

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

MARIA CLARA SANTOS MINELLI

**Resposta endócrina e metabólica ao estresse operacional em policiais militares de elite
pertencentes ao Bope-RJ**

Ribeirão Preto

2022

MARIA CLARA SANTOS MINELLI

**Resposta endócrina e metabólica ao estresse operacional em policiais militares de elite
pertencentes ao Bope-RJ**

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-graduação Educação Física e Esporte.

Linha de pesquisa: Aspectos biodinâmicos da atividade física e do esporte.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho.

Ribeirão Preto

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Minelli, Maria Clara Santos

Resposta endócrina e metabólica ao estresse operacional em policiais militares de elite pertencentes ao Bope-RJ. Ribeirão Preto, 2022.

53 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Atividade Física e Esporte.

Orientador: Tourinho Filho, Hugo.

1. Hormônio do Crescimento. 2. Fator de Crescimento Insulina-Símile I. 3. Estresse Fisiológico. 4. Medicina Militar. 5. Militares.

MINELLI, Maria Clara Santos. Resposta endócrina e metabólica ao estresse operacional em policiais militares de elite pertencentes ao Bope-RJ. Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-graduação Educação Física e Esporte.

Aprovado em: 09/03/2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rodrigio José Lustódio Instituição CUBM
Julgamento Aprovado Assinatura [Assinatura]

Prof. Dr. Raphael D.R. de Oliveira Jr Instituição FMRP/USP
Julgamento Aprovado Assinatura [Assinatura]

Prof. Dr. Carlos E. Martinelli Jr Instituição FMRP/USP
Julgamento Aprovado Assinatura [Assinatura]

Prof. Dr. Ugo Tarantino Filho Instituição EEFERP/USP
Julgamento Aprovado Assinatura [Assinatura]

Dedico este trabalho à minha mãe, Sueli, e ao meu pai, Adilson (*in memoriam*), com amor, admiração e gratidão por me ensinarem que a educação é a ponte mais justa e digna para o alcance dos nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Sueli e Adilson, por todo carinho e apoio incondicional. Sou muito feliz por vocês terem priorizado minha educação e possibilitar que eu pudesse me apaixonar pela ciência da nutrição e da educação física.

Agradeço à fé que minha mãe cultivou em nossa família, que foi fundamental para nos reerguer após cada dificuldade da vida. Logo no início da trajetória do mestrado precisei me despedir do meu grande amigo e confidente, meu pai, sua partida me trouxe novas responsabilidades, novos desafios e com certeza muitos aprendizados, quando o caminho parecia muito árduo eu lembrava de sua empolgação com minha aprovação na pós-graduação. Sei que você está vibrando por essa conquista também!

Aos meus irmãos, Maju e João, que foram meus primeiros amigos e incentivadores, e à minha prima e irmã de coração, Lolo, que apesar de tão pequena tem uma presença e importância gigantesca para todos nós. Maju, sua companhia nos estudos e escuta foram essenciais, você se transformou da bebê da família em uma mulher forte e carinhosa, tenho orgulho de você! João, obrigada por me acalmar nos momentos de preocupações intensas e incertezas da vida, seu sorriso é acalento para todos nós, aproveito e agradeço à Isabela, minha cunhada, que sempre esteve presente torcendo pelas minhas vitórias.

À toda minha família e amigos da família, que por sorte é muito grande, então vou nomear minha avó Guiomar e minhas tias Adriana e Nil, como as representantes para este agradecimento, obrigada por todo apoio emocional durante toda a minha trajetória.

Ao meu companheiro de vida, meu melhor e mais fiel amigo, Leonardo, não tenho palavras para descrever o quanto seu apoio, amor e amizade me deram forças para enfrentar todos os obstáculos desses últimos anos, sou grata e feliz por ter você ao meu lado, amo e admiro muito você. Agradeço também à sua família, em nome da Renata, do José e da Letícia, pois também foram fundamentais para minha evolução.

Aos meus pacientes da clínica, por confiarem no meu trabalho e por todo carinho, amizade e compreensão nos momentos em que precisei me ausentar para me dedicar à pesquisa.

Aos meus amigos que foram compreensíveis e trouxeram-me alegrias durante todo esse período de estudos, Le, Du, Ligia, Ana, Babi, Léo, Ma, Pedro, Flávio, Augusto e, em especial à Rafa que foi umas das primeiras a me apoiar em meu sonho de me tornar uma pesquisadora.

A todos os professores da UFTM, que participaram da minha formação acadêmica, principalmente às professoras Luciene e Fernanda, que foram minhas primeiras orientadoras na pesquisa por meio das iniciações científicas.

Aos meus companheiros do Grupo de Estudos e Pesquisa em Endocrinologia e Metabologia do Esforço - Taislaine, Thomaz, Júnior, José Maurício, Diana, Marcus, Henrique, Alexandre, professor Martinelli, e todos os antigos e novos integrantes do grupo que enriquecem nossas discussões e trabalhos, por toda troca de conhecimento e acolhimento.

À Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, assim como a todos os funcionários, colaboradores e alunos pela recepção e acolhimento.

Aos professores Camila e Rodrigo, que fizeram parte da minha banca de qualificação, seus apontamentos foram muito importantes para a confecção deste trabalho final e, ao professor Raphael que irá participar da banca da defesa por também aceitar contribuir com este estudo.

A toda a equipe do Instituto de Ciência dos Heróis, em especial à Fernanda, Yanesco e César, que me possibilitaram conhecer e adentrar ao mundo da polícia militar de elite; vocês foram fundamentais para o desenvolvimento dessa pesquisa, obrigada pela confiança.

Aos policiais militares, pertencentes ao Bope-RJ, por se voluntariarem em participar do estudo e por dedicarem suas vidas ao combate da violência e criminalidade em nosso país.

Ao professor Hugo, pela maneira brilhante e humilde de ensinar e orientar, com certeza foi uma oportunidade ímpar aprender com o senhor e vivenciar a maneira carinhosa e respeitosa com que lida com os assuntos acadêmicos, desde a pesquisa até os cuidados com os discentes e com a escola como um todo.

E em meio ao momento atual de enfrentamento à pandemia da Covid-19, não há como não agradecer a todos os pesquisadores que dedicam suas vidas aos estudos e assim possibilitam os avanços aos cuidados e atenções à saúde e, por fim, à pesquisa que salva vidas, obrigada!

“A sabedoria suprema é ter sonhos bastante grandes
para não se perderem de vista enquanto
os perseguimos.”

(FAULKNER, 1929)

RESUMO

MINELLI, Maria Clara Santos. **Resposta endócrina e metabólica ao estresse operacional em policiais militares de elite pertencentes ao Bope-RJ**. 2022. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Entre as missões do Batalhão de Operações Especiais do Rio de Janeiro – Bope-RJ, está o combate ao crime organizado, o resgate de reféns e a contenção de rebeliões. Sendo assim, o estresse é parte integrante da rotina dos militares de elite. As fontes de estresse englobam fatores físicos e mentais que levam a uma resposta fisiológica envolvendo a ativação do sistema adrenal e das cascatas hormonais associadas. Partindo deste pressuposto, o presente estudo tem como objetivo investigar o comportamento do eixo GH/IGF-I e dos níveis séricos de testosterona, SHBG, cortisol, CK, glicemia, insulina basal, hemoglobina glicada, sódio, potássio e cálcio de policiais militares do Bope-RJ. Trata-se de um estudo transversal que avaliou 75 voluntários, divididos em dois grupos, G1 (soldados no início da jornada de trabalho, n = 47) e G2 (soldados ao final da jornada de trabalho, n = 28). Foi realizada a coleta sanguínea dos sujeitos do G1 antes e do G2 após uma missão de 12 horas, portando 35 kg de armamentos em ambiente de guerra urbana. A caracterização de ambos os grupos é descrita a seguir: G1 37 ($\pm 6,63$) anos de idade, 81,10 (74,50;86,20) kg de massa corporal, 1,77 (1,72;1,80) metros de estatura; G2 36 ($\pm 5,19$) anos de idade, 79,50 (75,00;81,95) kg de massa corporal, 1,72 (1,70;1,77) metros de estatura. Os dados foram analisados no software IBM SPSS. Para as análises inferenciais foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Para comparar os grupos G1 e G2 foi realizado o teste Levene para as variáveis de distribuição normal e o teste de Mann-Whitney U para as variáveis de distribuição do tipo não normal, e a Regressão Logística para avaliação das chances de alterações nos parâmetros sanguíneos entre os grupos. Foi calculado o *effect sizes* para todas as comparações. Para todas as análises adotou-se o nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas dos parâmetros bioquímicos entre os dois grupos analisados, exceto para os valores de “cortisol” e “hemoglobina glicada” que foram significativamente maiores no G2. Conclui-se que os militares de elite, em questão, são altamente adaptados aos estressores fisiológicos a que são expostos durante as missões, além disso, o *effect sizes* mostrou poder acima de 80%, dessa forma, os resultados dessa pesquisa podem ser extrapolados para populações similares.

Palavras-chave: Hormônio do crescimento, Fator de crescimento insulina-símile I, Estresse fisiológico, Medicina militar, Militares.

ABSTRACT

MINELLI, Maria Clara Santos. **Endocrine and metabolic response to operational stress in elite military police officers belonging to Bope-RJ.** 2022. 53 f. Dissertation (Masters in Science) – School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Among the missions of the Special Operations Battalion of Rio de Janeiro – BOPE-RJ, are the fight against organized crime, the rescue of hostages, and the containment of rebellions. As such, stress is an integral part of the elite military routine. The sources of stress include physical and mental factors that lead to a physiological response involving activation of the adrenal system and associated hormonal cascades. Based on this assumption, the present study aims to investigate the behavior of the GH/IGF-I axis and serum levels of testosterone, SHBG, cortisol, CK, blood glucose, basal insulin, glycated hemoglobin, sodium, potassium and calcium in military police officers of BOPE-RJ. This is a cross-sectional study that evaluated 75 volunteers, divided into two groups, G1 (Soldiers starting the work shift, n = 47) and G2 (Soldiers leaving the work shift, n = 28). G1 before and G2 after a 12-hour mission carrying 35 kg of weapons in an urban warfare environment. The characterization of both groups is described as: G1 37 (± 6.63) years old, 81.10 (74.50;86.20) kg of body mass, 1.77 (1.72;1.80) height in meters; G2 36 (± 5.19) years old, 79.50 (75.00;81.95) kg of body mass, 1.72 (1.70;1.77) height in meters. IBM SPSS software analyzed the data. The Shapiro-Wilk normality test was performed for inferential analysis. To compare the G1 and G2 groups, the Levene test was performed for the normal distribution variables and the Mann-Whitney U test for the non-normal distribution variables, and the Logistic Regression to assess the chances of changes in blood parameters between groups. *Effect sizes* were calculated for all comparisons. All analyses adopted a significance level of 5%. The results showed that there were no significant differences in the biochemical parameters between the two groups analyzed, except for the "cortisol" and "glycated hemoglobin" values that were significantly higher in G2. In summary, the elite soldiers in the study are highly adapted to the physiological stressors they are exposed to during missions. In addition, the *effect sizes* showed power above 80%, thus, the results of this research can be extrapolated to similar populations.

