

Zdravljenje degenerativno spremenjenih medvretenčnih ploščic s perkutano nukleotomijo – pregled manj invazivnih postopkov

Treatment of intervertebral disc degenerative disease using percutaneous nucleotomy—an overview of less invasive procedures

Miran Jeromel,¹ Sergeja Kozar²

¹ Oddelek za diagnostično in intervencijsko nevrologijo, Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni Klinični center Ljubljana, Slovenija

² Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, Univerzitetni Klinični center Ljubljana, Slovenija

Korespondenca/ Correspondence:

asist. dr. Miran Jeromel,
dr. med.
Oddelek za diagnostično in intervencijsko nevrologijo, Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni Klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Ključne besede:

zdrs medvretenčne ploščice; perkutano zdravljenje; nukleotomija; diskoplastika; manj invazivni postopki

Key words:

herniated intervertebral disc; percutaneous disc decompression; nucleotomy; discoplasty; less invasive procedures

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2014;
83: 255–64

Izvleček

Izhodišče: Manj invazivne metode za zdravljenje spremenjenih medvretenčnih ploščic in dekompresijo živčnih struktur, ki nastanejo zaradi izbočenja ali omejenega zdrsa (hernije) medvretenčne ploščice, so alternativa klasičnemu kirurškemu zdravljenju.

Perkutana nukleotomija je metoda, pri kateri do medvretenčne ploščice pristopamo skozi punkcijsko mesto na koži. Prispevek na kratko predstavi razvoj postopkov, ki se danes uporabljajo.

Metode: Perkutano nukleotomijo izvajamo pod fluoroskopsko (rentgensko) kontrolo, ki omogoča nadzorovan in varen dostop do medvretenčne ploščice. Poseg se izvaja v strogih pogojih asepsa pri bolnikih v analgozsedaciji. Postopki se razlikujejo po načinu terapevtskega delovanja v medvretenčni ploščici. Glede na način delovanja jih lahko delimo na kemične (kemonukleoliza s kimopapainom, alkoholom, ozonom), mehanske (*angl.* automated percutaneous lumbar discectomy – APLD, artroskopska discektomija) in termične (laserska, radiofrekvenčna, intradiskalna elektrotermalna anuloplastika – IDET, Koblacija[®]).

Rezultati: S perkutano nukleotomijo in večino opisanih postopkov je možno na manj invaziven način uspešno olajšati težave pri bolniku (zmanjšati bolečino) in izvesti dekompresijo živčnih struktur. Hitro okrevanje po posegu je glavna prednost metode.

Zaključki: Manj invazivna metoda (nukleotomija z opisanimi postopki) je uspešna alternativa klasični kirurški discektomiji. Ključnega pomena za dober učinek sta pravilna izbira bolnikov in varno izvajanje posega.

ABSTRACT

Background: Less invasive treatment methods for intervertebral disc disease and decompression of neural structures as a consequence of contained disc herniation represent an alternative to surgical procedure. Percutaneous nucleotomy uses a percutaneous approach to the intervertebral disc. The article presents the evolution of numerous procedures in clinical practice.

Methods: Percutaneous nucleoplasty is a fluoroscopy-guided procedure which enables controlled and safe entrance into the intervertebral disc. The procedure is performed under strict aseptic conditions, using a local anaesthesia with the patient under analgo-sedation. Based on the principle of therapeutic intradiscal action, the procedures can be divided into three groups: chemical (chemonucleolysis with chimopain, alcohol, ozone), mechanical (automated percutaneous lumbar discectomy – APLD, arthroscopic discectomy) and thermal methods (laser, radiofrequency ablation, intradiscal electrothermal annuloplasty – IDET, Coblation[®]).

Results: Percutaneous nucleotomy by the majority of the mentioned procedures results in a therapeutic effect (reduction of pain and decompression of neural structures). Fast recovery represents a major advantage of less invasive treatment.

Conclusions: Less invasive method (nucleotomy using different procedures) represents a successful alternative approach to surgical discectomy. Proper patient selection and safe technique are mandatory in order to achieve a good clinical outcome.

Prispelo: 13. feb. 2013,
Sprejeto: 2. dec. 2013

Uvod

Bolečina v križu vsaj enkrat v življenju doleti od 60–80 % populacije.¹

Natančno odkrivanje vzroka za bolečino temelji na anamnezi, kliničnem pregledu in diagnostiki (uporabi slikovnih metod). Z razvojem novejših slikovnodiaagnostičnih metod, zlasti magnetno resonančnega slikanja (MRI), je postalo diagnosticiranje tovrstnih stanj zelo natančno.

Pogosto je vzrok za bolečino degenerativno spremenjena medvretenčna ploščica, v kateri najdemo visoke koncentracije vnetnih mediatorjev (interlevkini, prostaglandini, dejavnik tumorske nekroze), ki sodelujejo v nastanku razvoja bolečine. S histološkimi preiskavami so dokazali, da so izrazite oživčene degenerativno spremenjene medvretenčne ploščice v primerjavi z zdravimi medvretenčnimi ploščicami. Vse to dodatno prispeva k nastanku bolečine.²

Vzrok za bolečino je lahko tudi razpok fibroznega obroča medvretenčne ploščice.

Pri *delnem razpoku* fibroznega obroča se pulpozno jedro medvretenčne ploščice izboči v predel zunanjega dela fibroznega obroča.^{2,3}

Pri *popolnem razpoku* fibroznega obroča se v okolico izboči del jedra, ki lahko pritisne na živčne strukture v hrbteničnem kanalu.⁴ Govorimo o zdrsu (herniji) medvretenčne ploščice. Natančen mehanizem nastanka bolečine v križu in/ali radikularne bolečine ostaja še nerazjasnjen tudi pri razpoku in zdrsu medvretenčne ploščice. Dokazano je namreč, da mehanski pritisk na živčno korenino povzroči parestezije, ne pa bolečine.⁴

Ne glede na natančen mehanizem nastanka bolečine v 55 % vseh primerov bolečine v križu govorimo o radikularni bolečini – ishialgiji, ki je posledica pritiska oz. utesnitve živčnih korenin. Povzroči jo zdrs medvretenčne ploščice.^{5,6} Povezavo med zdrsom medvretenčne ploščice in ishialgijo sta prva opisala Mixter in Barr pred skoraj osemdesetimi leti.⁷

Konzervativno zdravljenje (počitek, fizioterapija, analgetiki, protivnetna zdravila) je še danes pomembno začetno zdravljenje za večino simptomov, povezanih z dogajanjem v medvretenčnih ploščicah. Po neuspešnem

konzervativnem zdravljenju radikularne bolečine je potrebno izvesti dekompresijo živčnih struktur, ki nastanejo zaradi izbočenja ali zdrsa medvretenčne ploščice. Kirurška odstranitev dela medvretenčne ploščice (discektomija) je že leta uveljavljena in uspešna metoda.

