



Revista Brasileira de Saúde Ocupacional

ISSN: 0303-7657

ISSN: 2317-6369

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e
Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO

Coelho, Leonardo Gomes Martins; Ferreira, João Batista; Borba,
Diego de Alcantara; Fortunato, Ayla Karine; Coelho, Daniel Barbosa
Efeitos cognitivos do teste de esforço progressivo em
eletricistas com equipamentos de proteção individual

Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, vol. 43, e14, 2018
Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO

DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000015317>

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=100558459009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto



Leonardo Gomes Martins Coelho^a
 <https://orcid.org/0000-0002-8007-8275>

João Batista Ferreira Júnior^b
 <https://orcid.org/0000-0002-7541-8212>

Diego de Alcantara Borba^{c,d}
 <https://orcid.org/0000-0001-7982-3517>

Ayla Karine Fortunato^e
 <https://orcid.org/0000-0003-3089-0393>

Daniel Barbosa Coelho^e
 <https://orcid.org/0000-0003-0346-492X>

Efeitos cognitivos do teste de esforço progressivo em eletricitistas com equipamentos de proteção individual

Cognitive effects of the progressive exercise test in electricians wearing personal protective equipment

Resumo

Objetivo: verificar o efeito do esforço físico sobre as funções cognitivas de trabalhadores eletricitistas utilizando equipamento de proteção individual (EPI). **Métodos:** participaram 28 eletricitistas que trabalhavam na construção, manutenção e operação de redes de distribuição de energia. Todos do sexo masculino, sadios e aptos para a prática de exercícios físicos. As funções cognitivas foram representadas pelo teste de reação simples (TRS) e pelo nível de vigilância mental (NVM). O TRS e o NVM foram mensurados pré e pós-teste máximo progressivo, em esteira rolante, a 27 °C de temperatura seca e umidade relativa do ar de 64%. O teste consistiu em aumentos progressivos na velocidade e na inclinação da esteira até a fadiga, com utilização de EPI. **Resultados:** a média (desvio padrão) do TRS não foi significativamente diferente antes, 227,8 (35,1) ms, e após o exercício, 220,6 (24,6) ms. O NVM foi significativamente maior após o exercício em todas as situações: frequência crescente – 36,5 (5,1) Hz vs 39,5 (2,7) Hz, frequência decrescente – 36,0 (5,2) vs 39,0 (3,88) Hz, e frequência geral – 36,2 (4,9) vs 39,2 (3,1) Hz. **Conclusão:** o exercício progressivo máximo realizado com EPI não modificou o tempo de reação simples e aumentou o nível de vigilância mental de eletricitistas.

Palavras-chave: estresse térmico; exercício; tempo de reação; nível de vigilância mental; saúde do trabalhador.

Abstract

Objective: to verify the effects of physical effort on the cognitive functions of electricians wearing personal protective equipment (PPE). **Methods:** 28 electricians participated. They worked on the construction, maintenance and operation of electrical power distribution networks. All were male, healthy and able to practice physical exercises. The cognitive functions were checked by measuring simple reaction time (SRT) and mental alertness level (MAL). SRT and MAL were measured before and after progressive maximal exercise, on a treadmill, at 27 °C dry temperature and 64% relative humidity, wearing PPE. The test consisted of progressive increases in treadmill speed and incline, until fatigue. **Results:** SRT mean difference was not significantly different before — 227.8 (35.1) ms — and after exercising — 220.6 (24.6) ms. MAL was significantly higher after exercise in all situations: increasing frequency - 36.5 (5.1) Hz vs. 39.5 (2.7) Hz; decreasing frequency-36.0 (5.2) Hz vs. 39.0 (3.88) Hz; and general frequency 36.2 (4.9) Hz vs. 39.2 (3.1) Hz. **Conclusion:** progressive maximal exercise performed while wearing PPE caused no change in simple reaction time, and increased electricians' mental alertness level.

Keywords: thermal stress; exercise; reaction time; mental alertness level; occupational health.

^aCentro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, Departamento de Educação Física. Divinópolis, MG, Brasil.

^bInstituto Federal do Sudeste de Minas, Curso de Educação Física. Rio Pomba, MG, Brasil.

^cUniversidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências do Movimento Humano. Ibirité, MG, Brasil.

^dUniversidade Federal de Minas Gerais, Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício Físico. Belo Horizonte, MG, Brasil.

^eUniversidade Federal de Ouro Preto, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição. Ouro Preto, MG, Brasil.