Keywords: Growth Hormone, Insulin-Simile Growth Factor I, Physiological Stress, Military Medicine, Military Personnel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Bope-RJ em missão em áreas de conflito do município.	22
Figura 2	Treinamento tático dos policiais pertencentes ao Bope-RJ.	22
Figura 3	Diagrama de coleta de dados para o estudo.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultado descritivo para as variáveis de interesse, comparação entre os valores obtidos para as variáveis em cada um dos grupos e os respectivos tamanhos das diferenças entre eles. Rio de Janeiro, 2020. n=75.	36
Tabela 2	Resultados da análise por regressão logística na comparação entre os valores obtidos para cada um dos grupos de estudo. Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2020. n=75.	37
Tabela 3	Valores de referência do GH, testosterona total, testosterona livre, SHBG, cortisol, CK, glicemia, hemoglobina glicada sódio e potássio.	38
Tabela 4	Valores de referência do IGF-I.	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

USP	Universidade de São Paulo
AR	Receptores de Androgênio
Bope-RJ	Batalhão de Operações Especiais da Polícia Militar do Rio de Janeiro
CK	Creatina Quinase
G1	Grupo 1 - Soldados em momento de entrada para o turno de serviço
G2	Grupo 2 - Soldados em momento de saída do turno de serviço
GH	Hormônio do Crescimento
GHRH	Hormônio Liberador do Hormônio do Crescimento
IGF-I	Fator de Crescimento Insulina-símile
ICSPP	Congresso Internacional sobre Desempenho Físico dos Soldados
IMC	Índice de Massa Corporal
SHBG	Globulina de Ligação aos Hormônios Sexuais
Elisa	Ensaio Imuno Colorimétrico Específico
PMERJ	Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro
COesp	Curso de Operações Especiais
HPA	Eixo hipotálamo-hipófise-adrenal
ATP	Adenosina Trifosfato

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	20
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1 O BOPE-RJ	21
3.1.1 <i>Caracterização do grupo</i>	21
3.1.2 <i>Implicações psicológicas</i>	23
3.2 DEMANDAS FISIOLÓGICAS DO TREINAMENTO MILITAR	24
3.2.1 <i>Eixo GH/IGF-I</i>	24
3.2.2 <i>SHBG, testosterona e cortisol</i>	26
3.2.3 <i>Creatina quinase</i>	28
3.2.4 <i>Glicemia, insulina e hemoglobina glicada</i>	29
3.2.5 <i>Sódio, potássio e cálcio</i>	30
4 MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA	32
4.2 COLETA DE DADOS	32
4.3 COLETA DE SANGUE	33
4.4 IMUNOENSAIOS	33
4.4.1 <i>Determinação sérica de GH e IGF-I</i>	33
4.4.2 <i>Determinação da concentração de cortisol plasmático</i>	33
4.4.3 <i>Determinação da concentração de insulina, glicemia e hemoglobina glicada</i>	34
4.4.4 <i>Determinação da concentração de SHBG, testosterona total e livre</i>	34
4.4.5 <i>Determinação das concentrações de sódio, potássio, cálcio e creatina quinase</i>	34
4.5 CONSIDERAÇÕES ESTATÍSTICAS	34
4.5.1 <i>Gerenciamento dos dados coletados</i>	34
4.5.2 <i>Plano de análise dos dados</i>	35
4.6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	35
5 RESULTADOS	36
6 DISCUSSÕES	39

7 CONCLUSÕES	
REFERÊNCIAS	

44
45

1 INTRODUÇÃO

O Batalhão de Operações Especiais da Polícia Militar do Rio de Janeiro (Bope-RJ) foi criado em 1978, após ganhar força a ideia de que a polícia militar necessitava de um grupo especial para atuar em situações de crise, sobretudo, depois de 1974, quando o diretor de um presídio rebelado foi morto após a invasão do prédio pela polícia (NEME; CUBAS, 2006).

Entre as missões do Bope-RJ estão o combate ao crime organizado, a captura de delinquentes fortemente armados, o resgate de reféns e a contenção de rebeliões, entre outras operações de alto risco. Para tanto, os policiais recebem uma formação diferenciada, voltada para operações de guerra urbana, que inclui um processo severo de seleção e treinamento (NEME; CUBAS, 2006).

As demandas físicas e psicológicas dessa profissão são mais altas do que na maioria das profissões civis, sendo assim, o contexto militar é particularmente mais favorável a estressores de alta demanda como exaustão física, exposição a mudanças climáticas, prolongada abstenção do lar e exposição a situações de perigo (WILCOX, 2000; BEER; van HEERDEN, 2014).

Em razão a essas características de treinamento, o estresse é parte integrante da rotina militar. O ‘estresse’ é definido como a adaptação do corpo a uma demanda específica, ou seja, considerando que o corpo humano luta constantemente pela homeostase, tem-se que o estresse se refere a qualquer tipo de perturbação no sistema fisiológico que provoque afastamento da homeostase, exigindo alterações nos processos fisiológicos de forma a buscar um retorno ao estado de equilíbrio (SELYE, 1950; SZIVAK et al., 2018).

Apesar de o estresse receber uma conotação negativa em nossa sociedade, a ativação aguda das respostas ao estresse são importantes para a sobrevivência de um organismo, já que propicia ao indivíduo uma adaptação a situações que comprometem a homeostase, que aumenta a conscientização sobre o ambiente e melhora fatores como a cognição, euforia e até mesmo a analgesia (CHARMANDARI; TSIGOS; CHROUSOS, 2005).

Mesmo que as fontes de estresse sejam variadas e englobem fatores físicos e mentais, a resposta fisiológica ao estresse é a mesma e envolve a ativação do sistema adrenal e das cascatas hormonais associadas. A resposta ao estresse é caracterizada pela ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) e aumento da secreção de glicocorticoides do córtex adrenal, juntamente com a coativação do sistema nervoso simpático (SELYE, 1950; SZIVAK et al., 2018).

Observa-se que a rotina dos soldados é extenuante o que resulta em desafios homeostáticos e quando o corpo é exposto a esses desafios tende a enviar mensagens por meio

da produção de hormônios. Dessa forma, os hormônios são os grandes responsáveis pela comunicação integrada de vários sistemas fisiológicos responsáveis pela modulação do crescimento e desenvolvimento celular. Neste sentido, compreender o comportamento dos hormônios que estão envolvidos com situação de estresse e desgaste físico torna-se imperial para a proteção e cuidado da integridade do militar (KRAEMER et al., 2020).

Como descrito por Kramer et al. (2020), a sinalização hormonal é parte de um sistema complexo que envolve uma infinidade de moléculas, sendo análoga a um esporte de equipe, em que cada um dos jogadores tem suas funções distintas que se complementam, sendo o sucesso do time dependente de uma boa integração e comunicação de seus integrantes. Em relação ao crescimento e reparo muscular, três hormônios principais se destacam, são eles: o hormônio do crescimento (GH), o fator de crescimento insulina-símile (IGF-I) e a testosterona (KRAEMER et al., 2020).

O GH, também conhecido como somatotropina, é um polipeptídeo de cadeia única de 191 aminoácidos produzidos por células somatotrópicas na glândula pituitária anterior. Sua produção é rigidamente regulada por meio de vários mecanismos complexos de feedback em resposta ao estresse, como o exercício, a nutrição e o sono. Os principais fatores de regulação são o hormônio liberador do hormônio do crescimento (GHRH), produzido no hipotálamo, a somatostatina, produzida em vários tecidos do corpo e a grelina, produzida no trato gastrointestinal (BRINKMAN, 2020).

O GH impacta o metabolismo principalmente pela regulação positiva da produção do IGF-I e seu efeito nas células periféricas. As células entram em um estado anabólico, há aumento da captação de aminoácidos, síntese de proteínas e diminuição do catabolismo das mesmas. As gorduras são processadas e consumidas estimulando a quebra e oxidação dos triglicerídeos nos adipócitos. Além disso, o GH suprime a capacidade da insulina de estimular a captação de glicose nos tecidos periféricos e causa aumento da taxa de gliconeogênese no fígado, levando ao estado geral de hiperglicemia (BRINKMAN, 2020).

As concentrações elevadas de IGF-I estão associadas a muitos resultados positivos para a saúde, como a aptidão aeróbia, densidade mineral óssea, hipertrofia muscular, neurocognição e longevidade. Por isso, o IGF-I emergiu como um biomarcador importante sobre os processos fisiológicos (NINDL, 2009).

O IGF-I foi observado pela primeira vez como um biomarcador metabólico com relevância militar em um estudo que contemplou o *Army ranger training* do Exército dos Estados Unidos da América (EUA), com duração de 62 dias e um total de 97 voluntários. Os autores observaram um declínio do IGF-I durante o treinamento de campo operacional,

associado a perdas de massa corporal total e massa magra, diminuição da proliferação de linfócitos e maior resistência à insulina (FRIEDL et al, 2000; NINDL, 2009).

Outro estudo com esse mesmo público, realizado em um prazo mais curto, de três a oito dias, avaliou uma amostra de 12 soldados expostos ao estresse operacional militar, também obteve o mesmo resultado: uma redução nos valores de IGF-I e um prejuízo à composição corporal com redução do peso corporal total e da massa magra (NINDL et al, 2002).

Apesar de as concentrações elevadas de IGF-I serem consideradas benéficas, como visto anteriormente, há exceções para esse efeito, em situações como o câncer, a obesidade e o diabetes tipo 2; os altos valores de IGF-I são associados à diminuição da longevidade. Apesar de serem situações opostas, ambas mostram que medir as concentrações de IGF-I oferece uma visão importante sobre processos fisiológicos (NINDL et al., 2002).

A testosterona é o principal hormônio anabólico nos homens, age pela sinalização genômica e não genômica, ativação de células-satélite, interação com outras vias de sinalização anabólica, regulação positiva ou negativa do receptor de andrógeno e papéis potenciais em coativadores e atividade transcricional (KRAEMER et al., 2020).

A deficiência de testosterona e as consequentes deteriorações da massa livre de gordura e queda no desempenho físico são características comuns em homens idosos ou doentes, mas também são prevalentes em homens saudáveis expostos a estressores que suprimem a síntese de testosterona endógena, como o déficit de energia prolongado, privação de sono, sobrecarga muscular e lesão, características muito comuns em militares de elite (VARANOSKE et al, 2020).

Além desses hormônios anabólicos, os glicocorticoides, principalmente o cortisol, também devem ser considerados por causa de sua profunda influência oposta no anabolismo do músculo esquelético humano em muitos casos. Em condições fisiológicas estáveis, o cortisol circulante exibe um ritmo circadiano com pico pela manhã, diminuindo lentamente ao longo do dia e atingindo níveis mais baixos por volta da meia-noite (KRAEMER et al., 2020).

Os níveis de cortisol são regulados de forma sistêmica e tecidual para manter a homeostase dos glicocorticoides. Os níveis endógenos de cortisol são controlados sistemicamente pelo eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA) (KRAEMER et al, 2020).

Após o exercício agudo, há o aumento da sensibilidade do tecido aos glicocorticoides que servem para neutralizar a inflamação muscular, a síntese de citocinas e o dano muscular. Essa sensibilidade se reduz após 24 horas do exercício e pode proteger o corpo da secreção prolongada de cortisol induzida pelo exercício (KRAEMER et al., 2020).

Em adaptação ao exercício, o cortisol é inativado em cortisona, sendo assim, sujeitos altamente treinados apresentam maior inativação do cortisol em cortisona. No entanto, esforços físicos excessivos podem prejudicar essa inativação, o que leva a um prejuízo nos processos anabólicos, visto que altos níveis de cortisol levam a uma diminuição dos níveis de IGF-I (McCARTHY; ESSER, 2010).

As atividades de esforço físico de longa duração em climas quentes expõem o indivíduo às doenças relacionadas com o calor, sendo importante o diagnóstico do estado de hidratação nesse contexto. As atividades do Bope-RJ incluem esforço de longa duração em ambientes com temperaturas muito quentes o que sugere um risco para a perda de eletrólitos como o sódio e o potássio (CARVALHO; MARA, 2010).

O suor contém cerca de 30 a 60mEq/litro de sódio e 8 a 15mEq/litro de potássio, ao considerar as concentrações plasmáticas de ambos, conclui-se que a perda relativa de potássio é bem superior à de sódio. No entanto, em razão de haver grande concentração de potássio no meio intracelular, há a facilidade em sua reposição, o que não ocorre com o sódio, que depende essencialmente da fonte exógena (CARVALHO; MARA, 2010).

Além da perda de água e eletrólitos, o exercício prolongado pode ocasionar hipoglicemia e depleção de glicogênio, fatores que contribuem para o aparecimento da fadiga. Outro indicador muito importante para entender a intensidade do treinamento físico é a creatina quinase (CK) já que ela é um importante marcador de dano muscular, além disso, a CK sérica é o marcador diagnóstico mais confiável da rabdomiólise, patologia que se não tratada pode levar à lesão renal aguda e até mesmo à parada cardíaca (CARVALHO; MARA, 2010).

Quantificar e interpretar os resultados dos exames bioquímicos corretamente é de extrema importância visto que os estressores operacionais podem levar a um desequilíbrio fisiológico que pode desencadear efeitos prejudiciais sobre a massa muscular, saúde óssea, função endócrina e metabólica, assim como ao desempenho físico e mental (FRIEDL et al., 2000; NINDL et al., 2002; ALEMANY et al., 2008; NINDL, 2009).

Diante do exposto o presente projeto traz a seguinte indagação: qual o comportamento do eixo GH/IGF-I e dos níveis séricos de testosterona, SHBG, cortisol, CK, glicemia, insulina basal, hemoglobina glicada, sódio, potássio e cálcio em soldados de elite pertencentes ao Bope-RJ?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar o comportamento do eixo GH/IGF-I e dos níveis séricos de testosterona, SHBG, cortisol, CK, glicemia, insulina basal, sódio, potássio e cálcio em soldados de elite do Batalhão de Operações Especiais do Rio de Janeiro – Bope-RJ.

2.2 Objetivos específicos

- a) medir as concentrações séricas de hormônios mediadores do crescimento: GH e IGF-I em policiais militares de elite;
- b) quantificar os níveis séricos de testosterona, SHBG, cortisol, CK, glicemia, insulina basal, hemoglobina glicada, sódio, potássio e cálcio em policiais militares de elite;
- c) comparar as variáveis analisadas entre os policiais militares de elite ao final da jornada de trabalho e início da jornada de trabalho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O Bope-RJ

3.1.1 Caracterização do grupo

Desde os anos 70, no Brasil, há registro de crescimento da criminalidade e da violência, em especial nas áreas urbanas do país, isso resulta em grave problema público, visto que a população se sente insegura em diversos momentos de sua vida cotidiana; a melhora da segurança pública está ligada ao desempenho físico eficiente dos policiais militares, assim como a uma conduta responsável e prudente desses sujeitos (PONCIONI, 2005).

