

RESULTADOS PRELIMINARES DO EFEITO DA IRRADIAÇÃO INFRAVERMELHA DURANTE O PROCESSO DE FADIGA MUSCULAR EM RATOS

Andreia Zarzour Abou Hala¹, Daniella Galvão Barbosa², Rodrigo Labat Marcos³, Viviane Santalucia Maximino⁴, Newton Soares da Silva¹

¹Laboratório de Biologia Celular e Tecidual - IP&D

²Laboratório de Fluorescência - IP&D

³Laboratório de Fisiologia e Farmacodinâmica - IP&D

⁴Faculdade de Ciências da Saúde - FCS

Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP - Av.: Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova -
12244-000 - São José dos Campos - SP - Brasil
andreia@univap.br, daniella@univap.br, nsoares@univap.br

Palavras-chave: Fadiga Muscular, Irradiação Infravermelha, Tensão Muscular

Área do Conhecimento: III - Engenharias

RESUMO

A fadiga muscular é uma queixa comum entre pacientes e resulta de muitos fatores, cada um deles relacionados às exigências específicas de determinados movimentos que a produz. Neste trabalho foi estudado o efeito da irradiação infravermelha durante o processo de fadiga muscular. Foram utilizados 3 grupos diferentes (n=3), sendo 1 grupo controle e 2 irradiados (Lâmpada de Infravermelho 780-1400nm), nas densidades de energia 0,5 e 1,0 J/cm² e tempo de irradiação 300 segundos. Os animais irradiados receberam 1 irradiação em 1 ponto, diretamente no músculo tibial, após a primeira contração tetânica de um total de seis, com um intervalo entre cada tetania. Os resultados foram registrados em eletrofisiógrafo e analisado a intensidade da força de contração em gramas. Foi observado que o grupo controle apresentou uma redução na intensidade da força de contração, já os grupos irradiados conseguiram mantê-la, sendo mais evidente quando irradiado com densidade de energia (DE) de 0,5 J/cm². Conclui-se que a utilização da irradiação infravermelha é eficaz na resistência a fadiga muscular.

INTRODUÇÃO

A fadiga muscular pode ser definida como o conjunto de manifestações produzidas por trabalho, ou exercício prolongado, tendo como consequência a diminuição funcional de manter, ou continuar o rendimento esperado (ROSSI, 1999).

A fadiga muscular pode alterar o bom funcionamento muscular, devido ao esgotamento de mediadores em vários níveis, podendo estabelecer um desequilíbrio muscular, favorecendo o surgimento de lesões (FITTS, 1996).

As causas da fadiga muscular podem ser falhas do nervo motor, da junção neuromuscular, do sistema nervoso central e também do mecanismo contrátil, cuja fadiga se dá pela depleção das reservas de ATP, depleção das reservas de glicogênio muscular e pelo acúmulo de ácido lático (FOX et al., 1991).

O músculo esquelético, quando submetido a esforço intenso e contínuo, tende a perder sua

capacidade contrátil. Isso ocorre porque, durante a contração, a pressão intramuscular ultrapassa a pressão sanguínea, obliterando os pequenos vasos nutritivos e, por consequência, o fluxo de oxigênio. As células musculares, nesta situação, obtêm energia através da glicólise anaeróbica, cujo metabólico final é o ácido lático. Clinicamente, este fenômeno é traduzido por contraturas e diminuição da capacidade funcional da musculatura (CARAZZATO, 1985).

O uso da radiação infravermelha (RIV) no tratamento de uma série de distúrbios clínicos já possui uma longa história. Como agente terapêutico moderno, a radiação infravermelha tem uma história que regride até o início do século. As radiações infravermelhas situam-se dentro da porção do espectro eletromagnético que gera calor, ao ocorrer a absorção pela matéria (KITCHEN, PARTRIDGE, 1991).

Segundo Moss et al (1989), as radiações infravermelhas podem ser refletidas, absorvidas,

transmitidas, refratadas e difratadas pela matéria. Todos estes parâmetros são importantes, por ocasião da mensuração das RIVs, mas a reflexão e absorção são do maior significado biológico e clínico, ao serem considerados efeitos da RIV sobre os tecidos.

