

ファイル名：20番の論文 Effectiveness of intradiscal injection of radiopaque gelified ethanol (DiscoGel®) versus percutaneous laser disc decompression in patients with chronic radicular low back pain - PMC.pdf。ファイルの内容：

韓国疼痛学会誌。2020年1月1日;33(1):66-72。doi:10.3344/kjp.2020.33.1.66 慢性神経根性腰痛患者における、X線不透過性ゼラチン化エタノール（DiscoGel®）の椎間板内注射と経皮的レーザー椎間板減圧術の有効性比較

Masoud Hashemi1, Payman Dadkhah1, Mehrdad Taheri1, Pegah Katibeh2, Saman Asadi1,✉

著者情報、記事注、著作権およびライセンス情報 PMID: 31888320

要旨 背景 椎間板症に続発する腰痛は、一般的な疼痛疾患です。複数の低侵襲治療法が提案されていますが、今日まで、経皮的レーザー椎間板減圧術（PLDD）とX線不透過性ゼラチン化エタノール（DiscoGel®）の椎間板内注射を比較した研究はありません。神経根症に対するDiscoGel®とPLDDの患者報告アウトカムに関する最初の研究を紹介します。

方法 2016年から2017年の間に当センターで行われたPLDDまたはDiscoGel®のいずれかの以前の戦略から、72人の患者を無作為に選択しました。参加者には、数値評価スケール（NRS）スコア、Oswestry Disability Index（ODI）スコア、および二次治療への進行について尋ねました。

結果 介入前のコホート全体の平均NRSスコアは8.0であり、12か月後にはDiscoGel®グループで4.3、PLDDグループで4.2に低下し、これは統計的に有意でした。介入前の平均ODIスコアは81.25%であり、12か月後にはDiscoGel®グループで41.14%、PLDDグループで52.86%に低下し、これは統計的に有意でした。2回の追跡調査後のNRSスコアのグループ間比較では統計的に有意差はありませんでしたが（ $P = 0.62$ ）、DiscoGel®のODIスコアは統計的に低くなりました（ $P = 0.001$ ）。各グループから6例（16.67%）が追跡期間後に手術を受けたと報告しましたが、統計的に有意差はありませんでした。

結論 両方の技術は疼痛軽減において同等でしたが、DiscoGel®は12か月後に障害を軽減する効果がより大きかったものの、二次治療および/または手術への進行率は2つのグループでほぼ同じでした。

キーワード：慢性疼痛、障害評価、椎間板切除術、椎間板、腰痛、疼痛管理、神経根症、視覚アナログスケール

はじめに 椎間板病変に続発する腰痛（LBP）および神経根症は、すべての脊椎疾患、さらには慢性疼痛疾患の中でも最も一般的な医学的問題の1つです。最近の概念に基づくと、神経根性疼痛の発生機序は、椎間板の同時機械的変形と、損傷した椎間板に由来する化学的メディエーターによる神経根の刺激であり、炎症反応を引き起こし、感覚ニューロンの感受性を高め、神経根性疼痛をもたらすと信じられています[1-3]。

ヘルニアを起こした椎間板片（神経根の圧迫を引き起こしている）の除去および、手順に関連する筋肉および靭帯の損傷を最小限に抑えながらLBPおよび神経根症の治療を開発するために、低侵襲手術および経皮的技術などの複数の治療法が最近提案されています[4-7]。

経皮的レーザー椎間板減圧術（PLDD）は、ヘルニアを起こした腰椎椎間板疾患および神経根症の管理におけるもう1つの容認できる選択肢です。PLDDは、レーザーエネルギーを使用して髄核の少量を蒸発させ、椎間板内の圧力を下げて、圧迫された神経根を間接的に減圧する方法です。椎間板内圧を下げると、ヘルニアが圧迫された神経根から遠ざかり、神経根損傷の量が減少します[8,9]。PLDDは入院や麻酔を必要としないため、従来の手術よりも医療費が低くなります[10]。

