**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

ROGÉRIO COSTA FRANCO

**Avaliação da descompressão discal por via percutânea
a laser em pacientes com neuralgia ciática. Utilização de
comprimento de onda 980 nm com posicionamento
central da agulha**

**RIBEIRÃO PRETO
2018**

ROGÉRIO COSTA FRANCO

**Avaliação da descompressão discal por via percutânea
a laser em pacientes com neuralgia ciática. Utilização de
comprimento de onda 980 nm com posicionamento
central da agulha**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Ciências da Saúde
Aplicadas ao Aparelho Locomotor

**Orientadora: Prof. Dra. Gabriela Rocha
Lauretti**

RIBEIRÃO PRETO

2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Franco, Rogério Costa

Avaliação da descompressão discal por via percutânea a laser em pacientes com neuralgia ciática. Utilização de comprimento de onda 980 nm com posicionamento central da agulha. Rogério Costa Franco / Orientador: Gabriela Rocha Lauretti, Ribeirão Preto - 2018.

151p.: 14il.; 30 cm

Tese (Doutorado) - Programa de Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

1. Coluna vertebral. 2. Hérnia discal. 3. Discectomia a Laser.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: FRANCO, Rogério Costa

Título: Avaliação da descompressão discal por via percutânea a laser em pacientes com neuralgia ciática. Utilização de comprimento de onda 980 nm com posicionamento central da agulha.

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do Título de Doutor em
Ciências.

Área de Concentração: Ciências da Saúde
Aplicadas ao Aparelho Locomotor

Aprovado em: ____/____/____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Dedicatória

Para

Aldo e Irene, meus pais

Aldirene e Cláudio, minha irmã e meu cunhado

Anelis e Ailin, minhas amadas sobrinhas

Para minha futura esposa.

Agradecimento

“A todos os Professores que me ensinaram desde a mais tenra idade até hoje, e a Deus, que me deu o privilégio de aprender com eles.”

Resumo

FRANCO, R. C. **Avaliação da descompressão discal por via percutânea a laser em pacientes com neuralgia ciática. Utilização de comprimento de onda 980 nm com posicionamento central da agulha.** 2018. 151f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2018.

A dor lombar acomete a humanidade desde tempos remotos, tendo seus primeiros relatos descritos no “Papiro de Edwin Smith” (1500 a.C.). Acredita-se que durante a vida até 90% da população terá pelo menos um episódio de dor lombar, sendo tal patologia uma das principais causas de afastamento do trabalho, acarretando em vultosos prejuízos financeiros anuais. Cinco a 10% dos pacientes que possuem lombalgia também apresentam dor irradiada para o membro inferior (ciatalgia) e esta última, 85% das vezes é secundária à hérnia de disco lombar (HDL), cuja prevalência anual na população geral é estimada em 2.2%. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da aplicação do *laser* diodo de 980 nm intradiscal no tratamento da ciatalgia em pacientes portadores de hérnias lombares contidas em comparação com o grupo controle. Vinte e cinco pacientes (30 discos intervertebrais) com HDL e dor neuropática de distribuição metamérica foram randomizados, 12 no grupo controle e treze no grupo *laser*. No grupo controle foi feita injeção de dexametasona, clonidina e lidocaína intradiscais e no grupo *laser* aplicada média de 900 J de energia intradiscal, além das mesmas medicações. Os grupos foram avaliados nos tempos antes, imediatamente após, um mês, dois, três, seis e 12 meses decorridos do procedimento quanto aos parâmetros: dor, pela Escala Numérico Visual (ENV), uso de medicações para o controle desse sintoma e efeitos colaterais. Os resultados demonstraram queda nas médias das ENVs e necessidade de medicações para controle da dor em ambos os grupos logo após o tratamento ($p<0,05$), que perdurou no grupo *laser* onde houve média de redução de 80,73% nas ENVs, e de 75,51% na necessidade de medicação em um ano de seguimento ($p<0,05$). Já no grupo controle, as ENVs e as necessidades de analgésicos voltaram a ser semelhantes aos valores anteriores ao tratamento a partir do segundo mês de avaliação ($p>0,05$). Foi verificada predominância da doença no sexo masculino (68%), com faixa etária média de 44 anos, e baixa incidência de efeitos colaterais semelhantemente a dados anteriormente relatados. O *laser* diodo de 980 nm é eficaz na redução da ciatalgia secundária à herniação discal contida e superior à injeção intradiscal de clonidina, dexametasona e lidocaína, no que se refere à duração da redução das ENVs e da necessidade de medicações analgésicas.

Palavras-chave: Coluna vertebral. Hérnia discal. Discectomia a *laser*.

Abstract

FRANCO, R. C. **Evaluation of percutaneous laser disc decompression in patients with sciatic neuralgia. Utilization of 980 nm wavelength with central positioning of the needle.** 2018. 151f. Thesis (Doctoral) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Lumbar pain affects mankind from earliest times having its first descriptions in the "Edwin Smith Papyrus" (1500 BC). It is believed that during life up to 90% of the population will have at least one episode of low back pain, being such pathology one of the main causes of work withdrawal with huge annual financial losses. Five to 10% of patients with low back pain also have lower-limb pain (sciatica), and the latter, 85% of the time, is secondary to lumbar disc herniation (LDH), whose annual prevalence in the general population is estimated at 2.2%. The objective of this study was to evaluate the efficacy of intradiscal diode laser 980 nm wavelength in comparison with a control group on sciatica treatment in patients with contained lumbar disc herniations. A total of 25 patients (30 intervertebral discs) with LDH and neuropathic pain of metameric distribution were randomized, 12 patients in the control group and 13 patients in the laser group. In the control group, intradiscal injection of dexamethasone, clonidine and lidocaine was performed and in the laser group an average of 900 J of intradiscal energy was delivered, in addition to the same medications. The groups were evaluated at the time before, immediately after, 1, 2, 3, 6, and 12 months after the procedure for the parameters: pain measured by Visual Numerical Scale (VNS), medication use to control this symptom and side effects. The results showed a decrease in VNS and the need for pain control medications in both groups after treatment ($p < 0.05$) that lasted in the laser group which demonstrated an average in VNSs reduction of 80,73% and in pain analgesic needs of 75,51% after 1 year ($p < 0,05$). In the control group, VNSs and analgesic needs were again similar to pre-treatment values from the second month of evaluation ($p > 0.05$). The predominance of the disease was found in males (68%), with a mean age of 44 years and a low incidence of side effects similar to the data reported before. The 980 nm diode laser is effective in reducing sciatica due to contained LDH and superior to intradiscal injection of clonidine, dexamethasone and lidocaine for the duration of the reduction of VNS and need for analgesic medications.

Keywords: Vertebral column. Lumbar disc herniation. Laser discectomy.

Lista de Figuras

Figura 1 -	Projeções em perfil (A) e anteroposterior (B) demonstrando a posição final da agulha.....	69
Figura 2 -	(A) Fonte emissora <i>LASER</i> 980nm; (B) “kit” com agulha, fibra ótica e adaptador (azul) Medlaser®	71
Figura 3 -	Distribuição proporcional da localização das herniações no total de DIVs tratados	74
Figura 4 -	Proporção no total de homens e mulheres do estudo	76
Figura 5 -	Idade dos pacientes (ambos os grupos)	77
Figura 6 -	Índice de massa corpórea dos pacientes	77
Figura 7 -	Variação das ENVs dos pacientes no grupo <i>laser</i> nos diferentes tempos de avaliação	79
Figura 8 -	Porcentagem de redução nas médias de ENVs no grupo <i>laser</i>	79
Figura 9 -	Variação das ENVs dos pacientes do grupo controle nos diferentes tempos de avaliação.....	81
Figura 10 -	Porcentagem de redução nas médias das ENVs no grupo controle	81
Figura 11 -	Representação gráfica do uso diário de comprimidos de diclofenaco (50 mg) para dor no grupo <i>laser</i>	85
Figura 12 -	Porcentagem de redução das médias de necessidade de diclofenaco para o controle da dor no grupo <i>laser</i>	86
Figura 13 -	Representação gráfica do uso diário de diclofenaco (50 mg) para dor no grupo controle	86
Figura 14 -	Porcentagem de redução das médias de necessidade de diclofenaco para o controle da dor no grupo controle	87

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Avaliação demográfica do grupo tratado com <i>laser</i> intradiscal	75
Tabela 2 - Avaliação demográfica do grupo controle	7
Tabela 3 - Valores da Escala Numérica Visual (0-10 cm) para dor nos diferentes tempos para o grupo <i>laser</i>	78
Tabela 4 - Valores da Escala Numérica Visual (0-10 cm) para dor nos diferentes tempos para o grupo controle.....	80
Tabela 5 - Número de comprimidos diários de diclofenaco (50 mg) necessários para o controle da dor no grupo <i>laser</i> nos tempos: inicial (antes), um mês, dois, três, seis e 12 meses após o procedimento.....	83
Tabela 6 - Número de comprimidos diários de diclofenaco (50 mg) necessários para o controle da dor no grupo controle nos tempos: inicial (antes) um mês, dois, três, seis, e 12 meses após o procedimento.....	84
Tabela 7 - Níveis de evidência segundo o <i>USPSTF</i>	97
Tabela 8 - Critérios de MacNab.....	110

Lista de Símbolos e Abreviaturas

AF-	Ânulo fibroso
AINE-	Anti-inflamatório não esteroide
AL-	Anestésicos locais
CE-	Corticoides epidurais
CT-Dor-	Centro de Tratamento da Dor do HCFMRP-USP
DDIV-	Doença degenerativa do disco intervertebral
DDPL-	Descompressão discal percutânea a <i>laser</i>
DIV-	Disco intervertebral
ECM-	Estenose do canal medular
ENM-	Eletroneuromiografia
ENV-	Escala numérica visual
FDA-	<i>Food and Drug Administration</i>
FE-	Fibras elásticas
FNT-	Fator de necrose tumoral
FNTα-	Fator de necrose tumoral alfa
GC-	Glicocorticoides
HCFMRP-USP-	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
HDL-	Hérnia de disco lombar
Ho:YAG-	<i>laser</i> de ítrio, Alumínio e Granada dopado com Hólmio
IEC-	Injeção epidural de corticoides
IIL-	Injeção intradiscal de anestésicos locais
IIC-	Injeção intradiscal de corticoides
IL-1-	Interleucina 1
IL-6-	Interleucina 6

IL-7-	Interleucina 7
LASER-	<i>Light amplification stimulated by emission of radiation</i>
LLA-	Ligamento longitudinal anterior
LLP-	Ligamento longitudinal posterior
MC-	Mineralocorticoides
MD-	Microdiscectomia
MEC-	Matriz extracelular
MMP-	Matriz metaloproteinase
Nd:YAG-	<i>laser de Ítrio, Alumínio e Granada dopado com Neodímio</i>
NP-	Núcleo pulposo
PID-	Pressão intradiscal
PTC-	Placa terminal cartilaginosa
RM-	Ressonância nuclear magnética
SF-	Solução fisiológica
SRPA-	Sala de recuperação pós-anestésica
TC-	Tomografia computadorizada
TENS-	Estimulação elétrica transcutânea
US-	Ultrassom
USPSTF-	<i>United States Preventive Service Task Force</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. História.....	22
1.1.1. Primeiros registros e antiguidade clássica (1500 a.C - 476 d.C.).....	22
1.1.2. Idade média (476 d.C. - 1453 d.C.).....	24
1.1.3. Idade moderna (1453 - 1789)	25
1.1.4. Idade contemporânea (1789 - 1900)	26
1.1.5. “A dinastia do disco” (1900 - 1950)	27
1.1.6. Evolução da técnica cirúrgica (1950 - 2000)	28
1.1.7. Século XXI.....	29
1.1.8. Breve história dos conhecimentos sobre a luz, o descobrimento do <i>laser</i> e seu uso na medicina.....	30
1.1.9. A descoberta do <i>laser</i>	31
1.1.10 Esboço da produção de um raio <i>laser</i>	32
1.1.11. O <i>laser</i> na medicina e seu primeiro uso no tratamento da herniação discal	33
1.2. O disco intervertebral (DIV) saudável.....	34
1.2.1. O núcleo pulposo (NP)	34
1.2.2. O ânulo fibroso (AF)	35
1.2.3. A placa terminal cartilaginosa (PTC) e o suprimento sanguíneo do DIV	36
1.2.4. Inervação do disco intervertebral.....	37
1.3. Epidemiologia da lombociatalgia.....	39
1.4. Causas de HDL e lombociatalgia.....	40
1.4.1. Predisposição genética	40
1.4.2. Sobrecarga do disco	41
1.4.3. Doença degenerativa do disco intervertebral (DDDIV)	42
1.4.4. Obesidade.....	43
1.4.5. Tabagismo	44
1.4.6. Diabetes.....	44
1.4.7. Dislipidemia.....	44
1.4.8. <i>Propionibacterium acnes</i>	45
1.5. Apresentação clínica	45
1.5.1. Exame físico	46
1.5.2. Exames diagnósticos	48
1.5.3. Ressonância nuclear magnética (RM).....	48
1.5.4. Tomografia computadorizada (TC).....	49
1.5.5. Mielografia e mielotomografia	50
1.5.6. Radiografia.....	51
1.5.7. Testes eletrofisiológicos	51
1.5.8. Discografia	52
1.5.9. Classificação da hérnia de disco lombar	53
1.5.10.Diagnóstico diferencial	53
1.6.Tratamento da HDL.....	54
1.6.1. Repouso.....	56
1.6.2. Fisioterapia.....	56
1.6.3. Medicamentos	57
1.6.4. Manipulação da coluna e terapêuticas não tradicionais.....	58
1.6.5. Abordagens não invasivas com tecnologia virtual (“ <i>mobile health</i> ”).....	59
1.6.6. Corticoides epidurais (CE).....	60
1.6.7. Tratamento cirúrgico.....	62
1.6.8. Tratamentos intradiscais e o <i>laser</i>	62

2. OBJETIVOS.....	64
3. CASUÍSTICA E MÉTODOS	66
3.1. Metodologia comum aos dois grupos de estudo.....	67
3.2. Técnica de punção intradiscal	68
3.3. Metodologia específica em cada grupo	70
3.4. Especificações do material do <i>laser</i>	71
3.5. Avaliação dos resultados e método de análise estatística	71
4. RESULTADOS.....	73
4.1. Avaliação demográfica	75
4.2. Avaliação da dor pela ENV.....	78
4.3. Avaliação do uso de medicação analgésica	83
4.4. Efeitos adversos e necessidade de reintervenção cirúrgica	87
5. DISCUSSÃO	88
5.1. Injeção intradiscal de medicações	89
5.1.1. Injeção intradiscal de corticoides (IIC)	90
5.1.2. A racionalidade por traz da injeção intradiscal de corticoides	92
5.1.3. Efeitos colaterais dos corticoides intradisciais	93
5.1.4. Os possíveis efeitos colaterais sistêmicos após a injeção intradiscal de corticoides (IIC) a partir dos relatos da injeção epidural de corticoides (IEC)	94
5.1.5. Injeção intradiscal de clonidina.....	95
5.1.6. Injeção intradiscal de lidocaína	96
5.2. A descompressão discal percutânea a <i>laser</i> (DDPL)	96
5.2.1. Mecanismo de ação da DDPL.....	98
5.2.2. Alterações produzidas no DIV pelo tratamento a laser	99
5.2.3. Variação na pressão intradiscal com a ablação a <i>laser</i>	100
5.2.4. Quantidade de tecido removido, temperatura e energia	101
5.3. Diferenças na técnica	102
5.4. O comprimento de onda ideal.....	103
5.5. Técnicas de imagem para o posicionamento da agulha e uso de discografia.....	104
5.6. Indicações da DDPL.....	105
5.7. Outros usos do <i>laser</i> intradiscal	106
5.8. Comparação do perfil demográfico na presente amostra	107
5.9. Comparação entre a analgesia encontrada neste estudo e outros pesquisadores usando a DDPL	108
5.10. Efeitos colaterais e complicações.....	110
6. CONCLUSÕES	112
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
8. APÊNDICE.....	138
9. ANEXO.....	149

1 - Introdução

Uma das mais famosas canções dos Beatles de 1967 diz: “...tudo o que você precisa é de Amor”¹. De fato, nos parece que o Amor num sentido amplo é a motivação que leva à busca incessante de conhecimento e de melhores tratamentos para o alívio da dor, como a descompressão discal percutânea a *laser* (DDPL).

A hérnia de disco lombar (HDL) é o deslocamento do núcleo pulposo (NP) além de sua estrutura física habitual após ruptura de fibras do ânulo fibroso (AF) com projeção de parte do disco sobre a raiz nervosa causando dor radicular irradiada para o metâmero correspondente (ciatalgia) (KEPLER et al., 2013b; KERMANI et al., 2013; SCHROEDER et al., 2013; SEO et al., 2016). Estudos neurorradiológicos afirmam que 85% dos casos de ciatalgia são associados a alterações no disco intervertebral (DIV) do tipo protusão ou extrusão, que ocorrem 95% das vezes entre os níveis de L4-5 ou L5-S1 (PORCHET et al., 2002; WEINSTEIN et al., 2006). Aventa-se como mecanismos responsáveis pela irradiação, tanto distorção mecânica da raiz nervosa quanto liberação de diferentes substâncias pró-inflamatórias no NP que migram até o gânglio dorsal, levando a sensibilização e dor (HARO, 2014; KIM et al., 2013; ROPPER; ZAFONTE, 2015). Nos casos em que não há deterioração neurológica progressiva, o tratamento da doença é recomendado com analgésicos e fisioterapia por um período que varia de três a seis semanas, durante o qual a maioria dos pacientes se recupera completamente dos sintomas. No entanto, quando não há melhora e diante de limitação importante, a cirurgia aberta tem sido o caminho de escolha, haja vista a doença acometer em sua maioria indivíduos entre a quarta e quinta décadas de vida em plena capacidade produtiva (BUY; GANGI, 2010; DEYO; MIRZA, 2016).

A DDPL é uma técnica minimamente invasiva utilizada no tratamento das hérnias de discos aprovada pelo *Food and Drug Administration* (FDA) nos Estados Unidos desde 1991 (BROUWER et al., 2009; SINGH et al., 2013) e consiste na introdução sob visualização radioscópica de uma agulha com lúmen no DIV doente, por dentro da qual é introduzida uma fibra ótica flexível. Esta última é conectada a uma fonte emissora de *laser* que transmite determinada quantidade de energia ao NP do DIV. Tal energia promove aquecimento e evaporação da água do NP (seu componente mais abundante) reduzindo dessa forma a pressão intradiscal (PID). O

¹LENNON, Jonh; MCARTNEY, Paul; “All you need is love”. 1965. Tradução nossa.

princípio físico no qual a DDPL se baseia é que uma pequena redução na quantidade de água do NP proporciona importante diminuição na PID e consequentemente redução na compressão da raiz nervosa e melhora dos sintomas (CHOY et al., 2009). Um estudo recente revelou que o resultado obtido em um ano de pós-operatório foi semelhante entre os pacientes submetidos à DDPL ou à cirurgia convencional por via aberta (BROUWER et al., 2015). Van Den Akker-Van Marle et al. (2017), contabilizando os custos entre os dois tratamentos, relataram que a DDPL foi menos dispendiosa. Tal fato representaria uma enorme vantagem pois a DDPL é realizada sob sedação consciente e anestesia local, sem necessidade de cortes e com rápida recuperação.

No entanto, apesar do grande número de estudos descritivos mostrando bons resultados há mais de 30 anos em mais de 30000 pacientes tratados até 2001 (CHOY, 2001b), a DDPL ainda é vista com algum ceticismo pela literatura. Segundo a *United States Preventive Service Task Force* (USPSTF), o procedimento possui nível de evidência II-2 (limitado ou pobre) para alívio dos sintomas em curto e longo prazo, devido a escassez de estudos randomizados rigorosamente controlados utilizando a técnica até o momento (SINGH et al., 2013).

Também é importante destacar que embora o nervo ciático possua raízes que vão de L4 a S3, das quais no máximo duas são acometidas na maioria das HDLs, foram utilizados neste estudo “ciatalgia” e “ciática” como sinônimos para designar a dor secundária à HDL acometendo o membro inferior num padrão de irradiação metamérico. Alguma confusão pode surgir, porque o termo “ciática” tem sido usado desde a antiguidade para descrever o problema, mesmo antes do conhecimento anatômico sobre a compressão radicular causada pela HDL (MARKETOS; SKIADAS, 1999a).

A seguir, serão abordados temas para o entendimento da patologia e seu tratamento, iniciando por uma revisão histórica.

1.1. História

1.1.1 Primeiros registros e antiguidade clássica (1500 a.C - 476 d.C.)

A lombalgia é uma das mais antigas patologias da humanidade relatadas na literatura, remontando seus registros a textos Egípcios, Gregos, Romanos e Árabicos. Embora quadrúpedes também tenham patologias discais, a posição bípede e a relativa longevidade predispõe o ser humano à dor lombar (ROBINSON, 1983). Alterações degenerativas na coluna foram encontradas nos neandertais, nas múmias egípcias, em diversos remanescentes arqueológicos na Europa medieval, e até mesmo nos dinossauros (ALLAN; WADDELL, 1989). Um dos mais conhecidos textos que descrevem o problema é o Papiro de Edwin Smith, que data de 1500 a.C.. Encontrado em 1862 por assaltantes de tumbas enterrado juntamente com o corpo do egípcio que o transcrevia, o papiro descreve exame físico, diagnóstico e tratamento de um caso de dor lombar, que consistia na recomendação de repouso no leito (MAHARTY, 2012).

Também os antigos Hebreus registram no livro do Gênesis que Deus tocou o quadril do patriarca Jacó causando-lhe “ciática” numa luta contra ele. Devido a esse fato, o Talmud (coletânea de livros sagrados do povo hebraico) prescreve que o nervo ciático dos animais não deve ser ingerido e dá instruções específicas sobre como retirá-lo. O mesmo livro sugere como tratamento para a dor esfregar a área 60 vezes com salmoura (MAHARTY, 2012; ROBINSON, 1983). A “ciática” era atribuída em textos antigos a ações sobrenaturais, e chamada em associação à característica súbita e intensa de “Tiro da bruxa” pelos germânicos ou de “Flexada do Elfo”, na literatura britânica. O tratamento era impetrado pelos médicos-bruxos da época por meio de encantamentos ou outras intervenções que visavam expurgar do doente o ingrato sintoma (KARAMPELAS et al., 2004; TRUUMEEES, 2015). Contemporaneamente na Índia antiga, há descrições de que o acometimento do “kakundram marma”, uma área de conexão entre diversas estruturas (ossos, tendões, nervos e vasos) da região lombossacral, poderia ocasionar dormência e paralisia das extremidades inferiores. Os autores ressaltam, no entanto, que nesses textos as descrições não permitem um perfeito alinhamento com a noção moderna

de ciática. O termo em si, do grego “*ischios*” (quadril) significava dor advinda deste ou da coxa, e não dor na distribuição do nervo ciático (raízes de L4-S3) (ALLAN; WADDELL, 1989). Nota-se mesmo posteriormente até meados do século XX uma profunda confusão entre a ciatalgia como entendida hoje e diversas outras patologias tais como gota, tuberculose óssea, luxação do quadril e poliomielite (KARAMPELAS et al., 2004).

Numa sequência cronológica, surge a visão naturalista da literatura Grega e Helenista. Embora seja mais conhecido nas escolas de medicina pelos escritos sobre ética que originaram o famoso juramento recitado nas colações de grau, Hipócrates (460-370 a.C) é por muitos considerado o “Pai da Cirurgia de Coluna”, e foi provavelmente o primeiro a mencionar o termo “ciática” (CHEDID, K. J.; CHEDID, M. K., 2004; MARKETOS; SKIADAS, 1999a; PEARCE, 2007). Hipócrates reconheceu a relação entre deslocamentos vertebrais, dor lombar, e outros sinais no exame clínico, tais como incontinência fecal e urinária e claudicação. Descreveu que a “ciática” acometia homens entre 40-60 anos e que durava usualmente 40 dias. Também associava sua ocorrência ao verão, ao hábito de montar cavalos e à esterilidade (KARAMPELAS et al., 2004) sugerindo como tratamento repouso, massagens, mudanças dietéticas, calor e até música para “canalizar a dor para longe”. Outros aparatos interessantes por ele desenhados foram a escada e a prancha hipocráticas que utilizavam o princípio da tração esquelética, até hoje aplicado na ortopedia. Em casos severos Hipócrates indicava a cauterização (CHEDID, K. J.; CHEDID, M. K., 2004; MARKETOS; SKIADAS, 1999a). Interessantemente Dioscórides em 100 d.C., prescrevia que esta “terapia” deveria ser feita com excremento, o que provavelmente aprendera dos árabes que usavam fezes de cabra para tal fim (ALLAN; WADDELL, 1989). Galeno de Pergamum (129-200 d.C.) sucedeu Hipócrates nos estudos sobre a coluna vertebral. Em Alexandria, pôde absorver os conhecimentos de anatomia obtidos por Eristratus e Herophilus (séc III a.C.) na dissecação de cadáveres humanos (proibida na Grécia de então). Galeno é responsabilizado por cunhar os termos “escoliose”, “cifose” e “lordose”. Por meio da vivissecação em animais, estabeleceu a relação entre o nível da lesão medular e a sintomatologia resultante preconizando dentre outros tratamentos, a prancha hipocrática, embora questionasse a utilidade da escada de mesmo nome

(MARKETOS; SKIADAS, 1999b; ROBINSON, 1983). Caesar Aurelianus, um médico romano do séc V em seu livro “*Tardarum sive chronicarum passionum*”, descreveu a ciática como “dor severa com prevalência maior entre adultos de meia idade, vinda da região lombar e irradiando para os membros até os pés”. Aventava como etiologia movimentos súbitos ou não usuais de levantar peso, exercício físico ou atividade sexual intensa. O tratamento mais uma vez incluía repouso no leito, massagem, calor e exercícios com movimentação passiva. Nos casos mais graves, recomendava sanguessugas, carvão quente e sangria (CASTRO et al., 2005; KARAMELAS et al., 2004; ROBINSON, 1983).

1.1.2 Idade média (476 d.C. - 1453 d.C.)

Seguiu-se nos séculos medievais um período em que a igreja por meio do clero ocupava o papel de terapeuta evocando causas metafísicas e instituindo tratamentos condizentes tais como o exorcismo. No entanto as traduções para o árabe dos conhecimentos de Hipócrates e Galeno, mesmo que lentamente embasaram os posteriores avanços. No século VII, Paul de Aegina afirmava em seu compêndio “*Epitomae medicae libri septem*” que a ciática era causada pelo acúmulo de “humor espesso” na articulação do quadril, mais uma vez advogando em casos severos a cauterização em três ou quatro lugares. Este médico pode ter sido o primeiro a sugerir um tratamento cirúrgico para traumas na coluna vertebral (ALLAN; WADDELL, 1989; CHEDID, K. J.; CHEDID, M. K., 2004; ROBINSON, 1983). Posteriormente, Serapion Senior (segunda metade do séc. IX) também advogava a cauterização quente como tratamento enquanto seu contemporâneo Razes, em Bagdá, afirmava ter sucesso intervindo em 1000 casos da doença com sangria de uma das extremidades inferiores (ROBINSON, 1983). Cento e cinquenta anos depois o famoso Avicena em seu “*The Canons of Medicine*” recomendava ingestão do estimulante Meixaragl que mais tarde teve seu princípio ativo reconhecido como Picrotoxina (agonista gabaérgico). Já no início do século XV Sabuncuöglu na Turquia escreveu o livro “*The Imperial Surgery*” onde também prescrevia calor medicinal e cauterização como tratamentos. Esse tratado prenunciou após um

período relativamente “ocioso” da ciência a retomada que o Renascimento representaria (ALLAN; WADDELL, 1989).

1.1.3 Idade moderna (1453 - 1789)

Após a Idade Média o método científico voltou a ser priorizado na busca do conhecimento em detrimento do teleologismo prevalescente na “Idade das Trevas”. Andreas Vesalius (1514-1564) descreveu o DIV em “*De humani Corporis Fabrica*” (ALLAN; WADDELL, 1989; CASTRO et al., 2005). Já na França do século XVII, o “Rei Sol” Luis XIV que padecia de lombalgia crônica foi tratado com elixir de carcaça de animais mortos, chás, massagens e leite de jumenta. Tal tratamento “conservador” falhou então os médicos da corte o submeteram à sangria e purgação alternadamente. Após um mês e meio de sofrimento o monarca faleceu e a corte foi obrigada a assistir sua autópsia diante da suspeita de envenenamento. O diagnóstico *post mortem* foi “gangrena da pia mater e da dura até os pés” (ROBINSON, 1983).

Já no século XVIII Domenico Cotugno (1736-1822) se debruçou notadamente sobre o tema publicando um livro sobre ciática na monografia “*De ischiade nervosa commentarius*” (1764) em que propõe como etiologia o “excesso de fluidos cercando os nervos”. Cotugno diferenciava provavelmente pela primeira vez artrite no quadril de dor no nervo ciático (PEARCE, 2007). Sugeriu dentre outros tratamentos drenar os “líquidos patológicos” pela “aquapuntura”, que consistia na colocação de agulhas nas bainhas nervosas ou em suas proximidades. A “ciática” passou no século XIX a ser etiologicamente considerada como doença reumática advinda da inflamação do nervo que poderia ser primária (causada por gota, reumatismo, sífilis, envenenamento, trauma ou frio) ou secundária (tumores pélvicos, distensão do reto e doença óssea no quadril). O epônimo “Doença de Cotugno”, foi genericamente aplicado por pelo menos 150 anos para designar “neurite ciática intersticial” (ALLAN; WADDELL, 1989).

1.1.4 Idade contemporânea (1789 - 1900)

No ambiente econômico da revolução industrial com o trabalho braçal e repetitivo dos operários nas fábricas as queixas de incapacidade causadas por lombociatalgia recrudesceram (ALLAN; WADDELL, 1989). Dessa forma também adquiriu atenção crescente o fator psicológico e a busca por compensação em processos trabalhistas (ROBINSON, 1983; TRUUMEEES, 2015). Além disso no século XIX vários autores reportaram casos de um grande trauma com injúria do disco causando paraplegia. No entanto esses relatos eram achados de autópsia o que compreensivelmente levou os mesmos a falharem em relacionar as alterações anatômicas aos sintomas clínicos de ciática (ALLAN; WADDELL, 1989; PEARCE, 2007). Assim uma firme correlação entre lesões no disco vertebral e lombociatalgia ainda não havia sido estabelecida. O tratamento clínico pouco mudara desde o recomendado nos papiros egípcios apoiando-se majoritariamente na prescrição de repouso. Mesmo Hugh Owen Thomas (1843-1891), famoso ortopedista cujo pai praticava a Quiropraxia (mobilização óssea buscando realinhamento das estruturas), prescrevia “reforçado, ininterrupto e prolongado” repouso (CASTRO et al., 2005).

Nesse sentido Ernest Lasègue em 1864 reconheceu a íntima associação clínica entre dor lombar e sua irradiação para os membros inferiores apontando-a como consequência do acometimento das raízes do nervo. Assim descreveu a conhecida manobra que leva o seu nome e cuja execução reproduz o sintoma álgico no membro afetado. A evolução dos conhecimentos possibilitou a realização de diversos diagnósticos diferenciais tais como Mal de Potts (tuberculose vertebral), meningite tuberculosa, poliomielite, esclerose lateral amiotrófica e paralisia sífilítica (ROBINSON, 1983). Rudolf Virchow (1821-1902) publicou em 1857 uma discussão sobre patologia discal que incluía discos intervertebrais rompidos, os quais se tornaram conhecidos como “Tumores de Virchow”. No entanto, assim como outros pesquisadores da época, obteve seus dados a partir de achados de autópsias, sendo incapaz de relacionar especificamente ruptura discal com compressão radicular (ALLAN; WADDELL, 1989).

1.1.5 “A dinastia do disco” (1900 - 1950)

No início do século XX tentativas de explicar conjuntamente dor lombar e ciática apontaram para várias causas tais como anormalidades lombossacrais, degeneração facetária ou doença sacroilíaca, com as respectivas intervenções cirúrgicas visando sua “correção”, a saber, fusão sacroilíaca ou lombossacral, transversectomia ou facetectomia (ALLAN; WADDELL, 1989). Em 1900 David Giordano provavelmente fez a primeira laminectomia num paciente anteriormente submetido a diversos tratamentos. Além dele o Italiano Bonomo descreveu acesso cirúrgico ao canal vertebral (POSTACCHINI, 1995). O cirurgião Fedor Krause em 1909 possivelmente fez a remoção de um DIV rompido. Ele publicou com o neuropatologista Hermann Oppenheim a descrição do procedimento, em que a musculatura paravertebral foi rebatida, a lâmina retirada em bloco e a lesão existente ressecada transduralmente. Na época o tecido foi descrito como “endocondroma” e o paciente apresentou alívio completo e imediato da dor no pós-operatório (CASTRO et al., 2005; GRUBER; BÖNI, 2015; OPPENHEIM; KRAUSE, 1909). Outros casos de paraplegia e “ciática” resolvidos após a cirurgia de laminectomia também foram relatados (CASTRO et al., 2005; GOLDTHWAIT, 1911; LOVE; WALSH, 1938), sendo publicado em 1911 um experimento mostrando o extravasamento do NP na direção posterolateral utilizando uma peça anatômica da coluna lombar (MIDDLETON; TEACHER, 1911). Embasando futuras publicações por meio da anatomopatologia, em 1925 o alemão Christian Schmorl estudou 10000 colunas vertebrais descrevendo protusões de material discal no corpo vertebral e no canal como “herniações”. Embora a princípio Schmorl não tenha atribuído importância clínica a tais ocorrências, posteriormente declarou que se fossem grandes o bastante poderiam causar compressão medular (SCHMORL et al., 1959). Vittorio Putti em 1927 enviou “um estranho material esbranquiçado encontrado dentro do canal” para o Professor Erdheim em Vienna e obteve como resposta: “Se você não puder me garantir que encontrou esse material livre no canal e não dentro de um disco eu diria que se trata de material discal”² (PEARCE, 2007). Seguiram-se em 1929 relatos de dois casos em que a mielografia pré-operatória apontando um

^{1,2,3}tradução nossa

diagnóstico presuntivo de tumor medular mostrou tratar-se histologicamente de material discal, tendo os pacientes apresentado recuperação completa no pós-operatório (DANDY, 1989). Finalmente em 1934 Mixter e Barr publicaram sua experiência em famoso artigo intitulado “Ruptura do disco intervertebral com envolvimento do canal espinhal”. No manuscrito os autores relatam minuciosamente dois casos com diagnóstico pré-operatório de compressão medular causada por herniação discal tratados cirurgicamente com sucesso, além de resumo de outros 19 casos similares. Clinicamente, os pacientes apresentavam dor lombar irradiando para os membros inferiores. A técnica utilizada foi a laminectomia posterior com o acesso intradural das lesões que foram identificadas por análise microscópica pós-operatória como material discal ânulo nuclear (MIXTER; BARR, 1934). A técnica cirúrgica aberta mais utilizada hoje é uma modificação da introduzida por esses cirurgiões (TRUUMES, 2015).

