



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
ESCOLA DE SAÚDE DO EXÉRCITO
(Es Apl Sv Sau Ex / 1910)**

1º Ten Alu DANIEL DOS SANTOS GIFFONI

PREVENÇÃO DA RABDOMIÓLISE EM EXERCÍCIOS MILITARES

**RIO DE JANEIRO
2019**

1º Ten Alu **DANIEL DOS SANTOS GIFFONI**

PREVENÇÃO DA RABDOMIÓLISE EM EXERCÍCIOS MILITARES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Saúde do Exército, como requisito parcial para aprovação no Curso de Formação de Oficiais do Serviço de Saúde, pós-graduação *lato sensu*, em nível de especialização em Aplicações Complementares às Ciências Militares.

Orientadora: **Fernanda Capelleiro** Nascimento de Carvalho - Cap

RIO DE JANEIRO
2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
ESCOLA DE SAÚDE DO EXÉRCITO/BIBLIOTECA OSWALDO CRUZ

G458p Giffoni, Daniel dos Santos.
Prevenção da rabdomiólise em exercícios militares / Daniel dos Santos Giffoni. – 2019.
30 f.
Orientadora: Cap Fernanda Capelleiro
Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Escola de Saúde do Exército, Programa de Pós-Graduação em Aplicações Complementares às Ciências Militares, 2019.
Referências: f. 26-28.

1. RABDOMIÓLISE. 2. PREVENÇÃO. 3. ATIVIDADES MILITARES. I. Capelleiro, Fernanda (Orientadora). II. Escola de Saúde do Exército. III. Título.

CDD 616.61

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste trabalho.

Assinatura

Data

1º Ten Al **DANIEL DOS SANTOS GIFFONI**

PREVENÇÃO DA RABDOMIÓLISE EM EXERCÍCIOS MILITARES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Saúde do Exército, como requisito parcial para aprovação no Curso de Formação de Oficiais do Serviço de Saúde, pós-graduação *lato sensu*, em nível de especialização em Aplicações Complementares às Ciências Militares.

Orientadora: **Fernanda Capelleiro** Nascimento de Carvalho - Cap

Aprovada em 30 de setembro de 2019.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Fernanda Capelleiro Nascimento de Carvalho - Cap
Orientadora

Otávio **Augusto** Brioschi Soares - Cap
Avaliador

*À minha mãe, companheira em
todos os momentos. Ao meu
pai, amigo e incentivador e à
minha irmã pelo carinho que
sempre me deu forças para
lutar.*

RESUMO

A rabdomiólise é um problema médico relacionado à prática de atividades físicas de alta carga e ao calor excessivo, por isso, tem causado problemas em Forças Armadas de todo o mundo, e mesmo com todo conhecimento médico atual, a incidência desta condição não vem mostrando diminuição. O Exército Brasileiro vem a todo ano sendo acometido com casos de rabdomiólise, alguns infelizmente fatais. Muitas estratégias de prevenção da rabdomiólise já são amplamente conhecidas e com poucas novidades nos últimos anos, como a hidratação adequada antes e durante os exercícios militares, a difusão de educação dos participantes e instrutores das atividades militares sobre o que é a rabdomiólise, seu quadro clínico inicial e a conduta a ser tomada em caso de suspeita. Destacam-se neste trabalho alguns novos alvos da prevenção da rabdomiólise, como a elevação do risco causada pela obesidade, o traço falciforme e o aumento do risco de lesão muscular, a importância das individualidades genéticas para o aumento de risco e possível abordagem futura como forma de detectar indivíduos susceptíveis e principalmente a importância do índice WBGT - Wet Bulb Globe Temperature e os novos medidores portáteis para avaliações *in loco* identificando indivíduos sob maior risco de desenvolvimento da rabdomiólise durante a atividade militar.

Palavras-chave: Rabdomiólise, Prevenção, Atividades Militares

ABSTRACT

Rhabdomyolysis is a medical problem related to the practice of high load physical activity and excessive heat, so there have to be problems in Armed Forces around the world, and even with all current medical knowledge, the incidence of this condition has not been showing decrease. The Brazilian Army has been accompanied for a whole year by cases of rhabdomyolysis, some unfortunately fatal. Many preventive difficulties have occurred and have occurred in recent years, such as adequate hydration before and during military exercises, a dissemination of the education of participants and instructors of military activities about what is a rhabdomyolysis, their initial clinical features, and taking a case of suspicion. Debt at work some new targets for the prevention of rhabdomyolysis, such as the increased risk of obesity, sickle cell trait and increased risk of muscle injury, the importance of genetic individualities for increased risk and possible future approach as a way to detect individuals susceptible and especially the importance of the WBGT - Wet Bulb Globe Temperature index and the new portable meters for on-site assessments identifying individuals at higher risk of developing rhabdomyolysis as a consequence of heat-related disease occurring during high-load military activities.

Keywords: Rhabdomyolysis, Prevention, Military Activities

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIVD	Coagulação Intravascular Disseminada
CK	Creatininoquinase
ECAST	Exercise Collapse Associated With Sickle Cell Trait
HbAS	Hemoglobina AS
IBEX	Instituto de Biologia do Exército
IPCFEX	Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército
IRA	Insuficiência Renal Aguda
MRCL	Miosina Reguladora de Cadeia Leve
MLCK	Miosina-quinase de Cadeia Leve
OTFM	Oficial de Educação Física
SEF	Secretaria de Educação Física
WBGT	Wet Bulb Globe Temperature

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. DESENVOLVIMENTO.....	10
2.1. METODOLOGIA	10
2.2. REVISÃO SOBRE RABDOMIÓLISE	10
2.3. FISIOPATOLOGIA DA RELAÇÃO ENTRE O ESFORÇO FÍSICO INTENSO NAS ATIVIDADES MILITARES E A RABDOMIÓLISE	11
2.4. CAUSAS DE RABDOMIÓLISE POR ESFORÇO FÍSICO NÃO-TRAUMÁTICO.....	12
2.4.1 A DOENÇA DO CALOR RELACIONADA AO EXERCÍCIO E SUA PREVENÇÃO	12
2.4.2. TRAÇO FALCIFORME E RABDOMIÓLISE	16
2.4.3. A HIPOCALEMIA E O EXERCÍCIO FÍSICO	17
2.4.4. MIOPATIAS METABÓLICAS	18
2.4.5. OUTRAS CAUSAS DE RABDOMIÓLISE RELACIONADA A DESREGULAÇÃO TÉRMICA OU EXTREMOS TÉRMICOS	18
2.5. GENÉTICA ENVOLVIDA NA RABDOMIÓLISE E POSSÍVEIS NOVOS ALVOS FUTUROS PARA SUA PREVENÇÃO	19
2.6. O EXÉRCITO BRASILEIRO E A PREVENÇÃO DA RABDOMIÓLISE INDUZIDA PELO ESFORÇO FÍSICO E PELO CALOR	21
2.7. INFORMAÇÕES BÁSICAS SOBRE RABDOMIÓLISE AOS INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À ATIVIDADE FÍSICA DE ALTA CARGA	22
3 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXO A	29

1. INTRODUÇÃO

A rabdomiólise é uma síndrome caracterizada por necrose muscular e liberação de constituintes musculares intracelulares na circulação. Os níveis de creatinoquinase (CK) são tipicamente elevados, e a dor muscular e a mioglobínúria podem também estar presentes (MILLER, 2018). O espectro clínico desta entidade varia desde elevações assintomáticas das enzimas musculares a elevações extremas das mesmas, distúrbios eletrolíticos graves e insuficiência renal aguda (IRA) e coagulação intravascular disseminada (CIVD) (HUERTA-ALARDÍN, 2005).

