

## Terapia a laser de alta intensidade versus terapia a laser de baixa intensidade em Tratamento da osteoporose pós-menopáusicas

Ali Abdel Monsif Thabet\*, Mohamed Salaheldien Mohamed\*\*, Mohamed Mohamed Ibrahim Ali\*\*\* e Omar Farouk Helal\*\*\*\*

\*Departamento de Fisioterapia em Obstetrícia e Ginecologia, Faculdade de Fisioterapia, Universidade do Cairo.

\*\*Departamento de Ciências Básicas para Fisioterapia, Faculdade de Fisioterapia, Universidade do Cairo.

\*\*\*Departamento de Fisioterapia para Distúrbios Musculoesqueléticos, Faculdade de Fisioterapia, Universidade do Cairo.

Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências Médicas Aplicadas, Universidade Umm Al-Qura.

\*\*\*\*Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências Médicas Aplicadas, Universidade Umm Al-Qura.

### RESUMO

**Contexto:** Estima-se que 30% a 50% das mulheres sofrerão uma fratura osteoporótica ao longo da vida. A terapia a laser tem um efeito positivo na regeneração e cicatrização óssea, que depende dos parâmetros da própria luz, como intensidade e comprimento de onda. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi comparar o possível efeito da terapia a laser de alta intensidade (HILT) com a terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) na densidade mineral óssea (DMO) das vértebras lombares em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose. **Métodos:** Trinta mulheres pós-menopáusicas com osteoporose participaram deste estudo.

Eles foram divididos aleatoriamente em dois grupos.

O Grupo (I) consiste em 15 mulheres que receberam HILT,

o Grupo (II) consiste em 15 mulheres que receberam LLLT.

Ambos os grupos foram tratados com três sessões por

semana durante seis semanas consecutivas. A densidade

mineral óssea da coluna lombar (L1-L5) foi medida por

absorciometria de raios X de dupla energia (DXA). A

avaliação da DMO lombar foi realizada antes e após o

término das seis semanas de tratamento. **Resultados:** A

comparação do valor médio da densidade mineral óssea

mostrou que o grupo tratado com laser de alta intensidade

(Grupo I) apresentou um valor estatisticamente superior ( $p <$

0,05) em comparação ao grupo tratado com laser de baixa

intensidade (Grupo II) ao final do tratamento. **Conclusão:** O

laser é um método eficaz que pode ser utilizado no tratamento

da osteoporose para melhorar a densidade mineral óssea

em mulheres na pós-menopausa, sendo que este estudo

recomenda o uso de laser de alta intensidade em vez de laser de baixa intensidade.

**Palavras-chave:** Terapia a laser de alta intensidade, Terapia

a laser de baixa intensidade, Densidade mineral óssea,

Osteoporose pós-menopáusicas.

As quedas por osteoporose e as fraturas por fragilidade associadas representam um grave problema de saúde pública global. Atualmente, estima-se que 30% a 50% das mulheres e 15% a 30% dos homens sofrerão uma fratura osteoporótica ao longo da vida. Trata-se de uma epidemia silenciosa que se tornou um grande problema de saúde nos últimos anos, afetando mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo .

Existem dois tipos de osteoporose: o tipo I, devido à diminuição do acúmulo de estrogênio, que afeta o osso trabecular (especialmente o osso vertebral) e afeta mais mulheres do que homens numa proporção de 1:6; e o tipo II, osteoporose senil, que está relacionada à idade e ocorre no osso cortical e trabecular. Afeta mulheres e homens numa proporção de 2:1.24 Uma em cada três mulheres com mais de 50 anos desenvolverá a doença durante a vida, caracterizada por uma perda de 20% da massa óssea em 5 a 7 anos após a menopausa.<sup>21</sup>

Uma queda acentuada na produção de estrogênio ovariano é a principal causa da rápida perda óssea relacionada a hormônios durante a primeira década após a menopausa, como resultado de uma maior remodelação óssea, um desequilíbrio entre a formação e a reabsorção óssea e perda óssea líquida.<sup>25</sup>

O mecanismo pelo qual o estrogênio protege a massa óssea parece ser indireto, uma vez que não existem receptores de estrogênio conhecidos nos ossos. Muito provavelmente, em idades mais precoces, o estrogênio controla a taxa de reabsorção óssea por meio de seu efeito sobre o hormônio da paratireoide; uma vez que os níveis de estrogênio diminuem, a reabsorção ocorre em uma taxa muito mais rápida.<su

A baixa massa óssea só pode ser diagnosticada através da medição da densidade mineral óssea (DMO) por diversas técnicas, sendo o padrão ouro a absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA). A avaliação da DMO confirma o diagnóstico e detecta a doença em indivíduos assintomáticos.