O Bope-RJ é uma unidade de operações especiais (UOE) da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro, reconhecida internacionalmente por sua excelência operacional; a equipe é formada por policiais especializados em ações de combate ao crime em áreas de conflito urbano (ZANINI et al., 2018).

A finalidade das UOE é utilizar equipes mais autônomas, compostas por um número reduzido de sujeitos, que tenham acesso a recursos especiais como informação, tecnologias e treinamentos específicos para alcançarem resultados superiores àqueles conquistados pelas forças convencionais (DENÉCÉ, 2009).

O trabalho no Bope-RJ diferencia-se daquele das demais unidades convencionais da Polícia Militar pela frequência e intensidade dos combates com alto risco envolvido, pela necessidade de conjugação de técnica e disciplina operacional e pelo treinamento intenso e permanente. Além disso, eles compõem a única unidade de operações especiais no mundo em que os alunos são submetidos a operações reais ainda em fase do curso de formação (ZANINI et al., 2015).

Outras características marcantes do trabalho do Bope-RJ, além dos riscos frequentes à vida de seus membros, são a pressão psicológica constante, o estresse físico e mental nas operações em razão da necessidade de atuar, ouvir, interpretar e obedecer aos comandos de forma eficaz e rápida (ZANINI et al., 2015).

Portanto, é notável que as demandas ocupacionais das operações e implantações militares proporcionam estresse fisiológico. Nesse contexto os hormônios servem como mensageiros químicos do corpo que respondem rapidamente aos desafios homeostáticos e, por vez, podem servir como biomarcadores ou ‘sinais de alerta precoce’ de adaptações fisiológicas (NINDL, 2009; NINDL et al., 2015).

Na Figura 1 é possível observar uma equipe de militares de elite patrulhando em uma área de conflito do município do Rio de Janeiro, é notável que por atuarem em ambientes urbanos esses sujeitos se deparam com civis ao longo de suas missões, o que deixa sua atuação mais desafiadora. A fim de desenvolverem uma ágil capacidade de tomada de decisão nas situações de perigo esses sujeitos recebem intensos treinamentos táticos como o ilustrado na Figura 2.

Figura 1. Bope-RJ em missão em áreas de conflito do município.



Fonte: Página do Bope-RJ nas redes sociais.

Figura 2. Treinamento tático dos policiais pertencentes ao Bope-RJ.



Fonte: Página do BOPE-RJ nas redes sociais.

3.1.2 Implicações psicológicas

Uma pesquisa desenvolvida no Centro Latino-Americano de Estudos de Violência e Saúde da Escola Nacional de Saúde Pública (Claves/Ensp) analisou as condições de saúde mental e psicológica de 148 policiais lotados na Delegacia de Roubos e Furtos de Automóveis (DRFA) e concluiu que os policiais precisam de apoio psicológico e emocional, e não somente de treinamento técnico (ANDRADE; SOUSA; MYANO, 2009).

Da mesma forma, um estudo com policiais militares de Florianópolis – Santa Catarina observou que dos 200 sujeitos analisados, 24% apresentaram transtorno mental e comportamental naquele ano, além disso, houve a associação positiva entre o aparecimento do transtorno com posições mais altas na hierarquia do pelotão, o que sugere que cargos de maior responsabilidade, poder de decisão e de comando a um grande número de pessoas envolvem um impacto psicológico maior (LIMA; BLANK; MENEGON, 2015).

Tanto estudos nacionais quanto estudos internacionais têm demonstrado efeitos emocionais negativos associados ao estresse laboral dos militares como comportamento agressivo, abuso de álcool, ansiedade, insônia, descontroles emocionais explosivos, dores crônicas, dificuldades conjugais, violência e até mesmo tentativa de suicídio (MINAYO; ASSIS; OLIVEIRA, 2011; MOHR et al., 2003; SHEENAN; VAN HASSELT, 2003).

Além da própria realidade de trabalho dos militares que é fundamentalmente composta pela exposição ao risco, outros fatores também contribuem para o estresse emocional excessivo desses sujeitos, tais como os salários, o processo de organização institucional, as condições de saúde física e emocional e o reconhecimento social (MINAYO, 2007).

Em entrevistas realizadas no estudo de Minayo (2007), policiais civis e militares do Rio de Janeiro relataram que o salário que recebem é considerado ruim em comparação a outras corporações semelhantes, além de ser incompatível com a atividade de alto risco realizada por eles. Ademais, os sujeitos pontuaram que é de pouca valia oferecer carros e armamentos de última geração quando o que recebem de salário mensal não proporciona uma vida digna a si próprio e seus familiares.

O Bope-RJ se desenvolve e se mantém inserido na Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ); para se tornar um policial militar das forças especiais o sujeito precisa passar pelo Curso de Operações Especiais (COesp) que prepara esses indivíduos para atuarem em situações especiais (PACHECO, 2014).

Portanto, os componentes do Bope-RJ se destacam daqueles inseridos na PMERJ por resistirem ao treinamento especializado do COesp, em razão desse feito, tanto o policial

formado pelo curso quando seus pares que não têm esse posto e até mesmo a sociedade civil, reconhecem essa conquista como inigualável e de maior bravura, honestidade e capacidade operacional (SOARES; BATISTA; PIMENTEL, 2006).

Os policiais do Bope-RJ recebem um adicional ao seu salário por pertencerem a um comando de operações especiais, cujo valor é estabelecido conforme as normas da corporação, e vale ressaltar ainda que esses policiais são inseridos no quadro de oficiais da polícia militar. Dessa forma, possuem funções administrativas, plano de carreira e salários semelhantes aos dessa patente (PACHECO, 2014).

Apesar de importante, a remuneração monetária não é o único componente do processo de reconhecimento e valorização no trabalho; estudos também apontam que a satisfação assim como o respeito, a confiança e o orgulho de fazer algo são fatores que podem por vezes superar a inadequação da remuneração recebida pelo trabalhador (MINAYO et al., 2007).

Gomes & Silva (2017), em um estudo sobre a análise da motivação dos colaboradores do Bope-RJ, sugeriram que o principal fator motivacional que permeia a construção dos valores desse público é a confiança, que está acima de interesses pessoais e decorre da formação de um vínculo entre os policiais em razão da exposição ao risco de vida, dos princípios, valores e dos ideais que envolvem o pertencimento a esse grupo.

Sendo assim, a atividade do Bope-RJ não é percebida pelos policiais simplesmente como um trabalho, mas como um meio de vida com propósito útil e nobre, ou seja, a característica central da cultura desse grupo é o sentido de missão (HILL et al., 2011).

3.2 Demandas fisiológicas do treinamento militar

3.2.1 Eixo GH/IGF-I

O GH é produzido pelos somatotrofos da hipófise anterior, sua secreção ocorre em pulsos, principalmente no início das fases III e IV do sono, com meia-vida de aproximadamente 20 minutos. Normalmente, ocorrem seis a dez pulsos secretórios nas 24 horas, principalmente à noite, com concentrações entre os pulsos tão baixas quanto 0,04 µg/L. A amplitude dos pulsos e a massa de GH secretada variam com a idade, aumentam durante a puberdade, período em que ocorre a maior secreção deste hormônio, e decaem na vida adulta de forma progressiva (MARTINELLI JUNIOR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008; MARTINELLI JUNIOR; AGUIAR-OLIVEIRA, 2005; ROSENFELD; COHEN, 2002).

Embora registrada há mais de 75 anos, a busca da compreensão do GH ainda está longe de ser completa. Pode-se supor que não seja o único monômero de 22 kDa que medeia todas as ações de GH, mas uma ‘superfamília’ de diferentes isoformas moleculares (por exemplo, 20 kDa, 22 kDa, 44 kDa e 66 kDa) que medeiam ações fisiológicas durante a recuperação em resposta ao estresse por exercício (KRAMER; RATAMESS; NINDL, 2017; BAUMANN, 1991; BAUMANN, 1999; WALLACE et al., 2001).

A secreção hipofisária de GH tem controle hipotalâmico, exercido pelo GHRH (hormônio liberador do GH), somatostatina e em menor intensidade pela ghrelina. O GHRH e a ghrelina estimulam a secreção de GH atuando mediante receptores específicos distintos acoplados à proteína G, enquanto a somatostatina exerce ação inibitória (MARTINELLI JUNIOR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008; MARTINELLI JUNIOR; AGUIAR-OLIVEIRA, 2005; ROSICKA et al., 2002).

Em resposta ao GH, o IGF-I, um hormônio anabólico e metabólico, é liberado pelo fígado na circulação sistêmica, além da produção hepática o IGF-I também é produzido na maioria dos órgãos e tecidos do organismo. Ademais, diversas células possuem receptores de IGF-I, dessa forma, constata-se que essa molécula tem funções autócrinas, parácrinas e endócrinas (NINDL; PIERCE, 2010; MARTINELLI JUNIOR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

O IGF-I é responsável por respostas celulares metabólicas, mitogênicas e anabólicas, seus efeitos incluem ativação, proliferação, sobrevivência e diferenciação de células-satélite, estimulação da captação de aminoácidos e síntese de proteínas e hipertrofia muscular, mielinização neuronal, brotamento axonal e reparação de danos, redução da resposta inflamatória crônica, aumento na utilização de ácidos graxos livres e aumento da sensibilidade à insulina mediante ligação ao receptor e subsequente sinalização intracelular e metabolismo da glicose (KRAMER; RATAMESS; NINDL, 2017; KRAEMER et al., 2020).

O exercício físico intenso proporciona aumento da secreção do GH e, conseqüentemente, maior produção de IGF-I; apesar disso, foi observado que em uma situação extrema de um período árduo de treinamento militar, mesmo com a amplificação do GH houve queda nos níveis de IGF-I. Com estes dados, os autores concluíram que o declínio do IGF-I foi, provavelmente, em razão da resistência do GH no fígado, resultado da adaptação do organismo frente à depleção dos estoques de carboidrato (NINDL et al., 2006).

Em um estudo de 2011 que examinou o IGF-I circulante e os resultados de condicionamento físico em 846 soldados finlandeses, o IGF-I circulante foi associado a níveis

mais altos de condicionamento aeróbico e resistência muscular, mas não à força muscular ou massa livre de gordura (NINDL et al., 2011).

Por atuar na remodelação muscular e hipertrofia após o treinamento, o IGF-I é considerado um biomarcador metabólico e anabólico, ou seja sua aferição sérica serve de análise para o etendimento das mudanças fisiológicas causadas por diversas situações estressantes ao organismo como o cansaço excessivo, treinamento intenso e nutrição deficiente; vale ressaltar que essas situações são muito comuns no ambiente militar (NINDL et al., 2003; REDD et al., 2017).

Sendo assim, relatos transversais acerca da associação entre IGF-I circulante e condicionamento aeróbico, sugeriram que o IGF-I pode ser considerado um biomarcador de saúde e condicionamento físico e um importante mediador dos resultados do exercício. Devido à complexidade que rege o sistema IGF-I são necessárias mais pesquisas para entender completamente o papel preciso que o IGF-I tem na mediação da recuperação pós-exercício (ELIAKIM et al., 2010; NINDL; PIERCE, 2010; NINDL et al., 2011).

3.2.2 SHBG, testosterona e cortisol

Estudar as concentrações basais de testosterona, cortisol e globulina de ligação aos hormônios sexuais (SHBG), é importante pois sua medição está relacionada a efeitos positivos na composição corporal e no desempenho físico, além disso a inadequação desses valores já foi relacionada a riscos à saúde como as doenças cardiovasculares (NINDL et al., 2001; SU; PARK; HSIEH, 2014).

A SHBG é uma glicoproteína que atua como uma proteína de transporte para hormônios esteroides sexuais; ela é produzida localmente nos testículos, útero e cérebro, mas a maior parte de sua produção ocorre no fígado; os níveis séricos de SHBG em humanos normalmente variam de 10 a 56 nmol /L (KHOSLA, 2006; GOLDMAN et al., 2017).

Desde sua descoberta, a SHBG foi reconhecida como a proteína de ligação de alta afinidade para a testosterona. A hipótese é que apenas os esteroides livres que não são ligados por proteínas se difundem passivamente através das membranas plasmáticas das células e que os esteroides que estão fracamente e não especificamente ligados à albumina também são acessíveis aos tecidos apesar de precisarem se dissociar da albumina antes de se difundirem nas células para exercerem suas atividades (MENDEL, 1989; HAMMOND, 2016).

A testosterona total se refere à soma das concentrações de testosterona ligada e não ligada à proteína na circulação. Já a fração de testosterona circulante que não está ligada a nenhuma proteína plasmática é denominada de testosterona livre (GOLDMAN et al., 2017).

A testosterona é um hormônio anabólico primário com influência anabólica amplamente ditada principalmente pela sinalização genômica, ativação de células satélite, interação com outras vias de sinalização anabólica, regulação positiva ou regulação negativa do receptor de andrógeno, além de exercer papéis potenciais em coativadores e atividade transcricional (VINGREN et al., 2009).

