



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
ESCOLA DE SAÚDE E FORMAÇÃO COMPLEMENTAR DO EXÉRCITO**

**1º Ten CHRISTIAN NATÃ DUARTE SIMÕES DE MELO**

**1º Ten Alu GUILHERME BASTOS PALITOT DE BRITO**

**1º Ten MARCELO MINASSE YANAZE**

**1º Ten RAPHAEL GAMA LOURENÇO DOS SANTOS**

**PREVENÇÃO DE RABDOMIÓLISE NO TREINAMENTO FÍSICO MILITAR**

**SALVADOR  
2023**

1º Ten CHRISTIAN NATÃ DUARTE SIMÕES DE MELO

1º Ten Alu GUILHERME BASTOS PALITOT DE BRITO

1º Ten MARCELO MINASSE YANAZE

1º Ten RAPHAEL GAMA LOURENÇO DOS SANTOS

## **PREVENÇÃO DE RABDOMIÓLISE NO TREINAMENTO FÍSICO MILITAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Saúde e Formação Complementar 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.

**Orientador:** Cap Livia Maria Zahra **Barud** Torres

**SALVADOR**  
**2023**

## **PREVENÇÃO DE RABDOMIÓLISE NO TREINAMENTO FÍSICO MILITAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Saúde e Formação Complementar 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.

**Orientador:** Cap Livia Maria Zahra **Barud** Torres

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

### **COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Cap Livia Maria Zahra **Barud** Torres

**Orientador**

Cap  
**Avaliador**

## RESUMO

A rabdomiólise é uma condição patológica em que ocorre lesão e necrose das células musculoesqueléticas, levando à liberação de substâncias tóxicas intracelulares para a circulação sanguínea. Essa condição pode ser causada por vários fatores, incluindo trauma, deficiências enzimáticas, interações medicamentosas, uso abusivo de drogas ilícitas, exercícios físicos extenuantes, estresse térmico, desidratação, descondicionamento físico e uso indiscriminado de suplementação dietética. Os sintomas da rabdomiólise podem variar de acordo com a gravidade da condição. Os sintomas mais comuns incluem febre, taquicardia, dor muscular (mialgia), fraqueza e fadiga. Em casos graves, a rabdomiólise pode levar a complicações graves, como insuficiência renal aguda, coagulação intravascular disseminada (CIVD) e síndrome compartimental. O impacto da rabdomiólise em treinamentos militares é significativo. Estudos nacionais e internacionais têm mostrado que esta condição é uma das principais causas de invalidez em militares. O quadro clínico depende da gravidade do quadro de rabdomiólise, sendo os achados mais comuns a dor muscular intensa, fraqueza muscular, urina escurecida, confusão mental, febre, náuseas e vômitos, insuficiência renal e síndrome compartimental. Além da sintomatologia típica, alterações bioquímicas estão frequentemente presentes, tais como a elevação da creatina fosfoquinase (CPK), elevação da mioglobina, acidose metabólica, hipercalemia e elevação das escórias nitrogenadas. O diagnóstico da rabdomiólise é feito com base nos sintomas e nos achados laboratoriais. Este trabalho tem por objetivo analisar e propor medidas para prevenção da rabdomiólise na perspectiva do treinamento físico militar do Exército Brasileiro.

**Palavras-Chave:** Estresse físico. Rabdomiólise. Treinamento físico militar.

## **ABSTRACT**

Rhabdomyolysis is a pathological condition characterized by the damage and necrosis of the muscle cells, leading to the release of intracellular toxins into the bloodstream. This condition can be caused by a variety of factors, including trauma, enzymatic deficiencies, drug interactions, recreational drug abuse, strenuous physical exercise, heat stress, dehydration, deconditioning, and indiscriminate use of dietary supplements. The symptoms of rhabdomyolysis can vary depending on the severity of the condition. The most common symptoms include fever, tachycardia, muscle pain (myalgia), weakness, and fatigue. In severe cases, rhabdomyolysis can lead to serious complications, such as acute kidney failure, disseminated intravascular coagulation (DIC), and compartment syndrome. The impact of rhabdomyolysis in military training is significant. National and international studies have shown that this condition is one of the leading causes of disability in the military. The clinical picture depends on the severity of rhabdomyolysis, with the most common findings being severe muscle pain, muscle weakness, dark urine, confusion, fever, nausea and vomiting, kidney failure, and compartment syndrome. In addition to the typical symptomatology, biochemical alterations are often present, such as elevated creatine phosphokinase (CPK), elevated myoglobin, metabolic acidosis, hyperkalemia, and elevation of nitrogenous waste. The diagnosis of rhabdomyolysis is made based on the symptoms and laboratory findings. This study aims to analyze and propose measures for the prevention of rhabdomyolysis from the perspective of physical training in the Brazilian Army.

**Keywords:** Military physical training. Physical stress. Rhabdomyolysis.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	6
2	DESENVOLVIMENTO .....	8
2.1.	METODOLOGIA .....	8
2.2.	DEFINIÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO .....	8
2.3.	ETIOLOGIA .....	10
2.4.	FISIOPATOLOGIA E QUADRO CLÍNICO .....	11
2.5.	ESTRATÉGIA E OUTROS FATORES .....	16
3	CONCLUSÃO .....	19
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

## 1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que os militares devem ter uma excelente aptidão física, para que em situações extremas, como operações militares não venham a sofrer lesões ou fadiga muscular. Para atingir o bom condicionamento, os militares são submetidos, dentre outros, a uma série de treinamentos físicos extenuantes.

