

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA

Rainier Antonio Queiroz Chagas Junior

**Avaliação da efetividade do Laser Terapêutico e TENS na diminuição da dor
em pacientes com lombalgia**

Curso Doutorado
Área de concentração: Biomateriais

**Araçatuba-SP
2017**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA

**Avaliação da efetividade do Laser Terapêutico e TENS na diminuição da dor
em pacientes com lombalgia**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Odontológica do Curso de Doutorado da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Araçatuba, Área de Concentração: Biomateriais.

Orientador: Prof. Dr. Fellippo Ramos Verri

**Araçatuba-SP
2017**

Catálogo na Publicação (CIP)
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

Chagas Junior, Rainier Antonio Queiroz.
C433a Avaliação da efetividade do Laser Terapêutico e TENS na
diminuição da dor em pacientes com lombalgia / Rainier Antonio
Queiroz Chagas Junior. - Araçatuba, 2017
40 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Fellippo Ramos Verri

1. Dor lombar 2. Lasers 3. Estimulação elétrica nervosa
transcutânea I. T.

Black D15
CDD 617.695

*Dedico este trabalho às pessoas que me ofertaram valoroso incentivo para
continuação dos meus estudos, com orientações e incentivos.*

Aos meus pais Rainier e Analidia

A minha amada esposa Tatiana

AGRADECIMENTOS

A Deus, o grande arquiteto que me presenteia com saúde física, mental e espiritual.

Aos meus pais, Analidia e Rainier, e meus irmãos Rodney e Rainiele, muito obrigado pelo amor, compreensão e força para que continuassem meus estudos.

À minha esposa Tatiana pelas palavras de estímulo, nas vezes em que desanimei, e aos meus filhos Yan e Lucas pelo sorriso animador.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fellippo Verri pelo verdadeiro incentivo, pela orientação prestada e dedicação do seu tempo na elaboração deste trabalho, o meu mais sincero agradecimento e respeito.

Ao Centro Universitário São Lucas em especial a coordenação de Fisioterapia pela permissão e uso de seus equipamentos em suas instalações, obrigado.

A Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, por todo apoio a elaboração desta tese.

Um agradecimento especial para o Prof. Dr. Célio e a colega Isabel por manterem acesso o foco para continuar com este trabalho, foram fundamentais.

Aos professores do programa da pós-graduação por terem somado com grande sabedoria durante esse tempo, muito obrigado.

Aos alunos prestativos Mitchel, Jéssica, Vitor, Thiago e Warderson, pelo apoio a execução do projeto, foram dias intensos e divertidos.

Aos amigos Dinters pela ajuda mútua, companherismo e por toda risada juntos.

A todos, que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa: fica o meu mais sincero agradecimento.

“Aquele que começa uma investigação repleta de certezas acabará terminando cheio de dúvidas. Mas aquele que começa com dúvidas poderá terminar com algumas certezas”.

Francis Bacon (1561-1626)

RESUMO

Chagas Júnior, RAQ. Avaliação da efetividade do Laser Terapêutico e TENS na diminuição da dor em pacientes com lombalgia. [Tese]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia; 2017.

Introdução: A lombalgia é frequentemente acompanhada por exacerbação da dor e diminuição da capacidade funcional. Muitas terapias não farmacológicas como laser e TENS são indicadas para o seu tratamento, mas seus efeitos não estão completamente esclarecidos. **Objetivo:** analisar o efeito de diferentes modalidades terapêuticas (laser e TENS) no alívio da dor crônica lombar não-específica observando-se o número de sessões clínicas. **Método:** A amostra foi composta por 30 pacientes randomicamente selecionados e divididos em 2 grupos tratados por duas modalidades terapêuticas: G1 – laser (n=15), G2 – TENS (n=15). Todos os pacientes foram avaliados antes e após tratamento, pelo Questionário McGill de dor (MPQ), e Capacidade Funcional pelo Questionário de Roland Morris. E avaliados diariamente pela Escala Visual Analógica (EAV). Por esta metodologia foi possível concluir que as intervenções propostas diminuem de forma estatisticamente significativa a intensidade da dor a curto prazo em pacientes com dor lombar, alteram a percepção dos descritores de dor apenas no Grupo Laser pré e pós-tratamento; Assim como alteram os relatos de incapacidade física.

Palavras-chave: Dor Lombar. Lasers. Estimulação elétrica nervosa transcutânea.

ABSTRACT

Chagas Júnior, RAQ. Evaluation of the effectiveness of Therapeutic Laser and TENS in the reduction of pain in patients with low back pain. [Thesis]. Araçatuba: São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry; 2017.

Introduction: Low back pain is often accompanied by exacerbation of pain and decreased functional capacity. Many non-pharmacological therapies such as laser and TENS are indicated for its treatment, but their effects are not fully understood, nor is the minimum number of sessions for therapeutic effect. **Objective:** To analyze the effect of different therapeutic modalities (laser and TENS) non-relief of chronic non-specific chronic pain by varying the number of clinical sessions. **Methods:** The sample consisted of 30 patients randomly selected and divided into 2 groups treated by two therapeutic modalities: G1 - laser (n = 15), G2 - TENS (n = 15). All patients were assessed before and after treatment, by the McGill Pain Questionnaire (MPQ), and Functional Capacity by the Roland Morris Questionnaire. And evaluated daily by Visual Analog Scale (EAV). By this methodology it was possible to conclude that the proposed interventions statistically reduce the short-term pain intensity in patients with low back pain, alter the perception of the pain descriptors only in the Laser Group before and after treatment; Just as they alter the reports of physical incapacity.

Key-words: Low back pain. Lasers. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação da diminuição da dor no Grupo TENS e LASER, pré e pós tratamento.	09
Figura 2 - Dor Lombar pré e pós tratamento entre grupos.	10
Figura 3 - Comparação do Questionário Roland Moris pré e pós tratamento.	11
Figura 4 - Análise diária da dor Lombar pré e pós tratamento Grupo TENS.	11
Figura 6 - Análise diária da dor Lombar pré e pós tratamento Grupo LASER.	12
Figura 7 – Comparação do Questionário Br-MPQ antes e pós tratamento.	12

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TENS	Eletroestimulação Transcutânea Nervosa
EVA	Escala visual analógica
LLLT	Terapia a laser de baixa potência
LASER	Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation
UNISL	Centro Universitário São Lucas
Br-MPQ	Versão brasileira do Questionario McGill de dor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
4 MÉTODO	04
4.1 Delineamento	04
4.2 Critérios de inclusão	05
4.3 Critérios de exclusão	05
4.4 Avaliação fisioterapêutica	06
4.4.1 Avaliação clínica da dor lombar	06
4.5 Procedimento terapêutico	07
4.6 Análise estatística	08
5 RESULTADOS	08
6 DISCUSSÃO	13
7 CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS	16
ANEXOS	19

Avaliação da efetividade do Laser e do Ultra-som Terapêutico na diminuição da dor em pacientes com lombalgia.¹

Rainier Antonio Queiroz Chagas Júnior*; Fellippo Ramos Verri**

* Aluno de programa de pós-graduação em Ciência Odontológica -UNESP.

** Professor do departamento de prótese da Faculdade de Odontologia - UNESP

Autores: * rainierqueiroz@hotmail.com tel: 55-69-99352-1756; ** fellippo@foa.unesp.br tel: 55-18-36363292- Faculdade de Odontologia de Araçatuba Rua José Bonifácio, 1193 - Seção de Pós-Graduação, CEP: 16015-050, Vila Mendonça, Araçatuba – SP.

INTRODUÇÃO

A lombalgia é definida como uma dor regional anatomicamente distribuída entre o último arco costal e a prega glútea, frequentemente acompanhada por exacerbação da dor e limitação do movimento [1].