Contato:

Daniel Barbosa Coelho

E-mail:

danielcoelhoc@gmail.com

Os autores informam que o trabalho não é baseado em tese ou dissertação e que não foi apresentado em reuniões científicas.

Os autores declaram que o trabalho não foi subvencionado e que não há conflitos de interesses.

Recebido: 10/07/2017

Revisado: 17/11/2017

Aprovado: 27/11/2017

Introdução

Os mecanismos fisiológicos responsáveis pela termorregulação conseguem manter a temperatura interna em valores adequados independentemente de variações de temperatura ambiente entre 5 °C e 30 °C¹. Entretanto, mesmo dentro desse limite, quanto maior a temperatura ambiente, maior o desafio imposto ao sistema termorregulatório. A temperatura interna, resultado da troca de calor entre o corpo e o ambiente², é influenciada pela temperatura ambiente e pelo calor produzido pelo exercício, e seu aumento pode reduzir o desempenho físico³⁻⁷.

Qualquer situação que dificulte a termorregulação contribui para o aumento da temperatura interna. A vestimenta, por exemplo, pode ter influência direta na termorregulação, dificultando a troca de calor do corpo com o ambiente pela: a) criação de uma barreira de isolamento⁸; b) redução da evaporação do suor produzido⁹; e c) redução da convecção de ar¹⁰.

Considerando esses fatores, algumas vestimentas utilizadas por trabalhadores especializados podem dificultar a termorregulação. Este é o caso dos eletricitistas, que – por trabalharem próximos a redes de alta voltagem, em constante risco de serem atingidos pelo arco elétrico ou por fogo repentino – devem usar o equipamento de proteção individual (EPI).

Além da redução do desempenho físico, a capacidade cognitiva pode ser afetada pelo trabalho realizado nestas condições (esforço físico, calor e EPI). Segundo Kamijo et al.¹¹ e Lambourne e Tomporowski¹², as funções cognitivas, avaliadas por diversos tipos de testes, são prejudicadas pelo exercício intenso, até a fadiga, mas melhoradas após o exercício moderado. Além disso, tais funções podem ser reduzidas pelo aumento da temperatura interna, a depender da complexidade e da duração das tarefas^{13,14}.

Considerando que, à medida que se aumenta a fadiga, reduz-se o ritmo de trabalho, atenção e rapidez de raciocínio¹⁵, o nível de vigilância mental (NVM) e o tempo de reação simples (TRS) são fundamentais para a adaptação aos desafios ambientais decorrentes da sobrecarga térmica. O TRS avalia a velocidade de resposta do indivíduo a estímulos visuais, já o NVM mensura em que medida a fadiga gerada pelo teste físico influencia a capacidade de vigilância. Apesar de necessário em determinadas circunstâncias, o EPI influencia esses indicadores ao dificultar a perda de calor por convecção, radiação e evaporação, prejudicando o equilíbrio térmico e aumentando a fadiga.

Em relação ao NVM, tem-se identificado aumento após exercício¹⁶ e em intensidades maiores¹⁷, com retorno aos níveis basais após a recuperação¹⁸. Quanto ao efeito do exercício laboral com utilização de EPI sobre as funções cognitivas, ainda há muito a investigar. Partindo da hipótese inicial de que os processos cognitivos são alterados pela realização de teste máximo até a fadiga, aumentando o TRS e melhorando o NVM, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do exercício físico laboral sobre as funções cognitivas – representadas pelo TRS e pelo NVM – de trabalhadores eletricitistas utilizando equipamento de proteção individual.

Métodos

Amostra

Participaram deste estudo 28 eletricitistas de uma concessionária de energia elétrica do estado de Minas Gerais (Brasil). Os trabalhadores foram convidados a participar mediante convites afixados em todas as unidades da empresa. Seguindo os critérios de inclusão, foram selecionados os voluntários do sexo masculino que estivessem desenvolvendo suas atividades laborais regularmente, habitantes de região tropical, sadios e aptos para a prática de exercícios físicos. Os eletricitistas tinham como funções laborais atuar na construção, manutenção e operação de redes de distribuição de energia em diversas regiões do estado de Minas Gerais, com regime de trabalho de 40 horas semanais, em horários variados.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob o parecer ETIC nº 210/07. O questionário de prontidão para atividade física (*physical activity readiness questionnaire* – PAR-Q)¹⁹ avaliou o estado de saúde dos voluntários, que, após terem lido e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram admitidos na pesquisa. Todos os procedimentos respeitaram as normas estabelecidas pela Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde acerca de pesquisas científicas envolvendo seres humanos.

