

A IMPORTÂNCIA DAS ANÁLISES LABORATORIAIS NO MONITORAMENTO DA SAÚDE DOS MILITARES EM CURSOS OPERACIONAIS.

Alamir Santos Moura Diniz *
Eduardo Nascimento de Azevedo **

RESUMO

O exercício extenuante, atividade física, marchas, campos e cursos operacionais fazem parte da vida do militar durante a sua trajetória castrense. Os cursos operacionais são momentos de maior intensidade de fatores estressores tais como: pouca ingestão de água, desgaste físico e psicológico, pouca ingestão de alimento, atividade física intensa, calor, frio, marcha sobre aclives e declives, dentre outros. Todos esses fatores estressores, combinados ou não, podem causar distúrbios eletrolíticos, dano celular, e distúrbios bioquímicos, podendo levar o militar ao quadro de rabdomiólise, síndrome compartimental, desidratação, e Insuficiência Renal Aguda. A aplicação de exames laboratoriais juntamente com o olhar clínico sobre o momento do militar em operação, e sobre qual agente estressor ele está sendo submetido, são de grande importância para o acompanhamento da manutenção da saúde do militar em cursos operacionais.

Palavras-chave: Dano Celular, Rabdomiólise, Síndrome Compartimental, Estresse Físico, Exames Laboratoriais, Distúrbio Eletrolítico, Diagnóstico Laboratorial.

ABSTRACT

Strenuous exercise, physical activity, marches, fields and operational courses are part of the military's life during his military trajectory. The operational courses are moments of greater intensity of stressors such as: little water intake, physical and psychological wear, little food intake, intense physical activity, heat, cold, walking on slopes and slopes, among others. All of these stressors, combined or not, can cause electrolyte disturbances, cell damage, and biochemical disturbances, which can lead the military to rhabdomyolysis, compartment syndrome, dehydration, and acute renal failure. The application of laboratory tests together with the clinical view on the moment of the military in operation, and on which stressor agent he is being submitted, are of great importance for monitoring the maintenance of the military's health in operational courses.

Keywords:

Cellular Damage, Rhabdomyolysis, Compartmental Syndrome, Physical Stress, Laboratory Tests, Electrolyte Disorder, Laboratory Diagnosis.

* Capitão Farmacêutico. Bacharel em Ciências Farmacêutica, pela Universidade Federal do Amazonas, 2008. Formação de Oficiais Farmacêuticos pela Escola de Saúde do Exército em 2012.

** Major Farmacêutico. Bacharel em Farmácia com Habilitação em Farmácia Industrial pela Universidade Federal Fluminense em 2002. Formação de Oficiais Farmacêutico pela Escola de Saúde do Exército em 2004. Aperfeiçoamento em Conhecimentos Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais em 2011.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa apresentar questionamentos quanto a importância das análises clínicas laboratoriais no monitoramento da saúde de militares em cursos operacionais.

O Exército Brasileiro (EB) mediante a atuação da força terrestre, que é o instrumento de ação do EB, possui como missão o adestramento e preparo da tropa para o pronto emprego, a serviço da defesa da pátria, dos direitos constitucionais e da lei e da ordem.

A força terrestre afim de cumprir com sua missão de adestramento e preparo da tropa, possui vários cursos operacionais em regiões diferentes do território brasileiro, e cada curso operacional com suas peculiaridades, missões e propósitos.

É da natureza dos cursos operacionais, o desgaste físico, mental e emocional do militar. O adestramento e preparo da tropa através dos cursos operacionais tem como objetivo preparar a tropa e o militar para um possível combate real, e para isso, dentro desses cursos operacionais é planejado, via força terrestre, os meios necessários para simular as condições mais próximas do possível de uma missão real.

A força terrestre com a missão de deixar sua tropa com alto nível técnico, tático e operacional busca empregar e simular, para os cursos operacionais, um ambiente de formação operacional com os fatores de estresse próximo a uma situação real, afim de que o militar esteja capacitado, após treinamento, para ter o preparo e as qualificações técnicas, táticas e operacionais próximas ou similar ao real.

Os fatores de estresse simulados em um ambiente de curso operacional são aqueles da própria natureza da atividade militar operacional, tais como: calor, frio, fome, sede, fadiga física e psicológica, pressão psicológica e emocional, capacidade de liderança militar em situações hosties e adversas, capacidade de se manter em combate mesmo com escassez de suprimentos, capacidade de se manter em combate independente das condições climáticas, capacidade de adaptabilidade a um ambiente hostil e adverso, capacidade de adaptabilidade ao terreno, capacidade de exercer a liderança militar em situações adversas e dentre inúmeras outros fatores estressores.

Diante do exposto vale o questionamento de verificar a importância das análises laboratoriais, como meio protetivo e de monitoramento da saúde do militar em cursos operacionais.