近年、純粋なエタノールの化学的特性を利用して利用可能になったもう1つの低侵襲経皮的治療法は、X線不透過性ゼラチン化エタノール（DiscoGel®）です。DiscoGel®は、懸濁液中のタングステンと関連付けられたゼラチン化エタノールの形で新たに提案された滅菌粘性椎間板内溶液であり、絶対アルコールよりも粘性が高く、神経学的欠損がなく、保存的治療に失敗した腰椎椎間板からの疼痛の治療のために2007年に導入されました。このクラスIII椎間板医療材料は、椎間板空間を減圧するために髄核に注入されます。ゲル化剤であるセルロースの存在は、純粋な（ゲル化されていない）エタノールで発生する可能性のある投与された薬剤からの硬膜外漏出の可能性を減少させます。タングステン粒子は、蛍光透視画像を使用して、椎間板内および環状亀裂を通るゲルの進行を制御するために使用されます[11-13]。

両方の治療は、患者を腹臥位にし、局所麻酔下および滅菌条件下で外来で行われます。PLDD技術では、蛍光透視法で誘導され、18-G針を髄核の中央に、終板に平行に後外側から配置します。600ミクロンのガラス繊維を針に通し、レーザーエネルギー（Biolitec, Jena, Germany; 980 nm、7 W、0.6秒パルス、間隔1秒）を総エネルギー供給量1,500 J（L4-5レベルの場合は2,000 J）で適用します[8,9]。

DiscoGel®の椎間板内注射では、18-G針を椎間板の中央および後部に挿入し、DiscoGel®をゆっくりと（30秒間に0.1 mL）注入します。椎間板に注入されるDiscoGel®の量は、椎間板空間の振幅と、ゲルを収容する椎間板の相対的な能力に依存し、通常は0.5~0.8 mLの間です。針は、遅発性の漏れを防ぐために、塗布後2分間そのままにしておきます[11,13]。

これらの技術の有効性および神経根性疼痛管理および機能的な能力スコアの改善に関する患者の長期転帰に関する前向き研究のエビデンスが不足しているため、本研究は、腰椎椎間板ヘルニアによるLBPおよび神経根症の72人の患者におけるDiscoGel®の椎間板内注射とPLDDの有効性を比較するために設計されました。これらの手順後の最も重要な臨床的ランドマークは1年のフォローアップ改善であるため、本報告書は12か月の期間からの患者の報告結果で構成されています。アウトカム指標には、治療後ベースライン、6か月、および12か月で評価された疼痛強度および機能的障害が含まれていました。追加の腰椎注射および/または手術への進行は、二次アウトカム指標でした。

材料と方法 本前向きコホート研究は、腰椎椎間板ヘルニアによる一側性または両側性の神経根性LBP患者における、PLDDおよびDiscoGel®の椎間板内注射の2つの以前に行われた介入の1年間のフォローアップの結果を比較することを目的として、2018年12月に麻酔学研究センター（イラン、テヘラン）で設計および実施されました。

研究プロトコルは、Shahid Beheshti医科大学の地域倫理委員会によって承認され（IRB番号：IR.SBMU.RETECH.REC.1397.1285）、研究は1964年のヘルシンキ宣言の倫理基準に従って実施されました。すべてのデータは機密に保たれ、患者の匿名性は保持され、患者は研究の目的で料金を請

求されませんでした。この研究では、すべての患者から事前に同意を得ており、1年後の結果を比較しました。

研究対象集団は、2016年から2017年の間に麻酔学研究センターでPLDDまたはDiscoGel®の椎間板内注射を受けた患者で構成されていました。組み入れ基準は、20～70歳であること、神経学的欠損のない腰椎椎間板ヘルニアによる下肢への一側性または両側性の神経根性疼痛の既往歴があること、その診断が身体検査および医学的画像（放射線画像および磁気共鳴画像）によって証明されていること、および少なくとも過去3か月間、保存的治療に反応しなかったことです。除外基準は、椎骨骨折の既往歴、脊柱管狭窄症、腰椎手術または悪性腫瘍の既往歴、末梢神経ニューロパチー、コントロール不良の糖尿病、およびペルシャ語でコミュニケーションできないことでした。

サンプルサイズ計算は、20例（各手順から10例の無作為な症例）の以前のパイロット研究の結果を使用して、 α エラー0.05、検出力80%、2つのグループ間の推定差0.487、および標準誤差1.350として定義しました。その結果、60例を含めることが検討されました。ただし、フォローアップのない症例の予測のため、サンプルサイズの20%の増加が認められ、以前の介入を受け、基準を満たした合計72例が本研究に含まれました。患者は、以前にPLDDまたはDiscoGel®を受けたかどうかに応じて、Excel (Microsoft, Redmond, WA) のソート範囲ランダムユーティリティを使用して無作為に選択されました。

