

**Antonio Eduardo de Aquino Junior
Vanderlei Salvador Bagnato**

COLABORADORES

**Cynthia Ap. de Castro, Stephanya Covas da Silva,
Guilherme T. Okada, Fernanda Mansano Carbinatto,
Tiago Zuccolotto Rodrigues, Vanessa Garcia,
Dalila Menezes Ferreira, Bruno Pereira de Oliveira,
Fátima Maria Mitsue Yasuoka,
Jarbas Caiado de Castro Neto**

**COMPREENSÃO
E
TRATAMENTO**

FIBROMIALGIA

**REALIZADO POR PESQUISADORES DA USP
DE SÃO CARLOS E COLABORADORES**

**INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

6. Tratamento da Fibromialgia com alta tecnologia: O tratamento Fotossônico - Laser e Ultrassom

Antonio Eduardo de Aquino Junior^{1,2,3}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo

²Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos

³Unidade de Terapia Fotodinâmica, Santa Casa de São Carlos

HISTÓRICO

Quando falamos sobre histórico, podemos falar da doença, do equipamento, da pesquisa, dos resultados. Aqui convido você a falar sobre tudo, mas de uma maneira diferente. Uma compreensão diferenciada que a cada dia possibilita que nosso “Norte” seja ampliado, uma visão sistêmica da questão, que vai muito além do que está estabelecido, do que é realizado e preconizado como padrão de tratamento da Fibromialgia. Quando falamos em padrão, compreendemos como algo que está pronto e é meramente utilizado como uma “receita de bolo”. Na verdade, o que é um padrão observado para o tratamento da Fibromialgia hoje são inúmeros medicamentos, em dosagens diversas, exercício, melhora dos hábitos nutricionais, fisioterapia tradicional, dentre outros tratamentos que não são a cura. Hoje, novembro de 2023, não há a cura da Fibromialgia. Hoje o que se tem são tratamentos que ajudam o paciente, uns mais, outros menos.

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

Bom, nosso livro iniciou falando do que é a Fibromialgia. Nossa compreensão vai muito além da questão da dor incapacitante, abrangendo uma grande sintomatologia, algo sistêmico. Daí o grande problema: Como tratar uma doença com dores difusas e migratórias, que geram inúmeros sintomas e que muda a vida no seio familiar, social e profissional?

A resposta que nos mostra uma grande oportunidade de tratamento parte da área tecnológica e que foi desenvolvida por uma universidade brasileira. A Universidade de São Paulo, por meio do Instituto de Física de São Carlos é um grande centro de referência para o desenvolvimento de novas tecnologias para a Saúde. Graças a laboratórios específicos, como Laboratório de Apoio Tecnológico (LAT) e Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIEPO), torna-se possível o desenvolvimento de protótipos que podem vir a se tornar novas tecnologias no mercado. Tudo isso sobre a orientação do professor Dr. Vanderlei Salvador Bagnato, professor titular do Instituto de Física de São Carlos (USP) e professor do Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade do Texas A&M, nos Estados Unidos. Toda essa capacidade de desenvolvimento precisa ser testada de forma adequada. Assim, um convênio iniciado em 2015 possibilitou a criação de um espaço em local de referência para o desenvolvimento de estudos clínicos. A Unidade de Terapia Fotodinâmica, parceria entre o Instituto de Física de São Carlos (USP) e Santa Casa de Misericórdia de São Carlos já realizaram dezenas de projetos de pesquisa e atenderam mais de 4.000 pessoas nas mais diversas abrangências destes projetos. A unidade, idealizada e pelo professor Vanderlei é coordenada pelo Dr. Antonio Eduardo de Aquino Junior, pesquisador do Instituto de Física de São Carlos (USP) e membro do Comitê de Ética em Pesquisa, da própria Santa Casa. Assim, para maior validação dos trabalhos, todos os projetos são aprovados previamente

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

junto ao Comitê de Ética em Pesquisa, seguindo o fluxo natural da pesquisa.