A fim de verificar a importância das análises laboratoriais, como meio de monitoramento da saúde dos militares em cursos operacionais, será abordado o assunto de maneira a apresentar a prática do monitoramento de saúde, por meio de exames laboratoriais, em curso operacional ou em atividades militares ou não militares em que estejam presentes fatores estressores.

1.1 PROBLEMA

A fim de realizar um estudo capaz de trazer contribuições úteis ao EB, baseado e norteado pela metodologia científica, faz-se necessário a verificação da importância das análises laboratoriais para o monitoramento da saúde de militares submetidos a cursos operacionais. Isto posto, será apresentado, a seguir, como se chegou à definição deste problema.

Os cursos operacionais da força terrestre, pela sua própria natureza e peculiaridades, são cursos que resultam em um extremo desgaste físico e psicológico. A força terrestre, guiado pela doutrina militar e com a constante preocupação de ter uma tropa altamente especializada, adestrada e de pronto emprego, além da preocupação com a qualidade técnica, tática e operacional do militar tem se preocupado constantemente com a saúde do militar durante o treinamento em cursos operacionais

Os cursos operacionais contam com equipes médicas especializadas e capacitadas para salvaguardar a saúde do militar em curso. No entanto, vale ressaltar que recentemente tem sido incorporado em cursos operacionais o acompanhamento clínico-laboratorial, nas fases de alto uso de fatores estressantes aos militares em cursos operacionais.

Diante do uso constante de exames laboratoriais, por várias organizações militares operacionais, no monitoramento da saúde do militar em cursos operacionais, cabe a verificação da real importância da empregabilidade do aparato laboratorial nas dosagens bioquímicas para salvaguardar a integridade da saúde do militar durante as fases de aplicação dos fatores estressores em cursos operacionais.

1.2 OBJETIVOS

O presente estudo pretende questionar as informações científicas relevante e atualizadas, a fim de verificar a real importância das análises laboratoriais no monitoramento de saúde dos militares em cursos operacionais.

Com a finalidade de alcançar o objetivo geral do estudo em questão, foi delimitado o objetivo geral, em objetivos específicos, os quais são transcritos abaixo:

a. Verificar quais os exames laboratoriais são relevantes para o monitoramento da saúde dos militares em cursos operacionais.

b. Apresentar quais os exames laboratoriais que são relevantes para o monitoramento da saúde dos militares em cursos operacionais.

c. Verificar quais os fatores estressantes que devem ser considerados como relevante para aplicação das análises laboratoriais no monitoramento.

d. Apresentar os fatores estressantes que devem ser considerados como relevante para aplicação das análises laboratoriais no monitoramento.

e. Verificar a relevância das análises laboratoriais no monitoramento da saúde dos militares em cursos operacionais.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

A força terrestre, que é o instrumento de ação do Exército Brasileiro, tem como missão o adestramento e preparo da tropa. Os cursos operacionais são instrumentos da força terrestre para a especialização e operacionalização de uma tropa, com um objetivo específico de ação e emprego pela força terrestre. O Brasil, país continental, possui uma vasta diversidade de fatores e peculiaridades espalhada pelo território brasileiro, tais como: o terreno, o clima, a vegetação, rios, montanhas, pantanal, caatinga, selva amazônica, cavernas, grutas, animais peçonhentos e inúmeros outros aspectos que podem interferir na duração de ação do militar não condicionado ao ambiente. Os cursos operacionais da força terrestre têm como objetivo treinar o militar e a tropa as inúmeras situações reais e adversas no território brasileiro ou fora dele, para que essa tropa treinada e especializada seja capaz de, se caso for, cumprir a missão da força terrestre na defesa da pátria, dos direitos constitucionais e da lei da ordem. Portanto, os cursos operacionais simulam ao máximo os fatores estressores que podem vim ao militar em uma situação real. No entanto, buscando salvaguardar a saúde e integridade física e psicológica do militar em cursos operacionais faz

necessário o monitoramento da saúde do militar durante a aplicação dos agentes estressores nos cursos operacionais. Mediante o exposto, é primordial entender a importância das análises laboratoriais no monitoramento da saúde dos militares em cursos operacionais afim de salvaguardar a integridade física e psicológica desse militar.

Por fim o presente estudo pretende-se contribuir para o EB e com a força terrestres um melhor entendimento, esclarecimento e delineamento da aplicabilidade das análises laboratoriais no monitoramento da saúde dos militares em cursos operacionais.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado através de uma revisão de literatura. Foi realizada com o intuito de reunir as informações sobre a aplicação das análises laboratoriais no monitoramento da saúde de indivíduos expostos a agentes estressores, tanto em cursos operacionais ou em atividade físicas e psicológicas extenuantes.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Foi realizado uma pesquisa em bacos de dados acadêmicos, tais como o Google Acadêmico, PubMed, SciELO, Artigos da Escola de Saúde, e dentre outros. Os descritores usados foram: Dano Celular, Rabdomiólise, Síndrome Compartimental, Estresse Físico, Exames Laboratoriais, Distúrbio Eletrolítico, Diagnóstico Laboratorial, correlacionados entre si, afim de viabilizar a solução do problema da pesquisa. A revisão de literatura foi feita para o período de 20 anos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 APLICAÇÃO DOS EXAMES LABORATORIAIS NO CONTEXTO DO DANO CELULAR, DA RABDOMIÓLISE, DA SÍNDROME COMPARTIMENTAL, E DA ATIVIDADE FÍSICA EXTENUANTE.