すべての患者のベースラインおよび人口統計データは、患者のプロファイルに記録され、すべての参加者は1人の独立した研究者によって呼び出されました。1日の異なる時間帯および1週間の異なる日に3回電話しても連絡が取れない患者は、研究から除外されました。

電話インタビュー中、研究の目的および目標を各患者に説明し、参加者に質問に回答するか、各スケールを個別に評価するように指示しました。

疼痛強度は、口頭数値評価スケール（NRS）に基づいて評価しました。NRSは、疼痛を測定するために最も一般的に使用される自己報告スケールの1つであり、おそらく使いやすさ（特別な機器は必要ありません）と、0から10のメトリックが医療専門家によって好まれるためです。このスケールの妥当性と信頼性は、以前に確立されています[14]。患者は通常、「過去14日間の疼痛の強さはどの程度ですか？0は疼痛なし、10は想像できる中で最も強いまたは最悪の疼痛です」と尋ねられました。

機能的能力は、Oswestry Disability Index（ODI）に基づいて評価しました。ODIは、10項目のスケールで「腰椎特異的機能」を測定する自己管理式アンケートであり、それぞれ6つの応答カテゴリがあります。各項目は0から5で評価され、スコアが高いほど悪く、0%から100%のスケールに変換されます。10項目には、疼痛強度、身の回りのお世話、持ち上げ、歩行、座位、立位、睡眠、仕事、社会生活、および旅行が含まれます。0%から20%のスコアの患者は最小限の障害を持ち、21%から40%の患者は中程度の障害を持ち、41%から60%の患者は重度の障害を持ち、61%から80%は身体障害者であり、81%から100%は寝たきりであるか、症状を誇張しています。このスケールの妥当性と信頼性は、以前に確立されています[15]。

追加の腰椎注射および/または腰椎減圧手術、椎間板切除術、または1年間の介入後のその他の治療への進行を評価し、回答を患者のプロファイルに記録しました。

フォローアップの期間および、時間の経過に伴うサンプルケースの死亡、移住、またはステータスの変化などの理由により、フォローアップのない症例（フォローアップの喪失）およびしたがって無回答（または回答拒否）バイアスの存在は予測可能でした。このバイアスを最小限に抑えるために、（前述のように）サンプルサイズの20%の増加を検討することに加えて、組み入れ基準および除外基準は制限されており、したがってサンプルは条件固有で均質でした。その結果、サンプル集団は研究対象のコミュニティを代表することになります。

想起バイアスを回避するために、測定された主要アウトカムは患者の現在の状態（具体的には前の2週間）に集中しました。回答バイアスを回避するために、患者には質問およびアンケートに正しく回答する方法について、十分な詳細と必要な説明が提供されました。

統計分析は、SPSS verを使用して実施しました。18（IBM Corp.、Armonk、NY）。

人口統計学的要因は、頻度および関連するパーセンテージによって示されました。連続データは、平均および標準偏差によって表示されました。統計分析は、両方のグループ間のアウトカム測定の差の評価および単一時点での平均の比較に基づいています。独立サンプルt検定、カイ2乗検定、またはスチューデントt検定（必要に応じて）および分散分析を使用した反復測定を使用して、ベースライン、6か月後、および12か月後のフォローアップで変数を比較しました。P値<0.05は統計的に有意であると見なされました。

結果 募集期間（2016～2017年）中、腰椎椎間板ヘルニアに続発する一側性または両側性の神経根性疼痛を有する合計72人の被験者が、麻酔学研究センターでDiscoGel®またはPLDDの椎間板内注射を受けていました。手順から12か月後、72人の被験者（100%）すべてがフォローアップに利用可能でした。

コホート全体のベースラインおよび人口統計学的特性を分析しました。参加者の平均年齢は48.2歳で、21歳から70歳の間であり、男性は43人（59.72%）でした。26例（36.11%）は喫煙者でした。介入前の疼痛および神経根症の平均期間は12.19か月で、3か月から60か月の間でした。（手順前の）平均疼痛強度（NRSスコア）は8.0でした。手順前の平均機能障害指数（ODIスコア）は81.25%でした。12例（16.67%）が1年間のフォローアップの少なくとも6か月後に手術を受けたと報告しました。