Mas vamos falar do que faz a diferença? Na última década como a ser desenvolvido um novo conceito no uso de tecnologias já existentes, mas de modo a atuarem unidas, combinadas. Assim nasceu o único equipamento no mundo que faz a emissão ao mesmo tempo de Laser e Ultrassom. Este equipamento, chamado nos primeiros artigos publicados de ULTRALASER, recebeu o nome comercial de RECUPERO®, e é comercializado pela empresa MMOptics. Tal equipamento mostrou-se extremamente eficaz, tratando não apenas a Fibromialgia, mas uma quantidade enorme de dores e doenças crônicas, mostrando versatilidade e muito potencial, deixando as versões de emissão única, ou seja, equipamentos que fazem a emissão de somente Laser ou somente Ultrassom, completamente obsoletos. Neste capítulo vamos abordar um pouco do que o laser e o ultrassom fazem, mas também de sua ação combinada, do resultado na Fibromialgia e sua compreensão.

O LASER

O Laser promove reações fotobiológicas, as quais ocorrem mediante a absorção de um comprimento de onda específico por uma biomolécula fotorreceptora, chama de cromóforo, a qual está presente no interior de diferentes estruturas celulares, como as mitocôndrias, núcleo celular e membrana. Um fato importante é que cada biomolécula se diferencia de outras em seu espectro de absorção¹. Ao absorver o fóton, elas alcançam um estado de excitação eletrônica, sofrendo reações químicas e modulando as atividades celulares². Mediante isso, ocorrem efeitos fotobiológicos que podem ser classificados como eventos primários e secundários, sendo os primeiros aqueles que ocorrem a curto prazo em alguns minutos após a

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

irradiação, enquanto os secundários são eventos de longo prazo, com observação em horas ou dias após a irradiação³.

Estabelece-se que a gama de eventos primários, tanto fotoquímicos como fotofísicos, ocorram no interior da mitocôndria. Nela, a enzima citocromo C oxidase, que é um fotorreceptor presente nas mitocôndrias, mais precisamente na unidade IV da cadeira de transportadora de elétrons mitocondrial, absorve energia do espetro de luz vermelho e infravermelho e através de processos fotoquímicos realiza uma mudança do estado redox e aceleração da taxa de transferência de elétrons na cadeia respiratória, possibilitando em um aumento da produção de energia (ATP), geração de oxigênio singlete (1O_2), espécies reativas de oxigênio (ROS), de ânions superóxidos, além de aumentar o potencial de membrana mitocondrial (MMP) e o oxigênio molecular⁴.

Os eventos secundários são ligados à modulação da síntese de DNA e RNA no núcleo celular, implicado no aumento da mitose celular e na síntese de proteínas, mudanças na permeabilidade e na despolarização da membrana celular e alcalinização do citoplasma³. Além disso, ocorre a modulação da dor e de processos inflamatórios, promovendo redução da velocidade de condução nervosa e do potencial de ação, reduzindo a sensibilização periférica pela inibição direta de terminais aferentes primários⁵.

O ULTRASSOM

O ultrassom é um dos recursos eletrofísicos da fisioterapia mais utilizados no tratamento de dor aguda e crônica de lesões musculoesqueléticas e de tecidos moles. Os efeitos físicos do recurso nos tecidos podem ser térmicos e não térmicos mediante a forma de emissão da onda, sendo possível contínuo ou pulsado. Quando utilizado no modo contínuo, o efeito térmico acontece em razão da constante vibração e atrito entre as moléculas, promovendo o aumento da taxa metabólica do tecido e consequente aumento

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

temporário da extensibilidade das fibras de colágeno como os tendões, ligamentos e cápsulas articulares. Ainda ocorre o aumento da circulação, o que possibilita as reduções da dor e espasmo muscular, além da melhora da cicatrização tecidual⁶.

No entanto, quando utilizado o modo pulsado, há redução do efeito térmico em razão dos intervalos de pulso, gerando cavitação estável. Na cavitação estável, as microbolhas formadas oscilam em um feixe estável, gerando aumento ou diminuição do seu volume⁷, podendo alterar a estrutura, função e permeabilidade das membranas celular para os íons cálcio e sódio, agindo diretamente junto ao reparo tecidual, redução da dor e controleda inflamação⁸.