A rabdomiólise é uma síndrome que afeta os músculos estriados, de curso altamente variável e que pode ser de difícil diagnóstico, requerendo um elevado grau de suspeição. A realização de uma anamnese minuciosa e o reconhecimento do contexto sociocultural do paciente podem ser fundamentais. Seu manejo consiste principalmente no diagnóstico precoce e na prevenção de suas complicações, potencialmente fatais. A rabdomiólise é caracterizada por necrose muscular e liberação de conteúdo intracelular, como mioglobina e creatinoquinase, para a circulação sanguínea podendo desenvolver-se em qualquer circunstância onde a demanda por energia nos músculos excede o suprimento energético disponível (Botton et al., 2011).

Anteriormente considerada rara, a rabdomiólise é reconhecida em frequência cada vez maior pela atenção as causas e condições clínicas que podem predispor à necrose muscular (Botton et al., 2011).

Um relato de caso mostrado na pesquisa de Botton et al., 2011, mostra a importância da aplicação dos exames laboratoriais tanto para diagnóstico precoce, bem como para tratamento precoce. Relato do caso: M.E.K., masculino, 52 anos, branco, praticante não rotineiro de esportes “radicais” como trekking e rapel. Durante a descida do cânion, em que se utilizou uma “cadeira” feita de cordas para sustentação do peso do corpo, sentiu fortes dores nos membros inferiores. Após a chegada ao solo apresentou micção escurecida, dificuldades de manter-se em pé, fraqueza e mialgia nos membros inferiores. Relatou, ainda, novo trekking de seis horas por caminhos íngremes e extenuantes, tendo que transpor riachos de águas gélidas, referindo, ainda, a manutenção do quadro clínico durante o trajeto. Quatro dias após, como não cessavam os sintomas, procurou atendimento médico com náuseas, vômitos, dores musculares difusas, queda do débito urinário e urina achocolatada. No primeiro exame: CPK = 5215 mg/dL, creatinina = 12,6 mg/ dL, uréia = 229 mg/dL , K = 4,8 mEq/dL, LDH = 176 UI/L. Não havia relato ou sugestão de patologia renal passada ou familiar, quadro infeccioso, uso de estatinas, cocaína, ou imunologia positiva para

leptospirose. Foi diagnosticada insuficiência renal aguda, secundária à rabdomiólise. Na conduta inicial foi iniciado Furosemida 20mg/h EV, além de hidratação com SF 0,9% EV. O paciente permaneceu internado por 16 dias, tendo piora laboratorial e clínica com indicação de substituição de função renal por hemodiálise no 9º e 10º dia. Na evolução, apresentou melhora progressiva com recuperação total da função renal em dois meses.

O caso relatado acima, na pesquisa de Botton et al., 2011, é um caso clássico da aplicação dos exames laboratoriais no diagnóstico e monitoramento da saúde de um indivíduo que foi acometido de uma doença proveniente da ação de agentes estressores.

Um outro ponto a ser considerado é que a desidratação é um agravo na rabdomiólise que pode ser um fator-chave no desencadeamento da síndrome, mesmo em praticantes previamente hígidos e bem condicionados (Cunha et al., 2017).

A detecção de componentes derivados da musculatura localizados no plasma é usada para o diagnóstico de rabdomiólise. Índices de creatinoquinase (CK) cinco vezes maiores que o normal geralmente confirmam o diagnóstico, embora um aumento excedendo em até dez vezes o limite, seja relativamente comum em atletas após atividade física vigorosa (Cunha et al., 2017).

Segundo Alves et al., 2019 a rabdomiólise é uma síndrome clinico-laboratorial originada pela liberação de proteínas (mioglobina e creatinoquinase) e outras substâncias intracelulares para a circulação sistêmica consequente da lise das células musculares esqueléticas. A sua etiologia é, maioritariamente, multifatorial, sendo o exercício físico excessivo e/ou intenso uma das causas.

A rabdomiólise induzida pelo exercício (RIE) é uma entidade relativamente pouco frequente (29,9 por 100 000 pacientes/ ano em militares) que, na ausência de uma abordagem adequada, pode ter consequências graves, nomeadamente lesão renal aguda (LRA), cuja taxa de incidência tem vindo a aumentar (10-30%), disfunção hepática, síndrome compartimental, coagulação intravascular disseminada, insuficiência cardíaca, arritmias, desequilíbrios eletrolíticos e, no extremo, morte súbita (Alves et al., 2019).

