

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Bakalářská práce

2019

Michaela Molková

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Michaela Molková

Nevaskulární intervence v léčbě bolestí zad

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Olomouc 2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 14. dubna 2019

podpis autora

Ráda bych poděkovala MUDr. Jiřímu Kozákovi za odborné vedení bakalářské práce, rady a připomínky.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Nevaskulární intervence v léčbě bolestí zad

Název práce: Nevaskulární intervence v léčbě bolestí zad

Název práce v AJ: Nonvascular intervention in the treatment of back pain

Datum zadání: 2018-11-30

Datum odevzdání: 2019-04-14

Vysoká škola, fakulta ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Molková Michaela

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Oponent práce: MUDr. Vojtěch Prášil

Abstrakt v ČJ: Tato přehledová bakalářská práce se zabývá léčbou bolestí zad prostřednictvím nevaskulárních intervencí. Především periradikulární terapií a ozónoterapií. Dále zahrnuje srovnání těchto dvou metod, zhodnocení kontrolních studií, anatomii páteře, hlavní příčiny bolestí zad a informuje o úloze radiologického asistenta.

Abstrakt v AJ: This bachelor thesis deals with the treatment of back pain through non-vascular interventions. Especially periradicular therapy and ozone therapy. It also includes a comparison of these two methods, evaluation of control studies, anatomy of the spine, the main causes of back pain and informs about the role of the radiological assistant.

Klíčová slova v ČJ: bolest zad, nevaskulární intervence, periradikulární terapie (PRT), ozónoterapie, radiologie, ozón

Klíčová slova v AJ: back pain, nonvascular intervention, periradicular therapy (PRT), ozonotherapy, radiology, ozone

Rozsah práce: 44 stran/ 9 příloh

Obsah

Úvod	7
1. Obecná anatomie páteře	10
2. Etiologie bolestí zad	12
3. Taktika léčby bolestí zad	15
4. Zobrazovací metody při léčbě bolestí zad	18
5. Úloha radiologického asistenta.....	20
6. Metody nevasikulární intervence v léčbě bolestí zad	22
6.1. Periradikulární terapie (PRT)	22
6.2. Ozónoterapie	26
Výsledky	32
Závěr	33
Referenční seznam	34
Seznam zkratk.....	39
Seznam příloh	40
Přílohy	41

Úvod

Incidence nemocných trpících bolestmi zad neustále roste. Vzrůstající tendence je zaznamenána již od 20. století. Tato zdravotní bariéra nevznikla najednou, ale v průběhu dlouhodobého vývoje lidstva (Rokyta a kol., 2009, s. 49). Prvotní lékař, John J. Bonica, se zabýval léčbou chronické bolesti a v roce 1947 založil „Pain Clinic“ neboli jakousi ambulanci sloužící k léčbě bolesti (Hakl, 2009, s. 488).

Tato skutečnost má dopad nejen na samotné nemocné jedince, ale také na ekonomiku státu, tudíž na celou společnost. Zvláště ve vyspělých zemích sahají náklady na léčbu bolestí zad (BZ) velmi vysoko (Vrba, 2008, s. 142).

BZ zná skoro každý a pravděpodobnost onemocnění se zvyšuje s věkem. Výskyt BZ se u seniorů pohybuje okolo 13-50% (Andrašínová, 2018, s. 41). Proto jsou v současné době chápány a využívány jako argument k pracovní neschopnosti (Vrba, 2008, s. 142). Mezi země s nejvyšší pracovní neschopností patří Kanada, Velká Británie, Švédsko, Nizozemí a naopak nejnižší v USA, Německu (Rokyta a kol., 2009, s. 18).

Rizikovými faktory vzniku bolestí jsou nezdravý životní styl (kouření, konzumace alkoholu, obezita), nedostatek pohybových aktivit, sedavé zaměstnání, stres (Štětkářová, 2009, s. 345). V dnešní době vznikají nové technologie, zvyšuje se životní pohodlí, tudíž fyzická aktivita je minimální (Rokyta a kol., 2009, s. 50). Muži jsou na tom podstatně lépe než ženy, jelikož BZ postihují především více ženy (Hart a kol., 2014, s. 57).

