

DIFERENÇAS DE GÊNERO NO LIMIAR SENSITIVO PARA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA EM ADULTOS JOVENS

GENDER DIFFERENCES IN THE SENSITIVE THRESHOLD TO ELECTRICAL NERVE STIMULATION IN YOUNG ADULTS

WANIZE ALMEIDA ROCHA^{1,4}, MAURICIO PAIVA FACINI⁴, CINTIA HELENA SANTUZZI^{1,2}, GRACE KELLY FILGUEIRAS FREITAS⁴, ROWDLEY ROBERT ROSSI PEREIRA³, MARIA TERESA MARTINS ARAUJO², WASHINGTON LUIZ SILVA GONÇALVES^{1,2}

RESUMO

Objetivo: Investigar diferenças de gênero no limiar neuronal sensitivo (LNS) para estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) entre adultos jovens, e os presumíveis efeitos da termoterapia prévia. **Métodos:** Foram divididos por gênero, 30 estudantes jovens saudáveis (15 homens e 15 mulheres entre 6/11 ciclo estral) com 22±2 anos de idade. TENS foi aplicada simultaneamente nos joelhos direito e esquerdo dos sujeitos com frequência de 20 Hz e duração de pulso 230µs. A amplitude da corrente elétrica (mA) foi aumentada gradativamente para registro do limiar de percepção (LS) e tolerância (LT), antes/após termoterapia. O aquecimento no joelho-D foi realizado por luz infravermelha (250 W) à 0≈70 cm perpendicularmente, e o resfriamento do joelho-E por compressa de gelo, ambos realizados durante 15 minutos. A temperatura tecidual foi registrada por termometria digital. Os dados foram analisados e diferenças estabelecidas em $p < 0.05$. **Resultados:** A temperatura tecidual após termoterapia foi diferente ($p \leq 0.05$) entre gêneros. No LS basal para TENS não houve diferenças entre gêneros, porém, a termoterapia alterou o LS em ambos os sexos. O LT basal foi menor ($p \leq 0.05$) em mulheres, entretanto, após a termoterapia aumentou ($p \leq 0.05$) em ambos os sexos. **Conclusão:** Os LNS para TENS são gênero-termo-dependentes em jovens saudáveis.

Descritores: Estimulação elétrica nervosa. Hipertermia induzida. Crioterapia, Limiar sensorial.

ABSTRACT

Objective: To investigate gender differences in neuronal sensory threshold (NS) for transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) among young adults, and the probable effects of thermotherapy. **Methods:** 30 young healthy students (15 men and 15 women) with 22±2 years old were divided by gender. TENS was applied in both right and left knees of subjects with a frequency of 20 Hz and pulse duration of 230µs. The amplitude of the electric current (mA) was gradually increased to record the perception threshold (LS) and tolerance threshold (LT), before/after thermotherapy. The warm R-knee was performed by infrared light (250W) ≈70cm perpendicular, and cooling L-knee with icepack, both carried out for 15 minutes. The tissue temperature was recorded by digital thermometry. The data were analyzed and differences established at $p < 0.05$. **Results:** The tissue temperature after heat treatments was different ($p \leq 0.05$) between genders. The basal LS for TENS was not different between genders, however, thermotherapy raised the NS in both men and women. At the baseline LT was lower ($p \leq 0.05$) in women, however, after thermotherapy it increased ($p \leq 0.05$) in both sexes. **Conclusion:** Neuronal sensory threshold for TENS is gender-thermo-dependent in healthy young adults.

Keywords: Transcutaneous electric nerve. Hyperthermia induced, Cryotherapy, Sensory threshold.

Citação: Rocha WA, Facini MP, Santuzzi CH, Freitas GKF, Pereira RRR, Araujo MTM, et al. Diferenças de gênero no limiar sensitivo para estimulação elétrica nervosa em adultos jovens. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2011;19(2):74-8. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Rocha WA, Facini MP, Santuzzi CH, Freitas GKF, Pereira RRR, Araujo MTM, et al. Gender differences in the sensitive threshold to electrical nerve stimulation in young adults. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2011;19(2):74-8. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o sistema neuronal sensitivo (SNS) tem sido alvo de inúmeras investigações em diferentes áreas biomédicas.¹⁻⁵

Sobretudo na medicina de reabilitação, uma vez que os principais métodos terapêuticos analgésicos e não farmacológicos, como a eletroterapia, termoterapia (incluindo a crioterapia) e

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1. Laboratório de Investigações Clínicas e Experimentais em Terapias Regenerativas e Reabilitação Funcional, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, Vitória, Brasil.
2. Departamento de Ciências Fisiológicas, Centro de Ciência da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, Vitória, Brasil.
3. Departamento de Clínica Odontológica, Centro de Ciência da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, Vitória, Brasil
4. Núcleo de Pesquisa em Fisioterapia da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES, Brasil.

