

Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes

Universidade da Força Aérea

CT (FN) Sherman Pinheiro Faria

Medidas de prevenção da rabdomiólise em militares: uma revisão da literatura

Rio de Janeiro

2020

CT (FN) Sherman Pinheiro Faria

Medidas de prevenção da rabdomiólise em militares: uma revisão da literatura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes e à Universidade da Força Aérea como requisito parcial para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desempenho Físico do Combatente.

Orientadora: 1T (RM2-T) Maria Elisa Koppke Miranda

Rio de Janeiro

2020

CT (FN) Sherman Pinheiro Faria

Medidas de prevenção da rabdomiólise em militares: uma revisão da literatura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes e à Universidade da Força Aérea, como requisito parcial para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desempenho Físico do Combatente.

Aprovada em 24 de julho de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Adriano Percival Calvo

Universidade da Força Aérea

Prof. Ms. Maria Elisa Koppke Miranda

Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes

Rio de Janeiro

2020

FARIA, Sherman Pinheiro. Medidas de prevenção da rabdomiólise em militares: uma revisão da literatura. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para conclusão do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desempenho Físico do Combatente. Rio de Janeiro – RJ, 2020.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A rabdomiólise é uma síndrome que tem sua origem provocada pela lesão de células musculares, ocasionando a liberação dos conteúdos intracelulares na circulação. Tendo em vista a crescente incidência da rabdomiólise nas forças armadas, torna-se importante a elaboração de novos estudos que objetivam o aprimoramento de medidas de prevenção, assim como a rapidez no diagnóstico possibilitando a recuperação acelerada dos militares acometidos e a redução no surgimento de complicações de saúde inerentes ao processo da síndrome. **OBJETIVO:** O presente estudo objetivou elencar, por meio de uma revisão da literatura, as medidas de prevenção que estão sendo empregadas no controle da rabdomiólise em militares. **METODOLOGIA:** Uma revisão narrativa, com busca sistemática nas bases de dados científica US National Library of Medicine (MEDLINE), Science Direct, Cochrane e LILACS em julho de 2020. Foram utilizados os descritores “rhabdomyolysis”, “prevention & control” e “military personnel”, assim como seus respectivos sinônimos. Além desses artigos encontrados, foram incluídos no banco de dados estudos que possuíam a mesma temática, indicados por especialistas no assunto em questão. Não houve filtro de idiomas ou limite de tempo para a busca. **RESULTADOS:** Um total de 20 artigos foram identificados após uma pesquisa eletrônica de banco de dados e 25 trabalhos foram incluídos manualmente. Após a triagem de citações, 24 não atenderam os critérios de inclusão e foram excluídos. Preencheram os critérios de inclusão para a revisão 21 estudos. **CONCLUSÃO:** O fato da rabdomiólise ser uma síndrome originada por diversos fatores acaba dificultando a sua prevenção, tendo em vista que o organismo de cada pessoa se comporta e reage de maneira distinta. As principais medidas preventivas elencadas por essa revisão foram: 1) Evitar exposição a elevadas temperaturas e manutenção de uma hidratação regular; 2) Supervisão e coordenação da intensidade, duração e tipo das atividades físicas por um profissional capacitado, em especial nas organizações militares onde os indivíduos tem o primeiro contato com a atividade militar e nos cursos operativos, elaboração de um programa de treinamento que possibilite o ganho de condicionamento físico de maneira gradual; 3) O uso de suplementos alimentares deve ser feito mediante orientação de um profissional da área de nutrição, programa de orientação e conscientização dos indivíduos acerca dos riscos de rabdomiólise inerentes a utilização de substâncias tóxicas como, álcool, drogas, medicamentos, entre outras 4) Utilização de um profissional da área de nutrição para orientar a ingestão adequada de nutrientes 5) Observação da coloração da urina (quanto mais escura, maior é a chance do desenvolvimento da rabdomiólise), realização rotineira de exames de sangue e urina para monitorar os níveis de creatina quinase (CK), mioglobina, sódio e potássio, principalmente durante os períodos de intensa atividade física. A prevenção se dá em grande parte evitando os fatores de risco, nesse contexto, cresce a importância de palestras e orientações nas organizações militares voltadas para aumentar a conscientização de todos os militares a respeito do tema em questão.