Že zgodaj so se začele uveljavljati nekatere manj invazivne metode za zdravljenje spremenjenih medvretenčnih ploščic. Nekatere med njimi omogočajo dekompresijo živčnih struktur, ki nastane zaradi izbočenja ali manjšega zdrsa medvretenčne ploščice. Slednje temeljijo na enakem načelu kot mikrodiscektomija – odstraniti del medvretenčne ploščice. Ker te metode za dostop do medvretenčne ploščice ne potrebujejo odprtega kirurškega pristopa, govorimo o t. i. manj invazivnih (perkutanih) metodah, pri katerih do medvretenčne ploščice pristopamo skozi vbodno mesto na koži.

Ena od teh metod je perkutana nukleotomija, pri kateri uporabljamo tanke uvajalne igle, s katerimi vstopimo v medvretenčno ploščico. Preko teh igel nato z različnimi postopki (termičnimi, mehanskimi, kemičnimi) izvajamo terapevtski poseg v sami ploščici. Na ta način lahko zdravimo medvretenčne ploščice na vseh ravneh hrbtenice (vratnih, prsnih in ledvenih).

V prispevku je na kratko predstavljen razvoj številnih postopkov, ki se danes uporabljajo pri perkutani nukleotomiji. Avtorja postopke predstavlja glede na načelo delovanja (kemični, mehanski, termični). Nekateri postopki omogočajo protibolečinsko delovanje v degenerativno spremenjeni medvretenčni ploščici, medtem ko drugi omogočajo tudi odstranjevanje dela medvretenčne ploščice in s tem dekompresijo živčnih struktur.

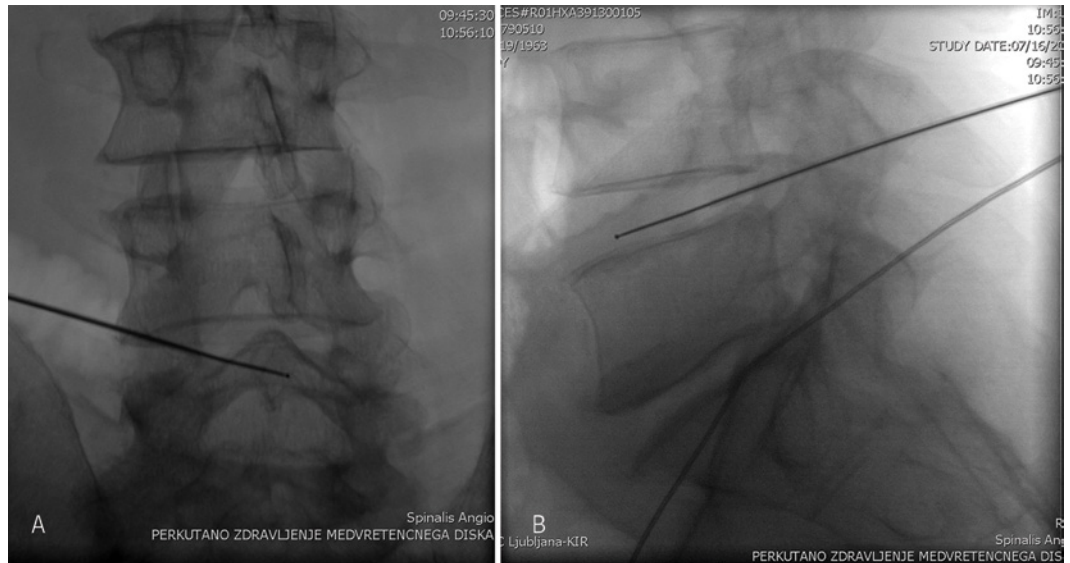
Metode

Splošno o metodi, postopkih in indikacijah

Cilj perkutane nukleotomije je na manj invaziven način terapevtsko delovati v spremenjeni medvretenčni ploščici. V nekaterih primerih z odstranitvijo dela medvretenčne ploščice dosežemo zmanjšanje pritiska, ki

Slika 1: Posterolateralni pristop do medvretenčne ploščice v ledvenem delu hrbtenice.

Antero-posteriorni (A) in stranski (B) rentgenogram ledvene hrbtenice prikazuje konico igle v medvretenčnem prostoru med četrtem in petim ledvenim vretencem med izvajanjem Nukleoplastike® (M. Jeromel).



ga izbočeni del ploščice povzroča na okolnih živčnih strukturah. Na opisane načine lahko zdravimo medvretenčne ploščice na vseh ravneh hrbtenice (vratnih, prsnih in ledvenih).

Nadzorovani pristop do medvretenčne ploščice se izvaja pod rentgensko (fluoroskopsko) kontrolo. V ta namen uporabljamo rentgenski aparat v obliki t. i. »C« loka. Aparati z dvema »C« lokoma (t. i. biplan aparati) omogočajo neprestan prikaz v dveh ravninah in s tem posebej varno izvajanje posega. V redkih primerih, ko potrebujemo natančnejši prikaz okolnih mehko tkivnih struktur, lahko poseg izvajamo pod nadzorom računalniškega tomografa (CT) s t. i. CT fluoroskopijo. Vse posege izvajamo v strogih pogojih asepsa pri bolnikih v analgesedaciji.

V ta namen uporabljamo uvajalne igle, večinoma velikosti od 17 do 19 gauge. Vsi postopki temeljijo na enakem perkutanem pristopu do medvretenčne ploščice (nukleotomiji); smer je odvisna od dela hrbtenice, ki ga zdravimo. Za prsne in ledvene dele uporabljamo posterolateralni pristop, medtem ko za posege na vratnem delu uporabimo anterolateralni pristop.⁴ (Sl. 1).

Indikacije za tovrsten manj invazivni poseg so neuspešno šesttedensko konzervativno zdravljenje bolečine v križu in/ali radikularne bolečine (posledica izbočenja ali manjšega oz. omejenega zdrsa medvretenčne ploščice, dokazanega z MRI ali CT), ki vključuje tudi selektivno vbrizgavanje korti-

kosteroidov v področje ob utesnjeni živčni korenini (periradikularna infiltracija).

Kontraindikacije za poseg so pareze živcev, motnje strjevanja krvi, stenoza hrbteničnega kanala ali nestabilnost hrbtenice, kolaps medvretenčne ploščice za več kot 50 % in vnetje. Predhodni kirurški poseg na isti ravni je relativna kontraindikacija. Tudi večji zdrsi z ekstrudiranim delom medvretenčne ploščice ali s sekvestrom niso primerni za tovrstno zdravljenje.⁴

Glede na način delovanja lahko postopke delimo na kemične (kemonukleoliza z kimopapainom, alkoholom, ozonom), mehanske (*angl.* automated percutaneous lumbar discectomy – APLD, artroskopska discektomija) in termične (laserska, radiofrekvenčna, intradiskalna elektrotermalna anuloplastika – IDET, Koblacija®).