Trabalho realizado na Clínica de Fisioterapia da Faculdade Novo Milênio – FNM.

Correspondência: Washington Luiz Silva Gonçalves. Laboratório de Investigações Clínicas e Experimentais em Terapias Regenerativas Teciduais e Reabilitação Funcional, CCS-UFES. Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, Vitória, ES, Brasil. CEP: 29040-755. E-mail: wash.goncalves@gmail.com

Artigo recebido em 09/08/09, aprovado 31/01/10.

fototerapia, dependem diretamente das vias sensoriomotoras e de sua adaptabilidade.¹⁻⁷ Neste sentido, a avaliação do limiar de percepção sensorial (LS), isto é, a menor quantidade de energia capaz de evocar uma percepção, e do limiar de tolerância (LT), a maior quantidade de energia tolerada antes da dor, são medidas fundamentais para estudos das vias sensitivas superficiais, tátil térmica e dolorosa.^{1,2}

Investigações recentes têm evidenciado que o SNS pode sofrer influências diretas e indiretas de diversos fatores físico-químicos endógenos e exógenos para a regulação da percepção sensorial e dos limiares de dor.¹⁻⁴ A descoberta de que os níveis circulantes de hormônios sexuais (HS), em especial o estrogênio (E₂) e a progesterona (P₂), além das funções reprodutoras⁸ e cardioprotetoras⁹, podem exercer efeitos moduladores nas funções neuronais e alterar a sensibilidade cutânea superficial^{1,2}, levantaram questões intrigantes sobre os parâmetros de conformação/modulação terapêutica na analgesia em ambos os sexos, principalmente nas associações com recursos térmicos.⁵⁻¹¹ Considerando que a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) apresenta-se como um dos recursos não farmacológicos mais confiáveis e eficazes para analgesia^{3,7,10-15}, tornou-se válido investigar as variações do SNS entre os gêneros, e se alterações prévias na temperatura cutânea induzida pelo aquecimento/resfriamento, interfeririam nos ajuste/controle periférico do SNS.

Recentemente, investigações experimentais e clínicas demonstraram haver diferenças na percepção do estímulo nociceptivo, no limiar de tolerância à dor e na sensibilidade cutânea para estímulos elétricos entre os gêneros.¹⁰⁻¹⁴ Estudos de Santuzzi et al.¹² em ratos anestesiados, mostraram que o uso em conjunto de TENS e crioterapia reduziu a atividade nervo femoral anteriormente elevada pelo uso isolado da TENS. Hopkins et al.¹³ mostraram que na articulação dos joelhos de homens, após efusão, tanto a crioterapia quanto a TENS, reduziram significativamente a inibição muscular artrogênica, sugerindo que o uso associado ou prévio de recursos térmicos aos elétricos, principalmente a crioterapia, parece interferir seletivamente na atividade neural das fibras do tato (delta A e C) em animais e humanos.¹²⁻¹⁴ Alguns autores mostram ainda que em 87% dos casos de dores agudas e crônicas, os recursos térmicos (incluindo a crioterapia) são as modalidades terapêuticas analgésicas não farmacológicas frequentemente utilizadas prévia ou em conjunto com os recursos elétricos^{3,5,14}. Embora, sob a ótica eletrofisiológica essa prática comum não pareça adequada, devido a fatores como: mudanças na impedância da pele, variações da água tecidual, alterações do metabolismo enzimático e energético, ações na velocidade transmissão dos impulsos nas fibras nervosas, entre outros ocasionados pela termoterapia.^{4,5,12-14} Não obstante, são escassos os estudos experimentais e/ou clínicos que demonstrem as diferenças de gênero na percepção e tolerância aos estímulos eletro-transcutâneos, assim como, as implicações dos HS na regulação da temperatura cutânea final após uso de termoterapia. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar diferenças de gênero nos limiares de percepção e tolerância (LS/LT) para TENS em adultos jovens saudáveis, e se a termoterapia prévia (aquecimento ou resfriamento tecidual induzido) modificam os limiares sensitivos cutâneos.