Palavras-chave: Rabdomiólise, prevenção e controle, militares

FARIA, Sherman Pinheiro. Preventive measures for rhabdomyolysis in the military personnel: a literature review. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para conclusão do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Desempenho do Combatente. Rio de Janeiro – RJ, 2020.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Rhabdomyolysis is a syndrome that has its origin caused by the injury of muscle cells, causing the release of intracellular contents in the circulation. In view of the increasing incidence of rhabdomyolysis in the armed forces, it is important to develop new studies aimed at improving preventive measures, as well as the speed of diagnosis, enabling the accelerated recovery of the affected military and reducing the appearance of health complications inherent to the syndrome process. **AIM:** The present study aimed to list, through a literature review, the preventive measures that are being used in the control of rhabdomyolysis in military personnel. **MATERIALS:** A narrative review, with a systematic search of the scientific databases US National Library of Medicine (MEDLINE), Science Direct, Cochrane and LILACS in July 2020. The descriptors “rhabdomyolysis”, “prevention & control” and “military personnel” were used, as well as their respective synonyms. In addition to these articles found, studies that had the same theme, indicated by specialists in the subject in question, were included in the database. There was no language filter or time limit for the search. **RESULTS:** A total of 20 articles were identified after an electronic database search and 25 papers were included manually. After screening citations, 24 did not meet the inclusion criteria and were excluded. 21 studies met the inclusion criteria for the review. **CONCLUSIONS:** The fact that rhabdomyolysis is a syndrome caused by several factors ends up hindering its prevention, considering that each person's organism behaves and reacts differently. The main preventive measures listed by this review were: 1) Avoid exposure to high temperatures and maintaining regular hydration; 2) Supervision and coordination of the intensity, duration and type of physical activities by a trained professional, especially in military organizations where individuals have their first contact with military activity and in operational courses, elaboration of a training program that allows the gain fitness gradually; 3) The use of dietary supplements should be done under the guidance of a professional in the field of nutrition, an orientation program and awareness of individuals about the risks of rhabdomyolysis inherent in the use of toxic substances such as alcohol, drugs, medications, among others 4) Use of a nutrition professional to guide adequate nutrient intake 5) Observation of urine color (the darker, the greater the chance of developing rhabdomyolysis), routine blood and urine tests to monitor levels of creatine kinase (CK), myoglobin, sodium and potassium, especially during periods of intense physical activity. Prevention is largely achieved by avoiding risk factors, in this context, increases the importance of lectures and guidance in military organizations aimed at raising the awareness of all military personnel on the subject in question.

Keywords: Rhabdomyolysis, prevention and control, military personnel.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	6
MÉTODOS.....	7
Tipo de estudo.....	7
Estratégia de busca.....	7
Tabela 1. Estratégia de busca na literatura.....	8
Quadro 1. Frases de buscas que orientaram o estudo.....	9
RESULTADOS.....	10
Figura 1. Fluxograma demonstrativo do caminho utilizado na pesquisa até a chegada nos artigos utilizados na revisão.....	10
DISCUSSÃO.....	11
Medidas de prevenção da rabdomiólise.....	11
Controle térmico e hidratação.....	11
Controle da intensidade da atividade física.....	12
Controle do uso suplementos alimentares e exposição a agentes tóxicos.....	13
Ingestão adequada de nutrientes.....	14
Monitoramento das análises bioquímicas.....	14
Limitações do estudo.....	16
CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS.....	17

INTRODUÇÃO

A rabdomiólise é uma síndrome que tem sua origem provocada pela lesão de células musculares, ocasionando a liberação dos conteúdos intracelulares na circulação (MARINHA DO BRASIL, 2016). Diversos são os fatores que podem ocasionar tais lesões, dentre os quais, ressalta-se: atividade física intensa, compressão muscular e exposição ao calor (SANTOS, 2019). A prevenção e o diagnóstico da rabdomiólise acabam sendo bastante dificultados em virtude de sua diversidade etiológica e clínica, com isso, sua prevenção se dá pelo controle dos fatores mencionados anteriormente, já o diagnóstico é feito através de análises clínicas e laboratoriais. Nesse sentido, as análises clínicas que mais se destacam são as dores e fraquezas musculares, assim como a coloração marrom da urina, ocasionada pela liberação de mioglobina na corrente sanguínea. Ademais, para as análises laboratoriais, utiliza-se como ferramenta os níveis de creatina fosfoquinase (CPK), mioglobina, potássio, ureia, creatinina e fósforo (ATIAS-VARON et al., 2017).

Na literatura, as primeiras referências clínicas voltadas para a rabdomiólise tiveram sua origem na Alemanha, em associação a síndrome de Meyer Betz, devido a coloração marrom da urina, as dores e as fraquezas musculares (GUIMARÃES ROSA et al., 2005). Durante a Segunda Guerra Mundial, os médicos do Hammersmith, hospital de Londres relataram pela primeira vez na literatura a relação entre a rabdomiólise e a infecção renal aguda (IRA)(GUIMARÃES ROSA et al., 2005). Na ocasião, algumas pessoas tiveram seus membros esmagados e vieram a óbito pela IRA, durante a necropsia foi observado a presença de coloração marrom nos túbulos renais (GUIMARÃES ROSA et al., 2005).

A grande incidência de casos de rabdomiólise nas forças armadas é uma preocupação constante em diversos lugares do mundo (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2015). Nesse sentido, uma série de estudos foram desenvolvidos visando mitigar seus efeitos e facilitar o seu diagnóstico o mais breve possível. Entre 2015 e 2019, nos Estados Unidos, foram observados 2547 casos de rabdomiólise nas forças armadas, dos quais 75% ocorreram no período mais quente do ano (entre maio e outubro) (MILITARY HEALTH SYSTEM, 2020). Ainda sob esse aspecto, foi relatado que a incidência de rabdomiólise no exército americano foi de 300% a 400% maior do que na população civil entre o ano de 2004 e 2006 (HILL et al., 2017). A justificativa para esses números elevados se dá pelas características das atividades/exercícios militares, os quais, em sua maioria são realizados em ambientes quentes, secos e por um longo

período de duração (MARINHA DO BRASIL, 2016). Outro fator relevante é a exposição dos militares as atividades de risco, tornando-os suscetíveis as lesões traumáticas e de compressão muscular (SANTOS, 2019).