Esta síndrome clínico-laboratorial, é preocupação indispensável à qualquer indivíduo ou instituição que submeta a si ou a outrem a algum tipo de atividade muscular que se caracterize como excessiva, com alto risco de trauma muscular mecânico ou mesmo compressões musculares, como as atividades militares, englobando as atividades realizadas rotineiramente nos treinamentos físicos militares (TFM) como também as atividades militares de campanha. Esta síndrome apresenta diversos fatores desencadeantes, porém, no âmbito das forças armadas, esta condição está muito mais associada à atividade física extenuante em condições climáticas desfavoráveis.

Devido a importância do tema no âmbito militar e a existência de orientações que minimizam os riscos de desenvolvimento desta condição potencialmente fatal, este trabalho visa realizar uma revisão de literatura sobre a rabdomiólise dos trabalhos publicados entre os anos de 2009 a 2019 com enfoque na prevenção da mesma.

Como de comum acordo com inúmeras condições médicas, tanto agudas como crônicas, as medidas preventivas são muitas vezes indubitavelmente mais fáceis, baratas e eficientes se comparadas à medidas terapêuticas, quando a condição já estabelecida, inicia injúria sobre o tecido alvo e mesmo que se lance mão de grande arsenal terapêutico-intervencionista, muitas vezes com custo exorbitante aos cofres dos serviços de saúde, não conseguem mitigar a característica irreversível e potencialmente fatal desta condição.

A rabdomiólise causada por grande esforço físico e calor excessivo durante as atividades de adestramento da tropa e campanha é um problema global e é enfrentado por todas as forças armadas de todo o mundo. Pelo que se sabe, não existem medidas preventivas de eficácia absoluta, porém qualquer medida que diminua em algum grau, qualquer que seja, o risco do desenvolvimento de uma condição potencialmente fatal como a rabdomiólise, esta deve ter seus estudos aprofundados e receber maior atenção, tanto para a

primordial redução do risco de morte mas também para redução dos gastos e subsistência dos serviços em saúde, com enfoque aqui, para as instituições de saúde das Forças Armadas. Contribui para o que foi dito, o fato de que tais medidas para prevenção da rabdomiólise, serem provavelmente medidas simples e plenamente alcançáveis como ingestão hídrica adequada em determinados períodos, seja antes ou durante a atividade, o condicionamento físico progressivo e treinamento específico antes das atividades, o período de descanso e o cuidado com as condições climáticas as quais se praticam tais atividades.

Embora a rabdomiólise seja um tema amplamente conhecido teoricamente no meio científico civil e militar, é notável que na prática as áreas de Capacitação Física, Apoio de Saúde e Instrução Militar não atuam de forma integrada durante as atividades físicas de grande recrutamento muscular e calor excessivo, levando a ocorrência da rabdomiólise.

Devido ao exposto acima, este trabalho se propõe a averiguar os seguintes questionamentos: Existe a possibilidade de melhorar a esquematização das propostas de prevenção para a rabdomiólise? Existem protocolos ou novas evidências científicas sobre a prevenção da rabdomiólise?

O objetivo geral deste trabalho é a consolidação de dados da literatura mais recente sobre prevenção da rabdomiólise, bem como estruturar em uma só fonte, as informações necessárias, de forma clara e organizada, para melhor acesso e orientação de educadores e educandos na prática de atividades físicas regulares no âmbito das forças armadas, bem como disponibilizar junto aos conhecimentos já consolidados, informações e orientações recentes, caso existam, sobre a prevenção desta condição grave. Este trabalho buscará consolidar e agrupar informações de forma objetiva sobre a prevenção da rabdomiólise. Assim, tem como proposta a confecção, a partir da consolidação das informações sobre prevenção dos trabalhos publicados nos últimos anos, um guia de bolso para consulta rápida durante as atividades militares de campanha, com as orientações básicas e fundamentais sobre a orientação e prevenção da rabdomiólise.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. METODOLOGIA

Para a realização desta revisão de literatura foram utilizados os bancos de dados Pubmed, Uptodate, o banco de dissertações do Exército e o site da Biblioteca do Exército, com enfoque a novas informações e procedimentos emergentes para a prevenção da rabdomiólise durante atividades físicas e militares, incluindo trabalhos de revisão de literatura, metanálises e teses publicadas nos últimos 20 anos.

2.2. REVISÃO SOBRE RABDOMIÓLISE

O preparo da Força Terrestre para cumprir sua missão constitucional, compreende, entre outras, as atividades de treinamento físico militar (TFM), bem como a execução de diversos exercícios de adestramento que buscam a imitação do combate (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2018). Estas atividades, submetem os militares a um esforço físico e estresse muscular por vezes extremo, que associado ao calor excessivo, podem aumentar demasiadamente o risco de desenvolvimento da rabdomiólise. Esta síndrome clínico-laboratorial apresenta espectro de gravidade que vai desde alterações laboratoriais assintomáticas até distúrbios eletrolíticos graves, à insuficiência renal aguda (IRA), coagulação intravascular disseminada (CIVD) e óbito. O aumento do risco de sua ocorrência está associado a diversos fatores, entre eles a condição física prévia à atividade, o estado de hidratação, a aclimação inadequada do indivíduo ao ambiente, o estresse térmico de ambientes quentes e úmidos, características genéticas individuais, o uso de medicamentos, o consumo de suplementos alimentares e a realização de atividades físicas muito intensas e com elevados níveis de lesão muscular (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2018).

Existem múltiplas causas potenciais de rabdomiólise (BOSCH, 2009); estas podem ser divididas em três categorias: compressão traumática ou muscular (por exemplo, síndrome de esmagamento ou imobilização prolongada), exercício não traumático (por exemplo, esforço acentuado em indivíduos não treinados, hipertermia ou miopatias metabólicas) e não-

traumático e não relacionado ao exercício (por exemplo, drogas ou toxinas, infecções ou distúrbios eletrolíticos). Neste trabalho, aprofundaremos a abordagem na prevenção das causas relacionadas aos exercícios não traumáticos.

A rabdomiólise ocorre em indivíduos com músculos normais, quando do suprimento insuficiente de energia ao músculo para atender às demandas. Exemplos incluem esforço extremo ou esforço sob condições em que a oxigenação muscular é prejudicada, incluindo miopatias metabólicas (MILLER, 2018).