Pregled postopkov

1. Postopki, ki temeljijo na kemičnem delovanju (kemonukleoliza)

Kimopapain

Prvi perkutani poseg na medvretenčni ploščici je že leta 1964 izvedel Smith, ko je vanjo vbrizgal kimopapain pri bolniku z ishialgijo.⁸

Kimopapain je cisteinska endopeptidaza, ki s svojim kemičnim delovanjem povzroči, da se puplozno jedro razgradi z encimi. Postopek s t. i. kemonukleolizo se je začel množično uporabljati po letu 1981 z odobri-

tvijo ameriške Agencije za prehrano in zdravila (*angl.* Food and Drug Administration Agency, FDA).

Ob dobrem terapevtskemu učinku so se pojavljali tudi resni stranski učinki. Incidenca transverznega mielitisa in paralize ter anafilaktičnih reakcij je znašala od 0,3–0,5 %.^{9,10} Vzrok za opisane reakcije so bile antigenske lastnosti in nevrotoksičnost kimopapaina.^{11,12}

Kasneje so uporabljali kimopapainu podobno delujoče encime (npr. hondroitinaza ABC). Vendar tudi podatki o dokazani večji varnosti hondroitinaze ABC niso uspeli preprečiti zatona kemonukleolize z encimskimi pripravki.^{13,14}

Ozon

Ozon je za zdravljenje bolečine v križu začel uporabljati Verga v 80. letih prejšnjega stoletja.¹⁵ Prva sta mešanico ozona in kisika v medvretenčne ploščice bolnikov s zdrsom aplicirala Muto in Avella.¹⁶

Učinek ozona pri zdravljenju spremenjenih medvretenčnih ploščic lahko pojasnimo z več mehanizmi (analgetičnim, protivnetnim in kemičnim).^{17,18} Z razpadom molekule ozona nastane aktiven atom kisika, ki se veže s proteoglikani. Posledica je strukturna sprememba proteoglikanov, ki izgubijo sposobnost vezanja oz. zadrževanja vode, kar skrči pulpozno jedro.^{17,18} Opisan učinek omogoča določeno stopnjo dekompresije živčnih struktur, nastale zaradi pritiska izbočene medvretenčne ploščice.

Z vnosom ozona naj bi klinično izboljšanje dosegli v 70–80 %.^{16,17,19–22} Burič in sodelavci poročajo, da naj bi bil učinek dolgotrajen (pri 73 % bolnikov je klinično pomembno izboljšanje prisotno še štiri leta po posegu).¹⁸

Neuspeh metode povezujejo s kalcinacijami v medvretenčni ploščici, stenozo hrbteničnega kanala, ponavljajočimi se zdrsi medvretenčne ploščice z epiduralnimi brazgotinami.³ Nekateri priporočajo vbrižgavanje ozona v mešanici s kortikosteroidi, lokalnim anestetikom in kolagenazami.^{23,24}

Etanol (DiscoGel®)

Z etanolom lahko uspešno izvajamo kemonukleolizo v medvretenčni ploščici.²⁵ Zaradi težav s slabo nadzorovanim vbrižga-

vanjem tekočega absolutnega alkohola so se pojavili bolj viskozni pripravki z dodatkom etilceluloze (radiopačni etanol v obliki gela, DiscoGel®).²⁶ S tem pripravkom se zmanjša nevarnost iztekanja v okolna tkiva, vendar s histološko analizo medvretenčnih ploščic, v katere je bil vbrižgan etanol v obliki gela, niso dokazali terapevtskega učinka na strukturo medvretenčne ploščice.²⁷ Nekateri avtorji kljub temu trdijo, da je s tovrstno kemonukleolizo možno doseči izboljšanje kliničnih simptomov (bolečine v križu) pri 75–89 % bolnikov.^{28,29}

Poročil o uspešnosti in varnosti postopka je v strokovni literaturi je zelo malo.^{26–29} Učinkovitost postopka, ki se izvaja le v redkih centrih, zato ostaja vprašljiva.

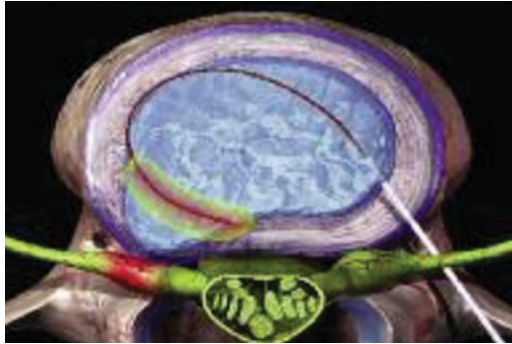
2. Postopki mehanske discektomije

Klasična kirurška tehnika zdravljenja zdrsa medvretenčne ploščice temelji na odprtem pristopu (laminektomija, hemilaminektomija, minilaminektomija). Že v 60. letih prejšnjega stoletja se je v kirurškem zdravljenju zdrsa medvretenčne ploščice začela uveljavljati manj invazivna mikrokirurška tehnika – mikrodiscektomija.³⁰ Ker opis tehnik, ki temeljijo na odprtem pristopu, presega okvir tega članka, se avtorja v nadaljevanju opisa mehanskih metod osredotočava le na različne perkutane metode.

Perkutani mehanski posegi na medvretenčni ploščici so se začeli uveljavljati že pred uvedbo mikrodiscektomije. V 50. letih prejšnjega stoletja so izvedli poseg, pri katerem so s punkcijo fibroznega obroča (nukleotomijo) povzročili ekstruzijo pulpoznega jedra v retroperitonealni prostor in s tem preprečili zdrs v predel hrbteničnega kanala.³¹

Idejo je kasneje uporabil Hijikata, ki je leta 1976 izvedel perkutano discektomijo s posebej razvitim forcepsom in kireto.³² Tudi Onik je ugotavljal, da sta si steklovina očesa in pulpozno jedro podobne gostote. S predelavo oftalmoloških mikroinstrumentov je razvil aspiracijsko cevko za perkutano discektomijo.³³ Tehniko so kasneje modificirali in razvili avtomatizirani pripomoček (*angl.* automated percutaneous lumbar discectomy, APLD). Z njim je možno hkrati rezati in odstranjevati (aspiracija) medvre-

Slika 2: Intradiskalna elektrotermalna anuloplastika (IDET). Shematski prikaz medvretenčne ploščice v prečni ravnini s prikazom optimalnega položaja elektrode – konica elektrode z aktivnim delom se nahaja ob notranjem področju fibroznega obroča v predelu zdrsa (objavljeno z dovoljenjem NeuroTherm®).