A rabdomiólise induzida pelo exercício (RIE) pode ser provocada tanto por exercícios muito intensos e prolongados no tempo, como por exercícios de contração excêntrica rápida das fibras musculares. O aumento de cálcio (Ca²⁺) intracelular,

secundário a disfunção traumática da membrana celular e disfunção das proteínas reguladores do fluxo de íons, como a Na⁺-K⁺ ATPase e Ca²⁺ ATPases por depleção de ATP, é considerado o fator desencadeante na patogênese da RIE. Conseqüentemente, são ativadas proteases e produzidas espécies reativas de oxigênio que condicionam a mionecrose (Alves et al., 2019).

Os fatores secundários para desencadear a rabdomiólise, englobam as condições ambientais e situacionais, como temperatura e humidade elevadas, hipertermia, desequilíbrio hidroeletrólíticos subjacentes (hipocaliemia, hiponatremia e hipofosfatemia), distúrbios nutricionais (défice proteico e excesso de ingestão de hidratos de carbono imediatamente antes da atividade física), suplementação com creatina, ingestão de álcool, medicação (estatinas, sinefrina, efedrina, ciclosporina, anfotericina B, antimaláricos), drogas (heroína, cocaína, anfetamina) e doenças concomitantes (infecção por vírus influenza, miopatias inflamatórias, enzimopatias do metabolismo dos lipídios e hidratos de carbono) (Alves et al., 2019).

Clinicamente, os sinais e sintomas mais comuns incluem a alteração da cor da urina (mioglobinúria) e as mialgias intensas a mobilização passiva ou ativa nas 24-72h após exercício extremo, prolongado, repetitivo ou não familiarizado, que podem ser acompanhados de edema, espasmos, contraturas ou rigidez musculares, hipersensibilidade, fraqueza, náuseas, vômitos, cefaleia, palpitações e fadiga (Alves et al., 2019).

O diagnóstico e clínico-laboratorial, sendo a concentração de creatinafosfoquinase (CK) sérica o indicador mais sensível, embora inespecífico, quando se encontra elevada cerca de 5x o valor normal, que varia entre 22-198 U/L.4,7. (Alves et al., 2019).

O valor da CK na RIE depende da gravidade e pode estar aumentado entre 10.000-200.000 U/L.1,4. (Alves et al., 2019).

A avaliação analítica sanguínea pode ainda evidenciar elevação inespecífica das transaminases e LDH, hipercaliemia, hiperuricemia, hipocalcemia e hiperfosfatemia, prolongamento dos tempos de coagulação, trombocitopenia e elevação da creatinina e ureia por tubulopatia por deposição de fragmentos de CK. (Alves et al., 2019).

Na avaliação da urina corroboram o diagnóstico a presença de sangue, mioglobina com ausência simultânea de hemoglobina ou eritrócitos, assim como a

diminuição do ratio nitrogênio/creatinina (<6:1) e cilindros pigmentados no sedimento. (Alves et al., 2019).

Os exames complementares de diagnóstico adicionais incluem ECG, gasimetria arterial que pode evidenciar uma acidose metabólica e biópsia muscular. (Alves et al., 2019).

Já segundo, Magalhães et al., 2019, a rabdomiólise pode ser definida como a destruição ou desintegração do músculo esquelético estriado, consistindo em uma síndrome caracterizada pela degradação e necrose do músculo, cuja causa mais comum é o estresse muscular excessivo induzido por trauma, atividade física, infecções, toxinas, substâncias químicas ou doenças associadas, resultando no vazamento de componentes musculares intracelulares para a circulação e para o fluido extracelular. É, dessa forma, uma condição patológica complexa que culmina na dissolução rápida do músculo esquelético danificado em resposta a elevado nível de estresse extrínseco. O risco mais letal consiste na possibilidade desse quadro evoluir à falência renal grave.

Há anos, o exercício físico e variáveis associadas vêm sendo reportados como desencadeadores dessa síndrome, incluindo a prática extenuante de exercícios de força muscular e de resistência de força. Porém, tão importante quanto o exercício como causa primária da rabdomiólise, são as causas secundárias que, associadas ao exercício, possuem grande potencial de desenvolvimento e agravamento da síndrome. As mais comuns envolvem o uso de substâncias como drogas (lícitas ou ilícitas), esteroides anabolizantes, diuréticos; ingestão alcoólica; fatores estressantes externos, como a temperatura e umidade do ambiente; e até fatores de predisposição genética, como condições patológicas (Magalhães et al., 2019).