Os fótons da RIV não dão origem a efeitos fotoquímicos. Os principais efeitos fisiológicos concedidos pela RIV são resultantes do aquecimento dos tecidos, e são listados como: efeitos circulatórios e metabólicos, aumento da extensibilidade do colágeno, redução da dor e redução do espasmo muscular (WELLS et al, 1988; MOSS et al., 1989; LEHMANN, De LATEUR, 1990; LOW, REED, 1990).

O objetivo do estudo é investigar o efeito da irradiação infravermelha durante o processo de fadiga muscular em músculo tibial anterior de ratos.

METODOLOGIA

Foram utilizados para este estudo 9 ratos machos Wistar, pesando entre 250 e 300g.

O animal foi pré-anestesiado com Butorfanol (Torbugesic®), na dose de 2 mg/Kg por via intramuscular (FLECKNELL, 1996). Após 15 minutos o rato foi sedado com hidrato cloral (i.p.), na dose de 420mg/kg em solução a 10% (ALMAGUER-MELIÁN et al., 1999) e fixado numa mesa cirúrgica onde o músculo tibial anterior e o nervo fibular profundo foram isolados. Na região da inserção próxima a região plantar do metatarso, o músculo (através do tendão) foi conectado a um transdutor isométrico (Ugo Basile®; Varese, Italy) e o nervo conectado a um eletrodo bipolar.

O músculo foi submetido a uma tensão constante de 10g. A preparação foi estimulada indiretamente por pulsos de 6-7 V, 0,2Hz e 2 ms. de duração. As contrações musculares e tetânicas em resposta aos estímulos indiretos foram registradas em fisiógrafo (GEMINI 7070 da UGO BASILE®) através do transdutor isométrico durante aproximadamente 60 minutos. Para induzir a contração tetânica, elevou-se a frequência para 60 Hz.

A fadiga muscular será caracterizada pela incapacidade de se manter a contração muscular, havendo o decaimento da amplitude em 50% da máxima registrada, para se evitar a morte do tecido, decorrente da contração tetânica.

Os animais foram divididos em 3 grupos, sendo: 1) Grupo Controle: não irradiado, com indução de 6 contrações tetânicas; 2) Irradiação Infravermelha, densidade de energia de 0,5 J/cm² e 3) Irradiação Infravermelha, densidade de energia de 1,0 J/cm².

A irradiação infravermelha utilizada foi uma lâmpada PHILIPS® - Infravermelho 780-1400nm (figura 1).

Os animais irradiados receberam 1 irradiação em 1 ponto após a indução da primeira contração tetânica, diretamente no músculo tibial exposto no momento da contração.

Durante todo o tempo do experimento, o músculo foi umedecido com salina estéril (0,9%) para evitar ressecamento e alteração nos resultados. Ao final de cada experimento os animais foram sacrificados com dose excessiva intracardiaca de Tiopental Sódico (Thiopentax®), na dose de 60mg/kg (THURMON, 1999).

Os parâmetros de cada protocolo estão indicados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Protocolo de irradiação infravermelha

Parâmetros de irradiação	Valores
Densidade de energia (DE)	0,5 J/cm ²
Potência	0,5 mW
Comprimento de onda	780-1400nm
Área do feixe	0,3 cm ²
Tempo	300 segundos

Tabela 2 – Protocolo de irradiação infravermelha

Parâmetros de irradiação	Valores
Densidade de energia (DE)	1 J/cm ²
Potência	1 mW
Comprimento de onda	780-1400nm
Área do feixe	0,3 cm ²
Tempo	300 segundos

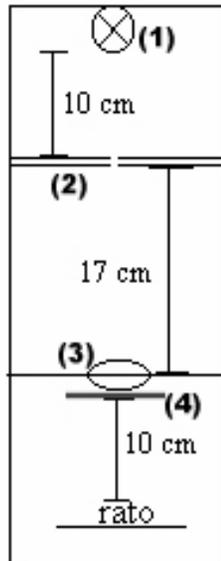


Figura 1 - Esquema da montagem da caixa: (1) Lâmpada de Infravermelho (Philips®), (2) Pinhole de Madeira, (3) Lente (CSR® - Ø 50mm • 6x) e (4) Filtros

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste de análise de variância à 5% de probabilidade (ANOVA) foram calculados a média e o erro padrão da média (s.e.) e a diferença entre os dados do grupo controle e irradiado foram determinados com o teste t-Student para dados paramétricos. Foram considerados estatisticamente significativos valores com $p < 0.05$, $p < 0.01$ e $p < 0.001$.