tenčne ploščice in s tem zmanjšati pritisk, ki ga izbočeni del ploščice oz. zdrs povzroča na okolnih živčnih strukturah.³³ Po podobnem načelu deluje tudi sistem Dekompresor®.³⁴ Metoda je danes klinično uspešna v 29–80 %.³⁵

Shapiro navaja, da je pri 58 % bolnikov, zdravljenih z APLD, klinično pomembno izboljšanje ishialgije prisotno še 27 mesecev po posegu.³⁶ APLD je ena od metod izbire pri bolnikih z recidivom zdrsa po kirurškem posegu.³⁷

Med manj invazivne posege sodi tudi perkutana manualna discektomija. Gre za kirurško metodo, ki temelji na endoskopskem (artroskopskem) prikazu odstranjevanja medvretenčne ploščice. Poseg se izvaja skozi 5–8 mm široko kanilo, uvedeno v medvretenčno ploščico. Kanila služi kot delovni kanal, preko katerega se pod endoskopsko kontrolo s posebnimi mikroinštrumenti odstrani del medvretenčne ploščice.³⁸ S tem dosežemo zmanjšanje pritiska, ki ga izbočeni del ploščice povzroča na okolnih živčnih strukturah. Metoda je v primerjavi z odprto discektomijo (preko laminotomije) primerljiva po uspešnosti. Rezultati sledenja bolnikov 24 mesecev po posegu potrjujejo učinkovitost (odsotnost ishialgije oz. manjša stopnja bolečine v križu pri 47 % oz. 80 % bolnikov). Bistvena prednost metode je manjša obolenost po posegu.³⁸

3. Postopki, ki temeljijo na termičnem delovanju

Laserska discektomija

Zmanjšanje pritiska, ki ga izbočeni del medvretenčne ploščice povzroča na okolnih živčnih strukturah, lahko dosežemo z energijo laserja. S slednjim povzročimo uparitev vode v pulpoznom jedru.⁶ Postopek so začeli

izvajati v osemdesetih letih prejšnjega stoletja.³⁹ Za lasersko discektomijo se uporabljajo različne vrste laserjev.⁶ Danes se najpogosteje uporablja laser kalij-titanil-fosfat (KTP).⁴⁰

Največja pomanjkljivost je nezmožnost natančnega nadziranja temperature, ki jo dovajamo v medvretenčno ploščico. Zato obstaja nevarnost termične poškodbe okolnih struktur (živčne strukture, terminalne plošče korpusov vretenc).^{41,42} Termičnim poškodbam se je možno izogniti s pravilno izbiro bolnikov in varnim izvajanjem posega.⁴³

Podatki, zbrani na velikem vzorcu bolnikov, pričajo o 70-odstotni uspešnosti posega nekaj let (2–6) po posegu.⁴⁴

Radiofrekvenčna (RF) ablacija

Postopek temelji na uničenju živčnih končičev, ki se nahajajo v zunanem delu fibroznega obroča, s toploto.⁴⁵ Konico RF sonde uvedemo v sredino pulpoznega jedra, ki nam služi kot medij, preko katerega se toplota prenese do živčnih končičev v fibroznem obroču.⁶

Podatki, dobljeni iz poskusov, kažejo, da so temperature, ki se prenesejo do fibroznega obroča, prenizke, da bi uničile živčne končiče.⁴⁶ Rezultati nekaterih kontroliranih randomiziranih raziskav niso dokazali učinkovitost postopka pri zdravljenju kronične bolečine v križu.⁴⁷

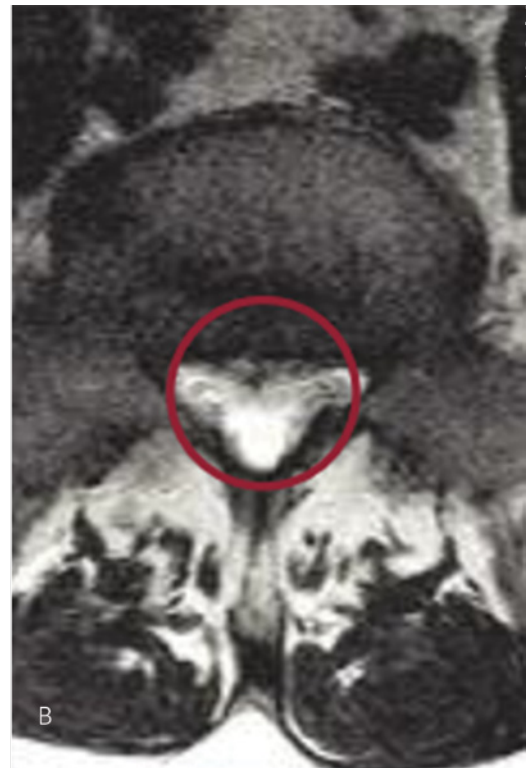
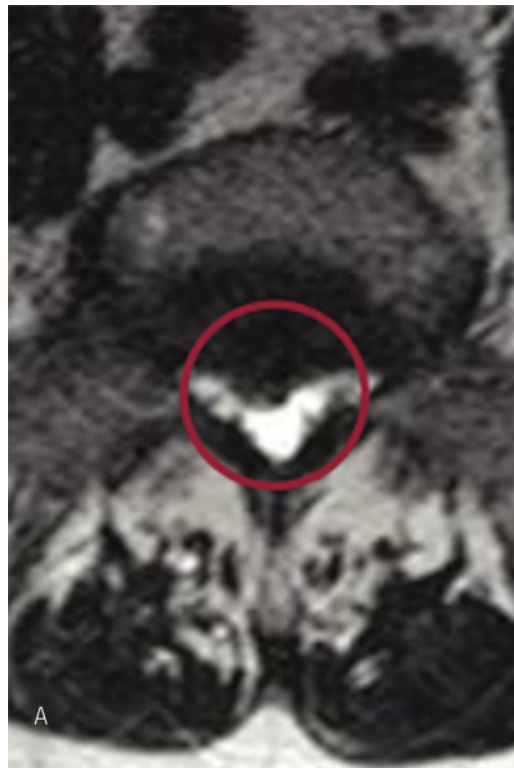
Po prepričanju nekaterih drugih avtorjev je z optimizacijo izvajanja postopka (vrsta, trajanje in jakost RF pulzov) možno doseči dober terapevtski učinek v medvretenčni ploščici.⁴⁸

S postopkom dosežemo analgetični učinek, medtem ko zmanjšanja prostornine in s tem tudi zmanjšanja pritiska, ki ga izbočeni del ploščice povzroča na okolnih živčnih strukturah, ne dosežemo.