Segundo Magalhães et al., 2019, atualmente, o diagnóstico clínico básico da rabdomiólise baseia-se nos sintomas de mialgia, fraqueza muscular e urina com coloração escurecida. Porém, seu diagnóstico eficaz e exato deve se basear em exames laboratoriais, observando-se principalmente a elevação nos níveis plasmáticos da enzima CK, de eletrólitos como sódio e potássio e de mioglobinas séricas e na urina (mioglobinúria). Outras complicações ainda podem ocorrer em resposta à rabdomiólise, como hipovolemia, síndrome compartimental, coagulação intravascular disseminada, disfunções renal e hepática e hipercalemia.

Dessa forma, a rabdomiólise é uma síndrome que varia de um quadro assintomático com a elevação do nível de CK a uma condição de risco de vida associada a maiores aumentos na CK, desequilíbrio eletrolítico, insuficiência renal aguda (IRA) e coagulação intravascular disseminada. Como já mencionado, seu diagnóstico é baseado em padrões clínicos e laboratoriais, em geral sobre reagentes na urina, como mioglobínúria, atividade sérica de CK 5 vezes acima do limite máximo normal, elevados níveis de lactato desidrogenase, alanina aminotransferase e diminuição da concentração basal de cálcio no soro (Magalhães et al., 2019).

Os meios exatos pelos quais as agressões que dão início ao processo de dano muscular que culminam na síndrome, rabdomiólise, são incertos. Mais evidentes são os eventos comuns finais compartilhados pelas diversas etiologias da rabdomiólise. O consenso é de que lesões musculares resultam em uma cascata de eventos que conduz ao vazamento de íons de cálcio extracelulares para o espaço intracelular, devido ao rompimento do retículo sarcoplasmático. O excesso de cálcio provoca uma interação patológica entre os filamentos de actina e miosina e ativa proteases celulares, que promovem a destruição e necrose das fibras musculares. Em seguida, há um aumento da concentração livre do cálcio ionizado no citosol, que leva a um aumento da permeabilidade celular e do extravasamento capilar. A rabdomiólise, então, se desencadeia quando esses mecanismos afetam os canais iônicos de membrana, a atividade da bomba de sódio e potássio e a produção de ATP, fazendo falhar o fornecimento de energia dentro das células musculares, necessária para sua contração e recuperação. Conseqüentemente, a redução da disponibilidade de ATP para a energia gera um desequilíbrio dos eletrólitos intracelulares. O resultado é um influxo intracelular excessivo de Na^+ (que atrai água e rompe a integridade do espaço intracelular) e de Ca^{2+} (que leva a uma contração miofibrilar sustentada que esgota ainda mais ATP, ativa fosfolipases e proteases dependentes de Ca^{2+} , promovendo a quebra da membrana celular e mais danos para os canais iônicos) (Magalhães et al., 2019).

O resultado dessas alterações, causado pela rabdomiólise, é o quadro inflamatório em questão, uma miólise em cascata autossustentável que causa necrose das fibras musculares e libera o conteúdo muscular no espaço extracelular e na corrente sanguínea. Então, reitera-se o dano na membrana celular como desencadeador inicial de toda essa cascata, potencialmente causado por fatores que incluem a atividade vigorosa de força muscular. Porém, um dos principais desafios no

diagnóstico de rabdomiólise por esforço é o fato da atividade sérica de CK subir naturalmente após o exercício extenuante em quase todos os seres humanos normais, o que pode ainda variar para cada indivíduo em um amplo espectro de cofatores externos, como temperatura e umidade. Além disso, os processos acima explicados que levam à manifestação dessa síndrome são similares (quando não idênticos) aos mecanismos de indução do dano muscular. Há, portanto, uma tênue linha entre o diagnóstico da rabdomiólise (de caráter nocivo e prejudicial à saúde) e o dano muscular (essencial para o processo de adaptação ao treinamento de força) (Magalhães et al., 2019).

Segundo, Lopes & Costa, 2013, O mecanismo de extravasamento das enzimas indicadoras de dano tecidual (CK, LDH, TGO, TGP e GGT) parece estar relacionado com a depleção dos estoques intracelulares de glutathiona (GSH). O GSH é um tripeptídeo formado pelos aminoácidos: glicina, ácido glutâmico e cisteína, sendo este último o responsável pela maior parte de suas propriedades bioquímicas. Seu principal sítio de produção é o fígado, enquanto que seus valores plasmáticos são mantidos estáveis para atender as necessidades dos órgãos periféricos.

O exercício agudo/excessivo pode levar também ao aparecimento de mioglobina no plasma, em resposta ao dano tecidual. O grupo heme da mioglobina plasmática, em estado férrico (Fe^{3+}), ao alcançar o rim, a Mb^{3+} passa por um ciclo redox atingindo o estado ferril ($[Fe^{4+}=O]^{2+}$) que possui afinidade e capacidade de gerar oxidação lipídica do epitélio renal. Esta reação leva a formação de F2-isoprostanos, um derivado tóxico gerado pela mobilização de ácido araquidônico dos fosfolípidios de membrana com capacidade vasoconstritora. Por sua vez, essa vasoconstrição gera um ciclo vicioso, pois a isquemia causada diminui o pH sanguíneo. A reatividade da mioglobina é fortemente aumentada em valores de pH menores do que 7,0, favorecendo a insuficiência renal aguda (Lopes & Costa, 2013).