Em quase todas as atividades físicas, mesmo que não extenuantes há um certo grau de elevação da creatininoquinase (CK), o aparecimento da mioglobina na urina (mioglobinúria) e no sangue (mioglobinemia) de forma subclínica. Como exemplo, em um estudo descrito por Olerud (1976), recrutas militares desenvolveram mioglobinemia durante os primeiros seis dias de treinamento básico, mas nenhum deles apresentou pigmentúria ou sintomas musculares relatados.

2.3. FISIOPATOLOGIA DA RELAÇÃO ENTRE O ESFORÇO FÍSICO INTENSO NAS ATIVIDADES MILITARES E A RABDOMIÓLISE

Durante as atividades físicas extenuantes, ocorrem lesões musculares em graus variados, com liberação dos componentes intracelulares para o plasma. Tendo como exemplo o enfoque deste trabalho, as atividades militares de campanha, como as marchas com grande carregamento de peso, com fardas e equipamentos que reduzem substancialmente a troca de calor do corpo, essas lesões musculares por vezes acontecem em maior gravidade, aumentando o risco do desenvolvimento de lesões renais ocasionadas pelo pigmento heme não-proteico presente na mioglobina, este pigmento é tóxico para o rim. A hipovolemia consequente da desidratação causada pela perda líquida excessiva, ocasionada pela alta carga da atividade física, sudorese excessiva quando realizadas em regiões muito quente e úmidas aumenta ainda mais o risco de lesão renal direta pela mioglobina.

A mioglobina é filtrada pelo glomérulo, onde são degradadas, liberando o pigmento heme, este último lesando as células renais por obstrução tubular possivelmente associada ao ácido úrico (ZAGER, 1996), lesão direta das células tubulares epiteliais proximais (ZAGER (ZAGER, 1996) (HOLT, 2000) e causando vasoconstrição, reduzindo o aporte sanguíneo para a parte externa da medula renal (HEYMAN, 1996).

Apesar de suas propriedades tóxicas, o pigmento heme presente na mioglobina raramente causa lesão renal na ausência de condições predisponentes, como a depleção de volume corporal.

A depleção de volume aumenta tanto a vasoconstrição renal quanto a formação de cilindros obstrutivos como foi demonstrado em inúmeros estudos, tanto em modelos animais e em seres humanos, a depleção é de importância crítica para o desenvolvimento da lesão renal na rabdomiólise (MELLI, 2005).

2.4. CAUSAS DE RABDOMIÓLISE POR ESFORÇO FÍSICO NÃO-TRAUMÁTICO:

Vários fatores podem aumentar o risco do desenvolvimento de rabdomiólise. A ocorrência deste evento é potencializada após exercícios físicos extenuantes, particularmente na presença um ou mais dos seguintes fatores de risco: o indivíduo é destreinado; o exercício ocorre em condições extremamente quentes e úmidas (Doença do calor relacionado ao exercício ou insolação por esforço); perda normal de calor pela pele prejudicada (uso de medicamentos anticolinérgicos e equipamentos pesados como a mochila usada em campanha pela Força Terrestre brasileira); traço falciforme e a perda excessiva de potássio pela transpiração levando à hipocalcemia. Mesmo em indivíduos treinados que não tenham nenhum dos fatores de risco citados acima, ele poderá desenvolver rabdomiólise após atividade física intensa. Estados hipercinéticos também podem levar à rabdomiólise: crises tônico-clônicas generalizadas, delirium tremens, agitação psicótica, overdose de anfetaminas. Outras causas de rabdomiólise causadas por atividade física não-traumática são: extremos térmicos e desregulação térmica corporal (hipertermia maligna, síndrome neuroléptica maligna, quase afogamento/hipotermia) e miopatias metabólicas.

2.4.1. A DOENÇA DO CALOR RELACIONADA AO EXERCÍCIO E SUA PREVENÇÃO

A doença do calor relacionada ao exercício, também chamada de insolação, é uma das principais causas de morte em atletas jovens no mundo a cada ano (MARON, 2009) e pode gerar consequências graves como a entidade em foco neste trabalho, a rabdomiólise. Apesar de todos os esforços de prevenção por parte do Exército estadunidense, a incidência desta entidade continua a aumentar. Os médicos que cuidam de atletas jovens ou idosos que se exercitam em situações de calor, como é o caso dos médicos das Forças Armadas brasileiras, onde em determinadas regiões e em certas épocas do ano o calor é extremo, precisam

conhecer a fisiologia básica da termorregulação, do espectro clínico da doença térmica o tratamento e como é o foco deste trabalho, e as estratégias de prevenção e as diretrizes de tratamento para facilitar a realização de atividades físicas seguras nessas circunstâncias peculiares.

A gravidade da insolação relacionada ao calor pode inicialmente não ser aparente em sua apresentação clínica inicial, e a morbidade e mortalidade estão diretamente relacionadas à duração da elevação da temperatura corporal central (BOUCHAMA, 2002, GARDNER, 2001 e HELED, 2004). Dentre as complicações tardias desta entidade encontram-se a rabdomiólise, lesão renal aguda, CIVD e insuficiência hepática aguda.

A doença do calor relacionada ao exercício é em muitas vezes evitável, e segundo Racinais (2015), os princípios mostrados na tabela a seguir são importantes para que se desenvolva um programa de prevenção das doenças provocadas pelo calor durante as atividades físicas com medidas para diminuição do risco.

Tabela 1. Princípios de prevenção para as doenças provocadas pelo calor relacionadas ao exercício:

Assegurar que os cuidados médicos e os equipamentos apropriados, incluindo cuba de imersão em água fria ou outras ferramentas para resfriamento rápido estejam disponíveis durante as atividades físicas.
Revisão e atualização anual os planos de emergência para a doença do calor relacionada ao exercício composta por educadores físicos, atletas e equipe médica
Educação continuada da equipe dos treinadores, dos atletas e da equipe médica sobre a doença do calor relacionada ao exercício e de estratégias adequadas de aclimação e hidratação
Incluir perguntas sobre a doença do calor relacionada ao exercício em questionários a serem aplicados previamente a atividade física para identificar indivíduos de “alto risco”
Estabelecer e seguir as diretrizes de aclimação ao calor. Permitir aclimação ao longo de 10-14 dias, aumentando progressivamente a intensidade e a duração da atividade física e a quantidade de equipamento.
Estabelecer e seguir as diretrizes de atividade física em regiões de clima quente e úmido que sejam compostas de: Avaliação da Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), hora do dia, intensidade e duração, o equipamento utilizado e as pausas para descanso e hidratação
Estabelecer e seguir as diretrizes de ingestão hídrica adequada: pesagem antes e depois da atividade física, incentive a ingestão de água e fluidos contendo sódio durante a atividade.