Entre os locais de síntese da testosterona estão a zona reticular do córtex adrenal, ovários e músculo esquelético. Além disso, no homem, ela é sintetizada a partir do colesterol nas células Leydig dos testículos sob controle do eixo hipotálamo-hipófise-gônada (SATO; IEMITSU, 2015; SATO et al., 2014).

Ao ser liberada na circulação, a testosterona é transportada principalmente pela SHBG cerca de 44 a 60%, e em menor proporção ligada à albumina ou outras proteínas. A testosterona livre é absorvida pelos tecidos para ligação aos AR e mediação dos processos de recuperação. As concentrações de SHBG influenciam a capacidade de ligação da testosterona e a magnitude da testosterona livre disponível para difusão através da membrana celular (VINGREN et al., 2008).

Estudos indicam que a testosterona é alterada conforme a intensidade e duração do exercício; em exercícios de alta intensidade e curta duração é possível observar o aumento da testosterona, já em exercícios de longa duração, como o realizado por militares de elite em suas missões, é encontrada uma queda dos níveis de testosterona que pode demorar até 24 horas para se normalizar (FOSS; KETAYIAN; FOX, 1998; FRY; KRAEMER; RAMSEY, 1998).

Além dos hormônios anabólicos, os glicocorticoides, principalmente o cortisol, têm profunda influência no músculo esquelético humano. Em condições fisiológicas estáveis, o cortisol circulante exibe um ritmo circadiano com pico pela manhã, diminuindo lentamente ao longo do dia, e atingindo níveis mais baixos por volta da meia-noite (SHEFFIEL-MOORE; URBAN, 2004; CHAN; DEBONO, 2010).

Os níveis endógenos de cortisol são regulados em nível sistêmico pelo HPA e em nível tecidual pela ação das enzimas 11 β -hidroxiesteroide desidrogenase; dessa forma é mantida a homeostase dos glicocorticoides. Apesar disso, a resposta celular aos glicocorticoides pode variar de acordo com a exposição ao estresse (HSU; DEFRANCO, 1995; POLMAN et al., 2012).

Os glicocorticoides geram uma resposta metabólica ao estresse, semelhante àquela para a hipoglicemia, de aumento dos níveis de glicose no sangue por meio da gliconeogênese hepática. Essa ação tem componentes associados ao estresse que se opõem aos efeitos de outros hormônios como o GH e a insulina (EXTON, 1987).

Os substratos utilizados para a gliconeogênese são, principalmente, os aminoácidos liberados pelo músculo e outros tecidos periféricos e o glicerol liberado pelo tecido adiposo; além disso, outra resposta dos glicocorticoides ao estresse é a estimulação da síntese de glicogênio hepático (SAPOLSKY; ROMERO; MUNCK, 2000).

A ação catabólica do cortisol contribui de maneira antagônica à da testosterona para a remodelação do tecido muscular. Sendo o cortisol, frequentemente, usado como um marcador para *overtraining* agudo e estresse excessivo em treinamento militar, uma vez que os altos níveis de cortisol diminuem a síntese esquelética de IGF-I interferindo então nos processos anabólicos que promovem hipertrofia muscular, afetando negativamente o desenvolvimento de força (BOSCO; TIHANYI; VIRU, 1996; TANSKANEN et al., 2011).

3.2.3 Creatina quinase

A enzima creatina-quinase (CK) tem a função de fosforilação da creatina e participa ativamente do metabolismo energético de vários tecidos, incluindo o tecido muscular. Após o exercício ou lesão muscular, ela é rapidamente liberada na corrente sanguínea e sua atividade atinge o pico cerca de 4 a 12 horas após sua liberação (SANTIAGO, 2013).

A CK está envolvida em uma infinidade de processos bioenergéticos; ela é expressa em altos níveis em células com alta necessidade de energia, como células esqueléticas, cardíacas e musculares lisas, entre outras. A CK desenvolve sua função predominante nas células musculares, onde ela atua na regeneração da Adenosina Trifosfato (ATP) auxiliando assim na oferta da energia necessária para a contração muscular (WALLIMANN et al., 2007; WALLIMANN et al. 2011).

A CK é um importante marcador de dano muscular proveniente do alto grau de intensidade de esforços físicos e, possivelmente, de lesões causadas por impactos corporais no treinamento. Além disso, a CK sérica é o marcador diagnóstico mais confiável da rabdomiólise, patologia que se não tratada pode levar à lesão renal aguda e até mesmo a parada cardíaca (BARTONE et al., 2008; CARVALHO; MARA, 2010).

Segundo o Relatório das Forças Armadas dos EUA “Update: Exertional rhabdomyolysis, active componente, U.S. Armed Forces, 2016-2020” (2021), as taxas brutas de rabdomiólise

por esforço atingiram um pico em 2018 (42,9 por 100.000 militares/ano) e depois caíram em 2020 (37,8 por 100.000 militares/ano); essa patologia pode apresentar consequências graves como a insuficiência renal e até mesmo o óbito.

3.2.4 Glicemia, insulina e hemoglobina glicada

É conhecida a importância da nutrição para a recuperação e desempenho esportivo, sendo o carboidrato um macronutriente de especial interesse, por proporcionar notável melhora do desempenho. Em exercícios de alta intensidade, o carboidrato é o principal substrato energético sendo, portanto, a depleção de glicogênio considerada importante fator limitante para a performance esportiva (THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016).

Alto consumo de carboidratos exógeno durante o exercício (cerca de 78-90 g/h) facilita o desempenho por meio da preservação do glicogênio hepático, evitando um episódio de hipoglicemia, bem como levando à manutenção de altas taxas de oxidação de carboidratos, o que permite maior intensidade de exercício. Dessa maneira, a ingestão de carboidratos mantém níveis mais elevados de insulina e, essa resposta hormonal estimula a captação e armazenamento de carboidrato nos tecidos (CERMAK; van LOON, 2013; MATA; et al., 2019).

A insulina é um dos hormônios anabólicos mais conhecidos; ela é essencial para a manutenção da homeostase da glicose e do crescimento e diferenciação celular. Para isso, ela age de diferentes modos - reduz a produção hepática de glicose, via diminuição da gliconeogênese e glicogenólise; aumenta a captação periférica de glicose, principalmente nos tecidos muscular e adiposo e, estimula o armazenamento de gordura pela ativação da enzima lipase de lipoproteína (CARVALHEIRA; ZECCHIN; SAAD, 2002).

A ingestão de carboidratos estimula o pâncreas a produzir insulina, sendo esse nutriente a fonte preferida de combustível em exercícios de intensidade moderada a alta, já que a taxa de produção de energia provinda desse macronutriente é maior do que a dos ácidos graxos. Vale ressaltar que o corpo humano é capaz de consumir grandes quantidades de carboidrato sem a necessidade de armazená-lo como gordura (ROMIJN et al., 1993; MUL et al., 2015).

Além da glicose sanguínea, há outras fontes de substratos importantes para a produção de energia nos músculos esqueléticos como, por exemplo, o glicogênio muscular, os ácidos graxos livres do plasma e os triglicerídeos intramusculares. Em jejum e durante exercícios de baixa intensidade, a maior parte da energia necessária ao músculo é fornecida pela oxidação

de ácidos graxos livres que são predominantemente derivados do plasma (BAAK, 1999; MUL et al., 2015).

A insulina e o IGF-I parecem trabalhar juntos para manter os níveis normais de glicose. Foi reconhecido que o IGF-I pode exercer efeito de coordenação na homeostase da glicose, especialmente na ausência de insulina, por exemplo, no estado de jejum. Apesar disso, no estado de jejum é observado também aumento da proteína de ligação 1 ao IGF (IGFBP-1); à vista disso, acredita-se que a IGFBP-1 também participe da modulação da homeostase da glicose, já que seu aumento leva à diminuição da biodisponibilidade do IGF-I (MARTINELLI JUNIOR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008; KHALID et al., 2020).

Dessa forma, é possível observar que a IGFBP-1 inibe os efeitos metabólicos e de crescimento do IGF-I e tem correlação positiva com a secreção de insulina, e negativa com a secreção de hormônio do crescimento (GH). Já a proteína de ligação 3 ao IGF (IGFBP-3) tem correlação positiva com a secreção de GH e estado nutricional (BERNARDINI et al., 1992)

Sendo assim, entende-se que durante o exercício de intensidade moderada, cerca de metade da energia total utilizada é aquela provinda da oxidação dos carboidratos, derivada tanto da glicose sanguínea quanto do glicogênio muscular. Já em exercícios de alta intensidade, a contribuição da oxidação de carboidratos é ainda maior, chegando a fornecer dois terços da necessidade total da energia (SIDOSSIS et al., 1996; WOLFE, 1998; MUL et al., 2015).

Portanto, é de vasta importância entender o funcionamento do metabolismo dos carboidratos para proporcionar melhor desempenho físico aos soldados. Segundo o “The International Expert Committee” (2009), a análise da glicemia em jejum reflete uma medida pontual da quantidade de glicose presente no sangue no momento da coleta. Já a hemoglobina glicada é capaz de demonstrar o controle glicêmico em longo prazo. Juntamente com a análise dos exames citados acima, a dosagem da insulina ajuda a entender a presença de resistência à insulina.

3.2.5 Sódio, potássio e cálcio

As atividades de esforço físico de longa duração em climas quentes expõem o indivíduo às doenças relacionadas ao calor, sendo importante o diagnóstico do estado de hidratação nesse contexto. As atividades do Bope-RJ incluem esforço de longa duração em ambientes com temperaturas muito quentes o que sugere risco para a perda de eletrólitos como o sódio e o potássio (CARVALHO; MARA, 2010).

O suor contém cerca de 30 a 60mEq/litro de sódio e 8 a 15mEq/litro de potássio, ao considerar as concentrações plasmáticas de ambos se conclui que a perda relativa de potássio é bem superior à de sódio. No entanto, pelo fato de haver grande concentração de potássio no meio intracelular, há a facilidade em sua reposição, o que não ocorre com o sódio, que depende essencialmente da fonte exógena (CARVALHO; MARA, 2010).

O potássio é o principal cátion do líquido intracelular; está presente em pequenas quantidades no líquido extracelular. Junto ao sódio, ele está envolvido na manutenção do equilíbrio hídrico normal, equilíbrio osmótico e equilíbrio ácido-base e, principalmente eletrolítico. Em animais foi observado que as concentrações séricas de potássio tendem a declinar quando há treinamento intenso de maneira constante (CLARK, 1998; ROSE; HODGSON, 1982).

O sódio é o íon predominante do líquido extracelular, portanto regula o tamanho desse compartimento, bem como o volume do plasma sanguíneo. No metabolismo da água, o sódio desempenha papel hidratante e favorece o entumescimento dos colóides dos tecidos. Sendo assim, na regulação do equilíbrio ácido-básico, o sódio é o agente alcalinizante (FERREIRA JÚNIOR, 2000).

O sódio em forma de solução mantém a hidratação, melhora a termorregulação e a função cardiovascular. Visto isso, ele deve ser ingerido antes, durante e depois do trabalho físico, especialmente em ambientes quentes e úmidos. A elevação dos níveis de sódio sérico é indicativa da diminuição de água livre. Já a diminuição da concentração sanguínea de sódio pode ser atribuída à perda desse elemento pelo suor, por exemplo (ROBERGS; ROBERTS, 2002; ROSE et al., 1980).

Já o cálcio é o eletrólito mais abundante no organismo, 99% do cálcio do corpo está presente no meio intracelular, participando da formação de ossos e dentes, o restante (1%) está no meio extracelular. A manutenção das concentrações de cálcio nos fluidos extracelulares é essencial, uma vez que o cálcio está envolvido em inúmeras funções, como divisão celular, contração dos músculos, secreção de hormônios e coagulação sanguínea, além disso, o cálcio melhora o balanço entre os íons sódio e potássio (FRANÇA; MARTINI, 2014).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

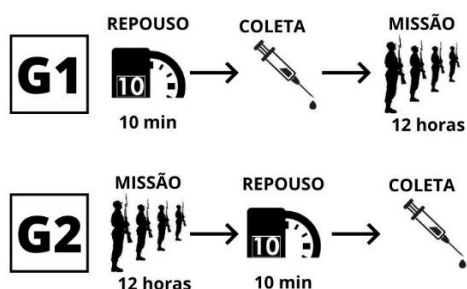
4.1 População e amostra

Trata-se de um estudo transversal que visou observar a resposta endócrina e metabólica do organismo humano frente à rotina de trabalho de policiais militares de elite. Foram incluídos nesse estudo policiais militares pertencentes ao Bope-RJ com tempo de pelotão de três a 15 anos, selecionados de forma não aleatória, por indivíduos voluntários, totalizando 75 sujeitos saudáveis do sexo masculino que foram divididos em dois grupos, sendo o grupo 1 (G1) composto por 47 (62,66%) soldados em momento de entrada para o turno de serviço e, o grupo 2 (G2) composto por 28 (37,33%) soldados em momento de saída do turno de trabalho. Os participantes negaram o uso de medicamentos e suplementos alimentares. Não foram incluídas mulheres na pesquisa, já que elas não possuíam o curso de operações especiais e atuavam na unidade em cargos administrativos.