A abordagem terapêutica básica envolve basicamente a prevenção e o tratamento da insuficiência renal e em muitos casos se utiliza uma hidratação precoce e vigorosa associada ou não a uma diurese alcalina forçada. Estudos experimentais mostraram que o tratamento com bicarbonato de potássio aumentou o clearance de creatinina (um indicador de melhora da função renal) e diminuiu a formação de F2-isoprostanos urinários (Lopes & Costa, 2013).

A desidratação também é um fator de risco, pois diminui o fluxo tubular e aumenta a reabsorção de água favorecendo a vasoconstrição renal. O redirecionamento do fluxo sanguíneo para a pele ocorre para dissipar o calor, mas gera isquemia gastrointestinal liberando endotoxinas na corrente sanguínea, quadro esse conhecido como endotoxemia. A liberação de endotoxinas estimula a produção de citocinas que amplificam a reação inflamatória e provocam instabilidade hemodinâmica, favorecendo o surgimento de uma nova complicação denominada síndrome compartimental, complicação que se desenvolve no músculo esquelético quando sua perfusão não é adequada em virtude dos eventos descritos anteriormente (Lopes & Costa, 2013).

O diagnóstico da rabdomiólise se baseia, em grande parte, na presença de elevados níveis plasmáticos da enzima creatina quinase (CK), cujos valores até 170 UI/l são geralmente considerados normais. Considera-se risco quando a concentração de CK ultrapassa a faixa de 500 UI/l, carecendo de exames complementares. Valores maiores do que 5.000 UI/l estão associados com um maior risco para insuficiência renal. Outras enzimas também podem estar presentes como transaminase glutamicopiruvica (TGP), transaminase oxalacética (TGO) e lactato desidrogenase (LDH). Sua quantificação é muito empregada em diagnósticos clínicos, pois pode indicar a gravidade da lesão e origem do tecido lesionado (Lopes & Costa, 2013).

A prática regular de exercícios físicos apresenta inúmeros benefícios para a saúde, fato que justifica sua utilização como terapêutica complementar em diversas doenças. Porém, há muito já se sabe que o exercício físico é uma forma de estresse fisiológico, dando origem a síndrome de adaptação geral, que está dividida em: 1) estresse; 2) alarme; 3) adaptação e 4) platô. Em situações onde a carga de treinamento se encontra bem-distribuída e com intensidade suficiente, o exercício gera uma fase inicial que mimetiza uma reação inflamatória em resposta ao dano tecidual e produção de espécies reativas de oxigênio. Sendo assim, caso ocorra um desequilíbrio entre a relação estímulo repouso, como durante a prática excessiva de exercícios extenuantes ou durante sessões agudas, o organismo pode apresentar riscos à saúde (Lopes & Costa, 2013).

O grau de condicionamento físico parece exercer um efeito protetor importante contra o surgimento da rabdomiólise. É citado por alguns autores para descrever um quadro normalmente não letal em resposta ao exercício extenuante em

indivíduos treinados. Por outro lado, em indivíduos sedentários que se submetem a testes físicos para avaliação de aptidão física, o risco de evolução dos parâmetros clínicos é ainda maior e, não raro, pode ser fatal. Outro componente que gera grande preocupação é a interação farmaco-exercício. Diversos relatos são descritos em indivíduos praticantes de exercícios, casos nos quais existe a associação entre o aparecimento de rabdomiólise com o uso de suplementos alimentares e com esteroides anabolizantes androgênicos. Além disso, a utilização de estatinas em portadores de dislipidemia parece apresentar um grande risco para o aparecimento da rabdomiólise (Lopes & Costa, 2013).

Outro grupo bastante suscetível, ao surgimento da rabdomiólise, é o dos militares, já que parte de sua rotina de treinamento é constituída por longas caminhadas (marchas de 50-80 km) e testes físicos podendo levar a rabdomiólise (Lopes & Costa, 2013).

Um caso curioso de rabdomiólise foi o relatado no estudo de Lopes & Costa, 2013. Foi descrito um caso não fatal de rabdomiólise que levou a insuficiência renal aguda em um oficial, após uma corrida de 16 km. Por outro lado, Lopes & Costa, relataram a ocorrência de um caso fatal de rabdomiólise em um soldado após uma corrida de apenas 3.200 m. No momento que deu entrada na emergência apresentava hipertermia e taquicardia. Seus valores de CK chegaram a 800.000 UI/l (valores de referência aproximados: < 150 UI/l). Setenta e duas horas após dar entrada no hospital e apesar de todas as tentativas de tratamento o quadro se agravou, levando-o a morte nas 24 horas subsequentes. Estes relatos indicam que diversos fatores, além do estado físico, podem participar da etiologia da rabdomiólise e devem ser, portanto, considerados em indivíduos que almejam se exercitar ou participar de algum tipo de prova física.