LASER E ULTRASSOM CONJUGADOS

A ação sinérgica de recursos como Laser e Ultrassom, permitem uma nova abordagem de tratamento não invasivo para Fibromialgia em trabalhos que datam seu início em 2018. Os lasers de baixa intensidade produzem luz vermelha e infravermelha, que são absorvidas por estruturas sensíveis à luz, como a citocromo C oxidase, uma unidade da cadeia respiratória mitocondrial. Isso gera uma elevação no transporte de elétrons, no potencial de membrana da mitocôndria e na produção de adenosina trifosfato (ATP). Os canais iônicos são fotossensíveis e, ao absorverem os fótons, aumentam a concentração dos íons cálcio intracelulares.

Esses processos estimulam os efeitos anti-inflamatórios, imunomoduladores, analgésicos e de reparação tecidual⁹. Já o ultrassom, é outro método terapêutico não invasivo em que o aparelho é composto por cristais piezoelétricos. Transforma energia elétrica em energia mecânica oscilatória, utilizando correntes alternadas de alta frequência. As ondas deformam mecanicamente as moléculas dos tecidos, levando ao atrito das

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

mesmas e à produção de calor. Esses efeitos térmicos e não térmicos induzem respostas biológicas como relaxamento muscular e, assim como o laser de baixa potência, regeneração de tecidos e diminuição da inflamação¹⁰.

NAS PALMAS DAS MÃOS

Nossos trabalhos adentraram ainda mais na compreensão da Fibromialgia. Tudo começou com uma leitura muito interessante de um artigo internacional, escrito por vários autores, mas que sempre lembramos do primeiro, Phillip J. Albrecht, em 2013¹¹. O artigo trouxe uma grande descoberta do ponto de vista de mudança anatômica estrutural após a realização de uma biópsia nas palmas das mãos de pessoas saudáveis e de pessoas acometidas pela Fibromialgia. O estudo mostrou que em pacientes com Fibromialgia, há uma maior quantidade de células específicas, sensoriais que se localizam próximo aos vasos sanguíneos, do que quando comparado a pessoas que são saudáveis. Muito importante dizer a importância de um estudo padronizado. Aqui, o pesquisador definiu a chamada região hipotênar para a realização da biópsia, por motivos simples. Primeiro, padronizar a área de extração de tecido; e, segundo uma região que não posse pelos. Neste contexto precisamos reforçar aos ainda incrédulos: “Não é por que o estudo foi realizado em uma região específica da mão que apenas nessa região haveria uma diferenciação na qualidade de células com capacidade sensorial”. Assim, anatomicamente, toda a palma das mãos possui essa condição de alteração estrutural.

Desta forma e com muito empenho, estudos foram publicados em revistas internacionais, de 2018 até o presente¹²⁻¹⁹, com inúmeros colaboradores, mais de 20.000 sessões de tratamento realizadas, que já

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

ajudaram mais de 2.000 pessoas, foi possível estabelecer o modelo de aplicação nas palmas das mãos como o melhor tratamento de fisioterapia para a Fibromialgia. Um tratamento estabelecido em 10 sessões de tratamento, com pouco tempo de aplicação e com resultados comprovados e publicados, seja por divulgação de casos na mídia ou de forma científica, que podem chegar a um período extenso de dor reduzida, variando de 150 e 300 dias¹⁶, como publicado em artigo científico em 2021, publicado em depoimento junto ao site do Instituto de Física de São Carlos, também em 2021²⁰, a qual a paciente ficou 2 anos e meio sem dor e em artigo científico internacional, publicado em 2023, onde a paciente, acompanhada por 42 meses¹⁹, mostrou-se com redução de dor por todo esse período.

No entanto, vamos aqui fazer algumas considerações. O tratamento tem realmente grande efetividade, mas o resultado, tanto na redução, quanto na durabilidade varia de pessoa para pessoa, o que é considerado dentro da chamada variabilidade biológica. Isso acontece com tudo, inclusive com medicamentos. O que pode ser bom para você não necessariamente fará o mesmo efeito para outra pessoa.

DAS PALMAS DAS MÃOS PARA O CÉREBRO E MAIS...