4.2 Coleta de dados

Posteriormente à explicação verbal e por escrito a respeito dos procedimentos adotados na pesquisa e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, os voluntários passaram por uma coleta de sangue, que foi realizada nas dependências do Bope-RJ, sendo os sujeitos do G1 abordados antes de iniciarem o turno de serviço e do G2 após saírem do turno de trabalho, como exposto na Figura 3. O serviço dos sujeitos foi caracterizado por uma missão em ambiente de guerra urbana, sendo os sujeitos equipados com um total de 35kg de armamentos durante toda a missão, que teve um total de 12 horas de duração, visto que é aplicada no batalhão a escala 12x36, na qual os militares de elite são divididos em três equipes e cada uma delas trabalha por 12 horas e folga nas próximas 36 horas.

Figura 3. Diagrama de coleta de dados para o estudo.



Fonte: elaborado pela autora.

4.3 Coleta de sangue

A coleta de sangue venoso foi realizada por um enfermeiro, via punção, através de acesso ao vaso sanguíneo pela face anterior do antebraço. A coleta foi realizada em uma sala localizada no próprio centro de treinamento dos policiais entre as 08h00 às 09h00. Antes do acesso, a região do braço, onde a coleta foi realizada, foi devidamente higienizada com etanol a 70%. Foram coletados 5 mL de sangue de cada indivíduo em tubos com anticoagulante (EDTA) para obtenção de plasma, e, 5 mL em tubos sem adição de anticoagulante para aquisição do soro, que foram armazenadas entre 0 e 4°C imediatamente após o procedimento. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas entre 0 e 4°C a 1200 rpm por 12 minutos para separação do plasma e do soro. Uma vez completada essa etapa, o plasma e o soro foram retirados do tubo de coleta e armazenados em tubos de 1,5 mL para posterior congelamento a -80°C para as dosagens descritas a seguir. O conteúdo restante dos tubos de coleta foi descartado em lixo biológico (resíduo classe A) o qual foi coletado para descarte final por empresa especializada.

4.4 Imunoensaios

4.4.1 Determinação sérica de GH e IGF-I

A quantificação das concentrações séricas de GH e IGF-I foi realizada por ensaios imunocolorimétricos específicos (ELISA), utilizando-se *kit* comercial (DSL, Diagnostic Systems Laboratories, USA) e as concentrações séricas foram dadas em ng/mL. Todas as dosagens foram realizadas em apenas um ensaio com CVa intraensaio de 4,5%.

4.4.2 Determinação da concentração de cortisol plasmático

Para a determinação quantitativa do cortisol nas amostras colhidas dos policiais foi utilizado o *kit* comercial *Cortisol Coat-A-Count* da *DPCMedlab*® (São Paulo, Brasil) e as concentrações séricas foram dadas em µg/dL. Trata-se de um procedimento de radioimunoensaio em fase sólida na qual foi utilizado um contador de radiação gama, modelo *Automatic Gamma Counter Wallac Wizard* da *Perkin Elmer*® (Waltham, EUA). Todas as dosagens foram realizadas em apenas um ensaio com CVa intraensaio de 6%.

4.4.3 Determinação da concentração de insulina, glicemia e hemoglobina glicada

As dosagens de insulina foram realizadas por meio de radioimunoensaio de fase sólida, utilizando o *kit* comercial *Coat-A-Count* (Siemens, USA). As concentrações séricas foram dadas em $\mu\text{IU/mL}$ e o limite de detecção do método foi de $1,2\mu\text{IU/mL}$. Todas as dosagens foram realizadas em apenas um ensaio com CVa intraensaio de 5,8%.

A determinação de glicemia foi realizada através do método da glicose-oxidase, em aparelho automatizado Glucose Analyser 2 (Beckman Instruments, Inc., Fullerton, Ca, EUA) e as concentrações séricas foram dadas em mg/dL . Os valores de hemoglobina glicada foram encontrados por meio da cromatografia de troca iônica realizada com o *kit Doles*.

4.4.4 Determinação da concentração de SHBG, testosterona total e livre

As dosagens de SHBG foram realizada pelo método de quimioluminescência, segundo *kit* específico, a de testosterona total foi realizada no soro pelo método de eletroquimioluminescência, seguindo as especificações do *kit* Bio System, sendo a técnica desenvolvida no aparelho Elecsys 2010 (Roche Diagnóstica). As concentrações séricas foram dadas em nmol/L para SHBG e ng/mL para testosterona total. Por fim, a testosterona livre foi encontrada pelo cálculo baseado nos valores de testosterona total e SHBG, e as concentrações séricas foram dadas em pg/mL . Todas as dosagens foram realizadas em apenas um ensaio com CVa intraensaio de 5,2%.

4.4.5 Determinação das concentrações de sódio, potássio, cálcio e creatina quinase

Os valores de sódio, potássio e cálcio foram encontrados pela metodologia de eletrodo seletivo com auxílio do equipamento Architect. A CK foi dosada pelo método N Acetil Cisteína (IFCC), com auxílio do equipamento Architect, segundo orientações da bula do fabricante.

4.5 Considerações estatísticas

4.5.1 Gerenciamento dos dados coletados

Os dados foram inseridos em uma plataforma do *Microsoft Excel* e analisados no *software IBM SPSS* (25,0, Armonk, New York, IBM Corporation). Para os casos em que se

verificou a presença de *outliers* de mensuração para alguma das variáveis, os valores foram substituídos pela média/mediana de valores da respectiva variável dentro do mesmo grupo de estudo. Dessa forma, os casos puderam ser mantidos na avaliação de todas as variáveis, ao invés de serem descartados, o que prejudicaria a amostra final do estudo. Para as análises inferenciais, inicialmente foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, observando que as variáveis ‘idade’, ‘IGF-I’ e ‘potássio’ possuíam distribuição do tipo normal e as demais distribuição do tipo não normal.

4.5.2 Plano de análise dos dados

Para as variáveis de distribuição normal foi realizado o teste de Levene, seguido do teste t-Student na comparação dos grupos G1 (soldados no início da jornada de trabalho) e G2 (soldados ao final da jornada de trabalho) e, para as variáveis de distribuição do tipo não normal as comparações entre os grupos foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney U.

Após a realização dos testes de comparação de médias/medianas, foi realizado o cálculo do tamanho do efeito (*effect size* = d de Cohen) para todas as comparações, bem como o cálculo do poder do estudo a partir desses parâmetros, que indicou poder maior que 80%, sugerindo que os resultados do presente estudo podem ser extrapolados para populações similares às estudadas nessa pesquisa (Cohen, 2013).

Sequencialmente procedeu-se uma análise por regressão logística para avaliação das chances de alterações nos parâmetros sanguíneos das dosagens no grupo G2, comparado ao grupo G1 (categoria de referência). Para todas as análises adotou-se um nível de significância de 5%.

4.6 Considerações éticas

O projeto foi submetido para análise no Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP-USP), com o seguinte número CAAE: 06863319.0.0000.5659. Foi garantida a confiabilidade das informações prestadas para todos os participantes que forneceram consentimento livre e esclarecido.

5 RESULTADOS

Foi avaliado, para as variáveis de interesse, um total de 75 soldados, sendo 47 (62,66%) em momento do início da jornada de trabalho e 28 (37,33%) soldados ao final da jornada de trabalho. A distribuição dos valores das variáveis de interesse coletadas para os grupos de estudo e a comparação desses grupos para cada uma das variáveis estão descritos na Tabela 1.

A caracterização de ambos os grupos é descrita a seguir, por média (\pm desvio-padrão) ou por mediana (valor mínimo; máximo): G1 37 (\pm 6,63) anos de idade, 81,10 (74,50; 86,20) kg de massa corporal, 1,77 (1,72; 1,80) metros de estatura e IMC igual a 26,12 (24,76; 27,41) kg/m²; G2 36 (\pm 5,19) anos de idade, 79,50 (75,00; 81,95) kg de massa corporal, 1,72 (1,70; 1,77) metros de estatura e IMC de 26,50 (24,58; 27,53) kg/m².

O peso e estatura dos militares de elite foram aferidos pela Nutricionista do batalhão na pesagem periódica realizada por eles mensalmente. Apesar da mediana para a estatura do G1 ser maior que a do G2, os valores de IMC dos grupos foram semelhantes, além disso, o tempo de pertencimento no batalhão dos sujeitos pertencentes aos grupos G1 e G2 foram homogêneos, o que permitiu compará-los.

Tabela 1. Resultados descritivos para as variáveis de interesse, comparação entre os valores obtidos para as variáveis em cada um dos grupos e os respectivos tamanhos das diferenças entre eles. Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2020. n=75.

Variável	Total (n=75) Média (\pm DP) Mediana (P25; P75)	Grupo de estudo		p-valor	Effect size
		G1 (n=47) Média (\pm DP) Mediana (P25; P75)	G2 (n=28) Média (\pm DP) Mediana (P25; P75)		
Peso	79,50 (74,90; 85,90)	81,10 (74,50; 86,20)	79,50 (75,00; 81,95)	0,469 ^{II}	0,15
Testosterona total	556,33 (465,25; 722,03)	558,41 (465,25; 738,17)	550,24 (464,09; 688,35)	0,718 ^{II}	0,03
Testosterona livre	409,91 (346,63; 458,62)	397,00 (341,25; 458,62)	417,67 (351,90; 460,95)	0,518 ^{II}	0,18
SHBG	34,10 (27,90; 42,47)	35,30 (28,37; 44,60)	32,37 (25,72; 39,89)	0,246 ^{II}	0,18
Cortisol	11,39 (\pm 3,03)	10,86 (\pm 3,01)	12,27 (\pm 2,91)	0,049^I	0,47
CK	227 (157; 418)	223 (159; 361)	207,5 (149; 338)	0,814 ^{II}	0,07
GH	0,07 (0,00; 0,16)	0,07 (0,00; 0,16)	0,07 (0,00; 0,13)	0,996 ^{II}	0,00
IGF-I	204,13 (\pm 47,11)	202,45 (\pm 42,35)	206,94 (\pm 54,91)	0,712 ^I	0,09
Potássio	4,33	4,37	4,26	0,323 ^I	0,24

	(±0,45)	(±0,44)	(±0,46)		
Sódio	142,00 (142,00; 143,00)	143,00 (142,00; 143,00)	142,00 (141,25; 143,00)	0,371 ^{II}	0,68
Cálcio	9,86 (±0,40)	9,88 (±0,43)	9,83 (±0,35)	0,599 ^I	0,12
Glicemia	67,00 (60,00; 75,00)	68,00 (60,00; 75,00)	65,50 (60,00; 75,50)	0,681 ^{II}	0,16
Insulina	6,20 (4,70; 8,90)	6,30 (4,70; 8,90)	5,75 (4,47; 9,87)	0,848 ^{II}	0,11
Hemoglobina glicada	5,32 (±0,23)	5,28 (±0,22)	5,39 (±0,24)	0,047^I	0,48

Legenda: DP (Desvio-padrão); P25 (Percentil 25); P75 (Percentil 75); ^I (Teste t-Student); ^{II} (Teste de Mann-Whitney). Nível de significância = 5%.

Os dados da Tabela 1 demonstram haver diferença entre os grupos G1 e G2 para as variáveis ‘cortisol’ e ‘hemoglobina glicada’, sendo os níveis sanguíneos desses dois indicadores significativamente maiores no G2. Ainda de acordo com a Tabela 1, observa-se que os tamanhos de efeito nas diferenças entre os grupos G1 e G2 foram consideradas médias de acordo com Cohen (2013), estando entre 0,40 e 0,70.

Na Tabela 2 têm-se os resultados da análise univariada por regressão logística para o desfecho ‘Grupo de estudo’, tendo como referência soldados ao final da jornada de trabalho, comparado aos soldados no início da jornada de trabalho. Dessa maneira, observa-se que os níveis sanguíneos de cortisol e hemoglobina glicada foram, respectivamente, 1,17 e 8,21 vezes maiores em G2 que em G1.

Tabela 2. Resultados da análise por regressão logística na comparação entre os valores obtidos para cada um dos grupos de estudo. Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2020. n=75.

Variável	p-valor	OR (IC95%)
Peso	0,531	0,98 (0,93-1,03)
Testosterona total	0,633	0,99 (0,99 – 1,00)
Testosterona livre	0,879	1,00 (0,99 – 1,00)
SHBG	0,269	0,97 (0,93 – 1,01)
Cortisol	0,050	1,17 (1,01 – 1,38)
CK	0,245	1,00 (0,99 – 1,00)
GH	0,783	0,91 (0,47 – 1,76)
IGF-I	0,688	1,00 (0,99 – 1,01)
Potássio	0,320	0,57 (0,19 – 1,70)
Sódio	0,221	0,79 (0,55 – 1,14)
Cálcio	0,593	0,72 (0,22 – 2,33)
Glicemia	0,420	0,98 (0,93 – 1,02)
Insulina	0,290	0,95 (0,88 – 1,03)
Hemoglobina glicada	0,050	8,21 (1,03 – 71,40)

Legenda: OR (Odds Ratio); IC95% (Intervalo de confiança 95%). Regressão logística. Nível de significância=5%.