Durante o curso de suas vidas, 70 a 85% dos indivíduos experimentarão a lombalgia, e acima de 80% dos pacientes relatam episódios recorrentes. Estima-se que 80 a 90% dos pacientes terão recorrência dentro de 6 meses sem levar em consideração o tratamento. Entretanto, 5 a 15 % desenvolverão lombalgia crônica que é mais difícil de tratar e o tratamento tem resultados variáveis [2], tendo predileção por adultos jovens e em fase economicamente ativa [3].

A dor crônica é considerada como a que persiste após a cura da lesão que a originou, e desta maneira não tem um papel biológico bem definido . Em geral, é tida como patológica, estando associada á incapacidade e ao estresse físico, econômico e emocional. É uma queixa comum em pacientes portadores de diferentes doenças e seu tratamento é um desafio para os profissionais de saúde, que buscam incessantemente novas estratégias terapêuticas [4].

Há evidências que a dor crônica tem um impacto negativo na qualidade de vida e tem consequências negativas para a saúde em geral, e no bem estar social e psicológico [5], sendo um problema multidimensional [6].

¹ Este trabalho está organizado para envio de acordo com o periódico Lasers in Medical Science (Anexo D)

Os fatores preditores de lombalgia incluem estressores físicos (ficar em pé por tempo prolongado, dirigir, movimentos rigorosos ou repetitivos, estressores psicossociais (trabalho angustiante), características pessoais (situação psicológica e fumo) e físicas (obesidade e altura) [7].

Apenas 15% dos pacientes com lombalgia têm um diagnóstico de patologia específica, os 85% restante são diagnosticados como lombalgia não-específica [8]. Na maioria dos casos, um diagnóstico específico para lombalgia não pode ser definido em bases de anormalidades anatômicas ou fisiológicas. Embora exames de imagem podem ser empregados para excluir sérias causas de lombalgia (como tumores e infecções), anormalidades anatômicas, como aquelas associadas com o processo de envelhecimento, são comumente observadas de qualquer forma em indivíduos assintomáticos sadios. Enquanto terapias específicas podem ser empregadas para corrigir anormalidades anatômicas ou fisiológicas, os sintomas da lombalgia não específica podem apenas serem tratados empiricamente [9].

Muitas terapias não farmacológicas são indicadas para o tratamento de lombalgia. Em um estudo de cuidados clínicos primários, 65% relataram indicar massoterapia, 55% ultrassom terapêutico e 22% manipulação espinal [10], mas o laser de baixa potência é frequentemente usado para tratar condições variadas de dor. O tratamento por laser é comumente usado em medicina clínica como ferramenta em cirurgia e oftalmologia, mas um crescente interesse tem focado sua possibilidade em aliviar a dor [11].

Laser é uma sigla, que se refere a *Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation* onde foi traduzida como “Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação” [12]. A energia luminosa caracteriza-se por apresentar ondas eletromagnéticas com o mesmo comprimento, mesma direção, mesma frequência e cor.

O LLLT (Terapia Laser de Baixa Potência) é a nova designação internacionalmente aceita e é definida como tratamento a laser nas quais a energia emitida não causa aumento da temperatura do tecido tratado acima de 36,5° C ou seja, temperatura corpórea normal. Por causa da baixa energia emitida e intensidade, seus efeitos são meramente não-térmicos e sim bioestimuladores [13].

Uma metanálise e revisão sistemática recente, apontam as evidências da eficácia da LLLT nas condições de dor, onde tem sido descritos muitos trabalhos associados a dor lombar ou em outras condições [14], como relatado por [15, 16]

sobre as condições clínicas da dor, mostrando que existe um grau de evidência dessa terapia em cervicalgias, tendinoses, e dor crônica.

Outro recurso muito utilizado em condições dolorosas, mas em especial na lombalgia é o TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation – Estimulação nervosa elétrica transcutânea) [17]. O TENS é unidade que emite impulsos elétricos de baixa-voltagem que varia de intensidade e frequência. Os pulsos elétricos estimulam as vias nervosas da medula, bloqueando assim a transmissão da dor. Embora os mecanismos precisos ainda não estejam esclarecidos, várias teorias tem sido postuladas para explicar os efeitos analgésicos [18]. Entretanto, os resultados obtidos frente ao quadro de dor é incerto, devido principalmente a baixa qualidade dos estudos, o que acarreta num número pequeno de estudos de qualidade no que se refere as revisões sistemáticas sobre o tema [19], ou ainda suportando o uso de TENS em lombalgia crônica [20].

Porém, ainda não existem trabalhos de consenso sobre qual a melhor modalidade entre as mais utilizadas na clínica diária para que se estabeleçam protocolos seguros de aplicação, dosagens adequadas e tempo de sessões realizadas.

A maioria dos estudos que relatam alívio de dor lombar inespecífica, utilizam 10 ou 20 sessões [21-23], independentemente do método terapêutico escolhido. Apesar de não haver protocolo estabelecido para isso, é rotina esta indicação. Porém, a clínica diária mostra que uma grande parte dos pacientes já mostram melhora significativa da dor após a terceira sessão clínica, embora não haja relatos sobre esse tempo clínico. Dessa forma, torna-se importante também a avaliação com finalidade de se estabelecer protocolos futuros de atendimento.

Existem diversas formas de se avaliar os comprometimentos provocados por alguma disfunção, principalmente no aspecto de dor e incapacidade, sendo

normalmente os mais aceitos a avaliação por Escala Visual Analógica (EVA) [24] e Questionário McGill de dor [25, 26]. Além disso, dentre os questionários mundialmente aceitos e utilizados para avaliação de dor e incapacidade o Questionário Roland-Morris de Incapacidade é destacado [27, 28]. Este questionário avalia a repercussão da lombalgia nas atividades laborais e de vida diária, devido a lombalgia, sendo melhor recomendado para uma população de baixa desabilidade funcional.

De acordo com o exposto acima este trabalho teve como objetivo avaliar a efetividade do Laser Terapêutico e TENS na diminuição da dor a curto prazo em pacientes com lombalgia crônica inespecífica avaliada pela EVA, Questionário McGill da Dor e Questionário Roland-Morris, em tempos clínicos distintos (pré e pós tratamento, e diariamente).

MÉTODO

Este estudo foi previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Centro Universitário São Lucas- UNISL (Protocolo nº 1.824.991). Os indivíduos foram selecionados na Clínica de Fisioterapia da UNISL. Os participantes foram informados sobre o objetivo deste estudo, e aqueles que concordaram em participar assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para todos os pacientes, uma das técnicas terapêuticas foi escolhida, e realizadas avaliações nos tempos propostos.

4.1 Delineamento

O presente estudo foi composto por 30 (trinta) indivíduos com diagnóstico clínico de Lombalgia Inespecífica de longo prazo, maiores de idade, de ambos os gêneros, submetidos à uma das terapias propostas (LLLLT, TENS), compondo 15 pacientes por grupo terapêutico, e avaliados pré e pós-tratamento em 2 tempos clínicos (avaliação diária e comparando a primeira e última sessão) por instrumentos específicos para dor (EAV e McGill) e incapacidade (Roland Moris). Este foi um estudo de campo realizado na clínica de Fisioterapia da UNISL.

4.2 Critérios de inclusão

Foram incluídos neste estudo indivíduos com diagnóstico clínico de Lombalgia Inespecífica que apresentassem os sintomas por mais de três meses (crônico), que procuraram por tratamento na Clínica de Fisioterapia da UNISL, e que assinaram o termo de consentimento livre esclarecido.

4.3 Critérios de exclusão

Foram excluídos deste estudo pacientes que tinham idade inferior a 18 anos ou superior a 50 anos; fossem portadores de doenças sistêmicas; estivessem sob qualquer tipo de tratamento para Lombalgia; possuíssem emergências médicas, doenças metabólicas, desordens neurológicas, doença vascular, neoplasias, ou história pregressa de desordens psiquiátricas; que estivessem sendo tratados com medicamentos para desordens neurológicas ou psicológicas, ou alergias; estivessem sob efeito de qualquer fármaco antiinflamatório ou analgésico por receita médica ou automedicação; marcaram na EVA valor inferior a 30 mm; não se enquadrarem no critério inclusão.