Dentro das nossas descobertas, conseguimos avaliar a pressão intracraniana de paciente acometida pela fibromialgia, sendo possível de forma não invasiva analisar as alterações de complacência intracraniana, ou seja, a capacidade de expansão do cérebro sem causar danos¹⁷. A análise foi feita durante as sessões de tratamento (10 minutos em aplicação do tratamento Fotossônico nas mãos direita e esquerda), abrangendo um tempo de 5 minutos de repouso antes do tratamento e 5 minutos após o tratamento. Neste período, foi constatada a redução da complacência e por consequência da pressão intracraniana. Ainda, observamos a redução

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

dos sintomas de batimentos cardíacos, dores de estômago e de cabeça, além da normalização do intestino irritável. Ainda em relato, a paciente que não realizava nenhum tipo de exercício, ao final da última sessão chegou caminhando por 5 quadras. Tais detalhes são reportados no artigo publicado em 2022¹⁷ junto à Journal of Novel Physiotherapies, com fator de impacto 4.86.

Assim, hoje temos o conhecimento que, a aplicação de Laser e Ultrassom nas palmas das mãos promove a absorção da luz por meio do citocromo C oxidase, promovendo formação de mais ATP, além da ação analgésica e anti-inflamatória. Além disso, a absorção das ondas ultrassônicas, onde pela ação de cavitação das membranas, ocorrem maior permeação de íons sódio potássio e cálcio. Somando-se a isso ainda temos a ação anti-inflamatória e analgésica do ultrassom, que potencializa a mesma ação gerada pela luz.

Esses efeitos são conduzidos ao cérebro por meio de fibras do sistema nervoso que levam estes estímulos das mãos para o cérebro, a chamada via aferente. No cérebro, ocorre a modulação da pressão intracraniana, observada na redução da complacência intracraniana, como descrevemos anteriormente. Essa redução promove a modulação do centro de dor, presente do córtex pré-frontal, normalizando a sensibilidade à dor presente na fibromialgia¹⁷.

Mediante isso, observa-se a normalização do sono, uma vez que a dor deixa de ser um peso determinante no quadro do paciente. Ainda, aos poucos, são observadas a diminuição da ansiedade e melhora do quadro de depressão.

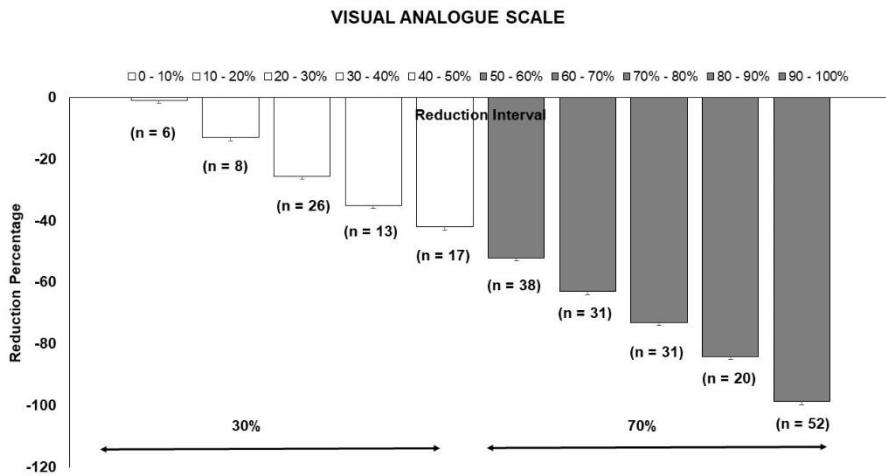
Nossas observações são ainda claras nos sintomas periféricos. Desta forma, por meio de uma nova condução do estímulo inicial realizado, onde o décimo par de nervos cranianos, o nervo Vago, transmite por meio dos sistemas parassimpático, os estímulos chegando ao coração,

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

estômago e intestino, permitindo assim, respectivamente, a bradicardia (redução de batimentos), redução da dor de estômago e normalização do intestino irritável¹⁷. Ainda, de modo a complementar o estudo citado, novos trabalhos estão sendo realizados e esperamos complementar todo conhecimento deste tratamento que faz a diferença na vida dos pacientes, potencializando o efeito dos medicamentos e devolvendo a qualidade de vida aos pacientes.