1.1.6 Evolução da técnica cirúrgica (1950 - 2000)

A evolução do procedimento apontou na direção de incisões cada vez menores a fim de evitar-se escarificação tecidual. Assim em passagem interessante relata-se que um palestrante foi corrigido pelo professor Caspar durante um congresso em Barcelona em 1987 quando disse que Yasargil foi o primeiro a realizar a microdissectomia (MD) com o uso do microscópio. Caspar prontamente retrucou dizendo que foi ele o primeiro a realizar a técnica. De fato apurou-se que ambos publicaram seus relatos no mesmo ano e volume do periódico “*Advances in Neurosurgery*”, Caspar na página 74 e Yasargil na página 81 (MAROON, 2002). A MD é relatada com taxas de sucesso que variam de 88 a 98,5% sendo o procedimento de escolha para a maioria dos pacientes que necessitam de cirurgia atualmente (MAROON, 2002; PEUL et al., 2007; POSTACCHINI, 1995). A remoção cirúrgica de discos herniados tornou-se rapidamente uma das cirurgias mais realizadas por ortopedistas e neurocirurgiões com o subsequente aprimoramento do instrumental e técnica empregados. No entanto a recorrência dos sintomas em considerável porcentagem dos casos levou a pesquisas na década de 80 comparando o resultado a médio e longo prazo desta com o tratamento conservador

(PEUL et al., 2007). Em estudo analisando prospectivamente por 10 anos 126 pacientes que foram randomizados quanto aos dois tratamentos o grupo cirúrgico foi superior após o primeiro ano no entanto essa vantagem deixou de ser estatisticamente significativa após o quarto ano de seguimento (WEBER, 1983). No estudo “SPORT” (Spinal Patient Outcomes Research Trial) que fez a mesma comparação foram observados resultados semelhantes a partir do segundo ano de seguimento (WEINSTEIN et al., 2006). Associadas às dúvidas trazidas à luz por tais pesquisadores a explosão de cirurgias na coluna ocorrida na década de 50 carrega a grave acusação de ter legado grande quantidade de casos de lombalgia crônica, os quais hoje são atendidos nas clínicas de dor com o diagnóstico de “Síndrome pós-laminectomia” (ALLAN; WADDELL, 1989).

1.1.7 Século XXI

Atualmente postula-se que a HDL é de etiologia multifatorial. Um ciclo vicioso de alterações envolvendo componentes genéticos, mecânicos e também relacionados a hábitos de vida com a via final de ruptura e degeneração discal parece levar ao problema (KADOW et al., 2015; ROPPER; ZAFONTE, 2015; VERGROESEN et al., 2015). Pesquisas indicam como fatores de risco tabagismo, obesidade, aplicação de cargas repetitivas à coluna vertebral em atividades laborais ou esportivas, dislipidemia, diabetes e até infecção pelo *Propionibacterium acnes* (ALBERT et al., 2013; HUANG et al., 2016; MOBBS; NEWCOMBE; CHANDRAN, 2001; ZHANG et al., 2016).

É consenso que na ausência de sinais de alerta de causas específicas como infecção, tumor, fraturas osteoporóticas, síndrome da cauda equina, dor resistente ao tratamento com opioides e déficit motor, a ciatalgia deva ser tratada conservadoramente nas primeiras seis a oito semanas de aparecimento dos sintomas. Dessa forma são indicados medicamentos via oral, fisioterapia, educação postural e se necessário repouso de curta duração (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; KOES et al., 2010; VALAT et al., 2010). Embasam tal conduta abundantes evidências do bom prognóstico da doença. Autores ressaltam que 36% dos pacientes referem diminuição dos sintomas em duas semanas, 70% após seis

semanas, e esta porcentagem aumenta com maiores tempos de seguimento (DEYO; MIRZA, 2016). Naqueles que não apresentam melhora após a abordagem conservadora pode ser indicada realização de bloqueios epidurais com corticosteroides os quais podem ser repetidos em geral até três vezes num espaço de dois meses e a depender das condições clínicas do paciente (VALAT et al., 2010). A DDPL (CHOY et al., 2009) e a Quimionucleólise com Quimiopapaína (WARDLAW, 2016) dentre outros, representam opções minimamente invasivas para o tratamento de casos refratários e podem ser realizados diante de indicações específicas. Num próximo passo têm-se opções cirúrgicas como MDs abertas com ou sem uso do microscópio além de diversas outras modalidades que podem incluir desde a fixação de um ou mais níveis da coluna com instrumental cirúrgico (artrodese) até a colocação de próteses discais (GOUPILLE et al., 2007).

1.1.8 Breve história dos conhecimentos sobre a luz, o descobrimento do *laser* e seu uso na medicina

A luz tem registro de seu uso como tratamento para afecções da pele há mais de 3500 anos sendo usada pelos antigos egípcios e indianos que sugeriam a ingestão de plantas seguida de exposição solar para tratamento de “leucoderma” (HOENIGSMANN, 2013). Na Índia antiga (séc. 6 a.C.) é citada no Vedas como sendo o “tejas”, um dos quatro constituintes básicos do organismo humano. Os outros seriam a terra, o ar e a água -“prthivi”, “vayu” e “pani”, respectivamente (PRASAD, 2001). Empédocles (V a.C.) postulava que Afrodite havia acendido o fogo dentro do olho humano afirmando ser a visão fruto da interação entre a luz que emanava dos corpos luminosos e a que partia do próprio olho. Aristóteles (384-322 a.C) dizia que a luz era “qualidade de manifestação espontânea” caracterizada por um “estado de transparência” propagando-se através do “éter”, a “quinta essência” dos corpos celestes. Adiante Ibn Al-Haythan (965-1040) (ou “Al-Hazen”) e seus estudos sobre ótica influenciariam profundamente as gerações posteriores com conceitos a respeito da natureza da luz (BASSALO, 1988; BERNARDO, 1998; FORATO, 2009). O Renascimento traria cientistas como Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630), Francis Bacon (1561-1626), René Descartes (1596-1651), Isaac Newton (1642-1727) e Christiaan Huygens (1629-1695), dentre outros,

cujos conhecimentos possibilitariam aos que se seguiram voos mais altaneiros como os alçados por Max Planck e Albert Einstein até o descobrimento da luz *laser* (BAGNATO, 2001; MARTINS; SILVA, 2015).

1.1.9 A descoberta do *laser*

A palavra *laser* provém da sigla em inglês para “*Light Amplification Stimulated by Emission of Radiation*” e trata-se de uma luz com características especiais por ser monocromática (possuir uma única frequência); coerente (os feixes de ondas que a compõe estão sincronizados ou “em fase”) e colimada (o que significa dizer que seus raios são paralelos e portanto podem ser direcionados com pouquíssimo desvio). É apontada juntamente com o transistor e o computador como uma das grandes invenções do século XX (BAGNATO, 2001).

Uma breve descrição de sua história pode ser traçada a partir de Albert Einstein e seu estudo sobre o Efeito Fotoelétrico em artigos de 1905 (PENG et al., 2008). O Pai da Teoria da Relatividade propôs que fótons (diminutas quantidades de luz) poderiam estimular a emissão de fótons idênticos (isto é, possuidores da mesma frequência) a partir de átomos previamente “excitados” (em um estado aumentado de energia) (EINSTEIN, 2016). Tal princípio não foi muito explorado pelos cientistas da época por o considerarem sem aplicações práticas, sendo inicialmente rejeitado por nomes respeitados como Max Planck (NIAZ et al., 2010). Contudo após a II Guerra Mundial os governos dos países desenvolvidos investiram massivamente em pesquisa científica e tecnologia impulsionados pelo otimismo e prosperidade financeira vigentes, e pelo medo de que a guerra fria pudesse levar a um posterior conflito nuclear (HECHT, 2010). Assim em 1951 Charles H. Townes produziu o primeiro “*Maser*” (*Microwave amplification stimulated by emission of radiation*) excitando moléculas de amônia que oscilavam numa frequência de 24 GHz dentro de uma cavidade que funcionava como amplificador (GORDON; ZEIGER; TOWNES, 1954). Seguindo adiante os envolvidos na área de pesquisa em questão voltaram seus interesses para a aplicação do mesmo princípio em frequências maiores, dentro do espectro da luz visível (400-750 THz). Gordon Gould, à época um estudante de doutorado em Física, desenhou em uma folha de caderno um

rascunho para a construção de um ressonador óptico que chamou “LASER”. Tal rascunho serviria mais tarde como prova física numa disputa de patentes que após 30 anos de batalha judicial transformaria Gould em um multimilionário (HECHT, 2005). No entanto o primeiro *laser* construído na história não carrega o nome nem de Gould nem de Townes, mas de Theodore Mainman que em 1961 utilizando um cristal de Rubi dentro de uma espiral de uma lâmpada tipo “flash” fotográfico, e colocando o conjunto dentro de um cilindro com paredes internas refletivas, materializou o conceito publicando uma breve descrição do experimento (MAIMAN, 1960). Em paradoxo com a futura importância científica de tal feito o artigo de Mainman demonstrando o primeiro *laser* possui apenas uma página e quatro citações de prévias construções de *Masers*.

1.1.10 Esboço da produção de um raio *laser*

Simplificadamente três componentes básicos constituem um *laser*. Um “meio” em que átomos de um determinado elemento químico são estimulados, uma fonte de energia para promover a excitação dos elétrons e uma cavidade amplificadora ou ressonante (por exemplo um cilindro com espelhos em cada extremidade, um dos quais possuindo um orifício para a saída da luz) (MAIMAN, 1960). A produção do raio se dá da seguinte maneira: a fonte de energia produz uma excitação dos elétrons do “meio”. Nesse estado tais elétrons estão instáveis e tendem a saltar para uma camada de menor energia sendo que para isso precisam emitir um fóton. A emissão estimulada ocorre exatamente quando esses elétrons presentes em átomos já excitados são bombardeados adicionalmente por fótons advindos da fonte que são possuidores exatamente da mesma quantidade de energia correspondente à transição que o elétron “deseja” fazer entre camadas. Assim, o elétron salta para uma camada de menor energia e emite um fóton idêntico àquele que o bombardeou, produzindo uma luz que possui frequência única. A amplificação do efeito se deve aos espelhos colocados na cavidade que refletem os fótons emitidos fazendo com que bombardeiem novamente os átomos excitados e provoquem nova emissão, que ocorrerá mais uma vez com fótons idênticos promovendo um “efeito cascata”.

Finalmente o orifício presente em uma das extremidades do cilindro permite que a luz *laser* “escape” e projete seu raio (BAGNATO, 2001).

Maiman apontou em uma conferência em 1960 as potenciais aplicações do *laser* tais como amplificação da luz, exploração de materiais para pesquisa básica, raios de alta potência para comunicação espacial e utilizações na indústria, química e medicina (HECHT, 2010).

1.1.11 O *laser* na medicina e seu primeiro uso no tratamento da herniação discal

Num relativamente curto período de tempo diversos tipos de *lasers* foram criados e amplamente usados na medicina. Assim, o *laser* de Hélio-Neon (HeNe) desenvolvido por Ali Javan, um ex-aluno de Townes (JAVAN; BENNETT; HERRIOTT, 1961), os *lasers* de Neodímio como o de Ytrio-alumínio-granada dopado com Neodímio (Nd:YAG) por Jonhson (1963), o de íons de Argônio (Ar²) por Bennet Jr et al. (1962) e o de Dióxido de Carbono (CO₂) por Patel (1964). O Nd:YAG tornou-se o *laser* médico provavelmente mais utilizado no mundo tendo suas aplicações em urologia, gastroenterologia, oftalmologia e dermatologia, dentre outros (WHEELAND, 1995).

A primeira DDPL foi realizada por Peter Ascher e Daniel Choy em 1986 no Departamento de Neurocirurgia da Universidade de Graz, Austria (CHOY et al., 1987; SINGH; DERBY, 2006). O instrumental utilizado foi um Nd:YAG emitindo na frequência de 1060 nm através de uma fibra ótica de 600 µm introduzida no interior de uma agulha 18 gauge, colocada percutâneamente no DIV utilizando-se uma abordagem posterolateral. Ascher e Choy planejavam naquele dia realizar a entrega de 1000 joules de energia no nível L4-5 de um paciente portador de ciatalgia. No entanto o procedimento foi suspenso ao se contabilizar 600 joules porque a dor desaparecera (CHOY et al., 2009).

1.2 O disco intervertebral (DIV) saudável

O DIV une dois corpos vertebrais adjacentes formando com eles as maiores articulações da coluna vertebral. Sua principal função é mecânica pois distribui e amortece as cargas advindas do peso corporal e da atividade muscular, além de permitir os movimentos de flexão, extensão, rotação e torção. Na região lombar o DIV possui aproximadamente 0,7 a 1 cm de espessura e 4 cm de diâmetro anteroposterior (URBAN; ROBERTS, 2003). Consiste em uma parte central chamada de NP e uma parte que a circunda denominada AF. Finalmente as placas terminais cartilaginosas (PTCs) localizadas súpero e inferiormente, são também consideradas integrantes do DIV uma vez que uma comunicação íntima ocorre entre o corpo vertebral e o disco nessa região (KEPLER et al., 2013a; YU et al., 2005).

Do ponto de vista embriológico o DIV origina-se do tecido mesodérmico. Assim durante a gastrulação as células do epiblasto se invaginam em direção ao espaço mesoblástico para formar a notocorda (mesoderma cordal), estrutura axial a partir da qual posteriormente se desenvolverá a coluna vertebral. O esclerótomo que é parte dos somitos em maturação condensa-se e prolifera-se nessa região para formar os corpos vertebrais, o AF e as PTCs. Nessas regiões as células da notocorda sofrem apoptose para dar lugar a essas estruturas. No entanto na região do futuro NP notavelmente ocorre o contrário. Nele as células da notocorda se proliferam sendo demonstrada a presença destas inclusive em indivíduos adultos. Tal constatação fomenta prolíficas linhas de pesquisa na Medicina Regenerativa que investigam terapêuticas contra a degeneração discal (COLOMBIER et al., 2014).

1.2.1 O núcleo pulposo (NP)

O NP é semelhante a um gel altamente hidratado cujo constituinte preponderante é a água (85-90% do peso total no DIV saudável). Também possui agregados de proteoglicanos, fibras de colágeno dispostas randomicamente e fibras de elastina radialmente (LEE et al., 2007; URBAN; ROBERTS, 2003). Na fase adulta o NP contém células arredondadas condrócitos-*like* numa densidade de aproximadamente 5000/mm³ mergulhadas na matriz, que é composta por colágeno

tipo II e proteoglicanos (20% e 70% respectivamente de seu peso seco). Os proteoglicanos são macromoléculas compostas por um núcleo proteico ligado covalentemente a cadeias de glicosaminoglicanas (sulfatos de polissacárideos) que conferem característica hidrofílica ao NP, auxiliando na retenção de água e criação de pressão hidrostática resistiva àquela exercida axialmente pela coluna vertebral (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; KADOW et al., 2015). A proporção de células em relação aos proteoglicanos no NP se altera com o envelhecimento. Assim durante a embriogênese a quantidade de células é maior e há diminuta quantidade de proteoglicanos, enquanto que na vida adulta essa relação se inverte. Postula-se que a diminuição das células progenitoras derivadas da notocorda na matriz do NP durante o processo de envelhecimento bem como sua desidratação e perda de proteoglicanos estejam relacionadas a doenças degenerativas do DIV (DDDIV) (KADOW et al., 2015; KEPLER et al., 2013a; SAKAI et al., 2012).

1.2.2 O ânulo fibroso (AF)

O AF é composto por 15 a 25 camadas concêntricas que circundam o NP contendo-o e delimitando-o. É constituído por células fibroblastos-*like* que produzem predominantemente colágeno tipo I (70% do seu peso seco). Embora em menor quantidade do que no NP a água representa 55-75% de seu peso total. De externo para interno nas camadas do AF, as fibras de colágeno tipo I se tornam menos organizadas e a quantidade de colágeno tipo II aumenta, bem como o conteúdo de água. Embora estejam em disposição paralela dentro de uma mesma camada, a orientação das fibras nas diversas camadas adjacentes não é uniforme, possuindo múltiplas angulações com o eixo longitudinal da coluna e constituindo uma densa rede de fibras com alta resistência tênsil. Outros tipos de colágeno como os tipos XI e IX participam em pequena proporção na estruturação da rede de fibras do colágeno tipo I, além de proteoglicanos (KADOW et al., 2015; KEPLER et al., 2013a). Além disso no AF as fibras elásticas (FE) estão presentes entre as camadas. São proteínas de elevada resiliência cuja forma madura é constituída ultraestruturalmente por um núcleo central de elastina rodeado por outras proteínas microfibrilares (SMITH; FAZZALARI, 2009). Essas estruturas correspondem a

aproximadamente 2% do peso seco do DIV e são encontradas radialmente no AF, algumas vezes alcançando até 150 μm de comprimento e estabelecendo pontes que atravessam diversas camadas concêntricas de colágeno num padrão cruzado aparentemente “costurando-as”. Acredita-se que as fibras elásticas auxiliem o DIV a retornar à sua configuração original após os movimentos que realiza nos diversos eixos (URBAN; ROBERTS, 2003; YU et al., 2002). Sua presença é intensificada na região próxima ao corpo vertebral (PTC) onde se imiscuem de forma a exercer o papel de âncora (SMITH; FAZZALARI, 2009; YU et al., 2005).

1.2.3 A placa terminal cartilaginosa (PTC) e o suprimento sanguíneo do DIV

A PTC realiza a interface entre o corpo vertebral e o DIV súpero e inferiormente, e acredita-se exercer a função de nutrição e aderência. Possui usualmente 1 mm de espessura e é composta de cartilagem hialina onde se encontram células condrócitos-*like*, colágeno (25%), proteoglicanos (8%) e água (55%). Além disso outra camada ainda mais fina justaposta a ela na face vertebral é representada pelo osso cortical poroso (ADAMS et al., 2015; RAJ, 2008).

Na PTC as fibras de colágeno se dispõem horizontal e paralelamente ao corpo vertebral e as células condrócitos-*like* se dispõem longitudinalmente a elas (RAJ, 2008; ROBERTS; MENAJE; URBAN, 1989; URBAN; ROBERTS, 2003). Algumas fibras de colágeno do DIV emitem projeções para dentro da PTC, tanto a partir do NP quanto do AF. Na face óssea o osso cortical possui pequeníssimas perfurações que parecem servir para aderência das fibras de colágeno da PTC particularmente nas regiões adjacentes ao AF, onde esta tende a ser cada vez mais fina e menos permeável (ADAMS et al., 2015; ROBERTS; MENAJE; URBAN, 1989). Nessa ótica num ambiente ligeiramente ácido e hipóxico em relação ao plasma as células do DIV são nutridas por um leito vascular que advém dos corpos vertebrais adjacentes. Os capilares que emergem destes penetram no osso subcondral através dos espaços medulares e terminam em “loopings” na junção com a PTC (HUANG; URBAN; LUK, 2014). O osso cortical na superfície vertebral em contato com a PTC possui numerosíssimos poros de 140-390 μm de diâmetro que tendem a serem maiores e mais abundantes em seu centro permitindo a passagem livre de

metabólitos entre a medula óssea e o NP. Sendo o DIV avascular, depende da difusão de glicose e oxigênio através dessas estruturas para suprir os gastos metabólicos de sua matriz celular. O mesmo ocorre em relação à remoção de metabólitos tais como o ácido láctico que difunde por gradiente de concentração na direção oposta. Acredita-se que os proteoglicanos por meio de sua carga eletrostática também auxiliem no transporte de substâncias através da PTC (ROBERTS; MENAJE; URBAN, 1989; URBAN; SMITH; FAIRBANK, 2004). Além disso postula-se que o AF externo receba nutrientes por difusão a partir dos plexos vertebrais e tecidos musculares ou ligamentares que lhe são justapostos (BOUBRIAK et al., 2013). Em indivíduos com menos de 12 meses de idade os capilares advindos dos canais dos corpos vertebrais penetram no DIV além da PTC superficialmente no AF e no NP. Já em adultos (50 anos) a PTC é mais fina e os capilares não chegam a atravessá-la. Como consequência DIVs adultos possuem muito menos água e suprimento metabólico. Assim, a degeneração discal pode advir da diminuição da passagem de nutrientes a partir da PTC que leva à morte celular e perda da matriz (RAJ, 2008).

1.2.4 Inervação do disco intervertebral

O DIV é innervado por uma densa rede de fibras que se interconectam, se restringindo às primeiras camadas do AF, sendo que no DIV saudável o NP e a PTC são estruturas consideradas aneurais (RAJ, 2008). Também aventase que algumas das terminações presentes no AF além de função nociceptiva exerçam o papel de mecanorreceptores (órgãos de Golgi) (ROBERTS et al., 1995).

Duas redes principais de fibras se distinguem no DIV, as associadas aos nervos sinuovertebrais e à cadeia simpática. A primeira se dispõe posteriormente ao disco e é densamente encontrada no ligamento longitudinal posterior (LLP) enquanto que a segunda se encontra anteriormente ao DIV junto ao ligamento longitudinal anterior (LLA) (GROEN; BALJET; DRUKKER, 1990; KALLEWAARD et al., 2010).

A rede neural associada ao LLP é formada pelos nervos sinuovertebrais que por sua vez são os ramos recorrentes meníngeos do nervo espinhal, os quais se

originam nas proximidades do espaço discal a partir dos ramos comunicantes. Correm ventralmente à raiz dorsal e adentram o forame subdividindo-se em ramos mais finos que se aglomeram no LLP e na dura mater ventral (KALLEWAARD et al., 2010). Por segmento de um a quatro nervos sinuovertebrais emergem dos ramos comunicantes próximos à sua conexão com a raiz do nervo espinhal. Suas subdivisões realizam múltiplas interconexões da esquerda para a direita e também crânio caudalmente, e pode-se dizer genericamente que inervam a parte posterior do disco e corpo vertebrais além da porção anterior da dura (KALLEWAARD et al., 2010; RAJ, 2008; VAN ROY et al., 2001). O LLP é uma das primeiras estruturas a serem sensibilizadas nociceptivamente durante patologias discais e exerce importante função proprioceptiva na prevenção de flexão ou extensão exacerbadas da coluna (VAN ROY et al., 2001).

A segunda fonte de inervação do DIV é aquela associada às cadeias simpáticas. Situam-se bilateralmente em posição anterolateral em relação ao corpo vertebral e ao disco. Recebem as contribuições dos ramos comunicantes e dos plexos nervosos perivasculares que acompanham as artérias segmentares formando uma extensa rede de fibras localizada no LLA. Pode-se dizer que em geral provê a inervação da parte anterolateral do DIV (GROEN; BALJET; DRUKKER, 1990; KALLEWAARD et al., 2010). Autores afirmam que as redes de fibras anterior e posterior da coluna vertebral com seus ramos simpáticos e somáticos se interconectam estabelecendo relações com nervos espinhais de diferentes níveis na coluna lombar. Além disso acredita-se haver interconexões entre os lados direito e esquerdo o que explicaria a apresentação de sintomas contralaterais em patologias inicialmente lateralizadas (KALLEWAARD et al., 2010; SUSEKI et al., 1998).

Finalmente também parece haver uma convergência de inervações a partir de diversos níveis da coluna em direção aos gânglios dorsais de L1 e L2 através da cadeia simpática paravertebral, constituindo uma terceira fonte distinta de inervação e reiterando a não restrição da sensibilidade de determinado disco a um único nível segmentar. Marcadores injetados na região anterior de L5-6 em ratos foram captados 48 horas depois nos gânglios dorsais de L1-2 (MORINAGA et al., 1996; SUSEKI et al., 1998). Outros apontam que nesses animais a convergência para esses níveis pode ocorrer a partir de segmentos tão altos quanto T13 via troncos

simpáticos paravertebrais (MORINAGA et al., 1996; OHTORI et al., 1999, 2001). Tal hipótese também é apoiada pelo alívio da dor discogênica após o bloqueio anestésico do gânglio dorsal de L2 em humanos, além da sintomatologia de dor inguinal (correspondente aos dermatômos de L1 e L2) frequentemente ocorre em pacientes com lesões de níveis lombares mais baixos como L4-5 (NAKAMURA et al., 1996).

1.3 Epidemiologia da lombociatalgia

Aproximadamente 80% da população apresentará pelo menos um episódio de dor lombar durante a vida sendo sua prevalência anual de 15 a 45% nos EUA, onde o problema é o motivo mais comum de incapacidade laboral em indivíduos abaixo dos 45 anos e a terceira causa de procedimentos cirúrgicos, com custos diretos e indiretos avaliados em mais de 100 bilhões de dólares anuais (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; ANDERSSON, 1999; KEPLER et al., 2013a). Em geral 4 a 10% dos pacientes com lombalgia também apresentam ciatalgia causada 90% das vezes por HDL, cuja prevalência anual na população geral é estimada em 2.2% (KOES; VAN TULDER; PEUL, 2007). Outros autores relatam aproximadamente 2.8 milhões de casos anuais de HDL e a responsabilizam por 85% dos casos de radiculopatia lombar (DEYO; MIRZA, 2016). No Brasil pesquisa realizada em Uberaba-MG mostra que entre 491 indivíduos de diferentes grupos não submetidos a trabalhos pesados a lombalgia foi encontrada em 53,4%, sendo que 32,6% relataram mais do que um episódio de ciática (CECIN et al., 1991). Já estudo realizado na Universidade Paulista de Jundiaí-SP demonstrou que em 271 prontuários revisados na clínica de ortopedia os diagnósticos de lombociatalgia, hérnia discal e pós-operatório de hérnia discal somados corresponderam a 18,43% do total (OLIVEIRA; BRAGA, 2010).

A maior prevalência da doença se encontra em pessoas entre 30 e 50 anos de idade e embora haja alguma controvérsia a HDL parece ser mais comum nos homens (KOES; VAN TULDER; PEUL, 2007). No *Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT)* observou-se média de idade de 41 anos sendo 57% dos pacientes do sexo masculino (CUMMINS et al., 2006). O mesmo estudo apontou que 20% dos pacientes apresentavam processo pedindo indenização por lesão ocupacional em

contraste com menores porcentagens de judicialização entre indivíduos com outros diagnósticos tais como estenose do canal vertebral (8%) e espondilolistese degenerativa (7%).

1.4. Causas de HDL e lombociatalgia

Muito tem sido estudado na busca das causas da HDL. Acredita-se que possa ser consequência de trauma súbito que ocasiona ruptura do AF e extravasamento do NP ou secundária à DDDIV, que crônica e insidiosamente provoca sensibilização e dor advinda do DIV e da compressão radicular. Por sua vez a DDDIV possui diversos fatores de risco, e um ciclo vicioso de alterações envolvendo fatores mecânicos, genéticos e ambientais (relacionado a hábitos de vida) parece levar ao problema culminando na via final de ruptura e compressão radicular (KADOW et al., 2015).

1.4.1 Predisposição genética

É aventado que o fator genético contribui com até 75% do risco de desenvolvimento de DDDIV em determinado indivíduo (KADOW et al., 2015). Em modelo de análise de múltiplas variáveis em gêmeos univitelinos autores verificaram que quando adicionado o fator genético a outros como trabalho e idade, a explicação da variabilidade encontrada saltava de 16% para 77% nos níveis lombares mais altos (BATTIÉ et al., 1995). Alterações nas ressonâncias magnéticas (RM) com reforço em T2 de portadores de DDDIV parentes em primeiro grau de indivíduos submetidos à cirurgia para herniação discal são mais expressivas do que as de controles que não se aparentavam com indivíduos submetidos ao procedimento (MATSUI et al., 1998). Outro estudo provou que a incidência de DDDIV parece ser maior entre irmãos do que na população em geral (BIJKERK et al., 1999).

Nesse sentido buscando a identificação dos genes responsáveis por tais constatações, autores têm encontrado diversos polimorfismos em alelos de genes codificadores do colágeno que resultariam numa estabilidade diminuída dos DIVs, além outros que influenciariam em aspectos inflamatórios, degradativos,

homeostáticos e estruturais. Por exemplo, alterações nos gens “COL9A2” e “COL9A3” seriam responsáveis pelo enfraquecimento das pontes cruzadas entre as fibras de colágeno tipo II (PAASSILTA et al., 2001). Também polimorfismos no gen “COL11A1” teriam frequência aumentada em pacientes com DDDIV (JANECZKO et al., 2014). Ainda, alterações nos gens da família das Metaloproteinases (MMPs) (que codificam proteínas que degradam a matriz extracelular - MEC) e outros, responsáveis por apoptose, relacionados ao receptor da Vitamina D, ao balanço de citocinas inflamatórias atuantes no disco, ou aos codificadores da proteína Aquaporina (associada à retenção de água pelo DIV) têm sido investigados (HOFFMAN et al., 2017; MARTIROSYAN et al., 2016). Em suma numerosos polimorfismos têm sido identificados e a pesquisa nessa área pode esclarecer novos caminhos para o tratamento e prevenção da DDDIV e da HDL (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; JANECZKO et al., 2014; MARTIROSYAN et al., 2016).

1.4.2 Sobrecarga do disco

Embora a degeneração discal possa ser responsabilizada pela herniação do NP e compressão radicular a HDL pode ocorrer em pacientes que não apresentam nenhuma evidência severa de DDDIV (LAMA et al., 2013). Muitos modelos *ex vivo* e *in vitro* aplicando cargas em diversos regimes e posicionamentos das estruturas têm sido propostos para elucidar o mecanismo e o sítio de ruptura dos DIVs bem como para documentar o verdadeiro papel que a sobrecarga desempenha na gênese do problema. Nesse sentido a apoptose parece ocorrer mediante a aplicação de carga mecânica ao DIV (LOTZ; CHIN, 2000). Também a combinação de flexão, rotação e compressão em espécimes de segmentos vertebrais humanos causou alta taxa de protusão e extrusão na região posterolateral dos mesmos. Além disso, espécimes de indivíduos entre 50 e 70 anos pareceram ser mais suscetíveis à ruptura (ADAMS; DOLAN, 2016; GORDON et al., 1991).

De fato a mais antiga alegada vilã causadora da dor lombar e da HDL conforme relatos na história da medicina é a sobrecarga da coluna vertebral (MIXTER; BARR, 1934; PEARCE, 2007). Assim, o risco ocupacional para HDL tem sido largamente estudado. Numa coorte com *follow-up* de 33 anos realizada com

3833 homens na Suécia trabalho associado a esforço físico extenuante foi relacionado a risco 3,9 vezes maior de desenvolvimento de HDL (SØRENSEN et al., 2011). Numerosos estudos apontam o ato de levantar pesos repetidamente como fator causador do problema (CUMMINS et al., 2006; KELSEY et al., 1984; MUNDT et al., 1993; SUN et al., 2010; Zhang, S. Y. et al., 2009; Zhang, Y. G. et al., 2009).

Em suma a abundância de evidências tanto clínicas quanto experimentais inevitavelmente coloca a sobrecarga do DIV como das principais causas de HDL e pode indicar medidas terapêuticas preventivas para o problema. Ao mesmo tempo tal constatação introduz um intrincado fator médico legal e trabalhista a essa complexa equação, relacionado à busca por compensação e ganho secundário (BRACCIALLI et al., 2000; MANCHIKANTI et al., 2014; PAUL et al., 2013).

1.4.3 Doença degenerativa do disco intervertebral (DDDIV)

Entende-se que o envelhecimento natural traz consigo alterações que predisõem à DDDIV. No entanto diversos fatores tais como exposição à sobrecarga mecânica e vibratória, levantamento de pesos no trabalho ou fora dele, falta de atividade física com enfraquecimento da musculatura dentre outros, têm sido implicados nas alterações (KEPLER et al., 2013a). Os processos de trauma e degeneração parecem estar interrelacionados, tornando-se difícil identificar qual deles precedeu o outro (LAMA et al., 2013). Assim, um padrão característico de mudanças celulares ocorre na DDDIV. O AF sofre degeneração mixomatosa e formação de cistos que podem levar à ruptura e desorganização das camadas. Por sua vez o NP sofre desidratação, fibrose e necrose. Por fim a herniação pode ocorrer por meio de fissuras no AF ou na PTC (KADOW et al., 2015). Apesar de as lesões apresentarem variados padrões, todas levarão a alterações no ambiente celular do DIV perturbando a composição da matriz, o que por sua vez levará à posterior revascularização, reinervação, ruptura estrutural e dor (ADAMS; DOLAN, 2016).

Da mesma forma, o envelhecimento traz alterações na composição e concentração dos componentes da MEC apesar do aumento da expressão de fatores mitogênicos nas fases iniciais do processo. Assim, a síntese de Colágeno

tipo II e IX cai e ocorre declínio das pontes cruzadas entre essas moléculas, fortalecedoras da integridade estrutural do disco. Similarmente a produção de proteoglicanos menores e fibromodulina também cai resultando em desidratação, enquanto a produção de colágenos tipo I e X aumentam resultando em fibrose (KEPLER et al., 2013a). Em suma, de maneira geral são citados como participantes do processo: retenção diminuída de água no NP, degradação da matriz de colágeno, incremento da apoptose celular, expressão de MMPs e inflamação (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017).

Um ponto interessante conforme já colocado, é o gradual desaparecimento das células da notocorda no NP e sua provável diferenciação em células “condrócitos-like” durante o processo de envelhecimento e degeneração do DIV (COLOMBIER et al., 2014). Pode haver sinalização específica para tal diferenciação através de uma via que também foi implicada na produção de enzimas que degradam a MEC. Uma proteína chamada Beta-catenina estaria envolvida possuindo expressão aumentada em amostras de DIVs humanos degenerados (SMOLDERS et al., 2012; WANG et al., 2012).

1.4.4 Obesidade

Estudos apontam a obesidade e o sobrepeso como fatores de risco para o desenvolvimento de ciática, hospitalização pela doença e realização de cirurgia para seu tratamento (SHIRI et al., 2014; XU; LI; WU, 2015). Correlacionando características histológicas de DIVs retirados cirurgicamente em portadores de HDL com seus índices de massa corpórea pesquisadores encontraram maior risco para o desenvolvimento da doença em pacientes com obesidade (DEYO; BASS, 1989; WEILER et al., 2011). Além disso um polimorfismo de um gen codificador de agrecana (proteína da matriz discal) presente em indivíduos obesos tem sido estudado sugerindo maior propensão para HDL (CONG et al., 2014). Também, outro polimorfismo no gen do colágeno tipo IX (COL9A3) foi apontado como responsável por aumentar o risco de HDL nesses indivíduos (SOLOVIEVA et al., 2002).