Tendo em vista a crescente incidência da rabdomiólise nas forças armadas, torna-se importante a elaboração de novos estudos que objetivam o aprimoramento de medidas de prevenção, assim como a rapidez no diagnóstico possibilitando a recuperação acelerada dos militares acometidos e a redução no surgimento de complicações de saúde inerentes ao processo da síndrome. Ainda nesse contexto, no tocante a instituição, é importante salientar que o investimento em estudos que visam aprimorar as medidas de prevenção e o diagnóstico da síndrome, ajudaria na diminuição de custos com tratamento e com o absenteísmo. Portanto, o presente estudo objetivou elencar, por meio de uma revisão da literatura, as medidas de prevenção que podem ser empregadas no controle da rabdomiólise em militares.

MÉTODOS

Tipo de estudo

Foi realizado um estudo de revisão narrativa da literatura.

Estratégia de busca

Realizou-se uma busca sistemática nas bases de dados científica US National Library of Medicine (MEDLINE), Science Direct, Cochrane e LILACS em julho de 2020 para selecionar os artigos. Os seguintes descritores foram utilizados: “rhabdomyolysis”, “prevention & control” e “military personnel”, obtidos a partir das consultas nas bases Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), assim como seus respectivos sinônimos, conforme a estratégia apresentada na Tabela 1. As frases de busca foram obtidas utilizando os operadores booleanos AND (entre os descritores) e OR (entre os sinônimos de descritores) (Quadro 1). Além desses artigos encontrados, foram incluídos no banco de dados estudos que possuíam a mesma temática, indicados por especialistas no assunto em questão. Não houve filtro de idiomas ou limite de tempo para a busca.

Tabela 1. Estratégia de busca na literatura

rhabdomyolysis		preventive therapy		military
OR	AND	OR	AND	OR
rhabdomyolyses		prevention and control		armed forces personnel
		OR		OR
		preventive measures		personnel, armed forces
		OR		OR
		prevention		air force personnel
		OR		OR
		control		force personnel, air
				OR
				personnel, air force
				OR
				army personnel
				OR
				personnel, army
				OR
				submariners
				OR
				submariner
				OR
				marines
				OR
				navy personnel
				OR
				personnel, navy
				OR
				sailors
				OR
				sailor
				OR
				soldiers
				OR
				Soldier
				OR
				military
				OR
				deployment
				OR
				deployment, military
				OR
				coast guard

Quadro 1. Frases de busca utilizadas nas bases de dados

BASE	FRASE DE BUSCA
MEDLINE	((Rhabdomyolysis[Title/Abstract] OR Rhabdomyolyses[Title/Abstract]) AND ("preventive therapy" [Title/Abstract] OR prevention[Title/Abstract] AND control[Title/Abstract] OR "preventive measures"[Title/Abstract] OR prevention[Title/Abstract] OR control[Title/Abstract])) AND (Military [Title/Abstract] OR "Armed Forces Personnel"[Title/Abstract] OR "Personnel, Armed Forces"[Title/Abstract] OR "Air Force Personnel"[Title/Abstract] OR "Force Personnel, Air"[Title/Abstract] OR "Personnel, Air Force"[Title/Abstract] OR "Army Personnel"[Title/Abstract] OR "Personnel, Army"[Title/Abstract] OR Submariners[Title/Abstract] OR Submariner[Title/Abstract] OR Marines[Title/Abstract] OR "Navy Personnel"[Title/Abstract] OR "Personnel, Navy"[Title/Abstract] OR Sailors[Title/Abstract] OR Sailor[Title/Abstract] OR Soldiers[Title/Abstract] OR Soldier[Title/Abstract] OR Military[Title/Abstract] OR Deployment[Title/Abstract] OR "Deployment, Military"[Title/Abstract] OR "Coast Guard"[Title/Abstract])
Science Direct	(Rhabdomyolysis OR rhabdomyolysis) AND (prevention OR control) AND (Military OR Air Force Personnel OR Marines OR Soldier)
Cochrane	(Rhabdomyolysis OR Rhabdomyolyses) AND ("preventive therapy" OR "prevention and control" OR "preventive measures" OR prevention OR control) AND (Military OR "Armed Forces Personnel" OR "Personnel, Armed Forces" OR "Air Force Personnel" OR "Force Personnel, Air" OR "Personnel, Air Force" OR "Army Personnel" OR "Personnel, Army" OR Submariners OR Submariner OR Marines OR "Navy Personnel" OR "Personnel, Navy" OR Sailors OR Sailor OR Soldiers OR Soldier OR Military OR Deployment OR "Deployment, Military" OR "Coast Guard")
LILACS	(Rhabdomyolysis OR Rhabdomyolyses) AND ("preventive therapy" OR "prevention and control" OR "preventive measures" OR prevention OR control) AND (Military OR "Armed Forces Personnel" OR "Personnel, Armed Forces" OR "Air Force Personnel" OR "Force Personnel, Air" OR "Personnel, Air Force" OR "Army Personnel" OR "Personnel, Army" OR Submariners OR Submariner OR Marines OR "Navy Personnel" OR "Personnel, Navy" OR Sailors OR Sailor OR Soldiers OR Soldier OR Military OR Deployment OR "Deployment, Military" OR "Coast Guard")

RESULTADOS

Os resultados da busca nas bases de dados são apresentados na Figura 1. Um total de vinte artigos foram identificados após uma pesquisa eletrônica de banco de dados e vinte e cinco trabalhos foram incluídos manualmente. Após a triagem de citações, vinte e quatro não atenderam os critérios de inclusão e foram excluídos. Vinte e um estudos preencheram os critérios de inclusão para a revisão.