### INTRODUÇÃO

**O** A osteoporose foi definida como uma doença esquelética sistêmica caracterizada por pela baixa massa óssea e deterioração microarquitetural do tecido ósseo, levando ao aumento da fragilidade óssea e consequente aumento do risco de fratura<sup>17,22</sup>

estado, prevê chances de fraturas futuras e também é útil para monitorar a resposta à terapia. A baixa densidade óssea tem sido usada para prever o risco de fraturas, bem como para diagnosticar osteoporose<sup>6,11</sup>.

Um grupo de trabalho da Organização Mundial da Saúde propôs que a osteoporose seja diagnosticada em estudos epidemiológicos quando a densidade mineral óssea for 2,5 desvios padrão (DP) ou mais abaixo da média para mulheres jovens adultas saudáveis na coluna, quadril ou punho (correspondendo a um escore T  $\bar{y}$  -2,5). Para cada 1 desvio padrão abaixo da média, o risco de fratura praticamente dobra.<sup>26,33</sup>

A sigla "laser" significa "amplificação da luz por emissão estimulada de radiação". Os lasers são amplificadores de ondas eletromagnéticas que podem produzir feixes de ondas eletromagnéticas finos e estreitos com propriedades especiais. Os primeiros lasers médicos, desenvolvidos nas décadas de 1960 e 1970, eram relativamente potentes e utilizavam a concentração de energia em um feixe minúsculo e estreito para destruição e coagulação de tecidos.

Alguns efeitos benéficos foram observados em locais adjacentes ao tecido coagulado, onde foi aplicada baixa energia. Isso levou ao uso terapêutico do laser de baixa energia<sup>31</sup>. A terapia com laser de baixa intensidade (LLLT) ocorre com baixas intensidades de radiação, com uma potência de até 500 miliwatts (mW), que têm demonstrado efeitos estimulantes, anti-inflamatórios e analgésicos<sup>1,4</sup>.

O laser altera as funções celulares ao modificar a comunicação intercelular de uma forma que depende dos parâmetros da própria luz, como comprimento de onda e coerência.

A luz laser afeta a cadeia respiratória mitocondrial, aumentando a atividade de certas enzimas, como a citocromo oxidase e a adenosina trifosfatase (ATP)<sup>2</sup>.

Também aumenta a síntese de ácido desoxirribonucleico (DNA), a produção de colágeno e pró-colágeno, e pode aumentar a proliferação celular e as características locomotoras das células<sup>16</sup>.

A irradiação com laser de baixa energia tem efeitos positivos na consolidação de fraturas ósseas. Os mecanismos pelos quais a irradiação com laser de baixa energia afeta a consolidação óssea ainda não estão claros<sup>7,16</sup>. O laser de hélio-neônio (He-Ne) acelerou a deposição da matriz óssea e

O aumento alterou a população de células osteoblásticas e osteoclastais, melhorou a cicatrização de fraturas em estudos com animais<sup>17</sup> e aprimorou a regeneração óssea<sup>13</sup>. Além disso, descobriu-se que a LLLT pode acelerar a formação óssea aumentando a atividade<sup>3</sup> e a vascularização<sup>3</sup>.

organização, osteoblástica de fibras de colágeno e níveis de ATP<sup>8</sup>.

A terapia a laser de alta intensidade (HILT) foi introduzida no campo da fisioterapia há relativamente pouco tempo e essa tecnologia está em constante evolução, tendo sido aprovada pelo FDA em 2004. O laser de neodímio-ítrio-alumínio-granada (Nd:YAG) pulsado de alta potência opera com altas potências de pico e é capaz de atingir e estimular órgãos de difícil acesso para lasers clássicos, como as grandes e/ou profundas articulações<sup>34</sup>. Atualmente, o uso do laser Nd:YAG pulsado tem se difundido na terapia da dor com excelentes resultados<sup>27</sup>. Existem estudos que descrevem os efeitos anti-inflamatórios, antiedematos e analgésicos do laser Nd:YAG, justificando, assim, seu uso na terapia da dor<sup>29,32</sup>.

Até onde sabemos, nenhum estudo até o momento investigou os efeitos da terapia com laser de alta intensidade (HILT) na densidade mineral óssea (DMO) das vértebras lombares em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose. O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da HILT com o da terapia com laser de baixa intensidade (LLLT) na DMO das vértebras lombares em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose

## ASSUNTOS, MATERIAIS E MÉTODOS

### Assuntos

Trinta mulheres pós-menopáusicas consecutivas foram recrutadas nos hospitais Kaser El-aini e Ain Shams, no Cairo.