1.4.5 Tabagismo

Uma análise sistemática listou 12 estudos envolvendo coortes e caso-controle encontrando risco 1,27 vezes maior entre fumantes para a chance de desenvolver HDL que sobe para 1,48 se considerados apenas estudos caso-controle (HUANG et al., 2016). Em outro trabalho ratos foram expostos a um regime de inalação de fumaça de tabaco de quatro cigarros por dia, cinco dias por semana, por quatro semanas, observando-se diminuição de 2,6 vezes no conteúdo de glicosaminoglicanos e de 8,1 vezes no de proteoglicanos nos DIVs dos mesmos. Além disso apresentaram 19% de aumento na porosidade do osso vertebral e diminuição de 61% no volume do osso trabecular (NASTO et al., 2014). De fato, diversos autores têm associado o hábito de fumar à HDL, ao aumento do risco de hospitalização pela doença e ao desenvolvimento de DDDIV e dor lombar crônica em geral (JORDAN; KONSTANTINO; O'DOWD, 2009; MANCHIKANTI et al., 2014; SCHUMANN et al., 2010).

1.4.6 Diabetes

O Diabetes é aventado como fator predisponente para HDL. Pacientes diabéticos submetidos à MD possuem chance sete vezes maior de necessitarem de reoperação (MOBBS; NEWCOMBE; CHANDRAN, 2001). Além disso há incidência significativamente aumentada de diabetes em pacientes submetidos à discectomia lombar por herniação quando comparados com operados por outros motivos. Nesse sentido a microangiopatia diabética pode afetar a nutrição e manutenção do DIV tornando esses pacientes mais suscetíveis à DDDIV e HDL (SAKELLARIDIS, 2006).

1.4.7 Dislipidemia

Estudos encontraram associações entre herniação discal e aumento sérico dos níveis de triglicérides e colesterol na comparação entre dois grupos, um de pacientes submetidos à cirurgia para excisão de discos herniados e outro de operados para tratamento de outras patologias nos membros inferiores (LONGO et

al., 2011; ZHANG, S. Y. et al., 2009). Os autores aventam como mecanismo para tal constatação a associação da dislipidemia com doença aterosclerótica dos vasos, que prejudicaria a irrigação sanguínea do DIV.

1.4.8 *Propionibacterium acnes*

Alguns estudos demonstram que essa bactéria gram positiva pode desempenhar um papel na HDL haja vista ter sido detectada em discos herniados retirados cirurgicamente em humanos (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017). Dessa forma embora sejam necessários mais estudos para elucidar o papel dos agentes infecciosos no problema, a antibioticoterapia pode representar uma alternativa de terapia não invasiva para o tratamento da HDL (ALBERT et al., 2013).

1.5 Apresentação clínica

O componente mais importante no diagnóstico de HDL causando lombociatalgia é a história clínica embora sinais no exame físico forneçam informações adicionais úteis (VROOMEN et al., 2002). A doença acomete pacientes de 20 a 50 anos de idade. Dependendo do sítio de compressão estes podem adotar uma postura antálgica de ventroflexão, redução ou aumento da lordose lombar, e raramente claudicação por fraqueza do glúteo ou pé em equino. A dor na maioria das vezes é caracterizada como intensa e “cortante”, “profunda” ou em “queimação”. Na compressão da raiz de L4 (em geral HDLs em L3-4) a dor lombar irradia-se mais frequentemente para a face anterolateral da coxa. Já no acometimento da raiz de L5 (geralmente em HDLs de L4-5) costuma irradiar para a nádega, face posterolateral da coxa, lateral do joelho, anterolateral da perna, e dorso do pé nos três artelhos mediais. Finalmente, em compressões da raiz de S1 (comumente causada por herniações de L5-S1) a dor em geral é lombo sacra e acomete a nádega, face posterior da coxa e perna, calcanhar e frequentemente face lateral do pé. Seu aparecimento pode ser súbito ou insidioso, associado ou não à dor lombar pré-existente e pode ser acompanhado de dormência com extensão variável nas referidas regiões. Embora na maioria das vezes o sintoma seja unilateral, também

pode ser bilateral nos casos de herniação central. A dor pode não estar relacionada a qualquer evento específico precipitante, no entanto é frequente o relato de seu surgimento durante uma atividade tal como o levantamento de peso ou movimentos súbitos de flexão ou torção da coluna lombar (DEYO; MIRZA, 2016; HARO, 2014; ROPPER; ZAFONTE, 2015). Esses autores também afirmam que a ciatalgia costuma se sobrepôr em importância e perdurar no tempo à lombalgia. Nesse sentido estudo analisando 20 fatores clínicos associados à compressão neural comprovada em exame de imagem identificou o relato de “dor pior no membro inferior do que nas costas” como fator possuidor de alto valor preditivo positivo para a realização do diagnóstico, além de sexo masculino e perda da sensibilidade no membro (VERWOERD et al., 2014). Também típica distribuição acompanhando o dermatomo, piora da dor ao tossir ou espirrar, sentar ou levantar-se falam fortemente a favor de HDL (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; VROOMEN et al., 2002).

1.5.1 Exame físico

Uma revisão sistemática recomenda que o teste de elevação da perna estendida (Lasègue) combinado com três dos quatro seguintes sinais/sintomas: dor na típica distribuição do dermatomo correspondente à raiz nervosa, déficit sensorial, fraqueza motora no território dessa raiz, e diminuição dos reflexos tendíneos, seriam suficientes para o estabelecimento do diagnóstico clínico de HDL. O teste de Lasègue consiste em elevar-se a perna afetada do paciente deitado na posição supina com o joelho estendido. Diante de eliciação da dor e contração muscular reflexa num ângulo entre 30 e 70 graus, o teste é considerado positivo com sensibilidade superior a 90% para HDL, embora de baixa especificidade (PETERSEN; LASLETT; JUHL, 2017). A *North American Spine Society* adotou consenso semelhante em 2014 acrescentando aos supracitados o sinal da perna estendida oposta. No entanto relega a diminuição dos reflexos aquileu ou patelar, manobra de valsalva, teste de hiperextensão, testes de extensão do nervo femoral e de amplitude de movimentação da coluna lombar a uma posição de menor valor diagnóstico (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; KREINER et al., 2014). De fato alguma controvérsia ocorre. Por exemplo alguns afirmam que o sinal de Lasègue

não se correlacionou tão expressivamente com as imagens de compressão radicular vistas à RM quanto o teste da distância dedo-chão e a presença de fraqueza muscular (VROOMEN et al., 2002). Outros apontam que apenas o sinal de elevação da perna estendida oposta aos sintomas (elicitando dor no membro sintomático) e a limitação da amplitude de movimentação da coluna lombar se relacionaram corretamente com a classificação da herniação analisada no achado intraoperatório (VUCETIC; SVENSSON, 1996).

Controvérsias à parte, além da distribuição da dor e parestesia o clínico pode encontrar o acometimento das raízes de L4 causando fraqueza no quadríceps, dificuldade do paciente em agachar-se e levantar, e também possível diminuição do reflexo patelar. Já compressões radiculares em L5 costumam acarretar fraqueza nos músculos dorsiflexores do pé, gerando dificuldade em caminhar apoiando-se somente nos calcanhares (alterações dos reflexos são inconsistentes no acometimento dessa raiz). Finalmente quando a raiz de S1 é afetada pode ocorrer fraqueza motora nos músculos flexores plantares se refletindo em dificuldade para caminhar usando somente a ponta dos pés. Também pode estar presente diminuição do reflexo aquileu (DEYO; MIRZA, 2016). É digno de nota que nas herniações mais comuns ou posterolaterais é esperado o acometimento da raiz que sai imediatamente acima do disco (compressão de L5 na herniação do DIV L4-5), no entanto em herniações laterais extremas a raiz que sai no mesmo nível pode ser comprimida (por exemplo, compressão de L4 na herniação de L4-5) (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017).

Também de importância clínica é a síndrome da cauda equina, pois habitualmente quando diagnosticada impõe tratamento cirúrgico urgente. O quadro pode decorrer de uma herniação massiva na linha média comprimindo extensamente as raízes nervosas. Os sintomas tipicamente causam lombociatalgia uni ou bilateral, acompanhada de fraqueza muscular e disfunções esfincteriana e sexual. Anestesia “em sela” é característica manifestada como parestesia na região perineal, glútea e póstero-superior das coxas. Diabetes, aparecimento súbito dos sintomas, envolvimento de L3-4, hérnia sequestrada com migração superior, herniação posterior e estenose primária do canal espinhal foram apontados como fatores de risco para a síndrome (KRISHNAN et al., 2017).

1.5.2 Exames diagnósticos

A RM e a Tomografia Computadorizada (TC) são os exames mais utilizados no diagnóstico da HDL. No entanto podem também ser utilizadas radiografia simples, mielografia, mielotomografia, discografia, eletroneuromiografia (ENM), e associações desses na investigação adicional (ROPPER; ZAFONTE, 2015).

1.5.3 Ressonância nuclear magnética (RM)

A RM é um exame de imagem que se baseia na interação que átomos de hidrogênio (os mais abundantes no corpo humano) estabelecem com um campo magnético artificial. Assim, nas sequências geradas em T2 (elevados tempos de relaxamento e eco) os DIVs normais são desenhados com alto sinal no NP (imagens claras) e um anel escuro pode ser facilmente distinguido correspondendo ao AF. Com a idade a degeneração dos DIVs acarreta perda de altura e desidratação e as imagens tendem a perder sinal resultando num disco “preto” (FERNANDES, 2011). A RM é considerada pela maioria dos autores como o exame padrão ouro a ser utilizado para confirmação do diagnóstico e plano de tratamento da HDL possuindo alta sensibilidade e especificidade. Nos cortes sagitais o reforço demonstrado nas imagens em T2 de 10% do diâmetro posterior do disco é altamente sugestivo de HDL e aparece como imagens hiperintensas (mais claras), entremeadas a rupturas hipointensas (imagens mais escuras) do AF. O plano axial revela protusões assimétricas focais de material discal (NP, fibras do AF, ou ambos) que vai além dos limites do espaço discal (MILETTE, 2000).

Nesse sentido digna de nota é a imagem denominada de “ponto Z” ou “zona de alta intensidade” apontada por alguns autores como fortemente sugestiva de herniação discal (APRILL; BOGDUK, 1992). Esta corresponde a pontos de cor branca brilhante (reforço) vistos em cortes sagitais finos entremeados à substância do AF posterior, claramente separados do NP e realçados pela região de característica hipointensidade (escura) circundante do AF (RACT et al., 2015).

Também nessa óptica as alterações de Modic foram descritas em 1988 e têm sido correlacionadas ao grau de degeneração discal e a sintomatologia clínica da

dor lombar discogênica (KJAER et al., 2006; MODIC et al., 1988). Na RM as imagens Modic tipo 1 caracterizam-se por formações justapostas às PTCs que possuem baixo sinal em T1 e alto sinal em T2, atribuídas a formações neovasculares e edema no corpo vertebral. Já as Modic tipo 2 possuem alto sinal em T1 e alto ou isointenso sinal em T2 e são atribuídas à substituição da medula óssea por tecido gorduroso. Finalmente as alterações do tipo 3 possuem alto sinal em T1 e baixo sinal em T2 representam esclerose do osso subcondral (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; DEYO; MIRZA, 2016; KIM et al., 1993; KREINER et al., 2014).

Assim, novas modalidades de RM têm sido capazes de identificar modificações microestruturais na raiz nervosa. Por exemplo a técnica *Diffusion Tensor Imaging* (DTI) permite avaliar o comprometimento funcional do nervo em razão da doença compressiva (WU et al., 2016). Também é possível atualmente demonstrar alterações em gânglios dorsais comprimidos por herniação, degeneração valeriana e edema em raízes distais à compressão (EGUCHI et al., 2011). No entanto cumpre lembrar que diante do diagnóstico de HDL, em geral a RM só é indicada nos casos em que os sintomas persistem além de três a seis semanas sem melhora. Recomenda-se tal parcimônia para se evitar a deflagração de uma propedêutica potencialmente nociva e dispendiosa haja vista a prevalência de protusão discal assintomática variar de 29% aos 20 anos até 43% aos 80 anos (BRINJIKJI et al., 2015). Contudo sua realização deve ser imediata em pacientes que apresentam piora do quadro, quando se planeja a injeção de corticoides peridurais ou cirurgia, e na presença de sinais clínicos que sugerem tumor ou infecção. Quando a RM é contraindicada (pacientes portadores de próteses incompatíveis com campos magnéticos, com tamanho e peso inadequados ao aparelho ou que não toleram o exame) ou inconclusiva, a TC com ou sem mielografia apresenta-se como opção (KREINER et al., 2014).

1.5.4 Tomografia computadorizada (TC)

A TC é um exame que se utiliza de radiação para aquisição de imagens. Com cortes extremamente finos (de até 1 mm) pode reconstruir tridimensionalmente as mesmas. Como existe diferença significativa entre a densidade tomográfica da

gordura epidural intraespinhal, o DIV, o liquor e o osso dos platôs vertebrais, o diagnóstico de herniações discais é possível com a técnica. No entanto sua sensibilidade e especificidade são consideradas inferiores às da RM, além de trazer a desvantagem de exposição à energia ionizante, sendo reservada para investigação de anomalias ósseas traumáticas ou tumorais, ou em casos em que a RM é contraindicada (FERNANDES, 2011). Comparada à mielografia, a TC apresenta acurácia semelhante exceto para o nível de L5-S1, onde a primeira por questão anatômica é considerada superior por alguns autores (MILETTE, 2000). Porém segundo os mesmos a TC é menos invasiva, provê mais informações anatômicas diretas do que a mielografia e oferece um diagnóstico seguro em herniações moderadas e grandes. Já pequenas herniações são mais dificilmente visualizadas e associadas à alta porcentagem de falsos positivos e negativos. Outra limitação da TC é a dificuldade na diferenciação de estruturas ligamentares, nervosas e vasculares, o que pode impossibilitar um diagnóstico definitivo.

1.5.5 Mielografia e mielotomografia

A mielografia foi utilizada amplamente antes do advento da RM e TC, todavia hoje não é feita rotineiramente na HDL. O exame é realizado com a injeção de contraste radiopaco no espaço subaracnóideo na região lombar ou suboccipital com auxílio de radioscopia. O método pode evidenciar indiretamente uma herniação discal por meio da indentação que esta provoca na imagem ao comprimir o saco dural impedindo a livre difusão do contraste injetado (MILETTE, 2000). Após o advento da TC a melhora da sensibilidade desse exame tornou-se possível por meio da aquisição de imagens tomográficas e reconstruções multiplanares (mielotomografia) (FERNANDES, 2011). Esses exames são úteis para o delineamento das estruturas intradurais facilitando o diagnóstico diferencial com lesões tumorais intratecais. Além disso a aquisição de imagens com o paciente em posição ortostática pode revelar pequenas herniações (por vezes incógnitas à TC simples) e permitem a avaliação da cauda equina e do cone medular.

1.5.6 Radiografia

A radiografia da coluna lombar não revela na maioria das vezes protusão ou herniação discal, contudo antes das técnicas modernas de imageamento (TC e RM) foi exame de primeira linha na investigação da dor lombar. Hoje em dia pode ser utilizada em pacientes com suspeita de tumores, infecção, espondilolistese, fraturas, ou em uso de substâncias intravenosas (CHOU et al., 2011). Autores sugerem que na ausência de sinais sugestivos dessas patologias, deve ser solicitada apenas após seis a 12 semanas do início dos sintomas. Assim recomendam as projeções anteroposterior, perfil e também em flexoextensão, na intenção de avaliar a estabilidade vertebral. A presença de osteófitos posteriores ou foraminais, escoliose vicariante e estreitamento do espaço intervertebral são sinais sugestivos de HDL nesse exame (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017). Uma regra de avaliação citada é que a altura de um dado espaço intradiscal deve ser sempre maior do que a daquele imediatamente superior, excetuando-se L5-S1. Também pelo fato da atenuação da gordura epidural ser ligeiramente menor do que a do material discal herniado este pode excepcionalmente ser visualizado em projeções laterais de boa qualidade, nas quais uma imagem de calcificação pode delineá-lo (MILETTE, 2000).

1.5.7 Testes eletrofisiológicos

Vários testes eletrofisiológicos podem ser usados para avaliar a função da raiz nervosa no paciente com ciatalgia. Por exemplo a Eletroneuromiografia (ENM) com agulha pode ajudar na identificação do miótomo comprometido, já os potenciais evocados somatossensoriais dos dermatômos lombossacrais podem ser úteis em pacientes com sintomas exclusivamente sensitivos (ALBECK et al., 2000). O sistema nervoso autônomo também pode ser avaliado pelo teste da resposta cutânea simpática em pacientes com radiculopatia lombossacra. Esse exame é utilizado convencionalmente na investigação de doenças polineuropáticas e disautonômicas e revela anormalidades que apesar de sutis podem auxiliar no acompanhamento do paciente com HDL (ERDEM TILKI et al., 2014).

A ENM é particularmente útil para pacientes nos quais história clínica em conjunto com RM e/ou TC foram inconclusivos ou apresentaram resultados conflitantes. O método dá informações objetivas sobre a fisiologia da raiz envolvida e pode fornecer um parâmetro em pacientes nos quais outros exames se mostram frustrados apesar da manutenção da queixa (BRAZIL et al., 2004). Além disso pode esclarecer diagnósticos diferenciais entre lesões iatrogênicas ou secundárias ao quadro de base, bem como de transtornos psicossomáticos (TULLBERG et al., 1993). As alterações na ENM tornam-se aparentes dias após a injúria e são precoces proximalmente em comparação com as regiões distais. Tal fato faz com que seja importante o momento da realização do teste, que se precoce poderá resultar em falso negativo. Os achados são fibrilações e ondas pontiagudas em músculos inervados pela raiz combinados com potenciais normais nos nervos sensitivos da mesma, o que reitera o sítio de compressão pré-gangliônico poupando o corpo celular e o axônio distal, característico na maioria dos casos de HDL (ROPPER; ZAFONTE, 2015). No entanto a maioria dos autores afirma que os testes eletrofisiológicos não devem ser indicados rotineiramente mas como uma complementação diagnóstica. Além disso recomendam que não devem servir como base de decisão a respeito de qual raiz nervosa necessita ser descomprimida cirurgicamente. Para tal fim, caso ainda haja dúvidas após a realização de RM e TC, sugerem investigação complementar com discografia ou bloqueio anestésico diagnóstico (HARO, 2014; KREINER et al., 2014; TULLBERG et al., 1993).

1.5.8 Discografia

A discografia durante a era pré-RM (1950 a 1980) foi muito utilizada para detecção de HDLs, particularmente herniações centrais entre L5-S1. Ainda hoje a injeção de contraste intradiscal visando reproduzir a dor irradiada característica (discografia provocativa) pode ser indicada e apresenta alta especificidade para dor discogênica, além de auxiliar na diferenciação entre hérnia contida e não contida (LINSON; CROWE, 1990). Alguns apontam que esse exame é superior à RM para detecção de rupturas anulares (MILETTE, 2000). No entanto autores alertam que deve ser indicada com parcimônia em pacientes com prévio diagnóstico de

lombalgia crônica com comprometimento emocional importante, pois esses podem queixar-se de dor associada ao teste por até um ano. Além disso há indícios de que discos puncionados sejam mais susceptíveis à posterior degeneração (CARRAGEE et al., 2000, 2009).

1.5.9 Classificação da hérnia de disco lombar

A nomenclatura adotada pela *North American Spine Society* juntamente com a *American Society of Spine Radiology* e a *American Society of Neuroradiology*, utiliza-se de imagens de RM no plano axial para classificar a HDL e foi adotada no presente estudo. Assim esta é caracterizada com base na definição de espaço discal. Este é limitado superior e inferiormente pelos anéis apofisários dos corpos vertebrais e lateralmente de maneira circunferencial pelo AF. É dita protusa a herniação em que a maior distância medida entre os limites do espaço discal e os limites do material herniado é menor do que a medida da base desse material, que por sua vez é mensurada por uma linha imaginária acompanhando os limites do espaço discal. Já se a medida da base do material é menor do que a maior distância entre essa base e o limite do material herniado a hérnia é classificada como extrusa. Por conseguinte, caso haja perda de continuidade entre o DIV e o material que hernia a partir dele a HDL é dita sequestrada. Ainda, são chamadas contidas as herniações em que o AF está íntegro (FARDON et al., 2014).

Dessa forma, pela preocupação de gerar hipertermia nociva na raiz nervosa, e também por ser a situação em que se aventa que a descompressão mecânica seja mais efetiva, neste estudo realizou-se a DDPL apenas em hérnias classificadas como protusas e contidas (WONNEBERGER et al., 2010).

1.5.10 Diagnóstico diferencial

Aproximadamente 90% dos casos de ciatalgia são secundários à HDL, contudo muitas outras patologias podem causar dor no território de inervação de L4-S3. Assim são apontadas: estenose do canal medular (ECM), tumores, espondilolistese, distúrbios da articulação sacro ilíaca, síndromes dolorosas

miofasciais do glúteo mínimo, longuíssimos, psoas e piriforme, abscessos epidurais, quadros arteriais obstrutivos e fibromialgia (KOES; VAN TULDER; PEUL, 2007). Outras etiologias incluem: Herpes Zoster, trauma do nervo por fraturas da pelve, luxações do quadril, lesões musculares ou injeções no glúteo, traumas obstétricos devido ao uso de fórceps, posicionamento em litotomia, fraturas vertebrais e cistos sinoviais facetários (ROPPER; ZAFONTE, 2015).

A história clínica detalhada deve investigar a presença de câncer, trauma ou febre. Sinais de alerta são idade acima de 50 anos ou abaixo de 20, história familiar de câncer, calafrios, perda de peso, infecção bacteriana recente, dependência química ou imunossupressão, dor com piora noturna e em decúbito dorsal. Já fraturas devem ser suspeitadas em traumas e em idosos osteoporóticos (BRAZIL et al., 2004).

Dignos de nota são os diagnósticos diferenciais com ECM e dor discogênica. No primeiro caso, os pacientes tendem a apresentar menores graus de incapacitação e dor, que ocorre mais frequentemente na fossa poplíteia e melhora ao fletir-se anteriormente a coluna lombar ou sentar-se, opostamente ao que ocorre em casos de HDL. Além disso os casos de ECM raramente atestam positivo para o sinal de Lasègue e em geral possuem mais comorbidades do que os de HDL (RAINVILLE; LOPEZ, 2013). Na dor discogênica cuja etiologia predominante é a irritação das terminações nervosas do DIV por mediadores inflamatórios liberados devido a fissuras no AF, a dor é predominantemente axial, raramente acomete os membros inferiores abaixo do joelho, melhora com o decorrer do dia e revela uma discografia provocativa que reproduz caracteristicamente o sintoma. Dentre os tratamentos disponíveis para o problema encontram-se: injeção intradiscal de corticoesteroides (IIC), terapia eletrotérmica intradiscal (IDET), radiofrequência por termocoagulação (RF) e injeção de corticoides epidurais (ICE) (MUZIN; ISAAC; WALKER, 2008).

1.6 Tratamento da HDL

Como já citado na ausência de causas específicas como infecção, tumor, fraturas osteoporóticas, síndrome da cauda equina, dor resistente ao tratamento com

opioides e déficit motor, é consenso que a ciatalgia deva ser tratada conservadoramente nas primeiras seis a oito semanas do aparecimento dos sintomas com medicamentos via oral, fisioterapia, educação postural, e se necessário repouso de curta duração (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; KOES et al., 2010; VALAT et al., 2010). Embasam tal conduta abundantes evidências do bom prognóstico da doença. Trinta e seis por cento dos pacientes referem diminuição dos sintomas em duas semanas, 70% após seis semanas, e esta porcentagem aumenta com maiores tempos de seguimento (DEYO; MIRZA, 2016). Além disso embora os dados de revisões sistemáticas pareçam indicar que a cirurgia proporciona alívio mais rápido dos sintomas, quando comparada ao tratamento conservador em médio e longo prazos tal vantagem é questionada (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; HARO, 2014; KOES; VAN TULDER; PEUL, 2007; WEBER, 1983; WEINSTEIN et al., 2006). Ainda, a maioria dos pacientes melhorará independente do tratamento adotado pois a hérnia discal regredirá em até seis meses por provável reabsorção, como demonstrado em estudos que analisaram imagens sequenciais das lesões (JORDAN; KONSTANTINOU; O'DOWD, 2009; KREINER et al., 2014). De fato uma revisão sistemática não encontrou evidências a favor de medicações *versus* placebo, fisioterapia *versus* observação clínica ou tração *versus* placebo em curto prazo (LUIJSTERBURG et al., 2007). Nesse sentido o esclarecimento do paciente quanto a origem dos sintomas, ao bom prognóstico da doença, as expectativas quanto aos tratamentos disponíveis, bem como quanto a opção em seguir esta ou aquela terapêutica são parte crucial da conduta (KOES; VAN TULDER; PEUL, 2007).

Nos pacientes que não apresentam melhora após a abordagem conservadora pode estar indicada a realização de bloqueios epidurais com corticosteroides que podem ser repetidos em geral até três vezes no espaço de dois meses e a depender das condições clínicas do paciente (VALAT et al., 2010). Em nosso serviço é realizado de rotina o bloqueio caudal com dexametasona 10 mg e 25 mg de lidocaína sem vasoconstritor diluídos para o volume de 10 ml com SF 0,9%, suficiente para alcançar os níveis de L2-3 (KIM et al., 2001). O *laser* intradiscal e a discectomia microendoscópica dentre outros, representam opções minimamente invasivas para o tratamento dos casos refratários e possuem indicações específicas

(GOUPILLE et al., 2007). Têm-se ainda as opções cirúrgicas como as MDs abertas com ou sem o uso do microscópio. Casos refratários podem ser abordados com diversas outras modalidades que incluem desde a fixação de um ou mais níveis da coluna com instrumental cirúrgico (artrodese) até a colocação de próteses discais. A seguir, serão abordadas resumidamente algumas dessas opções.

1.6.1 Repouso

Indicado historicamente para o tratamento da Lombociatalgia (MAHARTY, 2012) o repouso passou a ser questionado devido à percepção moderna de sua ação deletéria sobre o aparelho locomotor. Atualmente tem-se demonstrado pouca ou nenhuma diferença entre os resultados das recomendações médicas para “repouso no leito” ou “permanecer ativo” (HAGEN et al., 2010; LUIJSTERBURG et al., 2007; ROPPER; ZAFONTE, 2015; VERWOERD et al., 2014). Vroomen et al. (1999) afirmaram que duas semanas de repouso não foram superiores à mera observação clínica após 12 semanas de seguimento de pacientes com ciatalgia. Outros relatam que a retomada das atividades habituais diminui as limitações funcionais e a taxa de recorrência e que o tratamento deve objetivar o retorno às mesmas com nível tolerável de desconforto, contudo sem sobrecarga (BRAZIL et al., 2004). Os mesmos autores citam que quando a sintomatologia impõe a necessidade de repouso este deve ser o mais curto possível (limitado a quatro ou cinco dias, e durante poucas horas). Nesse caso o decúbito dorsal com os joelhos fletidos e pés apoiados no leito, com as pernas em 90° com as coxas e estas últimas com o quadril aproximadamente no mesmo ângulo parece proporcionar algum alívio, provavelmente devido à redução da PID e da tensão na musculatura paravertebral.

1.6.2 Fisioterapia

A fisioterapia possui diversas modalidades e apresenta os benefícios de ser não invasiva e não medicamentosa. Assim, tem demonstrado benefícios em estudos recentes tais como diminuição no uso de opioides e melhor recuperação funcional. Exercícios visando o fortalecimento da musculatura, alongamento, mobilização das

articulações, condicionamento físico em geral e melhora da postura fazem parte da abordagem tradicional. Por outro lado exemplos de fisioterapia passiva incluem tratamentos como estimulação elétrica transcutânea (TENS) e ultrassom (US) (LEWIS et al., 2015; LUIJSTERBURG et al., 2007; VERWOERD et al., 2014). Alguns autores afirmam que os exercícios aeróbicos fisioterápicos durante o primeiro mês de sintomas podem ser benéficos e minimizam atrofia muscular que pode se seguir à inatividade física (LUCHTMANN; FIRSCHING, 2016). Segundo os mesmos, natação, caminhada e ciclismo de baixa intensidade podem ser recomendados. A fisioterapia focada em exercícios de fortalecimento dos músculos do “core” pode melhorar os sintomas da HDL. Estes são o bíceps femoral, adutor, eretor da espinha, oblíquo interno e externo, iliopsoas, glúteo máximo, reto abdominal, multífidos e transversos abdominais. Estes formam uma “caixa” que envolve e estabiliza a coluna lombar (KENNEDY; NOH, 2011). Embora seja difícil demonstrar que essa abordagem acelere a recuperação ou previna lesões futuras estudos sugerem que seja superior ao repouso inclusive na fase aguda da Lombociatalgia (ROPPER; ZAFONTE, 2015).

Por outro lado diversos autores alertam que estudos de boa qualidade são poucos o que resulta em baixo nível de evidência para recomendação da abordagem fisioterápica. Algumas revisões não encontraram diferença entre pacientes que receberam fisioterapia nas primeiras seis semanas de tratamento em comparação com aqueles que não receberam (THACKERAY et al., 2017). Também alguma dificuldade é encontrada na comprovação do benefício das fisioterapias passivas (TENS, US, etc.). Por exemplo TENS por uma hora nas modalidades de alta frequência (80 a 100 Hz) e baixa frequência (1-4 Hz) aplicada na região lombar e no trajeto da dor irradiada não apresentou vantagens em relação a placebo quanto à necessidade de uso de analgésicos ou recuperação funcional (BUCHMULLER et al., 2012).

1.6.3 Medicamentos

A terapia medicamentosa visa o controle dos sintomas para propiciar recuperação funcional mais rápida possível. Seu uso é sugerido seguindo-se etapas.

Inicialmente costuma-se optar por analgésicos e anti-inflamatórios não hormonais (AINES). Assim o Paracetamol na dose de 500 mg quatro a seis vezes ao dia é uma opção que deve ser usada com cautela em hepatopatas ou em concomitância com outros AINES. Também Dipirona 500 mg até quatro vezes ao dia, ácido acetilsalicílico, clonixinato de lisina, viminol e flupirtina são alternativas. Os efeitos adversos desses medicamentos são principalmente toxicidades renais e gástricas, devendo ser indicados com cautela em idosos (VALAT et al., 2010). Os opioides são uma opção em casos refratários no entanto podem causar dependência no uso prolongado. Em casos específicos fosfato de codeína na dose de 30 mg três a quatro vezes ao dia ou o cloridrato de tramadol 100 a 400 mg diários podem ser utilizados (BRAZIL et al., 2004; KOES; VAN TULDER; PEUL, 2007). A maioria dos estudos sobre uso de analgésicos avalia apenas a dor lombar e não a ciatalgia e portanto evidências para sua recomendação na última são escassas (LUCHTMANN; FIRSCHING, 2016). Segundo esses autores os corticoides por via parenteral também são corriqueiramente indicados porém seu efeito é fugaz (até três dias), e por não trazerem recuperação funcional deveriam ser utilizados com parcimônia. Relaxantes musculares como o carisoprodo e a ciclobenzaprina são frequentemente associados a outros analgésicos e possuem os efeitos colaterais de sonolência, tontura e constipação intestinal. Finalmente os antidepressivos tricíclicos e mais recentemente drogas antiepiléticas como a gabapentina e a pregabalina têm sido empregados nas lombalgias crônicas (BRAZIL et al., 2004; ROPPER; ZAFONTE, 2015).

1.6.4 Manipulação da coluna e terapêuticas não tradicionais

Alguns estudos apontam que pacientes com HDL podem se beneficiar de manipulação da coluna por fisioterapeutas profissionais (LUCHTMANN; FIRSCHING, 2016; WONG et al., 2017) embora haja preocupação de que tal terapêutica possa piorar a sintomatologia em pacientes para os quais a cirurgia já esteja indicada (JORDAN; KONSTANTINOU; O'DOWD, 2009; LUIJSTERBURG et al., 2007). A tração é utilizada desde a antiguidade em diversos tratamentos ortopédicos (MARKETOS; SKIADAS, 1999b). Num exemplo da modalidade o

paciente é colocado em decúbito dorsal em uma cama com dois segmentos (um dos quais móvel) cuja separação é posicionada sob a coluna lombar. Preso aos segmentos por meio de cintas colocadas respectivamente sob as cristas ilíacas e o gradio costal inferior o indivíduo pode então ser submetido a diversos regimes de carga. No estudo de Isner-Horobeti et al. (2016) os pacientes referiram melhora nos índices da escala numérica visual (ENV) e incapacidade, além de reduzirem seus consumos de opioides após duas semanas de tratamento. Shin et al. (2016) em estudo prospectivo com cinco anos de duração acessaram os resultados de terapêuticas não tradicionais conservadoras como medicina herbal, acupuntura, farmacopuntura com veneno de abelhas e manipulação da coluna, e concluíram que o índice de satisfação dos pacientes foi alto e os resultados foram favoráveis. Contudo o efeito placebo não pôde ser desconsiderado haja vista a falta de grupo controle nesse estudo.

1.6.5 Abordagens não invasivas com tecnologia virtual (“*mobile health*”)

Nas últimas duas décadas a utilização de tecnologia móvel virtual na saúde (*mobile health*) para prevenção de fatores de risco, monitorização de sintomas, orientação de atividade física e outras terapêuticas administradas *on line* têm surgido promissoramente como estratégia no tratamento de doenças crônicas altamente incidentes na população (BEATTY; LAMBERT, 2013; CHAUDHRY, 2016; RODRÍGUEZ et al., 2017). Centradas no autocuidado ao invés de no sistema ou profissional de saúde as intervenções digitais são acessadas pelo paciente por meio de computador, telefone celular, ou outros dispositivos móveis. São consubstanciadas em programas ou aplicativos que visam restaurar a autonomia do doente colocando-o no centro da intervenção terapêutica com medidas educacionais que o capacitem no manuseio de sua própria condição, possuindo a interatividade como característica marcante (NICHOLL et al., 2017). Exemplos desta tecnologia são plataformas que fornecem orientações do tipo “*coaching*” para pacientes por meio de redes sociais, postagens e *blogs* incentivando mudanças de estilo de vida, ou aplicativos de celular (*Apps*) que ensinam exercícios para fortalecimento da musculatura envolvida na estabilização da coluna (ECKARD et al., 2016; KENNEDY;

NOH, 2011). Alguns estudos demonstram que intervenções digitais promovem significativo impacto na promoção de melhor compreensão da doença, adaptação social, e melhora clínica comparadas a sua não utilização, placebo, lista de espera ou tratamento convencional. Além disso tem proporcionado menores índices de ansiedade e depressão (BEATTY; LAMBERT, 2013; CHIAUZZI et al., 2010; MURRAY et al., 2005).