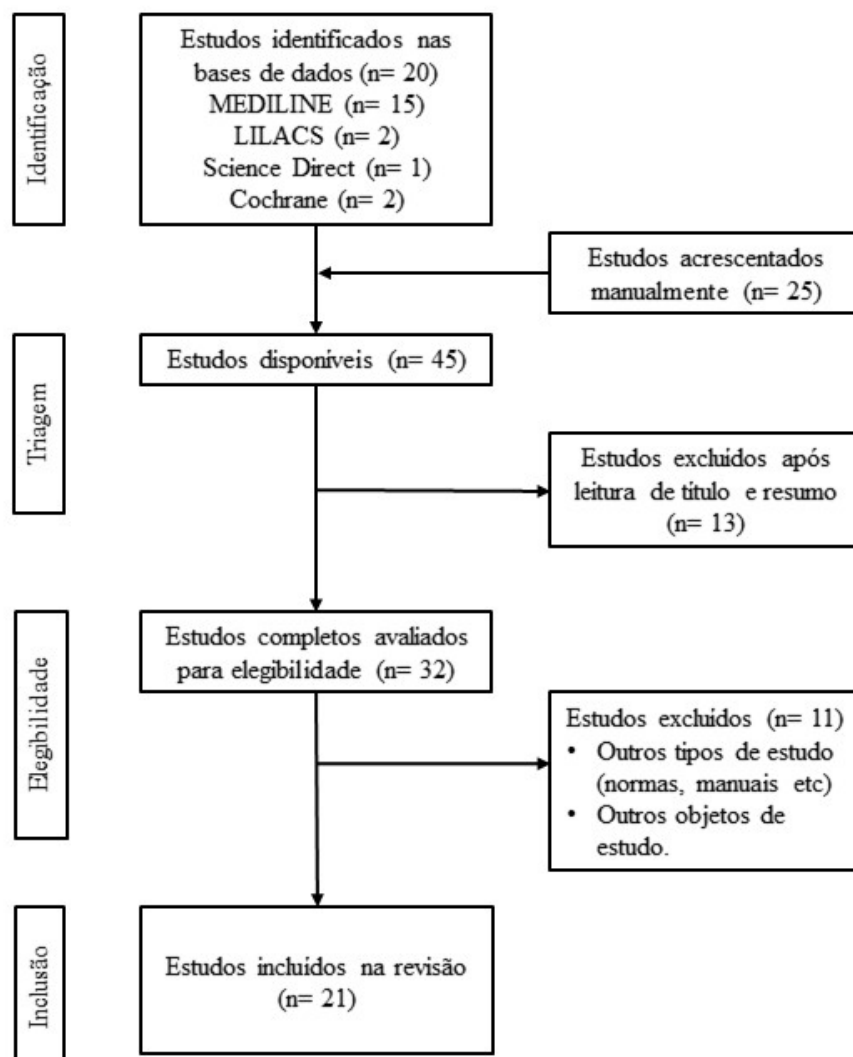


Figura 1. Fluxograma demonstrativo do caminho utilizado na pesquisa até a chegada nos artigos utilizados na revisão

DISCUSSÃO

Medidas de prevenção da rabdomiólise

Os resultados do presente estudo nos permitem observar que a rabdomiólise é uma síndrome multifatorial e com um quadro clínico variável, tal fato contribui para o aumento da complexidade dos estudos que visam elencar as medidas de prevenção, sendo estas, de suma importância para a redução das diversas complicações oriundas da rabdomiólise. Dentre as medidas que mais se destacaram estão a hidratação, o controle térmico, o controle da intensidade da atividade física, o controle do uso de suplementos e da exposição a agentes tóxicos, a ingestão adequada de nutrientes, bem como o monitoramento das análises bioquímicas através do controle dos níveis de creatina quinase (CK), mioglobina e dos eletrólitos. A seguir, essas medidas serão discutidas detalhadamente.

Controle térmico e hidratação

As atividades militares se caracterizam, em quase toda sua totalidade, por serem realizadas ao ar livre, nesse sentido os militares por diversas vezes acabam ficando expostos a elevadas temperaturas (SANTOS, 2019). A temperatura corporal extremamente elevada acarretará uma desnaturação proteica nas mitocôndrias, com isso haverá uma redução dos lipídios que constituem as células das membranas musculares, ocasionando alterações no fluxo sanguíneo e inflamações que levarão ao surgimento da rabdomiólise (ZUTT et al., 2014). No estudo de Hill e colaboradores (2017), realizado com 5430 militares do exército americano, a insolação foi considerada um fator de risco significativo para a rabdomiólise. Carter e colaboradores (2005), após uma consulta ao banco de dados do Instituto de Pesquisa do Exército dos Estados Unidos no período compreendido entre 1980 e 2002, constataram que 944 militares foram hospitalizados por insolação e destes, 25% apresentavam rabdomiólise.