O estresse muscular pode levar a uma condição chamada rabdomiólise. A rabdomiólise é uma condição patológica em que ocorre lesão e necrose das células musculares, levando à liberação de substâncias tóxicas na corrente sanguínea. Esse material tóxico pode incluir eletrólitos (potássio, cálcio e fosfato), enzimas (creatina quinase-CK), lactato desidrogenase, aspartato transaminase e aldolase, proteínas (mioglobina) e metabólitos de purina.

Os órgãos do corpo nem sempre conseguem eliminar todos esses produtos da degradação celular. Como resultado, esse acúmulo afeta a função normal dos órgãos, causando complicações secundárias. Essas complicações dependem da extensão da lesão: quanto maior o número de células musculares lesadas, maior é a gravidade do processo. O quadro pode variar, desde ausência de manifestações clínicas, até acometimento de órgãos vitais e morte.

As causas da rabdomiólise são diversas, desde crises de etiologia traumática, das mais comuns, a crises causadas por deficiências enzimáticas, menos comuns. Em um ambiente de exaustão muscular, como ocorre nos treinamentos físicos militares, a rabdomiólise pode se tornar mais presente.

O impacto da rabdomiólise em treinamentos militares é significativo. Estudos têm mostrado que a rabdomiólise é uma das principais causas de invalidez em militares. Em um estudo realizado com militares americanos, a rabdomiólise foi responsável por 10% de todas as lesões não-traumáticas. Outro estudo, realizado com militares brasileiros, mostrou que a rabdomiólise foi responsável por 5% de todas as lesões não-traumáticas.

Os efeitos da rabdomiólise podem ser precoces ou tardios. Inicialmente, os militares podem apresentar hipercalemia, arritmia cardíaca; tardiamente pode-se ocorrer: coagulação intravascular disseminada e insuficiência renal aguda (IRA). A síndrome compartimental também pode acontecer, tanto na fase inicial, como tardiamente.

Diante disso, este estudo tem como objetivo principal analisar e propor medidas para prevenção da rabdomiólise na perspectiva do treinamento físico militar do Exército Brasileiro.

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica realizada nas bibliotecas de saúde, tais como, BIREME e SCIELO. Para triagem dos artigos optou-se inicialmente por selecionar

aqueles que foram publicados nos últimos dez anos, em língua portuguesa e inglesa e que abordassem o tema em parte ou em sua totalidade.

A revisão de literatura, apresentada a seguir, está dividida em três itens para melhor compreensão do assunto. Inicialmente será apresentada uma breve explanação sobre o estresse físico em treinamentos físicos; posteriormente é realizada uma abordagem minuciosa sobre a rabdomiólise, assim como, de suas consequências e, por fim, são expostas estratégias de prevenção e controle.



## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. METODOLOGIA**

Este trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre rabdomiólise, treinamento físico militar e estresse físico. Foram selecionados artigos de periódicos científicos indexados nas bases de dados PubMed, Google Acadêmico, SciELO e da Biblioteca do Exército Brasileiro. As palavras-chave utilizadas para a busca foram "rabdomiólise", "treinamento físico militar" e "estresse físico".

### **2.2. DEFINIÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO**

O treinamento físico militar (TFM) é um programa de exercícios físicos projetado para melhorar a aptidão física dos militares. O TFM geralmente inclui uma variedade de atividades, como corrida, natação, levantamento de peso, ginástica e esportes. O objetivo do TFM é melhorar a força, a resistência, a agilidade, a flexibilidade e a coordenação dos militares.

O TFM é importante para os militares porque permite que eles executem suas tarefas de forma eficaz. Por exemplo, os militares precisam ser fortes para carregar equipamentos pesados, resistentes para suportar longas horas de marcha e ágeis para escalar paredes e atravessar obstáculos. O TFM também ajuda os militares a lidar com o estresse físico e mental do combate. (SMITH, 2010).

Os militares que participam do TFM regularmente experimentam uma melhora significativa em sua aptidão física e saúde geral. O TFM também ajuda os militares a desenvolverem um espírito de equipe e uma mentalidade de vitória. No entanto, o TFM também pode ser um fator de risco para rabdomiólise pois trata-se de uma atividade física intensa com risco de desidratação, perda de eletrólitos e aumento da temperatura corporal.

O estresse físico pode levar ao desenvolvimento de alguns problemas, tais como fadiga muscular, lesões por esforços repetitivos (LER) e a rabdomiólise.