MÉTODOS

Sujeitos e grupos experimentais

Uma amostra de conveniência de 30 jovens saudáveis, de ambos os sexos (15 homens e 15 mulheres), estudantes de graduação de uma determinada instituição⁴, foram convidados a participar

do estudo. Os critérios de inclusão foram: ser jovem, (idade entre 19 e 25 anos), ter índice de massa corporal normal (entre 20 e 24,9 Kg.cm²), estar sedentário (> 2 meses), não apresentar disfunções neurológicas, cardiovasculares, respiratórias, metabólicas, dermatológicas e osteomioarticulares nos últimos dois meses. As mulheres (voluntárias) deveriam ainda estar na fase folicular (proliferativa), isto é, do 6º ao 11º dia do ciclo estral após menstruação e não fazer uso de contraceptivos. Os critérios de exclusão foram: atletas, gravidez, câncer, cirurgia recente (>3 meses), epilepsia, alergias, além de outras doenças que pudessem comprometer os resultados.

O estudo foi conduzido em acordo com os padrões nacionais e internacionais para pesquisas em humanos (Resolução 196/96-CNS e CIOMS/OMS), e aprovado pelo Comitê Institucional de Ética em Pesquisa em Humanos do Centro Integrado de Atenção à Saúde - CEP/CIAS-UNIMED (sob parecer nº 84/2006). Os indivíduos foram esclarecidos do protocolo experimental e validaram sua participação voluntária assinando o termo de consentimento livre e esclarecido para experimentos com humanos (CNS-196/96).

Todos os participantes foram orientados a não modificarem comportamento alimentar, não ingerirem produtos com cafeína, bebidas alcoólicas ou medicamentos sistêmicos (estimulantes simpato-miméticos) nas 24 horas que antecediam a coleta de dados.^{1,2}

Medidas antropométricas, composição corporal e sinais vitais

Após recrutamento, os indivíduos foram divididos por gênero: 1-Homens (n= 15) e 2-Mulheres (n= 15). A coleta de dados foi realizada no setor de recursos fisioterapêuticos da instituição de origem^(d), em ambiente claro, ventilado com temperatura controlada (22º C), durante 20 dias não consecutivos no período de um mês. Inicialmente, foi aferido o peso corporal (kg) e a estatura (cm) dos voluntários em uma balança com estadiômetro (Filizola®, Campo Grande-MS, Brasil), seguido da mensuração da temperatura corporal, através de termometria digital. Também foi avaliada a composição corporal (IMC, índice de massa corporal e % gordura corporal) através de adipômetro (Sanny®, São Bernardo do Campo-SP, Brasil), onde se utilizou os protocolos propostos por Jackson e Pollock¹⁶ de três dobras cutâneas (peitoral, coxa e abdômen) e a equação de Siri.¹⁷

Os sinais vitais (PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; FC, frequência cardíaca e Fr, frequência respiratória) foram monitorados em três determinados momentos, isto é, 5 10 e 15 minutos durante a aplicação de termoterapia/crioterapia segmentar. A pressão arterial média (PAM) foi calculada pela equação: $PAM = PD + (PS - PD) / 3$ e os níveis classificados de acordo com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Hipertensão.¹⁸

Avaliação dos limiares de percepção e tolerância para TENS

Os voluntários foram posicionados em decúbito dorsal com membros inferiores em abdução e joelhos estendidos. Utilizou-se um material isolante (elétrico, térmico e luminoso) entre os joelhos direito (D) e esquerdo (E), com objetivo de impedir qualquer interferência entre os segmentos corporais.

Foram utilizados dois equipamentos (um para cada joelho) de TENS Neurodim® II (IBRAMED Ind. Ltda., Amparo-SP, Brasil) com dois canais e quatro eletrodos de silicone carbono (novos). Após assepsia local, os eletrodos foram cobertos com substância gel-condutora (H₂O) e fixados de forma cruzada, cinco centímetros acima e abaixo da linha articular de ambos os joelhos, envolvendo-os lateral e medialmente (dermatômos L3-L5). A estimulação foi configurada com frequência de pulso fixa em 20 Hz e duração

do pulso em 230 μ s. Inicialmente, a amplitude da corrente elétrica foi aumentada gradativamente para determinação do limiar de percepção (LS) em cada articulação, em seguida elevada até o limite máximo tolerado (LT) pelos indivíduos antes da dor.^{1,2,4} Os valores dos LS e LT para corrente elétrica (mA) de cada joelho foram adquiridos e registrados, logo após foi aplicada a termoterapia superficial, e novamente registrados os limiares sensitivos.