Elektrotermalna terapija (intradiskalna elektrotermalna anuloplastika, IDET)

Postopek je leta 2000 uvedel Saal.⁴⁹ Intradiskalna elektrotermalna anuloplastika (IDET) je postopek, pri katerem v medvretenčno ploščico uvedemo elektrodo, preko katere nadzorovano segrevamo notranje področje fibroznega obroča. Pri standardnem protokolu kot ciljno temperaturo elektrode uporabljamo 90 °C v trajanju 4 minut. Pri

Slika 3: Bolnik s simptomatskim zdrsom medvretenčne ploščice na ravni med petim ledvenim in prvim križnim vretencom (L5/S1). MRI posnetek (T2 obtežena turbo-spin eho sekvenca) v prečni ravnini na ravni medvretenčne ploščice L5/S1 pred (A) in tri mesece po uspešni perkutani dekompresiji z elektrotermalno (IDET) metodo (B) (objavljeno z dovoljenjem NeuroTherm®).



tem naj bi temperatura, ki doseže fibrozni obroč, znašala od 60 do 65 °C.⁴⁹ Ta je dovolj visoka, da dosežemo denaturacijo proteinov in uničenje živčnih končičev. Dokazano je, da za denaturacijo fibril kolagena potrebujemo temperaturo, ki je višja od 60 °C, medtem ko so za uničenje živčnih končičev (nociceptorjev) potrebne temperature nad 42–45 °C.^{50,51} Tudi z IDET dosežemo le protibolečinski učinek, medtem ko zmanjšanja pritiska, ki ga izbočen del ploščice povzroča na okolnih živčnih strukturah, ne izvedemo.

Postopek se je izkazal za uspešnega, saj so pri 63–73 % bolnikov dosegli zmanjšanje bolečine (izraženo kot zmanjšanje povprečnega števila točk po vizualno-analogni lestvici, VAL).^{49,52,53} Pri 53 % bolnikov je klinično izboljšanje (zmanjšanje bolečine) prisotno še dve leti po posegu.⁵³ Ključnega pomena za dober klinični rezultat je pravilen položaj elektrode v medvretenčni ploščici (Sl. 2,3). Pri neoptimalni poziciji elektrode lahko dober rezultat dosežemo le pri 16 % bolnikov.⁴⁹

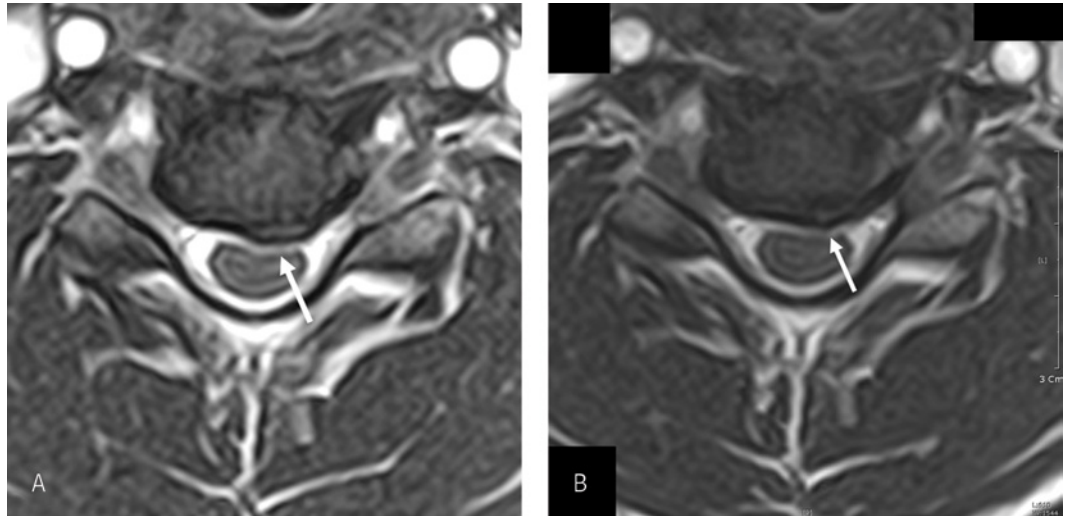
Pogostost vseh zapletov pri IDET je okoli 15 %.⁵⁴ Avtorji navajajo poškodbe (prelome) elektrod, poškodbe živcev (začasne, trajne), zdrse medvretenčnih ploščic po posegu (vključno s sindromom caude equine), osteonekrozo telesa vretenca, discitis, izte-

kanje likvorja in glavobole.^{54,55,56} Največja nevarnost ostaja možna termična poškodba okolnih tkiv. Kljub temu naj bi bil postopek varen, saj podatki iz poskusov dokazujejo, da so temperature, ki se prenašajo na strukture zunaj fibroznega obroča, prenizke, da bi povzročile okvaro okolnih tkiv.⁵⁷

Koblacija® (Nukleoplastika®)

Perkutano Nukleoplastiko® so prvič predstavili v letu 2001.⁵⁸ Postopek, ki temelji na uporabi bipolarne RF energije, se imenuje Koblacija®.^{4,59} Z RF elektrodo, ki jo uvedemo v medvretenčno ploščico, ioniziramo natrijeve atome v pulpoznom jedru, s čimer ustvarimo t. i. ionsko plazmo, ki je področje z visoko energijo. V področju ionske plazme razpadejo vezi v molekulah. Nastanejo enostavne molekule oz. plini (O₂, CO₂, N₂, H₂), ki se iz medvretenčne ploščice oz. iz telesa sprostijo preko uvajalne igle.⁴ Za Koblacijo® uporabljamo temperature v razponu od 40 do 70 °C.⁶ Ker postopek ne temelji na uporabi visokih temperatur, s katerimi bi abilirali (karbonizirali) tkivo, so toplotni učinki na okolnih tkivih manjši. Dokazano je, da v tkivih (žilno-živčne strukture), ki so vsaj 5 mm oddaljena od elektrode, prihaja do neznatih dvigov temperature.⁶⁰ Pri vsakem posegu v medvretenčni ploščici naredimo

Slika 4: 29-letni bolnik s simptomatskim zdrsom medvretenčne ploščice med petim in šestim vratnim vretencom (C5/C6). MRI posnetek (T2 obtežena turbo-spin eho sekvenca) v prečni ravnini na ravni medvretenčne ploščice C5/C6 pred (A) in po perkutani Nukleoplastiki® (B). Vidna je zmanjšana prostornina medvretenčne ploščice (Shin HJ, et al. The results of cervical nucleoplasty in patients with cervical disc disorder: a retrospective clinical study of 22 patients. Korean J Pain 2011; 24(1): 36–43; z dovoljenjem avtorja in založbe oz. združenja Korean Pain Society).



več kanalov (od šest do deset) z namenom, da zmanjšamo maso oz. prostornino ploščice.^{4,61} Pri klasičnem postopku naj bi odvzeli približno 10 % prvotne prostornine medvretenčne ploščice (Sl. 4).⁶² Na opisani način učinkovito zmanjšamo pritisk, ki ga izbočeni del ploščice povzroča na okolnih živčnih strukturah.