A fadiga muscular é uma condição que ocorre quando os músculos não conseguem produzir energia suficiente para manter a atividade. Pode ser classificada em três tipos: aguda periférica, aguda central e crônica. A fadiga aguda periférica (FAP) é o tipo mais comum de fadiga muscular. Ocorre quando os músculos não conseguem obter oxigênio suficiente. Os sintomas da FAP incluem dor, fraqueza e diminuição da força. A fadiga aguda central (FAC) ocorre quando o cérebro não consegue enviar sinais suficientes para os músculos. Os sintomas da FAC incluem confusão mental, tontura e perda de consciência. A fadiga crônica é uma

condição mais grave que pode durar meses ou anos. Os sintomas da fadiga crônica incluem dor, fraqueza, fadiga e dificuldade de concentração (Souza, 2015).

As lesões por esforços repetitivos (LER) são uma condição que ocorre quando os músculos, tendões e ligamentos são usados em excesso. Os sintomas das LER incluem dor, inchaço, vermelhidão e perda de função. As LER podem ocorrer em qualquer músculo ou tendão do corpo, mas são mais comuns nas mãos, braços, ombros e pescoço.

O excesso de treinamento pode causar alterações funcionais direta no indivíduo por meio da lesão muscular, ou indiretamente, pela limitação ou imobilização após o processo lesivo. Tais alterações funcionais prejudicam o militar não somente na parte física, mas também afetam o sistema psicológico. Uma das complicações mais severas que pode ocorrer, relacionadas ao estresse físico, é a rabdomiólise.

A rabdomiólise, como já mencionado, é uma condição que ocorre quando o tecido muscular se destrói. Os sintomas da rabdomiólise incluem dor muscular, fraqueza, inchaço, urina avermelhada ou marrom e confusão mental. A rabdomiólise pode ser uma condição grave e pode levar à insuficiência renal e à morte.

O impacto da rabdomiólise (RML) no treinamento militar é significativo. Estudos têm mostrado que a RML é uma das principais causas de invalidez em militares. Um estudo realizado com militares americanos mostrou que a RML foi responsável por 10% de todas as lesões não-traumáticas (GUPTA; PATEL, 2018). Outro estudo, realizado com militares brasileiros, mostrou que a RML foi responsável por 5% de todas as lesões não-traumáticas (MELO & NASCIMENTO, 2019).

Os estudos mencionados acima fornecem evidências claras do impacto da RML no treinamento militar. Esses trabalhos mostram que a RML é uma das principais causas de invalidez em militares e que pode ter consequências significativas para a saúde e o bem-estar dos militares. Os militares que sofrem de RML podem se tornar inaptos para o serviço, afastar-se por longos períodos do serviço e podem ainda desenvolver problemas de saúde a longo prazo.

Os resultados desses estudos destacam a importância da prevenção da RML em militares.

**Tabela 1.** Estresse físico em operações militares: uma revisão de literatura

<b>FADIGA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Fadiga Aguda Periférica (FAP)	Ocorre por ineficiência dos sistemas energéticos, queda na produção de hormônios como corticoides e adrenalina, diminuição da concentração de potássio intracelular ou desequilíbrio de acetilcolina nas sinapses
Fadiga Aguda Central (FAC)	Ocorre quando os efeitos da FAP chegam ao SNC, ocorrendo a diminuição da capacidade coordenativa e percepção sensorial, surgimento de distúrbios de atenção, concentração e pensamento, atenuação da motivação e aumento do tempo de reação frente a estímulos externos.
Fadiga Crônica (FC)	É o resultado da soma das exigências sobre os sistemas orgânicos, manifestando-se mais tardiamente e com mais duração e apresentando as seguintes síndromes de sobrecarga: aguilodinia, miogelosenia e/ou fraturas ósseas por fadiga, podendo se manifestar, ainda, na sobrecarga do funcionamento dos rins, fígado e baço.

Fonte: Adaptado de Souza (2015)

### 2.3. ETIOLOGIA

A Rabdomiólise é um quadro clínico potencialmente fatal caracterizado pela quebra do músculo esquelético, que resulta na subsequente liberação de conteúdo intracelular para o sistema circulatório. Esses conteúdos celulares incluem enzimas como creatina quinase (CK), transaminase glutâmico-oxalacética, lactato desidrogenase, aldolase, o pigmento heme mioglobina, eletrólitos como potássio e fosfatos, e purinas (SAURET ET AL., 2002; LANE, PHILPS, 2003; VISWESWARAN, GUNTUPALL, 1999). O desenvolvimento da rabdomiólise pode estar associado a uma ampla variedade de doenças, lesões, medicamentos e toxinas. Ela varia em gravidade de uma elevação assintomática dos níveis de CK no sangue a casos graves e fatais associados a níveis muito altos de CK, mioglobinúria e insuficiência renal aguda. A rabdomiólise foi relatada pela primeira vez na Alemanha em 1881, mas foi Bywaters e Beall que descreveram o quadro clínico em detalhes após a Batalha de Londres, durante a Segunda Guerra Mundial (BYWATERS, BEALL, 1941).

A Portaria nº 129 do Cmt do Exército, de 11 de março de 2010, que aprova as Normas para Procedimento Assistencial em Rabdomiólise no âmbito do Exército (EB30-N-20.001), define a rabdomiólise como "a quebra do tecido muscular esquelético, que resulta na liberação de mioglobina e outras substâncias na corrente sanguínea".