Para se manter o equilíbrio térmico interno do corpo uma das medidas adotadas é a eliminação da sudorese na superfície da pele. A grande perda de líquidos sem a devida recomposição irá contribuir para a redução do fluxo sanguíneo nos músculos, acarretando uma série de complicações, sendo uma delas a lise celular (HUPPES, 2016). Nesse sentido, ressalta-se a importância do conhecimento sobre as doenças provocadas pelo calor, o controle do

período de exposição a elevadas temperaturas, de aclimação e hidratação adequada antes, durante e após as atividades como medidas capazes de ajudar na prevenção da rabdomiólise (CARTER et al., 2005; HILL et al., 2017).

Controle da sobrecarga física

Em grande parte dos estudos encontrados na literatura, a intensa atividade física se apresenta como o principal fator de risco para a origem da rabdomiólise (APELAND et al., 2017; ATIAS-VARON et al., 2017). Isso acontece pois os exercícios extenuantes demandam elevada quantidade de energia para a sua realização e por vezes excedem a capacidade metabólica dos indivíduos, ocasionando a lise celular, permitindo assim o derramamento dos componentes intracelulares na circulação (HUPPES, 2016). O aumento do número de casos de rabdomiólise nas forças armadas se deve a uma maior exigência física dos militares (SANTOS, 2019). Dentre os fatores mais comuns que podem levar a rabdomiólise induzida por exercício estão a duração, intensidade, tipo de exercício, nível de condicionamento físico do militar e a realização de novos exercícios. Em seu estudo, Aizawa e colaboradores (1995) relataram a rabdomiólise induzida por exercício em 17 dos 19 soldados que foram submetidos a um programa de treinamento que consistiu em 9 etapas de uma marcha intermitente durante 4 semanas carregando um peso de 45kg, na primeira etapa eles percorreram 5km em um ambiente de selva durante 14 horas, a distância era aumentada gradualmente até que na última etapa eles marcharam 50km em um terreno montanhoso durante 61 horas.

Outro fator importante é o tipo de exercício a ser realizado, Atias-Varon e colaboradores (2017) relataram rabdomiólise em militares que tiveram danos musculares similares a lesões por esmagamento após realizarem rastejo intenso em solo duro e pedregoso.

O nível de condicionamento físico e a realização de novos exercícios também são significativos para o surgimento da rabdomiólise, no estudo de Hill e colaboradores (2017) concluiu-se que os recrutas nos treinamentos básicos iniciais tem um risco 89% maior de desenvolver a rabdomiólise do que os soldados que possuem mais de um ano de serviço militar, nessa mesma linha, o estudo do Military Health System (2020) mostrou que a taxa de rabdomiólise em recrutas é 6 vezes maior do que em outros membros das forças armadas, outro dado relevante desse estudo é de que a maioria dos casos de rabdomiólise ocorreram nas organizações militares de treinamento básico de combate e nas organizações onde estão as maiores tropas de combate do Exército e do Corpo de Fuzileiros Navais.

Nesse sentido, o aquecimento, uma adaptação ao treinamento físico de maneira gradual antes de ser iniciado um programa de treinamento intenso, a conscientização e educação dos indivíduos que realizam atividades físicas, bem como a dos que os supervisionam e a utilização de uma escala de percepção subjetiva do esforço são medidas sugeridas para a prevenção das lesões musculares (APELAND et al., 2017; MILITARY HEALTH SYSTEM, 2020).

Controle do uso de suplementos alimentares e exposição a agentes tóxicos

A cada dia aumenta o número de pessoas que fazem o uso de suplementos alimentares dentro das organizações militares (CAROL, 2013). Essa grande procura está associada a busca por melhores desempenhos, perda de peso, diminuição da fadiga, aumento de força e massa muscular, entre outros fatores (SANTOS, 2019). Um estudo nos Estados Unidos da América (E.U.A) relatou que menos de 30% dos militares faziam consultas a médicos referentes ao uso de suplementos e que antes disso suas principais fontes de informações eram revistas, livros e amigos (CAROL, 2013). Inúmeras são as reações adversas provocadas por esses suplementos ao serem consumidos de forma descontrolada juntamente com a realização de extenuantes exercícios físicos, podendo causar câibras, desidratação e desequilíbrio na água corporal desencadeando a rabdomiólise. Um fato relevante no estudo de Carol (2013) foi que muitos suplementos comercializados em organizações militares dos E.U.A não continham ou continham erradamente o valor exato referente a quantidade de seus componentes.