Sobre a aplicação dos exames laboratoriais, segundo Botton et al., 2011, A tríade clínica, para diagnóstico da rabdomiólise é dor, fraqueza muscular e excreção de urina de cor escura, que é observada em menos de 50% dos casos, sendo que o diagnóstico é comprovado com a determinação dos níveis plasmáticos e urinários da creatinafosfoquinase (CPK) e de mioglobina, ou seja, dosagem laboratorial da CPK e mioglobina.

Segundo Botton et al., 2011, A rabdomiólise é caracterizada por necrose muscular e liberação de conteúdo intracelular, como mioglobina e creatinoquinase,

para a circulação sanguínea podendo desenvolver-se em qualquer circunstância onde a demanda por energia nos músculos excede o suprimento energético disponível. Outro fator descrito no mesmo estudo é que a termorregulação que ocorre com exercício causa hipóxia muscular e depleção de trifosfato de adenosina (ATP), principalmente em exercícios contra a gravidade e em pessoas não condicionadas fisicamente. Segundo ainda o mesmo autor, o dano muscular resulta em uma alteração da homeostasia do cálcio e ATP, o qual há a entrada e acúmulo de cálcio no intracelular. O excesso de cálcio livre intracelular interage com a actina e a miosina culminando em esgotamento das reservas energéticas com a destruição muscular e necrose das fibras.

Vale ressaltar que o músculo danificado invadido por leucócitos, aumentam o dano celular, liberando mais proteases e radicais livres, estabelecendo-se assim uma reação inflamatória miolítica que se autoperpetua e que culmina na morte celular, com liberação das toxinas intracelulares para a circulação sistêmica. Com a perda da integridade celular ocorre liberação do conteúdo dos miócitos e grandes quantidades de potássio, fosfato, mioglobina, creatinoquinase e ácido úrico escapam para a circulação sanguínea (Botton et al., 2011).

Botton et al, relata que a mioglobina tem potencial nefrotóxico amplamente conhecido. Após ser liberada para a circulação, ela é facilmente filtrada pelo glomérulo. Como o peso molecular da mioglobina é baixo, após 6 horas do dano muscular já pode ser detectado o nível urinário, produzindo alteração da coloração da urina em concentração superior a 100mg/dl.

Cabe salientar, segundo Botton et el., 2011, que a apresentação clínica é frequentemente sutil, e que a tríade clínica clássica de dor e fraqueza muscular com excreção de urina de cor escura é observada em menos de 50% dos casos, sendo necessário um elevado índice de suspeita diagnóstica. E que os sinais locais como hipersensibilidade, rigidez, contusões ou escoriações e contraturas musculares, além da presença de sintomas sistêmicos como mal-estar geral, náuseas, vômitos, febre, palpitações, agitação, delírio, confusão e diminuição do débito urinário são outros achados da história clínica a ter em consideração. É relatado, também, que alguns pacientes, porém, podem ser inteiramente assintomáticos, sendo o diagnóstico

estabelecido com base apenas em dados laboratoriais. O mesmo estudo enfatiza que a prática de atividades comuns, tidas como inócuas pelos pacientes, que envolvam esforços físicos extenuantes, sobretudo em indivíduos não treinados, pode ser a única pista diagnóstica no quadro clínico.

Já para a obtenção do diagnóstico da rabdomiólise é usado a determinação dos níveis plasmáticos e urinários da creatinafosfoquinase (CPK) e de mioglobina. Após a mioglobina ser liberada para a circulação, ela é facilmente filtrada pelo glomérulo. A CK tem um peso molecular muito maior que o da mioglobina, levando vários dias para voltar ao normal. A elevação dos níveis de CK pode chegar a 100000 UI/ml ou simplesmente passar os 1000 UI/ml. Outros marcadores laboratoriais que auxiliam no diagnóstico são elevações no TGO, TGP, LDH, potássio, ácido úrico, fosfato, creatinina, uréia, aldolase, prolongamento dos tempos de protrombina e tromboplastina parcial, diminuição das plaquetas e do cálcio e acidose metabólica (Botton et al., 2011).

Segundo Cunha et al., 2017, A detecção de componentes derivados da musculatura localizados no plasma é usada para o diagnóstico de rabdomiólise, como é o caso do Índices de creatinoquinase (CK) cinco vezes maiores que o normal geralmente confirmam o diagnóstico, embora um aumento excedendo em até dez vezes o limite seja relativamente comum em atletas após atividade física vigorosa. Como a rabdomiólise pode ser induzida por exercícios prolongados e de alta intensidade ou por contrações súbitas e excessivas da musculatura esquelética, com típico aparecimento das manifestações clínicas proeminentes entre 24 e 48h após a atividade. Sua ocorrência dependente também do nível de experiência e preparo dos praticantes.

