzimas (23,24). O aumento nas concentrações da CK está presente tanto na realização de exercícios concêntricos como nos

excêntricos (como a corrida de aventura). Após a realização de exercícios físicos concêntricos, entretanto, foi observado maior aumento das concentrações plasmáticas de CK em comparação com a prática de exercícios excêntricos (25).

2.1.4 A creatina quinase

A CK, também conhecida como creatina fosfoquinase (CPK) ou fosfo-creatina quinase é uma enzima produzida por diferentes tecidos celulares (34). É uma fosfotransferase envolvida no processo de armazenamento de energia nos tecidos, principalmente no músculo cardíaco e esquelético, além do cérebro (35).

Por ser uma enzima, a CK possui características catalisadoras, facilitando a transferência do radical fosfato da molécula da adenosina trifosfato (ATP) para um receptor, no caso a molécula da creatina (36), formando a creatina fosfato ou fosfocreatina (PCr) e adenosina difosfato (ADP) (34).

Esta reação da enzima CK é reversível, desta maneira, a CK também catalisa a fosforilação do ADP por fosfato de creatina, obtendo-se creatina e ATP, disponível para a contração muscular (35,36,37) (Figura 1).

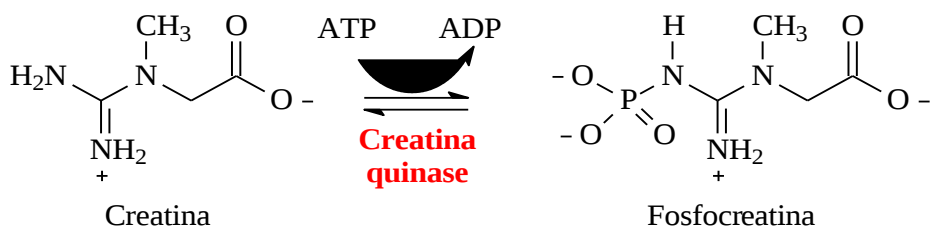


Figura 1- Reação reversível de fosforilação da creatina em fosfocreatina pela creatina quinase, utilizando o ATP como fonte de fosfato.

A CK é um dímero com massa molecular de aproximadamente 40 kDa, formada pela combinação de duas subunidades chamado M e B (muscular e cerebral, respectivamente). A partir das combinações das subunidades podem ser formadas três diferentes isoenzimas, chamado CK1 (BB), CK2 (MB) e CK3 (MM) (27). Outra forma estruturalmente diferente, presente nas mitocôndrias, com massa molecular de 64 kDa é a CK-mitocondrial (CK-Mt), que raramente é liberada na circulação (27,28,30).

Cada uma destas quatro isoenzimas, derivadas da CK, possui características e localizações próprias: a CK-MM, presente no tecido muscular esquelético e cardíaco; a CK-BB, no tecido cerebral e pulmonar; a CK-Mt, a isoenzima mitocondrial e; a CK-MB, encontrada principalmente no coração (27,28,30,34,38).

Normalmente, a proporção de subunidades varia com o tipo muscular envolvido, sendo no músculo esquelético: 98% MM e 2% MB e no músculo cardíaco: 70-80% MM e 20-30% MB. No cérebro, por sua vez, a predominância é do isoenzima BB (38).

A CK-MM, a isoenzima mais encontrada na musculatura esquelética e cardíaca (38,39), pode possuir valores anormalmente elevados em distrofias musculares, miosites, passado recente de cirurgias e convulsões, hipotireoidismo, hipocalcemia, *Delirium tremens* e injeções intramusculares (32,40).

A CK-MB é uma isoenzima híbrida, formada pelas cadeias M e B (37), encontrando-se predominantemente no músculo cardíaco, consistindo aproximadamente 25% da CK total no tecido cardíaco. Também está presente no músculo esquelético, correspondendo a menos que 2% da CK total (41). Sua determinação é bastante específica para uma confirmação do infarto do miocárdio, aumentando cerca de 3 a 6 horas após o acontecimento desta lesão e atinge seu valor máximo entre 12 e 24 horas, retornando aos valores normais em aproximadamente 48 horas, caso não haja novo episódio neste período (41). Apesar da boa especificidade para o diagnóstico de infarto, esta isoenzima também poderá elevar-se em miocardites, aneurisma cardíaco, rabdomiolise e distrofia muscular (37,42).

A CK mitocondrial (CK-Mt) encontra-se presente no espaço intermembrana, onde ela gera a fosfocreatina, da produção mitocondrial, pelo uso do ATP. A partir destas isoenzimas mitocondriais, duas formas podem ser diferenciadas, a mtCK, que encontra-se presente em tecidos não musculares e a sua forma sarcomérica, presente nos sarcômeros musculares (38,43).

A CK também pode estar presente em forma de macroenzimas, são estas a macro-CK tipo 1, um complexo de CK, em geral a CK-BB, e uma imunoglobulina, na maioria das vezes a IgG, normalmente com peso molecular superior a 200 kDa. A macro-CK tipo 2 é um polímero de Mt-CK com uma massa molecular superior a 300 kDa (44). Estas formas de CK são expressas durante alguma doença. Por exemplo, a macro-CK 1 está associada com doenças cardiovasculares e auto-imunes e a macro CK-2, com alguns tipos de câncer (37,38,42,44).

A CK é bastante utilizada como marcador indireto ao dano muscular, relacionada, principalmente, à fase excêntrica do exercício, podendo permanecer aumentada por até sete

dias após a atividade (45,46). Exercícios de alta intensidade de força, como a musculação ou atividades cíclicas de alto volume, como as maratonas, promovem elevação dos níveis de CK, maior do que exercícios de volumes moderados, como a caminhada (45,46).

Além disto, a CK também pode ser clinicamente analisada em exames de sangue como marcador de infarto do miocárdio, rabdomiólise (destruição muscular grave), distrofia muscular, miosites auto-imunes e na insuficiência renal aguda (42).

O uso de alguns fármacos como as estatinas, comumente usados para diminuir os níveis séricos de colesterol, pode estar associado à elevação da concentração plasmática da CK em cerca de 1% dos doentes (47). Por outro lado, baixas concentrações da CK podem ser uma indicação de doença hepática alcoólica ou de artrite reumatóide. A enzima CK é, muitas vezes, avaliada em emergência nos casos de pacientes com dor torácica ou se há suspeita de insuficiência renal aguda (48).

Os valores normais da CK em adulto são inferior a 145 U/L para mulheres e menor que 171 U/L para os homens.(48).

A atividade da CK durante o início da vida fetal ocorre basicamente à custa da izoenzima CK-BB, alterando para predominância da CK-MM, durante o desenvolvimento do feto. Próximo ao nascimento, os níveis séricos da CK são maiores do que no adulto com valores variando de acordo com a idade gestacional. Estes níveis, nos dez primeiros dias após o nascimento, tendem a aproximar-se aos níveis do adulto (49).

Nas mulheres, os níveis da CK decrescem durante o início da gestação, porém, durante a evolução da gestação há um aumento à custa da CK-MB (50,51). Nos adultos jovens, especialmente em homens, os níveis séricos desta enzima são mais elevados, diminuindo gradativamente até a fase geriátrica (50).

Os atletas de alto rendimento costumam ter suas concentrações basais de CK elevadas durante o período de treinamento (46). O pico da CK, em geral, é encontrado entre 24 e 48 horas após o término de um esforço físico mais intenso, podendo permanecer alterado por até sete a dez dias após o fim da atividade (42,47,48).

Este fator pode dificultar a avaliação do atleta quanto às microlesões musculares, uma vez que, para sua comparação ao valor basal do atleta, este deveria permanecer, ao menos, uma semana sem praticar qualquer tipo de atividade física (48) pois é este o período da queda da CK para seu valor basal (47).

Vale ainda ressaltar que alguns fatores devem ser considerados, em mulheres, o valor da CK, tanto em repouso quanto após atividades, tende a ser menor que em homens. Este fato se deve a uma maior concentração de estrogênio nas mulheres que nos homens, o que diminui o

extravasamento da CK pela membrana celular (46). Além destes fatores, os níveis totais da creatina quinase variam bastante de acordo com a idade, massa muscular, raça, atividade física e condições climáticas (47,48).

A resposta muscular ao exercício têm produzido resultados conflitantes em relação ao envelhecimento. Algumas evidências mostram maior número de lesão muscular na ultraestrutura de atletas mais velhos em comparação com sujeitos jovens (52). O envelhecimento pode levar a maiores danos quando induzido pelo exercício, além de uma mais lenta reparação e resposta de adaptação (53). A massa muscular tende a diminuir gradualmente com a idade, e apoptose celular pode ter um papel importante na sarcopenia relacionada com a idade (54). Outros estudos, entretanto, demonstram menos danos em indivíduos com idade mais avançada em comparação com jovens (55).

2.1.5 A desidrogenase láctea

A DHL é uma enzima que catalisa a conversão do ácido pirúvico em ácido láctico muscular (40,56), passo importante no processo metabólico. Desta forma, a DHL auxilia na produção da energia celular durante a glicólise, processo na qual a glicose é oxidada produzindo duas moléculas de ácido pirúvico, duas moléculas de ATP e dois equivalentes reduzidos de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD^+), introduzidos na cadeia respiratória ou na fermentação (57,58) (Figura 2).

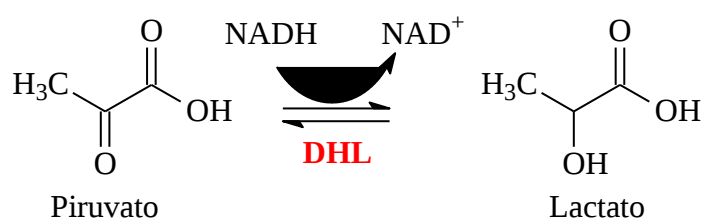


Figura 2- Reação reversível de conversão do piruvato em lactato catalisada pela lactato desidrogenase (DHL).

Durante a glicólise anaeróbia, que ocorre em certos tipos de músculo esquelético, como o tipo IIb, por exemplo, há a redução do ácido pirúvico pelo NADH para a produção do ácido láctico e NAD^+ . Desta maneira, no final do ciclo da glicólise haverá formação do ATP. para, desta maneira, continuar a geração do ATP, no final do ciclo da glicólise (56,58). A enzima DHL age justamente na redução deste ácido pirúvico ao ácido láctico (56,58,59).

A DHL possui expressão ubíqua, desta maneira eventos que promovem uma lesão celular pode causar o aumento desta enzima na concentração sanguínea. A lactato desidrogenase é uma enzima tetramérica, formada por duas subunidades (60), resultando em cinco isoenzimas, descritas como subprodutos da DHL. Estes subprodutos são ativados de acordo com o centro precursor da atividade: a DHL₁ e DHL₂ são encontradas, primariamente no coração, hemácias e rins; A DHL₃ é encontrada nos pulmões e a DHL₄ e DHL₅ no fígado e musculatura esquelética (60).

Os valores normais da DHL, em geral, encontram-se entre 113-226 U/l (61). Muitas situações, entretanto, podem alterar estes valores. A atividade física extenuante é um exemplo de elevação temporária na sua concentração (62). Outro caso de alteração pode ser por hemólise da amostra, que pode demonstrar um resultado falso positivo (61).

Algumas doenças que levam a algum dano tecidual, como um ataque cardíaco, um acidente vascular cerebral, vários tipos de câncer (testicular, linfoma, fígado e outros), distrofias musculares e anemias, também podem demonstrar níveis elevados da DHL, ou mesmo, mudanças na proporção das suas isoenzimas (61). O uso de algumas drogas também altera os valores normais desta enzima, como a aspirina e o álcool (60,61,62).

2.1.6 Corrida de aventura x alterações clínicas em atletas

Existem poucos estudos na literatura que demonstram alterações clínicas nos corredores de aventura. Após extensa busca na literatura, foram encontrados nas bases de dados dezessete artigos em língua portuguesa, espanhola e inglesa publicados entre 1988 e 2011, que preenchiam os critérios de inclusão sobre corrida de aventura. Em nenhum destes artigos, entretanto, foi estudada a relação entre as alterações nas enzimas CK e DHL e a prática de corrida de aventura.

Fournier et al., em 1998, foram os primeiros autores a relatar alguma alteração médica relacionada à corrida de aventura. Em seu trabalho eles descreveram 13 casos de *Rickettsia africae* em atletas franceses que competiram em uma prova de corrida de aventura que ocorreu na África do Sul (63). Entretanto, os autores não abordaram diretamente sobre este tipo esporte.

As primeiras descrições sobre corrida de aventura ocorreram separadamente por dois autores, em 2003. Kohler descreveu as necessidades de cuidados de saúde em atletas corredores de aventura (64). Neste mesmo ano, Ledrick descreveu uma “corrida de aventura”

na qual os participantes eram estudantes de medicina. Estes estudantes deveriam tomar decisões médicas em condições de fome, frio e cansaço entre as várias partes de uma prova de corrida de aventura que durou cerca de 6 horas (65).

Fordham et al., em 2004, realizaram uma análise retrospectiva durante treinamento em 224 corredores de aventura, correlacionando o número de lesões agudas ou por sobrecarga com o número de horas de prática de ciclismo e o pequeno número de dias de descanso (66).

Neste mesmo ano, Greenland relatou sua experiência em atendimentos médicos em uma prova de corrida de aventura. Este autor demonstrou a necessidade do médico assistente do evento estar fisicamente preparado para as atividades, bem como ter conhecimento de técnicas específicas da atividade, como o *rappel* (67). Townes, por sua vez, detalhou o tipo de suporte médico que deve ser feito em um evento de corrida de aventura, incluindo medicamentos e equipamentos necessários, além do tratamento imediato de diferentes tipos de lesões (68).