Segundo Guis e colaboradores (2005), a exposição a agentes tóxicos, incluindo álcool e medicamentos são responsáveis por 80% dos casos de rabdomiólise. Já no estudo de Melli e colaboradores (2005), avaliando 475 pacientes hospitalizados com rabdomiólise, as drogas ilícitas, o álcool e os medicamentos foram responsáveis por 46% das causas. Estas substâncias podem agravar os danos musculares causados pelos intensos exercícios físicos, alterando o equilíbrio de sódio, cálcio e potássio que por conseguinte irão esgotar o fornecimento de energia complicando a lesão (GUIS et al., 2005).

Portanto, é de suma importância a conscientização do potencial que essas substâncias têm de provocarem a rabdomiólise, sendo assim, o consumo dessas substâncias deve ser acompanhado por médicos e especialistas na área.

Ingestão adequada de nutrientes

Como mencionado anteriormente, os militares estão constantemente expostos a atividades físicas extenuantes, o que gera um consumo elevado de energia (KIM et al., 2016). A falta de nutrientes para recompor a energia perdida poderá resultar em danos musculares de natureza metabólica, e caso o músculo já se encontre lesionado, o estado catabólico poderá agravar ainda mais a lesão, tendo como consequência em ambos os casos a rabdomiólise (BORRIONE et al., 2009). Por outro lado, o consumo de carboidratos em grande quantidade pode contribuir para o desenvolvimento da rabdomiólise (PARK et al., 2009). Ademais, a ingestão adequada de nutrientes como as proteínas, os carboidratos e os aminoácidos são importantes para a redução dos indicadores de lesões musculares, como também para auxiliar no processo de regeneração dos mesmos (BORRIONE et al., 2009).

Outro fator que pode levar à rabdomiólise é o estresse oxidativo, processo oriundo de um desequilíbrio entre os radicais livres e os antioxidantes (KIM et al., 2016). Nesse sentido, a ingestão de antioxidantes exógenos são importantes para a prevenção de rabdomiólise, como exemplo podemos citar a vitamina C (NAKHOSTIN-ROOHI et al., 2008).

Assim, para mitigar as chances do desenvolvimento da rabdomiólise, ressalta-se a importância do profissional de nutrição nas organizações militares, a fim de orientar e se possível realizar um acompanhamento quanto a ingestão adequada de nutrientes por parte dos militares, principalmente na parcela que está constantemente envolvida em operações e cursos que demandam um elevado consumo energético.

Monitoramento das análises bioquímicas

A rabdomiólise pode se apresentar de maneira leve e assintomática tornando ainda mais difícil e complexo o seu diagnóstico, nesse sentido, uma maneira bastante utilizada para realizar o diagnóstico é através de exames de sangue e de urina, uma vez que após a lesão muscular substâncias intracelulares são liberadas na circulação sanguínea (EL-ABDELLATI et al., 2013; GUIZ et al., 2005). Os marcadores laboratoriais mais utilizados para o diagnóstico da rabdomiólise encontrados na revisão da literatura são a creatina quinase (CK), a mioglobina e os eletrólitos.

A CK está presente na musculatura esquelética e é liberada na corrente sanguínea após a lise celular, esta enzima é considerada um marcador sensível e o mais importante para o diagnóstico da rabdomiólise, pois ela possui metabolismo mais demorado que o da mioglobina (EL-ABDELLATI et al., 2013; GUIMARÃES ROSA et al., 2005; KENNEY et al., 2012). É esperado que os níveis de CK atinjam seu pico de 3 a 5 dias após o início da lesão muscular

(TORRES et al., 2015). Foi encontrada uma discordância por parte de alguns autores com relação ao valor de CK associado a rabdomiólise, para alguns, esse valor é de 5 vezes maior que a referência do método laboratorial empregado e para outros esse valor é de 50 vezes maior, essa confusão ocorre pelo fato dos valores de CK variarem de acordo com a etnia, gênero e em algumas doenças genéticas, portanto, o valor de CK deve ser utilizado juntamente com outros parâmetros para o diagnóstico da rabdomiólise (APELAND et al., 2017; KENNEY et al., 2012).

Outro marcador utilizado para se ter o diagnóstico da rabdomiólise é a mioglobina. Tal substância é despejada na circulação sanguínea após a necrose celular sendo facilmente visível na urina (mioglobinúria), pois ela possui uma coloração avermelhada, deixando a urina mais escura, o fato da mioglobina atingir seu pico antes da CK e por ser rapidamente eliminada junto a urina a torna um marcador pouco sensível e imprevisível (EL-ABDELLATI et al., 2013; GUIMARÃES ROSA et al., 2005). Em virtude de as operações militares serem realizadas em locais isolados e de difícil acesso, a avaliação da concentração de mioglobina sanguínea imediatamente após a lesão acaba sendo dificultada, tornando o resultado do exame pouco confiável para diagnosticar a rabdomiólise, sendo assim, a coloração da urina é uma maneira mais eficaz de prevenir a rabdomiólise.