A rabdomiólise é uma doença que pode variar em gravidade desde casos leves, com apenas alterações laboratoriais, até casos graves, com insuficiência renal aguda ou arritmias ventriculares, que podem levar à morte. A doença pode ser causada por uma variedade de

fatores, incluindo exercício físico intenso e prolongado, exposição ao calor e umidade, e consumo de drogas lícitas ou ilícitas.

#### **2.4. FISIOPATOLOGIA E QUADRO CLÍNICO**

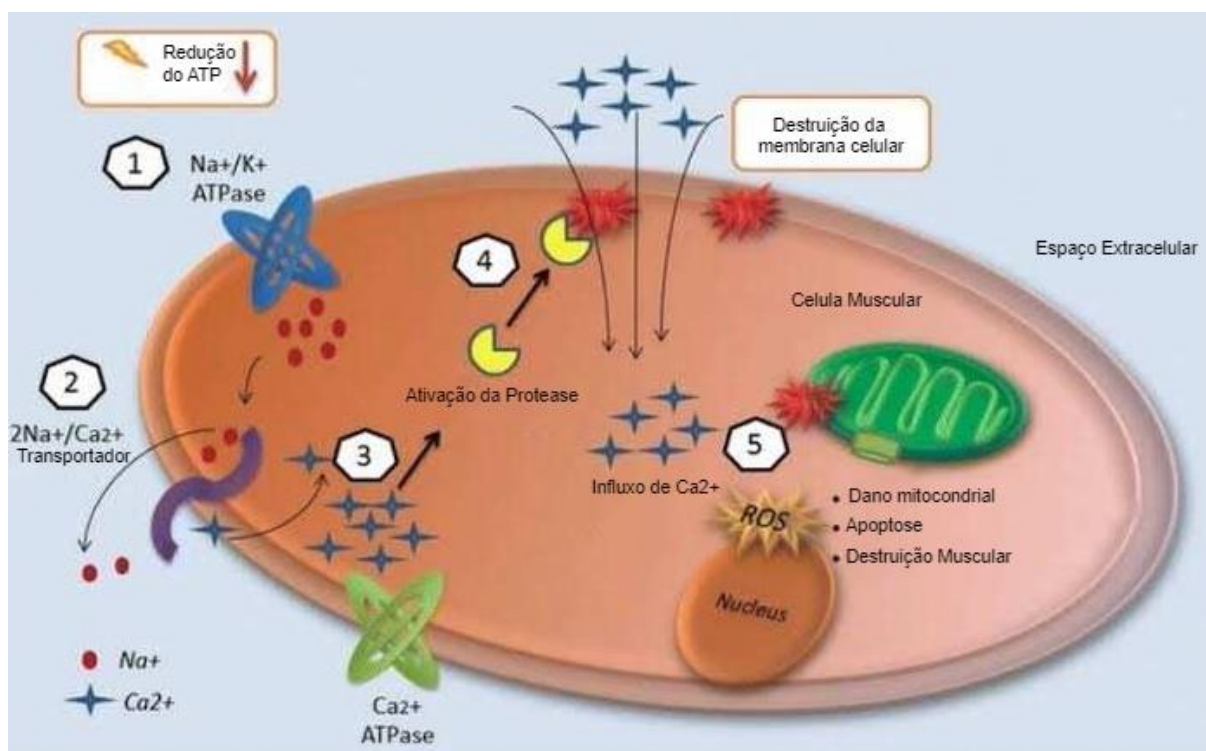
A rhabdomiólise pode ser causada por diferentes condições e doenças, segundo SOUZA (2015), como por exemplo: toxinas e drogas, lesão muscular direta, desordens genéticas que afetam a produção de energia, processos infecciosos, doenças imunológicas, isquemia, distúrbios metabólicos, endócrinos e hidroeletrólíticos, excesso de atividade muscular. Para o autor, as atividades físicas intensas como percursos com obstáculos, treinamentos militares e sessões de musculação, podem levar a ocorrer a rhabdomiólise, afirmando que se seria uma resposta de certo modo comum a exercícios prolongados e extenuantes.

Ao aumentar a concentração intracelular de sódio dentro dos miócitos, ocorre uma mudança no trocador Na-Ca para que faça a reversão desse estado, aumentando o nível de cálcio intracelular. Altas concentrações do íon de cálcio nos miócitos está relacionada a eventos citotóxicos, dentre eles a ativação de fosfolipases e proteases associadas a degradação da membrana plasmática, aumento de formação mitocondrial de espécies reativas de oxigênio e estimulação de sinalizadores de apoptose. O que demonstra como o cálcio nas células da musculatura esquelética é importante para a preservação da sua homeostase.

O balanço iônico intracelular pode ser prejudicado quando há a depleção de adenosina trifosfato (ATP), o que gera redução da função da Na-K-ATPase e assim levando a reter sódio (Na) dentro do miócito. Dessa forma o trocador Na-Ca responde agindo para reverter esse quadro, com a troca de sódio por cálcio, o qual se acumula intracelularmente. Então, o aumento da concentração de cálcio leva a uma série de mecanismos citotóxicos, desde a degradação da membrana celular pela ativação de proteases e fosfolipases, como o aumento de espécies reativas de oxigênio pelas mitocôndrias, que danificam proteínas, lipídios e ácidos nucleicos, e até mesmo mecanismos que culminam na amplificação e estimulação de sinais de apoptose.