Assim, no que se refere prevenção de fatores de risco associados à dor lombar, o controle da obesidade pode ser melhorado por meio de consultas feitas por telefone com nutricionistas (BOWERMAN et al., 2001) e melhoras no perfil glicêmico podem ser alcançados por meio de aplicativos que lembram o paciente do horário e da dose das medicações bem como realizam interface direta com o clínico, que recebe os dados e pode fazer adequações em tempo real (HOU et al., 2016). Também orientação face a face sobre atividade física via celular (AMORIM et al., 2016), técnicas de relaxamento para a musculatura lombar (BLÖDT et al., 2014), monitoramento da dor (AXÉN et al., 2012) e abordagens multidisciplinares, dentre outros, fazem parte dessa nova gama de opções no arsenal terapêutico (HUBER et al., 2017; IRVINE et al., 2015). Uma análise dos *Apps* de celular disponíveis para o autogerenciamento dos fatores de risco para a DDDIV encontra-se no Apêndice.

No entanto o uso dessas tecnologias é ainda incipiente e estudos comprovando sua eficácia são escassos (SUNDARARAMAN et al., 2017). Além disso atualmente possuem pouca regulamentação governamental trazem em seu bojo importantes questões como automedicação, qualidade das informações prestadas e confidencialidade de registros médicos. Apesar da numerosa quantidade de aplicativos desenvolvidos até 2012 (mais de 40000), na área de tratamento da dor apenas 8,2 % dos *softwares* possuíam um profissional da saúde diretamente envolvido (BOULOS et al., 2014; LALLOO et al., 2015; PORTELLI; ELDRED, 2016).

1.6.6 Corticoides epidurais (CE)

Desde o uso bem-sucedido da hidrocortisona no tratamento da artrite reumatoide em 1948 os corticoides têm sido considerados a terapia padrão na

inibição da inflamação e resposta imune em diversas patologias. Sua estrutura molecular básica é o ciclopentanoperidrofenantreno, derivado do colesterol que consiste em três anéis hexano e um anel pentano. Todos os glicocorticoides (GC) naturais e sintéticos são variações dessa estrutura básica e seu efeito depende de um grupo ligado na posição 11-hidroxilo da molécula (PEREIRA et al., 2007). Acredita-se que o seu mecanismo de ação é mediado via receptores específicos divididos em duas categorias: Os GC e os mineralocorticoides (MC). Os primeiros são expressos na maioria das células enquanto que os últimos são restritos ao epitélio dos rins, cólon, glândulas salivares e células não epiteliais do cérebro e coração. A ativação dos receptores MC leva à retenção de sódio e aumento da pressão arterial via estímulo da atividade desses canais. Já os receptores GC exercem sua ação por mecanismos moleculares complexos que parecem ocorrer tanto no citoplasma quanto no núcleo da célula, onde ocupam o papel de fator de transcrição gênica dependente de ligante. Assim genes que codificam proteínas anti-inflamatórias tais como o receptor antagonista da interleucina 1 (IL1) podem ser estimulados pela ativação do receptor GC. Por outro lado a maioria dos genes que codificam proteínas pró-inflamatórias é inibida pela ativação do receptor GC que exerce seu efeito formando um monômero com as subunidades dos respectivos fatores de transcrição (SCHÄCKE; DÖCKE; ASADULLAH, 2002).

Usados há mais de 30 anos no tratamento a dor, os CEs são alvo de antiga controvérsia. Estudos controlados e randomizados demonstram resultados conflitantes, boa parte deles falhando em demonstrar eficácia após um mês de seguimento ou redução da necessidade de cirurgia (LUIJSTERBURG et al., 2007). Além disso o procedimento traz os temidos riscos de infecção, infarto medular, paraplegia e morte (LUCHTMANN E FIRSCHING, 2016; VALAT et al., 2010). Por outro lado os CEs mostram taxa de sucesso na redução dos sintomas que varia de 20 a 95%, e alguns estudos têm demonstrado bom custo/benefício quando contabilizados dias de trabalho perdidos e gastos hospitalares (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017). Além disso sua utilização encontra plausibilidade no fato de que a compressão radicular é acompanhada de inflamação e lesão axonal que podem ser inibidas pelas altas concentrações da droga alcançadas nas proximidades da raiz acometida, com baixa absorção sistêmica e poucos efeitos colaterais (KEPLER et

al., 2013b; KIM et al., 2013). Assim os CEs são reconhecidamente uma opção para pacientes cujas comorbidades contraindicam a cirurgia (LUCHTMANN; FIRSCHING, 2016). Na ciática, podem ser aplicados no bloqueio caudal (com ou sem radioscopia), bloqueio interlaminar, e também em bloqueio transforaminal em níveis definidos de acordo com a apresentação clínica e radiológica da doença. A abordagem transforaminal tem demonstrado eficácia na redução da dor e melhora nas escalas de avaliação funcional imediatamente após o procedimento, com superioridade quando comparada à abordagem caudal ou interlaminar (AMIN; ANDRADE; NEUMAN., 2017).

1.6.7 Tratamento cirúrgico

O tratamento cirúrgico tem a seu favor o alívio mais rápido dos sintomas, retorno precoce às atividades diárias e custo benefício que pode ser vantajoso quando contabilizados dias de trabalho perdidos. A cirurgia mais comumente indicada na HDL é a MD pela abordagem posterior, que é usualmente realizada com uma hemilaminotomia unilateral removendo partes da lâmina no lado que necessita de descompressão. Também a MD endoscópica percutânea e uma série de outras técnicas minimamente invasivas são opções utilizando retratores tubulares e endoscópios (ROPPER ZAFONTE, 2015). Uma revisão sistemática recente não encontrou superioridade na eficácia de nenhuma técnica sobre as outras, comparando discectomia aberta, MD com microscópio ou MD endoscópica (JACOBS et al., 2012). Autores referem que o uso do microscópio traz resultados similares aos do tratamento aberto convencional, no entanto devido a melhor iluminação e menor trauma tecidual deve ser recomendado. As taxas de reherniação têm sido similares entre a sequestrectomia (cirurgia mais conservadora) e o procedimento tradicional.

1.6.8 Tratamentos intradiscais e o laser

A quimionucleólise com Quimiopapaína inicialmente realizada por Smith (1964) representou a primeira tentativa de abordagem de descompressão fechada

do DIV (sem a necessidade de cirurgia). Embora pouco utilizada atualmente devido a relatos de anafilaxia, segundo alguns autores apresenta bons resultados (WARDLAW, 2016). Diversas substâncias têm sido usadas em injeções intradiscais dentre elas o ozônio/oxigênio, enzimas como a matriz MMP recombinante humana, antagonistas do fator de necrose tumoral alfa (FNT α), plasma rico em plaquetas, células mesenquimais e corticoides, dentre outros (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; HARO et al., 2014). Genevay et al. (2012) observaram num seguimento de três anos que a injeção subcutânea do Adalimumab, um anticorpo contra o FNT reduziu a necessidade de cirurgia em pacientes com HDL. Publicações crescentes sobre a medicina regenerativa (injeção de substâncias tais como células mesenquimais e plasma rico em plaquetas) mostram melhora de diversos índices de avaliação funcional (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; TUAKLI-WOSORNU et al., 2016; WANG et al., 2013).

Por outro lado é possível citar terapias intradiscais que se utilizam de calor ao invés de medicações. Nesse grupo encontram-se a radiofrequência, terapia eletrotérmica (IDET), biacuplastia e a DDPL, objeto do presente estudo. Como exposto, utilizando-se dos princípios teóricos de redução da PID visando a diminuição da compressão da raiz nervosa pelo DIV protuso, a DDPL foi introduzida em 1986 quando o Nd-YAG foi utilizado para tratar uma ciatalgia por protusão de L4-L5 com sucesso (CHOY et al., 2009). Desde então a técnica tem sido aplicada em descompressões discais em todos os níveis exceto entre T1 e T4, onde o acesso ao DIV com agulhas é tecnicamente difícil.

2. Objetivos

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficácia da DDPL no alívio dos sintomas no membro inferior em pacientes portadores de hérnias de disco protusas lombares com dor neuropática de distribuição metamérica secundária à compressão radicular (ciatalgia), em comparação com a injeção intradiscal de lidocaína, clonidina e dexametasona em indivíduos com a mesma patologia (grupo controle). Para tal propósito ambos os grupos foram avaliados subsequentemente à intervenção quanto aos parâmetros dor, uso de analgésicos e efeitos adversos. Além disso objetivamos traçar um perfil demográfico dos pacientes atendidos nos ambulatórios da Ortopedia/Coluna do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP) e do Centro de Tratamento da Dor (CT-Dor).

3. *Casuística e Métodos*

Os critérios de inclusão do presente estudo foram: pacientes portadores de HDL protusa e contida segundo os critérios da *North American Spine Society* (FARDON et al., 2014), com ciatalgia neuropática de distribuição metamérica secundária à compressão da raiz nervosa correspondente, não-responsivos ao tratamento conservador com fisioterapia, analgésicos e AINEs, sem outras patologias com indicação cirúrgica tais como neoplasias, e sem processo de litígio por incapacitação.

Foram excluídos pacientes com indicações cirúrgicas imediatas por perda de força motora, compressão de raiz ventral à RM, em uso de corticosteroides nos últimos 14 dias, com história de infecção local ou sistêmica, diabéticos, imunossuprimidos, aqueles que se recusaram a participar do estudo, e pacientes alérgicos à dipirona, ranitidina, cefazolina ou diclofenaco sódico. Cumpre lembrar que não foram prejudicados pois seguiram seu tratamento com outras opções minimamente invasivas ou técnica cirúrgica aberta quando necessária.

3.1 Metodologia comum aos dois grupos de estudo

Os pacientes foram previamente instruídos e esclarecidos sobre as condições e os termos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo) após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HCFMRP-USP, Processo nº 1730/2014. Todos mantiveram jejum desde o dia anterior após o jantar (20 horas) sendo a ingestão de água livre até às 23 horas. Todos os procedimentos foram realizados pela manhã em sala do centro cirúrgico do HCFMRP-USP onde regularmente o CT-Dor realiza seus procedimentos. Todos os pacientes vieram acompanhados. Na sala cirúrgica foi puncionada veia periférica com cateter 20 G e mantida infusão contínua de ringer com lactato até o volume total de 500 ml. Foi administrado pré-operatoriamente em todos os pacientes cefazolina 2 g, ranitidina 50 mg e dipirona 2 g por via endovenosa. Todos foram monitorizados com eletrocardiografia e oximetria de pulso contínuas, além de medição não invasiva da pressão arterial a cada três minutos. Todos os indivíduos foram levemente sedados com manutenção da consciência utilizando-se Midazolam 1-2 mg associado a 500 µg de Alfentanil por via endovenosa de acordo com a rotina do serviço. Assim,

os mesmos permaneceram comunicativos durante todo o procedimento, sendo fornecido oxigênio 3 L/min por cateter nasal continuamente. Um anestesiológista ficou à disposição do paciente enquanto o cirurgião realizou a punção intradiscal de forma completamente asséptica utilizando a técnica de posicionamento da agulha por “Visão em Túnel” (descrita a seguir).

3.2 Técnica de punção intradiscal

Esta técnica é descrita pelas normas da *World Institute of Pain* e utilizada de rotina em nosso serviço nos últimos oito anos (MANCHIKANTI et al., 2013a; TROISIER, 1990). Os pacientes foram posicionados em decúbito ventral com um travesseiro sob as cristas ilíacas para retificação da lordose lombar. O aparelho de radioscopia utilizado foi o da marca *GE* modelo OEC 9800 *plus* operado por técnico habilitado. Neste estudo abordou-se o DIV pela face posterolateral numa posição equidistante das duas PTCs adjacentes. Inicialmente realizou-se uma incidência anteroposterior buscando a retificação do platô do corpo vertebral acima do disco a ser puncionado (incidência do raio paralela à PTC desse corpo vertebral). Logo após inclinou-se o arco do aparelho 15 a 30 graus (a depender das características do paciente) em direção ao lado sintomático para uma projeção oblíqua, até que a imagem da face lateral do processo articular superior da vértebra inferior (articulação interapofisária) estivesse entre um terço e a metade da imagem do corpo vertebral obtida nessa visão. Nessa segunda posição do arco após a anestesia da pele e do tecido subcutâneo utilizando-se lidocaína 1% sem vasoconstritor em volume de 2 ml, introduziu-se a agulha 18 G de 15 cm paralelamente ao raio emitido em direção ao DIV. Na técnica, assim chamada “européia”, em que se utiliza a imagem radioscópica por analogia do “cachorro escocês”, o alvo da agulha nessa projeção deve ser logo à frente da orelha do referido animal. Assim a agulha atravessa de superficial para profundo sucessivamente: pele, tecido subcutâneo e musculatura paravertebral, caminhando lateralmente ao processo articular superior de L3, L4, L5 ou S1 (a depender do nível puncionado), atingindo o AF (que oferece aumento característico da resistência) e com o aprofundamento, o NP do DIV a ser tratado. Nesse momento interrompeu-se a introdução da agulha e mobilizou-se o arco para

uma terceira projeção radioscópica lateral. Esta auxilia na determinação da profundidade da agulha dentro do DIV de maneira a posicioná-la centralmente e evitar sua progressão até a porção anterior do mesmo. O estilete da agulha foi então retirado e aplicada injeção de 1 ml de uma solução de contraste não-iônico e solução fisiológica (SF) 0,9% (1 ml de ioexol 300 mg I/ml diluídos para 2 ml com SF 0,9%). Nessa projeção caso o DIV estivesse previamente rompido (hérnia extrusa) a discografia mostraria o extravasamento de contraste para o espaço peridural, caracterizado por uma tênue linha radiopaca acompanhando as bordas posteriores dos corpos vertebrais. A difusão contida do contraste confirma HDL protusa e equidistância da agulha em relação às PTCs, bem como sua centralidade no DIV. Finalmente é obtida nova imagem radioscópica na projeção anteroposterior visando a confirmação do confinamento intradiscal do contraste e a perfeita localização da agulha (Figura 1). Após esse passo uma solução de 10 mg de dexametasona, 20 mg de lidocaína e 30 µg de clonidina (total 2,2 ml) foi injetada intradiscalmente em todos os pacientes. O procedimento intradiscal nos grupos *laser* e controle a partir de então foi diferenciado conforme será descrito a seguir.

Figura 1 - Projeções em perfil (A) e anteroposterior demonstrando a posição final da agulha (B)

Os pacientes foram monitorados quanto à elicitacão de dor radicular durante todo o tempo do procedimento. A anestesia geral é contraindicada pois a dor pode

indicar que a agulha está posicionada em contato com a raiz nervosa devendo ser reposicionada.

A média de duração dos procedimentos foi de 50 minutos ao final dos quais os pacientes foram retornados à posição de decúbito dorsal passando da mesa cirúrgica para o leito móvel, e conduzidos à sala de recuperação pós-anestésica (SRPA) do HCFMRP-USP. O tempo médio de permanência na SRPA foi de duas horas, sendo os pacientes então avaliados quanto às ENVs pós-procedimento e liberados segundo os critérios de alta ambulatorial da escala de Aldrete Kroulik modificada (ALDRETE, 1995). Todos foram orientados a usar medicação analgésica (diclofenaco sódico 50 mg) caso suas ENVs ultrapassassem ENV>4 no pós-operatório, e a retornarem em um mês para reavaliação ou em qualquer momento caso houvesse piora dos sintomas neurológicos, dor, febre ou vermelhidão no local da punção. Também foram orientados a guardar repouso por cinco dias, retorno ao trabalho não braçal em uma semana e iniciar fisioterapia após três semanas.

3.3 Metodologia específica em cada grupo

No grupo controle (n=12) após a injeção intradiscal das medicações a agulha foi retirada e o procedimento finalizado. Já no grupo *laser* (n=13) o procedimento foi idêntico até a injeção intradiscal de medicações. Após esse passo nesse grupo foi conectado o adaptador com canal para aspiração de fumaça a agulha, e a seguir a fibra ótica foi introduzida suavemente através desta até que sua extremidade avançasse 5 mm além da ponta em posição intradiscal (o que foi conseguido com demarcação prévia feita na própria fibra passando-a pela agulha antes da punção). A outra extremidade da fibra foi então conectada à fonte emissora do *laser* e os parâmetros do aparelho ajustados. Também foi conectada uma mangueira com vácuo para a aspiração de fumaça na saída lateral do adaptador, e o procedimento iniciado. Após a entrega de média de 900 J de energia divididos em três pacotes iguais (300 J) com intervalo de um minuto entre cada pacote, o conjunto agulha e fibra foi retirado. Os intervalos entre entregas de energia são orientados para se evitar o hiperaquecimento do NP e estruturas adjacentes, bem como para aspiração de fumaça. A energia entregue a cada DIV foi calculada a partir da altura deste em

comparação com os discos normais do mesmo paciente, levando-se também em conta a altura do próprio paciente. Assim calculou-se que a energia total máxima poderia variar de 600 J (3 pacotes de 200 J) a 1200 J (3 pacotes de 400 J).

3.4 Especificações do material do *laser*

O Kit introdutor para cateter n. 12 Medlaser® utilizado consiste de uma cânula de acesso percutâneo de diâmetro interno 18 G e 15 cm de comprimento com seu respectivo mandril, uma fibra ótica de 400 µm de diâmetro e 30 cm de comprimento e um adaptador com canal para aspiração de fumaça. A fonte emissora do raio foi o “Medlaser simples” do tipo diodo GaAlAs (Gálio-Alumínio-Arsênio) com comprimento de onda de 980 nm e potência de 10 W, utilizado no modo de emissão “pulsado”, com largura (duração) de pulso de 600 ms, e frequência de 0,385 Hz.

Figura 2 - (A) Fonte emissora *LASER* 980nm; **(B)** “kit” com agulha, fibra ótica e adaptador (azul) Medlaser®

Fonte: (DMCGROUP, 2014)

3.5 Avaliação dos resultados e método de análise estatística

Trinta pacientes com atendimentos mais recentes por queixas relacionadas à lombociatalgia e que se enquadraram nos critérios de inclusão foram inicialmente contatados nos Ambulatórios de Coluna do HCFMRP-USP e CT-Dor do mesmo hospital. Estes foram distribuídos de forma aleatória e prospectiva sendo a seleção realizada a partir de uma lista elaborada no computador, que alocou os pacientes

em cada grupo por sorteio. Assim foram alocados inicialmente 15 pacientes no grupo *laser* e 15 no grupo controle. O estudo foi duplamente encoberto. Assim cada paciente não sabia qual tratamento estava recebendo (*laser* + injeção intradiscal ou apenas injeção intradiscal) e os avaliadores nos diversos tempos não sabiam qual dos dois tratamentos havia sido administrado. Por questões técnicas foi impossível o “cegamento” do estudo para os realizadores do procedimento pois estes foram respectivamente o orientador e o aluno.

A determinação do número mínimo de pacientes por grupo de estudo baseou-se em piloto previamente realizado com três pacientes. Foi considerada “melhora” redução de pelo menos 80% da intensidade de dor comparada com ENV inicial, o que resultaria em número mínimo de oito pacientes por grupo na avaliação do teste do poder estatístico, considerando β 80% e α 0,05. Entretanto optou-se pelo “n” de 15 pacientes por grupo para maior segurança no estudo. A ENV é utilizada mundialmente para a quantificação da dor, onde “0” corresponde à ausência de dor, “1” a “3” dor leve, “4” a “6” dor moderada e “7” a “10” dor forte (WILLIAMSON; HOGGART, 2005).

A normalidade da população em seus diferentes aspectos foi avaliada pelo teste de Shapiro Wilk. Os dados (valores de ENV, análise demográfica numérica e número de comprimidos necessários para controle da dor) foram descritos como médias, desvio padrão, medianas e variações de 25% a 75%. Variações de dados nos tempos de avaliação no mesmo grupo foram inicialmente analisadas com o teste de Friedman. Quando encontrada diferença entre os valores considerando $p < 0,05$, subsequentemente aplicou-se o teste de Wilcoxon Rank. Variações de dados nos tempos entre os diferentes grupos foram analisadas com o teste de Mann Whitney. Os dois grupos foram avaliados antes, imediatamente após, um mês, dois, três, seis e 12 meses decorridos do tratamento quanto aos parâmetros: dor (ENV) e número diário de comprimidos de diclofenaco necessários para o controle desse sintoma, necessidade de reintervenção cirúrgica e efeitos colaterais. Além disso foi realizada análise demográfica dos grupos quanto a sexo, idade, peso, altura e local de punção.

4. Resultados

Vinte e cinco pacientes participaram do estudo. Quatro foram excluídos devido a falta do material *laser* e um quinto por apresentar hérnia inicialmente avaliada como protusa mas que durante a administração do contraste intradiscal revelou-se extrusa pelo extravasamento para o espaço epidural.

Dos 25 pacientes, 13 participaram do grupo *laser*. Nesse grupo três pacientes possuíam duas hérnias protusas tratadas no mesmo dia (dois deles em L3-4-5 e um em L4-5-S1), cinco pacientes apresentavam hérnia protusa em L4-L5; quatro em L5-S1; e um paciente em L2-L3. O grupo controle foi composto por 12 pacientes, sendo que dois apresentavam herniações duplas em L4-5-S1 tratadas no mesmo ato cirúrgico, e os restantes possuíam herniações únicas, sete em L4-L5 e três em L5-S1. Ao todo foram tratados 30 DIVs e a proporção de suas localizações está demonstrada na Figura 3.

Figura 3 - Distribuição proporcional da localização das herniações no total de DIVs tratados

Nenhum paciente havia utilizado corticoide nos últimos seis meses antes do início do estudo. Em caso de dor os mesmos utilizavam diclofenaco 50 mg associado a dipirona 500 mg se necessário. O tempo médio de ciatalgia antes da inclusão no estudo foi de 3-6 meses.

4.1. Avaliação demográfica

Na Tabela 1 estão descritas as variáveis idade, peso corporal, altura, sexo e local da punção dos pacientes do grupo *laser* (quatro mulheres e nove homens). A Tabela 2 descreve o grupo controle, composto por quatro mulheres e oito homens.

Tabela 1 - Avaliação demográfica do grupo tratado com *laser* intradiscal

LASER	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)	Sexo	Local da punção
1	42	65	164	f	L5-S1
2	37	78	178	m	L4-L5
3	45	84	175	m	L5-S1
4	56	82	177	m	L4-L5
5	57	65	160	f	L5-S1
6	36	88	178	m	L3-4-5
7	32	55	162	f	L4-L5
8	58	76	165	m	L4-5-S1
9	54	82	174	m	L4-L5
10	34	66	173	m	L2-L3
11	57	78	175	m	L4-L5
12	55	72	164	f	L3-4-5
13	38	89	178	m	L5-S1
Média	46,2	75,3	171		
desvpad	10,1	10,2	6,8		

m= masculino; **f=** feminino; **desvpad=** desvio padrão da média.

A comparação entre os dois grupos revelou que foram demograficamente semelhantes em relação à idade, peso corporal, sexo, altura e local de punção aplicando-se o teste Mann Whitney ($p>0,05$). Oito mulheres (32%) e 17 homens (68%) participaram do estudo (Figura 4).

A Figura 5 mostra a idade dos 25 pacientes que variou entre 32 e 58 anos com média e desvio padrão de 44 ± 10 anos nos portadores da patologia. A figura 6 mostra o Índice de Massa Corpórea (IMC) dos mesmos, cuja média e desvio padrão foram $25,8 \pm 2,4$ Kg/m².

Tabela 2 - Avaliação demográfica do grupo controle

Controle	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)	Sexo	Local da punção
1	54	64	160	f	L4-L5
2	38	76	176	m	L5-S1
3	43	65	163	m	L4-L5
4	45	77	178	m	L4-L5
5	33	84	160	f	L4-L5
6	40	88	175	m	L5-S1
7	58	91	177	m	L4-L5-S1
8	37	65	162	f	L4-L5
9	33	78	180	m	L4-S1
10	45	75	177	m	L5-S1
11	54	84	175	m	L4-L5
12	45	60	159	f	L4-L5
média	43,7	75,5	170,1		
desvpad	8,2	10,1	8,4		

m= masculino; f= feminino; **desvpad**= desvio padrão da média

Figura 4 - Proporção no total de homens e mulheres do estudo

Figura 5 - Idade dos pacientes (ambos os grupos) **Figura 6** – Índice de Massa Corpórea (IMC) dos pacientes (ambos os grupos)

4.2 Avaliação da dor pela ENV

A avaliação da dor entre os diferentes tempos no mesmo grupo foi realizada inicialmente pelo teste de Friedman ($p < 0,05$), e posteriormente cada dupla foi comparada pelo teste de Wilcoxon. A Tabela 3 descreve o valor de ENV (0-10cm) nos tempos: imediatamente antes de realizar o procedimento, imediatamente depois, um mês, dois, três, seis e 12 meses decorridos do tratamento no grupo *laser* com suas médias e desvios padrões. A Figura 7 mostra a variação das ENVs nos 13 pacientes desse grupo no transcorrer do estudo e a Figura 8 a redução percentual das médias das ENVs, observadas nos diferentes tempos, em comparação com o valor inicial.

Tabela 3 - Valores da Escala Numérica Visual (0-10 cm) para dor nos diferentes tempos para o grupo *laser*

LASER	ENV antes	ENV depois	ENV 1º. M	ENV 2º. M	ENV 3º. M	ENV 6º. M	ENV 12º. M
1	7	7	2	2	2	3	3
2	10	2	0	0	0	0	0
3	8	1	0	0	0	0	0
4	10	0	0	0	2	4	4
5	10	1	1	0	0	0	0
6	10	6	4	2	2	2	2
7	7	3	3	3	3	3	3
8	6	3	3	2	1	1	1
9	7	5	2	2	1	1	1
10	7	3	2	1	1	0	0
11	7	4	2	0	0	0	1
12	10	2	2	1	2	2	2
13	10	2	2	2	2	3	4
média	8,384615	3	1,769231	1,153846	1,230769	1,461538	1,615385
desvpad	1,609268	2,041241	1,235168	1,068188	1,012739	1,450022	1,502135

desvpad= desvio padrão da média; **M**= mês; **ENV**= Escala numérico visual nos diferentes tempos.

Figura 7 - Variação das Escalas Numéricas Visuais dos pacientes no grupo *laser* nos diferentes tempos de avaliação

Figura 8 - Porcentagem de redução nas médias da Escala Numérica Visual no grupo *laser*

A Tabela 4 demonstra os valores de ENV nos mesmos tempos para os pacientes do grupo controle. A Figura 9 mostra a variação desse parâmetro no transcorrer do estudo para 12 pacientes desse grupo e a Figura 10, a redução percentual das médias das ENVs observadas nos diferentes tempos, em comparação com o valor inicial (grupo controle).

Tabela 4 - Valores da Escala Numérica Visual (0-10 cm) para dor nos diferentes tempos para o grupo controle

Controle	ENV antes	ENV depois	ENV 1º. M	ENV 2º. M	ENV 3º. M	ENV 6º. M	ENV 12º. M
1	8	8	7	7	7	7	7
2	6	0	2	6	6	5	6
3	10	0	3	5	4	4	4
4	10	2	2	5	4	5	4
5	10	4	2	4	6	6	6
6	6	0	2	4	6	6	6
7	9	3	2	6	7	8	7
8	7	2	3	6	7	7	7
9	7	0	2	4	7	7	7
10	8	3	2	5	8	8	8
11	10	2	3	4	8	9	9
12	7	0	4	5	8	8	8
média	8,166667	2	2,833333	5,083333	6,5	6,666667	6,583333
desvpad	1,585923	2,374103	1,466804	0,996205	1,381699	1,497473	1,505042

desvpad= desvio padrão da média; **M**= mês; **ENV**= Escala numérico visual nos diferentes tempos.

Os dados demonstram que antes de iniciar o procedimento, os dois grupos queixavam-se da mesma intensidade de dor ($p>0,05$) pelo teste de Mann Whitney. A comparação entre os grupos *laser* e controle a partir do segundo mês realizada pelo mesmo teste mostrou que o grupo *laser* foi superior ao grupo controle quanto à analgesia avaliada pela ENV ($p<0,05$).

Também os valores da Tabela 3 demonstram que no grupo *laser* as ENVs na comparação entre os tempos antes e imediatamente após o procedimento foram diferentes entre si (teste de Friedman, $p<0,05$) e menores após o tratamento conforme subsequentemente comprovado pelo teste de Wilcoxon Rank ($p<0,05$).

Figura 9 - Variação das Escalas Numéricas Visuais dos pacientes do grupo controle nos diferentes tempos de avaliação

Figura 10 - Porcentagem de redução nas médias das Escalas Numéricas Visuais no grupo controle

Além disso a aplicação do teste de Friedman permitiu concluir que nesse grupo as ENVs nos tempos imediatamente depois e um mês, dois, três, seis e 12 meses foram semelhantes entre si ($p>0,05$), demonstrando a permanência da analgesia após o procedimento.

Já no grupo controle (Tabela 4) as ENVs na comparação entre os tempos antes e imediatamente após o procedimento, e também entre os tempos antes e um mês após foram diferentes entre si (teste de Friedman $p<0,05$) e menores após o tratamento pelo teste de Wilcoxon Rank ($p<0,05$), comprovando efeito analgésico da injeção intradiscal das medicações isoladas (sem o *laser*). Contudo nesse grupo os valores de ENVs a partir do segundo mês voltaram a subir e foram diferentes de um mês após o tratamento e semelhantes aos valores de antes do procedimento (teste de Friedman, $p>0,05$) evidenciando fugacidade da analgesia nesse procedimento. Também as comparações dos valores de ENVs entre o segundo mês e entre todos os outros tempos (três, seis e 12 meses pós procedimento) nesse grupo foram semelhantes entre si (teste de Friedman $p>0,05$).

As curvas das Figuras 7 e 9 mostram padrões diferentes refletindo os efeitos observados nos dois tratamentos. Na Figura 7 (grupo *laser*) observam-se curvas decrescentes até o primeiro mês de avaliação que tendem a se estabilizar mantendo-se num valor de ENV entre 0 e 4 até o final do estudo. Já a Figura 9 (grupo controle) mostra curvas com uma evidente incisura entre os tempos imediatamente após e primeiro mês, que adquiriram tendência ascendente após esse tempo, quando os valores de ENV voltaram a subir comprovando a não durabilidade do efeito analgésico da injeção intradiscal de medicações sozinha (sem o *laser*). Adicionalmente analisando-se a Figura 8 vê-se que a redução nas médias das ENVs em comparação com o valor inicial foi mantida no grupo *laser* em níveis superiores a 80% em um ano de avaliação, enquanto que no grupo controle (Figura 10) a mesma comparação mostrou que apesar da redução inicial de 75,51% (avaliação de imediatamente depois), ao final do primeiro ano as ENVs revelaram médias apenas 19,38% menores do que os valores de antes do procedimento.

4.3 Avaliação do uso de medicação analgésica

A Tabela 5 mostra o consumo diário de comprimidos de diclofenaco (50 mg) para o controle da dor no grupo *laser* nos tempos inicial (antes de realizar o procedimento) e um mês, dois, três, seis e 12 meses após o tratamento.

Tabela 5 - Número de comprimidos diários de diclofenaco (50 mg) necessários para o controle da dor no grupo *laser* nos tempos: inicial (antes), um mês, dois, três, seis e 12 meses após o procedimento

LASER	Inicial (antes)	1º M	2º M	3º M	6º M	12º M
1	4	2	0	1	1	1
2	4	0	0	0	0	0
3	4	0	2	2	0	0
4	5	3	2	2	2	2
5	5	2	1	1	1	1
6	3	1	1	1	1	1
7	3	3	3	3	2	2
8	3	1	1	0	0	0
9	3	1	0	0	0	0
10	3	1	1	0	0	0
11	3	2	1	2	2	2
12	4	3	1	1	1	1
13	5	2	2	1	1	2
média	3,769231	1,615385	1,153846	1,076923	0,846154	0,923077
desvpad	0,83205	1,043908	0,898717	0,954074	0,800641	0,862316
Mediana (25%-75%)	3(3-4)	1(1-3)	1(1-2)	1(0-1)	1(0-2)	1(0-2)

Desvpad= desvio padrão da média; **M**= mediana (variação de 25% a 75%).

Constatou-se que antes de iniciar o procedimento os dois grupos utilizavam quantidade semelhante de comprimidos diários aplicando-se o teste de Mann Whitney ($p > 0,05$). No entanto a comparação entre os grupos *laser* e controle a partir do segundo mês mostrou que foram diferentes entre si quanto à necessidade dessa medicação analgésica, sendo menor no grupo *laser* ($p < 0,05$). No grupo *laser* o número de comprimidos diários utilizados foi diferente (teste de Friedman, $p < 0,05$) e menor (teste de Wilcoxon, $p < 0,05$) quando comparados os tempos inicial (antes) e um mês após o procedimento (Tabela 5) Além disso verificou-se que tal diminuição

foi mantida durante todos os outros períodos de avaliação (dois, três, seis e 12 meses) conforme comprovado pelo teste de Friedman que não mostrou diferença estatística no número diário de comprimidos utilizados pelo mesmo paciente entre esses diferentes tempos ($p>0,05$). A Tabela 6 mostra o uso diário dessas medicações nos diferentes tempos para o grupo controle.

Tabela 6 - Número de comprimidos diários de diclofenaco (50 mg) necessários para o controle da dor no grupo controle nos tempos: inicial (antes) um mês, dois, três, seis, e 12 meses após o procedimento

Controle	Inicial (antes)	1º. M	2º. M	3º. M	6º. M	12º.M
1	4	2	3	2	4	4
2	4	1	3	3	3	3
3	4	1	3	2	2	2
4	5	2	3	3	3	3
5	3	3	3	2	2	2
6	5	1	6	6	6	6
7	3	3	2	3	2	2
8	3	3	3	2	3	2
9	4	2	4	4	3	3
10	4	1	2	3	3	3
11	3	1	3	3	4	4
12	3	1	3	4	4	4
média	3,75	1,75	3,166667	3,083333	3,25	3,166667
desvpad	0,753778	0,866025	1,029857	1,1645	1,13818	1,193416
Mediana	3(3-4)	1(1-3)	3(2-3)	3(2-3)	3(2-3)	3(3-4)

Desvpad= desvio padrão da média; **M**= mediana (variação de 25% a 75%).

No grupo controle o número de comprimidos diários consumidos para a dor também foi diferente (teste de Friedman, $p<0,05$) e menor (teste de Wilcoxon $p<0,05$) entre os tempos “inicial” (antes) e um mês após o tratamento (Tabela 6). No entanto a partir do segundo mês nesse grupo a necessidade voltou a aumentar e foi semelhante ao valor observado anteriormente ao procedimento (teste de Friedman, $p>0,05$). Além disso o número diário de comprimidos de diclofenaco ingeridos nos tempos dois, três, seis e 12 meses no grupo controle foram semelhantes entre si pelo mesmo teste ($p>0,05$).

A Figura 11 demonstra graficamente a tendência no consumo diário de diclofenaco pelos pacientes do grupo *laser* e a Figura 12 mostra a redução percentual da média de necessidade de medicações em cada tempo de avaliação em comparação com o valor observado antes do procedimento nesse grupo.