RESULTADOS

Foram analisados os resultados da intensidade da força de contração medidos em cada estimulação elétrica, após tetania (Figura 2).

Foi observado no grupo controle que ocorreu uma diminuição na tensão muscular (intensidade da força muscular) ao decorrer das contrações tetânicas e essa diminuição foi melhor observada com uma queda após a primeira contração tetânica.

No grupo irradiado com DE $0,5 \text{ J/cm}^2$ não foi observado uma queda significativa. Já no grupo irradiado com DE $1,0 \text{ J/cm}^2$, após a terceira contração tetânica pode-se observar uma queda significativa, ficando mais acentuada a partir da quarta contração.

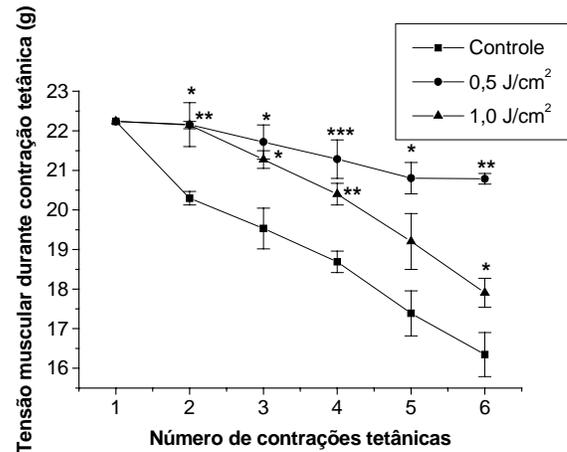


Figura 2 - Gráfico da intensidade da força de contração muscular por contrações tetânicas (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ e *** $p < 0.001$).

Nos animais do grupo controle, foi observado uma queda significativa de 26,5 %, sendo a maior entre os grupos. O grupo irradiado com $0,5 \text{ J/cm}^2$ apresentou uma queda de 6,5 % (menor queda) e o grupo irradiado de $1,0 \text{ J/cm}^2$ apresentou uma queda de 19,5 %. Nestes resultados foram comparadas as primeiras e últimas contrações tetânicas em todos os grupos.

DISCUSSÃO

Este estudo investigou, através da irradiação infravermelha, a diminuição da fadiga muscular em músculo tibial de ratos após contrações tetânicas induzidas por estímulos elétricos indiretos.

Os possíveis mecanismos fisiológicos envolvidos no desenvolvimento da fadiga muscular podem ser: pelo controle motor, produzindo recrutamento estereotipado (SEJERSTED, VOLESTAD, 1993); pelas forças mecânicas, levando a ruptura de miofibrilas e ocasionando a liberação de substâncias químicas que induzem resposta inflamatória (STAUBER et al, 1990); pela pressão intramuscular, aumentando a volume muscular de 10 a 20% no decorrer de alguns minutos, afetando o suprimento sanguíneo local; pelos fatores metabólicos, levando a diminuição da concentração de glicogênio, acúmulo de metabólitos, como ácido láctico, diminuindo o pH tecidual e alterações no equilíbrio eletrolítico (SJOGGARD, 1990); e pela diminuição do fluxo sanguíneo. A fadiga também provoca dor muscular.

A utilização da irradiação infravermelha levará ao aumento da temperatura que resultará no aumento nas atividades metabólicas nos tecidos superficiais, devido ao efeito direto do calor nos processos químicos (GANONG, 1989).

O aquecimento direto produzido pelo infravermelho resulta no aumento da circulação e do fluxo sanguíneo, o qual é devido a vasodilatação dos vasos sanguíneos, e o efeito pode ser mediado através do efeito direto do calor sobre os próprios vasos, ou através de sua inervação vasomotora (CLARK, EDHOLM, 1985; GANONG, 1989).