O efeito da privação de sono, associado à atividade física extenuante na função cardio-respiratória foi descrita por Scott et al., em 2004. Estes autores estudaram seis atletas em dois diferentes períodos de privação de sono de 30 horas: um primeiro momento associado a atividade física e após sete dias de repouso sem realização de atividade. Os autores não observaram alterações significativas na função cardio-respiratória destes atletas (69).

As características das lesões ocorridas nestes atletas foram descritas por McLaughlin et al., em 2006. O estudo foi realizado com 320 atletas que participaram do *Subaru Primal Quest Expedition Length Adventure Race*, em 2003, com duração de aproximadamente 10 dias. As principais alterações ocorridas foram lesões de pele e musculares, apresentadas em 70,4% destes atletas. Lesões ortopédicas, doenças respiratórias, como a pneumonia, e desidratação também ocorreram em proporções elevadas (70).

Em 2010, Newsham-West et al, descreveram as lesões de atletas antes e após um evento. Foram acompanhados 184 atletas durante seis meses que antecederam uma prova de corrida de aventura. Neste período 79,9% dos atletas referiram algum tipo de lesão ou doença, sendo a maior incidência de alterações respiratórias e ortopédicas (71), como já demonstrado por McLaughlin et al.

Em 2006, os aspectos psicológicos dos corredores de aventura brasileiros e seu perfil de dependência às atividades físicas foram descritos por Antunes et al. Estes autores demonstraram que em alguns destes atletas a prática da atividade pode levar a um sentimento

de compulsão, conhecido como dependência de exercício. Neste estudo, entretanto, não foi relatado presença de distúrbios do humor, pois não há alteração na qualidade de vida destes atletas e que aspectos ambientais, sócio-econômicos e neuroquímicos podem estar relacionados a estes dados (72).

Em dois artigos distintos, Zimberg et al relataram a deficiência nutritiva em atletas corredores de aventura. No primeiro, em 2007 os autores demonstraram um perfil nutricional inadequado nestes atletas, quando comparados com o recomendado para atletas participantes de provas de resistência. Em um segundo trabalho, em 2008, os autores, em uma prova simulada em laboratório, observou a ingesta inadequada de suprimentos durante os diferentes percursos da prova (8,73).

Em um estudo prospectivo realizado por Anglem et al, em 2008, foram analisadas as alterações do humor em corredores de aventura, relacionados ao estresse físico, mental, alterações de sono, doenças e lesões ocorridas em um evento internacional desta atividade. Estes atletas foram avaliados antes, durante e após a competição. Alterações do humor foram evidentes nos atletas com a evolução da prova e a privação do sono. Estas alterações nos atletas, entretanto, desapareceram em torno de uma semana após o fim da prova. Como em outros trabalhos, lesões de pele e tecidos moles e doenças respiratórias foram as mais comuns a atingirem os atletas (74).

Em um artigo na língua portuguesa, Gomes et al, em 2009, buscou compreender os motivos pelos quais os atletas buscam a prática de esportes de aventura relacionados com a natureza. Dentre os principais fatores relatados, a possibilidade do contato com a natureza, o agrupamento de várias modalidades esportivas em uma mesma competição, a superação de limites, o trabalho em equipe, o fato de conhecer diferentes lugares, com belezas exóticas, além da aventura, do desafio e da adrenalina, foram os mais citados pelos 21 atletas que responderam ao questionário. Motivos relacionados à melhora de condicionamento físico e saúde não foram, diretamente, relatados por nenhum destes atletas (75).

Os efeitos de um evento de corrida de aventura com duração aproximada de cinco dias, na morte de linfócitos e neutrófilos, foram investigados por Levada-Pires et al, em 2010. Coletas sanguíneas foram realizadas antes e após uma prova. Neste estudo, lesão na membrana celular de linfócitos foi observada em 14% e em 16,4% dos neutrófilos. Observou-se, ainda, um aumento na proporção dos linfócitos com fragmentação do DNA e despolarização da membrana mitocondrial, não observada nos neutrófilos. Estes dados

demonstram que os neutrófilos morrem por necrose, enquanto os linfócitos morriam por apoptose celular, ou seja, a capacidade de fagocitar do neutrófilo não alterou após a atividade (76).

O efeito de uma atividade física elevada sobre a variação da interleucina-6 (IL-6) plasmática foi estudada por Wallberg et al, em 2011. Este autor demonstrou que após a realização de uma prova de seis dias os níveis de IL-6 aumentaram em grande proporção nas primeiras 12 horas e mantiveram-se estáveis entre 12 e 24 horas. Após 28 horas de repouso foi observado queda nestes valores, porém ainda aumentadas, se comparadas aos valores basais. Este estudo demonstra que o exercício físico de alta demanda é um fator primordial no aumento da concentração da IL-6 plasmática (77).

A presença de rabdomiólise e mioglobulinemia em uma corrida de 48 horas e sua relação com o uso de anti-inflamatórios não esteroidais (AINE) ou presença de dor foi descrita por Wichardt et al, em 2011. Amostras sanguíneas para a análise da mioglobina foram colhidas antes, durante e logo após a prova em 20 atletas. A presença da rabdomiólise com mioglobulinemia foi confirmada nestes atletas. Nos atletas que fizeram uso dos AINE's, entretanto, os níveis de mioglobina plasmática, eram relativamente menores que nos que não fizeram uso da medicação (78).

2.1.7 Variações das concentrações plasmáticas de ck e dhl em atletas

Sbriccoli et al, em 2001, observaram que, após exercícios de contração excêntrica, ocorre um aumento dos níveis do CK plasmático. Este aumento surgiu após o primeiro dia da atividade, atingindo seu pico entre quatro a sete dias e sua normalização ocorrendo em torno do 14º dia do fim do exercício (79).

Em seu trabalho, em 2004, Nishii et al avaliaram os níveis de CK e DHL após uma corrida de *mountain bike*, e observaram que os valores destas enzimas aumentaram logo nas primeiras horas após a prova e tiveram seus valores normalizados em 24 horas após o término do evento (80).

Brancaccio et al em dois diferentes artigos, em 2007 e 2008, realizaram uma extensa revisão das alterações enzimáticas em atletas de várias modalidades, com ênfase nas variações da CK. Nestes artigos, os autores descreveram variação das concentrações basais, variando quanto ao gênero, idade, raça e massa muscular. Nas mulheres, principalmente no período gestacional, os seus níveis enzimáticos encontram-se aumentados, quando comparadas ao

sexo masculino. Os indivíduos da raça negra também possuem os seus níveis plasmáticos mais elevados da CK, devido a sua maior massa muscular, quando comparados aos caucasianos (35,81).

Segundo estes autores, o monitoramento das alterações enzimáticas de CK em atletas devem ser realizadas em repouso para se obter um valor basal de referência e após a prática de atividades para a avaliação das alterações nos valores desta enzima. Desta maneira observar o perfil de alteração enzimática de CK, afim de evitar lesões e obter um melhor rendimento esportivo, considerando o ciclo repouso-treinamento-competição (81).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Avaliar as variações agudas das concentrações plasmáticas da creatinina quinase (CK) e desidrogenase láctea (DHL) em corredores de aventura e correlacionar com gênero, idade e intensidade de treinamento físico.

3.2 Específicos

- Avaliar o tempo de recuperação das concentrações plasmáticas da CK e DHL após o término de competição.
- Correlacionar as variações das concentrações plasmáticas CK e DHL de corredores de aventura de acordo com gênero, idade e com a frequência na prática de atividades físicas.

4 MÉTODOS

4.1 Tipo do estudo

Estudo epidemiológico observacional, do tipo série de casos, com abordagem de análise quantitativa, em uma população específica de corredores de aventura do estado de Pernambuco.

4.2 População do estudo

O estudo foi realizado com atletas de ambos os sexos, participantes de uma etapa do Circuito Pernambucano de Corrida de Aventura, todos cadastrados em um banco de dados presente na Federação Pernambucana de Corrida de Aventura (FEPECA).

Participaram da pesquisa, 21 atletas com idade entre 18 e 49 anos, com experiência em corrida de aventura, competindo há, no mínimo, um ano. Todos os participantes apresentavam condicionamento físico adequado à prova, determinado pela avaliação de alguns parâmetros antropométricos, como peso, altura e índice de massa corporal (IMC).

Foram considerados como critérios de exclusão do estudo os atletas recém-saídos, ou em recuperação, de lesão do músculo esquelético nos últimos dois meses, competidores com queixa clínica de desconforto muscular nas últimas duas semanas e portadores de doenças crônicas, como insuficiência renal crônica, câncer, cirrose, entre outras. Uma atleta não finalizou a prova por lesão, entorse do tornozelo, e um outro por perda de seguimento também foram excluídos da pesquisa.

4.3 Fases do estudo

Coletas sanguíneas seriadas foram realizadas para avaliação sérica das enzimas creatina quinase e desidrogenase láctea. As coletas de sangue foram realizadas sob cuidados de profissional técnico em enfermagem, devidamente cadastrado em seu conselho de classe, seguindo todos os cuidados de higiene e assepsia, na região antecubital anterior. Foram coletados 10 mL de sangue em cada uma das amostras.

No período da primeira coleta sanguínea foi entregue aos atletas um questionário de saúde, contendo informações sobre hábitos de vida, medicações em curso, suplementação alimentar, uso de drogas ilícitas ou substâncias dopantes, ser portador de doenças crônicas ou infecto-contagiosas, entre outras informações (APÊNDICE A).

A primeira coleta de sangue foi realizada um dia antes da competição, em local previamente combinado com cada um dos atletas. A segunda foi realizada no local da competição, imediatamente após o término da mesma. A coleta das demais amostras de sangue foi realizada em locais combinados com cada um dos atletas três e seis dias após o término da prova.

Após cada uma das coletas as amostras sanguíneas foram devidamente armazenadas em caixas térmicas para manutenção da temperatura adequada, bem como encaminhada em tempo hábil para o laboratório a qual foram analisadas.

A análise dos exames laboratoriais foi realizada no Hospital Getúlio Vargas, (H.G.V.) sem custos adicionais à instituição, uma vez que estes exames são solicitados e realizados rotineiramente pelo próprio serviço. Para liberação do estudo neste serviço, foi solicitada, junto a direção da instituição uma carta de anuência (ANEXO B).

No laboratório, as amostras foram processadas para a determinação das concentrações de CK e DHL, por método cinético UV-37°, utilizando kits comercialmente disponíveis de rotina do serviço, em analisador imuno-enzimático *Architect C80003* (Abbott Laboratories). Os valores normais de referência de CK para mulheres e homens são <145 U/L e <171 U/L, respectivamente. Para a DHL, por sua vez, os valores de referência são 125-243 UI/L para ambos os sexos.

4.4 Aspectos éticos

A participação dos atletas no estudo foi condicionada à assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido (T.C.L.E.) (ANEXO C), de acordo com a “Declaração de Helsinque” da Associação Médica Mundial, previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Faculdade Maurício de Nassau em agosto de 2011 (ANEXO D), em Recife, Pernambuco e aprovado pelo mesmo bem como através da Plataforma Brasil, base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos para todo o sistema CEP/Conep (CAAE 00831612.0.0000.5193).

Os riscos para os sujeitos da pesquisa limitaram-se aos riscos inerentes a uma coleta de sangue realizada por punção de veia periférica como, por exemplo, hematoma e dor no local da punção.

4.5 O evento

4.5.1 O município do evento- taquaritinga do norte

A escolha do Município de Taquaritinga do Norte, pela organização do evento, deu-se em razão das suas características geográfica e vegetação que são propícios a prática dos esportes de aventura e de contato com a natureza. Localizada no Agreste Setentrional pernambucano, a 190 km do Recife. O município tem vocação natural para turismo ecológico, o seu relevo é benéfico para a prática de esportes de contato com a natureza.

4.5.2 A preparação do evento

Para definir as modalidades praticadas neste evento de corrida de aventura, pela organização do mesmo, foi levada em consideração a dinâmica e a logística da prova, de forma a torná-la competitiva, tecnicamente exigente e possível de ser concluída dentro de 24 horas. Desta maneira, as modalidades escolhidas para a prova foram o *Trekking*, *Mountain Bike*, Natação, Técnicas Verticais e Canoagem. Para o cálculo do tempo de duração da prova

a equipe responsável estimou que as primeiras equipes da corrida terminariam com 18 horas e as últimas equipes com 20 horas de prova.

4.5.3 Formato da prova

O formato do evento levou em consideração os aspectos de segurança, logística das equipes, clima, temperatura, controle da prova, tempo para conclusão e o grau de dificuldade do percurso. Neste sentido a equipe organizadora estabeleceu a seguinte dinâmica e distâncias por modalidade, divididos em duplas e quartetos. (Figura 3)

Modalidade	Distância (Km)
<i>Mountain bike</i>	61,5
<i>Trekking</i>	13,0
Natação	1,0
Canoagem	6,0
<i>Mountain bike</i>	9,0
<i>Trekking</i>	3,5
<i>Rappel</i>	0,12
<i>Trekking</i>	8,0
<i>Mountain bike</i>	12,5
Total	114,6

Figura 3- Quadro demonstrativo do percurso realizado pelos atletas apresentando as diferentes modalidades praticadas e distâncias percorridas no evento de corrida de aventura.

4.5.4 Desenvolvimento da prova

Nesta etapa houve a participação de nove quartetos e duas duplas, totalizando 40 atletas, com representantes dos estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Norte. Entre estes atletas, 23 eram do estado de Pernambuco e 21 destes participaram do estudo, sendo dois excluídos, um por lesão e outro por perda do seguimento durante as coletas sanguíneas (Figura 4).