Termoterapia/Crioterapia superficial cutânea

O aquecimento foi realizado no joelho direito (D), sem umidade, utilizando foco de luz (lâmpada 250 W) infravermelho (Kroman® Ind. Ltda., São Paulo-SP, Brasil) posicionado perpendicularmente numa distância de \approx 70 cm do joelho esquerdo (E). A distância do foco foi ajustada em \pm 8 cm, conforme o relato sobre a sensação térmica de calor perceptível ou agradável. Simultaneamente, no joelho (E) o resfriamento tecidual foi realizado por crioterapia utilizando compressa de gelo triturado e acondicionado em filme plástico transparente (*Ice-bag*), colocada diretamente sobre a pele do joelho (excluindo a região posterior, dermatomos S1-S5), fixada com bandagem elástica para evitar deslocamentos. A termoterapia/crioterapia nos joelhos foi realizada por 15 minutos, conforme prática terapêutica.^{5,19,20} Para determinação e monitorização da temperatura cutânea (termometria) durante a termoterapia/crioterapia cutânea, foi utilizado um termômetro digital infravermelho laser (INCOTERM® Ind., Porto Alegre-RS, Brasil), com precisão térmica de \pm 0.1° C, faixa de temperatura entre -20° a 200° C e lateral e perpendicularmente posicionado a 75mm da articulação do joelho. Foram registrados em graus centígrados a temperatura cutânea basal (inicial) e após (final) termoterapia de ambos os joelhos. Caso a temperatura tecidual excedesse os valores máximos estabelecidos para aquecimento (45° C) e resfriamento (10° C), seriam imediatamente interrompidos.^{5,13}

Análise dos dados

Inicialmente foi realizada pelo software Statemat® 2.0 (GraphPad, San Diego, CA, USA) a estimativa ideal para amostra com poder de teste de 90% e erro de alfa de 0.05, que indicou $n = 16$ voluntários. Os dados foram considerados normais pelo teste de Shapiro-Wilk e estão expressos como média \pm desvio padrão (DP). Para verificar as diferenças entre as variáveis foi utilizado o software Prism® 5.0, e aplicado o teste t de Student para amostras independentes, análise de variâncias (ANOVA) duas vias, seguido do teste de Tukey/Kramer como post hoc. Uma análise multivariada foi realizada por meio de regressão linear e coeficiente de Pearson para determinar a correlação entre o limiar de tolerância (LT) e os níveis de temperatura cutânea após termoterapia/crioterapia. O nível de significância mínimo adotado foi de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Na Tabela 1 foram determinadas as características antropométricas, de composição corporal e sinais vitais em adultos jovens, onde não se observou diferenças entre homens e mulheres (gêneros), demonstrando homogeneidade na amostra.

Conforme apresentado na Tabela 2, na temperatura cutânea inicial não houve diferenças significativas entre os gêneros. No entanto, após aquecimento, os graus de temperatura cutânea final atingidos foram maiores ($p \leq 0.05$) nos homens em relação aos obtidos nas mulheres. Assim como no resfriamento, a perda de calor tecidual também foi maior ($p \leq 0.01$) nos homens quando comparados às mulheres.

Na Figura 1, foram representados os limiares de percepção (LS) e tolerância (LT) para TENS em joelhos de homens e mulheres, pré e pós termoterapia/crioterapia. A qual mostrou não haver diferenças no LS basal entre homens (7.9 ± 0.7

Tabela 1. Características gerais e sinais vitais nos adultos jovens saudáveis.

Variáveis	Homens (n = 15)	Mulheres (n = 15)	p
Idade (anos)	23 3	22 2	0.125
IMC (Kg.cm ⁻²)	23.5 0.5	22.7 0.5	0.132
Gordura corporal (%)	21 2	27 3	0.087
Temperatura corporal (°C)	36.6 0.4	37.1 0.6	0.384
PAM (mmHg)	106 3	100 4	0.095
FC (bpm)	86 5	90 4	0.124
Fr (rpm)	17 2	18 1	0.241

Valores apresentados como média \pm DP (desvio padrão). IMC, índice de massa corporal; PAM, pressão arterial média; FC, frequência cardíaca; Fr, frequência respiratória. Teste t de Student para amostras independentes.

mA) e mulheres (9.1 ± 0.8 mA), porém após o aquecimento cutâneo houve aumento ($p \leq 0.01$) nos homens (13.2 ± 0.7 mA), mas não em mulheres (10.4 ± 1.1 mA). Após resfriamento cutâneo houve redução no LS (Figuras 1A e 1B) de ambos, homens (4.7 ± 0.5 mA) e mulheres (5.3 ± 0.6 mA). Nota-se ainda que, o LT basal encontrado nos homens (31.4 ± 1.5 mA) foi maior ($p \leq 0.05$) que nas mulheres (22.0 ± 2.2 mA). E que após a crioterapia/termoterapia o LT (Figuras 1C e 1D) para TENS elevou ($p \leq 0.01$) em ambos os sexos, masculino (45.6 ± 3.3 mA) e feminino (32.5 ± 3.5 mA).