Os voluntários foram instruídos a dormir no mínimo oito horas na noite anterior ao teste, e a não fumar, consumir álcool, cafeína ou praticar exercícios extenuantes nas 24 horas que antecederam o protocolo experimental. Os participantes também deviam ingerir 500 mL de água duas horas antes dos experimentos a fim de garantir o estado de euhidratação conforme os parâmetros de Armstrong²⁰. O

descumprimento dessas orientações foi critério de exclusão da amostra.

Delineamento experimental

Os eletricitistas compareceram apenas uma vez ao laboratório, onde houve a caracterização antropométrica e o teste de esforço progressivo para estimar o consumo máximo de oxigênio²¹. Na caracterização antropométrica, foram medidas a massa corporal, a estatura e as dobras cutâneas. A composição corporal foi avaliada de acordo com o protocolo de Jackson e Pollock²². A partir dos dados de estatura e massa corporal, foi utilizada a equação de Dubois e Dubois²³ para calcular a área de superfície corporal (ASC).

Após a caracterização antropométrica, o estado de hidratação foi verificado pela densidade urinária, com o refratômetro Uridens® (São Paulo, Brasil). Todos os voluntários foram considerados euhidratados para a realização do experimento.

Em seguida, os eletricitistas realizaram os testes de TRS²⁴ e NVM²⁵. Após esses testes, os participantes foram pesados e colocados em uma câmara ambiental WMD 1150-5 da Russells Technical Products® (Holland, MI, EUA), com 27 °C de temperatura seca e 64% de umidade relativa do ar (URA). Eles permaneceram em repouso por cinco minutos para medir a frequência cardíaca de repouso e iniciaram o teste de esforço progressivo para estimar o consumo máximo de oxigênio²¹. Feita a estimativa, os eletricitistas foram novamente pesados e encaminhados para os testes de TRS e NVM pós-exercício.

Para o cálculo da taxa de sudorese total (TS), os voluntários foram pesados nus imediatamente antes e imediatamente depois do teste progressivo²⁶, com uma balança digital MF100 Filizola® (Brasil), com precisão de 0,02 kg, calibrada previamente. A TS foi calculada pela diferença na massa corporal, corrigida pela ASC e dividida pelo tempo entre as pesagens.

O estudo foi realizado no mês de abril de 2010 e todos os testes ocorreram no período da manhã, com início às 8h.

Testes de esforço progressivo para medida do consumo máximo de oxigênio

Os voluntários realizaram o teste máximo padronizado, proposto por Bruce et al.²¹, em uma esteira ergométrica Quinton Med-Track ST65. O teste consistiu em aumentos progressivos na velocidade e na inclinação da esteira (três METs [*metabolic equivalent of task* – equivalente metabólico da tarefa] a cada três minutos) até a fadiga voluntária. Um cardiofrequencímetro (Polar Vantage NV, Kempele, Finland)

foi colocado na altura do esterno para medir a frequência cardíaca de repouso e a frequência cardíaca máxima. A cada mudança de nível, os voluntários deveriam responder a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE)²⁷.

Durante o teste, os eletricitistas utilizaram o EPI usual, composto por calça e camisa de manga longa de algodão, botas de couro com biqueira de aço e solado de borracha, luvas de couro, capacete de proteção e óculos, ambos em acrílico – todos estes itens fornecidos pela empresa e certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Esse procedimento, com a simulação da temperatura ambiente e o uso do EPI, tornou o teste mais específico, possibilitando resultados mais próximos à realidade dos trabalhadores.

Tempo de Reação Simples (TRS)

O TRS visa mensurar o tempo de reação do indivíduo a um estímulo visual simples. Nesse teste, os indivíduos pressionam um botão com o dedo indicador da mão dominante assim que percebem um sinal luminoso. Os dados são expressos em milissegundos (ms), e o tempo entre a identificação do estímulo luminoso e o apertado do botão é considerado o tempo de reação. Quanto menor esse tempo, maior a velocidade de reação do voluntário. Tempos de reação maiores após o exercício indicam um efeito negativo na capacidade de reação, fundamental para respostas rápidas às situações laborais.