Nota-se que as curvas na Figura 11 são predominantemente descendentes até o primeiro mês de avaliação, a partir do qual tendem a se estabilizar mantendo-se em nível igual ou abaixo de três comprimidos por dia no terceiro mês, e igual ou menor que dois comprimidos por dia até o final do estudo. Da mesma forma, a redução percentual da média da necessidade de medicações em comparação ao valor de antes do procedimento no grupo *laser* manteve-se superior a 75% ao final de 12 meses (Figura 12).

A Figura 13 mostra as curvas do uso de medicações no grupo controle. Observa-se uma incisura no primeiro mês de avaliação seguida por tendência ascendente nos meses subsequentes, mais uma vez revelando a fugacidade do efeito analgésico da injeção intradiscal de Clonidina, Lidocaína e Dexametasona sozinhas (sem o *laser*).

Figura 11 - Representação gráfica do uso diário de comprimidos de diclofenaco (50 mg) para dor no grupo *laser*

Figura 12 - Porcentagem de redução das médias de necessidade de diclofenaco para o controle da dor no grupo *laser*

Figura 13 - Representação gráfica do uso diário de diclofenaco (50 mg) para dor no grupo controle

Finalmente a Figura 14 mostra a redução percentual da média da necessidade diária de diclofenaco no grupo controle em comparação com os valores anteriores ao tratamento. Observou-se redução inicial de 53,33% não se sustentada nas avaliações posteriores, que revelaram uso de comprimidos apenas 15,55% inferior ao inicial na avaliação de um ano.

Figura 14 - Porcentagem de redução das médias de necessidade de diclofenaco para o controle da dor no grupo controle

4.4 Efeitos adversos e necessidade de reintervenção cirúrgica

Em um dos pacientes do grupo *laser* ocorreu fratura da extremidade distal da fibra óptica (fragmento de aproximadamente 1 mm) durante a retirada do conjunto agulha-fibra ao final do procedimento. O evento foi notado porque a fibra apresentou um corte irregular com projeção alterada da luz após sua retirada. O fragmento pode ter permanecido em posição intradiscal, nos planos musculares, ou mesmo ter se perdido em meio aos campos e material cirúrgicos. O paciente foi informado do acidente e acompanhado quanto a sinais de discite ou outras queixas, tendo evoluído sem complicações. Não foram observados outros efeitos adversos, e nenhum paciente do estudo necessitou de reintervenção cirúrgica durante o período de acompanhamento.

5. Discussão

A HDL acomete a humanidade desde tempos remotos sendo causa de morbidade recorrente que acarreta prejuízos milionários em dias de trabalho, custos hospitalares e invalidez (AMIN; ANDRADE; NEUMAN, 2017; ANDERSSON, 1999; KEPLER et al., 2013a). Com causas diversas tais como genética, traumática e relacionadas a hábitos de vida, o problema é tratado de várias maneiras, desde repouso, massagens, fisioterapia e medicações, até cirurgias minimamente invasivas como a DDPL e procedimentos complexos com instrumentação e próteses (ROPPER; ZAFONTE, 2015).

O presente estudo visou avaliar o uso do *laser* de 980 nm intradiscal no tratamento de HDLs contidas com sintomas de compressão radicular nos pacientes atendidos no HCFMRP-USP. Os resultados demonstraram que a utilização do *laser* resultou em tempo de analgesia superior ao verificado no grupo controle, com baixo índice de complicações, corroborando a literatura (BROUWER et al., 2017; GOUPILLE et al., 2007; ONG; CHUA; VISSERS, 2016). Recentemente as indicações da DDPL em doenças da coluna vertebral têm se expandido no tratamento da estenose do canal lombar, dor discogênica e também HDLs extrusas (BLACK; FEJOS; CHOY, 2004; CHOY, 2001a; REN et al., 2014).

A seguir serão discutidos aspectos do tratamento úteis na compreensão do procedimento procurando comparar os resultados obtidos por outros pesquisadores com os do presente estudo, esperando lançar luz para futuros progressos.

5.1 Injeção intradiscal de medicações

Conforme já exposto utilizou-se em ambos os grupos e nas mesmas doses a injeção intradiscal de dexametasona, clonidina e lidocaína com o objetivo de obter analgesia. Além disso tal medida buscou eliminar um fator gerador de confusão na análise dos resultados. Não encontramos em nossa pesquisa na literatura tal combinação de medicações e via de administração no tratamento da HDL.

5.1.1 Injeção intradiscal de corticoides (IIC)

Neste estudo utilizou-se a solução de fosfato dissódico de dexametasona 2,632 mg (equivalente a 2 mg de dexametasona) e acetato de dexametasona 9,224 mg (equivalente a 8 mg de dexametasona) devido ao perfil farmacocinético com atividade MC extremamente baixa e pela ausência de formação de partículas. A particulação tem sido relacionada a complicações graves no uso epidural, atribuídas a injeções intravasculares inadvertidas seguidas de embolização e infarto medular. Autores referem o uso do fosfato sódico de dexametasona e do fosfato sódico de betametasona em vários modelos animais, onde não provocaram déficits neurológicos mesmo após administração proposital nas artérias vertebral ou carótida. Comparada à prednisolona, metilprednisolona e triancinolona, a dexametasona possui potência cinco a seis vezes superior e vida média plasmática aproximadamente duas a três vezes maior (BENZON et al., 2007; PEREIRA et al., 2007).

Muitas pesquisas têm sido realizadas buscando-se qual corticoide seria mais apropriado para procedimentos na coluna vertebral principalmente após vários relatos de suas complicações (APRILL; MELFI, 2004; BROUWERS et al., 2001; MARTIN; HUNTOON, 2005; ROZIN et al., 2003). As medicações dessa classe mais utilizadas em bloqueios axiais são o acetato de metilprednisolona, o diacetato de triancinolona, acetonida de triancinolona, a mistura de acetato e fosfato de betametasona e variações da mistura de 82% de metilprednisolona, 13% de triancinolona e 5% de betametasona (BELLINI; BARBIERI, 2013).

Comparada com a metilprednisolona e triancinolona, a dexametasona teoricamente provoca maiores elevações da glicemia. Além disso outra crítica com relação ao seu uso é que por ser mais solúvel possuiria maior depuração e menor tempo de duração, embora estudos comparativos não tenham demonstrado diferença estatística (BENSLER et al., 2017; BENZON et al., 2007). Mesmo admitindo esta possibilidade, no presente estudo ela seria a melhor opção pois proporcionaria maior visualização dos efeitos do *laser* intradiscal.

Não encontramos relatos do uso recente da dexametasona intradiscal (mesmo isoladamente) para o tratamento de HDLs. Isto se deve provavelmente ao

fato de atualmente o procedimento ser pouco utilizado. Apesar disso devido ao entrelaçamento de sintomas e mecanismos patofisiológicos existente entre a lombociatalgia secundária à HDL e dor discogênica (que não necessariamente envolve compressão radicular), a IIC tem sido utilizada até o presente momento para tratamento da doença do DIV com ou sem radiculopatia e após discografias diagnósticas (CAO et al., 2011; FEFFER, 1956; KHOT et al., 2004; YU et al., 2012). Nesse sentido alguns estudos demonstram que a IIC pode aliviar os sintomas da HDL em curto prazo. O uso intradiscal de triancinolona ou prednisolona além de produzir resultados satisfatórios é uma técnica simples e econômica a ser considerada em pacientes com menos de seis meses de sintomatologia e naqueles que não desejam cirurgia (BENYAHYA et al., 2004; BERTIN et al., 1990).

De fato a controvérsia na literatura reside principalmente no que diz respeito aos resultados da IIC a longo prazo (CHOU et al., 2009; STAAL et al., 2009). Por exemplo numa comparação entre injeção de metilprednisolona 8% com anestésico local (AL) (bupivacaína 0,5%) em pacientes com ou sem ciatalgia associada, embora tenha sido verificada alguma melhora nos sintomas os autores não encontraram benefício a favor do corticoide após duas semanas (SIMMONS et al., 1992). Outro estudo comparando metilprednisolona com placebo intradiscal não evidenciou diferenças entre as ENVs após um ano (KHOT et al., 2004). Além disso há preocupação a respeito da propensão à degeneração que teriam DIVs submetidos a punções para realização de discografia ou IIC (CARRAGEE et al., 2000, 2009; LEVIN, 2009).

Nesse sentido uma ponderação a ser feita é que parece haver uma interconversão entre as alterações Modic 1 (edema e proliferação vascular) e 2 (degeneração gordurosa da medula subcondral) observadas à RM. A primeira estaria associada à inflamação reversível e sintomatologia, que após a injeção do corticoide poderia se modificar em Modic tipo 2 (MINETA et al., 2014; MITRA; CASSAR-PULLICINO; McCALL, 2004). Assim autores argumentam que a IIC parece ser útil particularmente em pacientes que apresentam sinais radiológicos de atividade inflamatória (alterações Modic tipo 1) e também em casos cuja discografia reproduz fielmente a sintomatologia, ou seja, naqueles com componente discogênico importante (BUTTERMANN, 2004; CAO et al., 2011).

Finalmente entende-se que a falta de resultados positivos duradouros após a IIC observada no grupo controle poderia dever-se ao fato de que apesar de produzir diminuição do processo inflamatório no DIV, isto não causaria a redução do volume do mesmo, que estaria comprimindo a raiz nervosa e sendo a causa preponderante da dor neuropática. Mesmo assim no presente estudo a IIC serviu ao propósito de promover algum alívio dos sintomas, e é uma opção razoável de tratamento em pacientes não candidatos à cirurgia aberta. Sua realização no grupo *laser* além de minimizar qualquer bias em relação ao benefício observado visou promover analgesia previamente à lesão térmica do NP, que pode ser extremamente dolorosa e desconfortável para o paciente (SINGH et al., 2013).

5.1.2 A racionalidade por traz da injeção intradiscal de corticoides

Há vários relatos na literatura comprovando a participação de mediadores inflamatórios e enzimas na gênese da degeneração e herniação discais tais como FNT, IL (IL-1 α , IL-1 β , IL-6 e IL-7), MMP e substância P, dentre outros. Acredita-se que essas substâncias promovam a infiltração e ativação de células imunes no DIV, amplificação da resposta inflamatória, neovascularização e proliferação neuronal, bem como indução de canais iônicos para condução de impulsos nociceptivos no gânglio da raiz dorsal (KEPLER et al., 2013b; RISBUD; SHAPIRO, 2014; SCHROEDER et al., 2013). Da mesma forma o processo inflamatório estimularia o desenvolvimento de elementos neurais na periferia do AF e no LLP. Também, evidências sugerem que a dor pode advir de fissuras na PTC que permitiriam que mediadores inflamatórios agissem em receptores neurais dentro dos platôs vertebrais. Com isso é de se esperar que a injeção de uma substância anti-inflamatória no DIV exerceria sua eficácia diminuindo a produção desses mediadores e aliviando os sintomas (MUZIN; ISAAC; WALKER, 2008).

Apesar de plausível a este mecanismo de ação acrescenta-se outro, que é o da promoção da estabilização do disco por meio de sua degeneração. Assim, em estágios avançados o processo degenerativo promove reabsorção do NP, diminuição do espaço intervertebral, fibrose e irregularidades na PTC, além de formação de osteófitos. Tais eventos ao invés de promoverem efeitos deletérios no

que se refere ao sintoma doloroso, resultam em redução da dor provavelmente por contração dos tecidos circunvizinhos ao DIV em determinado nível, e consequente redução da instabilidade das estruturas adjacentes (AOKI et al., 1997; MUZIN; ISAAC; WALKER, 2008).

5.1.3 Efeitos colaterais dos corticoides intradisciais

Uma preocupação constante após qualquer punção intradiscal é a discite. Acredita-se que sua incidência em discografias seja de 0,15% por paciente e menos de 0,08% por disco injetado, sendo os microorganismos identificados mais comuns o *Staphylococcus aureus* e o *Staphylococcus epidermidis* (RATHMELL; LAKE; RAMUNDO, 2006). O diagnóstico de discite necessita de alto índice de suspeição e a sintomatologia inclui principalmente piora da dor lombar subsequentemente ao procedimento. O tratamento é feito com antibioticoterapia de amplo espectro por período mínimo de quatro semanas. Nos casos refratários a abordagem cirúrgica é realizada com curetagem do DIV e estabilização com instrumental cirúrgico se necessária (MAIURI et al., 1997).

Em nosso estudo realizou-se de rotina a profilaxia com 2 g de Cefazolina por via venosa em todos os pacientes. Também, conforme já citado, houve um caso de fratura (provavelmente intradiscal) da fibra óptica. O paciente em questão foi acompanhado e não apresentou sintomatologia indicativa de discite, que não foi observada em nenhum dos casos ou controles. Os relatos de discite após DDPLs na literatura estão provavelmente relacionados ao posicionamento incorreto da agulha intradiscal. Seriam mais comuns quando esta é inserida muito próxima ao platô do corpo vertebral causando lesão por carbonização da PTC e danificando a circulação sanguínea para o disco (GANGI et al., 1996).

Outra complicação frequentemente imputada a IIC é a calcificação intradiscal, que pode se estender até o espaço epidural. Tal alteração é rara e na maioria das vezes silente do ponto de vista clínico, no entanto segundo alguns autores pode ser responsável pelo retorno da sintomatologia. Por exemplo, um estudo refere que em TCs obtidas dois a três anos após a injeção de triancinolona para o tratamento de HDL foram encontradas calcificações em 10 dos 26 pacientes estudados (DEBIAIS

et al., 1991). Outros afirmam que calcificações seguidas da IIC são sintomáticas numa faixa que varia de 14 a 68% dos casos (DARMOUL; BOUTHOUALA; REZGUI, 2005). Ainda, a injeção de metilprednisolona em DIVs de ratos e posterior estudo histológico sugerem que ela e seu veículo, o polietilenoglicol causam degeneração e calcificação primária nos mesmos (AOKI et al., 1997).

Por outro lado, um estudo examinando prontuários de 67 pacientes tratados com IIC utilizando acetato de metilprednisolona para tratamento da dor lombar não encontrou calcificações (BENYAHYA et al., 2004). Também, Ito et al. (2001) consideraram que IIC com betametasona em 183 pacientes não incorreu em risco aumentado para ossificação ou calcificação do canal espinhal no seguimento que variou entre sete meses e cinco anos. Finalmente, outra complicação possível da IIC embora seja de rara ocorrência é a necrose e granulomatose intradisciais (MENEI et al., 1991).

5.1.4 Os possíveis efeitos colaterais sistêmicos após a injeção intradiscal de corticoides (IIC) a partir dos relatos da injeção epidural de corticoides (IEC)

Outra preocupação concernente aos corticoides é a sua absorção sistêmica e os efeitos colaterais da mesma. Não encontramos relatos específicos sobre os níveis sanguíneos alcançados após a IIC, no entanto acredita-se que sejam muito baixos. Embora teoricamente haja o risco de extravasamento após este é provavelmente muito raro comparado à administração peridural (IEC) porque o disco em si não possui circulação sanguínea interna, e como dito, usufrui da irrigação advinda dos platôs superiores e inferiores dos corpos vertebrais adjacentes (HUANG et al., 2014; URBAN; SMITH; FAIRBANK, 2004). No entanto um parâmetro sobre os possíveis efeitos sistêmicos da IIC pode ser traçado a partir dos relatos após a IEC dos mesmos. Assim Bellini e Barbieri (2013) apontam que devido aos níveis sistêmicos alcançados a IEC pode provocar alterações metabólicas, ósseas, vasculares, cardiopulmonares, dermatológicas e visuais, que em sua maioria são raras e de caráter transitório. Outros efeitos da IEC são distúrbios gastrointestinais, miopatia, aumento da temperatura corporal, euforia, depressão, alterações do humor e despigmentação da pele. Não tão raros, insônia (39%), náusea (20%) e prurido (8%)

foram observados com a betametasona epidural (BELLINI; BARBIERI, 2013). Felizmente nenhum desses efeitos foi observado no presente estudo.

5.1.5 Injeção intradiscal de clonidina

Não foram encontrados estudos na literatura sobre a injeção intradiscal de clonidina. No entanto a medicação desenvolvida inicialmente como um anti-hipertensivo é aprovada pelo FDA para administração epidural no tratamento da dor no câncer. Assim sua segurança e potencial eficácia na administração perineural e neuroaxial é comprovada em múltiplos modelos animais e humanos. Como trata-se de uma solução não-particulada, não traria os riscos de infarto medular inerentes a alguns corticoides. Acredita-se que o fármaco promove analgesia por meio de seus efeitos nos receptores alfa 2 adrenérgicos localizados no sistema nervoso periférico e central (BURGHER et al., 2011). Além disso possui atividade anti-inflamatória que influenciaria a dor por outros mecanismos. É creditada à clonidina a diminuição da hiperalgesia causada por lesões térmicas ou mecânicas através da modulação da expressão de citocinas (EISENACH; DE KOCK; KLIMSCHA, 1996; LIU; EISENACH, 2005). Também mostrou-se capaz de reduzir o FNT α em ratos cujos nervos ciáticos foram ligados (LAVAND'HOMME; EISENACH, 2003).

Considerando a constatação na literatura de níveis aumentados de FNT e MMP dentre outras citocinas pró-inflamatórias na HDL, e também o fenômeno de brotamento neural e vascular que ocorre após a fissura do AF em DIVs doentes (SCHROEDER et al., 2013), a clonidina pode ser potencialmente benéfica na injeção intradiscal, que até onde temos conhecimento, é descrita pioneiramente neste estudo. Outro provável mecanismo de ação que contribui para analgesia é o bloqueio de fibras C e A delta aumentando a condutância ao potássio e prolongando o bloqueio dos ALs, também utilizados intradiscalmente no presente estudo. Infelizmente não foi possível quantificar a contribuição individual da clonidina, haja vista ter sido realizada em conjunto com dexametasona e lidocaína. Contudo os crescentes relatos de sua eficácia no tratamento da dor nos levaram a utilizá-la buscando efeito analgésico adicional, bem como confirmação de sua segurança quando usada por tal via de administração, o que foi de fato observado.

5.1.6 Injeção intradiscal de lidocaína

A injeção intradiscal de anestésicos locais (IIAL) após a discografia é realizada há mais de 30 anos na investigação e tratamento da DDDIV (ROTH, 1976). Ohtori et al. (2009) compararam a IIAL juntamente com contraste e a utilização de contraste isoladamente, e concluíram que a primeira parece ser mais útil. A *North American Spine Society* recomenda a IIAL e discografia na investigação diagnóstica quando a cirurgia de fusão ou discectomia minimamente invasiva está sendo considerada (GUYER; OHNMEISS, 1995).

A lidocaína é um dos mais antigos ALs ainda em uso. Trata-se de um bloqueador de canais de sódio do tipo amida que exerce sua atividade impedindo a propagação do potencial de ação promovendo analgesia e anestesia dentre outros efeitos. Além disso estudos *in vitro* têm identificado que a lidocaína modula canais de potássio, cálcio, receptores acoplados à proteína G, receptores NMDA e receptores relacionados ao sistema glicinérgico. Dessa forma sua utilização no tratamento da dor tem sido amplificada desde o uso tópico, bloqueios neuroaxiais, em plexos nervosos periféricos, ou intravenosamente buscando efeitos de analgesia central (VAN DER WAL et al., 2016). Este estudo utilizou lidocaína 1% sem vasoconstritor visando proporcionar analgesia pós-operatória. Além disso como a medicação também inibe a proliferação bacteriana em experimentos *in vitro*, proporciona segurança adicional contra a discite durante as punções discais (PARR; ZOUTMAN; DAVIDSON, 1999; TUSTIN et al., 2014).

5.2 A descompressão discal percutânea a laser (DDPL)

Com o advento de instrumentação específica e técnicas de magnificação e mapeamento por imagem, a cirurgia minimamente invasiva ganhou espaço e vem sendo aperfeiçoada na direção do menor trauma tecidual possível (MAROON, 2002). No presente estudo realizou-se a DDPL em 13 pacientes com bons resultados após um ano de seguimento. Apesar disso até o momento ainda é apontado baixo nível de evidência científica para a DDPL classificada como II-2, segundo os critérios da USPSTF (Tabela 7). Segundo Singh et al. (2013), até 2012, apesar de serem

reportados mais de 30.000 procedimentos, ainda não havia nenhum estudo randomizado duplamente encoberto rigorosamente conduzido sobre assunto.

Tabela 7 - Níveis de evidência segundo o USPSTF

I	Evidência obtida a partir de pelo menos um estudo propriamente randomizado controlado.
II-1	Evidência obtida a partir de estudos bem desenhados controlados sem randomização
II-2	Evidência obtida a partir de estudos de coorte ou caso-controle bem desenhados, preferivelmente em mais de um centro de pesquisa.
II-3	Evidência obtida a partir de múltiplas séries com ou sem intervenção. Resultados dramáticos em experimentos não controlados.
III	Opiniões de autoridades no assunto baseadas em experiência clínica e estudos descritivos como relatos de casos ou relatos de comitês com expertise no assunto.

Modificado de Harris et al. (2001).

Assim, Brouwer et al. (2017) compararam prospectivamente os resultados da DDPL com a cirurgia tradicional de MD em 112 pacientes candidatos à cirurgia randomizados em um estudo multicêntrico. Esses autores relataram que os resultados da DDPL não foram inferiores aos da MD após dois anos, embora a taxa de reoperação tenha sido maior no grupo DDPL (52%) em comparação ao grupo MD (21%). Nesse estudo os autores usaram o mesmo comprimento de onda (980nm) e as abordagens empregadas no presente estudo, diferindo no fato de que TC (ao invés de radioscopia) foi utilizada para o posicionamento da agulha.

Existem várias técnicas percutâneas para o tratamento da HDL. De maneira geral podem ser divididas em mecanismos de dissolução ou regeneração do NP (injeção intradiscal de quimiopapáina, plasma rico em plaquetas, antagonistas da IL2, etc.), exérese de material discal (nucleotomia percutânea manual ou automatizada, MD tradicional ou endoscópica, etc.) e técnicas de aquecimento ou vaporização do conteúdo aquoso do NP, onde se encontra a discectomia percutânea a laser (ONG; CHUA; VISSERS, 2016; SINGH et al., 2013; WANG et al., 2013). Dessas, a quimionucleólise é a mais extensivamente estudada. Teoricamente ela causa a hidrólise de proteínas provocando a despolimerização das cadeias de mucopolissacarídeos do NP, o que causaria a redução da PID e da compressão radicular (ONG; CHUA; VISSERS, 2016; SMITH, 1964). No entanto devido a relatos de reações alérgicas, paraplegia, morte, e também ao seu alto custo, a enzima

deixou de ser fabricada e o procedimento hoje é pouco realizado. Já métodos de exérese como a nucleotomia percutânea manual ou automatizada também emergiram na década de 80, no entanto devido a estudos que mostraram resultados desencorajadores caíram em desuso (GOUPILLE et al., 2007). Finalmente, a MD endoscópica introduzida por Yassargil na década de 1970, e as MDs abertas com ampla gama de variações são os procedimentos mais utilizados hoje nas HDLs refratárias ao tratamento conservador (ONG; CHUA; VISSERS, 2016).

A DDPL se utiliza de energia *laser* para aquecimento. No entanto a forma de produção do raio (tipo do *laser*), seu comprimento de onda, a quantidade de energia aplicada, e a maneira como é entregue podem variar, e desde 1986 com o início da técnica os autores têm explorado diversas opções. Assim, na faixa próxima à região infravermelha têm-se o Nd:YAG e o Ho:YAG, por exemplo. Outros *lasers*, como o Nd:YAG de dupla frequência, o composto por potássio, titânio e fosfato (KTP *laser*) e o *laser* de CO² também já foram utilizados. O comprimento de onda 980 nm com o *laser* tipo diodo GaAlAs, utilizado neste estudo, ainda possui poucos relatos e tem mostrado bons resultados (GEVARGEZ; GROENEMEYER; CZERWINSKI, 2000; YIN et al., 2015). De maneira geral considerando os aspectos físicos, absorção muito baixa da luz pelos tecidos poderia resultar em vaporização insuficiente de água, enquanto que absorção muito alta poderia hiperaquecer e queimar as estruturas circunvizinhas, como a PTC ou as raízes nervosas (CHOY et al., 1991; CSELIK et al., 2012; NERUBAY; CASPI; LEVINKOPF, 1997; PLAPLER et al., 2016).

5.2.1 Mecanismo de ação da DDPL

Pressupõe-se que o DIV tratado em HDLs contidas seja um espaço hidráulico fechado, circundado pelo AF e pelas PTCs. Dessa forma, a ablação de um pequeno volume de NP pode resultar em significativa redução da PID (CHOY; ALTMAN, 1995). Esses autores afirmam que a diminuição do gradiente de pressão existente entre o NP e os tecidos circunvizinhos tende a “aspirar” o material herniado de volta para o DIV diminuindo a compressão da raiz. De fato estudos demonstram melhora no fluxo do líquido cefalorraquidiano e do fluxo sanguíneo venoso medular em níveis

submetidos à DDPL, observados à mielografia com RM (HELLINGER; LINKE; HELLER, 2001; MAKSYMOWICZ; BARCZEWSKA; SOBIERAJ, 2004).

No entanto aventa-se como outro mecanismo que a desnaturação de proteínas no NP teria efeito modulador na inflamação local causando redução na produção de mediadores, destruição térmica de nociceptores intradisciais, bem como mudanças na velocidade de condução do potencial de ação na raiz nervosa (BUY; GANGI, 2010). Assim, a dosagem dessas substâncias antes e depois da aplicação do *laser* em DIVs de ratos mostrou que os níveis de Prostaglandina E2 e Fosfolipase E2 foram diminuídos, bem como a velocidade de condução nervosa no grupo tratado com *laser* (IWATSUKI et al., 2005).

5.2.2 Alterações produzidas no DIV pelo tratamento a laser

Uma das principais preocupações a respeito da DDPL é a lesão térmica que potencialmente pode ocorrer tanto em raízes nervosas quanto na PTC. Assim foram testadas em espécimes de laboratório diversas formas de aplicação buscando mensurar o trato de lesão criado. Pesquisadores concluíram que 40 W com pulsos de 0,4 s de duração e 640 J de energia total utilizando-se o Nd:YAG 1064 nm produziram uma lesão de 10 mm x 2 mm de diâmetro (31,46 ml) (CHOY et al., 1992, 2009). Após uma semana ocorreu cavitação e degeneração por lesão térmica, na quarta semana o tecido fibrocartilaginoso começou a se proliferar, praticamente substituindo o NP na 8ª semana (YONEZAWA et al., 1990). Alguns autores relataram lesões por carbonização nas PTCs e osso subcondral de animais (TURGUT et al., 1997). Estas também foram detectadas em humanos, mas não afetaram os resultados do tratamento e parecem se resolver com o decorrer do tempo (CVITANIC et al., 2000). Já outros avaliando o Ho:YAG, apontam perda de sinal à RM correspondente histologicamente a áreas de vaporização, carbonização e necrose do tecido próximo à ponta da fibra, com vacuolização por termocoagulação de áreas adjacentes (PHILLIPS et al., 1993). Também é relatado que o Nd:YAG provoca marcante redução pós-operatória da densidade verificada por TC da região protusa dos DIVs (HELLINGER; LINKE; HELLER, 2001).

Autores referem não haver mudanças no tamanho da herniação em exames de imagem comparando antes e imediatamente após a realização do *laser* (TONAMI et al., 1997). Outros mencionam que aproximadamente um terço das RM realizadas após quatro a seis meses mostram de modesta a moderada modificação anatômica, e que não há associação entre esses dados e a melhora clínica (CHOY; DIWAN, 1992).

Dessa forma, pelo exposto acima sobre o provável mecanismo de ação e riscos do *laser* intradiscal, no presente estudo foi injetado contraste não-iodado em todos os pacientes previamente à decisão de se realizar a DDPL. Considerou-se que a demonstração de escape para o espaço epidural (hérnia extrusa) seria uma contraindicação, uma vez que o intuito da diminuição da PID teoricamente não poderia ser atingido. Simultaneamente, haveria o risco de hiperaquecimento fora do DIV que poderia resultar em lesões térmicas nos tecidos adjacentes como raízes motoras e sensitivas ou PTCs. Além disso, por questões econômicas não foi possível realizar a mensuração por RM dos discos tratados, exceto em um dos pacientes cujo exame demonstrou discreta redução do volume do DIV. No entanto acredita-se que no futuro com a evolução das técnicas de imagem e termografia de elevada acurácia será possível avaliar em tempo real as alterações provocadas no DIV tratado, bem como mensurações de PID e temperatura (STREITPARTH et al., 2014; WONNEBERGER et al., 2010).

5.2.3 Variação na pressão intradiscal com a ablação a *laser*

Um interessante modelo para a medição da complacência de DIVs foi desenvolvido introduzindo-se um cateter em espécimes de cadáveres humanos e infundindo-se solução salina a uma taxa constante de 0,044 ml/ min. Verificou-se que a PID variou 327 ± 109 KPa (2452 ± 817 mmHg) por ml de solução infundida, provando que o espaço intradiscal num DIV íntegro é um sistema biomecânico hidráulico dinâmico e fornecendo uma base teórica para a variação dos sintomas mesmo diante de uma pequena mudança do volume discal (CASE; CHOY; ALTMAN, 1995). Outro modelo mediu a PID antes e após a aplicação do Nd:YAG em segmentos de cadáveres humanos observando que após 1000 J de energia

ocorria queda significativa da PID (55,6%) (CHOY; DIWAN, 1992). Além disso a complacência dos espécimes de DIVs humanos tratados com *laser* muda, com a PID aumentando mais lentamente mediante a aplicação de uma carga axial (YONEZAWA et al., 1990).

5.2.4 Quantidade de tecido removido, temperatura e energia

A avaliação da quantidade de tecido removido durante a DDPL *in vivo* é tarefa tecnicamente difícil, haja vista o material extraído estar vaporizado, sendo aspirado por uma saída lateral da agulha durante a aplicação. Pesquisadores afirmam que o aspirado constitui-se de vapor de água e fragmentos de tecido carbonizados (YONEZAWA et al., 1990). A pesagem de DIVs antes e após o tratamento utilizando o *laser* Ho:YAG demonstrou que a quantidade de tecido removido aumentou linearmente com a energia total entregue e que o aumento da potência utilizada acima de 20 W não incrementou a remoção (BUCHELT et al., 1995). Um estudo em DIVs humanos *ex vivo* encontrou redução de $0,556 \pm 0,06$ g no peso seco dos mesmos e de $1,89667 \pm 0,162$ g no peso total (MIN; LEU; ZWEIFEL, 1996). Em comparação a quantidade de tecido retirada numa nucleotomia percutânea automatizada foi de 2 a 7 g.

Da mesma forma, a aferição da temperatura dos tecidos circunvizinhos é de difícil realização *in vivo*. Utilizando termografia em DIVs *ex vivo* pesquisadores afirmaram que a distribuição do aquecimento é esférico podendo alcançar até 200°C ao redor da ponta da fibra (YONEZAWA et al., 1990). As maiores temperaturas são alcançadas após a entrega de 500 J de energia, não subindo mais depois disso mesmo utilizando-se mais potência (MIN; LEU; ZWEIFEL, 1996). Quigley et al. (1992) aplicando o Ho:YAG em DIVs porcos a 2 J por pulso, 3 Hz e com uma fibra de 600 µm não encontraram elevações de temperatura no LLP. Finalmente, Choy et al. (1992) mediram a temperatura 5 mm à frente da ponta da fibra, nos forames e no canal espinhal adjacente em DIVs bovinos, concluindo que na primeira posição a temperatura máxima foi de 91°C, e nas duas últimas não houve aquecimento.

Conforme já exposto, utilizou-se neste estudo o *laser* diodo GaAlAs com comprimento de onda de 980 nm e potência de 10 W, frequência de 0,385 Hz

(aproximadamente um pulso a cada três segundos), com energia total variando de 600 a 1200 J por DIV tratado. A aspiração contínua por vácuo evidenciou condensação de gotículas de água na mangueira de látex transparente acoplada, comprovando vaporização de material intradiscal. A análise do material retido na mangueira seria uma maneira de se investigar a natureza do aspirado, e é uma proposta para futuros estudos utilizando o *laser* intradiscal.

5.3 Diferenças na técnica

No presente estudo o paciente foi posicionado em decúbito ventral. No entanto outros autores preferem o decúbito lateral com o lado da HDL voltado para cima (CHOY; DIWAN, 1992). Em nossa opinião, qualquer uma das duas posições pode ser utilizada a depender da experiência do cirurgião e da logística do procedimento (tamanho da sala, equipamento de radioscopia, tamanho e anatomia da coluna vertebral do paciente).

No que diz respeito à forma de aplicação, verificou-se que a energia total nos diferentes estudos variou de 1200 a 1500 J para L1-2, L2-3, L3-4 e L5-S1 e 1500 a 2000 J para L4-5, sendo calculada de acordo com o peso e a altura dos pacientes tratados (BROUWER et al., 2017; CHOY et al., 2009; DAVIS, 1992; QUIGLEY et al., 1992). Também a duração e potência dos pulsos utilizados variaram, por exemplo Choy et al. (1992) aplicaram o Nd:YAG 1064 nm com 20 a 23 W de potência na ponta da fibra, em pulsos de 1 s de duração com 1 s de pausa. Já Gangi et al. (1996) utilizaram 15 W (uma potência intermediária àquela usada em nosso estudo e no de Choy et al. (2009)) e maiores intervalos entre os pulsos (4 a 10 s).

Quanto a outros detalhes técnicos, por exemplo, Gangi et al. (1996) utilizaram além da agulha de 18 G por onde passa a fibra *laser*, uma segunda agulha 22 G, posicionada paralelamente à primeira para anestesia da pele e dos tecidos subcutâneos. Esses autores também sugerem que a ponta da agulha 18 G deve ser ligeiramente curvada manualmente para facilitar seu redirecionamento mediante simples rotação. Em nossa opinião, tal manobra pode trazer duas consequências não desejadas: primeiramente prejudica a visualização perfeita em “túnel” da agulha à radioscopia já que o raio não pode incidir paralelamente a um objeto curvo, o que

produziria uma imagem distorcida. Em segundo lugar a movimentação da fibra ótica através de uma agulha 18 G curvada manualmente pode gerar resistência e o risco de fratura intradiscal da fibra, que ocorreu em um dos casos deste estudo mesmo sem o curvamento da agulha e com movimentação cuidadosa do conjunto. Alguns autores também citam ocorrência de dor durante a realização do procedimento como complicação intraoperatória mais frequente relatada em algumas séries, que atribuem ao aumento da PID produzido pela vaporização de tecido (SINGH et al., 2013). Não se observou esse sintoma nos pacientes do nosso estudo provavelmente devido ao efeito analgésico da solução de dexametasona, clonidina e lidocaína feitos intradiscalmente antes da aplicação do *laser*, bem como do protocolo de sedação utilizado.