PLDDグループのベースラインデータを分析すると、参加者の平均年齢は44.6歳で、21歳から70歳の間であり、男性は21人（58.33%）でした。14例（38.89%）は喫煙者でした。疼痛および神経根症の平均期間は13.30か月で、3か月から60か月の間でした。ベースラインでの平均疼痛強度は8.00でした。ベースラインでの平均機能障害は83.84%でした。6例（16.67%）が1年間のフォローアップの少なくとも8か月後に手術を受けたと報告しました。

DiscoGel®グループのベースラインデータを分析すると、参加者の平均年齢は47.3歳で、26歳から70歳の間であり、男性は22人（61.11%）でした。12例（33.33%）は喫煙者でした。疼痛および神経根症の平均期間は10.88か月で、3か月から36か月の間でした。ベースラインでの平均疼痛強度は8.02でした。ベースラインでの平均機能障害は78.35%でした。6例（16.67%）が1年間のフ

フォローアップの少なくとも6か月後に手術を受けたと報告しました。データは表1に示されています。

表1。コホート全体のベースライン特性

変数	PLDDグループ (n = 36)	DiscoGel®グループ (n = 36)	年齢 (歳)	44.6 ± 14.3	47.3 ± 2.0
性別 (男性/女性)	21/15	22/14	喫煙 (あり/なし)	14/22	12/24
疼痛期間 (か月)	13.3 ± 14.2	10.9 ± 6.9	NRSスコア	8.0 ± 1.5	8.0 ± 1.8
ODIスコア (%)	83.8 ± 12.3	78.4 ± 14.7			

新しいタブで開く

値は、平均±標準偏差または数値のみで表示されます。PLDD：経皮的レーザー椎間板減圧術、DiscoGel®：X線不透過性ゼラチン化エタノール、M：男性、F：女性、NRS：数値評価スケール、ODI：Oswestry Disability Index。

PLDDおよびDiscoGel®グループ間のアウトカム結果を比較および分析すると、介入前のコホート全体のNRSスコアは8.0（5～10の範囲）でした。介入後、12か月のフォローアップ中に、DiscoGel®グループの平均NRSスコアは4.3に低下しました。介入前後のNRSスコアのこの差は統計的に有意でした（ $P = 0.005$ ）。介入後、12か月のフォローアップ中に、PLDDグループの平均NRSスコアは4.2に低下しました。介入前後のNRSスコアのこの差は統計的に有意でした（ $P = 0.006$ ）。ただし、2回のフォローアップ訪問後の2つのグループ間のNRSスコアのグループ間比較では、2つのグループ間に統計的に有意差は見られませんでした（ $P = 0.62$ ）。データは図1に示されています。介入前のODIスコアは81.25%（48%～100%の範囲）でした。

図1。

新しいタブで開く

異なる時点での2つのグループ間の数値評価スケール（NRS）スコアの比較（ $P = 0.62$ ）。PLDD：経皮的レーザー椎間板減圧術、DiscoGel®：X線不透過性ゼラチン化エタノール。

介入後、12か月のフォローアップ中に、DiscoGel®グループの平均ODIスコアは41.14%に低下しました。介入前後のODIスコアのこの差は統計的に有意でした（ $P = 0.012$ ）。

介入後、12か月のフォローアップ中に、PLDDグループの平均ODIスコアは52.86%に低下しました。介入前後のODIスコアのこの差は統計的に有意でした（ $P = 0.019$ ）。

2回のフォローアップ訪問後の2つのグループ間のODIスコアのグループ間比較では、 $P = 0.001$ で2つのグループ間に統計的に有意差が見られ、DiscoGel®グループの平均ODIスコアはPLDDグループよりも統計的に低くなりました。データは図2に示されています。

図2。

新しいタブで開く

異なる時点での2つのグループ間のOswestry Disability Index (ODI) の比較 (P = 0.001)。PLDD：経皮的レーザー椎間板減圧術、DiscoGel®：X線不透過性ゼラチン化エタノール。

各グループから6例（各グループ16.66%、n = 36）がフォローアップ期間後に手術を受けたと報告しました。2つのグループ間のこの差は統計的に有意ではありませんでした。