ESTADOS PARTICIPANTES

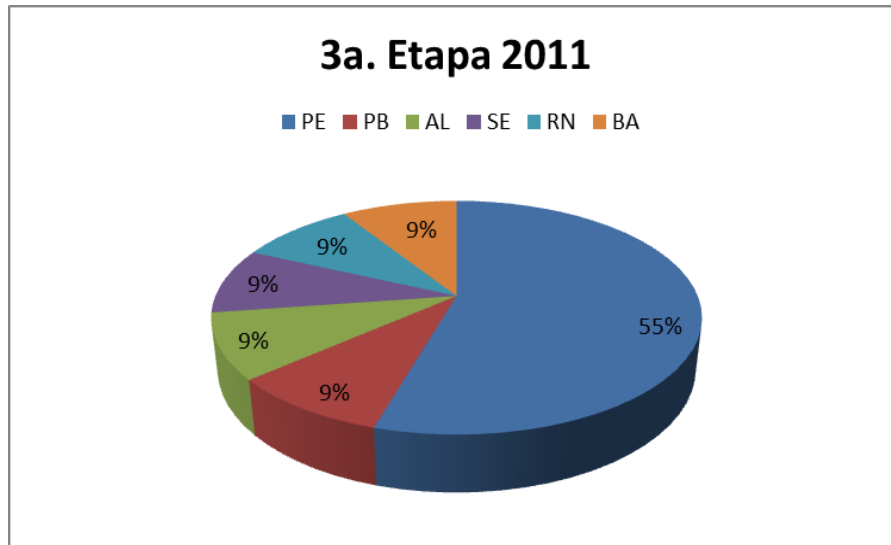


Figura 4- Gráfico demonstrando a participação de atletas de diferentes estados que participaram da etapa de corrida de aventura.

4.6 Análise estatística

Inicialmente, os valores individuais das concentrações basais de CK e DHL foram submetidos ao teste de Grubbs para determinação de *outliers*. Os dados foram expressos através das frequências relativas (percentuais) e absolutas (N) para as variáveis qualitativas e médias, desvio-padrão (DP), mínimo e máximo para as variáveis quantitativas. Para a comparação da evolução dos parâmetros bioquímicos (CK e DHL) entre os 4 momentos analisados (pré, pós imediato, 3 dias e 6 dias) foi aplicada a metodologia de Análise de Variância (ANOVA) com medida repetida. A análise de variância – ANOVA com medida repetida com dois fatores foi utilizada para comparação da evolução dos biomarcados no tempo segundo gênero, faixa etária e carga de treinamento. Quando detectada diferença significativa, a análise prosseguiu com a aplicação do teste de Tukey. O nível de significância considerado foi 0,05. Para a execução dos cálculos estatísticos foi utilizado o programa *GraphPad Prism 5.01 (GraphPad Software)*.

5 ARTIGO ORIGINAL

Preditores bioquímicos de lesões musculares em corredores de aventura

Biochemistry predictors of muscle Injury in adventure runners.

José Carlos Miranda Cordeiro Júnior¹

Erick José Ramo Silva²

Odwaldo Barbosa e Silva³

- 1- Aluno do curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da UFPE Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da UFPE, Recife, Brasil.
- 2- Doutor em Farmacologia pela Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- 3- Coordenador do setor de Ergometria do Hospital das Clínicas da UFPE, Recife, Brasil.

Correspondência: José Carlos Miranda Cordeiro Júnior. Av. Visconde de Jequitinhonha, 523, 1502-B. Boa Viagem, Recife, PE, Brasil. CEP- 51021-190.

Tel- 55-81- 3416-1190; Email: zecacordeiro@bol.com.br

Declaramos a inexistência de conflitos de interesse.

Key-words: Athletes. Running. Muscle. Creatine.

Word count- 3.026

*Artigo no formato do British Journal of Sports Medicine

<http://group.bmj.com/products/journals/instructions-for-authors/formatting>

5.1 Resumo

Introdução: Esportes de ultra-resistência, como a corrida de aventura, são caracterizados por grande esforço muscular durante períodos prolongados, aumentando a predisposição ao risco de lesões destas estruturas. A liberação de enzimas como creatina quinase (CK) e desidrogenase láctea (DHL) pelo músculo esquelético na corrente sanguínea após atividade física são usadas como marcadores de lesão da estrutura muscular. **Objetivos:** avaliar variações agudas das concentrações plasmáticas de CK e DHL antes e após uma prova de corrida de aventura, bem como o tempo de normalização destes valores e a influência do gênero, idade e carga de treinamento. **Métodos:** Estudo descritivo tipo série de casos, vinte e um atletas de ambos os sexos, entre 18 e 49 anos, participantes de uma prova de corrida de aventura, foram submetidos a coletas sanguíneas para avaliação da CK e DHL em quatro diferentes momentos, antes do evento, ao encerrar a prova e três e seis dias após a corrida. **Resultados:** A hemoconcentração das enzimas CK e DHL apresentou variação significativa quando comparados os momentos antes e logo após a corrida ($p < 0,05$), retornando ao valor basal após o terceiro dia da competição ($p < 0,05$), aproximando-se, ainda mais dos valores pré-corrida no sexto dia após o evento. Não houve alteração significativa na comparação das variações agudas entre os gêneros, faixa etária e diferentes cargas de treinamento, entretanto, na análise dos valores isolados das enzimas, foram observadas maiores concentrações da CK, mas não da DHL, em atletas do sexo masculino e com uma maior carga de treinamento. **Conclusões:** Por estas enzimas serem preditoras de risco para lesão muscular, um atleta de corrida de aventura apresentará menor risco a competir novamente, com uma maior segurança, aproximadamente três dias após sua última prova.

Palavras-chave: Atletas. Corrida. Músculo. Creatina quinase.

5.2 Abstract

Introduction: The competitive sport is characterized by great muscular effort. This high demand predisposes increased risk of injury in the development of these structures. The liberation of enzymes such as creatine kinase(CK) and lactic dehydrogenase(LDH) in the bloodstream after physical activity, show higher risk of muscular lesions, when they are located in the muscle fibers, in greater quantity. Adventure racing is an activity profile of high performance with higher risk of injuries in these athletes. **Objectives:** Evaluate acute changes in plasma concentrations of CK and LDH before and after an adventure race, the time of normalization of these values and their differentiation by gender, age and loads of train. **Methods:** A descriptive case series in a population of adventure athletes. Twenty-one athletes of both genders, between 18 and 49 years, participants of an adventure racing, underwent blood sampling for CK and LDH into four different times before the event, at the end of the race and on the third and sixth days after the race. **Results:** The hemoconcentration of the enzymes showed significant variation when comparing the moments before and after the race ($p < 0.05$) and returned to baseline after the third day ($p < 0.05$), approaching, most of the values pre-race on the sixth day after the event. There was no significant variation in the acute variations between genders, age and different training loads, however, the analysis of the values of the isolated enzymes was observed higher concentrations of CK, but not DHL in male athletes and greater training load. **Conclusions:** Once these enzymes are predictive of risk for muscle injury, an athletic adventure race will present a lower risk to compete again, with better security, about three days after his last race.

Key words: Athletes. Running. Muscle. Creatine.

5.3 Introdução

Os esportes relacionados a atividades na natureza vêm se tornando cada vez mais corriqueiros.[1] A corrida de aventura é um esporte, ainda amador, considerada multi esportiva, envolvendo várias modalidades esportivas de aventura, como corrida, *Mountain bike*, natação, canoagem, etc. Em geral, ocorre em ambientes naturais e com o auxílio de recursos de orientação para a identificação correta do percurso a ser seguido.[2]

As atividades físicas, principalmente quando realizadas em excesso, podem se comportar como uma agressão ao organismo, levando a uma alteração transitória da homeostasia do tecido muscular esquelético.[3] As alterações musculares induzidas pela atividade física são variáveis, de acordo com o tipo de atividade praticada.[3] A corrida de aventura é um esporte de intensidade de moderada a alta, com prolongado tempo de duração, envolvendo uma grande quantidade de contrações musculares.[4] Esta elevada quantidade de contração e relaxamento da musculatura origina alterações musculares consideradas lesões não traumáticas, com uma grande alteração na homeostase muscular.[5-10]

Muitos estudos demonstraram as várias alterações bioquímicas e histológicas ao final de atividades físicas, principalmente as de maior duração.[11-13] A corrida de aventura encontra-se nesse contexto de atividade e leva a uma grande alteração nos parâmetros bioquímicos e enzimáticos, que regulam a homeostase e os processos metabólicos.[11,12] A análise dos marcadores de lesão muscular e processo inflamatório é usada para a avaliação da presença de dano à musculatura.[14]

A maior parte das reações orgânicas é mediada por enzimas, proteínas catalisadoras, com finalidade de aumentar a velocidade das reações metabólicas do organismo. A creatinina quinase (CK) é a enzima mais frequentemente utilizada como marcador ao dano do tecido muscular esquelético, em qualquer tipo de exercício, seja de força ou os que predominam contrações excêntricas.[14-17] O aumento da atividade da CK no plasma demonstra que houve uma ruptura da membrana da célula muscular, considerando que esta enzima não possui a habilidade de cruzar a membrana celular quando o sarcoplasma encontra-se intacto. De maneira geral, os níveis da CK encontram-se aumentados após o exercício, com seu pico máximo estando por volta de 24-48 horas após o termino das atividades.[18,19]

Outras enzimas, como a desidrogenase láctea (DHL), também encontram-se alteradas após o término das atividades físicas que exijam um maior esforço.[20,21] A determinação da concentração plasmática da CK e da DHL, por métodos enzimáticos sanguíneos, combina a elevada sensibilidade em resposta ao estresse muscular associada à praticidade e simplicidade

operacional na realização destes exames. Além disso, a amostra, seja soro ou plasma, quando devidamente armazenada, sob refrigeração é estável por até sete dias.[19]

Alguns estudos já demonstraram a necessidade de profissionais de saúde em eventos de corrida de aventura devido ao alto risco de lesão destes atletas durante eventos e treinamentos, bem como as lesões mais frequentes.[22,23,24] As principais lesões ocorridas em nestes atletas incluem as cutâneas e musculares.[25,26] Dentre as lesões musculares, as mais comuns incluem contusões e estiramentos dos músculos de membros inferiores.[26] Uma vez que a elevação das concentrações séricas destas enzimas demonstra um risco mais elevado de lesões musculares por sobrecarga de exercício,[27,28] a avaliação das alterações das concentrações séricas da CK e DHL, enzimas relacionadas ao estresse muscular, após a prática da corrida de aventura é importante para a determinação do tempo ideal de repouso do atleta, seu retorno aos treinamentos e à prática esportiva.

O presente estudo teve como objetivo avaliar as alterações agudas das concentrações plasmáticas de CK e DHL em corredores de aventura do estado de Pernambuco, determinando o tempo necessário para seu retorno às concentrações basais (pré-corrida). O efeito do gênero, idade e da carga de treinamento no padrão de alteração enzimática nesses atletas também foi avaliado.

O melhor conhecimento do seu perfil sérico, em corredores de aventura, poderá contribuir para o bem estar físico do atleta e orientar sobre o período adequado do ciclo treinamento-competição-repouso, diminuindo o risco de lesões por sobrecarga muscular.

5.4 Material e métodos

5.4.1 Desenho do estudo

Estudo epidemiológico descritivo tipo série de casos, com abordagem de análise quantitativa, numa população específica de corredores de aventura do estado de Pernambuco.

Todos os participantes da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com a “Declaração de Helsinquia” da Associação Médica Mundial e o estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Faculdade Maurício de Nassau, em Recife, Pernambuco, bem como através da

Plataforma Brasil, base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos para todo o sistema CEP/Conep (CAAE 00831612.0.0000.5193).

5.4.2 Amostra

Fizeram parte da pesquisa 21 atletas entre 18 e 49 anos, com idade média de 34,6 anos (DP=8,7). Competiram atletas de ambos os sexos, sendo sete mulheres (33,3%) e 14 homens (66,7%), presentes em uma etapa do Circuito Pernambucano de Corrida de Aventura. Todos com experiência em corrida de aventura, competindo há, no mínimo, um ano.

Foram excluídos do estudo dois atletas recém-saídos, ou em recuperação, de lesão do músculo esquelético nos últimos dois meses, além de competidores com queixa clínica de desconforto muscular nas últimas duas semanas e portadores de doenças crônicas, como insuficiência renal crônica, câncer, cirrose, entre outras.

Antes da primeira coleta de sangue foi entregue aos atletas questionário de saúde, contendo informações sobre hábitos de vida, medicações em uso, suplementação alimentar, uso de drogas ilícitas ou substâncias dopantes, ser portador de doenças crônicas ou infecto-contagiosas.

Após a análise geral dos atletas estes foram divididos por gênero (masculino ou feminino), faixas etária (18 a 34 anos e maior ou igual a 35 anos) e de acordo com a carga de treinamento semanal (maior que 8 h semanais, de 6 a 8 h e menor que 6 h).

5.4.3 O evento

O formato do evento, com participantes divididos em duplas e quartetos, levou em consideração os aspectos de segurança, logística das equipes, clima, temperatura, controle da prova, tempo para conclusão e o grau de dificuldade do percurso. Nesse sentido a equipe organizadora estabeleceu a seguinte dinâmica e distâncias por modalidade. (Tabela 1)

Tabela 1- Modalidades e distâncias percorridas pelos atletas durante o evento de corrida de aventura.