Segundo Cunha et al., 2017, A incidência de insuficiência renal aguda aparentemente é menor na rabdomiólise induzida por exercício, quando comparada com outras causas. Os Índices aumentados de CK indicaram sua ocorrência em maratonistas homens de meia idade praticamente assintomáticos, salvo pela mialgia que os próprios atribuíam à atividade extenuante, demonstrando que o quadro é subdiagnosticado.

Já a desidratação pode ser um fator-chave no desencadeamento da síndrome da rabdomiólise, mesmo em praticantes previamente hígidos e bem condicionados. Deve ser priorizada a ingestão de fluidos isotônicos uma vez que líquidos hipotônicos podem levar a graus variados de hiponatremia. Índices reduzidos de sódio, por mecanismos ainda não bem elucidados, são predisponentes a quadros de rabdomiólise (Cunha et al., 2011).

Segundo Galvão et al., 2003, a apresentação clássica da rabdomiólise é constituída pela tríade: Mialgias, Fraqueza muscular, e Urina escura. Estes sintomas, segundo o autor, são inconstantes e não específicos, podendo estar ausentes em cerca de 50% dos casos, principalmente na fase inicial da doença. Segundo o estudo, o diagnóstico precoce exige quase sempre um alto índice de suspeição clínica e posterior confirmação laboratorial.

Ainda segundo Galvão et al., 2003, relata que a libertação dos constituintes intracelulares provoca hipercalcémia, hiperfosfatémia e hiperuricémia, e que, no entanto, o aumento do CK é a marca da lesão muscular na rabdomiólise. Segundo o mesmo autor o CK encontra-se aumentada em todos os casos de rabdomiólise, podendo atingir valores >100.000 UI/ l. E que a fracção do CK aumentada é quase exclusivamente devida à MM, apesar de que a fracção MB poderá também encontrar-se acima do normal, o que se explica devido à libertação da fracção existente a nível do músculo esquelético, embora em pequenas quantidades, se comparada com a existente ao nível do músculo cardíaco.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração os relatos, dados e assuntos discutidos dos artigos científicos acima elencados, pode-se concluir que os fatores estressores, tais como depleção de ingestão de água potável, redução de alimentação adequada, desgaste físico extenuante, estresse físico localizado, traumas físicos e psicológicos, distúrbio eletrolíticos, e dentre outros, são fatores que propiciam o surgimento de rabdomiólise, síndrome compartimental, e dano celular. Esses fatores estressores são fatores comuns em atividades militares de formação ou de cursos operacionais.

Os exames laboratoriais, como é o caso da creatinina, ureia, TGO, TGP, Fosfatase Alcalina, LDH, mioglobina e eletrólitos, conforme discursão acima, mostraram-se relevantes para o monitoramento da saúde do militar em cursos

operacionais. A dosagem bioquímica, dos militares em cursos operacionais, é importante para prevenir a evolução de doenças, como é o caso da rabdomiólise, e o agravamento da saúde do militar submetidos a agentes estressores, portanto, se faz importante, um acompanhamento da saúde do militar em curso operacionais, por meio de exames clínicos-laboratoriais.

REFERÊNCIAS

- MAGALHÃES, Saulo Chaves, et al. **Rabdomiólise induzida pelo exercício de força: revisão e análise dos principais relatos dos últimos 25 anos.** *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 2018, 26.1: 189-199.
- CUNHA, Gabriel Veloso, et al. **Rabdomiólise e programas de condicionamento extremo.** *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 2017, 16.4: 234-240.
- BOTTON, Bruno, et al. **Relato de caso de rabdomiólise em um praticante de esportes radicais rapel e trekking, uma emergência a ser reconhecida. A case report of rhabdomyolysis in a practitioner of sports climbing and trekking, an emergency to be recognized.** *Arquivos Catarinenses de Medicina*, 2011, 40.3.
- MISSUGIRO, Edson Machado Sirai. **Grau da desidratação nas Forças Armadas em exercícios físicos militares.** 2020.
- ALVES, Dr^a Eva, et al. **Return to Play após Rabdomiólise Induzida pelo Exercício.**
- LOPES, Gustavo C.; DA COSTA, Luciane P. **Rabdomiólise induzida pelo exercício: biomarcadores, mecanismos fisiopatológicos e possibilidades terapêuticas.** *Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto*, 2013, 12.4.
- GALVÃO, José; GUSMÃO, Luís; POSSANTE, Marília. **Insuficiência renal e rabdomiólise induzidas por exercício físico.** *Rev Port Nefrol Hipert*, 2003, 17.4: 189-197.