O índice WBGT - Wet Bulb Globe Temperature é uma medida de temperatura composta e é usado para estimar o efeito da temperatura, da radiação solar e a velocidade do vento no corpo humano. Durante as atividades de treinamento em Parris Island (Carolina do

Sul), no início dos anos 1950, o Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA sofreu baixas significativas devido à insolação, com isso o Departamento da Marinha dos EUA encomendaram um estudo devido a este incidente com o objetivo de desenvolver um índice que permitisse estimar os efeitos do calor no desempenho do exercício. Em 1989 o WBGT foi sugerido como padrão internacional (ISO 7243) (GPS INSTRUMENTATION LTD, 2019). O Exército dos Estados Unidos e outras instituições importantes como o Colégio Americano de Medicina Esportiva e a Associação Japonesa de Esportes Amadores utilizam este índice em campo para prevenir o ataque de calor e suas consequências danosas. O índice é calculado seguindo a fórmula $WBGT = 0.7 WB + 0.3 GT$. A primeira parte da fórmula “WB” se refere à medida da temperatura por um termômetro cuja lâmpada é enrolada com um algodão molhado, a evaporação contínua da água gera um efeito de resfriamento, simulando a evaporação do suor (GPS INSTRUMENTATION LTD, 2019). O suor evapora mais rapidamente se a umidade do ar estiver baixa, como consequência temos que o suor resfria o corpo de forma mais eficiente em condições secas do que úmidas. A segunda parte da fórmula GT se refere à temperatura medida com um termômetro localizado dentro de um grande globo preto (Globe Temperature), esta medida permite estimar os efeitos diretos da radiação solar. A GPS Instrumentation Ltd. cita novos aparelhos medidores portáteis do índice WBGT, equipados com um globo muito menor para medir a GT calculada com base na umidade relativa na temperatura ambiente, e não diretamente, como mostra a figura abaixo:

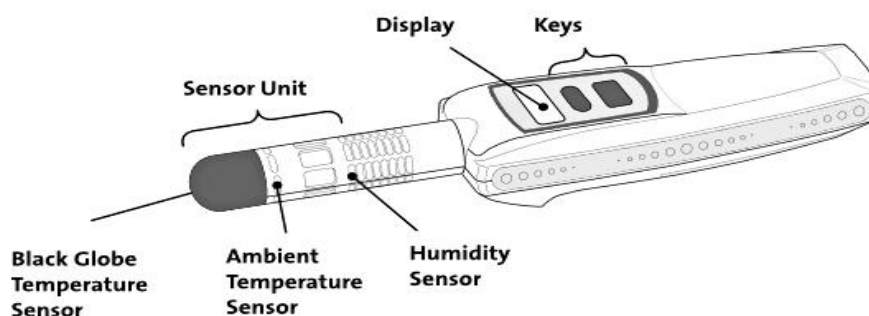


FIGURA 1. Medidores portáteis modernos para a prevenção da doença do calor através do índice WBGT. Estão equipados com um globo muito menor para medir o GT. A temperatura medida é convertida no globo de 24 mm de diâmetro para um globo preto padrão de 150 mm de diâmetro. A medida da “WB” não é direta: Essa temperatura é calculada com base na umidade relativa (medida com um sensor embutido) e na temperatura ambiente.

Com a medida do WBGT em mãos, temos orientações da Sociedade Japonesa de Saúde Ocupacional quanto à carga da atividade física possível em determinadas condições:

Tabela 2. Carga máxima de atividade por WBGT pela Sociedade Japonesa de Saúde Ocupacional.

WBGT [°C]	Carga Máxima de Trabalho Recomendada
32,5	Muito leve
30,5	Leve
29	Moderado
27,5	Médio
26,5	Pesado

Com o propósito de levantar possíveis evoluções na prevenção da doença do calor relacionada ao exercício e conseqüentemente da rabdomiólise como complicação, registresse aqui a ideia de uma possível correlação entre o WBGT e a intensidade do exercício físico ou como sinal de alarme para soldados que a depender do valor do WBGT tenham maior risco de desenvolver rabdomiólise e que por isso, sejam destacados como indivíduos que devam estar sob maior vigilância durante as atividades, quanto à ingesta hídrica e períodos de repouso. Dentro da tabela da Sociedade Japonesa de Saúde Ocupacional, outros estudos futuros poderiam correlacionar a carga máxima de trabalho recomendada com a correspondência para a carga das atividades físicas recomendadas, quantidade de ingesta hídrica e tempo de repouso.

Outros fatores citados atualmente na literatura mundial para prevenção das doenças do calor relacionadas ao exercício são divididas em três grupos: medidas institucionais de longo prazo, medidas preparatória para atletas de longo prazo e medidas institucionais durante a atividade. Dentro das medidas institucionais de longo prazo se listam; a necessidade de instituição de políticas de prevenção e um plano de emergência; educar funcionários e atletas sobre as doenças relacionadas ao calor e suas possíveis conseqüências graves. Quanto às medidas preparatórias de longo prazo para atletas; manter ao longo do tempo um alto nível de condição física constante, com base em treinamentos regulares; aclimatação

progressiva ao exercício em condições quente e úmidas, o que geralmente requer 7 a 14 dias, sendo submetido a treinos durante duas semanas sob condições comparáveis ao da atividade alvo; as sessões de treinamento para aclimatação devem durar no mínimo 60 minutos. Dentre as medidas institucionais durante a atividade física destacam-se: providenciar intervalos frequentes para hidratação e resfriamento; evitar atividades em condições de calor e umidade extremas, utilizando para isso o índice WBGT; alertar para atletas com grandes proporções de massa para superfície corpórea (obesos), monitorar atletas que já sofreram algum tipo de doença relacionada ao calor; minimizem roupas e equipamentos que impeçam a perda de calor em condições quentes e úmidas. As medidas para os atletas realizarem imediatamente antes e durante a atividade alvo são: hidratar-se antes da atividade e manter-se hidratado durante toda a atividade. Antes das atividades ingerir 06 ml de água/Kg de massa corporal a cada duas ou 03 horas para iniciar o exercício hidratado adequadamente, começando o processo 04 a 06 horas antes do início. Evitar exercícios com calor e/ou umidade quando doente; interromper exercício e comunicar imediatamente equipe medica se exaustão grave, tontura. Pré-resfriamento com pasta de gelo, coletes de resfriamento e resfriamento intra-evento como chapéu de resfriamento, colocar toalha gelada no pescoço ou sobre a cabeça ou emergir braços e mãos em um grande recipiente de gelo ou água gelada. Se atividades desportivas em condições de calor e umidade elevada, utilizar roupas bem ventiladas e que permitam o resfriamento.

2.4.2. TRAÇO FALCIFORME E RABDOMIÓLISE

O traço falciforme é uma condição benigna, na qual um alelo do gene da beta-hemoglobina carrega a mutação da hemoglobina falciforme, produzindo a hemoglobina AS (HbAS). Geralmente o traço falciforme não apresenta nenhum dos sintomas da anemia falciforme ou outras doenças falciformes.

O exercício físico regular é benéfico para os indivíduos com traço falciforme. O treinamento físico de rotina não aumenta o risco de mortalidade e a HbAS parece não ter nenhum efeito limitador sobre a resposta fisiológica ao exercício. Entretanto, tem sido levantada hipótese de aumento de risco de rabdomiólise e morte súbita durante o condicionamento físico prolongado e exercícios físicos extremos (por exemplo o treinamento físico militar e atividades militares de campanha e esportes competitivos) nos indivíduos com traço falciforme (ANZALONE, 2010), entidade intitulada como colapso do

exercício físico associado ao traço falciforme (do inglês ECAST - exercise collapse associated with sickle cell trait) (QUATTRONE, 2015). Os principais fatores de risco para o desenvolvimento da rabdomiólise nos indivíduos portadores de traço falciforme durante a atividade física são: a exposição ao calor, desidratação, isquemia miocárdica e arritmias.