Egito. A DEXA foi utilizada para diagnosticar osteoporose em vértebras lombares sem evidência de fraturas por compressão vertebral.

A idade das participantes variava entre 51 e 60 anos (para evitar a inclusão de pacientes idosas com múltiplos problemas médicos), sem histórico de câncer, doença renal, gastrectomia, doença óssea metabólica ou qualquer condição (como distúrbio neurogênico, miopático ou do tecido conjuntivo) que pudesse causar osteoporose secundária. As mulheres não faziam uso de nenhum tipo de suplemento alimentar.

Medicamentos associados à perda óssea acelerada (esteroides) ou quaisquer medicamentos que afetem o metabolismo ósseo (estrogênio, cálcio, vitamina D). Índice de massa corporal não superior a 30 kg/m<sup>2</sup>, não fumantes, com paridade de 1 a 3 vezes e estilo de vida sedentário, sem participação em qualquer treinamento físico durante o estudo, além de menopausa natural há pelo menos 1 ano antes da entrada no estudo e sem histórico de ooforectomia. Todas as mulheres receberam uma explicação completa do protocolo de tratamento e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, concordando com a participação e a publicação dos resultados. O estudo foi aprovado pelo conselho departamental.

Os participantes foram aleatoriamente alocados em dois grupos: o Grupo (I) consiste em 15 participantes com densidade mineral óssea (DMO) nas vértebras lombares abaixo do nível normal. Cada participante com osteoporose recebeu terapia de alta intensidade com laser (HILT). O Grupo (II) consiste em 15 participantes com DMO nas vértebras lombares abaixo do nível normal. Cada participante com osteoporose recebeu terapia com laser de baixa intensidade (LLLT). A randomização foi realizada simplesmente pedindo ao paciente que escolhesse um pedaço de papel onde estava escrita a letra (A) ou (B). (A) representava o grupo (I), que recebeu laser de alta intensidade, enquanto (B) representava o grupo (II), que recebeu laser de baixa intensidade.

**Instrumentação (I)**

Absorciometria de raios X de dupla energia (DXA); o modelo QDR-1000W, da Hologic, Inc., Waltham, MA, foi utilizado para a avaliação qualitativa da densidade mineral óssea (DMO) nos corpos vertebrais da coluna lombar em ambos os grupos. Trata-se de um exame de imagem que mede a densidade óssea (a quantidade de mineral ósseo contida em um determinado volume de osso) através da passagem de raios X com dois níveis de energia diferentes pelo osso. É utilizado para diagnosticar a osteoporose por meio da medição da DMO.

(2) Terapia a laser de alta intensidade (HILTERAPIA) (ASA Itália): foi utilizada para administrar terapia a laser de alta intensidade. Foi reconhecida e aprovada pelo FDA (Food and Drug Administration, EUA) em 2004. O aparelho ofereceu as seguintes opções: (Nd:YAG), com emissão pulsada (1064 nm), potências de pico muito altas (1-3 KW), conteúdo de energia elevado (150 - 350 mJ), alta densidade de energia (810-1780 mJ/cm<sup>2</sup>), curta duração (120-150 µs), baixa frequência (10-40 Hz), ciclo de trabalho de cerca de 0,1%.

(3) Terapia com Laser de Baixa Intensidade (LEVELASER M300D); Os lasers utilizados para o tratamento foram lasers contínuos vermelhos e lasers pulsados infravermelhos com comprimentos de onda de (632,8 - 904 nm) e densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup>. O LEVELASER M300D é um laser de diodo infravermelho que fornece potências de 1000 mW CW a 3000 mW CW.

O aparelho ofereceu as seguintes opções: laser He-Ne 632,8 nm, potência mínima de 12 mW; laser He-Ne e infravermelho (IR) 904 nm, potência mínima de 22/35 mW; laser He-Ne e IR2 780-870 nm, potência mínima de 1 W.

#### Procedimentos

A. Avaliação: Inicialmente, um teste de triagem, incluindo anamnese cuidadosa e exame ginecológico, foi realizado em cada participante antes de sua inclusão neste estudo. Em seguida, a densidade mineral óssea (DMO) da coluna lombar (L1-L5) foi medida por densitometria DXA. A avaliação da DMO lombar foi realizada antes e após o término de seis semanas de tratamento.