Nas correlações entre os níveis de temperatura cutânea e os LTs de homens e mulheres após aquecimento (Figura 2A) e resfriamento (Figura 2B), averiguou-se que no aquecimento a correlação foi negativa para ambos, contudo, mostrou-se significativamente forte em homens ($r^2 = 0.62^*$; $p = 0.012$) e fraca em mulheres ($r^2 = 0.08$; $p = 0.45$). Já no resfriamento a correlação foi negativa forte para os homens ($r^2 = 0.21$; $p = 0.21$) e positiva forte para as mulheres ($r^2 = 0.10$; $p = 0.39$), embora, sem diferenças entre os gêneros.

DISCUSSÃO

Neste estudo, foram determinadas as diferenças entre os LS e LT para a aplicação da TENS entre os gêneros, demonstrando que os HS exercem importante papel no controle/ajuste dos limiares neuronais sensoriais em adultos jovens, e que a termoterapia prévia modifica este padrão sensorial elétrico transcutâneo. Esses resultados mostraram que o LS basal foi igual entre homens e mulheres, e que o LT basal foi maior nos homens, contudo, após a termoterapia superficial cutânea, ambos os limiares (LS/LT)

Tabela 2. Efeitos da termoterapia/crioterapia na temperatura cutânea em adultos jovens saudáveis.

	Homens (n = 15)	Mulheres (n = 15)
Joelho-D aquecimento-°C		
Inicial	36.5 0.2	37.1 0.3
Final	44.5 0.4**	40.9 0.4***
Joelho-E resfriamento-°C		
Inicial	36.3 0.4	36.9 0.2
Final	14.1 1.6**	19.1 1.2***

Valores expressos como média \pm DP, em graus centígrados (°C). ANOVA duas vias e teste de Tukey/Kramer como post hoc. * $p \leq 0.05$ e ** $p \leq 0.01$ vs. gêneros; *** $p \leq 0.01$ quando inicial vs. final.