A melhor evidência sugere que os indivíduos portadores do traço falciforme tem maior risco de desenvolver rabdomiólise mas sem aumento do risco de morte súbita, desde que tomadas as devidas providências de prevenção das doenças relacionadas ao calor, incluindo a aclimatação gradual, intervalos regulares para hidratação e resfriamento, intervenção imediata para sintomas de alarme como os citados no tópico 2.2.1 deste trabalho. Esta evidência provem de um estudo de coorte com 47.994 soldados negros que serviram o Exército dos Estados Unidos durante os anos de 2011 a 2014, para os quais os dados sobre o status de portadores do traço falciforme estavam disponíveis. Houveram 391 casos de rabdomiólise durante o período do estudo. Idade e sexo masculino foram relacionados a um risco aumentado. O aumento do risco de rabdomiólise gerado pelo traço falciforme foi maior se comparado ao tabagismo e a obesidade e menor que o uso de agentes antipsicóticos e o uso de estatinas (NELSON, 2016).

Qualquer indivíduo que não tenha informações definitivas sobre seu status falciforme e possa se beneficiar dessas informações, como por exemplo indivíduos recém-incorporados às forças armadas que serão certamente submetidos à esforços físicos intensos devem realizar o teste genético, para conhecerem seus possíveis riscos, já que não foram submetidos à triagem neonatal. O Uptodate se manifesta favorável à realização da triagem voluntária da triagem para traço falciforme em indivíduos que serão submetidos a treinamento físico intenso.

O rastreamento para o traço falciforme é feito com o método de focalização isoelétrica (FIE), eletroforese de hemoglobina ou cromatografia líquida de alta pressão. A eletroforese de hemoglobina está cada vez mais disponível em países com recursos limitados como o Brasil.

2.4.3. A HIPOCALEMIA E O EXERCÍCIO FÍSICO

Durante o exercício físico há um apropriado aumento na perfusão muscular para atender a demanda energética aumentada. Esse aumento perfusional é mediado, em parte, pela liberação de potássio das células musculares esqueléticas. O aumento local de potássio causa

vasodilatação, aumentando o fluxo sanguíneo regional (KNOCHEL, 1972). No entanto está liberação apropriada de potássio durante o exercício é prejudicada em casos de hipocalcemia. Como resultado, há um aumento menor do fluxo sanguíneo para o músculo, resultando em câimbras, necrose isquêmica e rabdomiólise (KNOCHEL, 1972). O comprometimento induzido pela hipocalcemia no metabolismo muscular também pode contribuir para a disfunção muscular. Devido a estes fatores citados, em indivíduos com níveis depletados de potássio tem risco aumentado de disfunções musculares durante o exercício, incluindo a rabdomiólise.

2.4.4. MIOPATIAS METABÓLICAS

As miopatias metabólicas representam uma porcentagem muito pequena de casos de rabdomiólise em geral, mas são causas relativamente comuns entre pacientes com episódios recorrentes de rabdomiólise após esforço físico (MILLER, 2019). Dentre as miopatias metabólicas mais comuns relacionadas à mioglobulinúria idiopática durante o exercício e consequentemente risco aumentado de rabdomiólise se encontram a deficiência de carnitina palmitoiltransferase em primeiro lugar, seguido da deficiência da fosforilase muscular (doença de McArdle).

As miopatias metabólicas causam necrose muscular provavelmente por produção insuficiente de energia durante o exercício, depletando a adenosina trifosfato (ATP) e a creatinofosfato, com isso, a integridade das células fica comprometida (FELIG, 1975).

2.4.5. OUTRAS CAUSAS DE RABDOMIÓLISE RELACIONADA A DESREGULAÇÃO TÉRMICA OU EXTREMOS TÉRMICOS

A rabdomiólise também pode se desenvolver após períodos de imersão prolongada, provavelmente relacionada à hipotermia, com lesão muscular por acentuada vasoconstrição ou por tremores excessivos e/ou hipóxia generalizada.

2.5. A GENÉTICA ENVOLVIDA NA RABDOMIÓLISE E POSSÍVEIS NOVOS ALVOS FUTUROS PARA SUA PREVENÇÃO

Ainda hoje, mesmo com todo o avanço tecnológico e o descobrimento de grande variedade de testes genéticos para diagnóstico e preditivos de desfecho, o teste mais confiável para o diagnóstico da rabdomiólise ainda é a simples dosagem laboratorial de CK. Numerosos estudos apresentam diferentes pontos de corte que variam entre 1000 a 15000, sendo que geralmente os casos de rabdomiólise geralmente acontecem quando níveis de CK estão acima de cinco vezes o limite superior da normalidade (SAFARI, 2016). A dosagem precoce da CK em casos suspeitos se mostra de fundamental importância para a instituição imediata de hidratação profusa, de forma a prevenir a insuficiência renal aguda causada pelo pigmento heme, após lesão muscular difusa.

Nos últimos anos, inúmeros estudos científicos demonstram a relação dos polimorfismos genéticos e o rendimento físico, além da relação destes com a diminuição da capacidade de suportar atividades físicas extenuantes (RUIZ et al., 2009; MATSUSUE et al., 2012). Outro alvo recente das pesquisas é a tentativa de correlacionar a CK com marcadores genéticos de susceptibilidade para a ocorrência de rabdomiólise relacionada ao exercício.

Alguns indivíduos apresentam elevações exageradas de CK comparativamente com outros indivíduos que apresentam elevações menores sob um mesmo protocolo de exercícios, o que faz pensar existir algum genótipo específico relacionado ao aumento exagerado de CK ao exercício, mas não necessariamente o de desenvolver rabdomiólise por exercício. Um estudo de Landau et al (2012), sugere alguns desses genótipos, em particular a interleucina 6 (IL-6 G174C GG), a miosina-quinase de cadeia leve (MLCK2 C37885A AA) e ACE II, podendo isso depender da etnia. A MLCK é um gene encontrado no músculo cardíaco, esquelético e em células não musculares de mamíferos. As proteínas codificadas pelo MLCK têm a função de fosforilar a Miosina Reguladora de Cadeia Leve (RLC), assim produzindo a contratilidade muscular (MARTINSEN et al., 2014). Nos estudos de Landau et al (2012) e de Martinsen et al. (2014), se levanta a hipótese de que o polimorfismo C49T do gene MLCK altere a capacidade de fosforilar uma Miosina Reguladora de Cadeia Leve (MRCL), que atua predominantemente sobre as fibras musculares tipo 2, levando à contração muscular da mesma (MARTINSEN et al., 2014), diminuindo assim a capacidade de suportar o esforço muscular (BACHA, 2016). O polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) tem sido associado ao aumento de lise muscular, quadros de RBM e insuficiência renal aguda (LANDAU et al., 2012; MARTINSEN et al., 2014).