RESULTADOS OBTIDOS

A observação realizada junto ao artigo publicado em 2021^{21a}, o qual acompanhou 450 pacientes em 4.500 sessões de tratamento nos mostra a redução das dores dos pacientes. É mostrado na figura 1, que em 50% dos pacientes foram reduzidas no mínimo 70% das dores. Apenas 6 pacientes mostraram alteração mínima de até 10%.



COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

Figura 1 - Escala visual analógica de dor, a qual representa que 50% dos pacientes obtiveram redução de 70% das dores. Fugura original reproduzida do artigo “The Laser and Ultrasound: The Ultra Laser like eficiente treatment to fibromyalgia by palms of hands – Comparative Study, realizado em 2021¹⁵.

Ainda, na figura 2, a melhora da qualidade de vida dos pacientes, mensurada de acordo com o questionário internacional de fibromialgia, validado no Brasil, apontou que em 50% dos pacientes foi observada no mínimo 60% da melhora da qualidade de vida. Tudo isso em 10 sessões de tratamento.

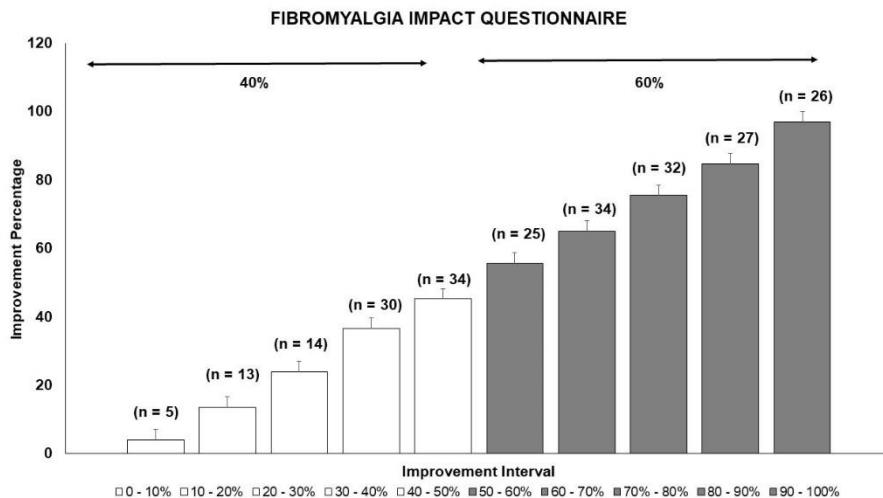


Figura 2 – Questionário de Impacto da Fibromialgia, a qual representa que 50% dos pacientes obtiveram redução de 60% das dores. Fugura original reproduzida do artigo “The Laser and Ultrasound: The Ultra Laser like eficiente treatment to fibromyalgia by palms of hands – Comparative Study, realizado em 2021¹⁵.

Mediante os resultados observados e no volume de pacientes atendidos, o tratamento Fotossônico é hoje a melhor opção de tratamento para a fibromialgia, permitindo a potencialização dos efeitos

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

medicamentosos. A todo momento, nós pesquisadores estamos descobrindo mais ações promovidas por este modelo de tratamento, possibilitando que mais e mais pessoas possam obter melhora em seu quadro de fibromialgia, devolvendo as ações familiares, sociais e profissionais dentro da normalidade.

REFERÊNCIAS

- 1 MUSSTTAF, R. A; JENKINS, D .F. L; JHA, A. N. Assessing the impact of low level laser therapy (LLLT) on biological systems: a review. **Int J Radiat Biol.** 2019 Feb; 95(2):120-143.
- 2 SCHAFFER M; SROKA R; SCHRADER-REICHARDT U; SCHAFFER PM. Biomodulative effects induced by 805 nm laser light irradiation of normal and tumor cells. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology** 1997; 40 p.253–357
- 3 KARU, T.I. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. **Photochemistry and Photobiology**. B., v.49, p.1-17, 1999.
- 4 HAMBLIN, M. R. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. **AIMS Biophys.** v. 4(3), p. 337-361, 2017.
- 5 Navratil L; Dylevsky I. Mechanisms of the analgesic effect of therapeutic lasers in vivo. **Láser Therapy** 1997; 9:33–40
- 6 SPEED, C. A. Therapeutic ultrasound in soft tissue lesions. **Rheumatology**, v. 40, Ed. 12, Dec 2001, p. 1331-1336.
- 6 TER HAAR, G; DANIELS, S; EASTAUGH, K.C; HILL, C.R. (1982). Ultrasonically induced cavitation in vivo. **BR. J. Cancer**, vol. 45, supl. 5, p.151 -155.