4.4 Avaliação fisioterapêutica

O exame clínico foi iniciado através da anamnese, obtendo os dados pessoais e a história da doença com o objetivo de verificar o estado de saúde geral e específica do indivíduo. As informações obtidas foram registradas na ficha clínica, utilizada pela disciplina de Fisioterapia Aplicada à Ortopedia, Traumatologia e Reumatologia do curso de Fisioterapia da FSL. Nesta anamnese, os pacientes que se enquadraram nos critérios de inclusão e não se enquadraram nos critérios de exclusão, foram convidados a participar da pesquisa, sendo aplicados os instrumentos de avaliação propostos. Toda a avaliação fisioterapêutica foi feita por dois avaliadores.

4.4.1 Avaliação clínica da dor lombar

A avaliação clínica compreendeu da aplicação dos seguintes instrumentos:

a) Escala Analógica Visual da Dor (EAV), que apresenta uma linha reta de 100 mm, onde a extremidade esquerda consta a indicação “sem dor”, e no extremo direito a indicação “muita dor” [29]. O registro da dor foi realizado antes e após cada sessão de tratamento, diretamente pelo paciente, traçando um risco na faixa onde ele intuitivamente se auto-avaliou em relação à dor (ANEXO A).

b) Questionário McGill de dor (MPQ), que leva em consideração determinados aspectos: sensorial-discriminativo, afetivo-motivacional e avaliativo-cognitivo. É organizado em quatro categorias: sensorial, afetiva, avaliativa e mista, sendo as

respostas marcadas por item de acordo com o que o paciente determina. Cada resposta é pontuada, sendo os resultados em valores máximos de pontuação de: sensorial = 34; afetiva = 17; avaliativa = 5; mista = 11; total = 67 [30] (ANEXO B).

c) Questionário Roland-Morris de Incapacidade (Roland-Morris Disability Questionnaire – RMDQ), que avalia a repercussão da lombalgia nas atividades laborais e de vida diária, sendo melhor recomendado para uma população de baixa desabilidade funcional [31], é composto de 24 questões relacionadas à dor e função. As perguntas são objetivas e simples, dando-se uma pontuação de 1 para cada questão cuja afirmação o voluntário concorde e 0 para cada afirmação que não concorde. Os valores são somados podendo-se obter uma pontuação mínima de 0 e máxima de 24. Valores mais altos indicam pior incapacidade [32] (ANEXO C).

4.5 Procedimento terapêutico

Os pacientes foram tratados 5 vezes por semana durante duas semanas, na Clínica de Fisioterapia da UNISL, totalizando dez procedimentos. Cada terapia foi composta por 15 pacientes, totalizando 30 indivíduos, sendo distribuídos em 2 grupos (A – Laser; B –TENS). Cada paciente recebeu apenas uma das modalidades de tratamento propostas. Os pacientes não foram orientados sobre a qual tratamento foram submetidos. Além disso, a escolha pelo tratamento em relação a cada paciente foi feita de forma randomizada de acordo com trabalhos anteriores (Urbaniak & Plous, 2013). Pacientes que eventualmente não concluírem o tratamento proposto ou não responderem os questionários mesmo aceitando participar da pesquisa foram substituídos.

O grupo A (Grupo Laser) recebeu aplicação de Laser diodo de Arsênio e Gálio Alumínio (AsGaAl) infravermelho, comprimento de onda de 808 nm, potência de saída de 30 Watts (W), potencia útil do emissor de 100 mW +/- 20%, com tempo de duração do pulso duzentos nanosegundos (ns), dosimetria de três joules por centímetro quadrado, utilizada a técnica pontual, na qual o tempo de exposição foi programada pelo próprio aparelho do modelo Photon Lase II da marca DMC®.

O Grupo B (Grupo TENS) recebeu aplicação de TENS, equipamento Neurodyn da marca Imbramed®, com quatro canais de saída (Figura 2). Os parâmetros utilizados serão de 250Hz de frequência, 300ms de largura de pulso aplicado na região de T₁₂ a S₁, com intensidade forte, mas confortável conforme sensibilidade de cada paciente, aplicados por 15 minutos, com eletrodos de 5,5 cm de diâmetro, sendo estes parâmetros baseados em estudos prévios [33, 34]

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliação das variáveis estudadas, os dados foram tabulados e realizada análise analítica. Nos dados obtidos foi feito teste de normalidade Shapiro-Wilk e em seguida o aplicado o Test- t de amostra dependente para avaliar o pré e pós tratamento, com 5% de nível de significância.

5 RESULTADOS

Neste estudo foram avaliados trinta (30) pacientes voluntários com Lombalgia, de ambos os gêneros, com idade entre 20 e 50 anos.

Na Figura 1, por meio da avaliação da EAV, podemos observar a diminuição da dor, estatisticamente significativa ($P = 0,036$), entre pré e pós tratamento no grupo TENS. Em relação ao Grupo Laser, observamos o mesmo resultado do grupo TENS, diminuição da dor estatisticamente significativa ($P = 0,000$), entre pré e pós tratamento.

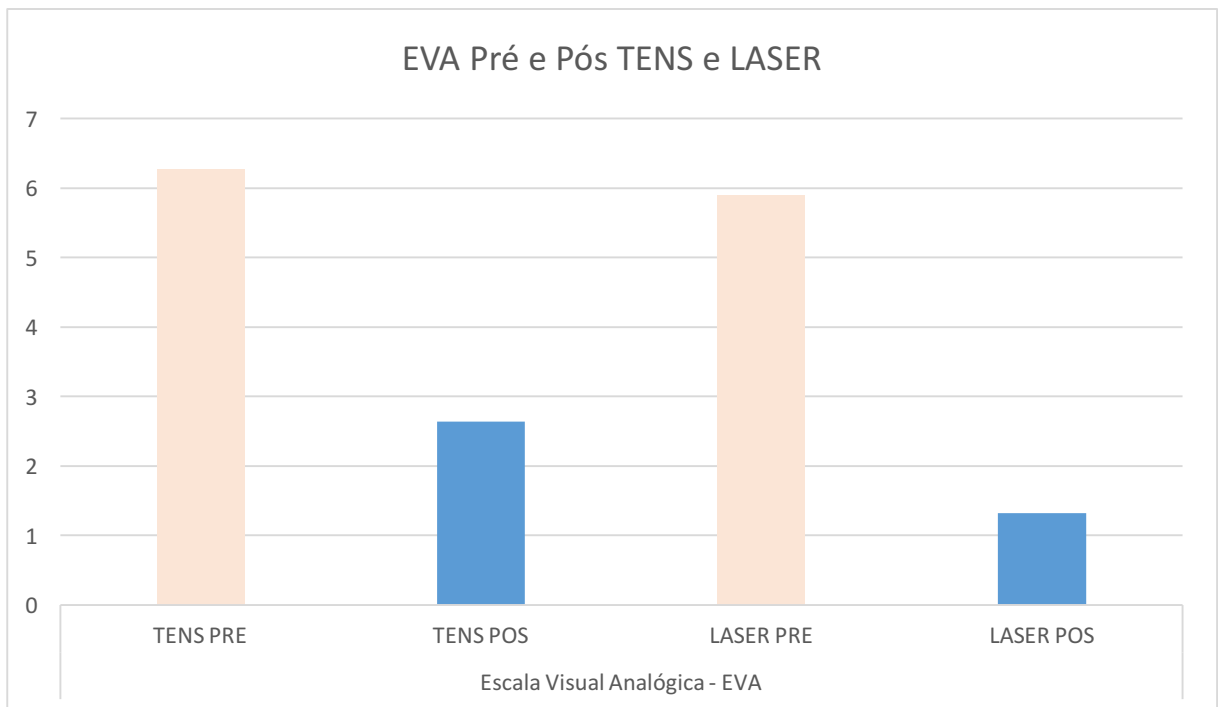


Figura 1 – Comparação da diminuição da dor no Grupo TENS e LASER, pré e pós tratamento.