B. Tratamento: Todos os participantes deste estudo receberam três sessões por semana, durante seis semanas consecutivas. O procedimento de tratamento foi explicado a todos os participantes. A pele foi limpa com álcool. Durante a irradiação, a posição dos participantes foi a mesma para ambos os grupos (posição de decúbito ventral com um travesseiro sob o abdômen). Os olhos tanto do paciente quanto do operador devem ser protegidos por óculos de proteção em todos os momentos, e o feixe de laser nunca deve ser direcionado aos olhos. O laser foi aplicado nas vértebras lombares (L1-5) utilizando os seguintes parâmetros: Para o grupo I: recebeu HILT (Nd:YAG), com emissão pulsada (1064 nm). Potências de pico muito elevadas (1-3 KW), conteúdo energético elevado (150 - 350 mJ), níveis elevados de fluência (densidade de energia) (810-1780 mJ/cm<sup>2</sup>), Duração breve (120-150 µs), baixa frequência (10-40 Hz), ciclo de trabalho de cerca de 0,1%. A técnica de aplicação para este grupo foi a varredura com energia total de 4000 joules.

A terapia HILT foi administrada em duas fases distintas: fase inicial e fase final. Na fase inicial, foram realizadas três subfases de varredura manual rápida (a cada 10 cm, a varredura durava cerca de 1,5 segundo) na região lombar, com fluências crescentes (710-910-1530 mJ/cm<sup>2</sup>) e frequências decrescentes (30-20-15 Hz), totalizando uma energia de 2000 joules. Na fase final, foram realizadas três subfases de varredura lenta (a cada 10 cm, a varredura durava cerca de três segundos).

segundo) com fluências crescentes (710-910-1530 mJ/cm<sup>2</sup>) e frequências decrescentes (30-20-15 Hz) com energia total de 2000 joules atingiu a região lombar. As varreduras podem ser longitudinais e transversais à estrutura anatômica a ser tratada, idealmente seguindo um caminho em linha reta<sup>28</sup>.

Para o grupo II: a terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) foi aplicada nas vértebras lombares (L1-5). As características do feixe de laser incluíam: laser He-Ne e infravermelho com comprimento de onda de 904 nm; frequência de 3000 Hz; potência de saída de 25 mW; diâmetro do feixe de 1,5 mm. A técnica de aplicação para este grupo foi a varredura automática com densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup>.

O escaneamento a laser da região lombar é realizado ajustando a área escaneada com modulação de amplitude e frequência, tanto na horizontal quanto na vertical. A posição da cabeça do laser é controlada por dois motores servo e pode ser girada verticalmente em um ângulo de 110°. A emissão do laser é vertical, partindo da parte inferior da cabeça; o feixe de laser é pontual e pode realizar escaneamento horizontal ou vertical em um ângulo de 30° (±15°). A unidade de laser calcula automaticamente o tempo de terapia com base na área a ser tratada e na densidade de energia a ser transferida.

**Medida de resultado**

A densidade mineral óssea (DMO) foi coletada na coluna lombar utilizando DEXA para ambos os grupos antes do tratamento e ao final do tratamento, após seis semanas.

#### Análise dos

**dados:** Os dados foram analisados utilizando o teste t pareado para comparar os valores pré e pós-teste. O teste t não pareado foi utilizado para comparar os dois grupos nos momentos p

O nível de significância foi definido em 0,05 para todos os testes.

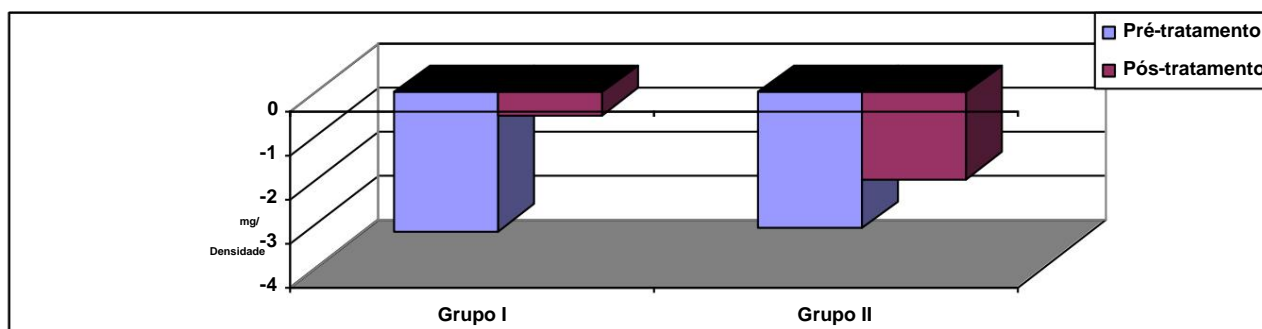
### RESULTADOS

Antes do tratamento, o valor médio da DMO no grupo (I) foi de (3,2 ± 0,254) mg/cm<sup>2</sup>, enquanto que, após o tratamento, o valor médio da DMO foi de (-0,53 ± 1,17) mg/cm<sup>2</sup>. Lá Houve um aumento altamente significativo (P>0,0001) na densidade mineral óssea em resposta à HILT. Enquanto no grupo (II), constatou-se que o valor médio da DMO antes do tratamento era (-3,13 ± 0,23), enquanto o valor médio da DMO foi de (-2 ± 1,95) mg/cm<sup>2</sup>. Houve um aumento significativo (P >0,05) na densidade mineral óssea em resposta à LLLT, conforme observado na tabela (1) e na figura (1).