考察 腰椎椎間板ヘルニアに続発する椎間板性疼痛に対して、近年、低侵襲経皮的治療を含む幅広い疼痛管理法が提案されています。本コホート研究では、患者の疼痛および機能スコアの改善を評価することにより、2つの異なる方法の有効性を比較しました。

PLDDは、髄核内の少量の水の蒸発によって椎間板内圧を低下させる、腰椎神経根症に対する魅力的な米国食品医薬品局承認の治療法です。その結果、椎間板内圧が低下し、椎間板全体にわたって体重がより均等に分散され、椎間板性疼痛が軽減されます。これは、腰椎椎間板病変に対して最も一般的に行われます[16,17]。その低侵襲性のため、従来の外科的方法と比較して、筋肉、骨、靭帯、および神経への損傷のリスクの減少、腰痛の軽減、入院期間の短縮、および回復期間の短縮が予想され、いくつかのコホート研究が以前にPLDDの安全性と潜在的な利点を示しています [7,8,16,18–23]。一方、PLDD単独または顕微鏡下椎間板切除術などの従来の外科手術と比較して、PLDDの有効性が欠如していることを明らかにした複数の前向き無作為化試験が存在します [9,10,24]。

Disco-Gel®に基づく物質の導入および経皮的椎間板内投与による髄核の部分的減量と、それに伴う椎間板内圧の低下におけるその成功の後、この治療法はいくつかの対照無作為化研究でテストされています。DiscoGel®は、絶対アルコールよりも粘性のあるDiscoGel®の新規に提案された滅菌粘性溶液であり、他の治療法に反応がなかった症例における侵襲的従来型手術または顕微鏡下椎間板切除術の代替として役立つ可能性があるという希望を抱いて、椎間板性腰椎坐骨神経痛の治療のための低侵襲手術で最近使用されています[25]。DiscoGel®の椎間板内注射後、核組織または輪状組織に形態構造の変化は見られませんでした[11]。DiscoGel®はその有用な効果をいくつかの仮説的なメカニズムによって誘導します。3つの重要な仮説は次のとおりです。

Theronらによる2007年と2010年の最初の予備研究[26,27]は、頸椎および腰椎椎間板ヘルニアの経皮的治療におけるゲル化エタノールの安全性と有効性ととともに、満足のいく結果を定義しました。手順中または手順後に有害な影響はなく、著者は脊椎椎間板ヘルニアの治療における実現可能で安全な代替手段を示唆する有望な結果を示しました。2014年以来、他の多くの調査により、椎間板内DiscoGel®注射は、手術の計画を立てる前に、適切に選択された椎間板症において貴重な選択肢となる可能性のある、低侵襲、低コスト、安全、かつ効果的な介入であることが示されています[12,13,28]。

本研究で得られた知見と比較して、PLDDまたはDiscoGel®の椎間板内注射のいずれかを使用すると、全体的な治療成功率はほぼ同じであるため、我々の結果は満足のいくものでしたが、機能障害の減少はDiscoGel®グループの方がはるかに大きくなりました。ただし、PLDDまたはDiscoGel®の椎間板内注射後の従来の外科手術のような二次治療オプションの必要性の頻度に関しては、エビデンスが不足しています。

Klessinger [29]による2018年の新たに設計された後ろ向き観察研究では、PLDD後の追加の開放手術の頻度を長期間（10年）にわたって遡及的に調査しました。著者らは、PLDDは開放椎間板切除術の代替ではないと結論付けました。従来の外科手術は腰椎椎間板ヘルニアおよび神経根症の患者に対するゴールドスタンダード治療であると広く信じられているため、PLDDおよびDiscoGel®の椎間板内注射は従来の外科手術と比較する必要があり、コスト効率はより大きなサンプルサイズとともに複数の疼痛管理センターで研究する必要があります。

DiscoGel®の文書化された利点とともに、興味深い発見は、椎間板変性における椎間板微生物感染の役割に関する複数の報告でした。パイロット研究では、椎間板のみの培養を行った場合、感染率が示されており、プロピオニバクテリウム・アクネスが優勢な生物であり、続いてストレプトコッカス属が続きます。したがって、慢性LBPおよびモディック変化を有する患者に見られるものと同じ変性プロセスを誘導するP.アクネス菌株との細菌性椎間板感染の関連性が最近提案されています[30,31]。多くの研究がモディック変化と非特異的LBPの間の強い関連性を主張しており、それがこの病理学的変化に非常に多くの注意が払われている理由です[32]。変性した、潜在的に感染した髄核内でのゲル化エタノールの長期にわたる防腐効果は、理論的には感染と闘うのに適切であると思われ、DiscoGel®に関するさらなる研究のための興味深い問題となる可能性があります。