Quando comparamos os resultados obtidos pela EAV, que avaliou a dor lombar entre os grupos, não foi observada diferença entre eles ($P = 0,1231$). Contudo, constatou-se diminuição da dor maior no Grupo Laser, entre a primeira e última sessão de tratamento. Estes achados podem ser observados no Figura 2.

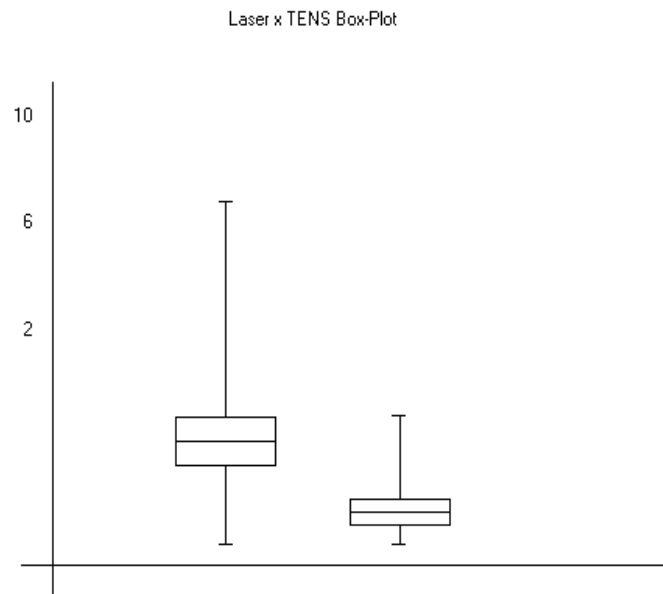


Figura 2 – Dor Lombar pré e pós tratamento entre grupos

Em relação a debilidade avaliada pelo Questionário de Roland Moris, foi evidenciada diferença estatisticamente significativa ($P= 0.0405$), entre pré e pós tratamento. Sendo assim, podemos inferir que há uma melhora da capacidade pós aplicação do TENS, Figura 3. O mesmo foi observado no Grupo Laser ($P= 0.00$). Não havendo diferença entre Grupos no resultado pós tratamento ($P= 0.068$).

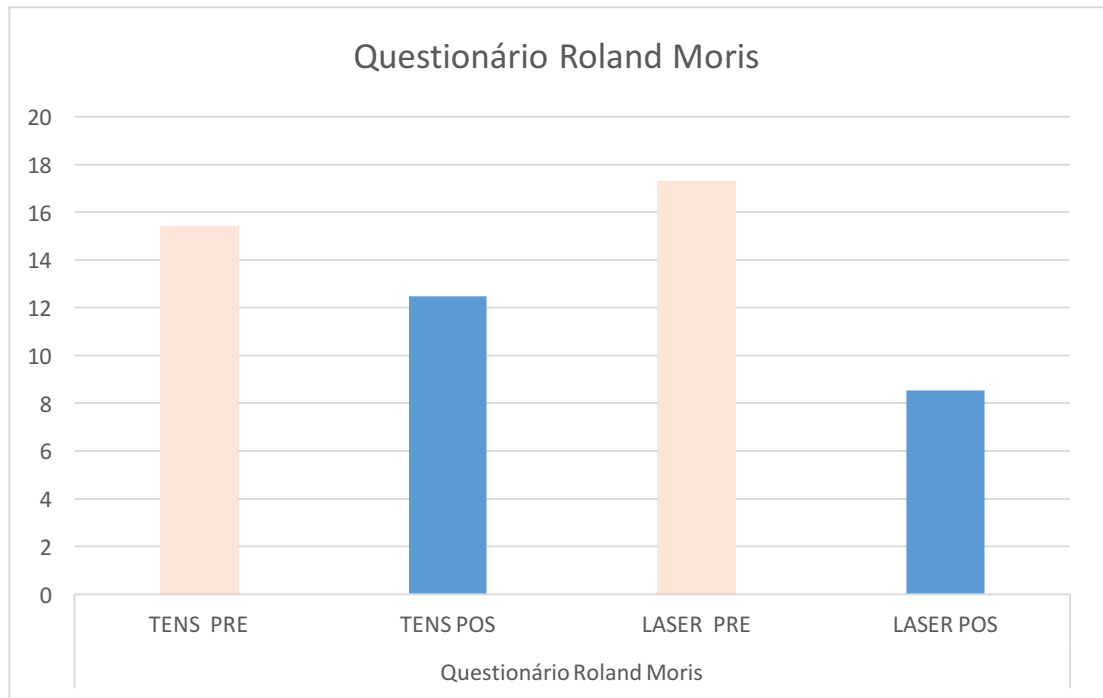


Figura 3 – Comparação do Questionário Roland Moris pré e pós tratamento

Durante a análise diária, podemos observar as variações na intensidade da dor pré e pós tratamento. Observando-se redução significativa entre a primeira à última aplicação do TENS onde podemos observar estes resultados na Figura 4. O mesmo resultado observamos no Grupo Laser, Figura 5.