Muitos novos genes relacionados à capacidade muscular e a predisposição ou não à proteção muscular ao exercício ou a susceptibilidade aumentada ao desgaste muscular tem sido descobertos recentemente e sua relação discutidos em recentes estudos. Alguns desses genes são descritos por Bacha (2016):

“O gene ACTN3 codifica a síntese de α -actinina-3, proteína sarcomérica de ligação de actina que desempenha um papel fundamental na manutenção e regulação do citoesqueleto (...)

O genótipo α -actinina-3 deficiente apresenta frequência de 25% em populações asiáticas e menos de 1% em população Africana; a frequência nos europeus é 18%. Isto levanta a possibilidade de que ACTN3 genótipo confere aptidão diferencial em seres humanos, sob certas condições ambientais (DEUSTER et al., 2013) (...).

O Monofosfato de Adenosina Deaminase 1 (AMPD1) encontra-se nos músculos usados para movimentar-se, possui um importante papel no processo de produção de energia no interior das células do músculo e atua como catalisador no ciclo das purinas. (VAN ADEL BA & TARNOPOLSKY, 2009; DEUSTER et al., 2013) (...). A substituição de um nucleotídeo T por um C na posição 34 resulta numa mutação no qual uma glutamina é convertida para um códon de parada, resultando numa proteína truncada não funcional, e, por conseguinte, resultando em AMPD1-deficiente (REBECCA et al., 2015). A falta de enzima AMPD1 tem sido associada com um aumento da frequência das formas leves de miopatia pós-exercício, causando fadiga e dores musculares. O alelo R é, portanto, associada a uma vantagem para a performance de resistência, enquanto portadores II enquanto portadores I do alelo X podem ser prejudicados pelo acúmulo precoce AMP e fadiga (REBECCA et al., 2015) (...).”

Como tópico levantado aqui, o Exército Brasileiro assim como qualquer outra Força Armada de qualquer país, deve estar sempre atenta, como instituição que necessita que todo seu corpo de soldados esteja sempre fisicamente bem treinado, e para isso é sempre submetido à atividades físicas intensas, seja esportiva ou de campanha, deve estar sempre atento à novos dados da ciência no que se refere à genética como grande promissor fonte de conhecimento e informação, para que se atente a descoberta de novas mutações, polimorfismos que aumentem em demasia o risco de rabdomiólise em indivíduos submetidos à altas cargas de esforço físico.

2.6. O EXÉRCITO BRASILEIRO E A PREVENÇÃO DA RABDOMIÓLISE INDUZIDA PELO ESFORÇO FÍSICO E PELO CALOR

Em Março de 2010 através da portaria N° 129 aprovou a Diretriz para implantação do Programa de Prevenção e Controle da Rabdomiólise Induzida por Esforço Físico e pelo Calor no âmbito do Exército, a qual foi publicada no Boletim do Exército N° 11/2010. O objetivo foi definir ações e estabelecer a responsabilidade de cada órgão no processo de implantação do Programa.

Nesta portaria foram definidas as ações estratégicas do programa, a fim de reduzir a ocorrência de casos de rabdomiólise induzida pelo calor e pelo esforço físico, dentre essas ações estão a instituição de ampla divulgação de prevenção à doença por meio da atividade de comunicação social, a difusão junto ao corpo de instrutores e monitores de instrução militar a importância da prevenção e do controle da doença, a instituição de campanhas no âmbito do Exército de esclarecimento sobre os riscos do uso de drogas lícitas e ilícitas, suplementos alimentares visando a melhora do desempenho físico, o incentivo à boas práticas de treinamento militar e segurança da instrução com enfoque na prevenção da doença, a definição e difusão de protocolos assistenciais de diagnóstico e tratamento de militares acometidos pela doença ou com suspeita, a capacitação e atualização dos profissionais de saúde, na abordagem e condução dos casos confirmados e suspeitos, a capacitação dos comandantes de fração a identificar os sintomas iniciais da doença e suas medidas preventivas e o incentivo à prática diária do Treinamento Físico Militar (TFM) de forma metódica e controlada, como forma de aprimoramento do condicionamento físico, tendo este como pilar fundamental na prevenção da rabdomiólise induzida pelo exercício (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2010)

O Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), publicou em 2018 em seu site, através das atribuições estabelecidas na portaria citada acima, várias estratégias e medidas preventivas para redução da rabdomiólise induzida por esforço físico e calor:

“Realização, em parceria com o Instituto de Biologia do Exército (IBEx) Eletroforese de hemoglobina falciforme (...).

A manutenção atualizada da ficha médica com registro de informações relevantes sobre fatos associados ao aumento do risco da ocorrência da rabdomiólise induzida por esforço e pelo calor. Esta ficha deve estar disponível na inspeção sanitária prévia e durante a execução da atividade.

A equipe de saúde deve realizar inspeção sanitária, previamente à atividade, para a verificação de fatores associados ao aumento de risco da ocorrência da rabdomiólise. As informações relevantes devem ser passadas à equipe de instrução para o aumento da atenção sobre esses militares.

A equipe de instrução deve verificar a área de instrução durante atividades de reconhecimento, sobre a presença de carrapato vetor da febre maculosa (artrópodes carrapato amblyomma cajennense – sinonímia: carrapato estrela, carrapato do cavalo ou rodeleiro) (...). Caso a região da atividade tenha a presença do carrapato vetor da febre maculosa, a equipe de saúde deve providenciar repelente a base de permetrina no fardamento dos militares participantes da atividade (...)

Apoio à SEF/OTFM na aferição da quantidade de gordura corporal (%G) dos militares (...)

Apoio à SEF/OTFM na aferição da taxa de sudorese dos militares durante as atividades (...)

Realização de coleta de sangue para a aferição da linha de base de parâmetros bioquímicos relacionados ao nível de lesões musculares (CK, ureia, creatinina, ácido úrico) e desequilíbrio hidroeletrolítico (sódio, potássio e cálcio).

O reforço pela equipe de instrução das orientações sobre as medidas de segurança da atividade, as técnicas e procedimentos de controle individual dos efeitos fisiológicos ao esforço físico muito elevado. Os militares devem ser orientados a informar a equipe de instrução quando da apresentação de sintomas do quadro clínico de rabdomiólise.”

2.7. INFORMAÇÕES BÁSICAS SOBRE RABDOMIÓLISE AOS INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À ATIVIDADE FÍSICA DE ALTA CARGA.

Em novembro de 2016 o site Uptodate publicou informações básicas sobre a rabdomiólise, as quais considera que todas as pessoas submetidas à atividade física devem ter ciência. Com linguagem simples e prática, a publicação aborda a definição sucinta da condição médica, seu espectro clínico variável da gravidade, as principais causas, os principais sintomas, as orientações aos indivíduos que se percebem acometidos pelos seus sintomas e o tratamento. Com a ajuda de material visual, busca dessa forma, uma educação rápida e eficiência sobre o mínimo conhecimento necessário sobre a condição, sendo assim, uma medida de baixo custo que pode ser realizada momentos antes do início das atividades, de forma a reforçar a importância dos conceitos básicos, e alertar novamente todos os

indivíduos da potencial gravidade da condição e a necessidade de se atentar para medidas preventivas e seu quadro clínico inicial, de forma a otimizar e antecipar o tratamento precoce e adequado. Ver ANEXO A.