S posegom, ki naj bi bil uspešen v 75–80 %, je pri večini bolnikov možno doseči pomembno izboljšano kakovost življenja.^{59,63–65} Postopek lahko varno in učinkovito izvajamo na vseh ravneh hrbtenice.^{66,67} Učinek posega je dolgotrajen; 74 % bolnikov tudi dve leti po Nukleoplastiki® na vratnem delu hrbtenice navaja klinično izboljšanje.⁶⁸ Pomembne podatke, s katerimi lahko pojasnimo uspešnost postopka, so raziskovalci pridobili iz raziskav na truplih. Z Nukleoplastiko® (Koblacijo®) naj bi dobro zmanjšanje prostornine medvretenčne plo-

ščice dosegli pri manj degeneriranih medvretenčnih ploščicah, medtem ko bi naj bil postopek manj uspešen v izrazito spremenjenih (dehidriranih) medvretenčnih ploščicah.^{6,60,69}

Nevarnosti in zapleti perkutanih metod

Prvo skupino predstavljajo zapleti, ki nastanejo ob dostopanju do medvretenčne ploščice. Mednje sodijo mehanske poškodbe živčnih struktur, krvavitve (tudi hematomi v hrbteničnem kanalu), vnetja, iztekanje likvorja (likvorska fistula) ob poškodbi duralne vreče.^{54–56}

V drugo skupino sodijo zapleti, ki nastanejo kot posledica delovanja v sami medvretenčni ploščici ali sistemsko po telesu. Transverzni mielitisi, paralize in anafilaktične reakcije so opisovali pri dajanju kimpapaina (posledica nevrotoksičnosti

Tabela 1: Učinkovitost različnih postopkov perkutane nukleotomije.^{16,17,19–22,35,37,38,44,55,48,59,63–65,68,70}

Postopki	Klinično izboljšanje znotraj 12-ih mesecev (%)	Klinično izboljšanje po 12-ih mesecih (%)
Kemonukleoliza z ozonom	70–80	73
APLD*	29–80	58–83
Manualna endoskopska discektomija*	67–93	47–80
Laserska discektomija*	80–92	56–87
IDET anuloplastika	37–75	37–79
Koblacija® Nukleoplastika®*	56–88	74

*Postopek omogoča odstranjevanje dela medvretenčne ploščice.

kimopapaina). Pri opisanih postopkih so zapleti na okolnih tkivih posledica kemičnih, mehanskih in termičnih učinkov. Med opisanimi zapleti avtorji navajajo poškodbe terminalnih plošč teles vretenca, živčnih struktur (začasne, trajne), duralne vreče z iztekanjem likvorja, zdrse medvretenčnih ploščic po posegu (vključno s sindromom cauda equina), osteonekrozo telesa vretenca, discitis.^{27,41,53-56}

Poročila o incidenci zapletov so različna.⁷⁰ Prehodni stranski učinki v obliki bolečine v križu se lahko pojavijo pri do 10 % primerov.⁶⁸ Najvišjo stopnjo zapletov opisujejo pri postopkih, ki delujejo po načelu visokih temperatur (npr. IDET). Nekateri avtorji pri teh postopkih opisujejo do 15 % stopnjo vseh zapletov.⁵³ Pri metodah, ki uporabljajo nižje temperature, je stopnja zapletov manjša. Rezultati analize velikega vzorca bolnikov (396), zdravljenih z Nukleoplastiko® so pokazali, da pogostost vseh zapletov znaša le 2 %. Pri tem opisujejo pogostost na novo nastale radikularne bolečine/parestezij po posegu pri 0,5 % bolnikov. Kljub strogemu upoštevanju aseptičnih pogojev znaša pogostost iatrogenega discitisa 0,25 %.⁶⁷

Rezultati

V literaturi objavljeni rezultati o stopnji učinkovitosti kliničnega izboljšanja (zmanjšanje bolečin – lumbalgije oz. lumboishialgije pri metodah, ki omogočajo tudi dekompresijo živčnih struktur) so navedeni v Tabeli 1. Prikazani so le postopki, katerih varnost in učinkovitost je v strokovni literaturi prepričljivo podprta s podatki na velikih vzorcih.

Rehabilitacija po posegu

Prenehanje simptomov takoj po posegu kaže na uspešno izveden poseg.

V obdobju prvih štirinajstih dni po posegu mora bolnik omejiti dolgotrajno sedenje in pretirano upogibanje hrbtenice. Športne dejavnosti je potrebno opustiti za vsaj šest tednov.⁴

Hitro okrevanje po posegu (brez potrebe po posebnem rehabilitacijskem oz. zdraviliškem zdravljenju) je glavna prednost perkutanih metod.

Kontrolno slikovnodiagnosticsko preiskavo z MRI ali CT je potrebno opraviti v primeru suma na kakršen koli s posegom povezani zaplet.

Zaključki

Manj invazivne metode za zdravljenje degenerativno spremenjenih medvretenčnih ploščic, ki omogočajo tudi dekompresijo živčnih struktur (zaradi izbočenja ali zdrsa medvretenčne ploščice), so alternativa klasičnim kirurškim postopkom.

Pri večini bolnikov lahko z opisanimi perkutanimi posegi dosežemo učinek oz. klinično izboljšanje.

Večina perkutanih metod, ki se danes uporablja, ima svoje prednosti, a tudi pomanjkljivosti. Zato se je težko opredeliti, katera je najučinkovitejša.

Ključnega pomena za dober učinek sta pravilna izbira bolnikov in varno izvajanje posega.

Tovrstne posege lahko varno izvajajo le izkušeni specialisti, usmerjeni v zdravljenje tovrstnih sprememb, ki so večji perkutanih in fluoroskopsko vodenih posegov.

Literatura

1. Nachemson A. The lumbar spine: an orthopedic challenge. *Spine* 1976; 1: 59–7.
2. Coppes MH, Marani E, Thomeer RT, Groen GJ. Innervation of "painful" lumbar discs. *Spine* 1997; 22: 2342–9.
3. Wetzell FT, McNally TA. New directions and interventions: Intradiscal electrothermal annuloplasty to treat chronic discogenic low back pain. *Current Opinion in Orthopedics* 2002; 13: 172–7.
4. Buy X, Gangi A. Percutaneous Treatment of Intervertebral Disc Herniation. *Semin Intervent Radiol* 2010; 27: 148–59.
5. Long MD. Decision making in lumbar disc disease. *Clin Neurosurg* 1991; 39: 36–51.
6. Chen Y, Derby R, Lee SH. Percutaneous disc decompression in the management of chronic low back pain. *Orthop Clin North Am* 2004; 35: 17–23.
7. Mixer WJ, Barr JS. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *New Engl J Med* 1934; 211: 210–5.
8. Smith LW. Enzyme dissolution of the nucleus pulposus in humans. *JAMA* 1964; 187: 137–40.
9. Nordby EJ, Wright PH, Schofield SR. Safety of chemonucleolysis. Adverse effects reported in the