Modalidade	Distância (Km)
<i>Mountain bike</i>	61,5
<i>Trekking</i>	13,0
Natação	1,0
Canoagem	6,0
<i>Mountain bike</i>	9,0
<i>Trekking</i>	3,5
<i>Rappel</i>	0,12
<i>Trekking</i>	8,0
<i>Mountain bike</i>	12,5
Total	114,6

Estes dados demonstraram a complexidade do evento e o desgaste ao qual os atletas foram submetidos, totalizando um tempo mínimo de 16 horas de duração de prova e um máximo de 21 horas.

5.4.4 Coletas sanguíneas

As coletas de sangue foram realizadas por profissional de saúde habilitado, seguindo todos os cuidados de higiene e assepsia, na região antecubital anterior. Foram coletados 10 mL de sangue em cada uma das amostras.

As coletas de sangue foram realizadas nos seguintes períodos:

- 1 – Vinte e quatro horas antes do início da competição (Pré-corrida)
- 2 – Ao final a competição (Pós-imediato; Pós-imed)
- 3 – Três dias após a competição (Pós-3 dias; Pós-3d)
- 4 – Seis dias após a competição (Pós-6 dias; Pós-6d)

Após cada uma das coletas, as amostras foram devidamente armazenadas em caixas térmicas para manter a temperatura adequada e encaminhadas para o laboratório de análises

clínicas do Hospital Getúlio Vargas. No laboratório, as amostras foram processadas para a determinação das concentrações de CK e DHL, por método cinético UV-37°, utilizando kits comercialmente disponíveis de rotina do laboratório, em analisador imuno-enzimático *Architect C80003* (Abbott Laboratories). Os valores de referência de CK para mulheres e homens são <145 U/L e <171 U/L, respectivamente. Os valores de referência de DHL são 125-243 UI/L para ambos os sexos.

5.4.5 Análise estatística

Os valores de CK e DHL foram expressos como média $\pm$ desvio padrão (DP) e submetidos à análise estatística utilizando o programa *GraphPad Prism 5.01* (GraphPad Software). Inicialmente, os valores individuais das concentrações basais de CK e DHL foram submetidos ao teste de Grubbs para determinação de *outliers*. As diferenças estatísticas entre as médias dos períodos analisados foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) com medida repetida. Quando detectada diferença significativa, a análise prosseguiu com a aplicação do teste de Tukey. A influência dos fatores gênero, faixa etária e carga de treinamento nas diferenças estatísticas dos períodos analisados foi determinada por ANOVA de duas vias com medida repetida. O nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade foi fixado em 5% ($p < 0,05$).

5.5 Resultados

Durante oito dias foram avaliados 21 atletas, participantes de uma das etapas do circuito pernambucano de corrida de aventura. Os resultados foram avaliados a partir das variações das concentrações plasmáticas de CK e DHL destes atletas nos quatro períodos do estudo, bem como pela análise de questionário entregue aos mesmos no momento da primeira coleta sanguínea. Uma atleta foi excluída da avaliação para a CK por apresentar valor basal significativamente elevado em comparação com os demais indivíduos do estudo, de acordo com o teste de exclusão de Grubbs.

Ao analisar os valores de referência para as enzimas observamos que quatro das sete mulheres avaliadas apresentavam concentrações plasmáticas basais acima dos valores padrões para a CK, sendo uma delas excluídas do estudo, conforme citado anteriormente (Tabela suplementar 1). Considerando a DHL, apenas duas apresentaram concentrações plasmáticas basais acima do padrão de referência (Tabela suplementar 2).

Na avaliação do sexo masculino, dos 14 homens estudados, apenas um encontrava-se com o valor basal dentro dos valores de referência para a CK (Tabela suplementar 1). Entretanto, na comparação da DHL, apenas um apresentava-se fora dos valores de referência (Tabela suplementar 2).

Quando todos os atletas foram analisados em conjunto, foi observado aumento significativo das concentrações plasmáticas de CK e DHL no período pós-imediato em comparação com o período pré-corrida ($p < 0,05$; Tabela 2). Esses valores retornaram aos níveis basais (pré-corrida) a partir do terceiro dia (pós-3 dias) do término da competição ($p < 0,05$; Tabela 2). No sexto dia após a competição (pós-6 dias), as concentrações de CK e DHL diminuíram significativamente, sem diferenças em relação ao período pré-corrida (Tabela 2).

Tabela 2 - Concentração plasmática de creatina quinase (CK) e desidrogenase láctea (DHL) de atletas corredores de aventura nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

Período de coleta	CK (UI/l; n=20)	DHL (UI/l; n=21)
Pré-corrida	223,3 $\pm$ 84,3 (89-452)	208,6 $\pm$ 54,7 (156-355)
Pós-imed	1319,7 $\pm$ 707,3* (328-2892)	286,0 $\pm$ 67,8* (206-502)
Pós-3d	465,9 $\pm$ 328,3 (86-1591)	263,6 $\pm$ 50,2 (167-380)
Pós-6d	258,5 $\pm$ 134,3 (92-743)	204,9 $\pm$ 47,1 (160-358)

Os valores representam média $\pm$ desvio padrão (mínimo-máximo) de (n) amostras por grupo.

* Significa diferença estatisticamente significativa em comparação com o grupo Pré-corrida (ANOVA seguida pelo teste de Tukey, $p < 0,05$).

A análise dos resultados de acordo com o gênero e idade demonstrou que esses fatores não influenciaram no padrão de variação das concentrações séricas de CK e DHL em corredores de aventura (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Concentração plasmática de creatina quinase (CK) e desidrogenase láctea (DHL) de atletas corredores de aventura dos gêneros masculino e feminino nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

Gênero	Período de coleta	CK (UI/l)	DHL (UI/l)
Masculino (n=14)	Pré-corrida	254,6 ± 77,5 (164-452)	200,8 ± 47,8 (153-355)
	Pós-imed	1446,4 ± 733,2 (626-2892)	291,1 ± 44,9 (234-400)
	Pós-3d	581,7 ± 326,1 (279-1591)	243,6 ± 52,9 (180-380)
	Pós-6d	301,2 ± 137,9 (192-743)	204,4 ± 48,0 (160-358)
Feminino (n= 6 para CK; n= 7 para DHL)	Pré-corrida	150,2 ± 47,3 (89-192)	224,3 ± 67,9 (159-353)
	Pós-imed	1024,0 ± 594,7 (328-1921)	275,6 ± 103,9 (206-502)
	Pós-3d	195,3 ± 98,3 (86-334)	222,6 ± 44,5 (167-300)
	Pós-6d	158,7 ± 46,1 (92-201)	206,0 ± 49,2 (163-312)

Os valores representam média ± desvio padrão (mínimo-máximo) de (n) amostras por grupo.

Tabela 4 - Concentração plasmática de creatina quinase (CK) e desidrogenase láctea (DHL) de atletas corredores de aventura de acordo com a idade nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

Idade	Período de coleta	CK (UI/l)	DHL (UI/l)
18-34 anos (n= 10 para CK; n= 11 para DHL)	Pré-corrida	240,7 ± 111,7 (89-452)	226,3 ± 71,2 (156-355)
	Pós-imed	1279,7 ± 853,8 (328-2892)	292,1 ± 50,9 (212-400)
	Pós-3d	570,4 ± 426,0 (86-1591)	248,9 ± 61,0 (167-380)
	Pós-6d	296,5 ± 178,1 (92-743)	219,3 ± 60,8 (163-358)
≥ 35 (n= 10)	Pré-corrida	205,9 ± 43,2 (120-280)	189,2 ± 14,9 (156-206)
	Pós-imed	1359,7 ± 568,9 (703-2520)	279,2 ± 85,2 (206-502)
	Pós-3d	361,3 ± 147,9 (116-544)	215,9 ± 25,0 (180-288)
	Pós-6d	220,4 ± 55,9 (124-332)	188,1 ± 18,1 (160-211)

Os valores representam média ± desvio padrão (mínimo-máximo) de (n) amostras por grupo.

Ao avaliar o efeito da carga de treinamento no padrão de alteração da CK e DHL em atletas de aventura, observou-se que atletas com tempo de treinamento superior a 8 h semanais já apresentaram valores basais de CK, mas não de DHL, significativamente elevados em comparação com atletas com tempo de treinamento entre 6 e 8 h e inferior a 6 h (Tabela suplementar 1 e 2). Em paralelo, observou-se interação significativa entre a carga de treinamento e o perfil de alteração da concentração plasmática de CK, mas não de DHL. Atletas com tempo de treinamento superior a 8 h apresentaram aumento dos valores de CK após a corrida significativamente mais elevado em comparação com os atletas com tempo de treinamento inferior (Tabela suplementar 1 e 2). Os valores das concentrações plasmáticas de CK, no entanto, retornaram aos níveis basais 3 dias após a prova, independentemente da carga de treinamento (Tabela suplementar 1).

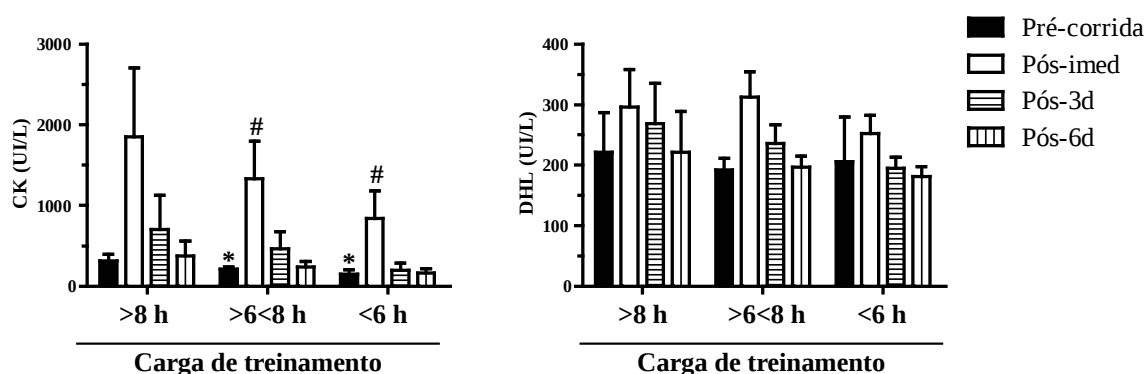


Figura 1. Concentração plasmática de creatina quinase (esquerda) e desidrogenase láctea (direita) de atletas corredores de aventura de acordo com a carga de treinamento semanal nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida. Os valores representam média $\pm$ desvio padrão de 6 a 8 amostras por grupo. * Diferença estatisticamente significativa em comparação com o grupo Pré-corrida >8 h (ANOVA seguida pelo teste de Tukey, $p < 0,05$); # Interação significativa entre a carga de treinamento e o aumento de CK após a prova (ANOVA de duas vias seguida pelo teste de Bonferroni, $p < 0,05$).

5.6 Discussão

No presente estudo, foram descritas as variações das concentrações plasmáticas das enzimas CK e DHL, em corredores de aventura que participaram de uma competição com aproximadamente 115 km, na qual os atletas foram submetidos a provas de corrida, *mountain bike*, *rappel*, natação e canoagem, conforme observado na tabela 1. O formato da prova levou os atletas a percorrer este extenuante percurso da maneira mais intensa e contínua possível, finalizando a corrida em um tempo mínimo de 16 h.

A primeira descrição sobre cuidados médicos em corredores de aventura ocorreu em 2003. Kohler descreveu as necessidades de cuidados de saúde em atletas corredores de aventura.[29] Este autor descreveu que as principais lesões que ocorrem em uma corrida de aventura são de origem músculo-esquelética, principalmente lesões musculares, entorses, luxações e fraturas. Alterações relacionadas à privação de sono e à exposição ao frio e calor excessivo, também foram descritas.

Tendo em vista a heterogeneidade da população estudada, composta por atletas de diferentes rotinas de treinamento, foi encontrada grande variação nos valores basais da CK,

mas não da DHL. Fallon et al, em 1999, descreveram aumento dos níveis séricos de CK, nas pessoas com melhor condicionamento físico e massa muscular.[30] De maneira semelhante, Kratz et al e Eliakin et al, em trabalho distintos, em 2002, demonstraram elevação dos níveis séricos de CK e DHL em pessoas com prática de treinamento físico diário em comparação com a população sedentária.[31,32] De fato, dos vinte e um atletas avaliados no presente estudo, dezessete já apresentavam seus valores basais de CK elevados quando comparados aos valores de referência, provavelmente devido à prática de atividade física regular e ininterrupta e à ausência de repouso adequado. Em relação à DHL, no entanto, apenas três atletas apresentaram valores alterados. Dessa forma, estes resultados sugerem a maior sensibilidade da CK como preditor de lesão muscular em resposta à prática regular de atividade física em comparação com a DHL, conforme já observado em estudos anteriores.[33,34] De fato, os resultados do presente estudo demonstraram que atletas de aventura com maior carga de treinamento semanal possuem concentrações séricas de CK, mas não de DHL, significativamente elevadas em comparação com atletas de menor intensidade de atividade física no mesmo período. Estudos adicionais com um número maior de voluntários deverão ser realizados para confirmação dessa hipótese.