Ve zdravotnictví si lze povšimnout malých nedostatků jako je neuspokojivě a včasné provedené vyšetření, zahájení léčby a velmi nedostačující prevence. Odhalení přesného místa bolesti je obtížné (Vrba, 2008, s. 142). Prevence je velmi důležitým opatřením, je nutno zabránit zhoršení pacientova zdravotního stavu a zamezit vzniku chronicity (Štětkářová, 2009, s. 345). V současnosti je po celé České republice vytvořena síť odborných pracovišť a speciálně zaměřených ambulancí (Hakl, 2009, s. 488).

V souvislosti s danou problematikou je možno položit si otázky:

1. Jaké jsou nejčastější příčiny vzniku bolestí zad?
2. Používané metody léčby?
3. Jaká je úloha radiologického asistenta při diagnostice bolestí zad?
4. Jak se provádí periradikulární terapie a ozónoterapie?

Na základě stanovených otázek jsou vytyčeny tyto cíle:

1. Přehledný soubor hlavních příčin bolestí zad.
2. Popsat nevaskulární metody (PRT, OZT) v léčbě bolestí zad a informovat o úloze radiologického asistenta nejen v uvedených postupech.

Pro sepsání této přehledové bakalářské práce byla nastudována a následně použita tato vstupní literatura:

HART, Radek, Radim BÁRTA, Andrej CULBA a kol., 2014. *Degenerativní onemocnění páteře*. Praha: Galén. s. 291. ISBN 978-80-7492-067-7.

KASÍK, Jiří, Zdeněk KLÉZL, Jaroslav PLAS a kol., 2002. *Verteobrogenní kořenové syndromy: diagnostika a léčba*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada. s. 224. ISBN 80-247-0142-1.

NEKULA, Josef, Pavel ELIÁŠ, Pavel HORÁK a kol., 2005. *Zobrazovací metody páteře a páteřního kanálu*. Hradec Králové: Nucleus HK. s. 212. ISBN 80-862-2571-2.

ROKYTA, Richard, Karel BALCAR, Jitka FRICOVÁ a kol., 2009. *Bolest a jak s ní zacházet: učebnice pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada, s. 174. ISBN 9788024730127.

VOMÁČKA, Jaroslav, Jiří KOZÁK a Josef NEKULA, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 2., dopl. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. s. 157. ISBN 978-80-244-4508-3.

Další informace o daném tématu byly získány z odborných článků na základě rešeršní činnosti, která probíhala od listopadu 2018 do ledna 2019. Na jejich vyhledávání se podílely tyto databáze: Medvik, EBSCO, PubMed, Bibliomedica Čechoslovaka, Springer, Google Scholar. Požadované informace byly také nalezeny v odborných časopisech jako např. Interní medicína pro praxi nebo Česká radiologie. Klíčová slova byla zadávána v českém a anglickém jazyce. Základem rešeršního dotazu byla tato klíčová slova: bolest zad, nevaskulární intervence, periradikulární terapie (PRT), ozónoterapie, radiologie, ozón. V anglickém jazyce pak back pain, nonvascular intervention, periradicular therapy (PRT), ozonotherapy, radiology, ozone. Celkem bylo nalezeno 125 článků. Po posouzení dohledaných informací a zhodnocení jejich validity bylo použito 22 odborných článků a 8 bibliografických zdrojů. Ostatní články neodpovídaly požadovaným kritériím.

1. Obecná anatomie páteře

Columna vertebrarum (= páteř) je pro tělo oporou a zároveň tvoří ochrannou funkci pro míchu (medulla spinalis). U dospělého člověka délka páteře činí asi 35% výšky těla a 20 - 25% připadá na meziobratlové ploténky (Nekula, 2005, s. 9). Páteř člověka je typicky zakřivená v sagitální rovině a lehce i v rovině frontální. Zakřivení směrem dopředu se nazývá lordóza. Rozlišujeme lordózu krční a bederní. Opakem lordózy je kyfóza. Takové zakřivení popisujeme na hrudní páteři či na kosti křížové. Mezi přechodem posledního bederního obratle a kosti křížové dochází k vyvýšení, tzv. promontoriu. Vybočuje-li páteř do stran, hovoříme o tzv. skolióze.