- United States, 1982–1991. *Clin Orthop* 1993; 293: 122–34.
10. Postacchini F. Management of herniation of the lumbar disc. *J Bone Joint Surg* 1999; 81: 567–76.
 11. Agre K, Wilson RR, Brim M, McDermott DJ. Chymodiactin postmarketing surveillance. Demographic and adverse experience data in 29,075 patients. *Spine* 1984; 9: 479–85.
 12. Hall BB, McCulloch JA. Anaphylactic reactions following the intradiscal injection of chymopapain under local anesthesia. *J Bone Joint Surg* 1983; 65: 1215–9.
 13. Sasaki M, Takahashi T, Miyahara K, Hirose AT. Effects of chondroitinase ABC on intradiscal pressure in sheep: an in vivo study. *Spine* 2001; 26: 463–8.
 14. Wittenberg RH, Oppel S, Rubenthaler FA, Steffen R. Five-year results from chemonucleolysis with chymopapain or collagenase: a prospective randomized study. *Spine* 2001; 26: 1835–41.
 15. Das G, Ray S, Ishwarari S, Roy M, Ghosh P. Ozone Nucleolysis for Management of Pain and Disability in Prolapsed Lumbar Intervertebral Disc A Prospective Cohort Study. *Interv Neuroradiol* 2009; 15: 330–4.
 16. Muto M, Avella F. Percutaneous treatment of herniated lumbar disc by intradiscal oxygen-ozone injection. *Interv Neuroradiol* 1998; 4: 279–86.
 17. Muto M, Andreula C, Leonardi M. Treatment of herniated lumbar disc by intradiscal and intraforaminal oxygen-ozone (O₂-O₃) injection. *J Neuroradiol* 2004; 31: 183–9.
 18. Buric J, Molino Lova R. Ozone chemonucleolysis in non-contained lumbar disc herniations: a pilot study with 12 months follow-up. *Acta Neurochir Suppl* 2005; 92: 93–7.
 19. D'Erme M, Scarchilli A, Artale AM, Pasquali Lasagni M. Ozonotherapy in lumbar sciatic pain. *Radiol Med* 1998; 95: 21–4.
 20. Andreula CF, Simonetti L, De Santis F, Agati R, Ricci R, Leonardi M. Minimally invasive oxygen-ozone therapy for lumbar disc herniation. *Am J Neuroradiol* 2003; 24: 996–1000.
 21. Paradiso R, Alexandre A. The different outcomes of patients with disc herniation treated either by microdiscectomy, or by intradiscal ozone injection. *Acta Neurochir Suppl* 2005; 92: 139–42.
 22. Oder B, Loewe M, Reisseger M, Lang W, Ilias W, Thurnher SA. CT-guided ozone/steroid therapy for the treatment of degenerative spinal disease—effect of age, gender, disc pathology and multi-segmental changes. *Neuroradiology* 2008; 50: 777–85.
 23. Gallucci M, Limbucci N, Zugaro L, Barile A, Stavroulis E, Ricci A, et al. Sciatica: treatment with intradiscal and intraforaminal injections of steroid and oxygen-ozone versus steroid only. *Radiology* 2007; 242: 907–13.
 24. Wu Z, Wei LX, Li J, Wang Y, Ni D, Yang P, Zhang Y. Percutaneous treatment of non-contained lumbar disc herniation by injection of oxygen-ozone combined with collagenase. *Eur J Radiol* 2009; 72: 499–504.
 25. Riquelme C, Musacchio M, Mont'Alverne F, Tornade A. Absolut alcohol: Chemonucleolysis of lumbar disc herniation with ethanol. *J Neuroradiol* 2001; 28: 219–29.
 26. Theron J, Guimaraens L, Casasco A, Sola T, Cuellar H, Courtheoux P. Percutaneous treatment of lumbar intervertebral disk hernias with radioopaque gelified ethanol: a preliminary study. *J Spinal Disord Tech* 2007; 20: 526–32.
 27. Guarnieri G, de Dominicis G, Muto M. Intradiscal and Intramuscular Injection of Discogel® Radioopaque Gelified Ethanol: Pathological Evaluation *The Neuroradiology Journal* 2010; 23: 249–52.
 28. Stagni S, de Santis F, Cirillo L, Dall'olio M, Princiotta C, Simonetti L, et al. A minimally invasive treatment for lumbar disc herniation: DiscoGel® chemonucleolysis in patients unresponsive to chemonucleolysis with oxygen-ozone. *Interv Neuroradiol* 2012; 18: 97–104.
 29. Theron J, Cuellar H, Sola T, Guimaraens L, Casasco A, Courtheoux P. Percutaneous treatment of cervical disk hernias using gelified ethanol. *Am J Neuroradiol* 2010; 31: 1454–6.
 30. Yasargil MG. Microsurgical operation of herniated lumbar disc. In: Wullenweber R, Brock M, Hamer J, Klinger M, Spoerri O, eds. *Advances in Neurosurgery*. Berlin, New York: Springer-Verlag; 1977. p. 81–94.
 31. Hult L. The Munkfors Investigation. *Acta Orthop Scand Suppl* 1954; 16: 5–76.
 32. Hijikata S, Yamgishi M, Makayama T, Oomori K. Percutaneous discectomy. A new treatment method for lumbar disc herniation. *J Toden Hosp* 1975; 5: 5–13.
 33. Onik G, Helms CA, Ginsburg L, Hoaglund FT, Morris J. Percutaneous lumbar discectomy using a new aspiration probe. *Am J Roentgenol* 1985; 144: 1137–40.
 34. Lierz P, Alo KM, Felleiter P. Percutaneous lumbar discectomy using the Dekompressor System under CT-control. *Pain Pract* 2009; 9: 216–220.
 35. Hirsch JA, Singh V, Falco FJ, Benyamin RM, Manchikanti L. Automated percutaneous lumbar discectomy for the contained herniated lumbar disc: a systematic assessment of evidence. *Pain Physician* 2009; 12: 601–20.
 36. Shapiro S. Long-term follow-up of 57 patients undergoing automated percutaneous discectomy. *J Neurosurg* 1995; 83: 31–33.
 37. Eloqayli H, Al-omari M. Percutaneous discectomy: minimally invasive method for treatment of recurrent lumbar disc herniation. *Clin Neurol Neurosurg* 2012; 114: 871–5.
 38. Hermantin FU, Peters T, Quartararo L, Kambin P. "A prospective, randomized study comparing the results of open discectomy with those of video-assisted arthroscopic microdiscectomy. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81: 958–65.
 39. Choy DS, Case RB, Fielding W, Hughes J, Liebler W, Ascher P. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks. *N Engl J Med* 1987; 317: 771–2.
 40. Yeung A. Considerations for the use of the KTP laser for disc decompression and ablation. *State of the Art Reviews. Spine* 1993; 7: 67–93.
 41. Hayashi K, Thabit III G, Bogdanske JJ, Mascio LN, Markel MD. The effect of nonablative laser energy on the ultrastructure of joint capsular collagen. *Arthroscopy* 1996; 12: 474–81.
 42. Cvitanic OA, Schimandle J, Casper GD, Tirman PF. Subchondral marrow changes after laser discectomy in the lumbar spine: MR imaging findin-