No presente estudo, foi observado aumento de aproximadamente 6 e 1,5 vezes nos níveis séricos de CK e DHL, respectivamente, imediatamente após o final da prova de aventura em comparação com os valores basais. Esses resultados indicam que a CK é um marcador mais sensível de estresse muscular agudo nesse tipo de atletas. De fato, Totsuka et al, 2002, demonstraram que os valores séricos da CK sofreram elevação de aproximadamente 3 vezes logo após o encerramento de uma prova de ciclismo de ultra-resistência.[35] Nuviala et al e Denvir et al descreveram as alterações enzimáticas relacionadas à maratona e ao triátlon, respectivamente, e demonstraram que os níveis de CK se tornaram mais elevados ao final de competições de longa duração e elevada demanda física.[36,37]

Os valores das concentrações enzimáticas no terceiro e sexto dias pós-corrida, já se encontravam estatisticamente semelhantes às concentrações pré-corrida para ambas as enzimas. Vale salientar que a duração da prova pode ter influenciado na obtenção desses resultados, visto que os atletas praticaram esforço físico de moderado a intenso por um período mínimo de 16 h anteriores à segunda coleta de sangue. De fato, Nishii et al, em 2004, avaliaram os níveis séricos de CK e DHL em ciclistas após 30 minutos de corrida de *mountain bike* e observou que os valores destas enzimas aumentaram logo após a prova e tiveram seus valores normalizados 24 h após o término do exercício.[38] Apesar do tempo 24 h pós-corrida

não ter sido incluído no presente estudo, é provável que, devido à intensidade e tempo de duração da competição, as concentrações séricas de CK e DHL não retornem aos níveis basais nas primeiras 24 h. Em Conformidade, Staubli et al e Helers et al demonstraram que as concentrações séricas destas enzimas em atletas submetidos à prática física prolongada permaneceram elevados nas primeiras 48 horas após o término das atividades, retornando aos seus valores normais entre 4 e 10 dias, respectivamente.[39,40]

Conforme observado na literatura, o tipo de exercício também é um fator a ser considerado na determinação do perfil de elevação das concentrações de CK e DHL. Ao contrário do observado no presente estudo, atletas amadores submetidos a exercícios de força tiveram aumento das concentrações séricas de CK um a dois dias após o encerramento do exercício, atingindo o pico entre quatro e sete dias e retornando aos níveis basais somente a partir do décimo quarto dia, como descrito por Barquilha et al, Sbriccoli et al e Serrão et al.[19,41,42] Hurley et al, por sua vez, relataram o aumento destas enzimas em um período ainda mais prolongado, após cerca de oito horas após o término da atividade física de hipertrofia muscular.[43] Dessa forma, os resultados do presente estudo, associados aos dados da literatura sugerem que o aumento mais rápido das concentrações séricas de CK em atletas submetidos a exercícios de resistência está associado ao retorno aos níveis basais em tempo mais curto. Por outro lado, o aumento mais lento das concentrações séricas de CK em atletas que praticam exercícios de força estão associados a um tempo mais prolongado para o seu retorno aos níveis basais.

5.7 Documentos suplementares

Tabela suplementar 1 - Concentração plasmática individual de creatina quinase (CK) de atletas corredores de aventura nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

Atletas	Sexo	Idade	CK (UI/l)			
			Pré-Corrida	Pós-imed	Pós-3d	Pós-6d
1	M	34	246	710	560	250
2	F	39	203	1921	233	201
3	M	49	280	2520	451	332
4	F	38	120	777	116	124
5	M	47	223	1123	279	216
6	F	43	180	1074	202	192
7	F	30	89	566	86	92
8	M	38	223	1123	494	282
9	M	21	331	2141	764	337
10	F	33	117	328	201	146
11	M	35	185	703	480	223
12	F	29	887*	440	1101	579
13	M	18	350	626	432	311
14	M	32	250	1864	503	320
15	M	31	188	655	418	192
16	M	47	202	1078	544	198
17	M	45	251	1800	480	239
18	M	28	164	1178	314	232
19	F	40	192	1478	334	197
20	M	24	220	1837	835	342
21	M	32	452	2892	1591	743

* A atleta foi excluída do estudo por apresentar concentração plasmática basal de CK significativamente elevada em relação aos demais indivíduos do estudo de acordo com o teste de exclusão de Grubbs.

Tabela suplementar 2 - Concentração plasmática individual de desidrogenase láctea (DHL) de atletas corredores de aventura nos períodos pré-corrida, imediatamente após a corrida (Pós-imed) e três (Pós-3d) e seis (Pós-6d) dias após a corrida.

Atletas	Sexo	Idade	DHL (UI/l)			
			Pré-Corrida	Pós-imed	Pós-3d	Pós-6d
1	M	34	212	300	250	234
2	F	39	203	502	258	211
3	M	49	206	293	210	204
4	F	38	190	206	191	180
5	M	47	177	254	180	160
6	F	43	187	214	203	185
7	F	30	159	251	167	163
8	M	38	183	236	206	191
9	M	21	355	400	380	358
10	F	33	353	281	211	189
11	M	35	191	314	288	198
12	F	29	280	212	300	312
13	M	18	193	327	310	189
14	M	32	212	318	231	209
15	M	31	156	234	212	196
16	M	47	156	274	222	162
17	M	45	201	236	245	198
18	M	28	200	287	207	198
19	F	40	198	263	228	202
20	M	24	180	317	206	178
21	M	32	189	286	264	186

5.8 Referências do artigo original

1. Bratman GN, Hamilton JP, Daily GC. The impacts of nature experience on human cognitive function and mental health. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2012;**1249**:118-36.
2. Delmonego Jr JA, Lima-Silva AE, Gress FAG, et al. Determinação da intensidade da corrida de aventura a partir da frequência cardíaca. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte* 2008;**7**(1):89-97.
3. Fisher BD, Baracos VE, Shnitka TK, et al. Ultrastructural events following acute muscle trauma. *Med Sci Sports Exerc* 1990;**22**:185-93.
4. Appell HJ, Soares JM, Duarte JA. Exercise, Muscle Damage and Fatigue. *Sports Med* 1992;**13**:108-15.
5. Armstrong RB, Warren GL, Warren JA. Mechanisms of Exercise Induced Muscle Fiber Injury. *Sports Med* 1992;**12**:184-207.
6. Duarte JA, Mota MP, Neuparth MJ, et al. Miopatia do Exercício. Anatomopatologia e Fisiopatologia. *Revista portuguesa de ciências do desporto* 2002;**1**(2):73-80.
7. Duarte JAR. Miopatia do Exercício- *Alterações Estruturais no Músculo Esquelético do Ratinho Sujeito a Dois Protocolos Diferentes de Corrida*. (1990). Dissertação (monografia apresentada às provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica), Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto, Portugal, 1990.
8. Ebbeling CB, Clarkson PM. Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation. *Sports Med* 1989;**7**:207-34.
9. Mccully KK. Exercise-Induced Injury to Skeletal Muscle. *fed proc* 1986;**45**:2933-6.
10. Newham DJ. The Consequences of Eccentric Contractions and their Relationship to Delayed Onset Muscle Pain. *Eur J Appl Physiol* 1988;**57**:353-9.
11. Neumayr G. Physiological Effects of an Ultra-Cycle Ride in an Amateur Athlete. A Case Report. *J Sports Sci Med* 2002;**1**:20-6.
12. Gleeson M. Biochemical and Immunological Markers of Overtraining. *J Sports Sci Med* 2002;**1**:31-41.
13. Halson SL. Time Course of Performance Changes and Fatigue Markers During Intensified Training in Trained Cyclists. *J Appl Physiol* 2002;**93**:947-56.
14. de Souza CT, de Medeiros C, da Silva. Avaliação Sérica de Danos Musculares e Oxidativos em Atletas Após Partida de Futsal. *Revista brasileira de cineantropometria & desempenho humano* 2010;**12**(4):269-74.

15. Motta TV. Bioquímica Clínica para o laboratório: Princípios e Interpretações. 4ª ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau; 2003.
16. Foschini D, Prestes J, Charro AM. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Revista brasileira de cineantropometria & desempenho humano* 2007;**9**(1):101-6.
17. Mougiou V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med* 2007;**41**(10):674-8.
18. Li G, Feng X, Wang S. Effects of Cu/Zn superoxide dismutase on strain injury-induced oxidative damage to skeletal muscle in rats. *Physiological Research* 2005;**54**(2):193-9.
19. Barquilha G, Uchida MC, Santos VC, et al. Characterization Of The Effects Of One Maximal Repetition Test On Muscle Injury And Inflammation Markers. *WebmedCentral PHYSIOLOGY* 2011;2(3):www.webmedcentral.com/article_view/1717 (acessado em 7 de agosto de 2012).
20. Iaia FM, Bangsbo J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2010;**20**(S2):11-23.
21. Nie J, Tong TK, George K, et al. Resting and post-exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. *Scand J Med Sci Sports* 2011;**21**(5):625-9.
22. Fordham S, Garbutt G, Lopes P. Epidemiology of injuries in adventure racing athletes. *Br J Sports Med* 2004;**38**:300-3.
23. Greenland K. Medical support for Adventure Racing. *Emerg Med Australas* 2004;**16**:465-8.
24. Townes D. Wilderness Medicine Strategies for Provision of Medical Support for Adventure Racing. *Sports Med* 2005;**35**(7):557-64.
25. McLaughlin KA, Townes DA, Wedmore IS, et al. Pattern of Injury and Illness During Expedition-Length Adventure Races. *Wilderness Environ Med* 2006;**17**(3):158-61.
26. Newsham-West RJ, Marley J, Schneiders AG, et al. Pre-race health status and medical events during the 2005 World Adventure Racing Championship. *J Sci Med Sport* 2010;**13**:27-31.
27. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R. Serum Enzymes Monitoring in Sports Medicine. *Clin Sports Medicine* 2008;**27**:1-18.
28. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatinine Kinase monitoring in Sport medicine. *Br Med Bull* 2007;**81**:209-30.

29. Kohler MK. Adventure Racing: Roles and protocols for the sports chiropractor. *J Chir Med* 2003;**1**(2):1-6.
30. Fallon KE, Sivyer G, Sivyer K, et al. The biochemistry of runners in a 1600 km ultramarathon. *Br J Sports Med* 1999;**33**:264–9.
31. Kratz A, Lewandrowski KB, Siegel AJ. Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *Am J Clin Pathol* 2002;**118**:856–63.
32. Eliakim A, Nemet D, Shenkman L. Serum enzyme activities following long-distance running: comparison between Ethiopian and white athletes. *Isr J Med Sci* 1995;**31**:657-9.
33. Brown SJ, Child SH, Donnelly AE. Exercise-Induced Skeletal Muscle Damage and Adaptation Following Repeated Bouts of Eccentric Muscle Contraction. *J Sports Sci* 1997;**15**:215-22.
34. Nosaka K, Clarkson PM. Muscle Damage Following Repeated Bouts of high force Eccentric Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1995;**27**:1263-9.
35. Totsuka M, Nakaji S, Suzuki K, et al. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *J Appl Physiol* 2002;**93**:1280-6.
36. Nuviala RJ, Roda L, Lapieza MG, et al. Serum enzymes activities at rest and after a marathon race. *J Sports Med Phys Fitness* 1992;**32**:180–6.
37. Denvir MA, Galloway PJ, Meighan AS, et al. Changes in skeletal and cardiac muscle enzymes during the Scottish Coast to Coast Triathlon. *Scott Med J* 1999; **44**:49–51.
38. Nishii T, Umemura Y, Kitagawa K. Full suspension mountain bike improves off-road cycling performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2004;**44**:356-60.
39. Staubli M, Roessler B, Kochli HP, et al. Creatine kinase and creatine kinase MB in endurance runners and in patients with myocardial infarction. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1985;**54**:40–5.
40. Helers GG, Ball TE, Liston L. Creatine kinase levels are elevated during 2-A-day practices in collegiate football players. *Athletic Training* 2002;**37**:151–6.
41. Sbriccoli P, Felici F, Rosponi A, et al. Exercise induced muscle damage and recovery assessed by means of linear and non-linear sEMG analysis and ultrasonography. *J Electromyogr Kinesiol* 2001;**11**:73–83.
42. Serrão FV, Foerster B, Spada S, et al. Functional changes of human quadriceps muscle injured by eccentric exercise. *Braz J Med Biol Res* 2003;**36**:781–6.
43. Hurley BF, Redmond RA, Pratley RE, et al. Effects of strength training on muscle ohypertrophy and muscle cell disruption in older men. *Int J Sports Med* 1995;**16**:378–84.

44. Havas E, Komulainen J, Vihko V. Exercise-induced increase in serum creatine kinase is modified by subsequent bed rest. *Int J Sports Med* 1997;**18**:578–82.
45. Garry JP, McShane JM. Post competition elevation of muscle enzyme levels in professional football players. *Medscape Gen Med* 2000;**2**(1).
46. Amelink GJ, Kamp HH, Bar PR. Creatine kinase isoenzyme profiles after exercise in the rat: sex-linked differences in leakage of CKMM. *Pflugers Arch* 1988;**412**:417–21.

6 CONCLUSÕES

A corrida de aventura é uma atividade multi-esportiva envolvendo várias modalidades esportivas de aventura, incluindo corrida, natação, ciclismo, entre outras. Em geral, ocorre em ambientes naturais e com o auxílio de recursos de orientação para a identificação correta do percurso a ser seguido (4,5). Considerada como uma atividade de elevada demanda física (10), a corrida de aventura é um esporte ainda pouco estudado, principalmente sob o ponto de vista bioquímico.

As atividades físicas, principalmente quando realizadas em excesso, podem se comportar como uma agressão ao organismo, levando a uma alteração transitória da homeostasia do tecido muscular esquelético. As alterações bioquímicas e histológicas neste tecido, desencadeadas pelo exercício físico são denominadas miopatia do exercício (22,23,24). Após a prática do exercício físico haverá, desta maneira, lesão da fibra muscular com liberação de substâncias na circulação sanguínea. As enzimas CK e DHL são algumas das substâncias liberadas no sangue, após a atividade física (28).

O aumento nas concentrações plasmáticas da CK e da DHL pode, desta forma, ser considerado como marcador indireto ao dano muscular. A CK, entretanto, é considerada um marcador mais preciso, uma vez que, mesmo esta enzima encontrando-se em vários tecidos, sua maior concentração é observada no tecido muscular esquelético e na musculatura miocárdica (31,32).