5.4 O comprimento de onda ideal

Visando a evaporação do conteúdo intradiscal com concomitante preservação dos tecidos circunvizinhos, teoricamente o comprimento de onda ideal deve ser o mais próximo da faixa de absorção da água, que é em torno de 2000 nm. Assim, diversos tipos de *lasers* e diferentes comprimentos de onda (193 nm, 488nm, 1064 nm, 1318 nm, 2150 nm, 2940 nm e 10600 nm) foram estudados por Choy et al. (1991), que concluíram que o Nd:YAG de 1318 nm e de 1064nm é o que melhor se adapta à realização da DDPL. O *laser* diodo de 1470 nm também parece ser uma opção interessante na por se tratar de um comprimento de onda com 40 vezes mais afinidade pela água do que o de 980 nm. Porém seu uso ainda é incipiente em humanos. Comparando esses dois *lasers* em DIVs bovinos evidenciou-se que o de 980 nm produziu uma lesão mais localizada e maior carbonização do tecido, enquanto que o de 1470 nm teve efeito global no NP visto à RM (CSELIK et al., 2012).

No presente estudo havia inicialmente a conjectura da utilização do *laser* de 1470 nm devido as suas aparentes vantagens físicas supracitadas. Entretanto apenas quatro pacientes fizeram parte de um estudo piloto, com posicionamento da agulha centralmente no NP. A ideia seria avaliar o posicionamento da agulha no quadrante da hérnia para comparação entre diferentes locais de aplicação e

comprimentos de onda, porém por falta de disponibilidade do material de 1470 nm essa proposta foi abortada (ISHIWATA et al., 2007; LUO et al., 2014; ZHAO et al., 2012). Além disso, com a constatação feita por Cselik et al. (2012) em animais de que o comprimento de onda de 1470 nm resultaria em uma lesão global (menos localizada), considerou-se que a aplicação desse *laser* no quadrante da hérnia poderia ser arriscada devido ao risco de lesão indevida. Assim, optou-se pelo *laser* diodo de 980 nm que teoricamente possui efeito de coagulação semelhante ao dos *lasers* de CO₂, KTP e Nd:YAG e apresenta a vantagem de possuir três vezes mais afinidade com água quando comparado ao último (GEVARGEZ; GROENEMEYER; CZERWINSKI, 2000).

5.5 Técnicas de imagem para o posicionamento da agulha e uso de discografia

Como exposto, neste estudo posicionou-se centralmente da agulha com uso de radioscopia e discografia. Dessa forma o calor pôde ser aplicado em uma região relativamente afastada da raiz nervosa proporcionando maior segurança. Além disso o resultado do tratamento parece depender da redução da PID mais do que de exérese do material herniado em si (CHOY et al., 1992). Alguns autores utilizam radioscopia e TC ao mesmo tempo, argumentando que a última proporciona a visualização de vasos, músculos, nervos e órgãos, que falta à radioscopia. Segundo os mesmos, a TC também permite a avaliação da lesão criada em tempo real por meio de seu imageamento tomográfico a cada 200 J de energia entregue (GANGI et al., 1996). Estes afirmam que a TC pode dispensar a discografia, pois o contraste pode interferir na propagação do calor e na vaporização do NP.

De fato o recurso duplo de avaliação, conforme sugerido por Gangi et al. (1996) (TC e radioscopia) é altamente desejável e também parece proporcionar mais acurácia e segurança ao procedimento, no entanto infelizmente por razões logísticas não foi possível utilizá-lo na presente amostra. Quanto à interferência do contraste na propagação do calor, foi demonstrado em cachorros que o verde de indocianina pode possibilitar uma ablação mais seletiva do NP na subsequente aplicação do *laser* diodo de 805 nm, amplificando a absorção na região onde o contraste está presente (SATO et al., 2001).

A RM também é utilizada para posicionamento da agulha na DDPL (ISHIWATA et al., 2007). Esta parece oferecer extrema acurácia e excelente visualização das estruturas. No entanto aumenta o tempo cirúrgico (61 min em média segundo os autores) e necessita de material compatível com o campo magnético, o que acaba por tornar o procedimento ainda mais dispendioso.

Em nossa opinião mesmo considerando a potencial interferência do contraste na propagação do calor, dispensar a discografia para o posicionamento da agulha seria arriscado. Como comentado anteriormente, em um dos pacientes do presente estudo verificou-se o extravasamento de contraste para o espaço peridural após sua injeção, evidenciando uma hérnia extrusa que aparentemente se mostrava contida à RM. Alguns pesquisadores estão aplicando o *laser* em herniações extrusas, contudo essa indicação foge aos princípios clássicos da técnica e ainda possui relatos escassos (ZHAO et al., 2012). Assim considera-se que a aplicação do *laser* nesses casos poderia incorrer em risco de lesão da raiz nervosa por hiperaquecimento, além de provável ineficácia do tratamento.

5.6 Indicações da DDPL

Como colocado, a principal indicação da DDPL atualmente ocorre em HDLs contidas que correspondem a menos de 10% de todos os casos de dor lombar (SINGH et al., 2013). Mesmo assim constitui uma alternativa importante já que há evidências de que o tratamento por via aberta de HDLs desse tipo esteja sujeito a piores resultados e a maior risco de ciatalgia crônica (CARRAGEE et al., 2003; DEWING et al., 2008). Assim os critérios de inclusão nos estudos envolvendo a técnica diferem sutilmente mas em geral incluem: herniação contida, sinais neurológicos indicativos de acometimento de uma única raiz nervosa (com dor irradiada para a perna), sinal de Lasègue positivo, perda sensitiva, alterações de reflexos, alterações na ENM e ausência de resposta ao tratamento conservador por seis semanas (BROUWER et al., 2009; CHOY et al., 1992; GANGI et al., 1996; GEVARGEZ; GROENEMEYER; CZERWINSKI, 2000;).

Embora se tenha usado basicamente esses mesmos critérios, foram realizadas algumas modificações no presente estudo. Primeiramente, apesar de se

postular nos objetivos apenas a avaliação da dor ciática neuropática (dor no membro inferior), não se estabeleceu diferenciação entre a intensidade da dor na perna e dor lombar, e talvez isso indique uma fragilidade. Além disso, embora todos os pacientes possuísem algum grau de dor na elevação da perna estendida, não foi utilizado o sinal de Lasègue clássico como critério de inclusão. Ressalta-se que apesar de possuir alta sensibilidade na patologia em questão, esse sinal isoladamente detém um valor diagnóstico questionável (VUCETIC; SVENSSON, 1996). Assim, optamos por selecionar pacientes nos quais havia clara correspondência clínica da dor neuropática de distribuição metamérica com os sinais radiológicos de herniação discal contida à RM.

Com relação à documentação eletroneuromiográfica embora disponível na maioria dos pacientes da presente amostra, não foi imposta como critério de inclusão. De fato o exame é desejável do ponto de vista médico legal, pois como citado diferencia uma lesão pré-ganglionar (típica de HDL) de uma pós-ganglionar (que em tese poderia ocorrer iatrogenicamente durante a DDPL). No entanto o valor diagnóstico da ENM é questionável, sujeito à interpretação por um neurologista experiente, e se exigida para todos os pacientes encareceria e protelaria o procedimento (HARO, 2014; KREINER et al., 2014; TULLBERG et al., 1993).

Outra particularidade do presente estudo é que foram tratadas duas raízes simultaneamente em três pacientes do grupo *laser* e em dois do grupo controle, enquanto que a maioria dos autores inclui em seus estudos apenas pacientes com acometimento de uma única raiz (BROUWER et al., 2009; CHOY et al., 2009; GANGI et al., 1996). Embora isso possa ter introduzido algum viés em nosso trabalho, considerou-se que foi compensado pelo fato de ter sido realizado em ambos os grupos (três casos do grupo *laser* e dois do grupo controle). Ao mesmo tempo visou-se beneficiar os pacientes pois estes foram submetidos a um único procedimento de internação e tempo cirúrgico/anestésico.

5.7 Outros usos do *laser* intradiscal

Outras indicações do *laser* têm sido postuladas refletindo ampliação do uso da técnica no tratamento das patologias discais. Pesquisadores relatam a realização

DDPL em HDLs extrusas não sequestradas posicionando-se a agulha no quadrante herniado, procedimento chamado de “*target*” DDPL (ZHAO et al., 2012). Tal uso, inclusive pelo próprio inventor da técnica (CHOY, 2001a), desafia o paradigma da indicação exclusiva em HDLs contidas, além de parcialmente questionar um dos principais mecanismos aventados de benefício pela técnica, ou seja, o da descompressão de um espaço hidraulicamente fechado. Relatos do *laser* intradiscal na dor discogênica (BLACK; FEJOS; CHOY, 2004), estenose lombar (CHOY; NGEOW, 1998; REN et al., 2014) e vertigem cervical (YANG et al., 2007) também são encontrados com bons resultados. Também, através de técnicas de imageamento específicas, além da região lombar tanto DIVs na região cervical quanto torácica podem abordados para tratamento (HAUFE et al., 2010; KNIGHT; GOSWAMI; PATKO, 2001).

5.8 Comparação do perfil demográfico na presente amostra

É bem documentado na literatura que a maioria das HDLs (mais de 90%) ocorre entre os níveis de L3 a S1 e acredita-se que isso se deva à maior carga a que estão submetidos esses segmentos da coluna vertebral (JORDAN; KONSTANTINOU; O'DOWD, 2011). De fato, quanto ao nível de herniações das amostras tratadas também se encontra semelhança entre os diversos estudos e a pesquisa atual, por exemplo (MENCHETTI; CANERO; BINI, 2011) utilizando o *laser* de 980 nm referem 45% de HDLs abordadas em L4-5 e 42% em L5-S1. Erbas, Pusat e Erdogan (2015) relatam 54,1% (L4-5) e 40,2% em L5-S1 e ainda Duarte e Costa (2012), 60% em L4-5 e 31% em L5-S1.

A predominância da HDL no sexo masculino também é relatada e pode ser explicada em parte pela maior incidência de trabalhos com submissão a altas cargas axiais nesse gênero (KADOW et al., 2015). Por exemplo nas amostras tratadas com DDPL 980 nm, Menchetti, Canero e Bini, (2011) verificaram 65% de homens, Erbas, Pusat e Erdogan (2015) observaram 54.3%, e muitos outros (SINGH et al., 2013) também corroboram essa característica da doença em consonância com os resultados do presente estudo. Os IMCs de nossos pacientes também indicaram

uma tendência ao sobrepeso (média de 25,86 kg/m²) em consonância com o fato de a obesidade ser aventada como fator de risco para DDDIV (KADOW et al., 2015).

Finalmente, a maior incidência da doença entre os 30 e 50 anos encontra uma plausível explicação no fato de que a idade laboral ativa predispõe os indivíduos aos movimentos de torção e rotação que traumatizam os DIVs e aumentam seu desgaste natural precipitando a cadeia de eventos que culmina com a HDL (JORDAN; KONSTANTINO; O'DOWD, 2011). De fato, Menchetti, Canero e Bini (2011) e também Erbas, Pusat e Erdogan (2015) encontraram média de 46 anos em suas séries, semelhantemente à média observada neste estudo (44 anos).

5.9 Comparação entre a analgesia encontrada neste estudo e por outros pesquisadores usando a DDPL

A taxa de sucesso geral da DDPL reportada varia de 53 a 89% com complicações variando de 0,4 a 1%. Tal discrepância pode ser atribuída a diferentes critérios de seleção, tipos de herniação, tipos de *laser* utilizado e escalas de avaliação (ISHIWATA et al., 2007; SCHENK; BROUWER; VAN BUCHEM, 2006). Neste estudo objetivando quantificar a dor utilizou-se a ENV. Não foram avaliados outros parâmetros como qualidade de vida ou força, e reconhecemos tal fato como uma fragilidade do estudo. No entanto postulou-se perda de força como critério de exclusão e encaminhamento para avaliação cirúrgica. No entanto consideramos que a dor radicular seria responsável pela incapacitação dos pacientes e sua resolução suficiente para o retorno às atividades diárias.

Gevargez, Groenemeyer e Czerwinski (2000) que também utilizaram o *laser* de 980 nm e a ENV para avaliações subseqüentes verificaram após quatro semanas que dos 26 pacientes tratados, 12 (46%) referiram melhora completa da dor lombar e no membro inferior (85% de queda na ENV), oito obtiveram remissão total apenas da dor na perna porém mantendo sintomas ocasionais de dor lombar, quatro referiram somente melhora parcial da dor irradiada para o membro inferior (50% de queda na ENV) e dois não responderam ao tratamento (<25% de melhora na ENV). Apesar do pequeno período de seguimento e das diferenças técnicas na espessura da fibra e no posicionamento da agulha, tais resultados são condizentes com os obtidos na presente pesquisa. Outros autores que trataram 900 pacientes com o *laser* de 980

nm em estudo multicêntrico utilizando a ENV para avaliação referiram decréscimo nesse parâmetro de 8,5 para 3,4 em média após seguimento de cinco anos (MENCHETTI; CANERO; BINI, 2011).

Outro modo de avaliação dos resultados da DDPL frequentemente utilizado são os critérios de MacNab (1971) (Tabela 8) que dividem os resultados em “bons”, “moderados” e “pobres”. Assim, no estudo de Duarte e Costa (2012) 76% dos pacientes relataram bons e moderados resultados. Já Gangi et al. (1996) os referiram em 76% dos casos e Choy e Diwan (1992), em 78,4%. Ainda Ren et al. (2013) apontaram resultados “moderadamente favoráveis” em 76,19% dos pacientes ao final de três anos de seguimento. Na revisão de Singh et al. (2013), 15 estudos mostraram alívio entre 60 e 84% da dor aos 12 meses e na de Goupille et al. (2007), a maioria dos autores referem 75% de sucesso de acordo com os critérios de Macnab.

Interessantemente alguns pesquisadores afirmam que a maioria dos pacientes com “bons” e “moderados” resultados já referiram melhora durante o procedimento (GANGI et al., 1996). Em nosso estudo embora tenhamos verificado importante alívio da dor logo após a intervenção não contabilizamos dados durante o procedimento, pois consideramos estarem sujeitos a viés pelo uso de Alfentanil no protocolo de sedação, dentre outros fatores de confusão.

Estabelecendo um contraponto, Epstein (2016) postula que o sucesso de 60 a 70% da DDPL com taxas de reoperação de até 38%, contra os 90% de sucesso da MD e taxa de reoperação de 16% não justificariam a realização da primeira. Argumenta ainda que procedimentos como a DDPL não deveriam ser realizados por anestesistas, radiologistas ou fisiatras, pois estes não seriam capazes, segundo ele, de fornecer o tratamento adequado diante das possíveis complicações. Em nossa opinião ter à disposição no arsenal terapêutico procedimentos como a DDPL é extremamente útil na medida em que boa parte dos pacientes não quer ou não tem condições clínicas de ser submetido à MD. Além disso a DDPL apresenta incidência extremamente baixa de complicações em mãos treinadas, conforme relatado. Também o tratamento de sua principal complicação, a discite, é realizado com antibióticos, sendo a necessidade de cirurgia aberta uma exceção restrita aos pacientes que não responderam a essas medicações.

Tabela 8 - Critérios de MacNab

Bons resultados	Recuperação funcional Lombociatalgia ocasional Sem dependência de medicações Atividade física apropriada Sem sinais objetivos de lesão nervosa
Resultados moderados	Função inalterada Lombociatalgia intermitente Sem dependência de medicações Atividade física apropriada Sem sinais objetivos de lesão nervosa
Resultados pobres	Disfuncional Dor constante Abuso de medicações Inatividade física Sinais objetivos de radiculopatia Foco em litígio

Fonte: (MAcNAB, 1971)

5.10 Efeitos colaterais e complicações

Como reportado ocorreu fratura da fibra ótica, possivelmente em posição intradiscal durante a retirada do conjunto fibra-agulha. Não observamos outros efeitos colaterais. Em parte creditamos tal fato ao tamanho da amostra, embora a DDPL seja descrita pela maioria dos autores como um procedimento extremamente seguro. Por exemplo nos estudos de Duarte e Costa (2012) com 205 pacientes, de Ren et al. (2013) com 42 indivíduos e de Morelet et al. (2007) com amostras mais expressivas, também não foram relatadas complicações graves. No entanto embora rara a discite apresenta-se como a intercorrência mais comum da DDPL (0 a 1,2% dos casos). A discite ascéptica é tida como resultante de dano térmico ao disco ou às PTCs e a séptica por contaminação bacteriana durante a introdução da agulha (GANGI et al., 1996). Assim, além do posicionamento equidistante da agulha entre as PTCs, autores sugerem a monitorização clínica do paciente quanto à sensação de calor e dor durante o procedimento e ajustes na potência, frequência e intervalos entre os pulsos do *laser* como maneira de prevenção de lesões térmicas. Já antibioticoterapia e práticas assépticas na realização do método previnem o risco de contaminação que também pode ser inibido pelo próprio *laser* e pela lidocaína intradiscal (RATHMELL; LAKE; RAMUNDO, 2006; SCHENK et al., 2006; TUSTIN et al., 2014; VESCOVI et al., 2013).

Gangi et al. (1996) relatam um paciente readmitido 24 horas depois de uma DDPL com severa recorrência da dor na perna devido um fragmento discal que se desprende e ascendeu no canal espinhal. Também é reportado um caso de ciática secundária à HDL em L4-L5 à direita que após a DDPL evoluiu com piora dos sintomas e disfunções urinária e intestinal. Submetido à cirurgia, foram encontrados pontos de carbonização na dura-máter e uma grande herniação discal aderente às raízes nervosas, indicando dano por calor excessivo (KOBAYASHI et al., 2007). Lesão térmica da raiz nervosa foi mencionada com alta incidência (8%) após o uso do *laser* de CO2 e atribuída ao uso de uma cânula de metal específica (NERUBAY; CASPI; LEVINKOPF, 1997; SCHENK et al., 2006).

Embora sangramento e hematoma espinhal possam ocorrer após a DDPL, não foram encontrados até o momento relatos dessa complicação após o procedimento. No presente estudo nenhum dos pacientes possuía comorbidades que impunham o uso de medicações que interferem na coagulação, exceto AINES para tratamento da dor. No entanto as recomendações atuais pré-operatórias para a realização de procedimentos neuroaxiais não impõe a suspensão destes ou da aspirina em baixas doses, nem dos inibidores da fofodiesterase (dipiridamol, cilostazol). Já a interrupção de cumarínicos e outros antitrombolíticos deve ser feita considerando-se o risco de sangramento *versus* o benefício protetor da manutenção da medicação em cada caso (MANCHIKANTI et al., 2013b).

Finalmente, relatos de casos de complicações raras são descritos em técnicas que utilizam o *laser* como adjunto, tais como a nucleotomia percutânea com nucleoplastia a *laser* e a discectomia percutânea endoscópica a *laser*, e embora não possam ser atribuídas especificamente ao objeto deste estudo, são dignas de nota. Assim são relatados: disestesia no dermatomo tratado, distrofia simpático reflexa, déficit motor, lesão vascular, lesão do processo transverso e síndrome da cauda equina (SINGH et al., 2013).

6. Conclusões

Concluiu-se pelo presente estudo que a DDPL foi mais eficaz do que a injeção intradiscal de clonidina, dexametasona e lidocaína no tratamento da dor neuropática de distribuição metamérica secundária à compressão radicular (ciatalgia) em pacientes portadores de herniações discais lombares contidas. Isso foi comprovado pela redução das ENVs no grupo *laser* que durou um ano (Tabela 3), enquanto que a redução do mesmo índice no grupo controle durou apenas um mês (Tabela 4). Corroboram tal afirmação os dados de necessidade do uso de analgésicos para o resgate da dor, que foi menor no grupo *laser* (Tabela 5) em comparação ao grupo controle (Tabela 6) a partir do segundo mês de avaliação até o final do estudo. Conforme já exposto no que diz respeito aos efeitos adversos o único verificado foi a fratura da fibra ótica durante a sua retirada em um dos procedimentos, tendo o paciente evoluído sem complicações. Não foi observada discite (complicação mais comum) ou piora dos sintomas necessitando de reintervenção aberta. Em um dos casos durante a discografia numa herniação supostamente contida, foi observado extravasamento de contraste para o espaço epidural e abortada a aplicação do *laser*.

O perfil demográfico verificado nos pacientes do Ambulatório de Coluna/Ortopedia e CT-Dor do HCFMRP-USP revelou média de idade de 44 ± 10 anos no total dos pacientes do estudo, faixa etária correspondente àquela relatada na literatura para a incidência da doença (JORDAN; KONSTANTINOU; O'DOWD, 2011; ROPPER; ZAFONTE, 2015). Também se evidenciou maior ocorrência do problema em homens na amostra (68%) em concordância com a maioria dos relatos.

A DDPL apresentou as vantagens de ser realizada em todos pacientes deste estudo sob sedação consciente e anestesia local, sem necessidade de cortes, com rápida recuperação e baixo índice de complicações. Além disso a técnica se mostrou de fácil execução e possibilitou alta no mesmo dia em todos os casos (evitando internação e poupando custos). Apesar disso trata-se de um procedimento caro (custo aproximado de R\$20.000 por kit) e a fibra não pode ser reutilizada para o tratamento de herniações duplas, tornando a realização rotineira do procedimento inviável na nossa realidade econômica. Mesmo assim na comparação de custos de internação e resultados após um ano com a microdisctomia (MD), a DDPL parece

ser atraente conforme demonstra o estudo de (BROUWER et al., 2017) no qual a DDPL mostrou-se €1771 mais barata (IC 95%).

Dessa forma, muito há para se investigar sobre o mecanismo de ação do *laser* bem como de outras terapêuticas intradiscais. O fato de estar sendo utilizado em diferentes patologias inclusive em herniações extrusas, indica que o mecanismo subjacente aos seus benefícios ainda não foi completamente elucidado. Também seus resultados em longo prazo permanecem em debate, representando um desafio diante da complexa inter-relação de estruturas biológicas que compõem a coluna vertebral, o sistema nervoso central e em última análise o ser humano no âmbito biopsicossocial.

7. Referências Bibliográficas³

³Elaboradas de acordo com as Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses da USP: Documento Eletrônico e Impresso - Parte I (ABNT) 3ª ed. São Paulo: SIBi/USP, 2016.

ADAMS, M. A. et al. Why do some intervertebral discs degenerate, when others (in the same spine) do not? **Clin Anat**, v. 28, n. 2, p. 195-204, Mar 2015.

ADAMS, M. A.; DOLAN, P. Lumbar Intervertebral Disk Injury, Herniation and Degeneration. In: PINHEIRO-FRANCO, J. L. et al (Ed.). **Advanced Concepts in Lumbar Degenerative Disk Disease**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016. p. 23-39.

ALBECK, M. J. et al. Diagnostic value of electrophysiological tests in patients with sciatica. **Acta Neurol Scand**, v. 101, n. 4, p. 249-254, Apr 2000.

ALBERT, H. B. et al. Antibiotic treatment in patients with chronic low back pain and vertebral bone edema (Modic type 1 changes): a double-blind randomized clinical controlled trial of efficacy. **Eur Spine J**, v. 22, n. 4, p. 697-707, Apr 2013.

ALDRETE, J. A. The post-anesthesia recovery score revisited. **J Clin Anesth**, v. 7, n. 1, p. 89-91, Feb 1995.

ALLAN, D. B.; WADDELL, G. An historical perspective on low back pain and disability. **Acta Orthop Scand Suppl**, v. 234, p. 1-23, 1989.

AMIN, R. M.; ANDRADE, N. S.; NEUMAN, B. J. Lumbar Disc Herniation. **Curr Rev Musculoskelet Med**, v. 10, n. 4, p. 507-516, Dec 2017.

AMORIM, A. B. et al. Integrating Mobile health and Physical Activity to reduce the burden of Chronic low back pain Trial (IMPACT): a pilot trial protocol. **BMC Musculoskelet Disord**, v. 17, p. 36, Jan 2016.

ANDERSSON, G. B. Epidemiological features of chronic low-back pain. **Lancet**, v. 354, n. 9178, p. 581-585, Aug 1999.

AOKI, M. et al. Histologic changes in the intervertebral disc after intradiscal injections of methylprednisolone acetate in rabbits. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 22, n. 2, p. 127-131; discussion 132, Jan 1997.

APRILL, C.; BOGDUK, N. High-intensity zone: a diagnostic sign of painful lumbar disc on magnetic resonance imaging. **Br J Radiol**, v. 65, n. 773, p. 361-369, May 1992.

APRILL, C. N.; MELFI, R. S. Paraplegia after lumbosacral nerve root block: report of three cases. **Spine J**, v. 4, n. 3, p. 368-9; author reply 369-370, May-Jun 2004.

AXÉN, I. et al. The use of weekly text messaging over 6 months was a feasible method for monitoring the clinical course of low back pain in patients seeking chiropractic care. **J Clin Epidemiol**, v. 65, n. 4, p. 454-461, Apr 2012.

BAGNATO, V. S. Os Fundamentos da Luz Laser. **Física na Escola**, v. 2, n. 2, p. 4-9, 2001.

BASSALO, J. M. F. Fresnel: O formulador matemático da teoria ondulatória da luz. **Cad Bras Ens Fís**, v. 5, n. 2, p. 79-87, 1988.

BATTIÉ, M. C. et al. 1995 Volvo Award in clinical sciences. Determinants of lumbar disc degeneration. A study relating lifetime exposures and magnetic resonance imaging findings in identical twins. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 20, n. 24, p. 2601-2612, Dec 1995.

BEATTY, L.; LAMBERT, S. A systematic review of internet-based self-help therapeutic interventions to improve distress and disease-control among adults with chronic health conditions. **Clin Psychol Rev**, v. 33, n. 4, p. 609-622, Jun 2013.

BELLINI, M.; BARBIERI, M. Systemic effects of epidural steroid injections. **Anaesthesiol Intensive Ther**, v. 45, n. 2, p. 93-98, Apr-Jun 2013.

BENNETT Jr, W. et al. Dissociative excitation transfer and optical maser oscillation in Ne-O 2 and Ar-O 2 rf discharges. **Phys Rev Letters**, v. 8, n. 12, p. 470, 1962.

BENSLER, S. et al. Is there a difference in treatment outcomes between epidural injections with particulate versus non-particulate steroids? **Eur Radiol**, v. 27, n. 4, p. 1505-1511, Apr 2017.

BENYAHYA, R. et al. [Intradiscal injection of acetate of prednisolone in severe low back pain: complications and patients' assessment of effectiveness]. **Ann Readapt Med Phys**, v. 47, n. 9, p. 621-626, Nov 2004.

BENZON, H. T. et al. Comparison of the particle sizes of different steroids and the effect of dilution: a review of the relative neurotoxicities of the steroids. **Anesthesiology**, v. 106, n. 2, p. 331-338, Feb 2007.

BERNARDO, L. M. Concepções sobre a natureza da luz no século XVIII em Portugal. **Rev da SBHC**, v. 19, p. 3-12, 1998.

BERTIN, P. et al. Intradiscal injection of triamcinolone hexacetonide for acute, subacute, and chronic sciatica. Results at 3 months an open-prospectus study of 30 cases and review of the literature. **Clin Rheumatol**, v. 9, n. 3, p. 362-366, Sep 1990.

BIJKERK, C. et al. Heritabilities of radiologic osteoarthritis in peripheral joints and of disc degeneration of the spine. **Arthritis Rheum**, v. 42, n. 8, p. 1729-1735, Aug 1999.

BLACK, W.; FEJOS, A. S.; CHOY, D. S. Percutaneous laser disc decompression in the treatment of discogenic back pain. **Photomed Laser Surg**, v. 22, n. 5, p. 431-433, Oct 2004.

BLÖDT, S. et al. Effectiveness of app-based relaxation for patients with chronic low back pain (Relaxback) and chronic neck pain (Relaxneck): study protocol for two randomized pragmatic trials. **Trials**, v. 15, p. 490, Dec 2014.

BOUBRIAK, O. A. et al. Factors regulating viable cell density in the intervertebral disc: blood supply in relation to disc height. **J Anat**, v. 222, n. 3, p. 341-348, Mar 2013.

BOULOS, M. N. et al. Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. **Online J Public Health Inform**, v. 5, n. 3, p. 229, 2014.

BOWERMAN, S. et al. Implementation of a primary care physician network obesity management program. **Obes Res**, v. 9 Suppl 4, p. 321S-325S, Nov 2001.

BRACCIALLI, L. M. P. et al. Aspectos a serem considerados na elaboração de programas de prevenção e orientação de problemas posturais. **Rev Paul Educ Fís, São Paulo**, v. 14(2), p. 159-171, 2000.

BRAZIL, A. et al. Diagnóstico e tratamento das lombalgias e lombociatalgias. **Rev Bras Reumatol**, v. 44, n. 6, p. 419-425, 2004.

BRINJIKJI, W. et al. Systematic literature review of imaging features of spinal degeneration in asymptomatic populations. **AJNR Am J Neuroradiol**, v. 36, n. 4, p. 811-816, Apr 2015.

BROUWER, P. A. et al. Effectiveness of percutaneous laser disc decompression versus conventional open discectomy in the treatment of lumbar disc herniation; design of a prospective randomized controlled trial. **BMC Musculoskelet Disord**, v. 10, p. 49, 2009.

BROUWER, P. A. et al. Percutaneous laser disc decompression versus conventional microdiscectomy in sciatica: a randomized controlled trial. **Spine J**, v. 15, n. 5, p. 857-865, May 2015.

BROUWER, P. A. et al. Percutaneous laser disc decompression versus conventional microdiscectomy for patients with sciatica: Two-year results of a randomised controlled trial. **Interv Neuroradiol**, v. 23, n. 3, p. 313-324, Jun 2017.

BROUWERS, P. J. et al. A cervical anterior spinal artery syndrome after diagnostic blockade of the right C6-nerve root. **Pain**, v. 91, n. 3, p. 397-399, Apr 2001.

BUCHELT, M. et al. High power Ho:YAG laser ablation of intervertebral discs: effects on ablation rates and temperature profile. **Lasers Surg Med**, v. 16, n. 2, p. 179-183, 1995.

BUCHMULLER, A. et al. Value of TENS for relief of chronic low back pain with or without radicular pain. **Eur J Pain**, v. 16, n. 5, p. 656-665, May 2012.

BURGHER, A. H. et al. Transforaminal Epidural Clonidine versus Corticosteroid for Acute Lumbosacral Radiculopathy due to Intervertebral Disk Herniation. **Spine**, v. 36, n. 5, p. E293, 2011.

BUTTERMANN, G. R. The effect of spinal steroid injections for degenerative disc disease. **Spine J**, v. 4, n. 5, p. 495-505, Sep-Oct 2004.

BUY, X.; GANGI, A. Percutaneous treatment of intervertebral disc herniation. **Semin Intervent Radiol**, v. 27, n. 2, p. 148-159, Jun 2010.

CAO, P. et al. Intradiscal injection therapy for degenerative chronic discogenic low back pain with end plate Modic changes. **Spine J**, v. 11, n. 2, p. 10010-6, Feb 2011.

CARRAGEE, E. J. et al. Can discography cause long-term back symptoms in previously asymptomatic subjects? **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 25, n. 14, p. 1803-1808, Jul 2000.

CARRAGEE, E. J. et al. Clinical outcomes after lumbar discectomy for sciatica: the effects of fragment type and anular competence. **J Bone Joint Surg Am**, v. 85-A, n. 1, p. 102-108, Jan 2003.

CARRAGEE, E. J. et al. 2009 ISSLS Prize Winner: Does discography cause accelerated progression of degeneration changes in the lumbar disc: a ten-year matched cohort study. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 34, n. 21, p. 2338-2345, Oct 2009.

CASE, R. B.; CHOY, D. S.; ALTMAN, P. Change of intradisc pressure versus volume change. **J Clin Laser Med Surg**, v. 13, n. 3, p. 143-147, Jun 1995.

CASTRO, I. et al. The history of spinal surgery for disc disease: an illustrated timeline. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 63, n. 3A, p. 701-706, Sep 2005.

CECIN, H. A. et al. Dor lombar e trabalho: um estudo sobre a prevalência de lombalgia e lombociatalgia em diferentes grupos ocupacionais. **Rev Bras Reumatol**, v. 31, n. 2, p. 50-56, 1991.

CHAUDHRY, B. M. No gain without pain: using pain tracking mobile Apps. **Mhealth**, v. 2, p. 27, 2016.

CHEDID, K. J.; CHEDID, M. K. The "tract" of history in the treatment of lumbar degenerative disc disease. **Neurosurg Focus**, v. 16, n. 1, p. E7, Jan 2004.

CHIAUZZI, E. et al. painACTION-back pain: a self-management website for people with chronic back pain. **Pain Med**, v. 11, n. 7, p. 1044-1058, Jul 2010.

CHOU, R. et al. Nonsurgical interventional therapies for low back pain: a review of the evidence for an American Pain Society clinical practice guideline. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 34, n. 10, p. 1078-1093, May 2009.

CHOU, R. et al. Diagnostic imaging for low back pain: advice for high-value health care from the American College of Physicians. **Ann Intern Med**, v. 154, n. 3, p. 181-189, Feb 2011.

CHOY, D. S. et al. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks. **N Engl J Med**, v. 317, n. 12, p. 771-772, Sep 1987.

CHOY, D. S. et al. Laser radiation at various wavelengths for decompression of intervertebral disk. Experimental observations on human autopsy specimens. **Clin Orthop Relat Res**, n. 267, p. 245-250, Jun 1991.

CHOY, D. S.; DIWAN, S. In vitro and in vivo fall of intradiscal pressure with laser disc decompression. **J Clin Laser Med Surg**, v. 10, n. 6, p. 435-437, Dec 1992.

CHOY, D. S. et al. Percutaneous laser disc decompression. A new therapeutic modality. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 17, n. 8, p. 949-956, Aug 1992.

CHOY, D. S.; ALTMAN, P. Fall of intradiscal pressure with laser ablation. **J Clin Laser Med Surg**, v. 13, n. 3, p. 149-151, Jun 1995.

CHOY, D. S.; NGEOW, J. Percutaneous laser disc decompression in spinal stenosis. **J Clin Laser Med Surg**, v. 16, n. 2, p. 123-125, Apr 1998.

CHOY, D. S. Response of extruded intervertebral herniated discs to percutaneous laser disc decompression. **J Clin Laser Med Surg**, v. 19, n. 1, p. 15-20, Feb 2001a.

CHOY, D. S. The true story of percutaneous laser disc decompression. **J Clin Laser Med Surg**, v. 19, n. 5, p. 231-233, Oct 2001b.

CHOY, D. S. et al. 23rd Anniversary of Percutaneous Laser Disc Decompression (PLDD). **Photomed Laser Surg**, v. 27, n. 4, p. 535-538, Aug 2009.

COLOMBIER, P. et al. The lumbar intervertebral disc: from embryonic development to degeneration. **Joint Bone Spine**, v. 81, n. 2, p. 125-129, Mar 2014.

CONG, L. et al. The interaction between aggrecan gene VNTR polymorphism and obesity in predicting incident symptomatic lumbar disc herniation. **Connect Tissue Res**, v. 55, n. 5-6, p. 384-390, Oct-Dec 2014.