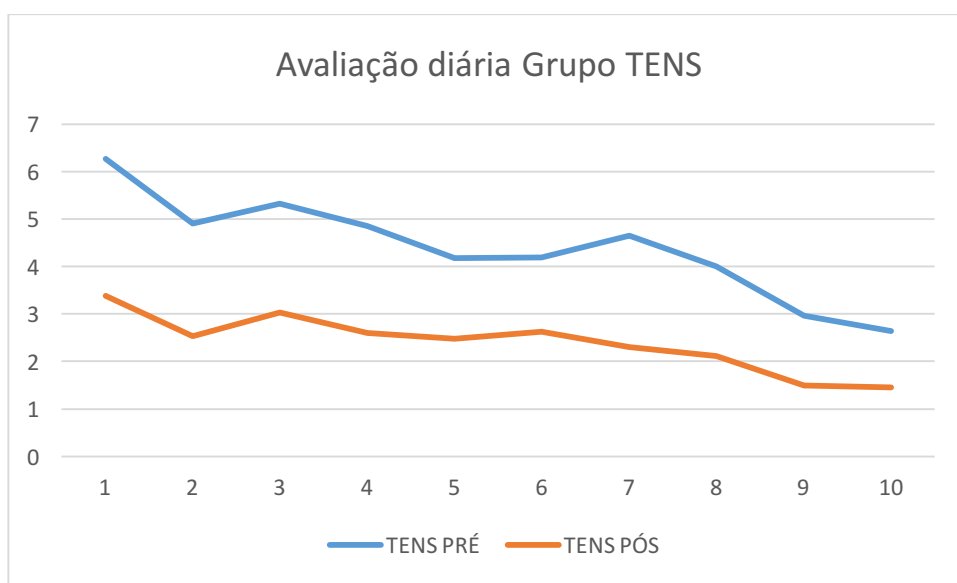


Figura 4 – Análise diária da dor Lombar pré e pós tratamento Grupo TENS

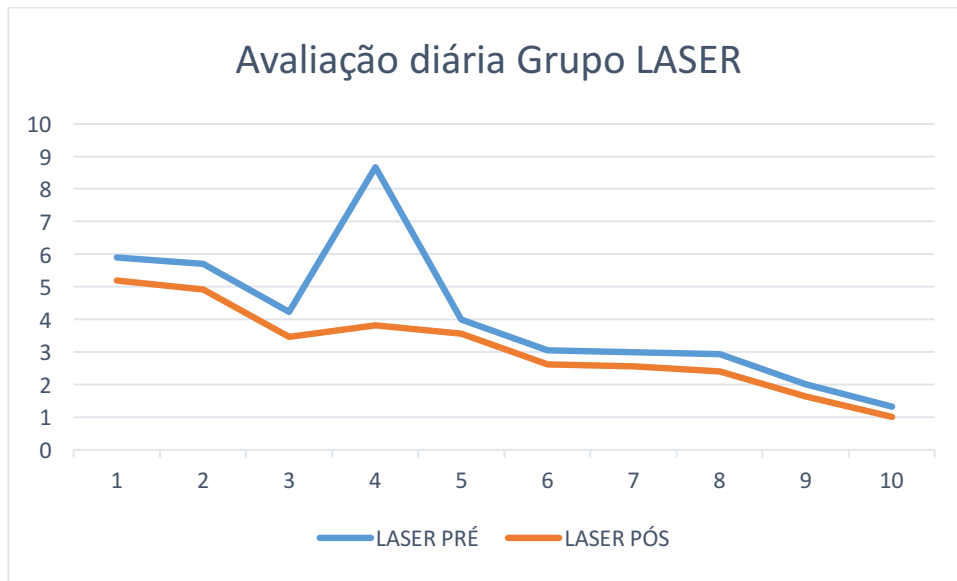


Figura 5 – Análise diária da dor Lombar pré e pós tratamento Grupo LASER

Em relação ao Questionário McGill de dor, verificamos uma diferença estatisticamente significativa no Grupo Laser entre pré e pós tratamento ($P=0,002$), o que não foi observado no Grupo TENS, observado na Figura 6.

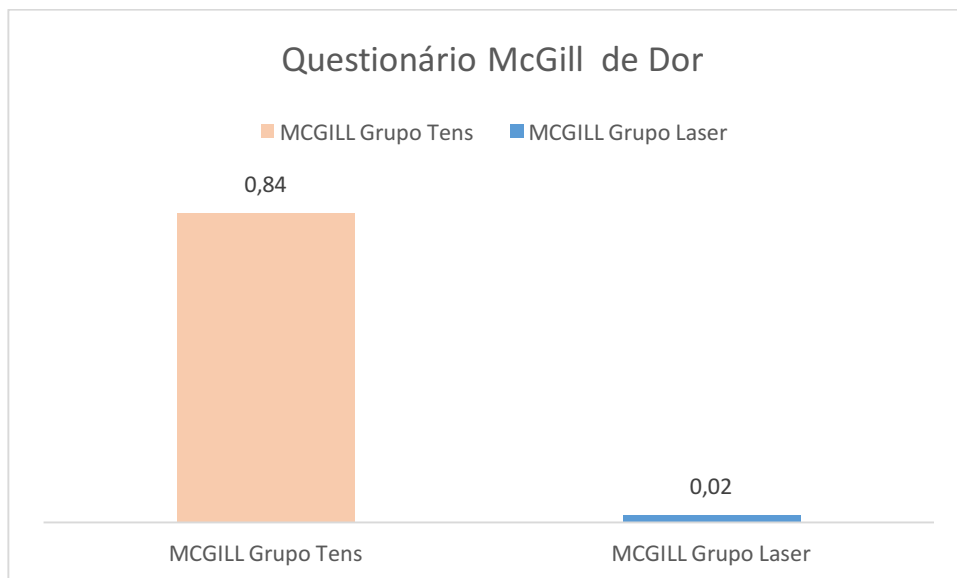


Figura 6: Comparação do Questionário Br-MPQ antes e pós tratamento

6 DISCUSSÃO

O objetivo primário dentro de um programa de reabilitação é o alívio da dor, para posterior sequência de tratamento, portanto o quão rápido ocorrer o alívio do quadro de dor, mais rápido poderiam ser realizados outros procedimentos. Por isso este trabalho usou como método, sessões diárias.

A dor é sempre subjetiva e sua percepção é um resultado da complexa combinação de diferentes fatores, e seu limiar é variável dependendo do sexo, ocupação, atitudes culturais, grupo étnico e disposição [35]. Pelo fato de possuir este caráter subjetivo, vários instrumentos têm sido propostos para sua avaliação [36]. Neste estudo, alguns destes instrumentos, com comprovação científica internacional, foram utilizados [24, 28, 32].

A escolha pelo Questionário McGill de dor.- MPQ foi feita por avaliar os componentes sensorial-discriminativo, afetivo-emocional e cognitivo-avaliativo [37]. Foi desenvolvido por 5 anos e tem boa aceitação internacional, pois vem sendo aplicado em vários estudos que avaliam a sintomatologia dolorosa nas mais diversas áreas e diferentes línguas, com satisfatória confiabilidade teste-reteste e boa capacidade em mensurar uma significativa ou importantes alterações clínicas nos valores dos pacientes, com propriedades mensuradas que variam entre os grupos com dor [38]. Neste estudo, a aplicação do questionário mostrou uma mudança na percepção da dor no que diz respeito os descritores no Grupo Laser o que indica que além da diminuição da intensidade ocorre mudanças em outros fatores dimensionais.

A Escala Analógica Visual (EAV) também se mostra bastante confiável devido não estar baseado por números geralmente presentes em escalas numéricas padrão

[35]. Esse tipo de escala apresenta apenas experiência unidimensional na qual varia somente a intensidade da dor, contudo são comumente empregadas por serem simples, econômicas e de fácil compreensão [39]. Assim, por representar pontos entre as extremidades descritas como “sem dor” e “pior dor possível” [40], é simples, confiável, e validado, sendo um ótimo instrumento para descrever severidade ou intensidade da dor [41]. Como aplicado nos resultados deste estudo.

São inúmeros os protocolos disponíveis na literatura para o diagnóstico e classificação, assim como são as estratégias de pesquisa e tratamento clínico na Lombalgia [42].

Um dos recursos mais utilizados é o laser de baixa potência, como resultados variados no controle da dor em disfunções musculoesqueléticas [43-45]. No nosso resultado, assim como em outros estudos, obtivemos melhora do quadro de dor a curto prazo, conforme podemos observar em estudos publicados [46, 47]. Porém, como é de aplicação ainda não relatada na literatura, são necessários mais estudos controlados para definir a dosagem e número de sessões necessárias para o efeito terapêutico.

Resultado semelhante de melhora do quadro doloroso foi observado no Grupo TENS, mostrando uma redução significativa nesta população estudada, o que vai ao encontro com alguns estudos publicados [48-50]. Porém alguns estudos apontam em direção oposta aos resultados encontrados [51], mostrando evidência inconsistente [18]. Esta diferença pode ser devido não só ao tipo de aparelho, mas também devido aos parâmetros selecionados, pois a aplicação do TENS varia a largura de pulso, frequência, tempo e frequência de aplicação.

É interessante notar que existe uma piora relatada no quadro clínico de dor entre os grupos quando se analisa a EVA ao redor da terceira ou quarta sessão. Tal

fato pode ser explicado por uma melhora repentina entre a primeira e terceira sessões que deixa o paciente de certa forma mais seguro a realizar movimentos que anteriormente evitavam.

Apesar das diferenças estatísticas pré e pós-tratamento por ambas as modalidades fisioterápicas para a EVA, MPQ e Questionário Roland Moris, não foi possível detectar variação estatisticamente significativa entre as modalidades terapêuticas, o que leva a postular que mais trabalhos randomizados controlados devem ser realizados para buscar a resposta sobre qual a melhor modalidade a ser utilizada.

7 CONCLUSÃO

Por esta metodologia foi possível concluir que as intervenções propostas Laser Terapêutico e TENS diminuem de forma estatisticamente significativa a intensidade da dor a curto prazo em pacientes com dor lombar, alteram a percepção dos descritores de dor apenas no Grupo Laser pré e pós-tratamento. Assim como alteram os relatos de incapacidade física para melhor.