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

7 LIN, G; REED-MALDONADO, A. B; LIN, M., XIN, Z; LUE, T. F. Effects and Mechanisms of Low-Intensity Pulsed Ultrasound for Chronic Prostatitis and Chronic Pelvic PainSyndrome. *Int J Mol Sci.* 2016 Jul 1;17(7):1057.

9 NEJATIFARD, Marzieh et al. (2021) Probable positive effects of the photobiomodulation as an adjunctive treatment in COVID-19: A systematic review. *Cytokine.* 137: p. 1-9. 155312.

10 QING, Wanyi et al. (2021) Effect of therapeutic ultrasound for neck pain: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 102(11): p.2219-2230.

11 Albrecht PJ, Hou Q, Argoff CE, Storey JR, Wymer JP, et al. (2013) Excessive peptidergic sensory innervation of cutaneous arteriole-venule shunts (AVS) in the palmar glabrous skin of fibromyalgia patients: implications for widespread deep tissue pain and fatigue. *Pain Med* 4: 895-915.

12. Amaral J, Franco DM, de Aquino AE Jr, Bagnato VS (2018) Fibromyalgia Treatment: A New and Efficient Proposal of Technology and Methodological – A Case Report. *J Nov Physiother* 8: 1-3.

13. Bruno JSA, Franco DM, Ciol H, Zanchin AL, Bagnato VS, et al. (2018) Could Hands be a New Treatment to Fibromyalgia? A Pilot Study. *J Nov Physiother* 8: 1-5.

14Franco DM, Amaral Bruno JS, Zanchin AL, Ciol H, Bagnato VS, et al. (2018) Therapeutic Ultrasound and Photobiomodulation Applied on the Palm of Hands: A New Treatment for Fibromyalgia - A Man Case Study. *J Nov Physiother* 8(6): 1-4.

15. De Aquino Junior AE, Carbinatto FM, Franco DM, Amaral Bruno JS, Souza Simão ML, et al. (2021) The Laser and Ultrasound: The

COMPREENSÃO E TRATAMENTO FIBROMIALGIA

Ultra Laser like Efficient Treatment to Fibromyalgia by Palms of Hands - Comparative Study. J Nov Physiother 11(1):1-12.

16. De Aquino Junior AE, Carbinatto FM, Fernandes AC, Franco DM, Lara AA, et al. (2021) The Combined Photobiomodulation and Therapeutic Ultrasound: How does the Efficient Treatment of Fibromyalgia by the Palms Promote a Prolonged Effect?. J Nov Physiother 11:1-5.

17. De Aquino Junior AE, Carbinatto FM, Rocha Tomaz CS, Bagnato VS (2022) Photosonic Treatment and Fibromyalgia: The Effect on Brain Compliance - Case Report. J Nov Physiother 12: 1-6.

18 Canelada ACN, Garcia V, Rodrigues TZ, de Souza VB, Panhocá VH, de Aquino Junior AE, Bagnato VS. Effect to the Synergistic Action of Photobiomodulation and Therapeutic Ultrasound on Psoriatic Arthritis and Fibromyalgia - Case Report. J Nov Physiother 2022, 12:2

19 Junior AEA, Carbinatto FM, Rodrigues TZ, Garcia V, Canelada ACN, et al. (2023) Outcomes of Non-Surgical Spinal Decompression Therapy in Patients with a Herniated Disc Across Different Age Groups. J Nov Physiother 13: 565.

20 Paciente fibromiálgica fica dois anos e meio sem dores – Resultado é considerado extraordinário no tratamento desenvolvido pelo IFSC/USP. Publicado em 22/11/2021. <https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/paciente-fibromialgica-fica-dois-anos-e-meio-sem-dores/>. Acesso em 27/11/2023.