3. CONCLUSÕES

Diante da análise dos estudos citados ao longo deste trabalho e da grande quantidade de publicações das forças armadas de todo o mundo sobre o tema rabdomiólise verificados durante o processo de pesquisa, verifica-se a importância desta entidade quando analisada no contexto da realização de atividades físicas intensas, sejam esportivas, ou como é o foco deste trabalho, as atividades de campanha realizadas pelos militares, devido à sua grande incidência, a não diminuição da mesma, como tendência estática, mesmo diante de todo avanço do conhecimento médico sobre esta entidade, a gravidade de suas complicações, podendo, em muitos casos, evoluir para o óbito, e principalmente, pela facilidade de execução de muitos procedimentos que reduzem o risco de seu desenvolvimento.

Os procedimentos para prevenção da rabdomiólise em campanha podem ser divididos em medidas institucionais de longo prazo, medidas simplificadas realizadas pelos próprios atletas ou indivíduos submetidos à atividade física durante a mesma e as medidas institucionais durante o evento alvo.

Dentro das medidas institucionais encontram-se a criação com revisão e atualização no mínimo anual das políticas de dos planos de emergência para a doença do calor relacionada ao exercício composta por educadores físicos, atletas e equipe médica, educação continuada de toda a equipe de treinadores, médicos e atletas sobre as doenças relacionadas ao calor e sua relação com rabdomiólise, incluir questionários prévios à atividade física identificar indivíduos de alto risco e estabelecer e seguir as diretrizes de ingestão hídrica adequada. As evidências científicas atuais demonstram ser suficientes ingestões hídricas antes das atividades de 06 ml de água/Kg de massa corporal a cada duas ou 03 horas para iniciar o exercício hidratado adequadamente, começando o processo 04 a 06 horas antes do início. Importante alvo institucional é também o estabelecimento e monitorização da aclimação progressiva ao calor, feita 01 a 02 semanas antes da atividade alvo. Dos procedimentos institucionais a serem adotados durante a atividade física destacam-se a instituição de intervalos frequentes para hidratação, manter sob maior vigilância os atletas obesos e os que já sofreram algum tipo de doença relacionada ao calor. Quanto as medidas para os atletas realizarem imediatamente antes e durante a atividade alvo são: hidratar-se antes da atividade e manter-se hidratado como já dito, interromper exercício e comunicar imediatamente equipe médica se exaustão grave, tontura.

É proposto como tema para novos estudos futuros a avaliação da validade e adaptação do índice WBGT - Wet Bulb Globe Temperature como possível preditor de risco

para o desenvolvimento das doenças relacionadas ao calor e a rabdomiólise. Fica aqui também a proposta de avaliação de desenvolvimento do medidor portátil do índice WBGT para que o mesmo possa ser levado ao local de atividade e seja medido in loco, já que os aparelhos convencionais são grandes, o que impediria seu uso durante a campanha.

Por fim, este estudo alerta para o maior risco de rabdomiólise suas complicações em indivíduos portadores de traço falciforme, mesmo que sem nenhuma outra manifestação da doença falciforme visto que o Brasil, principalmente na região Nordeste, como exemplo o estado da Bahia, tem grande incidência do traço falciforme. Fica aqui o posicionamento de que pelo menos pesquisas sejam feitas sobre a incidência de traço falciforme nas forças armadas do Brasil e seu risco relativo de doenças relacionadas ao calor e rabdomiólise, tendo em vista que a eletroforese de hemoglobina se encontra hoje cada vez mais disponível até mesmo para países com capacidade econômica limitada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANZALONE M, L, et al. Wolters Kluwer. **Sickle Cell Trait and Fatal Rhabdomyolysis in Football Training: a Case Study**. Medicine & Science in Sports % Exercise by The American College of Sports Medicine, 2009.

BACHA T, J. **Polimorfismos e Marcadores Bioquímicos Associados à Rabdomiólise em Militares do Exército Brasileiro Submetidos à Intensa Atividade Física**. 2016. 46 folhas. (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, 2016.

BONNOR R, SIDDIQUI M, AHUJA TS. Elsevier. **Rhabdomyolysis Associated with Near-Drowning**. The American Journal of the Medical Sciences. Texas. Volume 318, Issue 3, Pages 201-202. September 1999.

BOSCH X, et al. The New England Journal of Medicine. **Rhabdomyolysis and Acute Kidney Injury**. Massachusetts Medical Society. 361: 62-72, July 2, Barcelona, 2009.

BOUCHAMA A, Knochel JP SO N Engl J Med. 2002; 346(25):1978. AD Medical and Surgical Intensive Care Unit and Comparative Medicine Department, King Faisal Specialist Hospital and Research Center, Riyadh, Saudi Arabia.

EXÉRCITO BRASILEIRO, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército. **Programa de Prevenção e Controle da Rabdomiólise Induzida por Esforço Físico e Pelo Calor**. Rio de Janeiro, 2018.

FELIG P, WAHREN J. Seminars in Medicine of the Beth Israel Hospital. **Fuel Homeostasis in Exercise**. The New England Journal of Medicine. Boston, Volume 293, Number 21, Page 1078-1084, Nov 20, 1975.

GABOW P, A, KAEHNY W, D, KELLEHER S, P. The Williams & Wilkins Co. **The Spectrum of Rhabdomyolysis**. Departments of Medicine. Denver General Hospital. Volume 61, Number 3, Denver, 1982.

GARDNER JW, JA K. **Clinical diagnosis, management, and surveillance of exertional heat illness**. In: Textbook of Military Medicine, Zajitchuk R (Ed), Army Medical Center Borden Institute, Washington, DC 2001. No abstract available.

GPS INSTRUMENTATION LTD. Heat Stroke Prevention Meters – Measuring Principle. Disponível em: <https://www.gpsil.co.uk/our-products/heat-stroke-checkers/measuring-principle/>. Acesso em: 31 Ago. 2019.

HELED Y, Rav-Acha M, Shani Y, Epstein Y, Moran DS. **The "golden hour" for heatstroke treatment**. Mil Med. 2004;169(3):184 Institute of Military Physiology, Israel

Defense Forces Medical Corps, Heller Institute of Medical Research, Sheba Medical Center, Tel Hashomer 52621, Israel.

HEYMAN S, N, ROSEN S, FUCHS S, EPSTEIN F,H, BREZIS M. **Myoglobinuric Acute Renal Failure in the Rat: a Role for Medullary Hypoperfusion, Hypoxia and tubular obstruction.** Journal of the American Society of Nephrology, Page 1066-74, Department of Medicine, Hadassah Hospital, MT. Scopus, Jerusalem, Israel Jul 7, 1996.