Nível de Vigilância Mental (NVM)

O NVM mensura a fadiga e a ativação cortical por meio da reação a um estímulo luminoso. Nesse teste, os indivíduos deviam identificar uma frequência luminosa (crescente ou decrescente), pressionando um botão assim que identificavam a fusão (crescente) ou a descontinuidade (decrescente) do estímulo luminoso pulsátil. Cada participante teve três tentativas e, dentre elas, foi considerada a resposta de menor tempo, ou seja, o melhor resultado, demonstrando o nível de vigilância do participante depois de determinado tempo de atenção. O teste teve como objetivo avaliar se a fadiga desencadeada pelo teste físico influenciou o NVM, e a tarefa foi selecionada por indicar a atividade total do sistema nervoso, expressando maior ou menor capacidade de atenção a depender do tipo de exercício aplicado¹⁶. Os dados foram expressos em hertz (Hz).

Os testes de TRS e NVM foram aplicados utilizando o aparelho Multipsy 821, um microprocessador que registra e analisa parâmetros psicológicos e psicofisiológicos²⁸.

Analise estatística

Para comparar o TRS e o NVM antes e depois do teste progressivo, foi utilizado o teste t de Student pareado. O nível de significância adotado foi de 5%. As estatísticas foram analisadas com o programa SPSS (IBM SPSS versão 20.0, Armonk, NY, USA).

Resultados

Os resultados estão expressos em média (desvio-padrão). Os voluntários apresentaram como características antropométricas: 82,21 (14,56) kg de massa corporal; 175,14 (6,84) cm de estatura e 19,32 (5,10) de porcentagem de gordura corporal.

O teste progressivo máximo em esteira rolante apresentou duração de 1,6 (2,0) minutos, percepção subjetiva de esforço (PSE) de 15,75 (2,38), frequência cardíaca máxima de 185 (12) bpm e taxa de sudorese (TS) de 3,12 (1,13) g.m⁻².min⁻¹.

A TRS diminuiu, mas a diferença pré e pós-exercício não chegou a ser significativa. Por outro lado, o nível de vigilância mental aumentou significativamente ($p < 0,001$), tanto em frequência crescente (FC) como em frequência decrescente (FD). Consequentemente, a frequência geral (FG) foi maior após o exercício ($p < 0,001$) (**Tabela 1**).

Tabela 1. Média (Desvio padrão) da taxa de reação simples (TRS) e do nível de vigilância mental (NVM) no pré e pós-teste progressivo em eletricitistas ($n = 28$) utilizando equipamento de proteção individual. Minas Gerais, Brasil.

Variável	Pré	Pós
Taxa de Reação Simples (ms)	227,82 (35,15)	220,61 (24,63)
Nível de Vigilância Mental (Hz)		
Frequência crescente	36,54 (5,11)	39,50 (2,77)*
Frequência decrescente	36,01 (5,24)	39,06 (3,88)*
Frequência geral	36,23 (4,96)	39,26 (3,17)*

*Diferença estatisticamente significativa pelo Teste t de Student pareado.

Discussão

Não foram observadas diferenças significativas no TRS pré e pós-exercício progressivo até a fadiga. Já os resultados do NVM melhoraram após o exercício, em todas as frequências estudadas (crescente, decrescente e geral). Essas melhoras puderam ser observadas pela identificação dos sinais luminosos em frequências maiores (**Tabela 1**) por parte dos eletricitistas. Portanto, apenas parte da hipótese inicial foi comprovada, visto

que a melhora após o exercício aconteceu apenas no NVM, sem alteração significativa para o TRS.

O tempo de reação é definido como o tempo desde o início do estímulo até a resposta. Esta é uma medida importante para compreender o desempenho sensorio-motor em humanos, incluindo componentes como a avaliação de estímulo e a seleção de resposta²⁹. O TRS pode ser influenciado por alterações na temperatura interna³⁰ e/ou pelo exercício²⁸⁻³¹. O presente estudo não mediu a temperatura interna dos participantes, mas, devido às condições ambientais controladas (27 °C de temperatura seca e 64% de URA), ao exercício intenso e ao uso do EPI, provavelmente houve aumento da temperatura interna ao final do exercício.

Deve-se ressaltar que a realização de um teste de esforço em ambiente controlado e com a utilização de EPI é uma inovação deste estudo. O desempenho físico ou os efeitos derivados da fadiga por exercício são normalmente medidos em condições padronizadas de laboratórios, mas sem levar em consideração as especificidades laborais de diferentes profissionais³². Neste estudo, a avaliação também ocorreu em laboratório, no entanto, o teste físico aconteceu com voluntários utilizando os mesmos EPIs da sua prática profissional.