A figura 1, Adaptado de Chavez et al (2016), demonstra o, mais aceito, mecanismo fisiopatológico da depleção de ATP, causando disfunção da Na-K-ATPase, e consequentemente alterando o balanço iônico que ocorreria durante o exercício de modo fisiológico.

**Figura 1.** Além da destruição muscular: uma revisão sistemática da rabdomiólise para a prática clínica



Fonte: Adaptado de Chavez LO, Leon M, Einav S, Varon J (2016).

São descritas as seguintes etiologias: compressão muscular, síndrome compartimental, excesso de esforço físico, toxinas, medicamentos (propofol, quetiapina, aripiprazol, ciclosporina, warfarina, amiodarona, antifúngicos, derivados azólicos, bloqueadores de canal de cálcio, clozapina, olanzapina, haloperidol e outros antipsicóticos típicos), algumas drogas ilícitas, álcool, oclusão arterial aguda, crises convulsivas, doenças hereditárias, endocrinopatias, infecções e compressão pneumática intermitente. Também são citados pelos autores a associação com climas quentes e úmidos.

O quadro de rabdomiólise pode ser desenvolvido por exercícios de longa duração e de intensidade alta ou por contrações das musculares de maneira súbitas e excessivas, tipicamente com surgimento das manifestações clínicas mais evidentes entre 24 e 48h depois das atividades. Além disso, afirmam que a sua incidência também é influenciada pelo nível de preparo e de experiência dos praticantes.

A rabdomiólise induzida por exercício físico, aparenta ter a incidência menor de insuficiência renal aguda, em comparação com outras causas. E a elevação dos índices de CK inferiam sua ocorrência em maratonistas homens de meia idade praticamente sem sintomas, a não ser pela dor muscular que os mesmos alegavam ser decorrente da atividade extenuante, o que demonstra como é subdiagnosticado esse quadro.

A rabdomiólise é uma síndrome grave que pode ocorrer até mesmo em pessoas saudáveis e bem treinadas. A desidratação é um dos principais fatores que desencadeiam a síndrome, pois pode levar à hiponatremia, uma condição em que os níveis de sódio no sangue estão baixos. A hiponatremia, por sua vez, pode causar lesão muscular e a liberação de proteínas musculares na urina. A melhor forma de evitar a hiponatremia é ingerir fluidos isotônicos. Os líquidos hipotônicos, por outro lado, podem levar a níveis reduzidos de sódio no sangue em graus variados.

Apesar de serem menos comuns, as miopatias metabólicas também podem causar rabdomiólise. Essas miopatias são causadas por deficiências enzimáticas dos lipídeos, dos glicídeos ou dos nucleotídeos que impedem a produção de ATP, a principal fonte de energia dos músculos. Essas miopatias metabólicas geralmente ocorrem na infância e podem causar fraqueza muscular, sintomas alginosos e presença de mioglobina na urina.

A rabdomiolise pode ter diferentes apresentações, de acordo com Rabelo et al (2016), como aumento assintomático da creatina fosfoquinase (CPK), e em casos mais graves os distúrbios hidroeletrólíticos que podem ocorrer associados com insuficiência renal aguda (IRA). A incidência de IRA pode ir de 10 a 50% dos casos e com uma mortalidade média de 20%. Além disso, também são descritos sintomas como dor muscular, miastenia, mal estar, febre, taquicardia e arritmias devido as alterações da hipercalemia. Apesar das complicações poderem levar ao óbito, quando as mesmas não ocorrem, apresentam geralmente um bom prognóstico.

A rabdomiólise é uma causa importante de injúria renal aguda (IRA). De acordo com Oliveira (2018), a incidência de IRA entre pacientes com rabdomiólise varia, nas estatísticas americanas, de 4% a 60%, sendo mais alta nos casos de rabdomiólise traumática. Embora a maioria dos pacientes com IRA associada à rabdomiólise recupere a função renal, a síndrome pode ser causa de 7% a 15% de todos os casos de IRA e de até 28% dos casos pós-traumáticos que se faz necessário de terapia de substituição renal.

Cabe ressaltar que a taxa de mortalidade da rabdomiólise é variável de acordo com a etiologia da mesma e das comorbidades associadas. Em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), esta doença pode apresentar índices de mortalidade que variam de 22 a 59% na ocorrência ou não de injúria renal aguda (IRA).

Contudo, apesar das etiologias variadas, todas têm como conclusão a destruição do miócito esquelético e a alteração do seu metabolismo, fenômenos esses que tem como consequência o rompimento e a morte celular, sendo assim exteriorizado seus constituintes

intracelulares para a circulação corpórea (SOUZA, 2015).

Cunha et al., (2017) aponta a possibilidade de hipercalemia como complicação importante da rabdomiolise, levando a arritmias cardíacas; assim como outras alterações hidroeletrolíticas como hiperfosfatemia, acidose metabólica e oscilações no cálcio sérico. A depender da intensidade dessas complicações, pode tornar-se necessária a indicação de terapia dialítica. E, na decorrência de síndrome compartimental, é de suma importância o acompanhamento da pressão intracompartimental para avaliação de uma possível fasciotomia de caráter precoce.