**Tabela (1): Valores médios pré e pós-tratamento e diferença média da DMO dos dois grupos (I) e (II).**

		Pré-tratamento	Diferença média pós-tratamento	-0,533	1,172	Valor t	Valor p	Significado
Grupo (I)	Significar	-3,200	-2,000	-2,667		-8,270	<0,0001	Altamente significativo
	SD	0,254	1,946					
Grupo (II)	Significar	-3,133		-1,333		-2.200	0,045	Significativo
	SD	0,229						

DP: Desvio Padrão



**Figura (1): Valores médios de DMO pré e pós-tratamento entre os dois grupos (I) e (II).**

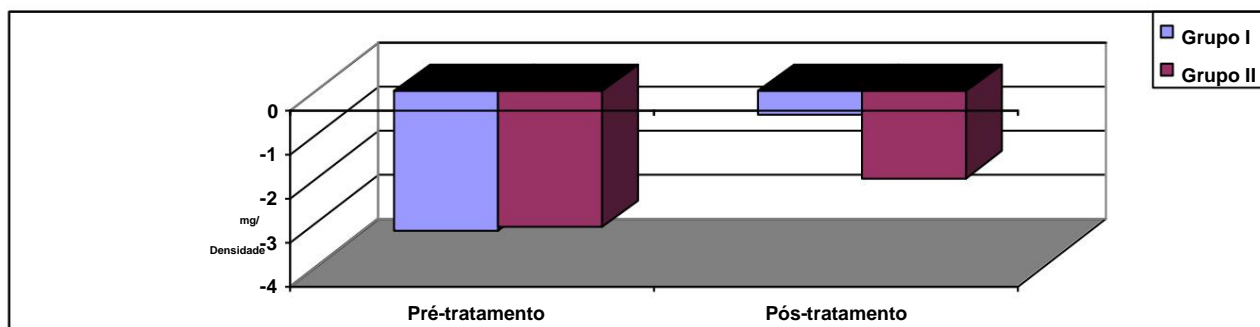
A comparação entre o valor médio da DMO pré-tratamento para o grupo (I) e o grupo (II) não revelou diferenças estatisticamente significativas ( $P > 0,05$ ).

O valor da densidade mineral óssea mostrou que o Grupo (I) apresentou diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) quando comparado ao Grupo (II) após o procedimento.

**Tabela (2): Comparação entre os valores médios pré e pós da densidade óssea entre os dois grupos (I e II).**

		Grupo (I)	Grupo (II)	Diferença Média	-3,133	0,229	-2,000	Valor t	Valor p	Significado
Pré-tratamento	Significar	-3,200	1,946							Não Significativo
	SD	0,254			-0,07			0,122	-0,807	
Pós-tratamento	Significar	-0,533								Significativo
	SD	1,172			-1,467			2,837	0,038	

DP: Desvio Padrão



**Figura (2): Comparação entre os valores médios pré e pós da densidade óssea entre os dois grupos (I e II).**

## DISCUSSÃO

A osteoporose é uma epidemia silenciosa que se tornou um grande problema de saúde nos últimos anos, afetando mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo. Uma em cada três mulheres com mais de 50 anos desenvolverá a doença durante a vida. A perda de 20% da massa óssea em 5 a 7 anos é considerada um fator de risco para o desenvolvimento de fraturas. Nos últimos anos, a osteoporose tornou-se um problema de saúde pública, com a prevalência aumentando rapidamente. A perda de 20% da massa óssea em 5 a 7 anos após a menopausa é observado<sup>21</sup>.

Os resultados do presente estudo mostraram que houve diferença significativa entre o valor médio da DMO antes e depois do tratamento.