O desequilíbrio eletrolítico também pode desenvolver a rabdomiólise através da hipocalcemia e hiponatremia (AIZAWA et al., 1995). O potássio (K) tem um efeito vasodilatador que contribui para o aumento do fluxo sanguíneo nos músculos durante a prática de exercícios, portanto, a redução significativa do potássio provocará a lise celular originando a rabdomiólise (AIZAWA et al., 1995; GUIS et al., 2005). A sudorese em excesso, o uso de diurético, laxante, vômito e diarreia devem ser monitorados pois contribuem para a redução do potássio (AIZAWA et al., 1995; GUIS et al., 2005). Já a hiponatremia está associada a super-hidratação, pois o acúmulo de água dilui a concentração de sódio no sangue fazendo com que haja uma diminuição dos níveis, este acúmulo de água nas células desestabiliza a membrana da célula muscular provocando alterações nas concentrações intracelulares levando a necrose celular e assim a rabdomiólise (BRUSO et al., 2010).

Limitações ao estudo

A maioria dos estudos referentes ao tema em questão são retrospectivos, feitos com base em prontuários médicos pressupondo que os dados utilizados eram precisos. De modo geral os artigos encontrados apresentam conclusões voltadas para os fatores de risco e para as possíveis

complicações geradas pela síndrome e não se aprofundam em relação a indicar as possíveis prevenções para cada um dos diversos fatores de risco.

CONCLUSÃO

O fato da rabdomiólise ser uma síndrome originada por diversos fatores acaba dificultando a sua prevenção, tendo em vista que o organismo de cada pessoa se comporta e reage de maneira distinta. As principais medidas preventivas elencadas por essa revisão foram: 1) Evitar exposição a elevadas temperaturas e manutenção de uma hidratação regular; 2) Supervisão e coordenação da intensidade, duração e tipo das atividades físicas por um profissional capacitado, em especial nas organizações militares onde os indivíduos tem o primeiro contato com a atividade militar e nos cursos operativos, elaboração de um programa de treinamento que possibilite o ganho de condicionamento físico de maneira gradual; 3) O uso de suplementos alimentares deve ser feito mediante orientação de um profissional da área de nutrição, programa de orientação e conscientização dos indivíduos acerca dos riscos de rabdomiólise inerentes a utilização de substâncias tóxicas como, álcool, drogas, medicamentos, entre outras 4) Utilização de um profissional da área de nutrição para orientar a ingestão adequada de nutrientes 5) Observação da coloração da urina (quanto mais escura, maior é a chance do desenvolvimento da rabdomiólise), realização rotineira de exames de sangue e urina para monitorar os níveis de creatina quinase (CK), mioglobina, sódio e potássio, principalmente durante os períodos de intensa atividade física.

A prevenção se dá em grande parte evitando os fatores de risco, nesse contexto, cresce a importância de palestras e orientações nas organizações militares voltadas para aumentar a conscientização de todos os militares a respeito do tema em questão.

REFERÊNCIAS

AIZAWA, Hitoshi; MORITA, Kazutoyo; MINAMI, Hiroaki; SASAKI, Nobuhiro; TOBISE, Katsuyuki. Exertional rhabdomyolysis as a result of strenuous military training. **Journal of the Neurological Sciences**, [S. l.], v. 132, n. 2, p. 239–240, 1995. DOI: 10.1016/0022-510X(95)00144-Q.

APELAND, Terje; DANIELSEN, Tore; STAAL, Eva M.; ÅSBERG, Anders; THORSEN, Inga S.; DALSRUD, Tom Ole; ØRN, Stein. Risk factors for exertional rhabdomyolysis with renal stress. **BMJ open sport & exercise medicine**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. e000241, 2017. DOI:

10.1136/bmjsem-2017-000241.

ATIAS-VARON, Danit; SHERMAN, Haggai; YANOVICH, Ran; HELED, Yuval. Rhabdomyolysis After Crawling Military Training. **Military Medicine**, [S. l.], v. 182, n. 7, p. e1948–e1952, 2017. DOI: 10.7205/MILMED-D-16-00373. Disponível em: <https://academic.oup.com/milmed/article/182/7/e1948-e1952/4158593>.

BORRIONE, Paolo; SPACCAMIGLIO, Angela; SALVO, Raffaella Antonella; MASTRONE, Antonietta; FAGNANI, Federica; PIGOZZI, Fabio. Rhabdomyolysis in a young vegetarian athlete. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, [S. l.], v. 88, n. 11, p. 951–954, 2009. DOI: 10.1097/PHM.0b013e3181ae107f.

BRUSO, Jessica Rose; HOFFMAN, Martin D.; ROGERS, Ian R.; LEE, Linda; TOWLE, Gary; HEW-BUTLER, Tamara. Rhabdomyolysis and Hyponatremia: A Cluster of Five Cases at the 161-km 2009 Western States Endurance Run. **Wilderness & Environmental Medicine**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 303–308, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wem.2010.06.012>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1080603210002103>.

CAROL, Melinda L. Hydroxycut weight loss dietary supplements: a contributing factor in the development of exertional rhabdomyolysis in three U.S. Army soldiers. **Military medicine**, England, v. 178, n. 9, p. e1039-42, 2013. DOI: 10.7205/MILMED-D-13-00133.

CARTER, Robert; CHEUVRONT, Samuel N.; WILLIAMS, Jeffrey O.; KOLKA, Margaret A.; STEPHENSON, Lou A.; SAWKA, Michael N.; AMOROSO, Paul J. Epidemiology of hospitalizations and deaths from heat illness in soldiers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S. l.], v. 37, n. 8, p. 1338–1344, 2005. DOI: 10.1249/01.mss.0000174895.19639.ed.