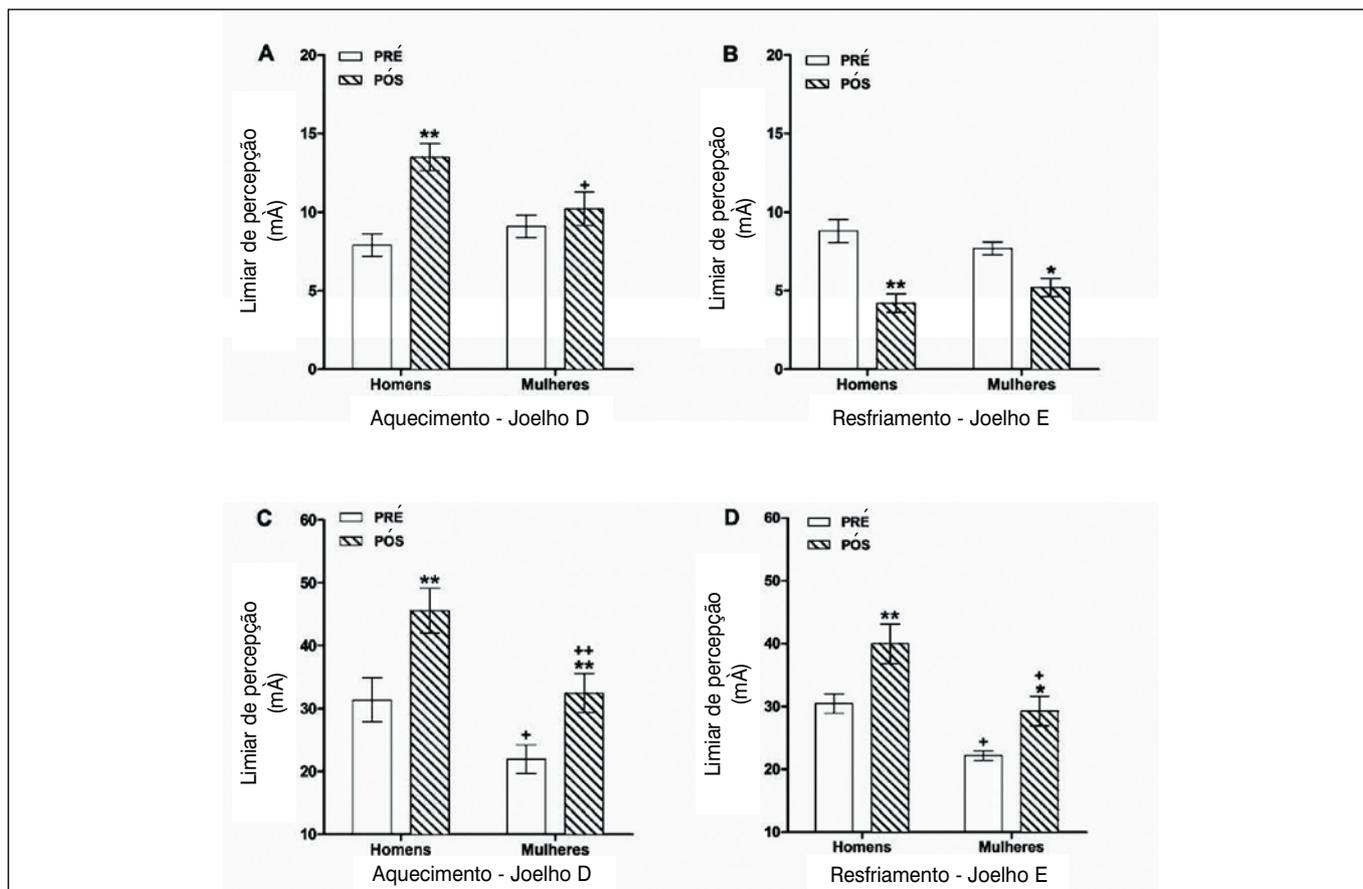


Figura 1. Efeitos da termoterapia por infravermelho (painel A e C) e crioterapia (painel B e D) nos limiares sensoriais (LS/LT) para estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) em joelhos de homens (n = 15) e mulheres (n = 15) jovens saudáveis. Valores expressos em média ± DP. ANOVA duas vias e Tukey/Kramer como post hoc. Diferenças significativas estabelecidas em * $p < 0.05$ e ** $p < 0.01$ pré/pós; + $p < 0.05$ e ++ $p < 0.01$ homem/mulher.

modificaram entre os gêneros.

As alterações encontradas nos limiares sensoriais elétricos entre homens e mulheres jovens corroboram com achados na literatura, os quais descrevem que a velocidade das funções sensoriomotoras podem modificar com oscilações nos níveis hormonais circulantes, principalmente níveis de E_2 e P_2 ao longo do ciclo estral.^{2,11} Lund et al.¹⁰ investigaram diferenças no limiar sensorial elétrico e de dor antes, durante e após a utilização da TENS, e observaram aumento do LS em homens e mulheres após uso de TENS (alta frequência), embora houvesse maior variação no grupo de mulheres. Nos estudos de Avila et al.¹⁵, utilizando outra modalidade de eletroestimulação neuromuscular, a amplitude de corrente elétrica tolerada, isto é, o LT também foi maior para homens em relação às mulheres. Os autores sugerem diferenças de gênero na composição do tipo de fibras nervosas; ou então ações neuroativas diretas dos HS na velocidade de disparo e transmissão dos impulsos nervosos. Entretanto, nos estudos descritos anteriormente não havia a associação e/ou uso prévio de recursos térmicos, que teoricamente poderiam alterar o LS e LT cutâneo.^{5,12}

Segundo estudos de Santuzzi et al.¹² e outros autores^{5,13,14,19,20}, o frio, isto é, a remoção de calor por crioterapia (múltiplas técnicas), inicialmente aumenta o disparo das fibras nervosas rápidas do tato (tipo delta A e C), em seguida reduz gradativamente ao longo do tempo a atividade nervosa, até o bloqueio da transmissão em níveis térmicos teciduais abaixo de 2º centígrados em animais e humanos, indicando que a diminuição da temperatura cutânea superficial pode modular a velocidade

de disparo e a amplitude dos impulsos neurais. Os resultados desse estudo mostraram que durante o aquecimento ou resfriamento superficial dos joelhos, os graus obtidos de temperatura cutânea final, tanto para o aquecimento (infravermelho) quanto para o resfriamento (compressa de gelo) foram maiores no sexo masculino. O que sugere a participação dos HS nos processos de controle/ajuste da termoregulação periférica, provavelmente através da estimulação da termogênese ou termólise cutânea local por vias e mecanismos de ação ainda desconhecidos. Considerando ainda que os HS interferiram na regulação central e periférica das funções neuronais sensoriomotoras², e em acordo com os resultados encontrados, é possível inferir que mudanças induzidas e controladas da temperatura cutânea (termoterapia) alterem significativamente os processos enzimáticos e energéticos da pele, interferindo diferentemente nos limiares sensoriais elétricos (LS e LT) de homens e mulheres. Neste sentido, Palmer et al.¹⁴ ao examinar os efeitos de duas modalidades de estimulação elétrica (TENS e corrente interferencial) sobre os limiares de percepção térmica em mulheres, observaram não haver alterações da sensibilidade térmica para ambas modalidades elétricas, e que o mecanismo de ação destas modalidades elétricas analgésicas mediadas por fibras do tato (delta A e C) são bem complexos. Mostraram ainda, que a estimulação elétrica transcutânea não altera a percepção sensorial térmica superficial e profunda. Embora, os resultados do presente estudo demonstrem que a recíproca não seja verdadeira, visto que, numerosos dados indicam que a termoterapia/crioterapia superficial modificam a sensibilidade elétrica,