Serwah e Marino³¹ estudaram alterações no tempo de reação de escolha antes, durante e após exercício em cicloergômetro a 70% do VO_{2max} (consumo máximo de oxigênio), por 90 min e em ambiente controlado (31 °C e 63% de URA). Em comparação aos valores de repouso, os autores observaram melhora (diminuição) no tempo de reação no minuto 40 e ao final do exercício. Porém, quanto ao tempo de reação simples, diferentemente do presente estudo, não foram verificadas diferenças após o exercício. O tempo de reação simples implica em apenas uma decisão, sendo, portanto, diferente do tempo de reação de escolha. Entretanto, para Collardeau et al.^{32,33} tanto o tempo de reação de escolha quanto o tempo de reação simples apresentam melhores resultados (diminuição) durante e imediatamente após o exercício.

De modo semelhante a este estudo, Kashihara e Nakahara³⁴ e Ando et al.²⁹ estudaram o efeito do exercício progressivo até a fadiga sobre o tempo de reação simples. Kashihara e Nakahara³⁴ relataram melhora no tempo de reação de escolha após exercício vigoroso – ou seja, a diminuição deste tempo –, mas somente nos primeiros oito minutos de exercício. O presente estudo não verificou o TRS durante o exercício, mas os resultados finais se assemelham aos de Kashihara e Nakahara³⁴. Já Ando et al.³⁵ observaram piora no TRS apenas nas duas intensidades (200 W e 240 W) antes do término da atividade. Imediatamente após o exercício, porém, o TRS

retornou aos valores basais. Ambos os estudos^{34,35} não observaram diferenças no TRS antes e depois do exercício progressivo até a fadiga.

Com base nesses resultados, pode-se afirmar que o tempo de reação é uma variável útil para inferir mudanças nas funções cognitivas. No cenário esportivo, por exemplo, em que o desempenho de alto nível geralmente necessita de um rápido tempo de reação, essa variável tem sido descrita como muito importante. Contudo, ainda mais importante que as situações esportivas são as situações de trabalho, pois um tempo de reação ruim (aumentado) pode ocasionar acidentes, trazendo danos irreparáveis ao trabalhador. Aqui especificamente, observa-se que o teste físico com o uso de EPI contribuiu para o aumento do TRS, indicando que o uso destes equipamentos contribui para o estresse térmico.

Em relação ao NVM, foi observado aumento imediatamente após o exercício, corroborando os achados de Presland et al.¹⁸ e Davranche e Pichon³⁶. Os voluntários de Presland et al.¹⁸ pedalaram a 70% do VO_{2max} até a fadiga, finalizando o exercício com PSE de 20. O NVM aumentou após o exercício e não apresentou correlação com a fadiga central. Esses resultados se assemelham aos do presente estudo, pois apresentaram aumento semelhante no NVM após o exercício – 8% neste estudo e 5% em Presland et al.¹⁸ Os exercícios dos testes, contudo, têm características bem diferentes, progressivo até fadiga, 11 (2) min, e carga fixa até a fadiga, 69 (26) min.

Davranche e Pichon³⁶ também observaram o NVM antes e depois de exercício progressivo até a fadiga em cicloergômetro. Em comparação aos valores de repouso, o NVM aumentou após o exercício, atingindo os mesmos 5% de melhora observados em Presland et al.¹⁸. De fato, os resultados do presente estudo se assemelham aos de Presland et al.¹⁸ e Davranche e Pichon³¹, mesmo em exercícios diferentes (com a característica em comum da interrupção do exercício após a fadiga). Esses resultados sugerem aumento da sensibilidade sensorial e da excitação cortical^{18,34}.

Já Lambourne et al.¹⁶ não observaram diferenças no NVM após o exercício. Contudo, os exercícios empregados foram diferentes: enquanto no presente estudo o exercício foi realizado em esteira rolante com intensidade progressiva e por 11 (2) min, o estudo de Lambourne et al.¹⁶ foi realizado em cicloergômetro, com intensidade fixa e por mais tempo (40 minutos). Com base nesses achados e nos estudos de Presland et al.¹⁸ e de Davranche e Pichon³⁶ discutidos anteriormente, é possível afirmar que, quanto maior a intensidade do exercício (isto é, mais próximo da fadiga), mais rápida será a resposta para o NVM.