De forma semelhante, após período de repouso, os valores plasmáticos destas enzimas vão decrescendo paulatinamente. Esta diminuição, por sua vez, demonstra uma recuperação do tecido muscular, alterado após o exercício (35,79,80,81).

Tendo em vista que estas enzimas são preditoras de lesão muscular de atletas e que os conhecimentos destas alterações em corredores de aventura são escassos, o artigo teve como objetivo avaliar as alterações nas concentrações de CK e DHL nestes atletas, correlacionando estes achados ao gênero, idade e carga de treinamento semanal dos atletas.

À luz dos artigos revisados, foram analisadas as alterações nas concentrações destas enzimas em diferentes momentos antes e após a realização de uma prova de corrida de aventura.

No presente estudo, foi observado aumento de aproximadamente 6 e 1,5 vezes nos níveis séricos de CK e DHL, respectivamente, imediatamente após o final da prova de aventura em comparação com os valores basais. Esses resultados indicam que a CK é um marcador mais sensível de estresse muscular agudo nesse tipo de atletas. De fato, Totsuka et al, 2002, demonstraram que os valores séricos da CK sofreram elevação de aproximadamente 3 vezes logo após o encerramento de uma prova de ciclismo de ultra-resistência.(35) Nuviala et al e Denvir et al descreveram as alterações enzimáticas relacionadas à maratona e ao triátlon, respectivamente, e demonstraram que os níveis de CK se tornaram mais elevados ao final de competições de longa duração e elevada demanda física.(82,83,84)

Neste estudo foi avaliado o impacto do gênero e da idade no perfil de alteração das concentrações séricas de CK e DHL em corredores de aventura. Ao comparar os valores basais entre os gêneros dos atletas estudados, conforme esperado, a média de valores basais de CK em atletas do sexo masculino foi maior que os valores para os atletas do sexo feminino. Este padrão foi mantido mesmo nos intervalos de tempo após a prova, quando as concentrações séricas de CK foram sempre maiores nos homens, tendo em vista que conforme Brancaccio et al, gênero está entre os fatores que podem afetar as concentrações séricas de CK. Em condições normais, os homens apresentam valores de CK maiores do que as mulheres (35), em decorrência da maior concentração de estrogênio no sexo feminino, fator que diminui o extravasamento da CK através da membrana celular.(44,45). No entanto, vale ressaltar que, no estudo, o perfil de alteração da CK e DHL não foi diferente entre os gêneros

Em relação à idade, verificou-se uma ausência de dados na literatura sobre o impacto da idade nas alterações da CK e DHL em atletas de ultra-resistência. Neste estudo, observou-se pela primeira vez que a idade não interferiu no perfil de alteração agudo da CK e DHL após uma prova de corrida de aventura. Em conjunto, os resultados aqui apresentados demonstraram que tanto o sexo quanto a idade não influenciaram o padrão de aumento das concentrações séricas destas enzimas após uma prova de resistência, bem como o tempo necessário para o seu retorno aos valores basais.

Em conclusão, o presente estudo evidenciou a importância do acompanhamento das concentrações plasmáticas da DHL e, principalmente da CK, em atletas de corrida de aventura como forma auxiliar de prevenir lesões musculares e melhorar o rendimento esportivo. Considerando a importância da determinação das concentrações séricas dessas enzimas como preditores de lesões musculares, este estudo contribuirá para a melhor determinação de uma

agenda de treinamento adequada para os atletas corredores de aventura, minimizando os riscos de incidência de lesões de origem muscular nesses atletas e aumentando o seu bem-estar físico.

REFERÊNCIAS

1. Rogan R. Run, Pheidippeides, run! The Story of the Battle of Marathon. *Brit J Sports Med* 1981;**15**(31);186-9.
2. Competition Rules for Road Races. *International Association of Athletics Federations*. International Association of Athletics Federations. 2010-2011.
3. Mattson CM. Så påverkas hjärtat: Nya avhandlingar: Physiology of Adventure Racing - with emphasis on circulatory response and cardiac fatigue. *Svensk IdrottsMedicin* 2011;**4**(30):22-7.
4. Mann D, Schaad K. The complete guide to adventure racing. The insider`s guide to the greatest sport on the earth. 2001;New York, NY: Hatherleig Press.
5. Togumi, W. O que é corrida de aventura. Adventuremag: Informativo sobre corrida de aventura. Disponível em: <http://www.adventuremag.com.br>. 2005. Acesso em 08/07/2012.
6. Bratman GN, Hamilton JP, Daily GC. The impacts of nature experience on human cognitive function and mental health. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2012;**1249**:118-36.
7. Marinho A. Lazer, natureza e aventura: compartilhando emoções e compromissos. *Rev Bras de Ciências do Esporte* 2001;**20**(1):143-53.
8. Zimberg IZ, Guarita HV, Juswiak CR, et al. Nutritional status of adventure racers. *Nutrition* 2007;**23**:404–11.
9. Marais J, Speville L. Adventure Racing. Champaing III. *Human Kinetics* 2004:8-154. ISBN 0-7360-5911-3.
10. Delmonego Jr JA, Lima-Silva AE, Gress FAG, et al. Determinação da intensidade da corrida de aventura a partir da frequência cardíaca. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte* 2008;**7**(1):89-97.
11. Santos G. Lesões agudas referidas por atletas praticantes de corrida de aventura. 2006: tese de mestrado, universidade estadual paulista, faculdade de ciências, departamento de educação física, São Paulo, 2006.
12. Scott JPR, McNaughton LR. Sleep deprivation, energy expenditure and cardiorespiratory function. *Int J Sports Med* 2004;**25**:421– 6.
13. Coiceiro GA, Costa VM. Ultramaratona: em busca do limite humano. *Rev Bras de Ciência e Movimento* 2010;**18**(3):21-8

14. Burini FHP, Oliveira EP, Burini RC. (Mal) Adaptações Metabólicas ao Treinamento Contínuo- Concepções não Consensuais de Terminologia e Diagnóstico. *Rev Bras Med Esportiva* 2010; **16**(5):388-92.
15. Paterson D. Adventure Racing Guide to Survival. 1ª ed. Seattle, WA: Editora Sporting Endeavours;1999.
16. Teixeira C. Expedição Mata atlântica (EMA) Brasil. Túnel do tempo. 1998, em: <http://www.ema.com.br/v4/tuneldotempo/ema98.php>. Acessado em 19/08/2012
17. Parry D, Chinnasamy C, Papadopoulou E, et al. Cognition and performance: anxiety, mood and perceived exertion among Ironman triathletes. *Br J Sports Med* 2011;**2**(45):1088-94.
18. Millet GY, Tomazin K, Verges S, et al. Neuromuscular consequences of an extreme mountain ultra-marathon. *PLoS ONE* 2011;**6**(2).
19. Millet GY. Can Neuromuscular Fatigue Explain Running Strategies and Performance in Ultra-Marathons? *Sports Medicine* 2011;**41**(6):489.
20. Araujo GG, et al. Respostas Fisiológicas para Determinar o Overtraining. *Rev da educação física-UEM* 2008;**19**(2):275-89.
21. Santhiago V, Gobatto CA. Compreendendo o Overtraining no Desporto: da Definição ao Tratamento. *Rev Port Cienc Desp* 2006;**6**(2):229-38.
22. Duarte JA, Mota MP, Neuparth MJ, et al. Miopatia do Exercício. Anatomopatologia e Fisiopatologia. *Rev Port med desport* 2002;**1**(2):73-80.
23. Soares JM, Duarte JA. A Miopatia do Exercício: Etiologia, Fisiopatologia e Factores de Prevenção. *Rev Port med desport* 1989;**42**:187-200.
24. Asayama K, Kato K. Oxidative Muscular Injury and its Relevance to Hyperthyroidism. *Free Rad Biol med* 1990;**8**:293-303.
25. Duarte JAR. Miopatia do Exercício- *Alterações Estruturais no Músculo Esquelético do Ratinho Sujeito a Dois Protocolos Diferentes de Corrida*. (1990). Dissertação (monografia apresentada às provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica), Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto, Portugal, 1990.
26. Fisher BD, Baracos VE, Shnitka TK, et al. Ultrastructural events following acute muscle trauma. *Med Sci Sports Exerc* 1990;**22**:185-93.
27. Souza HAC. Indicadores de Lesão e inflamação em Ciclistas de Elite em Diferentes Situações Competitivas. 2007: dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, instituto de Ciências Biomédicas, São Paulo, 2007.

28. Ginés MAR, Mas MFC, Ginés JAR, et al. Macro-creatincinasa: marcador de enfermedad. Guía práctica para su manejo. *An. Med. Interna* 2006;**23**(6):272-5.
29. Prasartwuth O, Alien TJ, Butler JE. Length-Dependent Changes in Voluntary Activation, Maximum Voluntary Torque and Twitch Responses After Eccentric Damage in Humans. *J Physiol* 2006;**571**:243-52.
30. Tricoli V. Mecanismos Envolvidos na Etiologia da Dor Muscular Tardia. *Rev Bras Cienc e Mov* 2001;**9**(2):32-43.
31. Brown SJ, Child SH, Donnelly AE. Exercise-Induced Skeletal Muscle Damage and Adaptation Following Repeated Bouts of Eccentric Muscle Contraction. *J Sports Sci* 1997;**15**:215-22.
32. Nosaka K, Clarkson PM. Muscle Damage Following Repeated Bouts of high force Eccentric Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1995;**27**:1263-9.
33. Hartmann U, Mester J. Training and Overtrainig Markers in Selected Sports Events. *Med Sci Sports Exerc* 2000;**32**(1):209-15.
34. Wallimann T, Brdiczka D, Nicolay K, et al. Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the 'phosphocreatine circuit' for cellular energy homeostasis. *The Biochemical Journal* 1992;**281**(1):21-40.
35. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatinine Kinase monitoring in Sport medicine. *Br Med Bull* 2007;**81**:209-30.
36. Uchida MC, Nosaka K, Ugrinowistch C, et al. Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *J Sports Sci* 2009;**27**(5):499-507.
37. Wallimann T, Hemmer W. Creatine kinase in non-muscle tissues and cells. *Molecular and Cellular Biochemistry* 1994;**133**:193-220.
38. Schlattner U, Tokarska-Schlattner M, Wallimann T. Mitochondrial creatine kinase in human health and disease. *Biochimica et Biophysica Acta* 2006;**1762**(2):164-80.
39. Yousef MA, Vaida S, Somri M, et al. Changes in creatine phosphokinase (CK) concentrations after minor and major surgeries in children. *British J of Anaesthesia* 2006;**96**(6):786-9.
40. Barquilha G. Treinamento crônico de força em atletas profissionais de hockey in line: Estudo da lesão, inflamação e força. *Rev Ed Física* 2009;**147**:77-7.
41. Vivekanandan S, Swaminathan R. Clinically effective CK-MB reporting: How to do it?. *Journ of Postgraduate Medicine* 2010;**56**(3):226-8.

42. Nelson DL, Cox MM. In: Lehninger, principles of biochemistry, 3rd ed. New York: Worth Publishers 2000.
43. Noakes TD. The Limits of Endurance Exercises. *Basic Res Cardiol* 2006;**101**(5):408-17.
44. Liu CY, Lai YC, Wu YC, et al. Macroenzyme creatine kinase in the era of modern laboratory medicine. *Journ of the Chinese Medical Association* 2010;**73**(1):35–9.
45. Barbosa TM, Magalhães PM, Lopes VP, et al. Comparação da Variação da Atividade Neuromuscular de Creatinina Quinase e da Força Isométrica Máxima Voluntária Entre Dois Protocolos exaustivos e inabituais. *Rev Port Cienc Desp* 2003;**3**(1):7-15.
46. Goldblatt H. The effect of high salt intake on the blood pressure of rabbits. *Laboratory Investigation* 1969;**21**(2):126–8.
47. Nelson DL, Cox MM. In: Lehninger, Princípios de Bioquímica, 2^a ed. São Paulo: Sarvier 1995.
48. Câmara e Silva IA, Dias RVC, Soto-Blanco B. Determinação das Atividades Séricas de Creatina Quinase, Lactato Desidrogenase e Aspartato Aminotransferase em Equinos de Diferentes Categorias de Atividade. *Arq. Bras Med Vet Zootec* 2007;**59**(1):250-2.
49. Bayer PM, Gabi F, Gergely T, et al. Isoenzymes of creatine kinase in the perinatal period. *J Clin Chem Clin Biochem* 1977;**15**:349–52.
50. Chemnitz G, Nevermann L, Schmidt E, et al. Creatine kinase and creatine kinase isoenzymes during pregnancy and labor and in the cord blood. *Clin Biochem* 1979;**12**:277–81.
51. Leiserowitz GS, Evans AT, Samuels SJ, et al. Creatine kinase and its MB isoenzyme in the third trimester and the peripartum period. *J Report Med* 1992;**37**:910–6.
52. Lieber RL, Bodine-Fowler SC. Skeletal Muscle Mechanisms: Implications for Rehabilitation. *Rev Phys Ther* 1993;**73**(12):844-56.
53. Odet F, Duan C, Willis WD, et al. Lactate Dehydrogenase C (LDHC) and Energy Metabolism in Mouse Sperm. *Biology of Reproduction* 2012;**86**(1):1-15
54. Baird MF, Graham SM, Baker JS, et al. Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *Journ of Nutrition and Metabolism* 2012;**2012**:1-13.
55. Bergmeyer HU. In: Bergmeyer HU, Methods of Enzymatic Analysis, 2nd ed. New York: Academic Press 1974:1985.
56. Zhadin N, Gulotta M, Callender R. Probing the Role of Dynamics in Hydride Transfer Catalyzed by Lactate Dehydrogenase. *Biophysical Journal* 2008;**95**(4):1974–84.