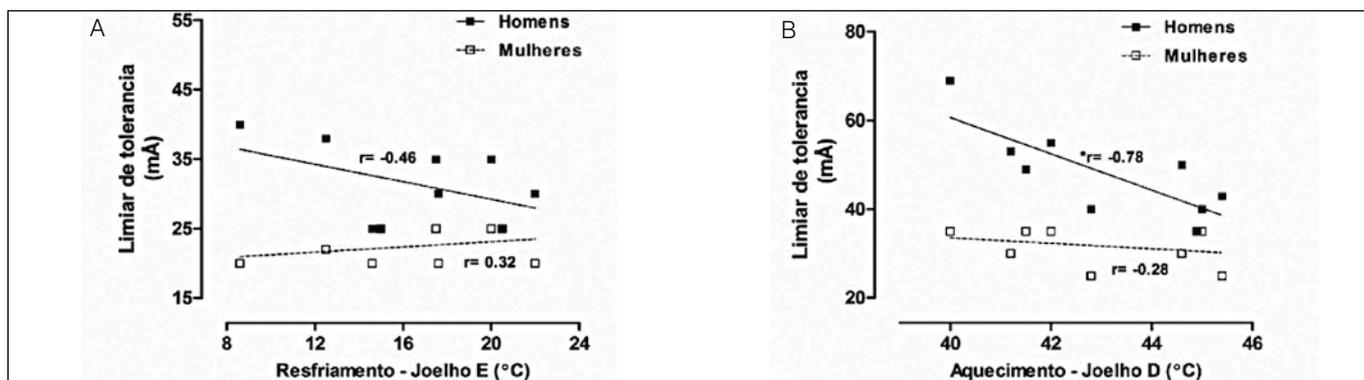


Figura 2. Modelo linear de regressão e correlação de Pearson entre o limiar tolerância (LT) para estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) e temperatura cutânea após crioterapia (A) e termoterapia (B) em joelhos de homens (■, n = 15) e mulheres (□, n = 15) jovens saudáveis. Valores expressos em média ± DP. Diferenças significativas estabelecidas em *p ≤ 0.05.

tátil e dolorosa.¹⁰⁻¹⁴

Investigações atuais em termoregulação²⁰⁻²⁴ mostraram que os níveis circulantes do hormônio testosterona (T), além de interferir no comportamento agressivo, tem ação no controle central da temperatura corporal em animais vertebrados. Oppas et al.²⁴ demonstraram que o E₂ e seus receptores teciduais (RE α e RE β) exercem importante papel no controle da termoregulação em cauda de camundongos por mecanismos ainda desconhecidos; e sugerem que oscilações nos níveis teciduais dos HS (T, E₂ e P₂) parecem interferir direta e diferentemente na termogênese/termólise cutânea. Indica também que o envelhecimento funcional, ou seja, maiores variações da síntese, secreção e dos níveis circulantes dos HS poderiam afetar significativamente a termoregulação periférica.²¹⁻²⁵ Neste sentido, as correlações entre os LTs para TENS, e os níveis de temperatura cutânea final foram bastante esclarecedoras, pois revelaram que no sexo masculino, o aquecimento cutâneo interfere diretamente no LT para TENS. Já no resfriamento, apesar de haver correlações fortes entre níveis de temperatura cutânea superficial e o LT, estes não foram significantes entre os gêneros.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, em conjunto com achados na literatura, concluímos que as funções sensoriais (LS/LT) cutâneas para TENS são gênero-termo-dependentes, onde o limiar de percepção e de tolerância para TENS isolado ou associado ao aquecimento é maior para o gênero masculino, e quando associado ao resfriamento, o limiar de tolerância para a TENS é maior no gênero feminino. Indicando que o provável mecanismo de controle e/ou ajuste do SNS periférico parece ocorrer pela ação dos HS nos processos de termogênese/termólise cutânea. Assim sendo, sugere-se atenção e cautela na prática terapêutica diária para a aplicação da estimulação elétrica quanto ao gênero e a temperatura superficial cutânea.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Prof^a. Viviam Maria Carvalho Matos pelo auxílio no recrutamento dos voluntários, e ao Engenheiro Manoel Ramos Penha pelo auxílio na calibração dos equipamentos deste estudo. Pesquisa realizada com auxílio de bolsa recém doutor CDV-FACITEC (Of. 028/2008, Renovação /2010)