O que se sugere é que o NVM tenha sido aperfeiçoado na situação avaliada em razão de uma maior excitação cortical gerada pelo exercício^{18,34}. Tal achado, que não fazia parte de nossa hipótese inicial, pode ser considerado positivo. Provavelmente, um exercício com parâmetros similares ao do teste aqui aplicado, mesmo sem a utilização de EPI, poderia causar tal ativação, o que sugere um novo desenho experimental, diferente do aqui proposto, pois evitamos o esforço excessivo por parte dos eletricitistas.

Quanto à taxa de sudorese total, o presente estudo é provavelmente o primeiro a investigar esta variável durante exercício progressivo realizado até a fadiga em eletricitistas usando EPI. A produção de suor depende de diversos fatores, tais como: estado de aclimação ao calor, capacidade aeróbica, estado de hidratação, diferenças sexuais, idade e intensidade e duração do exercício³⁷. A influência desses fatores na produção de suor impossibilita a determinação de um valor de normalidade para essa variável. Além disso, a escassez de estudos que avaliem a sudorese durante exercício progressivo até a fadiga limita a comparação de dados. Todavia, Gomes et al.³⁸ reportaram valores de taxa de sudorese similares aos do presente estudo. Foi observado uma taxa de sudorese de $4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ durante teste progressivo máximo em cicloergômetro em ambiente a $21 (0,5) ^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $67 (5)\%$.

Deve-se observar que o TRS e o NVM podem ser alterados ao longo do exercício ou de atividades vigorosas que perdurem por períodos longos da jornada de trabalho de algumas profissões. Essas situações podem ocorrer em atividades laborais de alta periculosidade e contribuir na geração de acidentes. O presente estudo não avaliou o TRS e o NVM durante o exercício até a fadiga, sendo que o tempo de duração do teste é menor em relação à jornada de trabalho. Tais aspectos podem ser considerados como limitações deste estudo.

Conclusão

O exercício progressivo máximo realizado com EPI, nas condições avaliadas nesta pesquisa, não modificou consideravelmente o TRS, mas aumentou o NVM de eletricitistas. O estudo, porém, não avaliou o TRS e o NVM durante o exercício, o que é recomendado para investigações futuras, considerando os riscos de exercícios vigorosos durante trabalhos de alta periculosidade.

Contribuições de autoria

Coelho LGM, Ferreira Junior JB, Borba DA: contribuição substancial no projeto e no delineamento da pesquisa, no levantamento, na análise e na interpretação dos dados e na aprovação final da versão publicada. Fortunato AK, Coelho DB: elaboração do manuscrito, revisão bibliográfica, contribuição importante na revisão crítica e na aprovação final da versão publicada.