HOLT S, MOORE K. Experimental Nephrology. Pathogenesis of Renal Failure in Rhabdomyolysis: The Role of Myoglobin. Department of Medicine, Royal Free and University College Medical School, London, Page 72-76, 2000.

HUERTA-ALARDÍN A, L, VARON J, MARIK P, E. BioMed Central Ltd. **Bench-to-Bedside review: Rhabdomyolysis – an Overview for Clinicians.** Critical Care. Volume 9, Number 2, October, 2004.

KNOCHEL J, P, SCHLEIN E, M. The American Society for Clinical Investigation. **On the Mechanism of Rhabdomyolysis in Potassium Depletion.** Volume 51, Issue 7, July 1, 1972.

LANDAU, M. E.; KENNEY, K.; DEUSTE, P. **Investigation of the Relationship Between Serum Creatine Kinase and Genetic Polymorphisms in Military Recruits.** Military Medicine, Estados Unidos, v. 177, n.11, p.1359. 2012.

MARON BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. **Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006.**

MARTINSEN, A DESSY C, MOREL N. **Regulation of calcium channels in smooth muscle: new insights into the role of myosin light chain kinase.** Channels (Austin), Canadá, v.8, n.5, and p.402-13. 2014. doi: 10.4161/19336950.2014.950537.

MATSUSUE, A. **An autopsy case of rhabdomyolysis related to vegetamin and genetic analysis of the rhabdomyolysis-associated genes.** Elsevier Ltd and Faculty of Forensic and Legal Medicine. Journal of Forensic and Legal Medicine, Reino Unido, v. 17, p. 46-49. 2010.

MELLI G. et al. Lippincott Williams & Wilkins. **Rhabdomyolysis An Evaluation of 475 Hospitalized Patients.** Medicine. Baltimore, Volume 84, Number 6, November 2005.

MUELLER FO, Cantu RC. **Catastrophic sports injury research: 26th Annual Report Fall 1982-Spring 2008.** University of North Carolina, Chapel Hill 2008. <http://www.unc.edu/depts/nccsi/AllSport.pdf> (Accessed on July 09, 2012)

NELSON D, A, et al. **Sickle Cell Trait, Rhabdomyolysis, and Mortality among U.S. Army Soldiers.** The New England Journal of Medicine. 375, Page 435-442, August 4, 2016.

QUATTRONE R, D, EICHNER E, R, BEUTLER A, ADAMS W, B, O'CONNOR F, G. Wolters Kluwer. **Exercise Collapse Associated With Sickle Cell Trait (ECAST): Case Report and Literature Review**. American College of Sports Medicine. Volume 14, Number 2, March/April 2015.

RUIZ, JR.; BUXENS, A.; ARTIEDA, M.; ARTETA, D.; SANTIAGO, C.; RODRÍGUEZ-ROMO, G. **The 174 G/C polymorphism of the IL6 gene is associated with elite Power performance**. J. Sci. Med. Sport, Estocolmo, v.13,n.5, p.549-53. 2009.

SAFARI, S.; YOUSEFIFARD, M.; HASHEMI, B.; BARATLOO, A.; FOROUZANFAR, M. M.; RAHMATI, F.; MOTAMEDI, M.; NAJAFI, I. **The Value of Serum Creatine Kinase in Predicting the Risk of Rhabdomyolysis-Induced Acute Kidney Injury: a Systematic review and meta-analysis**. Clin. Exp Nephrol., Teerã, 2016.

ZAGER R, A. Editorial Review by the International Society of Nephrology. **Rhabdomyolysis and Myohemoglobinuric Acute Renal Failure**. Kidney International, Volume 49, Page 314-326, 1996.

ANEXO A – Quadro de educação básica ao indivíduo submetido à atividade física sobre o que é rabdomiólise e os seus riscos.

<p>O QUE É RABDOMIÓLISE?</p> <p>Rabdomiólise é uma condição clínica potencialmente fatal que ocorre quando o tecido muscular fica gravemente danificado e substâncias de dentro das células musculares vazam para o sangue. Isso pode levar a sérios problemas no corpo, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Danos nos rins - Normalmente, os rins filtram o sangue e removem os resíduos e o excesso de sal e água. Danos renais graves podem levar à insuficiência renal aguda, que é quando os rins param de funcionar.• Não ter a quantidade certa de certos sais no sangue - o corpo precisa que a quantidade correta de certos sais (por exemplo, potássio) funcione normalmente. Ter níveis dessas substâncias muito altos ou muito baixos pode causar problemas. <p>A rabdomiólise pode ser leve ou grave. A Rabdomiólise grave pode ser fatal.</p>
<p>O QUE CAUSA A RABDOMIÓLISE?</p> <p>Diferentes situações podem causar danos ao tecido muscular, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Exercício físico muito intenso• Lesão muscular, de uma cirurgia ou trauma, por exemplo.• Posição deitada na mesma posição por um longo período de tempo, como estar em coma• Alguns tipos de infecções• Alguns tipos de medicamentos ou venenos• Problemas musculares com os quais algumas pessoas nascem
<p>QUAIS SÃO OS SINTOMAS DA RABDOMIÓLISE?</p> <p>Algumas pessoas não tem sintomas. Eles podem descobrir apenas após a solicitação de exames laboratoriais pelos médicos.</p> <p>Outras pessoas têm sintomas que incluem:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dor muscular• Urina que é vermelha ou marrom• Fraqueza muscular
<p>DEVO PROCURAR O MÉDICO?</p> <p>Sim. Procure imediatamente a Equipe Médica se você tiver os sintomas acima, especialmente depois de se machucar ou se exercitar muito.</p>
<p>EXISTE UM EXAME PARA DETECTAR A RABDOMIÓLISE?</p> <p>Sim. A equipe médica pode solicitar análises do sangue e urina para verificar a existência de rabdomiólise e quaisquer problemas que tenha causado.</p>
<p>COMO A RABDOMIÓLISE É TRATADA?</p> <p>O tratamento depende de qual é a causa da rabdomiólise e da gravidade da condição. A maioria das pessoas é tratada em ambiente hospitalar.</p> <p>O tratamento da rabdomiólise geralmente envolve:</p> <ul style="list-style-type: none">• Administração de fluidos (líquidos) que entram em sua veia. Fluidos podem ajudar o corpo a eliminar as substâncias das células musculares.• Medicamentos para corrigir os níveis de sal no seu corpo.

● Tratamento para ajudar até que seus rins funcionem normalmente novamente - Isso pode incluir medicamentos, mudanças na dieta ou "terapia de substituição renal". Terapia de reposição renal é um termo para tratamentos que assumem o trabalho dos rins. Envolvem:

- Hemodiálise - A hemodiálise é um procedimento no qual uma máquina assume o trabalho dos rins. A máquina bombeia o sangue para fora do corpo, filtra-o e retorna-o ao corpo. As pessoas fazem hemodiálise pelo menos 3 vezes por semana.

- Diálise peritoneal - A diálise peritoneal é um procedimento que as pessoas fazem em casa todos os dias. Envolve um fluido especial dentro do abdome. Este fluido coleta resíduos e excesso de sal e água do sangue. Então o fluido usado é drenado para fora do abdome.