CSELIK, Z. et al. Impact of infrared laser light-induced ablation at different wavelengths on bovine intervertebral disc ex vivo: evaluation with magnetic resonance imaging and histology. **Lasers Surg Med**, v. 44, n. 5, p. 406-412, Jul 2012.

CUMMINS, J. et al. Descriptive epidemiology and prior healthcare utilization of patients in the Spine Patient Outcomes Research Trial's (SPORT) three observational cohorts: disc herniation, spinal stenosis, and degenerative spondylolisthesis. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 31, n. 7, p. 806-814, Apr 2006.

CVITANIC, O. A. et al. Subchondral marrow changes after laser discectomy in the lumbar spine: MR imaging findings and clinical correlation. **AJR Am J Roentgenol**, v. 174, n. 5, p. 1363-1369, May 2000.

DANDY, W. E. Loose cartilage from intervertebral disk simulating tumor of the spinal cord. By Walter E. Dandy, 1929. **Clin Orthop Relat Res**, n. 238, p. 4-8, Jan 1989.

DARMOUL, M.; BOUHAOUALA, M. H.; REZGUI, M. [Calcification following intradiscal injection, a continuing problem?]. **Presse Med**, v. 34, n. 12, p. 859-860, Jul 2005.

DAVIS, J. K. Early experience with laser disc decompression. A percutaneous method. **J Fla Med Assoc**, v. 79, n. 1, p. 37-39, Jan 1992.

DEBIAIS, F. et al. Calcifications after intra-disk injection of triamcinolone hexacetonide in lumbar disk hernia. Evaluation of therapeutical results in 3 years. **Rev Rhum Mal Osteoartic**, v. 58, n. 9, p. 565-570, Oct 1991.

DEWING, C. B. et al. The outcomes of lumbar microdiscectomy in a young, active population: correlation by herniation type and level. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 33, n. 1, p. 33-38, Jan 2008.

DEYO, R. A.; BASS, J. E. Lifestyle and low-back pain. The influence of smoking and obesity. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 14, n. 5, p. 501-506, May 1989.

DEYO, R. A.; MIRZA, S. K. Herniated Lumbar Intervertebral Disk. **N Engl J Med**, v. 374, n. 18, p. 1763-1772, 2016.

DMCGROUP. **Kit introdutor para catéter SP, Manual do usuário**. Brasil: 2014. 2p.

DUARTE, R.; COSTA, J. C. [Percutaneous laser disc decompression for lumbar discogenic radicular pain]. **Radiologia**, v. 54, n. 4, p. 336-341, 2012 Jul-Aug 2012.

ECKARD, C. et al. The Integration of Technology into Treatment Programs to Aid in the Reduction of Chronic Pain. **J Pain Manag Med**, v. 2, n. 3, p. 118, 2016.

EGUCHI, Y. et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of symptomatic nerve root of patients with lumbar disk herniation. **Neuroradiology**, v. 53, n. 9, p. 633-641, Sep 2011.

EINSTEIN, A. On the Quantum Theory of Radiation. In: TER HAAR, D. (Ed.). **The old quantum theory: The commonwealth and international library: selected readings in physics**. Elsevier Science, 2016. p. 167.

EISENACH, J. C.; DE KOCK, M.; KLIMSCHA, W. Alpha(2)-adrenergic agonists for regional anesthesia. A clinical review of clonidine (1984-1995). **Anesthesiology**, v. 85, n. 3, p. 655-674, Sep 1996.

EPSTEIN, N. E. Should anyone perform percutaneous endoscopic laser discectomy and percutaneous lumbar disc decompressions? **Surg Neurol Int**, v. 7, n. Suppl 42, p. S1080-S1084, 2016.

ERBAS, Y. C.; PUSAT, S.; ERDOGAN, E. Percutaneous Laser Disc Decompression: Retrospective Analysis of 197 Cases and Review of The Literature. **Turk Neurosurg**, v. 25, n. 5, p. 766-770, 2015.

ERDEM TILKI, H. et al. Axon count and sympathetic skin responses in lumbosacral radiculopathy. **J Clin Neurol**, v. 10, n. 1, p. 10-6, Jan 2014.

FARDON, D. F. et al. Lumbar disc nomenclature: version 2.0: Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology. **Spine J**, v. 14, n. 11, p. 2525-2545, Nov 2014.

FEFFER, H. L. Treatment of low-back and sciatic pain by the injection of hydrocortisone into degenerated intervertebral discs. **J Bone Joint Surg Am**, v. 38-A, n. 3, p. 585-90; discussion, 590-592, Jun 1956.

FERNANDES, J. L. **Coluna Vertebral - Série Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 712p.

FORATO, T. C. D. M. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

GANGI, A. et al. Percutaneous laser disk decompression under CT and fluoroscopic guidance: indications, technique, and clinical experience. **Radiographics**, v. 16, n. 1, p. 89-96, Jan 1996.

GENEVAY, S. et al. Adalimumab in acute sciatica reduces the long-term need for surgery: a 3-year follow-up of a randomised double-blind placebo-controlled trial. **Ann Rheum Dis**, v. 71, n. 4, p. 560-562, Apr 2012.

GEVARGEZ, A.; GROENEMEYER, D. W.; CZERWINSKI, F. CT-guided percutaneous laser disc decompression with Ceralas D, a diode laser with 980-nm wavelength and 200-microm fiber optics. **Eur Radiol**, v. 10, n. 8, p. 1239-1241, 2000.

GOLDTHWAIT, J. E. The Lumbo-Sacral Articulation; An Explanation of Many Cases of "Lumbago," "Sciatica" and Paraplegia. **Boston Med Surg J**, v. 164, p. 365-372, 1911.

GORDON, J. P.; ZEIGER, H. J.; TOWNES, C. H. Molecular Microwave Oscillator and New Hyperfine Structure in the Microwave Spectrum of N H 3. **Phys Rev**, v. 95, n. 1, p. 282, 1954.

GORDON, S. J. et al. Mechanism of disc rupture. A preliminary report. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 16, n. 4, p. 450-456, Apr 1991.

GOUPILLE, P. et al. Percutaneous laser disc decompression for the treatment of lumbar disc herniation: a review. **Semin Arthritis Rheum**, v. 37, n. 1, p. 20-30, Aug 2007.

GROEN, G. J.; BALJET, B.; DRUKKER, J. Nerves and nerve plexuses of the human vertebral column. **Am J Anat**, v. 188, n. 3, p. 282-296, Jul 1990.

GRUBER, P.; BÖNI, T. Sciatica. From stretch rack to microdiscectomy. **Unfallchirurg**, v. 118 Suppl 1, p. 53-65, Dec 2015.

GUYER, R. D.; OHNMEISS, D. D. Lumbar discography. Position statement from the North American Spine Society Diagnostic and Therapeutic Committee. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 20, n. 18, p. 2048-2059, Sep 1995.

HAGEN, K. B. et al. WITHDRAWN: Bed rest for acute low-back pain and sciatica. **Cochrane Database Syst Rev**, n. 6, p. CD001254, Jun 2010.

HARO, H. Translational research of herniated discs: current status of diagnosis and treatment. **J Orthop Sci**, v. 19, n. 4, p. 515-520, Jul 2014.

HARO, H. et al. Experimental chemonucleolysis with recombinant human matrix metalloproteinase 7 in human herniated discs and dogs. **Spine J**, v. 14, n. 7, p. 1280-1290, Jul 2014.

HARRIS, R. P. et al. Current methods of the US Preventive Services Task Force: a review of the process. **Am J Prev Med**, v. 20, n. 3 Suppl, p. 21-35, Apr 2001.

HAUFE, S. M. et al. Percutaneous laser disc decompression for thoracic disc disease: report of 10 cases. **Int J Med Sci**, v. 7, n. 3, p. 155-159, Jun 2010.

HECHT, J. Beam: the race to make the laser. **Optics Photon News**, v. 16, n. 7, p. 24-29, 2005.

HECHT, J. Short history of laser development. **Optical Eng**, v. 49, n. 9, p. 091002-0910023, 2010.

HELLINGER, J.; LINKE, R.; HELLER, H. A biophysical explanation for Nd:YAG percutaneous laser disc decompression success. **J Clin Laser Med Surg**, v. 19, n. 5, p. 235-238, Oct 2001.

HOENIGSMANN, H. History of phototherapy in dermatology. **Photochem Photobiol Sci**, v. 12, n. 1, p. 16-21, 2013.

HOFFMAN, H. et al. Aquaporin-1 expression in herniated human lumbar intervertebral discs. **Global Spine J**, v. 7, n. 2, p. 133-140, Apr 2017.

HOU, C. et al. Do mobile phone applications improve glycemic control (HbA1c) in the self-management of diabetes? A systematic review, meta-analysis, and grade of 14 randomized trials. **Diabetes Care**, v. 39, n. 11, p. 2089-2095, 11 2016.

HUANG, W. et al. Is smoking a risk factor for lumbar disc herniation? **Eur Spine J**, v. 25, n. 1, p. 168-176, Jan 2016.

HUANG, Y. C.; URBAN, J. P.; LUK, K. D. Intervertebral disc regeneration: do nutrients lead the way? **Nat Rev Rheumatol**, v. 10, n. 9, p. 561-566, Sep 2014.

HUBER, S. et al. Treatment of Low Back Pain with a Digital Multidisciplinary Pain Treatment App: Short-Term Results. **JMIR Rehabil Assist Technol**, v. 4, n. 2, p. e11, Dec 2017.

IRVINE, A. B. et al. Mobile-Web app to self-manage low back pain: randomized controlled trial. **J Med Internet Res**, v. 17, n. 1, p. e1, Jan 2015.

ISHIWATA, Y. et al. Magnetic resonance-guided percutaneous laser disk decompression for lumbar disk herniation--relationship between clinical results and location of needle tip. **Surg Neurol**, v. 68, n. 2, p. 159-163, Aug 2007.

ISNER-HOROBETI, M. E. et al. High-force versus low-force lumbar traction in acute lumbar sciatica due to disc herniation: A preliminary randomized trial. **J Manipulative Physiol Ther**, v. 39, n. 9, p. 645-654, Nov-Dec 2016.

ITO, S. et al. Roentgenographic evaluation of ossification and calcification of the lumbar spinal canal after intradiscal betamethasone injection. **J Spinal Disord**, v. 14, n. 5, p. 434-438, Oct 2001.

IWATSUKI, K. et al. The effect of laser irradiation for nucleus pulposus: an experimental study. **Neurol Res**, v. 27, n. 3, p. 319-323, Apr 2005.

JACOBS, W. C. et al. Surgical techniques for sciatica due to herniated disc, a systematic review. **Eur Spine J**, v. 21, n. 11, p. 2232-2251, Nov 2012.

JANECZKO, Ł. et al. The role of polymorphisms of genes encoding collagen IX and XI in lumbar disc disease. **Neurol Neurochir Pol**, v. 48, n. 1, p. 60-62, Jan-Feb 2014.

JAVAN, A.; BENNETT JR, W. R.; HERRIOTT, D. R. Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing a He-Ne mixture. **Phys Rev Letters**, v. 6, n. 3, p. 106, 1961.

JOHNSON, L. Optical maser characteristics of rare-earth ions in crystals. **J Appl Phys**, v. 34, n. 4, p. 897-909, 1963.

JORDAN, J.; KONSTANTINOOU, K.; O'DOWD, J. Herniated lumbar disc. **BMJ Clin Evid**, v. 26, Mar 2009.

JORDAN, J.; KONSTANTINOU, K.; O'DOWD, J. Herniated lumbar disc. **BMJ Clin Evid**, v. 28, Jun 2011.

KADOW, T. et al. Molecular basis of intervertebral disc degeneration and herniations: what are the important translational questions? **Clin Orthop Relat Res**, v. 473, n. 6, p. 1903-1912, Jun 2015.

KALLEWAARD, J. W. et al. 15. Discogenic low back pain. **Pain Pract**, v. 10, n. 6, p. 560-579, 2010 Nov-Dec 2010.

KARAMPELAS, I. et al. Sciatica: a historical perspective on early views of a distinct medical syndrome. **Neurosurg Focus**, v. 16, n. 1, p. E6, Jan 2004.

KELSEY, J. L. et al. An epidemiologic study of lifting and twisting on the job and risk for acute prolapsed lumbar intervertebral disc. **J Orthop Res**, v. 2, n. 1, p. 61-66, 1984.

KENNEDY, D. J.; NOH, M. Y. The role of core stabilization in lumbosacral radiculopathy. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v. 22, n. 1, p. 91-103, Feb 2011.

KEPLER, C. K. et al. The molecular basis of intervertebral disc degeneration. **Spine J**, v. 13, n. 3, p. 318-330, Mar 2013a.

KEPLER, C. K. et al. Expression and relationship of proinflammatory chemokine RANTES/CCL5 and cytokine IL-1 β in painful human intervertebral discs. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 38, n. 11, p. 873-880, May 2013b.

KERMANI, H. R. et al. The relationship between morphology of lumbar disc herniation and MRI changes in adjacent vertebral bodies. **Arch Bone Jt Surg**, v. 1, n. 2, p. 82-85, Dec 2013.

KHOT, A. et al. The use of intradiscal steroid therapy for lumbar spinal discogenic pain: a randomized controlled trial. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 29, n. 8, p. 833-836; discussion 837, Apr 2004.

KIM, J. S. et al. Lactoferricin mediates anti-inflammatory and anti-catabolic effects via inhibition of IL-1 and LPS activity in the intervertebral disc. **J Cell Physiol**, v. 228, n. 9, p. 1884-1896, Sep 2013.

KIM, K. M. et al. Cephalic spreading levels after volumetric caudal epidural injections in chronic low back pain. **J Korean Med Sci**, v. 16, n. 2, p. 193-197, Apr 2001.

KIM, K. Y. et al. Magnetic resonance imaging in the evaluation of the lumbar herniated intervertebral disc. **Int Orthop**, v. 17, n. 4, p. 241-244, 1993.

KJAER, P. et al. Modic changes and their associations with clinical findings. **Eur Spine J**, v. 15, n. 9, p. 1312-1319, Sep 2006.

KNIGHT, M. T.; GOSWAMI, A.; PATKO, J. T. Cervical percutaneous laser disc decompression: preliminary results of an ongoing prospective outcome study. **J Clin Laser Med Surg**, v. 19, n. 1, p. 3-8, Feb 2001.

KOBAYASHI, S. et al. A case of nerve root heat injury induced by percutaneous laser disc decompression performed at an outside institution: technical case report. **Neurosurgery**, v. 60, n. 2 Suppl 1, p. ONSE 171-172; discussion ONSE 172, Feb 2007.

KOES, B. W.; VAN TULDER, M. W.; PEUL, W. C. Diagnosis and treatment of sciatica. **BMJ**, v. 334, n. 7607, p. 1313-1317, Jun 2007.

KOES, B. W. et al. An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. **Eur Spine J**, v. 19, n. 12, p. 2075-2094, Dec 2010.

KREINER, D. S. et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy. **Spine J**, v. 14, n. 1, p. 180-191, Jan 2014.

KRISHNAN, V. et al. Clinical and radiological factors related to the presence of motor deficit in lumbar disc prolapse: a prospective analysis of 70 consecutive cases with neurological deficit. **Eur Spine J**, v. 26, n. 10, p. 2642-2649, Oct 2017.

LALLOO, C. et al. "There's a pain app for that": Review of patient-targeted smartphone applications for pain management. **Clin J Pain**, v. 31, n. 6, p. 557-563, Jun 2015.

LAMA, P. et al. Do intervertebral discs degenerate before they herniate, or after? **Bone Joint J**, v. 95-B, n. 8, p. 1127-1133, Aug 2013.

LAVAND'HOMME, P. M.; EISENACH, J. C. Perioperative administration of the alpha2-adrenoceptor agonist clonidine at the site of nerve injury reduces the development of mechanical hypersensitivity and modulates local cytokine expression. **Pain**, v. 105, n. 1-2, p. 247-254, Sep 2003.

LEE, C. R. et al. A phenotypic comparison of intervertebral disc and articular cartilage cells in the rat. **Eur Spine J**, v. 16, n. 12, p. 2174-2185, Dec 2007.

LEVIN, J. H. Prospective, double-blind, randomized placebo-controlled trials in interventional spine: what the highest quality literature tells us. **Spine J**, v. 9, n. 8, p. 690-703, Aug 2009.

LEWIS, R. A. et al. Comparative clinical effectiveness of management strategies for sciatica: systematic review and network meta-analyses. **Spine J**, v. 15, n. 6, p. 1461-1477, Jun 2015.

LINSON, M. A.; CROWE, C. H. Comparison of magnetic resonance imaging and lumbar discography in the diagnosis of disc degeneration. **Clin Orthop Relat Res**, n. 250, p. 160-163, Jan 1990.

LIU, B.; EISENACH, J. C. Hyperexcitability of axotomized and neighboring unaxotomized sensory neurons is reduced days after perineural clonidine at the site of injury. **J Neurophysiol**, v. 94, n. 5, p. 3159-3167, Nov 2005.

LONGO, U. G. et al. Symptomatic disc herniation and serum lipid levels. **Eur Spine J**, v. 20, n. 10, p. 1658-1662, Oct 2011.

LOTZ, J. C.; CHIN, J. R. Intervertebral disc cell death is dependent on the magnitude and duration of spinal loading. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 25, n. 12, p. 1477-1483, Jun 2000.

LOVE, J.; WALSH, M. N. Protruded intervertebral disks: Report of one hundred cases in which operation was performed. **JAMA**, v. 111, n. 5, p. 396-400, 1938.

LUCHTMANN, M.; FIRSCHING, R. Lumbar Disc Herniation: Evidence-based Guidelines-a Review. **The Indian Pract**, v. 69, n. 3, p. 61-66, 2016.

LUIJSTERBURG, P. A. et al. Effectiveness of conservative treatments for the lumbosacral radicular syndrome: a systematic review. **Eur Spine J**, v. 16, n. 7, p. 881-899, Jul 2007.

LUO, D. X. et al. The use of targeted percutaneous laser disc decompression under the guidance of puncture-radiating pain leads to better short-term responses in lumbar disc herniation. **Eur Rev Med Pharmacol Sci**, v. 18, n. 20, p. 3048-3055, Oct 2014.

MACNAB, I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients. **J Bone Joint Surg Am**, v. 53, n. 5, p. 891-903, Jul 1971.

MAHARTY, D. C. The history of lower back pain: a look "back" through the centuries. **Prim Care**, v. 39, n. 3, p. 463-70, Sep 2012.

MAIMAN, T. Stimulated optical radiation in ruby. **Nature**, v. 187, p. 493-494, 1960.

MAIURI, F. et al. Spondylodiscitis. Clinical and magnetic resonance diagnosis. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 22, n. 15, p. 1741-1746, Aug 1997.

MAKSYMOWICZ, W.; BARCZEWSKA, M.; SOBIERAJ, A. Percutaneous laser lumbar disc decompression - mechanism of action, indications and contraindications. **Ortop Traumatol Rehabil**, v. 6, n. 3, p. 314-318, Jun 2004.

MANCHIKANTI, L. et al. An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques in chronic spinal pain. Part II: guidance and recommendations. **Pain Phys**, v. 16, n. 2 Suppl, p. S49-283, Apr 2013a.

MANCHIKANTI, L. et al. Assessment of bleeding risk of interventional techniques: a best evidence synthesis of practice patterns and perioperative management of anticoagulant and antithrombotic therapy. **Pain Phys**, v. 16, n. 2 Suppl, p. SE261-318, Apr 2013b.

MANCHIKANTI, L. et al. Epidemiology of low back pain in adults. **Neuromodulation**, v. 17 Suppl 2, p. 3-10, Oct 2014.

MARKETOS, S. G.; SKIADAS, P. Hippocrates. The father of spine surgery. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 24, n. 13, p. 1381-1387, Jul 1999a.

MARKETOS, S. G.; SKIADAS, P. K. Galen: A pioneer of spine research. **Spine**, v. 24, n. 22, p. 2358-2362, Nov 1999b.

MAROON, J. C. Current concepts in minimally invasive discectomy. **Neurosurgery**, v. 51, n. 5 Suppl, p. S137-145, Nov 2002.

MARTIN, D. P.; HUNTOON, M. A. Spinal cord infarction following therapeutic computed tomography-guided left L2 nerve root injection. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 30, n. 13, p. 1558, Jul 2005.

MARTINS, R. D. A.; SILVA, C. C. As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica. **Rev Bras Ens Fís**, v. 37, p. 4202-1-4202-4232, 2015.

MARTIROSYAN, N. L. et al. Genetic Alterations in Intervertebral Disc Disease. **Front Surg**, v. 3, p. 59, 2016.

MATSUI, H. et al. Familial predisposition for lumbar degenerative disc disease. A case-control study. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 23, n. 9, p. 1029-1034, May 1998.

MENCHETTI, P. P.; CANERO, G.; BINI, W. Percutaneous laser discectomy: experience and long term follow-up. **Acta Neurochir Suppl**, v. 108, p. 117-121, 2011.

MENEI, P. et al. Calcificated necrotic inflammatory granuloma after intradiscal injection of triamcinolone hexacetone. **Rev Rhum Mal Osteoartic**, v. 58, n. 9, p. 605-609, Oct 1991.

MIDDLETON, G. S.; TEACHER, J. H. Injury of the spinal cord due to rupture of an intervertebral disk during muscular effort. **SAS J**, v. 5, n. 1, p. 3-7, 1911.

MILETTE, P. C. Classification, diagnostic imaging, and imaging characterization of a lumbar herniated disk. **Radiol Clin North Am**, v. 38, n. 6, p. 1267-1292, Nov 2000.

MIN, K.; LEU, H.; ZWEIFEL, K. Quantitative determination of ablation in weight of lumbar intervertebral discs with holmium: YAG laser. **Lasers Surg Med**, v. 18, n. 2, p. 187-190, 1996.

MINETA, K. et al. Recurrence of type I Modic inflammatory changes in the lumbar spine: effectiveness of intradiscal therapy. **Skeletal Radiol**, v. 43, n. 11, p. 1645-1649, Nov 2014.

MITRA, D.; CASSAR-PULLICINO, V. N.; McCALL, I. W. Longitudinal study of vertebral type-1 end-plate changes on MR of the lumbar spine. **Eur Radiol**, v. 14, n. 9, p. 1574-1581, Sep 2004.

MIXTER, W. J.; BARR, J. S. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. **N Engl J Med**, v. 211, p. 210-215, 1934.

MOBBS, R. J.; NEWCOMBE, R. L.; CHANDRAN, K. N. Lumbar discectomy and the diabetic patient: incidence and outcome. **J Clin Neurosci**, v. 8, n. 1, p. 10-13, Jan 2001.

MODIC, M. T. et al. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. **Radiology**, v. 166, n. 1 Pt 1, p. 193-199, Jan 1988.

MORELET, A. et al. [Efficacy of percutaneous laser disc decompression for radiculalgia due to lumbar disc hernia (149 patients)]. **Presse Med**, v. 36, n. 11 Pt 1, p. 1527-1535, Nov 2007.

MORINAGA, T. et al. Sensory innervation to the anterior portion of lumbar intervertebral disc. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 21, n. 16, p. 1848-1851, Aug 1996.

MUNDT, D. J. et al. An epidemiologic study of non-occupational lifting as a risk factor for herniated lumbar intervertebral disc. The Northeast Collaborative Group on Low Back Pain. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 18, n. 5, p. 595-602, Apr 1993.

MURRAY, E. et al. Interactive Health Communication Applications for people with chronic disease. **Cochrane Database Syst Rev**, n. 4, p. CD004274, Oct 2005.

MUZIN, S.; ISAAC, Z.; WALKER, J. The role of intradiscal steroids in the treatment of discogenic low back pain. **Curr Rev Musculoskelet Med**, v. 1, n. 2, p. 103-107, Jun 2008.

NAKAMURA, S. I. et al. The afferent pathways of discogenic low-back pain. Evaluation of L2 spinal nerve infiltration. **J Bone Joint Surg Br**, v. 78, n. 4, p. 606-612, Jul 1996.

NASTO, L. A. et al. Investigating the role of DNA damage in tobacco smoking-induced spine degeneration. **Spine J**, v. 14, n. 3, p. 416-423, Mar 2014.

NERUBAY, J.; CASPI, I.; LEVINKOPF, M. Percutaneous carbon dioxide laser nucleolysis with 2- to 5-year followup. **Clin Orthop Relat Res**, n. 337, p. 45-48, Apr 1997.

NIAZ, M. t al. Reconstruction of the history of the photoelectric effect and its implications for general physics textbooks. **Sci Educ**, v. 94, n. 5, p. 903-931, 2010.

NICHOLL, B. I. et al. Digital Support Interventions for the Self-Management of Low Back Pain: A Systematic Review. **J Med Internet Res**, v. 19, n. 5, p. e179, May 2017.

OHTORI, S. et al. Sensory innervation of the dorsal portion of the lumbar intervertebral disc in rats. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 24, n. 22, p. 2295-2299, Nov 1999.

OHTORI, S. et al. Sensory innervation of the dorsal portion of the lumbar intervertebral discs in rats. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 26, n. 8, p. 946-950, Apr 2001.

OHTORI, S. et al. Results of surgery for discogenic low back pain: a randomized study using discography versus discoblock for diagnosis. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 34, n. 13, p. 1345-1348, Jun 2009.

OLIVEIRA, A. C.; BRAGA, D. Perfil epidemiológico dos pacientes atendidos na clínica de ortopedia da Universidade Paulista. **J Health Sci Inst**, v. 28, n. 4, p. 356-358, 2010.

ONG, D.; CHUA, N. H.; VISSERS, K. Percutaneous Disc Decompression for Lumbar Radicular Pain: A Review Article. **Pain Pract**, v. 16, n. 1, p. 111-126, Jan 2016.

OPPENHEIM, H.; KRAUSE, F. About the entrapment or strangulation of the cauda equina. **Dtsch Med Wochenschr**, v. 35, p. 697-700, 1909.

PAASSILTA, P. et al. Identification of a novel common genetic risk factor for lumbar disk disease. **JAMA**, v. 285, n. 14, p. 1843-1849, Apr 2001.

PARR, A. M.; ZOUTMAN, D. E.; DAVIDSON, J. S. Antimicrobial activity of lidocaine against bacteria associated with nosocomial wound infection. **Ann Plast Surg**, v. 43, n. 3, p. 239-245, Sep 1999.

PATEL, C. Selective Excitation Through Vibrational Energy Transfer and Optical Maser Action in N₂-CO₂. **Phys Rev Letters**, v. 13, n. 21, p. 617, 1964.

PAUL, C. P. et al. Dynamic and static overloading induce early degenerative processes in caprine lumbar intervertebral discs. **PLoS One**, v. 8, n. 4, p. e62411, 2013.

PEARCE, J. M. S. A brief history of sciatica. **Spinal Cord**, n. 45, p. 592-596, 2007.

- PENG, Q. et al. Lasers in medicine. **Rep Progr Phys**, v. 71, n. 5, p. 056701, 2008.
- PEREIRA, A. L. C. et al. Uso sistêmico de corticosteróides: revisão da literatura. **Med Cutan Iber Lat Am**, v. 35, n. 1, p. 35-50, 2007.
- PETERSEN, T.; LASLETT, M.; JUHL, C. Clinical classification in low back pain: best-evidence diagnostic rules based on systematic reviews. **BMC Musculoskelet Disord**, v. 18, n. 1, p. 188, May 2017.
- PEUL, W. C. et al. Surgery versus prolonged conservative treatment for sciatica. **N Engl J Med**, v. 356, n. 22, p. 2245-2256, May 2007.
- PHILLIPS, J. J. et al. MR imaging of Ho:YAG laser discectomy with histologic correlation. **J Magn Reson Imaging**, v. 3, n. 3, p. 515-520, May-Jun 1993.
- PLAPLER, H. et al. Evaluation of different laser wavelengths on ablation lesion and residual thermal injury in intervertebral discs of the lumbar spine. **Lasers Med Sci**, v. 31, n. 3, p. 421-428, Apr 2016.
- PORCHET, F. et al. Relationship between severity of lumbar disc disease and disability scores in sciatica patients. **Neurosurgery**, v. 50, n. 6, p. 1253-1259; discussion 1259-1260, Jun 2002.
- PORTELLI, P.; ELDRED, C. A quality review of smartphone applications for the management of pain. **Br J Pain**, v. 10, n. 3, p. 135-140, Aug 2016.
- POSTACCHINI, F. Presidential lecture, European Spine Society, 1995. The role of Europe in the spine--past and future perspectives. **Eur Spine J**, v. 4, n. 6, p. 323-326, 1995.
- PRASAD, P. Human anatomy in Atharvaveda. **Bull Ind Inst Hist Med**, v. XXXI, p. 1-10, 2001.
- QUIGLEY, M. R. et al. Percutaneous laser discectomy with the Ho:YAG laser. **Lasers Surg Med**, v. 12, n. 6, p. 621-624, 1992.
- RAC, I. et al. A review of the value of MRI signs in low back pain. **Diagn Interv Imaging**, v. 96, n. 3, p. 239-249, Mar 2015.
- RAINVILLE, J.; LOPEZ, E. Comparison of radicular symptoms caused by lumbar disc herniation and lumbar spinal stenosis in the elderly. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 38, n. 15, p. 1282-1287, Jul 2013.
- RAJ, P. P. Intervertebral disc: anatomy-physiology-pathophysiology-treatment. **Pain Pract**, v. 8, n. 1, p. 18-44, Jan-Feb 2008.

RATHMELL, J. P.; LAKE, T.; RAMUNDO, M. B. Infectious risks of chronic pain treatments: injection therapy, surgical implants, and intradiscal techniques. **Reg Anesth Pain Med**, v. 31, n. 4, p. 346-352, Jul-Aug 2006.

REN, L. et al. Efficacy evaluation of percutaneous laser disc decompression in the treatment of lumbar disc herniation. **Photomed Laser Surg**, v. 31, n. 4, p. 174-178, Apr 2013.

REN, L. et al. Efficacy of percutaneous laser disc decompression on lumbar spinal stenosis. **Lasers Med Sci**, v. 29, n. 3, p. 921-923, May 2014.

RISBUD, M. V.; SHAPIRO, I. M. Role of cytokines in intervertebral disc degeneration: pain and disc content. **Nat Rev Rheumatol**, v. 10, n. 1, p. 44-56, Jan 2014.

ROBERTS, S.; MENAGE, J.; URBAN, J. P. Biochemical and structural properties of the cartilage end-plate and its relation to the intervertebral disc. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 14, n. 2, p. 166-74, Feb 1989.

ROBERTS, S. et al. Mechanoreceptors in intervertebral discs - Morphology, distribution, and neuropeptides. **Spine**, v. 20, n. 24, p. 2645-2651, Dec 1995.

ROBINSON, J. S. Sciatica and the lumbar disk syndrome: a historic perspective. **South Med J**, v. 76, n. 2, p. 232-238, Feb 1983.

RODRÍGUEZ, I. et al. Understanding Monitoring Technologies for Adults With Pain: Systematic Literature Review. **J Med Internet Res**, v. 19, n. 10, p. e364, Oct 2017.

ROPPER, A. H.; ZAFONTE, R. D. Sciatica. **N Engl J Med**, v. 372, n. 13, p. 1240-1248, Mar 2015.

ROTH, D. A. Cervical analgesic discography. A new test for the definitive diagnosis of the painful-disk syndrome. **JAMA**, v. 235, n. 16, p. 1713-1714, Apr 1976.

ROZIN, L. et al. Death during transforaminal epidural steroid nerve root block (C7) due to perforation of the left vertebral artery. **Am J Forensic Med Pathol**, v. 24, n. 4, p. 351-355, Dec 2003.

SAKAI, D. et al. Exhaustion of nucleus pulposus progenitor cells with ageing and degeneration of the intervertebral disc. **Nat Commun**, v. 3, p. 1264, 2012.

SAKELLARIDIS, N. The influence of diabetes mellitus on lumbar intervertebral disk herniation. **Surg Neurol**, v. 66, n. 2, p. 152-154, Aug 2006.

SATO, M. et al. Use of a new ICG-dye-enhanced diode laser for percutaneous laser disc decompression. **Lasers Surg Med**, v. 29, n. 3, p. 282-287, 2001.

SCHENK, B. et al. Percutaneous laser disk decompression: a review of the literature. **AJNR Am J Neuroradiol**, v. 27, n. 1, p. 232-235, Jan 2006.

SCHENK, B.; BROUWER, P. A.; VAN BUCHEM, M. A. Experimental basis of percutaneous laser disc decompression (PLDD): a review of literature. **Lasers Med Sci**, v. 21, n. 4, p. 245-249, Dec 2006.

SCHMORL, G. et al. **The human spine in health and disease: anatomicopathologic studies**. New York: Grune & Stratton, 1959.

SCHROEDER, M. et al. Chemokine profile of disc degeneration with acute or chronic pain. **J Neurosurg Spine**, v. 18, n. 5, p. 496-503, 2013.

SCHUMANN, B. et al. Lifestyle factors and lumbar disc disease: results of a German multi-center case-control study (EPILIFT). **Arthritis Res Ther**, v. 12, n. 5, p. R193, 2010.

SCHÄCKE, H.; DÖCKE, W. D.; ASADULLAH, K. Mechanisms involved in the side effects of glucocorticoids. **Pharmacol Ther**, v. 96, n. 1, p. 23-43, Oct 2002.

SEO, J. Y. et al. Three-dimensional analysis of volumetric changes in herniated discs of the lumbar spine: does spontaneous resorption of herniated discs always occur? **Eur Spine J**, v. 25, n. 5, p. 1393-1402, May 2016.

SHIN, J. S. et al. Long-term course of alternative and integrative therapy for lumbar disc herniation and risk factors for surgery: a prospective observational 5-year follow-up study. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 41, n. 16, p. E955-963, Aug 2016.

SHIRI, R. et al. Obesity as a risk factor for sciatica: a meta-analysis. **Am J Epidemiol**, v. 179, n. 8, p. 929-937, Apr 2014.

SIMMONS, J. W. et al. Intradiscal steroids. A prospective double-blind clinical trial. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 17, n. 6 Suppl, p. S172-175, Jun 1992.

SINGH, V.; DERBY, R. Percutaneous lumbar disc decompression. **Pain Phys**, v. 9, n. 2, p. 139-146, Apr 2006.

SINGH, V. et al. Percutaneous lumbar laser disc decompression: an update of current evidence. **Pain Phys**, v. 16, n. 2 Suppl, p. SE229-260, Apr 2013.

SMITH, L. Enzyme dissolution of the nucleus pulposus in humans. **JAMA**, v. 2, n. 187, p. 137-140, 1964.

SMITH, L. J.; FAZZALARI, N. L. The elastic fibre network of the human lumbar annulus fibrosus: architecture, mechanical function and potential role in the progression of intervertebral disc degeneration. **Eur Spine J**, v. 18, n. 4, p. 439-448, Apr 2009.

SMOLDERS, L. A. et al. Canonical Wnt signaling in the notochordal cell is upregulated in early intervertebral disk degeneration. **J Orthop Res**, v. 30, n. 6, p. 950-957, Jun 2012.