LLLT. Sugere-se que a LLLT possa influenciar o processo de cicatrização ao afetar várias respostas teciduais, como fluxo sanguíneo, fluxo linfático, inflamação, proliferação celular e diferenciação.<sup>3</sup>

Os resultados do presente estudo concordam com Ninomiya et al.<sup>23</sup>, que mencionaram que a irradiação a laser de baixa energia tem efeitos positivos na consolidação de fraturas ósseas. Constatou-se que o efeito da terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) consiste na redução do tempo de consolidação após a colocação do implante e na melhora da regeneração óssea, um processo fisiológico muito complexo e influenciado por uma série de fatores semelhantes.

reações bioquímicas, hormonais, patológicas e por células esqueléticas<sup>13</sup>.

Pesquisadores estudaram a cicatrização óssea após irradiação a laser utilizando métodos histológicos, histoquímicos e radiográficos.

Esses estudos demonstraram resultados mistos, com alguns observando uma aceleração de

cicatrização de fraturas<sup>5</sup>, enquanto outros relataram cicatrização tardia de fraturas após irradiação a laser de baixa intensidade<sup>5</sup>.

Nos últimos anos, os estudos realizados por Kandra et al.<sup>15</sup> demonstraram que a terapia com laser de baixa intensidade estimula o implante ósseo.

A análise histomorfométrica dos grupos tratados demonstrou um maior contato osso-implante do que os grupos controle.<sup>13,15</sup> Renno et al.<sup>28</sup> investigaram os efeitos da LLLT (infravermelho, 830 nm) nas propriedades ósseas e na resistência óssea de fêmures de ratas após ovariectomia. A irradiação a laser foi iniciada 1 dia após a operação e realizada três vezes por semana, durante 2 meses. Os resultados indicaram que a LLLT foi capaz de prevenir a perda óssea em ratas.<sup>28</sup>

Khandra et al.<sup>14</sup> demonstraram que a LLLT tem a capacidade de estimular a adesão e a proliferação de células semelhantes a osteoblastos humanos cultivadas em material de implante de titânio.

indicando que a LLLT pode modular a atividade das células que circundam o material do implante<sup>14</sup>. Márquezet et al.<sup>18</sup> avaliaram histologicamente o efeito da fotobiomodulação a laser na reparação de defeitos cirúrgicos no fêmur de ratos preenchidos com osso bovino liofilizado. O resultado mostrou que houve evidência histológica de melhor deposição de fibras de colágeno nos estágios iniciais da cicatrização; aumento da quantidade de trabéculas ósseas bem organizadas ao final do período experimental nos animais irradiados.<sup>18</sup>

A aplicação de lasers de alta potência na fisioterapia é bastante recente. Isso se deve ao desenvolvimento de instrumentos que permitem o controle de processos fototérmicos e fotomecânicos para obter efeitos terapêuticos sem danificar os tecidos. Em particular, o laser Nd:YAG pulsado comprovou sua versatilidade e eficácia no tratamento de diversas doenças musculoesqueléticas e acredita-se que possua efeitos anti-inflamatórios, antiedematosos, analgésicos e também reparadores. A interação entre o tecido e a radiação laser altera a mecânica do microambiente celular, atuando sobre as células como um estresse mecânico.

Os resultados do presente estudo mostraram que houve diferença significativa entre o valor médio da densidade mineral óssea (DMO) pré e pós-tratamento no grupo de terapia a laser de alta intensidade, e houve diferença significativa entre o valor médio da DMO pós-tratamento entre os dois grupos, em favor da HILT. Isso pode ser devido à radiação da HILT, que envolve a absorção de luz por cromóforos, aumentando a reação oxidativa mitocondrial e a produção de ATP, ácido ribonucleico (RNA) ou DNA (efeitos fotoquímicos), resultando no fenômeno de estimulação tecidual (efeitos fotobiológicos)<sup>34</sup>.

Conclusão: O

laser é um método eficaz para o tratamento da osteoporose e para a melhoria da densidade mineral óssea em mulheres na pós-menopausa. Este estudo recomenda o uso da terapia a laser de alta intensidade (HILT) em vez da terapia a laser de baixa intensidade (LLLT).