A rabdomiólise, além disso, causa um aumento súbito e progressivo da creatinina sérica (CK), uma vez que a creatina liberada pelo músculo lesado é rapidamente convertida em creatinina. Na avaliação de IRA, a mensuração de concentração sérica de CK acima do esperado é uma forte indicação de rabdomiólise. O exercício físico intenso tem sido reconhecido como causa comum entretanto evitável de rabdomiólise.

As hipotermias e hipertermias são descritas como sintomas da rabdomiólise, nesse contexto, o aumento da temperatura corpórea é mais incidente em locais que o clima é quente e úmido, pois é prejudicada a manutenção adequada da temperatura fisiológica.

Exercícios muito intensos e prolongados, podem causar problemas sérios, como, síndrome do desconforto respiratório agudo, coagulação intravascular disseminada, hiperpotassemia, acidose metabólica e a morte.

O Exército Brasileiro (EB) está preocupado com as consequências da rabdomiólise, uma condição que pode levar à lesão renal aguda. Para evitar esse problema, o EB está desenvolvendo campanhas internas de conscientização.

Essas campanhas incluem informações sobre como prevenir a rabdomiólise e como identificar os sintomas. A rabdomiólise é uma condição que ocorre quando os músculos são danificados. Isso pode acontecer por vários motivos, incluindo exercícios intensos, queimaduras, envenenamento e infecções.

Os rins são responsáveis por filtrar o sangue e eliminar os resíduos. Quando os túbulos renais são danificados, os rins não conseguem funcionar corretamente. Isso pode levar à insuficiência renal aguda, uma condição grave que pode ser fatal

A mioglobina, é uma proteína resultante da degradação de células musculares, metabolizada nas células tubulares, em grande quantidade na corrente sanguínea, ela passa a agir de forma tóxica neste túbulos, o que ao danificar estas estruturas, prejudica o mecanismo de filtração levando a um quadro agudo de insuficiência renal. Durante o processo de

rabdomiólise, ocorre a precipitação de diversos compostos intratubulares que predispoem a urina ficar ácida, esses compostos, de certo modo, ao mudar o pH do meio, torna a mioglobina mais tóxica aos túbulos. O rim na tentativa de manter a homeostase, desencadeia um processo de vasoconstricção intrarrenal, o que posteriormente vai agravar o quadro de insuficiência renal.

O potencial tóxico da mioglobina é devido sua alta capacidade oxidativa, liberando variados radicais hidroxila, outro mecanismo de ação seria o seu potencial catalisador, facilitando a oxidação de outras moléculas o que levaria ao aumento indireto de radicais livres.

Inicialmente, nos quadros mais leves, a rabdomiólise pode se expressar apenas como um mal estar, com o avançar do quadro, apresentam piora das dores musculares, acompanhado de câimbras, enjoo e vômitos, ate evoluir com urina escura e em casos mais graves com anúria. O paciente passara por várias perguntas afim de descartar causas como medicamentos, drogas, acidente por animal peçonhento, trauma, queimadura, síndrome compartimental, serão colhidos os exames de sangue, porem antes dos resultados dos mesmos já deve se tratar o paciente, pois o diagnóstico da desidratação e clinico, e somado a historia devera pensar em rabdomiolise e insuficiencia renal aguda.

Diagnosticado o paciente inicia com hidratação IV com cristalóide e conforme os resultados do exame, poderá ser necessário em alguns casos tratar distúrbios hidroeletrólitos, como a hipercalemia que pode levar a arritmias, casos com CPK muito elevada com piora intensa da função renal, poderá ser indicado a hemodiálise, conforme for hidratando paciente observar se o mesmo esta congesto, e acompanhar o débito urinário.

O tratamento sempre sera voltado a tratar a causa da rabdomiolise e estabilizar a sua causa. O problema que em muitos lugares, nem sempre a rabdomiólise será um dos primeiros diagnósticos a ser pensado, em muitos casos e um diagnóstico negligenciado, que somado a uma má anamnese e coleta de informações, acaba evoluindo para casos mais graves, o paciente volta para casa sem um diagnóstico exato, mantém se desidratado podendo a vir a falecer pela piora da função renal e distúrbios hidroeletrólitos.