REFERÊNCIAS

1. Kovacs FM, Muriel A, Abriaira V, Medina JM, Castillo Sanchez MD, Olabe J. The influence of fear avoidance beliefs on disability and quality of life is sparse in Spanish low back pain patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(22):E676-82.
2. Liddle SD, Baxter GD, Gracey JH. Exercise and chronic low back pain: what works? *Pain*. 2004;107(1-2):176-90.
3. De Vitta A. A lombalgia e suas relações com o tipo de ocupação com a idade eo sexo. *Revista brasileira de fisioterapia*. 1996;1:67-72.
4. Rocha AP, Lemonica L, Barros GA. [Intrathecal drugs for chronic pain control.]. *Rev Bras Anestesiol*. 2002;52(5):628-43.
5. Lame IE, Peters ML, Vlaeyen JW, Kleef M, Patijn J. Quality of life in chronic pain is more associated with beliefs about pain, than with pain intensity. *Eur J Pain*. 2005;9(1):15-24.
6. Gheldof EL, Vinck J, Vlaeyen JW, Hidding A, Crombez G. Development of and recovery from short- and long-term low back pain in occupational settings: a prospective cohort study. *Eur J Pain*. 2007;11(8):841-54.
7. Power C, Frank J, Hertzman C, Schierhout G, Li L. Predictors of low back pain onset in a prospective British study. *Am J Public Health*. 2001;91(10):1671-8.
8. Tidstrand J, Horneij E. Inter-rater reliability of three standardized functional tests in patients with low back pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009;10:58.
9. Walker BF, Williamson OD. Mechanical or inflammatory low back pain. What are the potential signs and symptoms? *Manual therapy*. 2009;14(3):314-20.
10. Chou R, Huffman LH. Nonpharmacologic therapies for acute and chronic low back pain: a review of the evidence for an American Pain Society/American College of Physicians clinical practice guideline. *Ann Intern Med*. 2007;147(7):492-504.
11. Tullberg M, Alstergren PJ, Ernberg MM. Effects of low-power laser exposure on masseter muscle pain and microcirculation. *Pain*. 2003;105(1-2):89-96.
12. Prentice WE. Modalidades Terapêuticas para Fisioterapeutas. *Artmed*. 2003:472.
13. Lim HM, Lew KK, Tay DK. A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 1995;108(6):614-22.
14. Glazov G, Yelland M, Emery J. Low-level laser therapy for chronic non-specific low back pain: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Acupunct Med*. 2016.
15. Chow RT, Heller GZ, Barnsley L. The effect of 300 mW, 830 nm laser on chronic neck pain: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Pain*. 2006;124(1-2):201-10.
16. Chow RT, David MA, Armati PJ. 830 nm laser irradiation induces varicosity formation, reduces mitochondrial membrane potential and blocks fast axonal flow in small and medium diameter rat dorsal root ganglion neurons: implications for the analgesic effects of 830 nm laser. *J Peripher Nerv Syst*. 2007;12(1):28-39.
17. Buchmuller A, Navez M, Milletre-Bernardin M, Pouplin S, Presles E, Lanteri-Minet M, et al. Value of TENS for relief of chronic low back pain with or without radicular pain. *Eur J Pain*. 2012;16(5):656-65.
18. Khadiilkar A, Odebiyi DO, Brosseau L, Wells GA. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008(4):CD003008.

19. Gadsby JG, Flowerdew MW. WITHDRAWN: Transcutaneous electrical nerve stimulation and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006(1):CD000210.
20. Keskin EA, Onur O, Keskin HL, Gumus, II, Kafali H, Turhan N. Transcutaneous electrical nerve stimulation improves low back pain during pregnancy. *Gynecol Obstet Invest*. 2012;74(1):76-83.
21. Fiore P, Panza F, Cassatella G, Russo A, Frisardi V, Solfrizzi V, et al. Short-term effects of high-intensity laser therapy versus ultrasound therapy in the treatment of low back pain: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2011;47(3):367-73.
22. Grubisic F, Grazio S, Jajic Z, Nemcic T. [Therapeutic ultrasound in chronic low back pain treatment]. *Reumatizam*. 2006;53(1):18-21.
23. Ammar TA. Monochromatic Infrared Photo Energy Versus Low Level Laser Therapy in Chronic Low Back Pain. *J Lasers Med Sci*. 2015;6(4):157-61.
24. Harland NJ, Dawkin MJ, Martin D. Relative utility of a visual analogue scale vs. a six-point Likert scale in the measurement of global subject outcome in patients with low back pain receiving physiotherapy. *Physiotherapy*. 2015;101(1):50-4.
25. Dworkin RH, Turk DC, Trudeau JJ, Benson C, Biondi DM, Katz NP, et al. Validation of the Short-form McGill Pain Questionnaire-2 (SF-MPQ-2) in acute low back pain. *J Pain*. 2015;16(4):357-66.
26. Haas M, Nyiendo J. Diagnostic utility of the McGill Pain Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire for classification of low back pain syndromes. *J Manipulative Physiol Ther*. 1992;15(2):90-8.
27. Chiarotto A, Maxwell LJ, Terwee CB, Wells GA, Tugwell P, Ostelo RW. Roland-Morris Disability Questionnaire and Oswestry Disability Index: Which Has Better Measurement Properties for Measuring Physical Functioning in Nonspecific Low Back Pain? Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther*. 2016.
28. Roland M, Fairbank J. The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine*. 2000;25(24):3115-24.
29. Simon CB, Riley JL, 3rd, Fillingim RB, Bishop MD, George SZ. Age Group Comparisons of TENS Response Among Individuals With Chronic Axial Low Back Pain. *J Pain*. 2015;16(12):1268-79.
30. Oliveira AS, Bermudez CC, Souza RA, Souza CM, Dias EM, Castro CE, et al. [Pain impact on life of patients with temporomandibular disorder]. *J Appl Oral Sci*. 2003;11(2):138-43.
31. Jirarattanaphochai K, Jung S, Sumananont C, Saengnipanthkul S. Reliability of the Roland - Morris Disability Questionnaire (Thai version) for the evaluation of low back pain patients. *J Med Assoc Thai*. 2005;88(3):407-11.
32. Roland M, Morris R. A study of the natural history of back pain. Part I: development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine*. 1983;8(2):141-4.
33. Deyo RA, Walsh NE, Martin DC, Schoenfeld LS, Ramamurthy S. A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. *N Engl J Med*. 1990;322(23):1627-34.
34. Facci LM, Nowotny JP, Tormem F, Trevisani VF. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial. *Sao Paulo Med J*. 2011;129(4):206-16.
35. Merskey H. The perception and measurement of pain. *J Psychosom Res*. 1973;17(4):251-5.
36. Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Postsurgical pain outcome assessment. *Pain*. 2002;99(1-2):101-9.