Os níveis elevados de certos metabólitos no sangue, resultantes do aumento da atividade metabólica em decorrência das temperaturas e elevadas, também têm efeito direto sobre as paredes vasculares, o que estimula a vasodilatação (GANONG, 1989; WARD, 1986; WELLS et al, 1988).

Melzack e Wall (1982) sugerem dois mecanismos possíveis do alívio da dor. No primeiro destes mecanismos, a vasodilatação deve fazer com que células e agentes químicos sejam levados à área, para ajudar no processo de reparação e para remoção dos produtos degradados decorrentes da lesão. No segundo mecanismo, a teoria das comportas indicaria que a transmissão das sensações térmicas pode ter precedência sobre os impulsos nociceptores.

Com a utilização da irradiação infravermelha com densidades de energia 0,5 e 1,0 J/cm², foi possível observar que houve uma redução na intensidade da força de contração de 6,5 e 19,5 %, respectivamente; sendo ambos menor que o grupo controle.

Foi possível alcançar estes resultados, pois a RIV aumenta o suprimento sanguíneo, assim elevando a oferta de oxigênio e de substrato, diminuindo os metabólitos como ácido láctico e agindo nos processos químicos celulares, melhorando e aumentando o metabolismo celular, além disso, diminui a dor conforme os possíveis mecanismos descritos acima.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização da irradiação infravermelha com densidade de energia 0,5 J/cm² no processo de fadiga muscular promoveu a maior resistência a fadiga muscular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAGUER-MELIÁN, W. et al. Estudio comparativo de la lesión de fimbria-fórnix por

aspiración y transección. *Revista de Neurología*, v. 29, n. 8, p. 704-709, 1999.

CARAZZATO, J. G. et al. Estudo experimental da resistência muscular em condições normais e sob fadiga. *Rev. Brasil. Ortop.*, v. 20, n. 3, p. 103-5, mai./jun. 1985.

CLARK, R. P.; EDHOLM, O. G. *Man and his Thermal Environment*. London: Edward Arnold, 1985.

FITTS, R. H. Muscle fatigue: the cellular aspects. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 24, n. 6, p. 9-13, 1996.

FLECKNELL, P. *Laboratory Animal Anesthesia*. 2nd. ed. Academia Press, 1996.

FOX, E. L. et al. Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

GANONG, W. F. *Review of Medical Physiology*. 14th. ed. California: Lange Medical Publications, 1989.

KIRCHEN, S. S.; PARTRIDGE, C. J. Infrared therapy. *Physiotherapy*, v. 77, n. 4, p. 249-254, 1991.

LEHMANN, J. F.; De LATEUR, B. J. Therapeutic heat. In: Lehmann, J. F. (ed) *Therapeutic Heat and Cold*. 4th. ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1990. p. 417-581.

LOW, J.; REED, A. *Electrotherapy Explained: Principles and practice*. London: Butterworth-Heinemann, 1990.

MELZACK, R.; WALL, P. D. *The Challenge of Pain*. Harmondsworth: Penguin Books, 1982.

MOSS, C. et al. Infrared Radiation. *Nonionising Radiation Protection*. 2nd. ed., Geneva: WHO Regional Publications, European Series, n. 25, 1989.

ROSSI, L.; TIRAPÉGUI, J. Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. *Rev. Paul. Educ. Fís.*, São Paulo, 13(1): 67-82, jan./jun. 1999.

SEJERSTED, O. M.; VOLLESTAD, N. K. *Physiology of muscle fatigue and associated pain*. Amsterdam: Elsevier Science, 1993.

SJOGAARD, G: Exercise-induced muscle fatigue: The significance of potassium. *Acta Physiol Scand* , v.140, p. 1-64, 1990. (Suppl 593)

STAUBER ,W.T, CLARKSON, P.M, FRITZ VK, *et al.* Extracellular matrix disruption and pain after eccentric muscle action. *J Appl Physiol* , v. 69, p. 868-874, 1990.

THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. *Essentials of Small Animal Anesthesia & Analgesia*. Lippincott Williams & Wilkins, p. 536-562, 1999.

WARD, A. R. *Electricity Fields and Waves in Therapy*, Australia: Science Press, 1986.

WELLS, P. E.; FRAMPTON, V.; BOWSHER, D. (eds). *Pain: Management and control in physiotherapy*, London: Heinemann, 1988.