#### REFERÊNCIAS

- 1- Aimbire, F., Albertini, R. e Pacheco, MTT: A terapia com laser de baixa intensidade induz dose-  
redução dependente dos níveis de TNF  $\gamma$  na inflamação aguda. *Photomed Laser Surg.*, 24: 33-37, 2006.
- 2- Bashardoust, TS, Macdermid, JC, Houghton, P. e Grewal, R.: Efeitos da irradiação a laser de baixa potência na cicatrização óssea em animais: uma meta-análise. *J Orthop Surg Res.*, 5: 1, 2010.
- 3- Boeriu, S.: Os efeitos da terapia a laser de baixa intensidade na osseointegração de implantes dentários. *Acta Medica Marisiensis*, 56(6): 2010.
- 4- Chow, RT, Barnsley, L., Heller, GZ e Siddall, PJ: Eficácia do laser de 300mW, 830nm no tratamento da dor cervical crônica: um levantamento em um ambiente de prática geral. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 11(3): 13-21, 2003.
- 5- David, R., Nissan, M., Cohen, I. e Soudry, M.: Efeito do laser He-Ne de baixa potência na consolidação de fraturas em ratos. *Lasers in Surgery and Medicine*. 19: 458-464, 1996.
- 6- Finkelstein, JS: Osteoporose. Em: Goldman L, Auseillo N, editores. *Cecil Textbook of Medicine*. 22ª ed. Filadélfia: Saunders. 1547-1555, 2004.
- 7- Garavello, I., Baranauskas, V. e da Cruz-Hofling, MA: Os efeitos da irradiação a laser de baixa intensidade na angiogênese em tíbias de ratos lesionadas. *Histol Histopathol.*, 19(1): 43-48, 2004.
- 8- Garavello-Freitas, I., Baranauskas, V. e Joazeiro, P.: A irradiação a laser de baixa potência melhora os parâmetros histomorfométricos e a organização da matriz óssea durante a cicatrização de feridas na tíbia em ratos. *J. Photochem. Photobiol.*, 70: 81-89, 2003.
- 9- Gordjestani, M., Dermaut, L. e Thierens, H.: Laser infravermelho e metabolismo ósseo: um estudo piloto. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 23(1): 54-56, 1994.
- 10- Guzzardella, GA, Fini, M., Torricelli, P., Giavaresi, G. e Giardino, R.: Estimulação a laser na cicatrização de defeitos ósseos: um estudo in vitro. *Lasers Med Sci.*, 17(3): 216-220, 2002.
- 11- Johnson, NK, Clifford, T. e Smith, KM: Compreendendo os fatores de risco, rastreamento e tratamento da osteoporose pós-menopáusia. *Ortopedia*. 31: 676-680, 2008.
- 12- Kanis, JA, McCloskey, EV, Johansson, H., Oden, A., Melton, LJ e Khaltsev, NA: Padrão de referência para a descrição da osteoporose. *Ossos*. 42: 467-475, 2008.
- 13- Khadra, M., Kasem, N., Haanaes, HR, Ellingsen, JE e Lyngstadaas, SP: Melhoria da formação óssea em defeitos ósseos da calvária de ratos usando terapia com laser de baixa intensidade. *Cirurgia Oral, Medicina Oral, Patologia Oral, Radiologia Oral, Endodontia*, 97(6): 693-700, 2004.