37. Melzack R. The McGill Pain Questionnaire: major properties and scoring methods. *Pain*. 1975;1(3):277-99.
38. Strand LI, Ljunggren AE, Bogen B, Ask T, Johnsen TB. The Short-Form McGill Pain Questionnaire as an outcome measure: Test-retest reliability and responsiveness to change. *Eur J Pain*. 2008.
39. Chapman CR, Casey KL, Dubner R, Foley KM, Gracely RH, Reading AE. Pain measurement: an overview. *Pain*. 1985;22(1):1-31.
40. Bodian CA, Freedman G, Hossain S, Eisenkraft JB, Beilin Y. The visual analog scale for pain: clinical significance in postoperative patients. *Anesthesiology*. 2001;95(6):1356-61.
41. Katz J, Melzack R. Measurement of pain. *Surg Clin North Am*. 1999;79(2):231-52.
42. Koes B. Management of low back pain in primary care: a new approach. *Lancet*. 2011;378(9802):1530-2.
43. Djavid GE, Mehrdad R, Ghasemi M, Hasan-Zadeh H, Sotoodeh-Manesh A, Pouryaghoub G. In chronic low back pain, low level laser therapy combined with exercise is more beneficial than exercise alone in the long term: a randomised trial. *Aust J Physiother*. 2007;53(3):155-60.
44. Gur A, Karakoc M, Cevik R, Nas K, Sarac AJ, Karakoc M. Efficacy of low power laser therapy and exercise on pain and functions in chronic low back pain. *Lasers Surg Med*. 2003;32(3):233-8.
45. Ay S, Dogan SK, Evcik D. Is low-level laser therapy effective in acute or chronic low back pain? *Clin Rheumatol*. 2010;29(8):905-10.
46. Vallone F, Benedicenti S, Sorrenti E, Schiavetti I, Angiero F. Effect of Diode Laser in the Treatment of Patients with Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2014;32(9):490-4.
47. Ansari NN, Naghdi S, Naseri N, Entezary E, Irani S, Jalaie S, et al. Effect of therapeutic infra-red in patients with non-specific low back pain: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther*. 2014;18(1):75-81.
48. Warke K, Al-Smadi J, Baxter D, Walsh DM, Lowe-Strong AS. Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation (tens) for chronic low-back pain in a multiple sclerosis population: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Clin J Pain*. 2006;22(9):812-9.
49. Grabianska E, Lesniewicz J, Pieszynski I, Kostka J. [Comparison of the analgesic effect of interferential current (IFC) and TENS in patients with low back pain]. *Wiad Lek*. 2015;68(1):13-9.
50. Brosseau L, Milne S, Robinson V, Marchand S, Shea B, Wells G, et al. Efficacy of the transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of chronic low back pain: a meta-analysis. *Spine*. 2002;27(6):596-603.
51. Hush J. TENS of unknown value in the treatment of chronic low back pain. *Aust J Physiother*. 2006;52(1):64.

ANEXO A

Orientação para a utilização da Escala Analógica Visual

Após a leitura da régua de 10 cm, onde a marca da esquerda representa ausência de dor e a marca da direita representa a pior dor suportável, marque com um ponto ao longo da linha vertical o local que melhor identifique a sua dor.

Escala Analógica Visual

Sem dor ————— **Dor intensa**

ANEXO B

Questionário McGill de Dor, versão Brasileira (CASTRO, 1999)

Alguns dos termos abaixo descrevem sua dor atual. Marque com um círculo apenas aqueles que melhor a descrevem. Deixe de lado qualquer categoria não adequada. Utilize apenas um termo de cada categoria, o que melhor se aplica à sua dor.

1- Temporal 1. Que vai e vem 2. Pulsante 3. Latejante 4. Em pancadas	2- Espacial 1. Que salta aqui e ali 2. Que se espalha em círculos 3. Que irradia	3- Pressão 1. Que pisca como agulhada 2. Como fisgada 3. Como pontada de faca 4. Perfurante como broca	4- Incisão 1. Cortante como navalha 2. Dilacerante
5- Compressão 1. Como beliscão 2. Em pressão 3. Como mordida 4. Em câimbra/cólica 5. Que esmaga	6- Tração 1. Que repuxa 2. Em pressão 3. Que parte ao meio	7- Calor 1. Que esquenta 2. Que queima como água quente 3. Que queima como fogo	8- Vivacidade 1. Que coça 2. Em formigamento 3. Ardida 4. Como ferroadada
9- Surdez 1. Amortecida 2. Adormecida	10- Geral 1. Sensível 2. Dolorosa 3. Como machucado 4. Pesada	11- Cansaço 1. Cansativa 2. Enfraquecedora 3. Fatigante 4. Que consome	12- Autonômica 1. De suar frio 2. Que dá ânsia de vômito
13- Medo 1. Assustadora 2. Horrível 3. Tenebrosa	14- Punição 1. castigante 2. Torturante 3. De matar	15- Desprazer 1. Chata 2. Que perturba 3. Que dá nervoso 4. Irritante 5. De chorar	16- Avaliação Subjetiva 1. Leve 2. Incomoda 3. Miserável 4. Angustiante 5. Inaguentavel
17- Dor/Movimento 1. Que prende 2. Que imobiliza 3. Que paralisa	18- Sensoriais 1. Que cresce e diminui 2. Que espeta como lança 3. Que rasga a pele	19- Sensação de Frio 1. Fria 2. Gelada 3. Congelante	20- Emocionais 1. Que dá falta de ar 2. Que deixa tenso

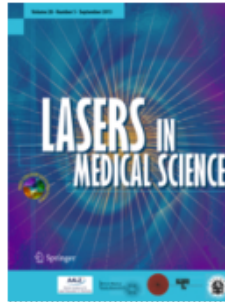
ANEXO C

Quando suas costas doem você pode achar difícil fazer coisas que normalmente fazia. Esta lista contém frases de pessoas descrevendo a si mesmas quando sentem dor nas costas. Você pode achar entre estas frases que você lê algumas que descrevem você hoje. À medida que você lê estas frases, pense em você hoje. Marque a sentença que descreve você hoje. Se a frase não descreve o que você sente, ignore-a e leia a seguinte. Lembre-se, só marque a frase se você tiver certeza que ela descreve você hoje.

- 1- Fico em casa a maior parte do tempo devido a minha coluna.
- 2- Eu mudo de posição frequentemente para tentar aliviar minha coluna.
- 3- Eu ando mais lentamente do que o meu normal por causa de minha coluna.
- 4- Por causa de minhas costas não estou fazendo nenhum dos trabalhos que fazia em minha casa.
- 5- Por causa de minhas costas, eu uso um corrimão para subir escadas.
- 6- Por causa de minhas costas, eu deito para descansar mais frequentemente.
- 7- Por causa de minhas costas, eu necessito de apoio para levantar-me de uma cadeira.
- 8- Por causa de minhas costas, eu tento arranjar pessoas para fazerem coisas para mim.
- 9- Eu me visto mais lentamente do que o usual, por causa de minhas costas.
- 10- Eu fico de pé por períodos curtos, por causa de minhas costas.
- 11- Por causa de minhas costas, eu procuro não me curvar ou agachar.
- 12- Eu acho difícil sair de uma cadeira, por causa de minhas costas.
- 13- Minhas costas doem a maior parte do tempo.
- 14- Eu acho difícil me virar na cama por causa de minhas costas.
- 15- Meu apetite não é bom por causa de dor nas costas.
- 16- Tenho problemas para calçar meias devido a dor nas minhas costas.
- 17- Só consigo andar distâncias curtas por causa de minhas costas.
- 18- Durmo pior de barriga para cima.
- 19- Devido a minha dor nas costas, preciso de ajuda para me vestir.
- 20- Eu fico sentado a maior parte do dia por causa de minhas costas.
- 21- Eu evito trabalhos pesados em casa por causa de minhas costas.
- 22- Devido a minha dor nas costas fico mais irritado e de mau humor com as pessoas, do que normalmente.
- 23- Por causa de minhas costas, subo escadas mais devagar do que o usual.
- 24- Fico na cama a maior parte do tempo por causa de minhas costas.

ANEXO D – Diretrizes para Publicação

Lasers in Medical Science



Instructions for Authors

TYPES OF PAPERS

- Original Article – limited to 4000 words, 45 references, no more than 5 figures
- Review Article – limited to 5000 words, 50 references, no more than 5 figures
- Brief Report - limited to 2000 words, 25 references, no more than 4 figures - Case Reports will not be accepted!
- Letter to the Editor – up to 600 words

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

TITLE PAGE

Title Page

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide a structured abstract of 150 to 250 words which should be divided into the following sections:

1. Purpose (stating the main purposes and research question)
2. Methods
3. Results
4. Conclusions

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
 Use italics for emphasis.
 Use the automatic page numbering function to number the pages.
 Do not use field functions.
 Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
 Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
 Use the equation editor or MathType for equations.
 Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.
 LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.
 SCIENTIFIC STYLE

Generic names of drugs and pesticides are preferred; if trade names are used, the generic name should be given at first mention.

Units and abbreviations

Please adhere to internationally agreed standards such as those adopted by the commission of the International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP) or defined by the International Organization of Standardization (ISO). Metric SI units should be used throughout except where non-SI units are more common [e.g. litre (l) for volume]. Abbreviations (not standardized) should be defined at first mention in the abstract and again in the main body of the text and used consistently thereafter.