Para observar a adequação dos valores da média ou mediana para os indicadores avaliados no estudo estão expostos nas Tabelas 3 e 4 os valores de referência considerados normais para a população saudável. Sendo possível observar que todos se encontram adequados, exceto a testosterona livre que está aumentada, a glicemia que está abaixo do recomendado e a insulina que está diminuída apenas para o G2.

Tabela 3. Valores de referência do GH, testosterona total, testosterona livre, SHBG, cortisol, CK, glicemia, hemoglobina glicada sódio e potássio.

Nome do indicador	Valor de referência
GH	0 a 4 ng/mL
Testosterona total	18 a 39 anos: 400 a 1.080 ng/mL 40 a 59 anos: 350 a 890 ng/mL ≥ 60 anos: 350 a 720 ng/mL
Testosterona livre	≥ 18 anos: 47 a 244 pg/mL
SHBG	13 a 71 nmol/L
Cortisol	Pela manhã: 8,7 a 22,4 µg/dL À tarde: < 10 µg/dL
CK	49 a 348 UI/L
Sódio	136 a 145 mmol/L
Potássio	3,5 a 5 mmol/L
Cálcio	8,7 a 10,7 mg/dL
Glicemia	70 a 99 mg/dL
Insulina	6 a 27 µUI/mL
Hemoglobina glicada	< 5,7%

Fonte: Adaptada de Williamson; Snyder, 2016.

Tabela 4. Valores de referência do IGF-I.

Idade (anos)	Faixa central (95%)
26 a 30	117 a 329
31 a 35	115 a 307
36 a 40	109 a 284
41 a 45	101 a 267
46 a 50	94 a 252
51 a 55	87 a 238

Fonte: Adaptada de Williamson; Snyder, 2016.

6 DISCUSSÕES

O presente estudo foi capaz de elucidar que os fatores hormonais de militares de elite pertencentes ao Bope-RJ se mantêm estáveis, o que indica que esses sujeitos são altamente adaptados aos estressores físicos e psicológicos da profissão, o que é muito importante para o desempenho durante o treinamento e as missões.

Como dito anteriormente, todos os indicadores bioquímicos analisados obtiveram valores semelhantes entre os grupos G1 e G2, havendo diferença apenas para as variáveis ‘cortisol’ e ‘hemoglobina glicada’ que foram significativamente maiores no G2.

Diferentemente dos achados dessa investigação, as pesquisas acerca do treinamento militar intensivo conduzidas no ambiente controlado da *US Army Ranger School*, que envolve múltiplos estressores como a privação de sono, restrição de energia e atividade física, documentaram reduções severas na testosterona e aumento nas concentrações de cortisol e SHBG (NINDL et al., 2013; FRIEDL et al., 2000; HENNING et al., 2014).

Ambos os grupos analisados apresentaram níveis adequados de testosterona total, esperava-se que os indivíduos do G1 apresentassem valores normais de testosterona por estarem em descanso e os do G2 uma diminuição, já que esse é o resultado comumente encontrado na literatura após atividades intensas das forças especiais (LINDERMAN; O’HARA; ORDWAY, 2020).

É conhecido que as concentrações sanguíneas de testosterona têm seu pico pela manhã, entre as 6h00 e 8h00, sendo esse horário correspondente ao que foram realizadas as coletas do presente estudo, apesar disso, há evidências que demonstram que a realização de atividade física intensa no período noturno leva à diminuição do hormônio luteinizante e, conseqüentemente, uma diminuição da produção de testosterona livre e total nesse período (MCCALL et al., 1999).

Uma provável explicação para a manutenção dos valores de testosterona e SHBG, entre os grupos G1 e G2, seja o fato das análises terem sido pontuais durante um dia normal de missão dos sujeitos, *real life*, visto que em pesquisas que acompanharam a rotina de treinamento durante duas a oito semanas de treinamento militar intensivo, envolvendo alto gasto de energia e ingestão calórica restrita, encontraram um declínio nos valores de testosterona e SHBG e um aumento do cortisol, associados à diminuição da massa corporal e diminuição da força física e desempenho (NINDL et al., 2007).

Em relação aos valores de SHBG, diferente dos achados de Farina et al. (2017) que relataram aumento desses valores após uma missão militar, o presente estudo não verificou

alterações nesse parâmetro entre os grupos G1 e G2, estando os mesmos normais segundo a recomendação para adultos saudáveis.

Um estudo com 800 soldados das Forças Especiais do Exército dos Estados Unidos constatou que valores adequados de SHBG estão correlacionados com melhor desempenho em vários exercícios físicos incluindo número de *pull-ups*, navegação terrestre e pista de obstáculos, além disso, os autores pontuaram que níveis baixos desse indicador são um fator de risco para síndrome metabólica, concluindo então que o SHBG pode ser um indicativo do nível de atividade física dos candidatos bem como um biomarcador de saúde metabólica (FARINA et al., 2019).

Já os valores de cortisol do G2 foram maiores em comparação aos valores do G1, esse achado corrobora aos encontrados na literatura que predizem que o exercício físico é capaz de aumentar os níveis de cortisol. Além disso, este aumento pode estar relacionado com o estresse psicológico que a atividade laboral produz nestes soldados de elite, assim como foi observado nos soldados na *Survive, Evade, Resist, Escape School* que apresentaram um aumento drástico nos níveis de cortisol após a exposição ao estresse psicológico, passando por uma diminuição ao longo das 24 horas após o treinamento, chegando próximo aos níveis basais após esse tempo (GRUYS et al., 2005).

Esse aumento de cortisol proporciona uma conversão dos aminoácidos componentes do tecido muscular em glicose para manter a necessidade de energia desse tecido, protegendo assim o organismo de uma resposta exagerada do sistema imunológico, esse efeito pode ser protetor momentaneamente, mas se mantido após o final do exercício irá atrapalhar a recuperação muscular e, conseqüentemente, a hipertrofia (SAPOLSKY; ROMERO; MUNCK, 2000).

Duclos, Gouarne e Bonnemaison (2003) encontraram que o exercício físico causa efeitos sobre a sensibilidade do tecido aos glicocorticoides o que demonstra a adaptação do HPA a aumentos repetidos e prolongados da secreção de glicocorticoides induzidos pelo exercício, isso poderia justificar o fato de os valores de cortisol do G2, apesar de serem maiores que do G1, ainda se encontrarem na faixa de adequação para o horário de coleta e faixa etária dos voluntários.

Em relação ao perfil glicêmico dos sujeitos, foi observado que os níveis de glicemia e insulina encontrados para o G1 e G2 foram semelhantes, já a hemoglobina glicada estava significativamente aumentada no G2. Os valores de glicemia de ambos os grupos se encontravam diminuídos em relação ao valor de referência para esse exame bioquímico. Um estudo que analisou soldados com e sem estresse militar, não encontrou variação dos níveis de

glicose entre as duas intervenções (sendo 93,1 e 90,4 mg/dL, respectivamente), porém, diferente do presente estudo, os níveis encontrados eram adequados segundo a referência para adultos (NINDL, 2006).

É sabido que os valores de hemoglobina glicada fornecem uma estimativa dos níveis de açúcar no sangue de um indivíduo nos últimos três meses, por isso o aumento significativo desse biomarcador no G2 pode ser reflexo dos hábitos de vida desses sujeitos e não somente um efeito da missão analisada no presente estudo (NITIN, 2010).

Boer et al. (1980) mostraram que pode ocorrer o aumento da hemoglobina glicada, medida por cromatografia de troca iônica, em indivíduos com tolerância normal à glicose porém com presença de uremia, entre as causas de uremia podem ser citadas a desidratação, em que há uma redução da eliminação de ureia e, a dieta proteica alta, que pode levar a um aumento da produção de ureia. Visto isso, os hábitos alimentares podem ser uma possível causa da variação da hemoglobina glicada.

O presente estudo não encontrou diferença significativa nos valores de insulina para o grupo referência, G1 e, o grupo que estava em incursão militar, G2, apesar disso o valor da mediana do G1 estava adequado porém próximo ao limite mínimo e a mediana do G2 estava abaixo da referência para esse indicador bioquímico, o que corrobora com achados da literatura que sugerem que o exercício físico diminui os níveis de insulina no sangue (KHALID, 2020).

No que se concerne à medição da CK, a média de G1 e G2 se mostraram adequadas para a referência, no entanto, dois sujeitos pertencentes ao G2 apresentaram valores alarmantes de CK (1.091 e 2.884 UI/L) sem a presença de sintomas físicos sugestivos de rabdomiólise, como dores musculares, urina escurecida e edema. Mesmo com a ausência de sintomas, as elevações na CK sérica de três a cinco vezes o limite superior dos valores normais (~1.000 UI/L), são sugestivos do diagnóstico laboratorial de rabdomiólise, vale ressaltar que o diagnóstico precoce é fundamental para o tratamento da insuficiência renal aguda (KIM et al., 2016; SILVA et al., 2021).

Fatores secundários podem indicar a presença da rabdomiólise como os desequilíbrios hidroeletrólíticos, como o aumento dos níveis séricos de sódio e potássio e diminuição dos níveis de cálcio. Além da rabdomiólise, o desequilíbrio desses elementos podem causar diversos danos aos processos fisiológicos do corpo humano como, por exemplo, distúrbios gastrointestinais, neurológicos, entre outros (SHRIMANKER; BHATTARAI, 2020).

No presente estudo, foram avaliados os valores séricos do sódio, potássio e cálcio, que se apresentaram adequados em ambos os grupos acompanhados. Apenas um dos sujeitos do grupo G2 que apresentou a CK elevada (2.884 UI/L) apresentou, também, aumento do valor do

potássio sérico (5,3 mmol/L). É importante a investigação integrada de diversos indicadores bioquímicos para fechar o diagnóstico de rabdomiólise, pois existe uma linha tênue entre esse diagnóstico e o dano muscular natural que acontece como adaptação ao treinamento de força (MAGALHÃES et al., 2018).

Alguns autores apontam aumento do GH e a diminuição do IGF-I em ambientes militares operacionais, por isso o IGF-I é considerado por eles como um bom biomarcador para monitorar o estresse do treinamento (MARTINEZ-LOPEZ et al., 1993; NINDL et al., 2005).

Um estudo que examinou 84 horas de esforço físico sustentado com restrição calórica (~1.600 kcal/dia) e de sono observou aumento do GH e declínio de IGF-I, segundo os autores o fígado não respondeu ao aumento do GH por não possuir condições satisfatórias para a produção de IGF-I, eles denominaram esse fenômeno de ‘resistência do fígado’ ao aumento da produção de GH (NINDL et al., 2006).

Estudo realizado na Base Conjunta *Lewis-McChord* (Washington) e na Base Aérea de *Eglin / Camp Rudder* (Flórida) analisou o perfil hormonal de 23 voluntários e encontrou diminuição nos valores de IGF-I total (-38,7%) e livre (-41%) após a conclusão das oito semanas curso da *US Army Ranger School* (HENNING et al., 2014).

Outro estudo realizado com os soldados já pertencentes ao *US Army Ranger School* acompanhou um período de 62 dias em que os sujeitos foram expostos ao alto gasto de energia diária, cerca de 4.000 calorias ao dia e baixo consumo alimentar com aporte calórico de aproximadamente 1.000 calorias ao dia, encontrou redução nos valores de testosterona, insulina e IGF-I após o período de intervenção (FRIEDL et al., 2000).

A sensibilidade das respostas do eixo GH/IGF-I é também visível no treinamento esportivo; um estudo com jovens atletas de natação brasileiros observou os efeitos agudos e crônicos do treinamento, exibindo um comportamento bifásico ao longo da temporada, com presença de uma fase catabólica, com redução dos níveis de IGF-I no momento de treinamento intensivo, seguida por uma fase anabólica na qual as concentrações de IGF-I apresentaram aumento significativo como resposta à diminuição da intensidade de treinamento (TOURINHO FILHO et al., 2016).

Nindl et al. (2001b), assim como o presente estudo, não encontraram nenhuma mudança nos valores de IGF-I em sua pesquisa; os autores relacionaram o ocorrido com o fato de a análise ser feita após um exercício físico agudo de resistência; dessa forma eles concluíram que exercícios agudos podem não alterar o valor do IGF-I, em contrapartida podem alterar as respostas de suas proteínas de ligação.

Há evidências de que o IGF-I exibe grande estabilidade no dia a dia, sendo as mudanças observadas no sistema IGF-I resultado da combinação do esforço físico com a privação do sono e a restrição de energia (NINDL et al., 2007). Considerando que os sujeitos analisados no presente estudo são militares de elite, que receberam um treinamento diferenciado para se tornarem membros do Bope-RJ e que fazem parte dessa instituição por pelo menos três anos, eles têm como parte de seu dia a dia o enfrentamento do perigo, isso pode justificar a estabilidade do eixo GH/IGF-I.

Dessa forma, a relevância clínica e a importância prática do monitoramento do IGF-I consistem em seu papel essencial na estimulação da síntese de proteínas e manutenção da massa muscular. Monitorar o IGF-I e entender o significado de suas alterações em relação à realidade alimentar e de treinamento dos indivíduos é útil para identificar a necessidade de estratégias de intervenção de recuperação (NINDL et al., 2007; JONES; CLEMMONS, 1995).