## 2.5. ESTRATÉGIA E OUTROS FATORES

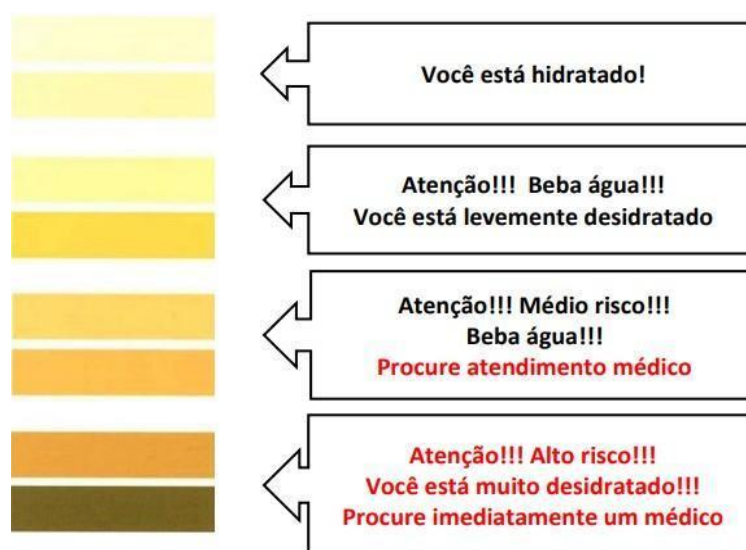
A Portaria nº 129 do Cmt do Exército, aprovou a Diretriz para a Implantação do Programa de Prevenção e Controle da Rabdomiólise Induzida por Esforço Físico e pelo Calor, no âmbito do Exército. Nessa mesma direção, segundo Brasil (2014), no contexto da Sistemática de Planejamento Estratégico do Exército, o Comando do Exército aprovou o Plano Estratégico do Exército 2016-2019. Esse Plano estabelece como Objetivo Estratégico, a ser atingidos, a prevenção e controle da rabdomiólise. É possível encontrar informações relacionadas ao diagnóstico, prevenção e tratamento da rabdomiólise na Portaria COTER Ex nº117/2021 que aprova o Manual de Campanha EB 70-MC 10.375 Treinamento Físico Militar.

Como dito, a rabdomiólise induzida pelo esforço físico e pelo calor é um problema que vêm ocorrendo em atividades de adestramento militar no Exército Brasileiro. A principal forma de prevenção da rabdomiólise é a hidratação (pré, durante e pós exercício físico) do militar e a anamnese no intuito de filtrar dados clínicos que podem ser considerados fatores de risco para o desencadeamento do evento, sejam eles: uso de álcool, uso de efedrina, esteroides anabolizantes, baixo nível de atividade física ou condicionamento físico . Visando conscientizar o Instituto de Pesquisa da Capacitação física do Exército (IPCFEx) desenvolveu uma cartilha com os principais pontos da hidratação, da importância do teste urina para identificação e uma tabela sobre o nível de estresse térmico.

**Tabela 2.** Hidratação

<p style="text-align: center;"><b>Hidratação antes do exercício</b></p> <p>4h antes do exercício: 400 a 600 ml de água. 10 a 15 minutos antes: 200 a 350 ml de água.</p> <p style="text-align: center;"><b>Hidratação durante o exercício</b></p> <p>&lt;60 min – 80 a 200 ml de água a cada 15 / 20 min. &gt;60 min – 150 a 200 ml de água ou bebidas esportivas a cada 15 / 20 min.</p> <p style="text-align: center;"><b>Hidratação após o exercício</b></p> <p>Para a reposição do líquido perdido, o peso corporal deve ser medido antes e após o exercício. Para cada quilo perdido, deve ser ingerido, fracionadamente, cerca de 1 litro de água ou outro líquido.</p>
---

**Fonte:** Prevenção da Rabdomiólise. IPCFEx (2018).

**Figura 3.** Estado de Hidratação

Fonte: Prevenção da Rabdomiolise. IPCFEx (2018)

**Tabela 4.** Nível de estresse térmico

NÍVEL DO ESTRESSE TÉRMICO (COR DA BANDEIROLA)	RISCO DA ATIVIDADE	RESTRIÇÃO DA ATIVIDADE	
		MILITARES COM ALTO RISCO (BAIXO CONDICIONAMENTO FÍSICO E NÃO ACLIMATADOS)	MILITARES COM BAIXO RISCO (BOM CONDICIONAMENTO FÍSICO E ACLIMATADOS)
1 (VERDE)	Risco baixo	- Atividade normal - Monitorar a ingestão de líquidos	- Atividade normal
2 (AMARELA)	Risco para os com baixo condicionamento físico e não aclimatados	- Observar os militares cuidadosamente - Monitorar a ingestão de líquidos	- Atividade normal - Monitorar a ingestão de líquidos
3 (VERMELHA)	Risco para todos	- Controlar rigidamente a intensidade e duração da atividade - Aumentar a relação repouso/atividade - Observar os militares cuidadosamente	- Limitar a realização de atividades intensas e prolongadas - Observar os militares cuidadosamente - Monitorar a ingestão de líquidos
4 (PRETA)	Risco extremamente alto	- Cancelar a prática de exercícios físicos	- Controlar rigidamente a intensidade e duração da atividade - Aumentar a relação repouso/atividade - Observar os militares cuidadosamente - Monitorar rigidamente a ingestão de líquidos

Fonte: Prevenção da Rabdomiolise. IPCFEx (2018)

O diagnóstico clínico consiste na tríade clássica: dores musculares, fraqueza generalizada e urina escura. Outros sintomas podem estar associados, como cãibras, hipertermia e parestesia dos membros. O diagnóstico definitivo é feito através do quadro clínico

associado ao resultado dos exames laboratoriais que apresentará elevação das enzimas musculares CPK, ALT, AST e LDH.