Velkou výhodou je také pružnost a ohebnost páteře, která nám umožňuje vykonávat předklony, záklony, úklony nebo rotaci. Nejvíce pohyblivá je v krční oblasti a naopak nejméně pohyblivá v oblasti beder.

Základní stavební jednotkou páteře je obratel (= vertebra). Rozeznáváme 7 krčních obratlů (C1 - C7), 12 hrudních (Th1 - Th12), 5 bederních (L1 - L5), 5 křížových (S5), které srůstají v kost křížovou a 4 - 5 kostrčních obratlů (Co1 - 4(5)), vytvářející kost kostrční. Obratle mají stejnou stavbu. Základ tvoří tělo obratle (corpus vertebrae), oblouk obratle (arcus vertebrae) a několik výběžků (processus). Tělo směřuje dopředu a vytváří nosnou část obratle. V krční části je tělo poměrně nízké, ale směrem dolů mohutní, takže v bederní oblasti jsou těla obratlů nejmohutnější. Obratlová těla mohou být spojena třemi způsoby: meziobratlovými ploténkami, ligamenty (vazy) nebo meziobratlovými klouby. K obratlovému tělu se zezadu připojuje oblouk a společně vytvářejí foramen vertebrae (obratlový oblouk). Jednotlivé obratlové oblouky jsou uloženy nad sebou do sloupce, kde vzniká páteřní kanál (canalis vertebrae). Tímto kanálem prostupuje páteřní mícha (medulla spinalis). Mícha však neprochází celou délkou páteře, ale končí v oblasti 1. - 2. bederního obratle. K obratlovému oblouku se dále připojují párové výběžky, které odstupují do stran, processus transversi (výběžky příčné), processus articularis (výběžky kloubní) odstupující nahoru a dolů a nepárový výběžek processus spinosus (výběžek trnový), odstupující dozadu. První a druhý krční obratel (atlas, axis), kost křížová (os sacrum) a kostrč (os coccygis) patří mezi výjimky a neodpovídají předchozímu popisu. U prvního krčního obratle je tělo nahrazeno dvěma kostěnými oblouky. Pro druhý krční obratel, axis, je charakteristický zub (dens axis), který nasedá na kloubní jamku atlasu. Kost křížová má trojúhelníkovitý tvar a vzniká srůstem pěti obratlů (Čihák,

2001, s. 89 - 114). Přední plocha je vyhloubená, kdežto zadní plocha vypouklá (Nekula, 2005, s. 16). Na kost křížovou se připojuje poslední část páteře, kost kostrční, která je složena ze čtyř až pěti zakrnělých kostrčních obratlů. Mezi kostí křížovou a kostrčí popisujeme chrupavčité a málo pohyblivé spojení (Čihák, 2001, s. 102).

2. Etiologie bolestí zad

Páteř tvoří velmi důležitou funkci pro lidské tělo, avšak velmi snadno může být postihnuta degenerativními procesy (Hart, 2014, s. 57). Neustále dochází k výraznému vzrůstu pacientů s bolestmi zad (Vrba, 2008, s. 142 - 145). Zhruba 90% populace trpí bolestmi zad, což vede také k velkým ekonomickým nákladům. Nejčastější místo výskytu bolesti je bederní, krční a hrudní páteř (Hart, 2014, s. 57). Na vznik BZ působí dlouhodobé přetěžování páteře (např. vrcholoví sportovci), nízká pohybová aktivita, sedavé zaměstnání a stárnutí populace. Dalšími rizikovými faktory jsou špatný životní styl, kouření, obezita, která velmi zatěžuje kosterní aparát (Štětkářová, 2009, s. 345 - 348). Negativní faktory mohou mít také genetický podklad, jako například u vývojových vad (Nekula, 2005, s. 77). Všechny uvedené faktory společně s genetickými predispozicemi urychlují vznik páteřního onemocnění (Hart, 2014, s. 57).