57. Le A, Cooper CR, Gouw AM, et al. Inhibition of lactate dehydrogenase A induces oxidative stress and inhibits tumor progression. *PNAS* 2010;**107**(5):2037-42.
58. Howard SC. The Tumor Lysis Syndrome. *N Engl J Med* 2011;**365**:571-4.
59. Gussoni E, Kunke LM. Inefficient dystrophin expression after cord blood transplantation in Duchenne muscular dystrophy. *Muscle & Nerve*. 2010;**41**(6):746–50.
60. Barquilha G, Uchida MC, Santos VC, et al. Characterization of the Effects of One Maximal Repetition Test on Muscle Injury and Inflammation Markers. *WebmedCentral: Physiology* 2011;**2**(3):WMC001717
61. Siu M. Muscle apoptotic response to denervation, disuse, and aging. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009;**41**(10):1876-86.
62. Fell J, Williams AD. The effect of aging on skeletal-muscle recovery from exercise: possible implications for aging athletes. *Journal of Aging and Physical Activity* 2008;**16**(1):97–115.
63. Fournier PE, Roux V, Caumes E, et al. Outbreack of *Rickettsia africae* Infections in Participants of an Adventure Race in South Africa. *Clinical Infectious Diseases* 1998;**27**:316-23.
64. Kohler MK. Adventure Racing: Roles and protocols for the sports chiropractor. *Journ of Chiropractic Medicine* 2003;**1**(2):1-6.
65. Ledrick DJ. The Medical Wilderness Adventure Race (MedWar): A 2 Year Perspective on a Unique Learning Experience. *Wilderness and Environmental Medicine* 2003;**14**:273-6.
66. Fordham S, Garbutt G, Lopes P. Epidemiology of injuries in adventure racing athletes. *Brit J Sports Med* 2004;**38**:300-3.
67. Greenland K. Medical support for Adventure Racing. *Emergency Medicine Australasia* 2004;**16**:465-8.
68. Townes DA. Wilderness Medicine Strategies for Provision of Medical Support for Adventure Racing. *Sports Med* 2005;**35**(7):557-64.
69. Scott JPR, McNaughton LR. Sleep Deprivation, Energy Expenditure and Cardiorespiratory Function. *Int J Sports Medicine* 2004;**25**:421-6.
70. McLaughlin KA, Townes DA, Wedmore IS, et al. Pattern of Injury and Illness During Expedition-Length Adventure Races. *Wilderness & Environmental Medicine* 2006;**17**(3):158-61.

71. Newsham-West RJ, Marley J, Schneiders Ag, et al. Pre-race health status and medical events during the 2005 World Adventure Racing Championship. *J of Sci and Med in Sport* 2010;**13**:27-31.
72. Antunes HKM, Andersen ML, Tufik F, et al. O estresse físico e a dependência do exercício. *Rev Bras Med Esporte* 2006;**12**(5):234-8.
73. Zimberg IZ, Crispin CA, Juswiac CR, et al. Nutritional Intake During a Simulated Adventure Race. *Int J Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2008;**18**:152-68.
74. Anglem N, Lucas SJE, Rose EA, et al. Mood Illness and Injury Response and Recovery with Adventure Racing. *Wilderness & Environmental Medicine* 2008;**19**(1):30-8.
75. Gomes OC, Isayama HF. Corridas de aventura e lazer: um percurso analítico para além das trilhas. *Motriz* 2009;**15**(1):69-78.
76. Levada-Pires AC, Fonseca CER, Hatanaka E, et al. The effect of an adventure race on lymphocyte and neutrophil death. *Eur J Appl Physiol* 2010;**109**:447-53.
77. Wallberg L, Mattson CM, Enqvist JK, et al. Plasma IL-6 concentration during ultra-endurance exercise. *Eur J Appl Physiol* 2011;**111**:1081-8.
78. Wichardt E, Mattson CM, Ekblom B, et al. Rhabdomyolysis/myoglobinemia and NSAID during 48h ultra-endurance exercise (adventure racing). *Eur J Appl Physiol* 2011;**111**:1541-4.
79. Sbriccoli P, Felici F, Rosponi A, et al. Exercise induced muscle damage and recovery assessed by means of linear and non-linear sEMG analysis and ultrasonography. *J Electromyogr Kinesiol* 2001;**11**:73–83.
80. Nishii T, Umemura Y, Kitagawa K. Full suspension mountain bike improves off-road cycling performance. *J Sports Med Phys Fit* 2004;**44**:356-60
81. Medicine. *Clin Sports Medicine* 2008;**27**:1-18.
82. Totsuka M, Nakaji S, Suzuki K, et al. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *J Appl Physiol* 2002;**93**:1280-6.
83. Nuviala RJ, Roda L, Lapieza MG, et al. Serum enzymes activities at rest and after a marathon race. *J Sports Med Phys Fitness* 1992;**32**:180–6.
84. Denvir MA, Galloway PJ, Meighan AS, et al. Changes in skeletal and cardiac muscle enzymes during the Scottish Coast to Coast Triathlon. *Scott Med J* 1999; **44**:49–51.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS

Caracterização de Agravos em Praticantes de Corrida de Aventura

Observações iniciais:

1. Solicitamos a colaboração para o preenchimento deste instrumento que se destina a colher informações com objetivo de prevenção de lesões musculares decorrentes da prática de corridas de aventura. As informações obtidas serão utilizadas para aprimorar os mecanismos de prevenção, bem como, avaliar o tempo adequado ao retorno à prática da atividade.
2. Os dados são sigilosos, analisados apenas globalmente, não se prevendo em hipótese alguma, a divulgação de informações de natureza individual.

I – Identificação

Nome: _____

Idade : ____ anos Sexo: F () M ()

Peso: _____ kg; Altura: _____ m;

Ocupação atual:

Horas semanais trabalhadas:

II – Condição geral de saúde, relacione:

Qualquer doença que tenha ocorrido nos últimos seis meses:

Qualquer lesão muscular durante atividades física, e há quanto tempo:

Alguma outra lesão na prática esportiva:

Em caso positivo a pergunta anterior, procurou algum médico ou realizou algum exame complementar, se sim qual(uais) exame(s):

Desconforto muscular no último mês:

Medicação que você esteja tomando atualmente:

Medicação que você tomou nos últimos seis meses:

Cirurgias a que tenha sido submetido nos últimos seis meses:

Uso regular de suplemento alimentar e por quanto tempo vem realizando:

Uso de álcool, tabaco, ou outras drogas:

Realização de alguma outra terapia associada:

III – Condição específica de saúde, relacione:

1. Você é portador de algum problema de saúde que possa ser agravado ou colocá-lo em risco durante atividade física?

a) Cardíaco: arritmia, isquemia coronariana, infarto, mal formação cardíaca/sopro, febre reumática/valvulopatia, cardio-megalia. Outro, qual?_____

b) Circulatório : hipertensão, trombose/embolia, AVC (isquêmico ou derrame), fístula artério-venosa. Outro, qual?_____

c) Pulmonar/respiratório: Asma/bronquite, enfizema. Outro, qual?_____

d) Neurológico : Epilepsia/convulsão, desmaios, enxaqueca, sequelas de doença neurológica (perda do movimento, sensibilidade ou equilíbrio). Outro, qual?_____

e) Endócrino : diabetes, hipertireoidismo, hipotireoidismo. Outro, qual?_____

f) Renais : insuficiência renal, glomérulo nefrite, síndrome nefrótica. Outro, qual?_____

g) Hepático: Hepatite crônica (B ou C), cirrose. Outro, qual?_____

h) Músculo-esquelético: musculares, tendíneos, articulares ou ósseos?

III – Atividade Física

Você pratica algum outro tipo de atividade física? () Sim () Não

Em caso afirmativo, qual (quais)?

Quantas vezes por semana você pratica qualquer tipo de atividade física?

Quanto tempo em cada sessão (especifique o tipo de exercício)?

Declaro que tomei conhecimento dos objetivos da pesquisa, concordei em responder ao referido instrumento e autorizo a divulgação dos dados para fins de comunicação científica.

Recife, ____/____/____

assinatura do atleta

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.)

Dados de identificação

Título do Projeto: AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DOS RISCOS DE DESENVOLVIMENTO DE LESÕES MUSCULARES EM CORREDORES DE AVENTURA.

Pesquisador Responsável: José Carlos Miranda Cordeiro Júnior

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Hospital Getúlio Vargas, Universidade Federal de Pernambuco.

Telefones para contato: (81) 91872551 - (81) 3416-1190 - (81) 2126-8588.

Nome do voluntário: _____

Idade: ____ anos; R.G. _____

Responsável legal (quando for o caso): _____

R.G. Responsável legal: _____

O Sr. (ª) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DOS RISCOS DE DESENVOLVIMENTO DE LESÕES MUSCULARES EM CORREDORES DE AVENTURA.”, de responsabilidade do pesquisador José Carlos Miranda Cordeiro Júnior.

O(A) Sr(a), juntamente com outros corredores de aventura que participarão da etapa do Circuito Pernambucano de Corrida de Aventura, são convidados a participar da pesquisa com a finalidade de avaliar os riscos de surgimento de lesões musculares, através de exames sanguíneos, durante e após a realização de uma prova.

Serão realizadas quatro coletas sanguíneas em diferentes momentos, sendo a primeira um dia antes da competição, a segunda logo ao término da sua participação na prova e as seguintes após três e seis dias após o evento. Serão avaliadas as concentrações sanguíneas de duas enzimas, a creatina quinase e a desidrogenase láctea, as quais são conhecidas como marcadores do dano à célula muscular. Outros marcadores, bem como pesquisa de quaisquer outras substâncias não serão avaliadas nas amostras sanguíneas.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em realizar as quatro coletas sanguínea na região ante-cubital (parte anterior do cotovelo) em local a ser combinado e prático tanto para o(a) Sr(a) como para o profissional que irá realizá-la. Este profissional será um técnico em enfermagem, devidamente cadastrado em seu conselho de classe e com experiência em coletas de sangue

Sua colaboração a este estudo é muito importante, mas caso não deseje contribuir, a sua participação na prova será realizada normalmente, sem problemas. A qualquer momento o(a)

Sr(a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum constrangimento em sua relação com o pesquisador ou com a organização do evento.

Os riscos de sua participação nesta pesquisa são os riscos de uma coleta sanguínea simples, como dor local, inflamação e formação de edema ou hematoma no local onde foi realizada a punção, sendo todos incomuns e sem maiores danos que possam comprometer sua participação no evento.

O benefício relacionado com a sua participação é de aumentar o conhecimento médico sobre as enzimas que serão estudadas e, conseqüentemente, da sua predisposição ao risco de uma lesão muscular. Desta maneira, ajudar aos corredores de aventura, de uma maneira geral, a saber em quanto tempo após a realização de uma desgastante prova, os mesmos poderão reiniciar suas atividades físicas com um menor risco de desenvolver uma lesão muscular.

As informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Não será revelado seu nome nem qualquer dado de documentos seus.

O(A) Sr(a) receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional do médico pesquisador e do CEP (Comitê de Ética em Pesquisa), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Recife, ____ de _____ de _____

_____, ou, _____

Nome e assinatura do paciente

Nome e assinatura do responsável

Testemunha 1

Testemunha 2

 José Carlos Miranda Cordeiro Júnior

ANEXO A

NORMAS DE ELABORAÇÃO DE ARTIGOS PARA O *BRITISH JOURNAL OF SPORTS MEDICINE*

Manuscript format (<http://group.bmj.com/products/journals/instructions-for-authors/formatting/>)

All material submitted is assumed to be submitted exclusively to the journal unless the contrary is stated. Submissions may be returned to the author for amendment if presented in the incorrect format. It should be in both the manuscript and the details page during submission.

Please note that only the article text (from first word of main text to the last word in reference list) will be used to typeset your article.

All other data (known as the metadata), such as article title, author names and addresses, abstract, funding (etc) statements will be taken from the fields you have filled in at submission, so you must ensure that these are up to date and accurate.

Cover letter

Your cover letter should inform the Editor of any special considerations regarding your submission, including but not limited to:

1. Details of related papers published or submitted for publication.
 - Copies of related papers should be submitted as “Supplementary files not for review” to help the Editor decide how to handle the matter.
2. Details of previous reviews of the submitted article.
 - The previous Editor's and reviewers' comments should be submitted as Supplementary material along with your responses to those comments. Editors encourage authors to submit these previous communications - doing so may expedite the review process.

3. Indication as to whether any of your article (for example, appendices, large tables) could be published as Web only files rather than in the print version of the article. Please label any files for online publication only with this designation.

Title page

The title page **must** contain the following information:

1. Title of the article.
2. Full name, postal address, e-mail, telephone and fax numbers of the corresponding author.
3. Full names, departments, institutions, city and country of all co-authors.
4. Up to five keywords or phrases suitable for use in an index (it is recommended to use MeSH terms).
5. Word count - excluding title page, abstract, references, figures and tables.

Acceptance

Please note: If any of this information is repeated in the final Word document it will be removed by the typesetters and replaced with the information from the submission system. Therefore please check the metadata on ScholarOne Manuscripts carefully and make any changes before submitting the final version of your Word document.

List of the information taken from submission system only:

List of the information taken from submission system only:

- Article type
- Title
- Author names
- Author affiliations, and corresponding author's full details
- Abstract (where applicable)
- Keywords
- Study approval
- Patient consent
- Funding statement
- Competing interests
- Contributor statement
- Trial Registration number (for clinical trials)

Manuscript format

Please note, this instruction is for submission only.

The manuscript must be submitted in Word. PDF format is not accepted.