EL-ABDELLATI, Esmael; EYSELBERGS, Michiel; SIRIMSI, Halil; HOOFF, Viviane Van; WOUTERS, Kristien; VERBRUGGHE, Walter; JORENS, Philippe G. An observational study on rhabdomyolysis in the intensive care unit. Exploring its risk factors and main complication: acute kidney injury. **Annals of intensive care**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 8, 2013. DOI: 10.1186/2110-5820-3-8.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Programa de Prevenção e Controle da Rabdomiólise Induzida por Esforço Físico e Pelo Calor** Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, , 2015.

GUIMARÃES ROSA, Nuno; SILVA, Gil; TEIXEIRA, Alves; RODRIGUES, Fernando; ARAÚJO, José Augusto. Rabdomiólise. **Acta Medica Portuguesa**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 271–

282, 2005.

GUIS, Sandrine; MATTEI, Jean-Pierre; COZZONE, Patrick J.; BENDAHAN, David. Pathophysiology and clinical presentations of rhabdomyolysis. **Joint Bone Spine**, [S. l.], v. 72, n. 5, p. 382–391, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2004.04.010>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1297319X04001204>.

HILL, Owen T.; SCOFIELD, Dennis E.; USEDOM, Jenna; BULATHSINHALA, Lakmini; MCKINNON, Craig; KWON, Paul; HALEY, Timothy; CARTER, Robert 3rd. Risk Factors for Rhabdomyolysis in the U.S. Army. **Military Medicine**, England, v. 182, n. 7, p. e1836–e1841, 2017. DOI: 10.7205/milmed-d-16-00076.

HUPPES, Grazieli Aparecida. **Causas, potencializadores e consequências de rabdomiólise em militares: Ações e Impactos na Saúde Pública**. 2016. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, [S. l.], 2016.

KENNEY, Kimbra; LANDAU, Mark E.; GONZALEZ, Rodney S.; HUNDERTMARK, Julie; O'BRIEN, Karen; CAMPBELL, William W. Serum creatine kinase after exercise: Drawing the line between physiological response and exertional rhabdomyolysis. **Muscle and Nerve**, [S. l.], v. 45, n. 3, p. 356–362, 2012. DOI: 10.1002/mus.22317.

KIM, Jooyoung; LEE, Joohyung; KIM, Sojung; RYU, Ho Young; CHA, Kwang Suk; SUNG, Dong Jun. Exercise-induced rhabdomyolysis mechanisms and prevention: A literature review. **Journal of sport and health science**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 324–333, 2016. DOI: 10.1016/j.jshs.2015.01.012.

MARINHA DO BRASIL. **Manual para Prevenção, Diagnóstico e Tratamento da Rabdomiólise** Diretoria de Saúde da Marinha, , 2016.

MELLI, Giorgia; CHAUDHRY, Vinay; CORNBLATH, David R. Rhabdomyolysis: An evaluation of 475 hospitalized patients. **Medicine**, [S. l.], v. 84, n. 6, p. 377–385, 2005. DOI: 10.1097/01.md.0000188565.48918.41.

MILITARY HEALTH SYSTEM. **Update: Exertional Rhabdomyolysis, Active Component, U.S. Armed Forces, 2015–2019** [Health.mil](https://www.health.mil), 2020. Disponível em: [file:///Users/roblindeman/Desktop/Update_Exertional Rhabdomyolysis, Active Component, U.S. Armed Forces, 2014–2018 _ Health.mil.html](file:///Users/roblindeman/Desktop/Update_Exertional_Rhabdomyolysis_Active_Component_U.S._Armed_Forces_2014-2018_Health.mil.html). Acesso em: 1 abr. 2020.

NAKHOSTIN-ROOHI, B.; BABAEI, P.; RAHMANI-NIA, F.; BOHLOOLI, S. Effect of vitamin C supplementation on lipid peroxidation, muscle damage and inflammation after 30-

min exercise at 75% VO₂max. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, Italy, v. 48, n. 2, p. 217–224, 2008.

PARK, Hyung-Soon; JANG, Sung-Il; LEE, Yong-Kyu; AN, Hye-Rim; PARK, Hyung-Chon; HA, Sung-Kyu;; MOON, Sung-Jin. A Case of Rhabdomyolysis in a Body-BUILDER. **Korean Journal of Nephrology**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 335–338, 2009.

SANTOS, Luiz Felipe De Oliveira. **Diagnóstico de Rabdomiólise em Operações Militares**. 2019. Escola de Saúde do Exército, [S. l.], 2019.

TORRES, Patrick A.; HELMSTETTER, John A.; KAYE, Adam M.; KAYE, Alan David. Rhabdomyolysis: pathogenesis, diagnosis, and treatment. **The Ochsner journal**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 58–69, 2015.

ZUTT, R.; VAN DER KOOIJ, A. J.; LINTHORST, G. E.; WANDERS, R. J. A.; DE VISSER, M. Rhabdomyolysis: Review of the literature. **Neuromuscular Disorders**, [S. l.], v. 24, n. 8, p. 651–659, 2014. DOI: 10.1016/j.nmd.2014.05.005.