- gs and clinical correlation. *Am J Roentgenol* 2000; 174: 1363–9.
43. Ohnmeiss DD, Guyer RD, Hochschuler SH. Laser discdecompression. The importance of proper patient selection. *Spine* 1994; 19: 2054–8.
 44. Menchetti PP, Canero G, Bini W. Percutaneous laser discectomy: experience and long term follow-up. *Acta Neurochir Suppl* 2011; 108: 117–21.
 45. Barendse GA, van Den Berg SG, Kessels AH, Weber WE, van Kleef M. Randomized controlled trial of percutaneous intradiscal radiofrequency thermocoagulation for chronic discogenic back pain: lack of effect from a 90-second 70 C lesion. *Spine* 2001; 26: 287–92.
 46. Houtpt JC, Conner ES, McFarland EW. Experimental study of temperature distributions and thermal transport during radiofrequency current therapy of the intervertebral disc. *Spine* 1996; 21: 1808–12.
 47. Barendse GA, van Den Berg SG, Kessels AH, Weber WE, van Kleef M. Randomised controlled trial of percutaneous intradiscal radio-frequency thermocoagulation for chronic discogenic back pain. Lack of effect from a 90-second 70 oC lesion. *Spine* 2001; 26: 287–92.
 48. Jung YJ, Lee DG, Cho YW, Ahn SH. Effect of intradiscal monopolar pulsed radiofrequency on chronic discogenic back pain diagnosed by pressure controlled provocative discography: a one year prospective study. *Ann Rehabil Med* 2012; 36: 648–56.
 49. Saal JA, Saal JS. Intradiscal electrothermal treatment for chronic discogenic low back pain: a prospective outcome study with minimum 1-year follow-up. *Spine* 2000; 25: 2622–7.
 50. Wall MS, Deng XH, Torzilli PA, Doty SB, O'Brien SJ, Warren RF. Thermal modification of collagen. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8: 339–44.
 51. Cosman ER, Nashold BS, Ovelman-Levitt J. Theoretical aspects of radiofrequency lesions in the dorsal root entry zone. *Neurosurgery* 1984; 15: 945–50.
 52. Derby REB, Chen Y, O'Neill C, Ryan D. Intradiscal electrothermal annuloplasty: a novel approach for treating chronic discogenic back pain. *Neuromodulation* 2000; 3: 82–8.
 53. Lee MS, Cooper G, Lutz GE, Lutz C, Hong HM. Intradiscal electrothermal therapy (IDET) for treatment of chronic lumbar discogenic pain: a minimum 2-year clinical outcome study. *Pain Physician* 2003; 6: 443–8.
 54. Cohen SP, Larkin T, Abdi S. Risk factors for failure and complications of intradiscal electrothermal therapy: a pilot study *Spine* 2003; 28: 1142–7.
 55. Djurasovic M, Glassman SD, Dimar JR 2nd, Johnson JR. Vertebral osteonecrosis associated with the use of intradiscal electrothermal therapy. A case report. *Spine* 2002; 27: 325–8.
 56. Hsia AW, Isaac K, Katz JS. Cauda equina syndrome from intradiscal electrothermal therapy. *Neurology* 2000; 55: 320.
 57. Wegener B, Rieskamp K, Büttner A, Habiyambere V, von Schultze-Pellangahr C, Schaffer V, et al. Experimental evaluation of the risk of extradiscal thermal damage in intradiscal electrothermal therapy (IDET). *Pain Physician*. 2012; 15: 99–106.
 58. Singh V, Piryani C, Liao K, Nieschulz S. Percutaneous Disc Decompression Using Nucleoplasty– Annual Meeting of the Florida Pain Society; 2001 June 4–6; Miami, USA.
 59. Singh V, Derby R. Percutaneous lumbar disc decompression. *Pain Physician* 2006; 9: 139–46.
 60. Chen YC, Lee SH, Saenz Y, Lehman NL. Histologic findings of disc, end plate and neural elements after coblation of nucleus pulposus: an experimental nucleoplasty study. *Spine J* 2003; 3: 466–70.
 61. Sharps LS, Issac Z. Percutaneous disc decompression using nucleoplasty. *Pain Phys* 2002; 5: 121–6.
 62. Kim PS. Nucleoplasty. *Tech Reg Anes Pain Manage* 2004; 8: 46–52.
 63. Sinan T, Sheikh M, Buric J, Dashti K, Al-Mukhaimi A. Percutaneous coblation nucleoplasty in patients with contained lumbar disc prolapse: 1 year follow-up in a prospective case series. *Acta Neurochir Suppl* 2011; 108: 107–12.
 64. Sim SE, Ko ES, Kim DK, Kim HK, Kim YC, Shin HY. The results of cervical nucleoplasty in patients with cervical disc disorder: a retrospective clinical study of 22 patients. *Korean J Pain* 2011 Mar; 24: 36–43.
 65. Grewal H, Grewal BS, Patel R. Nonsurgical interventions for low back pain. *Prim Care* 2012; 39: 517–23.
 66. König V, Eichen PM, Achilles N, Mösges, R. A Systematic Review of RCTs with Nucleoplasty– An Update. *Pain Physician* 2013; 16: 45–50.
 67. Kallás JL, Godoy BL, Andraus CF, Carvalho FG, Andraus ME. Nucleoplasty as a therapeutic option for lumbar disc degeneration related pain: a retrospective study of 396 cases. *Arq Neuropsiquiatr*. 2013; 71: 46–50
 68. Halim W, Wullems JA, Lim T, Aukes HA, van der Weegen W, Vissers KC, et al.. The Long term Efficacy and Safety of Percutaneous Cervical Nucleoplasty in Patients with a Contained Herniated Disk. *Pain Pract*. 2013; 13: 364–71.
 69. Kasch R, Mensel B, Schmidt F, Ruetten S, Barz T, Froehlich S, et al. Disc volume reduction with percutaneous nucleoplasty in an animal model. *PLoS One* 2012; 7: 50211.
 70. Manchikanti L, Boswell MV, Datta S, Fellows B, Abdi S, Singh V, et al. Comprehensive review of therapeutic interventions in managing chronic spinal pain. *Pain Physician* 2009; 12: 123–98.