Drugs

When drugs are mentioned, the international (generic) name should be used. The proprietary name, chemical composition, and manufacturer should be stated in full in Materials and methods.

REFERENCES

Citation

Reference citations in the text should be identified by numbers in square brackets. Some examples:

1. Negotiation research spans many disciplines [3].
2. This result was later contradicted by Becker and Seligman [5].
3. This effect has been widely studied [1-3, 7].

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

The entries in the list should be numbered consecutively.

Journal article Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8 Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of "et al" in long author lists will also be accepted: Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329
 Article by DOI Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

Book South J, Blass B (2001) The future of modern genomics. Blackwell, London
 Book chapter Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) The rise of modern genomics, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257
 Online document Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb.
<http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007
 Dissertation Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

ISSN.org LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list. EndNote style (zip, 2 kB)

Authors preparing their manuscript in LaTeX can use the bibtex file spbasic.bst which is included in Springer's LaTeX macro package.

TABLES

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

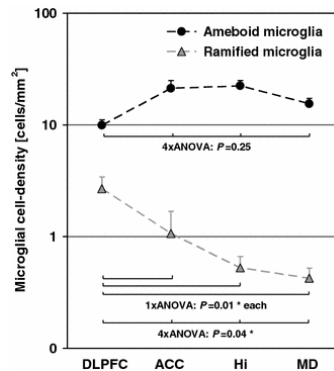
Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art



Definition: Black and white graphic with no shading.

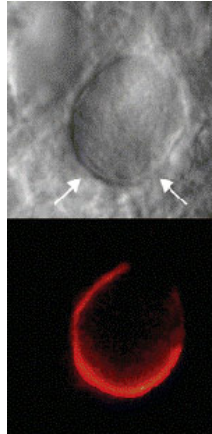
Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.

All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.

Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.

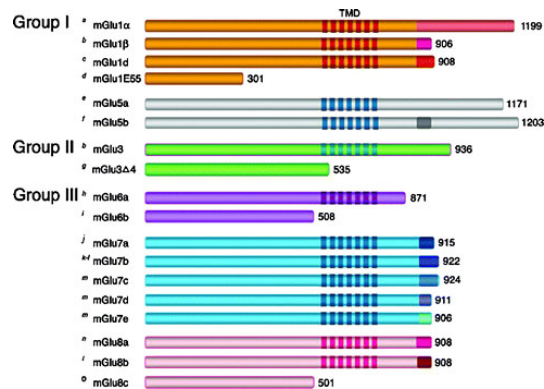
Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art



Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art



Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

Color art is free of charge for online publication.
If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.
Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

Figures should be submitted separately from the text, if possible.

When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
 For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
 For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
 Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
 Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.
 Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
 To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

Aspect ratio: 16:9 or 4:3
 Maximum file size: 25 GB
 Minimum video duration: 1 sec
 Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
 A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
 If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .vrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
 Refer to the supplementary files as "Online Resource", e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4".
 Name the files consecutively, e.g. "ESM_3.mpg", "ESM_4.pdf".

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
 Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

ETHICAL RESPONSIBILITIES OF AUTHORS

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics

(COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.

The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling ("self-plagiarism")).

A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. "salami-publishing").

No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions

No data, text, or theories by others are presented as if they were the author's own ("plagiarism"). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted. **Important note:** the journal may use software to screen for plagiarism.

Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.

Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.

In addition:

Changes in authorship, or in the order of authors, are not accepted **after** the acceptance for publication of a manuscript.

Requesting to add or delete authors at revision stage, proof stage, or after publication is a serious matter and may be considered when justifiably warranted. Justification for changes in authorship must be compelling and may be considered only after receipt of written approval from all authors and a convincing, detailed explanation about the role/deletion of the new/deleted author. In case of changes at revision stage, a letter must accompany the revised manuscript. In case of changes after acceptance for publication, the request and documentation must be sent via the Publisher to the Editor-in-Chief. In all cases, further documentation may be required to support your request. The decision on accepting the change rests with the Editor-in-Chief of the journal and may be turned down. Therefore authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission.

Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.

If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note.

The author's institution may be informed.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

Disclosure of potential conflicts of interest
Research involving Human Participants and/or Animals
Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send it requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above-mentioned guidelines.

DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work.

Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

- Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- Honoraria for speaking at symposia
- Financial support for attending symposia
- Financial support for educational programs
- Employment or consultation
- Support from a project sponsor
- Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships
- Multiple affiliations
- Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found here:

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

RESEARCH INVOLVING HUMAN PARTICIPANTS AND/OR ANIMALS

1) Statement of human rights

When reporting studies that involve human participants, authors should include a statement that the studies have been approved by the appropriate institutional and/or national research ethics committee and have been performed in accordance with the ethical standards as laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments or comparable ethical standards.

If doubt exists whether the research was conducted in accordance with the 1964 Helsinki Declaration or comparable standards, the authors must explain the reasons for their approach, and demonstrate that the independent ethics committee or institutional review board explicitly approved the doubtful aspects of the study.

The following statements should be included in the text before the References section:

Ethical approval: "All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards."

For retrospective studies, please add the following sentence:

"For this type of study formal consent is not required."

2) Statement on the welfare of animals

The welfare of animals used for research must be respected. When reporting experiments on animals, authors should indicate whether the international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals have been followed, and that the studies have been approved by a research ethics committee at the institution or practice at which the studies were conducted (where such a committee exists).

For studies with animals, the following statement should be included in the text before the References section:

Ethical approval: "All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed."

If applicable (where such a committee exists): "All procedures performed in studies involving animals were in accordance with the ethical standards of the institution or practice at which the studies were conducted."

If articles do not contain studies with human participants or animals by any of the authors, please select one of the following statements:

“This article does not contain any studies with human participants performed by any of the authors.”

“This article does not contain any studies with animals performed by any of the authors.”

“This article does not contain any studies with human participants or animals performed by any of the authors.”

INFORMED CONSENT

All individuals have individual rights that are not to be infringed. Individual participants in studies have, for example, the right to decide what happens to the (identifiable) personal data gathered, to what they have said during a study or an interview, as well as to any photograph that was taken. Hence it is important that all participants gave their informed consent in writing prior to inclusion in the study. Identifying details (names, dates of birth, identity numbers and other information) of the participants that were studied should not be published in written descriptions, photographs, and genetic profiles unless the information is essential for scientific purposes and the participant (or parent or guardian if the participant is incapable) gave written informed consent for publication. Complete anonymity is difficult to achieve in some cases, and informed consent should be obtained if there is any doubt. For example, masking the eye region in photographs of participants is inadequate protection of anonymity. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic profiles, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning.

The following statement should be included:

Informed consent: “Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.”

If identifying information about participants is available in the article, the following statement should be included:

“Additional informed consent was obtained from all individual participants for whom identifying information is included in this article.”

RESEARCH DATA POLICY

The journal encourages authors, where possible and applicable, to deposit data that support the findings of their research in a public repository. Authors and editors who do not have a preferred repository should consult Springer Nature’s list of repositories and research data policy.

List of Repositories
Research Data Policy

General repositories - for all types of research data - such as figshare and Dryad may also be used.

Datasets that are assigned digital object identifiers (DOIs) by a data repository may be cited in the reference list. Data citations should include the minimum information recommended by DataCite: authors, title, publisher (repository name), identifier.

DataCite

Springer Nature provides a research data policy support service for authors and editors, which can be contacted at researchdata@springernature.com.

This service provides advice on research data policy compliance and on finding research data repositories. It is independent of journal, book and conference proceedings editorial offices and does not advise on specific manuscripts.

Helpdesk

AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer’s web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI.

After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

OPEN CHOICE

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

Open Choice

Copyright and license term – CC BY

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

Find more about the license agreement

ENGLISH LANGUAGE SUPPORT

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts.

English language tutorial

Nature Research Editing Service

American Journal Experts

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.