7 CONCLUSÕES

O presente estudo acompanhou um dia de trabalho real de militares de elite pertencentes ao Bope-RJ, a fim de avaliar suas respostas endócrinas e metabólicas. Diferente do esperado não foram encontradas alterações entre os grupos para os indicadores analisados, exceto para cortisol e hemoglobina glicada em que houve diferença estatística, apesar disso, esses valores estavam adequados para os padrões de referência.

Os hormônios são responsáveis pela rede de comunicação integrada de modulação e sinalização celular, visto isso, os achados do presente estudo evidenciaram que o público investigado tem capacidade fisiológica de se ajustar ao estresse operacional a que foi imposto.

Foram observadas algumas perspectivas importantes para futuras investigações com esse público, descritas a seguir, acompanhar uma intervenção de longa duração para caracterizar de forma crônica a resposta do eixo GH/IGF-I, assim como as proteínas de ligação ao IGF; investigar a resposta glicêmica desses sujeitos já que todos os indicadores desse caráter apresentaram-se diminuídos para os padrões de adequação e excogitar a CK e o risco de rabdomiólise nesse público, visto que dois sujeitos apresentaram valores muito aumentados.

REFERÊNCIAS

- ALEMANY, Joseph. A. et al. Effects of dietary protein content on IGF-I, testosterone, and body composition during 8 days of severe energy deficit and arduous physical activity. **Journal of Applied Physiology**, [S.l.], v. 105, n. 1, p. 58–64, ago. 2008.
- ANDRADE, Edson R.; SOUSA, Edinilsa Ramos de; MINAYO, Maria Cecília de Souza. Intervenção visando a auto-estima e qualidade de vida dos policiais civis do Rio de Janeiro. **Ciências & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 275-285, fev. 2009.
- BAAK, Marleen A. Van. Physical activity and energy balance. **Public Health Nutrition**, [S.l.], v. 2, n. 3A, p. 335-339, Jan. 1999.
- BARTONE, Paul; et al. Psychological hardiness predicts success in US Army Special Forces Candidates. **International Journal of Selection and Assessment**, [S.l.], v.16, n.1, p.78-81, Mar. 2008.
- BAUMANN, Gerhard. Growth hormone heterogeneity: genes, isohormones, variants, and binding proteins. **Endocrine Reviews**, [S.l.], v. 12, n. 4 , p. 424–449, Nov. 1991.
- BAUMANN, Gerhard. Growth hormone heterogeneity in human pituitary and plasma. **Hormone Research**, [S.l.], v. 51, n. supl 1, p. 2–6, 1999.
- BEER, Marié de; van HEERDEN, Adelai. Exploring the role of motivational and coping resources in a Special Forces selection process. **SA Journal of Industrial Psychology**, [S.l.], v. 40, n. 1, p. 1-13, Jul. 2014.
- BERNARDINI, Sergio; et al. Plasma levels of insulin-like growth factor binding protein-1, and growth hormone binding protein activity from birth to the third month of life. **Acta Endocrinologica**, Copenhagen, v. 127, n. 4, p. 313-8, Out. 1992.
- de BOER, Menko-Jan.; MIEDEMA Kor; CASPARIE, Anton F. Glycosylated haemoglobin in renal failure. **Diabetologia**. [S.L.], v. 18, n. 6, p. 437-40, Jun. 1980.
- BOSCO, Carmelo; TIHANYI, József; VIRU, Atko. Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. **Clinical Physiology**, Londres, v. 16, n. 3, p. 317-322, Mai. 1996.
- BOPE-RJ. **O segredo da felicidade é liberdade e o segredo da liberdade, coragem**. Rio de Janeiro. 02 out. 2020. Instagram: @bope.oficial. Disponível em https://www.instagram.com/p/CF2j56Og6JR/?utm_source=ig_web_copy_link. Acesso em: 20 jul. 2021.
- BOPE-RJ. **Você ganha força, coragem e confiança através de cada experiência em que você realmente para e encara o medo de frente - Eleanor Roosevelt**. Rio de Janeiro. 02 jun. 2021. Instagram: @bope.oficial. Disponível em https://www.instagram.com/p/CPn7B_egoF8/?utm_source=ig_web_copy_link. Acesso em: 20/07/2021.

BRINKMAN, Joshua E.; et al. Physiology, Growth Hormone. In: StatPearls [Internet], Jan. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482141/>.

CARVALHEIRA, José B.C.; ZECCHIN, Henrique G.; SAAD, Mario J.A. Vias de Sinalização da Insulina. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 419-425, ago. 2002.

CARVALHO, Tales de; MARA, Lourenço Sampaio de. Hidratação e Nutrição no Esporte. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, Niterói, v. 16, n. 2, p. 144-148, abr. 2010.

CERMAK, Naomi M.; van LOON, Luc J. C. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. **Sports Medicine**, Auckland, v. 43, n. 11, p. 1139-55, nov. 2013.

CHAN, Sharon, DEBONO, Miguel. Replication of cortisol circadian rhythm: new advances in hydrocortisone replacement therapy. **Therapeutic Advances Endocrinology and Metabolism**, [S.l.], v. 1, n. 3, p. 129-138, jun. 2010.

CHARMANDARI, Evangelia; TSIGOS, Constantine; CHROUSOS, George. Endocrinology of the stress response. **Annual Review of Physiology**, [S.l.], v. 67, n. 1, p. 259-84, mar. 2005.

CLARK, Nancy. **Guia de Nutrição Desportiva: Alimentação para uma Vida Ativa**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

CLEMMONS, David R. Role of IGF binding proteins in regulating metabolism. **Trends in Endocrinology and Metabolism**, [S.l.], v. 27, N.6. p. 375–391, jun. 2016.

COHEN, Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. Burlington: Elsevier Science, 2013.

DENÉCÉ, Éric. **A História Secreta das Forças Especiais: de 1939 a nossos dias**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. 448 p. ISBN: 85-7635-608-2.

DUCLOS, Martine; GOUARNE, Caroline; BONNEMAISON, Dominique. Acute and chronic effects of exercise on tissue sensitivity to glucocorticoids. **Journal of Applied Physiology** (1985), Bethesda, v. 94, n. 3, p.869-875. mar. 2003.

ELIAKIM, Alon; NEMET, Dan. Exercise training, physical fitness and the growth hormone-Insulin-Like growth factor-1 axis and cytokine balance. **Medicine and Sport Science**, [S.l.], v. 55, p.128–140, out. 2010.

EXTON, John H. Mechanisms of hormonal regulation of hepatic glucose metabolism. **Diabetes/metabolism Reviews**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 163-183, jan. 1987.

FARINA, Emily K.; et al. Effects of deployment on diet quality and nutritional status markers of elite U.S. Army special operations forces soldiers. **Nutrition Journal**, [S.l.], v. 16, n. 1, jul. 2017.

FARINA, Emily K.; et al. Physical performance, demographic, psychological, and physiological predictors of success in the U.S. Army Special Forces Assessment and Selection course. **Physiology & Behavior**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 210, out. 2019.

FERREIRA JÚNIOR, Mario. **Saúde no Trabalho**. 1 ed. São Paulo: Editora Roca, 2000.

FOSS, Merle L.; KETEVIAN, Steven J.; FOX, Edward L. **Fox's Physiological basis for exercise and sport**. 6. ed. Boston: McGraw-Hill, 1998.

FRANÇA, Natasha A. Grande de; MARTINI, Lígia A. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes - Cálcio. **ILSI Brasil**, São Paulo, 2 ed. v. 1, Fev. 2014.

FRIEDL, Karl E.; et al. Endocrine markers of semistarvation in healthy lean men in a multistressor environment. **Journal of Applied Physiology** (Bethesda, Md.: 1985), [S.l.], v. 88, n. 5, p. 1820–1830, mai. 2000.

FRY, Andrew C.; KRAEMER, William J.; RAMSEY, Leigh T. Pituitary-adrenal-gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining. **Journal of Applied Physiology** (1998), [S.l.], v. 85, n. 6, p. 2352-2359, dez. 1998.

GANAAT, Farhad; TAYEK, John A. Growth hormone administration increases glucose production by preventing the expected decrease in glycogenolysis seen with fasting in healthy volunteers. **Metabolism: clinical and experimental**, [S.l.], v.54, n. 5, p.604- 609, mai. 2005.

GOLDMAN, Anna L.; et al. A Reappraisal of Testosterone's Binding in Circulation: Physiological and Clinical Implications. **Endocrine Reviews**, Londres, v. 38, n. 4, p. 302-324, Jun. 2017.

GOMES, Carlos P. B.; SILVA, Sheila S. da. Análise da Motivação dos Colaboradores do Batalhão de Operações Policiais Especiais – BOPE. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 24-33, jun. 2017.

GRUYS, Erik; et al. Acute phase reaction and acute phase proteins. **Journal of Zhejiang University**, [S.l.], v. 6, n. 11, p. 1045-1056, Nov. 2005.

HAMMOND, Geoffrey L. Plasma steroid-binding protein: primary gatekeepers of steroid hormone action. **The Journal of endocrinology**, [S.l.], vol. 230, n. 1, p. 13-25, jul. 2016.

HENNING, Paul C.; et al. Recovery of endocrine and inflammatory mediators following an extended energy deficit. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, [S.l.], v. 99, n. 3, p. 956-964, mar. 2014.

HILL, Neil. et al. Military nutrition: maintaining health and rebuilding injured tissue. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, [S.l.], v. 366, n. 1562, p. 231-40, jan. 2011.

HSU, Shu-Chi.; DEFRANCO, Donald B. Selectivity of cell cycle regulation of glucocorticoid receptor function. **The Journal of Biological Chemistry**, [S.l.], v. 270, n. 7, p. 3359-3364, fev. 1995.

International Expert Committee. International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. **Diabetes Care**, [S.l.], v. 32, n.7, p. 1327-1334, jul. 2009.

JONES, John I.; CLEMMONS, David R. Insulin-like growth factors na their binding proteins: biological actions. **Endocrine Reviews**, [S.l.], v. 16, n.1, p 3-34, fev. 1995.

KHALID, Katarzyna; et al. Type of training has a significant influence on the GH/IGF-I axis but not on regulating miRNAs. **Biology of Sport**, [S.l.], v. 37, n.3, p.217-228, set. 2020.

KHOSLA, Sundeep. Sex hormone-binding globulin: inhibitor or facilitator (or both) of sex steroid action. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, [S.l.], v. 91, n. 12, p. 4764-4766, dez. 2006.

KIM, Jooyoung; et al. Exercise-induced rhabdomyolysis mechanisms and prevention: A literature review. **Journal of Sport and Health Science**, [S.l.], v. 5, n. 3, p.324-333, set. 2016.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A.; NINDL, Bradley C. Recovery responses of testosterone, growth hormone, and IGF-I after resistance exercise. **Journal of Applied Physiology (1998)**, [S.l.], v. 122, p. 549-558, mar. 2017.

KRAEMER, William J.; et al. Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Developed. **Frontiers in Endocrinology**, Lausana, v. 11, n.33, p. 1–25. fev. 2020.

LIMA, Fabíola Polo de; BLANK, Vera Lúcia Guimarães; MENEGON, Fabricio Augusto. Prevalência de Transtorno Mental e Comportamental em Polícias Militares/SC, em Licença para Tratamento de Saúde. **Psicologia: Ciência e Profissão**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 824-840, set. 2015.

LINDERMAN, Jon K., O'HARA, Reginald; ORDWAY, Jason. Effect of Special Operations Training on Testosterone, Lean Body Mass, and Strength and the Potential for Therapeutic Testosterone Replacement: A Review of the Literature. **Journal os Special Operations Medicine**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 94-100, out. 2020.

MCCALL, Gary; et al. Acute and Chronic Hormonal Responses to Resistance Training Designed to Promote Muscle Hypertrophy. **Canadian Journal of Applied Physiology**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 96-107, fev. 1999 .

MAGALHÃES, Saulo C.; et al. Rabdomiólise induzida pelo exercício de força: revisão e análise dos principais relatos dos últimos 25 anos. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 189-199, jan. 2018.

MARTINELLI JUNIOR, Carlos E.; AGUIAR-OLIVEIRA, Manuel H. Crescimento normal: avaliação e regulação endócrina. *In*: ANTUNES-RODRIGUES, J., et al. **Neuroendocrinologia básica e aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005, p. 366-89.

MARTINELLI JUNIOR, Carlos E.; CUSTÓDIO, Rodrigo J.; AGUIAR-OLIVEIRA, Manuel H. Fisiologia do eixo GH-Sistema IGF. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, [S.l.], v. 52, n. 5, p.717-725, jun. 2008.