- 14- Khadra, M., Lyngstadaas, SP, Haanaes, HR e Mustafa, K.: Efeito da terapia a laser na adesão, proliferação e diferenciação de células semelhantes a osteoblastos humanos cultivadas em material de implante de titânio. *Biomaterials*. 26(17): 3503-3509, 2005.
- 15- Khadra, M., Rønold, HJ, Lyngstadaas, SP, Ellingsen, JE e Haanaes, HR: A terapia com laser de baixa intensidade estimula a interação osso-implante: um estudo experimental em coelhos. *Clin Oral Implants Res.*, 15(3): 325-332, 2004.
- 16- Koutna, M., Janisch, R. e Veselska, R.: Efeitos da irradiação a laser de baixa potência na proliferação celular. *Scripta Medica.*, 76(3): 163-172, 2003.
- 17- Madhuri, V. e Reddy, MK: Osteoporose em mulheres indianas pós-menopáusicas – Um estudo de caso-controle. *Journal of the Indian Academy of Geriatrics*. 6: 14-17, 2010.
- 18- Márquez Martínez, ME, Pinheiro, AL and Ramalho, LM: Effect of IR laser photobiomodulation on the repair of bone defects grafted with organic bovine bone. *Lasers Med Sci.*, 23(3): 313-317, 2008.
- 19- Meiyanti, FK: Epidemiologia da osteoporose em mulheres pós-menopáusicas com idades entre 47 e 60 anos. *Univ Med*. 29:169-176, 2010.
- 20- Monici, M., Cialdai, F., Fusi, F., Romano, G. e Pratesi, R.: Efeitos do laser Nd:YAG pulsado em nível molecular e celular. Um estudo baseado na edição especial da revista *Hiliterapia Internacional de informação e cultura científica, anais do Encontro Internacional de Hiliterapia - Veneza*, 2008.
- 21- Nelson, HD, Helfand, M., Woolf, SH e Allan, JD: Rastreamento da osteoporose pós-menopáusicas: um resumo das evidências. *Ann Interna Médica*. 137(6): 529-541, 2002.
- 22- Nikander, SH, Heinonen, A., Daly, RM, Uusi-Rasi, K. e Kannus, P.: Exercício direcionado contra a osteoporose: uma revisão sistemática e meta-análise para otimizar a resistência óssea ao longo da vida. *BMC Medicine*. 8: 47, 2010.
- 23- Ninomiya, T., Miyamoto, Y., Ito, T., Yamashita, A., Wakita, M. e Nishisaka, T.: A irradiação a laser pulsado de alta intensidade acelera a formação óssea na metáfise. *Osso trabecular no fêmur de rato. J Bone Miner Metab.*, 21(2): 67-73, 2003.
- 24- Nolte, P., Klein-Nulend, J., Albers, G., Marti, R., Semeins, C., Goei, S. e Burger, E.: Ultrassom de baixa intensidade estimula a ossificação endocondral in vitro. *J Orthop Res*. 19: 301-307, 2001.
- 25- Ondrak, KS e Morgan, DW: Atividade física, ingestão de cálcio e saúde óssea em crianças e adolescentes. *Medicina Esportiva*. 37: 587-600, 2007.
- 26- Parvezb, T.: Osteoporose pós-menopáusicas. *JK-Practitioner*. 11(4): 281-283, 2004.
- 27- Pires Oliveira, DA, de Oliveira, RF, Zangaro, RA and Soares, CP: Evaluation of low-level laser therapy of osteoblastic cells. *Photomed Laser Surg.*, 26(4):401-404, 2008.
- 28- Renno, AC, de Moura, FM, dos Santos, NS, Tirico, RP, Bossini, PS e Parizotto, NA: Efeitos da luz laser de 830 nm na prevenção da perda óssea após ovariectomia. *Photomed Laser Surg.*, 24(5): 642-645, 2006.
- 29- Saggini, R., Bellomo, RG e Cancelli, F.: Hiliterapia e síndromes de dor crônica no tornozelo. *Energia para a Saúde. Resumo*, 3(3): 22-25: 38, 2009.
- 30- Saracino, S., Mozzati, M., Martinasso, G., Pol, R., Canuto, RA e Muzio, G.: A irradiação a laser superpulsado aumenta a atividade dos osteoblastos por meio da modulação de fatores morfogenéticos ósseos. *Lasers Surg Med.*, 41(4): 298-304, 2009.
- 31- Val Robertson, Alex Ward, John Low e Ann Reed: *Eletroterapia Explicada. Princípios e Prática*. Butterworth-Heinemann; 4ª edição: 472-475, 2006.
- 32- Viliani, T., Ricci, E., Mangone, G., Graziani, C. e Pasquetti, P.: Efeitos da Hiliterapia vs. Viscosuplementação em pacientes com osteoartrite do joelho: um ensaio clínico randomizado e controlado. *Energia para a Saúde*. (3): 14-17, 2009.
- 33- Organização Mundial da Saúde. Índice de massa corporal apropriado para populações asiáticas e suas implicações para políticas e estratégias de intervenção. *The Lancet*. 363:157-163, 2004.
- 34- Zati, A. e Valent, A.: Laserterapia em medicina. In: *Terapia Elsica: Nova Tecnologia em Medicina Riabilitativa*. Edições Minerva Médica, 162-185, 2006.

## Resumo em árabe

**Laser intermitente de alta intensidade versus laser de baixa intensidade  
No tratamento da osteoporose em mulheres pós-menopáusicas**

Este estudo foi conduzido para determinar a eficácia do laser intermitente de alta intensidade versus laser de baixa intensidade no tratamento da osteoporose em mulheres pós-menopáusicas. Trinta mulheres participaram deste estudo e foram divididas em dois grupos (A e B). Elas foram tratadas durante seis semanas, As seguintes medições foram realizadas no Grupo A foi tratado com laser de alta intensidade, enquanto o Grupo B foi tratado com laser de baixa intensidade. Os casos foram avaliados antes e depois do tratamento por meio de densitometria óssea de dupla energia (DEXA). Os resultados deste estudo confirmaram a eficácia do tratamento com laser intermitente de alta e baixa intensidade no aumento da densidade óssea na região lombar de mulheres na pós-menopausa. Os resultados mostraram uma diminuição estatisticamente significativa na densidade óssea no Grupo A em comparação com o Grupo B. Assim, podemos concluir que o tratamento com laser

o tratamento com laser de baixa intensidade. intermitente de alta intensidade foi mais eficaz do que

Palavras-chave: Laser pulsado de alta intensidade (HIPL), Laser pulsado de baixa intensidade (LIPL), Densidade óssea, Osteoporose, Menopausa