A base do tratamento é a reidratação por via oral em casos leves ou venosa em casos graves, atentando-se aos sinais e sintomas de possíveis complicações para que sejam prontamente abordadas, sejam elas: insuficiência renal aguda, necrose tubular aguda, distúrbios hidroeletrólitos, choque hipovolêmico e síndrome compartimental.

### 3 CONCLUSÃO

É reconhecido pela comunidade científica os fatores de risco e os elementos essenciais - sendo os principais o exercício físico intenso associado a condições adversas como calor excessivo, baixa ingestão hídrica, treinamento físico limitado e condicionamento inadequado - para o diagnóstico da rabdomiólise, porém o esclarecimento de relação de causa e efeito, principalmente dentro do meio militar, permanece obscura. É de fundamental importância o reconhecimento desta síndrome na prática desportiva, de modo que esta possa ser tratada o mais precocemente possível, facilitando o monitoramento e a prevenção de riscos ao exercício nas Forças Armadas, sendo válida a elaboração de estudos observacionais dentro do ambiente militar, assim como a revisão e análise de textos prévios e consolidados.

A melhor capacitação dos profissionais de Saúde nas Forças Armadas é de fundamental importância no impacto direto do desfecho dessa síndrome, de forma que é relevante a realização de uma ação conjunta e multidisciplinar, que também inclua nesse contexto profissionais de saúde, como educador físico, nutricionista e nutrólogo; bem como a participação efetiva dos controladores e desenvolvedores do calendário das práticas operacionais nas Forças Armadas. Também cabe às organizações militares a tarefa de manter e difundir ações de promoção e prevenção da rabdomiólise no interior de suas unidades como medida complementar.

Faz-se mister essa ligação, para que toda e qualquer programação militar leve em consideração fatores primordiais ao desenvolvimento da rabdomiólise, não atentando tão somente para o treinamento físico, como também para ambientes adequados, condições climáticas ótimas, hidratação e orientações programadas aos integrantes das Forças Armadas. Com os atos citados, espera-se que haja uma redução de inativos dentro do efetivo militar, assim como a queda da incidência dessa patologia nos variados teatros de operações das forças terrestres.

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Portaria nº 129, de 11 de março de 2010. Aprova as Normas para Procedimento Assistencial em Rabdomiólise no âmbito do Exército (EB30-N-20.001). Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2010.

BYWATERS, E. G. L.; BEALL, D.. Crush Injuries with Impairment of Renal Function. *Bmj*, [S.L.], v. 1, n. 4185, p. 427-432, 22 mar. 1941. *BMJ*. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.1.4185.427>.

CHAVEZ, Luis O.; LEON, Monica; EINAIV, Sharon; VARON, Joseph. Beyond muscle destruction: a systematic review of rhabdomyolysis for clinical practice. *Critical Care*, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 1-11, 15 jun. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-016-1314-5>.

GALVÃO, José; GUSMÃO, Luís; POSSANTE, Marília. Insuficiência renal e rabdomiólise induzidas por exercício físico. *Revista Portuguesa de Nefrologia e Hipertensão*, [s. l.], p. 189-197, jan. 2003. Disponível em: [https://www.bbg01.com/cdn/clientes/spnefro/pjnh/4/artigo\\_03.pdf](https://www.bbg01.com/cdn/clientes/spnefro/pjnh/4/artigo_03.pdf). Acesso em: 23 jul. 2023.

GUPTA, R.; PATEL, K. N. Rhabdomyolysis in military personnel: a systematic review. *Military Medicine*, [s.l.], v. 11, n. 183, 2018.

KHAN, F. Y. Rhabdomyolysis: a review of the literature. *The Netherlands Journal Of Medicine*. Rotterdam, p. 272-283. out. 2009.

LANE, R.. Rhabdomyolysis. *Bmj*: Has many causes, including statins, and may be fatal, London, v. 327, n. 7407, p. 115-116, 17 jul. 2003. *BMJ*. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.327.7407.115>.

MAGALHÃES SC, LIMA LCR, BRITO LC, ASSUMPÇÃO CO. Rabdomiólise induzida pelo exercício de força: revisão e análise dos principais relatos dos últimos 25 anos. *R. bras. Ci. e Mov* 2018;26(1):189-199.

MELO, R. C., NASCIMENTO, J. R. Rhabdomyolysis in the Brazilian Army: A 10-year retrospective study. *Military Medicine*, v. 1. n. 184, 2019.

SAURET, John M; MARINIDES, George; WANG, Gordon K. Rhabdomyolysis. *American Family Physician*, New York, v. 65, n. 5, p. 907-912, 01 mar. 2002.

SMITH, J. Treinamento físico militar: uma revisão. *Revista de Medicina Militar*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 123, p. 1-10, 2010.

SOUZA, G. S. Estresse físico em operações militares: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo v. 6, n. 26, p. 371-374, 2015.

VISWESWARAN, Priya; GUNTUPALLI, Jayarama. RHABDOMYOLYSIS. *Critical Care Clinics*, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 415-428, abr. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0749-0704\(05\)70061-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0749-0704(05)70061-0).

WARREN, Jason D.; BLUMBERGS, Peter C.; THOMPSON, Philip D.. Rhabdomyolysis: a review. *Muscle & Nerve*, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 332-347, 19 fev. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.10053>.