- MARTINEZ-LOPEZ, Lester E. et al. A longitudinal study of infections and injuries of ranger students. **Military medicine**, [S.l.], v. 158, n. 7, p. 433-437, jul. 1993.
- MATA, Fernando; et al. Carbohydrate Availability and Physical Performance: Physiological Overview and Practical Recommendations. **Nutrients**, [S.l.], v. 11, n. 5, p. 1084, mai. 2019.
- MATHENY, Ronald W.; NINDL, Bradley C.; ADAMO, Martin L. Minireview: Mechano-growth factor: a putative product of IGF-I gene expression involved in tissue repair and regeneration. **Endocrinology**, [S.l.], v. 151, n.3, p. 865–875, mar. 2010.
- McCARTHY, John J.; ESSER, Karyn, A. Anabolic and catabolic pathways regulation skeletal muscle mass. **Current Opinion in Clinical and Metabolic Care**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 230-235. mai. 2010.
- MENDEL, Carl M. The free hormone hypothesis: a physiologically based mathematical model. **Endocrine Reviews**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 232-274, ago. 1989.
- MINAYO, Maria Cecília de S. Riscos percebidos e vitimização de policiais civis e militares na (in)segurança pública. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.l.], V. 23, P. 2767-79, nov. 2007.
- MINAYO, Maria Cecília de S.; ASSIS, Simone G. de; OLIVEIRA, Raquel V. C. de. Impacto das atividades profissionais na saúde física e mental dos policiais civis e militares do Rio de Janeiro (RJ, Brasil). **Ciências & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, [S.l.], v. 16, n. 4, p. 2199-2209, abr. 2011.
- MOHR, David; et al. The mediating effects of sleep in the relationship between traumatic stress and health symptoms in urban police officers. **Psychosomatic Medicine**, [SI], v. 65, n. 1, p. 485-489, 2003.
- MUL, Joram D.; et al. Exercise and Regulation of Carbohydrate Metabolism. *In*: CONN, Michael. **Progress in Molecular Biology and Translational Science**, v. 137, cap. 2, p. 17-37, 2015.
- NEMES, Cristina; CUBAS, Viviane. Elite da Tropa. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.20, n. 58, p.323-328, dez. 2006.
- NINDL, Bradley C.; et al. Testosterone responses after resistance exercise in women: influence of regional fat distribution. **Internacional Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 451-465, dez. 2001a.
- NINDL, Bradley C.; et al. Overnight responses of the circulating IGF-I system after acute, heavy-resistance exercise. **Journal of Applied Physiology (1985)**, Bethesda, v. 90, n. 4, p. 1319-1326, abr. 2001b.
- NINDL, Bradley C.; et al. Physical performance responses during 72 h of military operational stress. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S.l.], v. 34, n.11, p. 1814-1822, nov. 2002.

NINDL, Bradley C.; et al. Differential responses of IGF-I molecular complexes to military operational field training. **Journal of Applied Physiology (1985)**, Bethesda, v. 95, n. 3, p. 1083–1089, set. 2003.

NINDL, Bradley C.; et al. Altered secretion of growth hormone and luteinizing hormone after 84h of sustained physical exertion superimposed on caloric and sleep restriction. **Journal of Applied Physiology (1985)**, Bethesda, v. 100, n. 1, p. 120-128, set. 2005.

NINDL, Bradley C.; et al. Altered secretion of growth hormone and luteinizing hormone after 84 h of sustained physical exertion superimposed on caloric and sleep restriction. **Journal of Applied Physiology (1985)**, Bethesda, v. 100, n. 1, p. 120–128, jan. 2006.

NINDL, Bradley C.; et al. Utility of circulating IGF-I as a biomarker for assessing body composition changes in men during periods of high physical activity superimposed upon energy and sleep restriction. **Journal of Applied Physiology (1985)**, Bethesda, v. 103, n. 1, p. 340-346. jul. 2007.

NINDL, Bradley C. Insulin-Like Growth Factor-I as a Candidate Metabolic Biomarker: Military Relevance and Future Directions for Measurement. **Journal of Diabetes Science and Technology**, [S.l.], v.3, n.2, p. 371–376, mar. 2009.

NINDL, Bradley C.; PIERCE, Joseph R. Insulin-like growth factor I as a biomarker of health, fitness, and training status. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S.l.], v. 42, n.1, p.39-49, jan. 2010.

NINDL, Bradley C.; et al. Circulating IGF-I is associated with fitness and health outcomes in a population of 846 young healthy men. **Growth Hormone and IGF Research**, [S.l.], v. 21, n. 3, p 124-128, jun. 2011.

NINDL, Bradley C.; et al. Physiological Employment Standards III: physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. **European Journal of Applied Physiology**, [S.l.], v. 113, n. 11, nov. 2013.

NINDL, Bradley C.; et al. Executive summary from the National Strength and Conditioning Association’s second blue ribbon panel on military physical readiness: military physical performance testing. **Journal of Strength Conditioning Research**, [S.l.], v.29, n. Suppl 11, p. S216, nov. 2015.

NITIN Sinha. HbA1c and factors other than diabetes mellitus affecting it. **Singapore Medical Journal**, [S.l.], v. 51, n. 8, p 616-22, ago, 2010.

PACHECO, Thiago da S. A Construção da diferença: O BOPE e seus agentes nas estruturas da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro. **Cadernos de Segurança Pública**, [S.l.], v. 6, n. 5, jun. 2014.

PELL, Jill M.; BATES, Philip C. The nutritional regulation of growth hormone action. **Nutrition Research Reviews**, [S.l.], v. 3, n. 1, p.163-192, jan. 1990.

PONCIONI, Paula. O modelo policial profissional e a formação profissional do futuro policial nas academias de polícia do Estado do Rio de Janeiro. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 20, n. 3, dez. 2005.

POLMAN, Japke Annelies E., et al. Glucocorticoids modulate the mTOR pathway in the hippocampus: differential effects depending on stress history. **Endocrinology**, [S.l.], v. 153, n. 9, p. 4317-4327, set. 2012.

REDD, Michael J. et al. The effect of HMB ingestion on the IGF-I and IGF binding protein response to high intensity military training. **Growth Hormone and IGF Research**, [S.l.], v. 32, p. 55–59, fev. 2017.

ROBERGS, Robert A. & ROBERTS, Scott O. **Fisiologia do Exercício**. 1 ed. São Paulo: Phorte Editora Ltda, 2002.

ROMIJN, Johannes A.; et al. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. **American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism**. [S.l.], v. 265, n. 3, p. 380-391, set., 1993.

ROSE, Richard J., et al. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, [S.l.], v.12, n.1, p.19-22, jan. 1980.

ROSE, Richarde J., HODGSON, Darren R. Haematological and plasma biochemical parameters in endurance horses during training. **Equine Veterinary Journal**, [S.l.], v.14, n.2, p.144-148, abr. 1982.

ROSENFELD, Ron G.; COHEN, Pinchas. Disorders of growth hormone/insulin-like growth factor secretion and action. *In*: Sperling MA, editores. **Pediatric endocrinology**. Philadelphia: Saunders, 2002, v. 2, p. 211-88.

ROSICKA, Martina, et al. Ghrelin - a new endogenous growth hormone secretagogue. **Physiological Research**, [S.l.], v. 51, n. 5, p. 435-41, fev. 2002.

SANTIAGO, Juliano M. et al . Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 383-392, abr. 2013 .

SAPOLSKY, Robert M.; ROMERO, L. Michael; MUNCK, Allan U. Munck, How Do Glucocorticoids Influence Stress Responses? Integrating Permissive, Suppressive, Stimulatory, and Preparative Actions, **Endocrine Reviews**, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 55-89, fev. 2000.

SATO, Koji; et al. Resistance training restores muscle sex steroid hormone steroidogenesis in older men. **FASEB Journal**, [S.l.], v. 28, n. 4, p. 1891–1897, abr. 2014.

SATO, Koji; IEMITSU, Motoyuki. Exercise and sex steroid hormones in skeletal muscle. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, [S.l.], v. 145, p. 200 –205, abr. 2015.

SELYE, Hans. Stress and the General Adaptation Syndrome. **British Medical Journal**, Londres, v. 1, n. 4667, p. 1383-92, jun. 1950.

SHEFFIELD-MOORE, Melinda; URBAN, Randall J. An overview of the endocrinology of skeletal muscle. **Trends Endocrinology and Metabolism**, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 110-115, abr. 2004.

SHEENAN, Donald C.; VAN HASSELT, Vincent B. Identifying law enforcement stress reactions, early. **FBI Law Enforcement Bulletin**, [S.l.], V. 72, P. 12-17, set. 2003.

SHRIMANKER, Isha; BHATTARAI, Sandeep. **Electrolytes**. Treasure Island (Flórida): StatPearls [Internet], 2020.

SIDOSSIS, Labros S.; et al. Glucose plus insulin regulate fat oxidation by controlling the rate of fatty acid entry into the mitochondria. **Journal of Clinical Investigation**. [S.l.], v. 98, n. 10; p. 2244-2250, nov. 1996.

SILVA, Andréia C. da; et al. Rabdomiólise em militares: uma missão de reconhecimento para prevenção. **Ponteditora**, Funchal, v. 2, p.1-18, mai. 2021.

SILVA, Silvia R. C.; LENGYEL, Ana M. J. Influência dos glicocorticóides sobre o eixo somatotrófico. **Arquivos Brasileiros Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v.47, n.4, p.388-397, ago. 2003.

SOARES, Luiz Eduardo; BATISTA, André; PIMENTEL, Rodrigo. **Elite da tropa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2006, 312 p.

SU, Jeannie J.; PARK, Samuel K.; HSIEH, Tung-Chin Mike. The effect of testosterone on cardiovascular disease: a critical review of the literature. **American Journal of men's Health**, [S.l.], v. 8, n. 6, p. 470-491, nov. 2014.

SZIVAK, Tunde K.; et al. Adrenal Stress and Physical Performance During Military Survival Training. **Aerospace Medicine and Human Performance**, [S.l.], v. 89, n. 2, p. 99-107, fev. 2018.

TANSKANEN, Minna M.; et al. Serum sex hormone-binding globulin and cortisol concentrations are associated with overreaching during strenuous military training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 787-797, mar. 2011.

THOMAS, David Travis; ERDMAN, Kelly Anne; BURKE, Louise M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [S.l.], n. 116, v. 3, p. 501-528, mar. 2016.

TOURINHO FILHO, Hugo; et al. Serum IGF-I, IGFBP-3 and ALS concentrations and physical performance in Young swimmers during a training season. **Growth Hormone & IGF Research**, [S.l.], v. 32, n. 1, p.49-54, fev. 2017.

Update: Exertional rhabdomyolysis, active component, U.S. Armed Forces, 2016-2020. **MSMR**, v. 28, n. 4, p.16-20, abr. 2021. (PMID: 33975436).

VARANOSKE, Alyssa N.; MARGOLIS, Lee M.; PASIAKOS, Stefan M. Effects of Testosterone on Serum Concentrations, Fat-free Mass, Physical Performance by Population: A Meta-analysis. **Journal of the Endocrine Society**, [S.l.], v.4, n.9, p. 1-23, jul. 2020.

VINGREN, Jakob L.; et al. Effect of resistance exercise on muscle steroidogenesis. **Journal of Applied Physiology** (1985), Bethesda, v. 105, n. 6, p. 1754–1760, dez. 2008.

VINGREN, Jakob L.; et al. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. **Sports Medicine**, Auckland, v. 40, n. 12, p. 1037–1053, dez. 2010.

WALLACE, Jennifer D.; et al. The response of molecular isoforms of growth hormone to acute exercise in trained adult males. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, [S.l.], v. 86, n. 1, p. 200–206, jan. 2001.

WALLIMANN, Theo; et al. The phospho-creatine circuit: molecular and cellular physiology of creatine kinases, sensitivity to free radicals and enhancement by creatine supplementation. *In*: Saks VA, editor. **Molecular systems bioenergetics: energy for life**. Weinheim: Wiley, p. 195–264, abr. 2007.

WALLIMANN, Theo; et al. The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine. **Amino acids**, [S.l.], v. 40, n. 5, p. 1271-1296, mai. 2011.

WILCOX, Victoria L. Burnout In Military Personnel. *In*: JONES, Franklin D. **Military Psychiatry: Preparing In Peace for War**. Washington DC: Government Printing Office, p. 31-49, 2000.

WILLIAMSON, Mary A.; SNYDER, L. Michael. **Wallach – Interpretação de Exames Laboratoriais**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 1250 p.

WOLFE, Robert R. Metabolic interactions between glucose and fatty acids in humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [S.l.], v. 67, n. 3, p. 519-526, mar. 1998.

ZANINI, Marco T. F.; SANTOS, Marcio C. C. dos; LIMA, Diego de F. P. A influência do estilo de liderança consultivo nas relações de confiança e comprometimento no Batalhão de Operações Policiais Especiais do Rio de Janeiro. **Revista de Administração**, [S.l.], v. 50, n. 1, p. 105-120, mar. 2015.

ZANINI, Marco T.F.; CONCEIÇÃO, Maurilio N. da; MIGUELES, Carmen P. Uma análise dos antecedentes da confiança no líder numa unidade policial de operações especiais. **Revista de Administração Pública**, [S.l.], v. 52, n. 3, p. 451-468, jun. 2018.