The manuscript must be presented in the following order:

1. **Title** **page.**
2. **Abstract** (or summary for case reports) (note: references not allowed in abstracts or summaries).
3. **Main text** (provide appropriate headings and subheadings as in the journal. We use the following hierarchy: **BOLD CAPS**, **bold lower case**, Plain text, *Italics*).
4. **Tables** should be in the same format as your article (ie Word) and not another format embedded into the document. They should be placed where the table is cited and they must be cited in the main text in numerical order.
5. **Acknowledgments**, **Competing interests**, **Funding**.
6. **Reference list.**

Appendices (these should be Web only files to save space in the print journal; if so, please ensure you upload appendices as Web Only files and ensure they are cited in the main text as such.)

Images must be uploaded as separate files (view further details in Figures/illustrations) All images must be cited within the main text in numerical order.

Do not use the automatic formatting features of your word processor such as endnotes, footnotes, headers, footers, boxes etc. Please remove any hidden text.

Statistics

Statistical analyses must explain the methods used.
Guidelines on presenting statistics.

<http://resources.bmj.com/bmj/authors>

stats<http://group.bmj.com/products/journals/instructions-for-authors/statadvice.pdf>Guidelines

on RCTs: CONSORT, QUORUM, MOOSE, STARD, and Economic submissions.

Style

Abbreviations and symbols must be standard and SI units used throughout except for blood pressure values which are reported in mm Hg.

Whenever possible, drugs should be given their approved generic name. Where a proprietary (brand) name is used, it should begin with a capital letter. Acronyms should be used sparingly and fully explained when first used.

Figures/illustrations

Colour images and charges

If you wish to publish colour figures in print you will be charged a fee that will cover the cost of printing. The journal charges authors for the cost of reproducing colour images on all unsolicited articles, see the journal web pages for cost information. Alternatively, authors are encouraged to supply colour illustrations for online colour publication and black and white publication in the print. This is offered at no charge.

File type

Ideally, submit your figures in TIFF or EPS format. We can also accept figure files of the following types: BMP, EPI, GIF, JPEG, PDF, PNG, PNG8, PNG24, PNG32, PS, PSD, SVG, WMF.

Resolution requirements apply (9cm across for single column, 18cm for double column):

1. For B/W, the format should be either TIFF or EPS. The resolution should be in 300 DPI.
2. For 4-colour, the format should be either tiff or eps in CMYK. The resolution should be 300 DPI.
3. For line-art, vector format is preferable. Otherwise, the resolution should be 1200 DPI.

During submission, when you upload the figure files label them with the correct **File Designation**: for example Mono Image, for black and white figures, and Colour Image for colour figures.

Histograms should be presented in a simple, two-dimensional format, with no background grid.

Figures are checked using automated quality control and if they are below standard you will be alerted and provided with suggestions in order to improve the quality.

All images should be mentioned in the text in **numerical order** and figure legends should be listed at the end of the manuscript.

Please ensure that any specific patient/hospital details are removed or blacked out.

NOTE: we do NOT accept figures which use a black bar to obscure a patient's identity.

Online only material

Additional figures and tables, methodology, references, raw data, etc may be published online only to link with the printed article. If your paper exceeds the word count you should consider if any of the article could be published online only as a "data supplement". These files will not be copyedited or typeset.

Multimedia files

You may submit video and other files to enhance your article (video files should be supplied as .FLV, .F4V, .Mov, .WMV, .AVI, .MP4, .MPG). When submitting video files, ensure you upload them using the File Designation "Video Files".

Using material already published elsewhere

If you are using any figures, tables or videos that have already been published elsewhere you must obtain permission from the rightsholder (this is usually the publisher and not the author) to use them and add any required permission statements to the legends.

Tables

Tables should be submitted in the same format as your article (Word) and not another format embedded into the document. They should appear where the table should be cited, cited in the main text and in numerical order. Please note: we **cannot** accept tables as Excel files within the manuscript.

If your table(s) is/are in Excel, copy and paste them into the manuscript file.

Tables should be self-explanatory and the data they contain must not be duplicated in the text or figures - we will request that any tables that are longer/larger than 2 pages be uploaded as web only data.

References

Authors are responsible for the accuracy of cited references: these should be checked against the original documents before the paper is submitted. It is vital that the references are styled correctly so that they may be hyperlinked.

Citing in the text

References must be numbered sequentially as they appear in the text. References cited in figures or tables (or in their legends and footnotes) should be numbered according to the place in the text where that table or figure is first cited. Reference numbers in the text must be inserted immediately after punctuation (with no word spacing)—for example, [6] not [6].

Where more than one reference is cited, separate by a comma—for example, [1, 4, 39]. For sequences of consecutive numbers, give the first and last number of the sequence separated by a hyphen—for example, [22-25]. References provided in this format are translated during the production process to superscript type, which act as hyperlinks from the text to the quoted references in electronic forms of the article.

Please note, if your references are not cited in order your article will be returned to you before acceptance for correct ordering.

Preparing the reference list

References must be double spaced (numbered consecutively in the order in which they are mentioned in the text) in the [slightly modified] Vancouver style (see example below). Only papers published or in press should be included in the reference list. (Personal communications or unpublished data must be cited in parentheses in the text with the name(s) of the source(s) and the year. Authors should get permission from the source to cite unpublished data.).

References must follow the [slightly modified] Vancouver style:

12 Surname AB, Surname CD. Article title. Journal abbreviation Year;**Vol**:Start page–End page.

Use one space only between words up to the year and then no spaces. The journal title should be in italic and abbreviated according to the style of Medline. If the journal is not listed in Medline then it should be written out in full.

Check journal abbreviations using PubMed.

List the names and initials of all authors if there are 3 or fewer; otherwise list the first 3 and add et al. (The exception is the Journal of Medical Genetics, which lists all authors.)

Example references:

Journal article

13 Koziol-Mclain J, Brand D, Morgan D, et al. Measuring injury risk factors: question reliability in a statewide sample. *Inj Prev* 2000;**6**:148–50.

Chapter in book

14 Nagin D. General deterrence: a review of the empirical evidence. In: Blumstein A, Cohen J, Nagin D, eds. *Deterrence and Incapacitation: Estimating the Effects of Criminal Sanctions on Crime Rates*. Washington, DC: National Academy of Sciences 1978:95–139.

Book

15 Howland J. Preventing Automobile Injury: New Findings From Evaluative Research. Dover, MA: Auburn House Publishing Company 1988:163–96.

Abstract/supplement

16 Roxburgh J, Cooke RA, Deverall P, et al. Haemodynamic function of the carbomedics bileaflet prosthesis [abstract]. Br Heart J 1995;73(Suppl 2):P37.

Electronic citations

Websites are referenced with their URL and access date, and as much other information as is available. Access date is important as websites can be updated and URLs change. The "date accessed" can be later than the acceptance date of the paper, and it can be just the month accessed. See the 9th edition of the AMA Manual of Style for further examples.

Electronic journal articles

Morse SS. Factors in the emergency of infectious diseases. Emerg Infect Dis 1995 Jan-Mar;1(1). www.cdc.gov/nciod/EID/vol1no1/morse.htm (accessed 5 Jun 1998).

Electronic letters

Bloggs J. Title of letter. Journal name Online [eLetter] Date of publication. url

eg: Krishnamoorthy KM, Dash PK. Novel approach to transseptal puncture. Heart Online [eLetter] 18 September 2001. <http://heart.bmj.com/cgi/eletters/86/5/e11#EL1>

Check your citation information using PubMed.

Digital Object Identifiers (DOIs)

DOIs are a unique string created to identify a piece of intellectual property in an online environment; particularly useful for articles which have been published online before appearing in print (and therefore the article has not yet been assigned the traditional volume, issue and page number reference). The DOI is a permanent identifier of all versions of an article, whether raw manuscript or edited proof, online or in print. Thus the DOI should ideally be included in the citation even if you want to cite a print version of an article.

How to cite articles before they have appeared in print

1. Alwick K, Vronken M, de Mos T, et al. Cardiac risk factors: prospective cohort study. *Ann Rheum Dis* Published Online First: 5 February 2004. doi:10.1136/ard.2003.001234

How to cite articles once they have appeared in print

1. Vole P, Smith H, Brown N, et al. Treatments for malaria: randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis* 2003;**327**:765–8 doi:10.1136/ard.2003.001234 [published Online First: 5 February 2002].

Please note: responsibility for the accuracy and completeness of references rests entirely with the authors.

Supplementary material

You may submit supplementary material which may support the submission and review of your article. This could include papers in press elsewhere, published articles, appendices, video clips (please see Multimedia files instructions), etc.

All supplementary material files should be uploaded using the File Designation: Supplementary material

Online only material

Additional figures and tables, methodology, references, raw data, etc may be published online only to link with the printed article. If your paper exceeds the word count you should consider if any of the article could be published online only as a "data supplement". These files will not be copyedited or typeset.

All Appendices should be considered Online only material.

All data supplement files should be uploaded using the File Designation: Web Only files.

Please ensure any data supplement files are cited within the text of the article.

Multimedia files

You may submit video and other files to enhance your article (video files should be supplied as .avi, .wmv, .mov .mp4 or .H264). When submitting video files, ensure you upload them using the File Designation “Video Files”.

ANEXO B

CARTA DE ANUÊNCIA

	SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DE PERNAMBUCO HOSPITAL GETÚLIO VARGAS	
---	--	--

**CENTRO DE ESTUDOS E APERFEIÇOAMENTO
COREME/HGV**

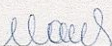
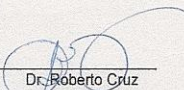
CARTA DE ANUÊNCIA

Informamos aos interessados que o Projeto de Pesquisa intitulado "AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DOS RISCOS DE DESENVOLVIMENTO DE LESÕES MUSCULARES EM CORREDORES DE AVENTURA", será desenvolvido pelo pesquisador José Carlos Miranda Cordeiro Júnior, aluno de mestrado em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, sob orientação do Dr. Odwaldo Barbosa e Silva, responsável pelo setor de Ergometria do Hospital das Clínicas da UFPE e coordenador dos Cursos de Formação em Ergometria e Ergoespirometria, membro do colegiado na Pós Graduação em Ciências.

O Projeto de Pesquisa será realizado através de exames laboratoriais de Creatinina Quinase e Desidrogenase Láctea, nos atletas que participarão da pesquisa num período de uma semana.

Informamos ainda que a anuência desta Unidade de Saúde ao Projeto em questão fica condicionada a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, e que oferecemos o apoio ao alcance de nossa Instituição.

Recife, 17 de abril de 2012.

 Dra. Elizabeth Klaus Presidente da COREME/HGV Dra. Elizabeth Klaus Wanderley Gerente do CEAP - HGV Presidente da COREME Mat. 8109-4	 Dr. Roberto Cruz Diretor do HGV Hospital Getúlio Vargas Dr. Roberto Cruz Diretor
---	--

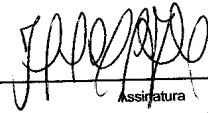
ANEXO C

CARTA DE APROVAÇÃO DO CEP

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde	
Faculdade Maurício de Nassau/PE	
PROJETO DE PESQUISA	
Título: AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DOS RISCOS DE DESENVOLVIMENTO DE LESÕES MUSCULARES EM CORREDORES DE AVENTURA.	
Área Temática:	
Pesquisador: José Carlos Miranda Cordeiro Júnior	Versão: 1
Instituição: SER EDUCACIONAL S.A. ((FACULDADE MAURICIO DE NASSAU))	CAAE: 00831612.0.0000.5193
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	
Número do Parecer: 57518	
Data da Relatoria: 12/07/2012	
Apresentação do Projeto:	
Atende às normas de um projeto.	
Objetivo da Pesquisa:	
Atende às normas de um projeto.	
Avaliação dos Riscos e Benefícios:	
Atende às recomendações da Resolução 196/96, do CNS.	
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:	
Atende às recomendações da Resolução 196/96, do CNS.	
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:	
Atende às recomendações da Resolução 196/96, do CNS.	
Recomendações:	
Entregar relatórios semestrais ao CEP durante o período de execução projeto.	
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:	
Atende às recomendações da Resolução 196/96, do CNS. Entregar relatórios semestrais ao CEP durante o período de execução projeto.	
Situação do Parecer:	
Aprovado	



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP
FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DOS RISCOS DE DESENVOLVIMENTO DE LESÕES MUSCULARES EM CORREDORES DE AVENTURA.		2. CAAE:	
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 4. Ciências da Saúde			
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
5. Nome: José Carlos Miranda Cordeiro Júnior			
6. CPF: 042.951.394-16	7. Endereço (Rua, n.º): VISCONDE DE JEQUITINHONHA 1/1143 BOA VIAGEM 523, 1502-b RECIFE PERNAMBUCO 51021190		
8. Nacionalidade: BRASILEIRA	9. Telefone: (81) 9187-2551	10. Outro Telefone:	11. Email: zecacordeiro@bol.com.br
12. Cargo:			
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo. Data: <u>22 / 06 / 2012</u>  Assinatura			
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
13. Nome: SER EDUCACIONAL S.A. ((FACULDADE MAURICIO DE NASSAU))		14. CNPJ: 04.986.320/0001-13	15. Unidade/Órgão:
16. Telefone: (81) 3413-4611	17. Outro Telefone:		
Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução. Responsável: <u>André Luis J. Silva</u> CPF: <u>24.818.161-04</u> Cargo/Função: <u>Reitor Acadêmico</u> Data: <u>02 / 07 / 2012</u>  <u>André Luis</u> Direção Acadêmica Faculdade Maurício de Nassau Assinatura			
PATROCINADOR PRINCIPAL			
Não se aplica.			