本分析はペルシア語のコンテキストで実施されたため、他の設定を代表していない可能性があるため、調査結果の一般化可能性が制限されます。また、症状の経過における保存的治療の比較集団の欠如は、今後の多施設共同広範な研究で比較グループを使用して、椎間板症におけるPLDDおよびDiscoGel®の椎間板内注射の安全性、有効性、および有効性をさらに文書化することを推奨するもう1つの制限事項です。いくつかのコホート研究が発表されていますが、今日まで、PLDDとDiscoGel®の椎間板内注射を比較した研究は行われていません。

本研究では、腰椎椎間板ヘルニアにおける疼痛および機能障害の観点から、PLDDとDiscoGel®の椎間板内注射の神経根症に対する患者報告アウトカムに関する最初の前向きコホート研究を紹介しました。我々の臨床研究からの知見は、両方の治療法が疼痛に対する臨床効果において同等であるが、DiscoGel®は12か月のフォローアップ後に機能障害のレベルを低下させる効果がより大きかったことを示しましたが、二次治療および/または手術への進行率は2つのグループでほぼ同じでした。

謝辞 著者は、原稿の重要な読解と役立つコメントについて、Atefe Alaei (aalaei@alum-nus.tums.ac.ir) に感謝します。

脚注 著者の貢献：Masoud Hashemi：研究構想。Payman Dadkhah：方法論。Mehrdad Taheri：調査。Pegah Katibeh：リソース。Saman Asadi：プロジェクト管理。

競合の意思 本稿に関連する潜在的な利益相反は報告されていません。

資金提供 申告する資金提供はありません。

参考文献 1.Govind J. 腰椎神経根性疼痛。Aust Fam Physician。2004;33:409–12。[PubMed] [Google Scholar] 2.Rhee JM、Schaufele M、Abdu WA. 神経根症と腰椎椎間板ヘルニア。病態生理と管理に関する論争。J Bone Joint Surg Am。2006;88:2070–80。doi: 10.2106/00004623-200609000-00023。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 3.Wheeler AH、Murrey DB. 慢性腰椎および

神経根性疼痛：病態生理と治療。Curr Pain Headache Rep。2002;6:97-105。doi: 10.1007/s11916-002-0005-x。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 4.Buenaventura RM、Datta S、Abdi S、Smith HS。腰椎経椎間孔硬膜外ステロイド注射の系統的レビュー。Pain Physician。2009;12:233-51。[PubMed] [Google Scholar] 5.Hahne AJ、Ford JJ、McMeeken JM。神経根症を伴う腰椎椎間板ヘルニアの保存的管理：系統的レビュー。Spine (Phila Pa 1976) 2010;35:E488-504。doi: 10.1097/BRS.0b013e3181cc3f56。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 6.Menchetti PPM、Bini W。腰椎椎間板ヘルニアの経皮的治療。Menchetti PPM編。腰椎の低侵襲手術。ロンドン：シュプリンガー；2014年。pp.83-105。[DOI] [Google Scholar] 7.Skovrlj B、Gilligan J、Cutler HS、Qureshi SA。腰椎の低侵襲手術。World J Clin Cases。2015;3:1-9。doi: 10.12998/wjcc.v3.i1.1。[DOI] [PMC無料記事] [PubMed] [Google Scholar] 8.Ren L、Guo H、Zhang T、Han Z、Zhang L、Zeng Y。腰椎椎間板ヘルニアの治療における経皮的レーザー椎間板減圧術の有効性評価。Photomed Laser Surg。2013;31:174-8。doi: 10.1089/pho.2012.3402。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 9.Singh V、Manchikanti L、Calodney AK、Staats PS、Falco FJ、Caraway DLら。経皮的腰椎レーザー椎間板減圧術：現在のエビデンスの更新。Pain Physician。2013;16(2 Suppl):SE229-60。[PubMed] [Google Scholar] 10.Sobieraj A、Maksymowicz W、Barczewska M、Konopielko M、Mazur D。椎間板性腰痛の治療としての経皮的レーザー椎間板減圧術 (PLDD) の早期結果。Ortop Traumatol Rehabil。2004;6:264-9。[PubMed] [Google Scholar] 11.Guarnieri G、De Dominicis G、Muto M。Discogel®の椎間板内および筋肉内注射-X線不透過性ゼラチン化エタノール：病理学的評価。Neuroradiol J。2010;23:249-52。doi: 10.1177/197140091002300216。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 12.Léglise A、Lombard J、Moufid A。椎間板性腰椎坐骨神経痛の患者におけるDiscoGel®。25人の連続患者における遡及的結果。Orthop Traumatol Surg Res。2015;101:623-6。doi:

10.1016/j.otsr.2015.05.007。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 13.Volpentesta G、De Rose M、Bosco D、Stroscio C、Guzzi G、Bombardieri Cら。腰痛および神経根性疼痛を有する患者におけるX線不透過性ゼラチン化エタノール (「Discogel」) の腰椎経皮的椎間板内注射。J Pain Relief。2014;3:145。[Google Scholar] 14.Haefeli M、Elfering A。疼痛評価。Eur Spine J。2006;15(Suppl 1):S17-24。doi: 10.1007/s00586-005-1044-x。[DOI] [PMC無料記事] [PubMed] [Google Scholar] 15.Fairbank JC、Pynsent PB。Oswestry Disability Index。Spine (Phila Pa 1976) 2000;25:2940-52。doi: 10.1097/00007632-200011150-00017。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 16.Zhao XL、Fu ZJ、Xu YG、Zhao XJ、Song WG、Zheng H。Cアーム透視法ガイド下標的経皮的レーザー椎間板減圧術を用いた腰椎椎間板ヘルニアの治療。Photomed Laser Surg。2012;30:92-5。doi: 10.1089/pho.2011.3050。[DOI] [PMC無料記事] [PubMed] [Google Scholar] 17.Knezevic NN、Mandalia S、Raasch J、Knezevic I、Candido KD。慢性腰痛の治療-視野に入る新しいアプローチ。J Pain Res。2017;10:1111-23。doi: 10.2147/JPR.S132769。[DOI] [PMC無料記事] [PubMed] [Google Scholar] 18.Epstein NE。誰かが経皮的内視鏡的レーザー椎間板切除術および経皮的腰椎椎間板減圧術を実施すべきですか？Surg Neurol Int。2016;7(Suppl 42):S1080-4。doi: 10.4103/2152-7806.196764。[DOI] [PMC無料記事] [PubMed] [Google Scholar] 19.Ishiwata Y、Takada H、Gondo G、Osano S、Hashimoto T、Yamamoto I。腰椎椎間板ヘルニアの磁気共鳴誘導経皮的レーザー椎間板減圧術-臨床結果と針先の位置との関係。Surg Neurol。2007;68:159-63。doi: 10.1016/j.surneu.2006.10.058。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 20.Haufe SM、Mork AR、Pyne M、Baker RA。胸椎椎間板疾患に対する経皮的レーザー椎間板減圧術：10例の報告。Int J Med Sci。2010;7:155-9。doi: 10.7150/ijms.7.155。[DOI] [PMC無料記事] [PubMed] [Google Scholar]

21.Lee DY、Lee SH。L5-S1レベルの椎間孔外腰椎椎間板ヘルニアに対する二酸化炭素（CO2）レーザーアシスト顕微鏡下椎間板切除術。Photomed Laser Surg。2011;29:531-5。doi: 10.1089/pho.2010.2954。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 22.Ren L、Guo B、Zhang T、Bai Q、Wang XH、Zhang Lら。経皮的レーザー椎間板減圧術後の画像所見における中期フォローアップ所見。Photomed Laser Surg。2013;31:247-51。doi: 10.1089/pho.2012.3433。[DOI] [PubMed] [Google Scholar] 23.Hashemi SM、Dadkhah P、Taheri M、Abootorabi SMHS。破れた椎間板と無傷の椎間板の臨床転帰に対する経皮的レーザー椎間板減圧術（PLDD）の効果：前向きコホート研究。2018;2:279-85。[Google Scholar] 24.Brouwer PA、Brand R、van den Akker-van Marle ME、Jacobs WC、Schenk B、van den Berg-Huijsmans AAら。坐骨神経痛における経皮