Referências

1. Nielsen B, Nielsen M. Body temperature during work at different environmental temperatures. *Acta Physiol Scand*. 1962;56(2):120-9.
2. Schlader ZJ, Raman A, Morton RH, Stannard SR, Mündel T. Exercise modality modulates body temperature regulation during exercise in uncompensable heat stress. *Eur J Appl Physiol*. 2010;111(5):757-66.
3. González-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J Appl Physiol*. 1999;86(3):1032-9.
4. Nybo L, Nielsen B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J Appl Physiol*. 2001;91(3):1055-60.
5. Morrison S, Sleivert GG, Cheung SS. Passive hyperthermia reduces voluntary activation and isometric force production. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(5-6):729-36.
6. Todd G, Butler JE, Taylor JL, Gandevia SC. Hyperthermia: a failure of the motor cortex and the muscle. *J Physiol*. 2005;563(Pt 2):621-31.
7. Nybo L. Hyperthermia and fatigue. *J Appl Physiol*. 2008;104(3):871-8.
8. Chen YS, Fan J, Zhang W. Clothing thermal insulation during sweating. *Tex Res J*. 2003;73(2):152-7.
9. Caravello V, McCullough EA, Ashley CD, Bernard TE. Apparent evaporative resistance at critical conditions for five clothing ensembles. *Eur J Appl Physiol*. 2008;104(2):361-7.
10. Haghi AK. A study of heat and mass transfer in porous material under equilibrium conditions. *Theor Found Chem Eng*. 2005;39(2):200-3.
11. Kamijo K, Nishihira Y, Hatta A, Kaneda T, Wasaka T, Kida T, et al. Differential influences of exercise intensity on information processing in the central nervous system. *Eur J Appl Physiol*. 2004;92(3):305-11.
12. Lambourne K, Tomporowski P. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Res*. 2010;1341:12-24.
13. Racinais S, Gaoua N, Grantham J. Hyperthermia impairs short-term memory and peripheral motor drive transmission. *J Physiol*. 2008;586(Pt 19):4751-62.
14. Kazama A, Takatsu S, Hasegawa H. Effect of increase in body temperature on cognitive function during prolonged exercise. *Jpn J Phys Fit Sport*. 2012;61(5):459-67.
15. Laroche DP, Knight CA, Dickie JL, Lussier M, Roy SJ. Explosive force and fractionated reaction time in elderly low- and high-active women. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(9):1659-65.
16. Lambourne K, Audiffren M, Tomporowski, PD. Effects of acute exercise on sensory and executive processing tasks. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(7):1396-402.
17. Davranche K, Audiffren M. Facilitating effects of exercise on information processing. *J Sports Sci*. 2004;22(5):419-28.
18. Presland JD, Dowson MN, Cairns SP. Changes of motor drive, cortical arousal and perceived exertion following prolonged cycling to exhaustion. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95(1):42-51.
19. Shephard RJ, Cox MH, Simper K. An analysis of "PAR-Q" responses in an office population. *Can J Public Health*. 1981;72(1):37-40.
20. Armstrong L, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, et al. Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutr*. 1994;4(3):265-79.
21. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J*. 1973;85(4):546-62.
22. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*. 1978;40(3):497-504.
23. Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med*. 1916;17(6-2):863-71.
24. Chagas MH, Leite CME, Ugrinowitsch H, Benda RN, Menzel HJ, Souza PRC, et al. Associação entre tempo de reação e de movimento em jogadores de futsal. *Rev Bras Educ Fís Esp*. 2005;19(4):269-75.
25. Tytla ME, Trope GE, Buncic JR. Flicker sensitivity in treated ocular hypertension. *Ophthalmology*. 1990;97(1):36-43.
26. Coelho LGM, Ferreira JB Jr., Martini ARP, Borba DA, Coelho DB, Passos RLF, et al. Head hair reduces sweat rate during exercise under the sun. *Int J Sports Med*. 2010;31(11):779-83.

27. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
28. Samulski D, Noce F. Avaliação psicológica do esporte. In: Mello MT, editor. *Preparação física para atletas paraolímpicos*. São Paulo: Atheneu; 2002. p. 99-133.
29. Doucet C, Stelmack RM. The effect of response execution on P3 latency, reaction time, and movement time. *Psychophysiology.* 1999;36(3):351-63.
30. Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2323-37.
31. Serwah N, Marino FE. The combined effects of hydration and exercise heat stress on choice reaction time. *J Sci Med Sport.* 2006;9(1-2):157-64.
32. Collardeau M, Brisswalter J, Audiffren M. Effects of a prolonged run on simple reaction time of well trained runners. *Percept Mot Skills.* 2001;93(3):679-89.
33. Collardeau M, Brissalwalter J, Vercruyssen F, Audiffren M, Goubault C. Single and choice reaction time during prolonged exercise in trained subjects: influence of carbohydrate availability. *Eur J Appl Physiol.* 2001;86(2):150-6.
34. Kashiara K, Nakahara Y. Short-term effect of physical exercise at lactate threshold on choice reaction time. *Percept Mot Skills.* 2005;100(2):275-91.
35. Ando S, Kimura T, Hamada T, Kokubu M, Moritani T, Oda S. Increase in reaction time for the peripheral visual field during exercise above the ventilatory threshold. *Eur J Appl Physiol.* 2005;94(4):461-7.
36. Davranche K, Pichon A. Critical flicker frequency threshold increment after an exhausting exercise. *J Sport Exerc Psychol.* 2005;27(4):515-20.
37. Ferreira JB Jr., Oliveira KPM, Fonseca MT, Coelho LGM, Magalhães FC, Costa VF, et al. Distribuição regional do suor durante exercício progressivo até a fadiga. *Rev Bras Educ Fís Esp.* 2009;23(4):405-14.
38. Vimieiro-Gomes AC, Magalhães FC, Amorim FT, Machado-Moreira CA, Rosa MS, Lima NRV, et al. Comparison of sweat rate during graded exercise and the local sweat rate induced by pilocarpine. *Braz J Med Biol Res.* 2005;38(7):1133-9.