REFERÊNCIAS

- Galvão Mde L, Manzano GM, Braga Nde O, Nóbrega JA. [Determination of electric current perception threshold in a sample of normal volunteers]. *Arq Neuropsiquiatr.* 2005;63:289-93.
- Barbosa MB, Montebelo MIL, Guirro ECO. Determinação dos limiares de percepção sensorial e de resposta motora nas diferentes fases do ciclo menstrual. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11:443-9.
- Paxton SL. Clinical uses of TENS. A survey of physical therapists. *Phys Ther.* 1980;60:38-44.
- Bolfe VJ, Ribas SI, Montebelo MIL, Guirro RRJ. Comportamento da impedância elétrica dos tecidos biológicos durante estimulação elétrica transcutânea. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11:153-9.
- Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician.* 2004;7:395-9.
- Ozawa M, Tsuchiyama K, Gomi R, Kurosaki F, Kawamoto Y, Aiba S. Neuroselective transcutaneous electric stimulation reveals body area-specific differences in itch perception. *J Am Acad Dermatol.* 2006;55(6):996-1002.
- Ozawa M, Tsuchiyama K, Gomi R, Kurosaki F, Kawamoto Y, Aiba S. Neuroselective transcutaneous electrical stimulation reveals neuronal sensitization in atopic dermatitis. *J Am Acad Dermatol.* 2009 Apr;60:609-14.
- Creinin MD, Keverline S, Meyn LA. How regular is regular? An analysis of menstrual cycle regularity. *Contraception.* 2004;70:289-92.
- Santos RL, Abreu GR, Bissoli NS, Moysés MR. Endothelial mediators of 17 beta-estradiol-induced coronary vasodilation in the isolated rat heart. *Braz J Med Biol Res.* 2004;37:569-75.
- Lund I, Lundeberg T, Kowalski J, Svensson E. Gender differences in electrical pain threshold responses to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Neurosci Lett.* 2005;375:75-80.
- Riley JL 3rd, Robinson ME, Wise EA, Myers CD, Fillingim RB. Sex differences in the perception of noxious experimental stimuli: a meta-analysis. *Pain.* 1998;74:181-7.
- Santuzzi CH, Gonçalves WLS, Rocha SS, Castro MEC, Gouvêa SA, Abreu GR. Efeitos da crioterapia, estimulação elétrica transcutânea e da sua associação na atividade elétrica do nervo femoral em ratos. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12:441-6.
- Hopkins J, Ingersoll CD, Edwards J, Klootwyk TE. Cryotherapy and transcutaneous electric neuromuscular stimulation decrease arthrogenic muscle inhibition of the vastus medialis after knee joint effusion. *J Athl Train.* 2002;37:25-31.
- Palmer ST, Martin DJ, Steedman WM, Ravey J. Effects of electric stimulation on C and A delta fiber-mediated thermal perception thresholds. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:119-28.
- Avila MA, Brasileiro JS, Salvini TF. Electrical stimulation and isokinetic training: effects on strength and neuromuscular properties of healthy young adults. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12:435-40.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40:497-504.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. Washington: National Academy of Science 1961.
- a Silva MA, Rivera IR, de Souza MG, Carvalho AC. Blood pressure measurement in children and adolescents: guidelines of high blood pressure recommendations and current clinical practice. *Arq Bras Cardiol.* 2007;88:491-5.
- Algafty AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *Br J Sports Med.* 2007;41:365-9.
- Karlayanaphotporn R, Janwananukul P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:1411-5.
- Hampson E, Kimura D. Reciprocal effects of hormonal fluctuations on human motor and perceptual-spatial skills. *Behav Neurosci.* 1988;102:456-9.
- Hau M, Dominguez OA, Evrard HC. Testosterone reduces responsiveness to nociceptive stimuli in a wild bird. *Horm Behav.* 2004;46:165-70.
- Sokolnicki LA, Khosla S, Charkoudian N. Effects of testosterone and estradiol on cutaneous vasodilation during local warming in older men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2007;293:E1426-9.
- Opas EE, Gentile MA, Kimmel DB, Rodan GA, Schmidt A. Estrogenic control of thermoregulation in ERalphaKO and ERbetaKO mice. *Maturitas.* 2006;53:210-6.
- Struezel E, Cabello H, Queiroz L, Falcao MC. Análise dos fatores de risco para o envelhecimento da pele: gerais e nutricionais. *Rev Bras Nutr Clin.* 2007;22:139-45.