SOLOVIEVA, S. et al. COL9A3 gene polymorphism and obesity in intervertebral disc degeneration of the lumbar spine: evidence of gene-environment interaction. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 27, n. 23, p. 2691-2696, Dec 2002.

STAAL, J. B. et al. Injection therapy for subacute and chronic low back pain: an updated Cochrane review. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 34, n. 1, p. 49-59, Jan 2009.

STREITPARTH, F. et al. MR guidance and thermometry of percutaneous laser disc decompression in open MRI: an ex vivo study. **Cardiovasc Intervent Radiol**, v. 37, n. 3, p. 777-783, Jun 2014.

SUN, Z. M. et al. Case-control study of the risk factors of lumbar intervertebral disc herniation in 5 northern provinces of China. **Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao**, v. 30, n. 11, p. 2488-2491, Nov 2010.

SUNDARARAMAN, L. V. et al. Integration of Mobile Health Technology in the Treatment of Chronic Pain: A Critical Review. **Reg Anesth Pain Med**, v. 42, n. 4, p. 488-498, Jul/Aug 2017.

SUSEKI, K. et al. Sensory nerve fibres from lumbar intervertebral discs pass through rami communicantes. A possible pathway for discogenic low back pain. **J Bone Joint Surg Br**, v. 80, n. 4, p. 737-742, Jul 1998.

SØRENSEN, I. G. et al. Occupational and other predictors of herniated lumbar disc disease-a 33-year follow-up in the Copenhagen male study. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 36, n. 19, p. 1541-1546, Sep 2011.

THACKERAY, A. et al. Nonsurgical Treatment Choices by Individuals with Lumbar Intervertebral Disc Herniation in the United States: Associations with Long-term Outcomes. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 96, n. 8, p. 557-564, Aug 2017.

TONAMI, H. et al. Percutaneous laser discectomy: MR findings within the first 24 hours after treatment and their relationship to clinical outcome. **Clin Radiol**, v. 52, n. 12, p. 938-944, Dec 1997.

TROISIER, O. An accurate method for lumbar disc puncture using a single channel intensifier. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 15, n. 3, p. 222-228, Mar 1990.

TRUUMES, E. A history of lumbar disc herniation from Hippocrates to the 1990s. **Clin Orthop Relat Res**, v. 473, n. 6, p. 1885-1895, Jun 2015.

TUAKLI-WOSORNU, Y. A. et al. Lumbar Intradiscal platelet-rich plasma (PRP) Injections: A prospective, double-blind, randomized controlled study. **PM R**, v. 8, n. 1, p. 1-10; quiz 10, Jan 2016.

TULLBERG, T. et al. A preoperative and postoperative study of the accuracy and value of electrodiagnosis in patients with lumbosacral disc herniation. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 18, n. 7, p. 837-842, Jun 1993.

TURGUT, M. et al. Extensive damage to the end-plates as a complication of laser discectomy. An experimental study using an animal model. **Acta Neurochir (Wien)**, v. 139, n. 5, p. 404-409; discussion 409-410, 1997.

TUSTIN, A. et al. Antibacterial properties of 2% lidocaine and reduced rate of endophthalmitis after intravitreal injection. **Retina**, v. 34, n. 5, p. 935-942, May 2014.

URBAN, J. P.; ROBERTS, S. Degeneration of the intervertebral disc. **Arthritis Res Ther**, v. 5, n. 3, p. 120-130, 2003.

URBAN, J. P.; SMITH, S.; FAIRBANK, J. C. Nutrition of the intervertebral disc. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 29, n. 23, p. 2700-2709, Dec 2004.

VALAT, J. P. et al. Sciatica. **Best Pract Res Clin Rheumatol**, v. 24, n. 2, p. 241-252, Apr 2010.

VAN DEN AKKER-VAN MARLE, M. E. et al. Percutaneous laser disc decompression versus microdiscectomy for sciatica: Cost utility analysis alongside a randomized controlled trial. **Interv Neuroradiol**, v. 23, n. 5, p. 538-545, Oct 2017.

VAN DER WAL, S. E. et al. The in vitro mechanisms and in vivo efficacy of intravenous lidocaine on the neuroinflammatory response in acute and chronic pain. **Eur J Pain**, v. 20, n. 5, p. 655-674, May 2016.

VAN ROY, P. et al. Anatomical background of low back pain: variability and degeneration of the lumbar spinal canal and intervertebral disc. **Schmerz**, v. 15, n. 6, p. 418-424, Dec 2001.

VERGROESEN, P. P. et al. Mechanics and biology in intervertebral disc degeneration: a vicious circle. **Osteoarthritis Cartilage**, v. 23, n. 7, p. 1057-1070, Jul 2015.

VERWOERD, A. J. et al. Diagnostic accuracy of history taking to assess lumbosacral nerve root compression. **Spine J**, v. 14, n. 9, p. 2028-2037, Sep 2014.

VESCOVI, P. et al. In vitro bactericidal effect of Nd:YAG laser on *Actinomyces israelii*. **Lasers Med Sci**, v. 28, n. 4, p. 1131-1135, Jul 2013.

VROOMEN, P. C. et al. Lack of effectiveness of bed rest for sciatica. **N Engl J Med**, v. 340, n. 6, p. 418-423, Feb 1999.

VROOMEN, P. C. Diagnostic value of history and physical examination in patients suspected of lumbosacral nerve root compression. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 72, n. 5, p. 630-634, May 2002.

VUCETIC, N.; SVENSSON, O. Physical signs in lumbar disc hernia. **Clin Orthop Relat Res**, n. 333, p. 192-201, Dec 1996.

WANG, M. et al. Conditional activation of β -catenin signaling in mice leads to severe defects in intervertebral disc tissue. **Arthritis Rheum**, v. 64, n. 8, p. 2611-2623, Aug 2012.

WANG, S. Z. et al. Enhancing intervertebral disc repair and regeneration through biology: platelet-rich plasma as an alternative strategy. **Arthritis Res Ther**, v. 15, n. 5, p. 220, 2013.

WARDLAW, D. Sciatica caused by disc herniation: Why is chymopapain chemonucleolysis denied to our patients? **Int J Spine Surg**, v. 10, p. 44, 2016.

WEBER, H. Lumbar disc herniation. A controlled, prospective study with ten years of observation. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 8, n. 2, p. 131-140, Mar 1983.

WEILER, C. et al. Histological analysis of surgical lumbar intervertebral disc tissue provides evidence for an association between disc degeneration and increased body mass index. **BMC Res Notes**, v. 4, p. 497, Nov 2011.

WEINSTEIN, J. N. et al. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disk herniation: the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) observational cohort. **JAMA**, v. 296, n. 20, p. 2451-2459, Nov 2006.

WHEELAND, R. G. History of lasers in dermatology. **Clin Dermatol**, v. 13, n. 1, p. 3-10, Jan-Feb 1995.

WILLIAMSON, A.; HOGGART, B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. **J Clin Nurs**, v. 14, n. 7, p. 798-804, Aug 2005.

WONG, J. J. et al. Clinical practice guidelines for the noninvasive management of low back pain: A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. **Eur J Pain**, v. 21, n. 2, p. 201-216, Feb 2017.

WONNEBERGER, U. et al. Evaluation of thermometric monitoring for intradiscal laser ablation in an open 1.0 T MR scanner. **Int J Hyperthermia**, v. 26, n. 4, p. 295-304, 2010.

WU, W. et al. Microstructural changes in compressed nerve roots are consistent with clinical symptoms and symptom duration in patients with lumbar disc herniation. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 41, n. 11, p. E661-666, Jun 2016.

XU, X.; LI, X.; WU, W. Association Between Overweight or Obesity and Lumbar Disk Diseases: A Meta-Analysis. **J Spinal Disord Tech**, v. 28, n. 10, p. 370-376, Dec 2015.

YANG, Y. G. et al. Percutaneous laser disc decompression for cervical vertigo. **Zhonghua Wai Ke Za Zhi**, v. 45, n. 20, p. 1408-1410, Oct 2007.

YIN, J. et al. Comparison of the ablation ability of nucleus pulposus after 1,064 nm Nd:YAG laser and 980 nm diode laser radiation. **Eur J Orthop Surg Traumatol**, v. 25 Suppl 1, p. S59-62, Jul 2015.

YONEZAWA, T. et al. The system and procedures of percutaneous intradiscal laser nucleotomy. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 15, n. 11, p. 1175-1185, Nov 1990.

YU, J. et al. Elastic fibre organization in the intervertebral discs of the bovine tail. **J Anat**, v. 201, n. 6, p. 465-475, Dec 2002.

YU, J. et al. The elastic fiber network of the anulus fibrosus of the normal and scoliotic human intervertebral disc. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 30, n. 16, p. 1815-1820, Aug 2005.

YU, Y. et al. Diagnosis of discogenic low back pain in patients with probable symptoms but negative discography. **Arch Orthop Trauma Surg**, v. 132, n. 5, p. 627-632, May 2012.

ZHANG, S. Y. et al. Study on risk factors and predictive model for lumbar intervertebral disc herniation in the rural population. **Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi**, v. 30, n. 11, p. 1152-1155, Nov 2009.

ZHANG, Y. et al. Serum lipid levels are positively correlated with lumbar disc herniation--a retrospective study of 790 Chinese patients. **Lipids Health Dis**, v. 15, p. 80, Apr 2016.

ZHANG, Y. G. et al. Risk factors for lumbar intervertebral disc herniation in Chinese population: a case-control study. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 34, n. 25, p. E918-922, Dec 2009.

ZHAO, X. L. et al. Treatment of lumbar intervertebral disc herniation using C-arm fluoroscopy guided target percutaneous laser disc decompression. **Photomed Laser Surg**, v. 30, n. 2, p. 92-95, Feb 2012.

8. *Apêndice*

O uso de aplicativos de celular (APPs) e outras intervenções digitais (ID) na abordagem dos fatores de risco para doença degenerativa do disco intervertebral (DDIV): falta de atividade física, obesidade e tabagismo

1.1 Atividade física e metabolismo do disco intervertebral (DIV)

A pressão hidrostática influencia o metabolismo do disco intervertebral (DIV). Assim, uma pressão fisiológica de 3 atm mostrou efeito anabólico na síntese de proteínas estruturais (proteoglicanos) e no inibidor da produção de metaloproteinases (substâncias envolvidas na degradação da matriz extracelular [MEC] do DIV) *in vitro*. No entanto em pressões >30 atm ou <1 atm houve efeito catabólico predominante com redução na síntese de proteoglicanos e aumento da produção de metaloproteinases (HANDA et al., 1997). Assim, a proteção conferida pelo estresse moderado sobre as estruturas vertebrais parece ser dependente da magnitude e duração do mesmo, que se intenso e prolongado passa a causar aumento na produção de mediadores inflamatórios deletérios a MEC em ratos (SOWA et al., 2011). Evidências clínicas também sugerem que atividade física moderada pode desacelerar a doença degenerativa do disco intervertebral (DDIV), ao passo que a sobrecarga mecânica pode produzir o efeito contrário (KENNEDY; NOH, 2011; VIDEMAN; NURMINEN; TROUP, 1990).

1.2 Intervenções digitais voltadas para atividades físicas no tratamento da dor lombar

Pesquisadores referem dois tipos básicos de aplicativos de celular (*Apps*) voltados para atividade física: educacionais e motivacionais (CONROY; YANG; MAHER, 2014). Uma revisão sistemática avaliou *Apps* para o autogerenciamento da dor lombar. Foram selecionados 61 *Apps* e destes três alcançaram o maior score de qualidade de acordo com as recomendações da *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE) e os critérios da *Mobile Health Rating Scale* (MARS) para avaliação de aplicativos de celular voltados à saúde (DE CAMPOS, 2017; STOYANOV et al., 2015). Os *softwares* focaram no fortalecimento da musculatura, alongamento, estabilização da musculatura do “core” (bíceps femoral, adutor, eretor

da espinha, oblíquo interno e externo, iliopsoas, glúteo máximo, reto abdominal, multífidos e transversos abdominais), Pilates e exercícios de Mackenzie, e suas interfaces foram consideradas “interativas” e com “auto nível de apelo visual e conteúdo” pelos autores. No *App* avaliado com a melhor pontuação o paciente é convidado a responder três questões: presença de dor na perna, dor noturna constante e história recente de trauma. Se a resposta a uma destas for “sim”, uma mensagem de alerta recomenda consulta médica. Antes do início do programa de exercícios a dor é mensurada pela escala numérico visual (ENV) e a avaliação repetida na 3ª e última semana do programa (duração de 10 semanas). Cada semana consiste em três exercícios a serem realizados duas vezes ao dia visando mobilidade, estabilidade da coluna e fortalecimento muscular. Os exercícios são descritos textualmente e exemplificados em vídeos de alta resolução (MACHADO et al., 2016). Esses autores e outros ressaltam que embora os *Apps* proponham medidas endossadas pelos *guidelines*, estudos randomizados avaliando sua efetividade são poucos (NICHOLL et al., 2017). No mesmo sentido Irvine et al. (2015) avaliaram a eficácia do *App* “FitBack” em comparação ao grupo controle no auto manejo da lombalgia e observaram que os usuários do aplicativo apresentaram resultados superiores em nível de atividade física e dor, ressaltando que a ferramenta virtual apresenta “auto potencial” para custo efetividade.

Possibilidades oferecidas pela tecnologia móvel se expandem exponencialmente. Exemplos são o uso semanal de SMSs como lembretes para a contínua realização de exercícios específicos para dor lombar após a alta hospitalar em pacientes idosos (LILJE et al., 2017), consultas remotas por vídeo visando o reforço de orientações fisioterápicas (PETERSON, 2018), técnicas de relaxamento administradas *on line* (BLÖDT et al., 2014), ou o registro da atividade eletroneuromiográfica da musculatura lombar e postura corporal por meio de dispositivos adaptados ao corpo e sua transmissão automática para o clínico (BANOS et al., 2015). Mudança na relação do indivíduo com o exercício, funcionalidade e abordagem persuasiva foram características importantes na aderência ao uso do *App* segundo Casey et al. (2014). Finalmente o desenho e usabilidade do programa podem ser aprimorados por meio de constante atualização por equipes mistas de profissionais da saúde e computação (KIRWAN et al., 2013).

1.3 Obesidade

Na análise por ressonância magnética (RM) de 233 indivíduos foi observada associação entre o aumento da circunferência abdominal, índice de massa corporal (IMC) e DDDIV (SAMARTZIS et al., 2012), e esta relação parece ser mais importante quando o sobrepeso se inicia na adolescência (LIUKE et al., 2005). Uma proteína chamada Leptina parece ser a ligação entre degeneração discal e obesidade, pois é um biomarcador para a última e também é produzida nos DIVs, onde promove aumento na expressão de metaloproteinases e ativação de outras citocinas pró-inflamatórias, contribuindo para a proliferação de tecido fibrocartilaginoso e disrupção da matriz (HUI et al., 2012; ZHAO et al., 2008).

1.4 Intervenções digitais voltadas para a prevenção da obesidade

Há crescente interesse no uso de tecnologia móvel para a prevenção da obesidade (AGUILAR-MARTÍNEZ et al., 2014). Na metanálise de Flores Mateo et al. (2015) observou-se nos 12 estudos selecionados que medidas com a utilização de *Apps* foram associadas à maior perda de peso. Um estudo conectou 11843 participantes por um *site* de relacionamentos (“*chat*”) que ofereceu por seis meses orientações para emagrecimento, demonstrando maior média de perda de peso em comparação a 3467 indivíduos do grupo controle que não participaram do *chat*. Entre as mulheres o uso do mesmo *chat* não foi efetivo, sendo explicado pelos autores como devido à maior proteção a privacidade nesse gênero (HE et al., 2017). No público infantil *Apps* na forma de jogos utilizando *global positioning system* (GPS) chamados “*Exergames*”, estimulam a movimentação e o aumento da atividade física como estratégia para a prevenção da obesidade (BOULOS; YANG, 2013; SCHOFFMAN et al., 2013). A “gameificação” (*gamification*) definida como a utilização de elementos de jogo num contexto amplificado também foi incluída nos *Apps* melhor classificados por Chen, Cade e Allman-Farinelli (2015). Utilizando pontos, níveis, objetivos, recompensas, progresso e desafio, essa técnica se interconecta com componentes importantes da teoria comportamental que segundo esses autores pode ser um caminho na direção da aderência. A Tabela 1 mostra as

características desejáveis em *Apps* direcionados ao manuseio da obesidade utilizados por Chen, Cade e Allman-Farinelli (2015) como critérios de avaliação de qualidade em sua revisão.

Tabela 1 - Características desejáveis para a boa qualidade de *Apps* para a obesidade

Número de técnicas de modificação comportamental utilizadas, de acordo com (ABRAHAM; MICHIE, 2008)
Credenciais do desenvolvedor
Acurácia e cientificidade: <ul style="list-style-type: none"> Índice de massa corporal (IMC) e sua interpretação Quantidade máxima de peso a ser perdida com segurança Cálculo do gasto energético a partir de dados fornecidos pelo usuário
Contador de calorias <ul style="list-style-type: none"> Banco de dados com alimentos e seu valor calórico
Informações sobre alimentação saudável <ul style="list-style-type: none"> Recomendações sobre a quantidade de macronutrientes e micronutrientes
Características tecnológicas <ul style="list-style-type: none"> Gráficos com o progresso no peso e consumo de energia Receitas Fotos de alimentos Leitor de código de barras <i>Links</i> com redes sociais Possibilidade de modificações no banco de dados de alimentos Material informativo educacional Lembretes do horário das refeições Calendário Notificações dos objetivos alcançados e perdidos Rastreamento da atividade física (<i>link</i> com outros aplicativos de atividade) Rastreamento de pensamentos negativos e estresse Capacidade de exportação de dados (dietas e resumos da evolução)
“Usabilidade” <ul style="list-style-type: none"> Medida de 0 (mínimo) a 100 (máximo) de o quanto um aplicativo serve ao seu propósito

Modificado de Chen, Cade e Allman-Farinelli (2015)

Do ponto de vista dos profissionais de saúde, a funcionalidade dos *Apps* voltados ao tratamento da obesidade foi majoritariamente registro do peso, atividade física e consumo alimentar. Estes consideraram que os programas compensam parcialmente a falta de contato diário com o paciente e proporcionam melhores resultados no controle do peso aumentando aderência e motivação (AGUILAR-MARTÍNEZ et al., 2015).

1.5 Tabagismo

Estudo comparando pares de gêmeos idênticos um tabagista e o outro não, avaliou o grau de degeneração discal em ambos e encontrou 18% mais sinais de DDDIV nos fumantes, que foram verificados em todos os níveis da coluna vertebral (BATTIÉ et al., 1991). O fumo também produz diminuição da produção das proteínas da matriz responsáveis por conceder força resistiva ao DIV, aumento em mediadores inflamatórios, dentre outros efeitos deletérios na nutrição e manutenção do DIV. Essas mudanças são demonstradas histologicamente na diminuição da proliferação celular, disrupção da arquitetura e desintegração de células de DIVs submetidas à nicotina quando comparadas a controles (AKMAL et al., 2004).

1.6 Intervenções digitais voltadas para a prevenção do tabagismo

Suporte telefônico, mensagens de texto e aplicativos de celular, dentre outros, representam alternativas de grande alcance e relativo baixo custo e têm demonstrado bons resultados no combate ao fumo em alguns estudos (CORVALÁN et al., 2017; WHITTAKER et al., 2016). Um trabalho voltado para estratégias de persuasão contra o tabagismo em adolescentes utilizou um aplicativo que simulava o envelhecimento da pele causado pelo uso do cigarro por meio de “sefies” realizadas em três ângulos diferentes pelos participantes. A maioria deles considerou a abordagem educativa, divertida e motivadora contra o hábito de fumar (BRINKER; SEEGER; BUSLAFF, 2016). Outros investigaram um *App* por meio do qual indivíduos que desejam abandonar o fumo informam sobre gatilhos e recaídas iminentes. O *App* retorna com mensagens específicas ao usuário em tempo real sugerindo medidas baseadas em teoria comportamental para evitar o lapso (BUSINELLE et al., 2016). As características desejáveis de um *App* desenvolvido por Baskerville, Struik e Dash (2018), segundo os pacientes, estão demonstradas na Tabela 2, e os critérios usados por Abroms et al. (2013) na classificação dos *Apps* alinhados com as recomendações do *U.S. Clinical Practice Guideline for Treating Tobacco Use and Dependence* (2008 PHS GUIDELINE UPDATE PANEL, LIAISONS; STAFF, 2008) são mostrados na Tabela 3. No estudo de Abroms et al.

(2013) foi salientada como característica importante no *App* alertas com mensagem de texto indicando a evidência científica de determinada medida quando presente.

Tabela 2: Características desejáveis nos *Apps* para o abandono do fumo, de acordo com os usuários

-
- 1 - Incentivo
Mensagens de suporte e recompensa
 - 2 - Personalização
Configuração de um perfil completo e personalizado
 - 3 - Suporte social
Link com usuários do mesmo *App*
Link com usuários de outros *Apps*
 - 4 - Suporte para o abandono do fumo
Distrações em momentos de “*craving*” (grande desejo de fumar)
Possibilidade de conversar ao vivo com alguém envolvido com antitabagismo
Múltiplas estratégias para o abandono do vício
 - 5 - Rastreamento do comportamento
Identificação de gatilhos
Frequência do uso do cigarro
 - 6 - Rastreamento dos benefícios do abandono
Economia financeira
Benefícios para a saúde
-

Modificado de Baskerville, Struik e Dash (2018)

Curiosamente nesse estudo um aplicativo alegou possuir um “teste de saúde pulmonar” realizado por meio de um sopro do usuário no microfone do telefone. Finalmente um estudo randomizado com 11.914 participantes comparou o uso de um programa que enviava mensagens de texto com conteúdo motivacional e técnicas de mudança comportamental chamado “Txt2stop” com um grupo controle, e observou que os usuários do *App* tiveram uma chance 2,2 vezes maior (comprovada por teste bioquímico) de continuarem abstinentes do fumo em seis meses (FREE et al., 2011).

Tabela 3 - Características desejáveis dos Apps alinhadas com as recomendações dos *U.S. Clinical Practice Guideline for Treating Tobacco Use and Dependence* (2008 PHS GUIDELINE UPDATE PANEL, LIAISONS; STAFF, 2008)

- Específico para o abandono do Tabaco
- Interativo
- Conselhos personalizados
- Questionamento sobre o *status* de tabagismo atual
- Motivação: baseada em premiação
- Questionamento sobre o desejo de abandonar o tabagismo
- Reforço motivacional: salientando os riscos do tabagismo
- Aconselhamento claro e firme para abandonar o tabagismo a todos usuários do *App*
- Assistência na elaboração de um plano para o abandono do tabagismo com recomendações baseadas em evidência
- Interação entre usuários do *App* na elaboração de um plano de abandono
- Incentivo ao bloqueio de “gatilhos” para recaídas
- Alertas de texto (SMSs) informando se a medida sugerida é baseada em evidências
- Incentivo ao aconselhamento e uso de medicações autorizadas para o combate ao fumo
- Encaminhamento para profissionais de saúde específicos
- Seguimento
- Acesso a aconselhamento telefônico

Modificado de Abroms et al. (2013)

BIBLIOGRAFIA

2008 PHS GUIDELINE UPDATE PANEL, LIAISONS; STAFF. Treating tobacco use and dependence: 2008 update U.S. Public Health Service Clinical Practice Guideline executive summary. **Respir Care**, v. 53, n. 9, p. 1217-22, Sep 2008.

ABRAHAM, C.; MICHIE, S. A taxonomy of behavior change techniques used in interventions. **Health Psychol**, v. 27, n. 3, p. 379-87, May 2008.

ABROMS, L. C. et al. A content analysis of popular smartphone apps for smoking cessation. **Am J Prev Med**, v. 45, n. 6, p. 732-6, Dec 2013.

AGUILAR-MARTÍNEZ, A. et al. Use of mobile phones as a tool for weight loss: a systematic review. **J Telemed Telecare**, v. 20, n. 6, p. 339-49, Sep 2014.

AGUILAR-MARTÍNEZ, A. et al. Possibilities of mobile applications for managing obesity according to professionals. **Gac Sanit**, v. 29, n. 6, p. 419-24, 2015 Nov-Dec 2015.

AKMAL, M. et al. Effect of nicotine on spinal disc cells: a cellular mechanism for disc degeneration. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 29, n. 5, p. 568-75, Mar 2004.

BANOS, O. et al. mDurance: A Novel Mobile Health System to Support Trunk Endurance Assessment. **Sensors (Basel)**, v. 15, n. 6, p. 13159-83, Jun 2015.

BASKERVILLE, N. B.; STRUIK, L. L.; DASH, D. Crush the Crave: Development and Formative Evaluation of a Smartphone App for Smoking Cessation. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 6, n. 3, p. e52, Mar 2018.

BATTIÉ, M. C. et al. 1991 Volvo Award in clinical sciences. Smoking and lumbar intervertebral disc degeneration: an MRI study of identical twins. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 16, n. 9, p. 1015-21, Sep 1991.

BLÖDT, S. et al. Effectiveness of app-based relaxation for patients with chronic low back pain (Relaxback) and chronic neck pain (Relaxneck): study protocol for two randomized pragmatic trials. **Trials**, v. 15, p. 490, Dec 2014.

BOULOS, M. N.; YANG, S. P. Exergames for health and fitness: the roles of GPS and geosocial apps. **Int J Health Geogr**, v. 12, p. 18, Apr 2013.

BRINKER, T. J.; SEEGER, W.; BUSLAFF, F. Photoaging Mobile Apps in School-Based Tobacco Prevention: The Mirroring Approach. **J Med Internet Res**, v. 18, n. 6, p. e183, 06 2016.

BUSINELLE, M. S. et al. Using Intensive Longitudinal Data Collected via Mobile Phone to Detect Imminent Lapse in Smokers Undergoing a Scheduled Quit Attempt. **J Med Internet Res**, v. 18, n. 10, p. e275, Oct 2016.

CASEY, M. et al. Patients' experiences of using a smartphone application to increase physical activity: the SMART MOVE qualitative study in primary care. **Br J Gen Pract**, v. 64, n. 625, p. e500-8, Aug 2014.

CHEN, J.; CADE, J. E.; ALLMAN-FARINELLI, M. The Most Popular Smartphone Apps for Weight Loss: A Quality Assessment. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 3, n. 4, p. e104, Dec 2015.

CONROY, D. E.; YANG, C. H.; MAHER, J. P. Behavior change techniques in top-ranked mobile apps for physical activity. **Am J Prev Med**, v. 46, n. 6, p. 649-52, Jun 2014.

CORVALÁN B, M. P. et al. [Clinical Practice Guidelines for Smoking Cessation]. **Rev Med Chil**, v. 145, n. 11, p. 1471-1479, Nov 2017.

DE CAMPOS, T. F. Low back pain and sciatica in over 16s: assessment and management NICE Guideline [NG59]. **J Physiother**, v. 63, n. 2, p. 120, Apr 2017.

FLORES MATEO, G. et al. Mobile Phone Apps to Promote Weight Loss and Increase Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. **J Med Internet Res**, v. 17, n. 11, p. e253, Nov 2015.

FREE, C. et al. Smoking cessation support delivered via mobile phone text messaging (txt2stop): a single-blind, randomised trial. **Lancet**, v. 378, n. 9785, p. 49-55, Jul 2011..

HANDA, T. et al. Effects of hydrostatic pressure on matrix synthesis and matrix metalloproteinase production in the human lumbar intervertebral disc. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 22, n. 10, p. 1085-91, May 1997.

HE, C. et al. Social Media-Promoted Weight Loss Among an Occupational Population: Cohort Study Using a WeChat Mobile Phone App-Based Campaign. **J Med Internet Res**, v. 19, n. 10, p. e357, Oct 2017.

HUI, W. et al. Leptin produced by joint white adipose tissue induces cartilage degradation via upregulation and activation of matrix metalloproteinases. **Ann Rheum Dis**, v. 71, n. 3, p. 455-62, Mar 2012.

IRVINE, A. B. et al. Mobile-Web app to self-manage low back pain: randomized controlled trial. **J Med Internet Res**, v. 17, n. 1, p. e1, Jan 2015.

KENNEDY, D. J.; NOH, M. Y. The role of core stabilization in lumbosacral radiculopathy. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v. 22, n. 1, p. 91-103, Feb 2011.

KIRWAN, M. et al. Design, development, and formative evaluation of a smartphone application for recording and monitoring physical activity levels: the 10,000 Steps "iStepLog". **Health Educ Behav**, v. 40, n. 2, p. 140-51, Apr 2013.

LILJE, S. C. et al. Experiences of Older Adults With Mobile Phone Text Messaging as Reminders of Home Exercises After Specialized Manual Therapy for Recurrent Low Back Pain: A Qualitative Study. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 5, n. 3, p. e39, Mar 2017.

LIUKE, M. et al. Disc degeneration of the lumbar spine in relation to overweight. **Int J Obes (Lond)**, v. 29, n. 8, p. 903-8, Aug 2005.

MACHADO, G. C. et al. Smartphone apps for the self-management of low back pain: A systematic review. **Best Pract Res Clin Rheumatol**, v. 30, n. 6, p. 1098-1109, 12 2016.

NICHOLL, B. I. et al. Digital Support Interventions for the Self-Management of Low Back Pain: A Systematic Review. **J Med Internet Res**, v. 19, n. 5, p. e179, May 2017.

PETERSON, S. Telerehabilitation booster sessions and remote patient monitoring in the management of chronic low back pain: A case series. **Physiother Theory Pract**, v. 34, n. 5, p. 393-402, May 2018..

SAMARTZIS, D. et al. The association of lumbar intervertebral disc degeneration on magnetic resonance imaging with body mass index in overweight and obese adults: a population-based study. **Arthritis Rheum**, v. 64, n. 5, p. 1488-96, May 2012.

SCHOFFMAN, D. E. et al. Mobile apps for pediatric obesity prevention and treatment, healthy eating, and physical activity promotion: just fun and games? **Transl Behav Med**, v. 3, n. 3, p. 320-5, Sep 2013.

SOWA, G. et al. Determination of annulus fibrosus cell response to tensile strain as a function of duration, magnitude, and frequency. **J Orthop Res**, v. 29, n. 8, p. 1275-83, Aug 2011.

STOYANOV, S. R. et al. Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 3, n. 1, p. e27, Mar 2015.

VIDEMAN, T.; NURMINEN, M.; TROUP, J. D. 1990 Volvo Award in clinical sciences. Lumbar spinal pathology in cadaveric material in relation to history of back pain, occupation, and physical loading. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 15, n. 8, p. 728-40, Aug 1990.

WHITTAKER, R. et al. Mobile phone-based interventions for smoking cessation. **Cochrane Database Syst Rev**, v. 4, p. CD006611, Apr 2016.

ZHAO, C. Q. et al. Expression of leptin and its functional receptor on disc cells: contribution to cell proliferation. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 33, n. 23, p. E858-64, Nov 2008.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu,....., abaixo assinado, concordo em fazer parte da pesquisa que se chama: **“Avaliação da descompressão discal por via percutânea a LASER em pacientes com neuralgia ciática. Utilização de comprimento de onda 1470 nm com posicionamento da agulha no quadrante da hérnia.”**, ou seja, aqueles pacientes com dor na coluna irradiada para membro inferior secundária à hérnia de disco lombar. Entendi que só participo se quiser, não sou obrigado a participar da pesquisa, não vou ser prejudicado se não quiser participar, e vou ser tratado para a dor da hérnia, também. Sei que posso também desistir de participar da pesquisa quando quiser, e que isto não vai me prejudicar, pois serei tratado de qualquer forma. Sei que não serei identificado de forma nenhuma, e que ninguém poderá me reconhecer, pois existe o segredo da minha identidade que é garantido.

Durante todo o tempo que eu estiver participando da pesquisa, sempre que quiser saber qualquer coisa, ou informação sobre o que está ocorrendo, tudo será explicado, e se alguma coisa nova acontecer e eu não gostar, posso desistir sem prejuízo para mim.

Fui esclarecido que serei acompanhado durante todo o período que for necessário, e mesmo depois que a pesquisa terminar, continuarei recebendo tratamento para minha dor da hérnia de disco. Sei que a médica responsável é a Dra. Gabriela Rocha Lauretti (Dra Gabriela da Dor), e ela ficará responsável pelo meu tratamento e seguimento. Qualquer dúvida, posso entrar em contato com ela pelo telefone (016) 91766266.

Não terei despesas durante este tratamento, pois os remédios vão ser fornecidos pela Dra. Gabriela da Dor. Qualquer problema que ocorra devido à participação nesta pesquisa, será resolvido (indenizado) pela Dra. Gabriela da Dor. Não tem nenhuma indústria que participa da pesquisa, é uma pesquisa que a é feita na Clínica de Dor do Hospital das Clínicas.

Esclarecimentos sobre a pesquisa

Descrição dos pacientes que podem participar desta pesquisa e qual o procedimento realizado habitualmente

1. Podem participar da pesquisa pacientes com dor na coluna, irradiada para membro inferior, secundária à hérnia de disco lombar. Normalmente, o que realizamos é bloqueio no disco, onde colocamos lidocaína e dexametasona (uma combinação de anestésico e um corticoide para desinflamar) para tentar controlar a dor e diminuir o quanto de remédio o paciente toma todo o dia.

Detalhes sobre a existência de técnicas ou uso de remédios experimentais.

2. Não tem procedimentos experimentais. Da hérnia de disco à LASER é aprovado desde 1971, porém não dispúnhamos deste aparelho antes. Agora que podemos utilizar, quando o paciente possui dor secundária à hérnia de disco protusa, o tratamento de eleição é o LASER, juntamente colocamos o remédio para desinflamar (lidocaína + dexametasona) enquanto o LASER trata a hérnia de disco, deixando-a contida.

Descrição do tratamento dos participantes da pesquisa.

3. Ou o paciente vai ser tratado apenas com nosso tratamento de rotina até então (lidocaína + dexametasona) intradiscal, para diminuir a inflamação dentro do disco acometido, ou será também submetido ao tratamento da hérnia de disco à LASER, juntamente com o remédio para desinflamar.

Descrição do tratamento para quem desistir de participar da pesquisa ou se negar a participar da mesma.

4. Quem desistir de participar da pesquisa, vai ser submetido apenas à administração de lidocaína e dexametasona intradiscal.

Descrição de possíveis intercorrências do bloqueio.

5. Não existem intercorrências previstas.

Gastos para participação na pesquisa.

6. Não tem despesa para o paciente, porque os remédios do procedimento são utilizados de rotina no serviço de dor, não precisa comprar remédio. O responsável é o pesquisador responsável (Dra Gabriela R Lauretti).

Acompanhamento no Serviço de Dor.

7. O acompanhamento é semanal, e depois mensal, por uma ano. Porém, qualquer dúvida, pode ligar para meu telefone e eu resolvo: (16) 91766266.

Assinado (o paciente):.....

Assinado (Dra Gabriela Rocha Lauretti):.....