Degenerativní změny páteře

Jedná se o fyziologický proces, ve kterém dochází ke změně struktury a funkce části páteře, důsledkem opotřebením a stárnutím páteře. K opotřebením páteře může docházet i předčasně, a to z mnoha důvodů např. po traumatu nebo zánětu, při přetěžování páteře u profesionálních sportovců nebo odchylky páteře, které omezují hybnost určité oblasti a zatěžují sousední obratle. Působením mnoha negativních faktorů se začne onemocnění pomalu rozvíjet (Nekula, 2005, s. 158). Začátek degenerativního procesu se odehrává na meziobratlové ploténce, která je nedokonale vyživována. Změny se odehrávají ve třech fázích. První fáze se nazývá dysfunkce (Nekula, 2005, s. 158). V důsledku stárnutí organismu se snižuje množství vody v ploténce. Ploténka není odolná vůči mechanickým vlivům a vznikají v ní trhliny. Nakonec je nutný výhřez části či celé ploténky (Štětkářová, 2009, s. 345 -348). Druhá fáze, fáze instability, se vyznačuje postupným redukováním výšky ploténky, což také vede ke stenóze páteřního kanálu (Nekula, 2005, s. 158). Neurogenní klaudikace se objevují při zúžení páteřního kanálu v bederní krajině a způsobí drobné obtíže při chůzi a ve vzpřímené poloze. Naopak úleva nastává při ohnutí těla. Daleko rizikovější je zúžení v krční oblasti, které může vážně poškodit míchu. Paradoxně prvním příznakem nebývá bolest krční páteře, ale pochybnost při chůzi, ztuhnutí dolních končetin, zhoršení drobné motoriky prstů horních končetin

(Štětkářová, 2009, s. 345 - 348). Ve třetí fázi, restabilizaci, se na okrajích obratlových těl vytvářejí kostní výrůstky. Zdánlivě někteří nemocní nemají klinické potíže, protože kostní výrůstky (osteofyty) obratle zpevní. Naopak tyto změny jsou častým důvodem sekundární stenózy páteřního kanálu (Nekula, 2005, s. 158).

Herniace disku

Herniací disku se rozumí vysunutí meziobratlové ploténky. Nejdůležitějším údajem pro radiodiagnostiku je popis tvaru ploténky, její velikost, umístění a míra primární nebo sekundární stenózy. Existuje spousta dělení, ale Nekula uvádí tři základní. Podle typu jsou to protruze, extruze a sekvestrace. U protruze je zřetelné nesouměrné vyklenutí, báze hernie je širší než hloubka. Extruze, vyklenutí s nerovnoměrnými okraji, báze je užší než hloubka. Sekvestrací rozumíme ztrátu kontinuity, výrazné oddálení části disku od mateřské části. Herniace se dají dále rozdělit podle směru vyklenutí na mediální, posterolaterální, foraminální, extraforaminální, intraspongiosní a ventrální (Nekula, 2005, s. 166 - 167).

Spinální stenóza

Jedná se o zúžení páteřního kanálu, tudíž dochází i k utiskování nervových struktur. Zúžení může být monosegmentální, kdy je postižen pouze jeden úsek páteře (krční, hrudní, bederní) nebo je zasaženo více segmentů, multisegmentální zúžení. Generalizované zúžení postihuje páteř v celé její délce. Podle etiologie se stenózy dělí na vrozené = primární, získané = sekundární a vývojové (např. kyfóza, skolióza) (Nekula, 2005, s. 92). Důvodem primární stenózy může být vrozeně zúžený páteřní kanál (Seidl, 2015, s. 344). K zúžení nejčastěji dochází v krční a bederní oblasti páteře. U velké většiny sekundárních stenóz je patrný degenerativní průběh. Podle morfologie rozdělujeme stenózy na centrální a laterální. Obě skupiny se dále dělí, centrální stenóza na anteroposteriorní a transverzální, laterální stenóza na stenózu laterálního recesu, kořenového kanálu a foraminostenózu (Nekula, 2005, s. 92).

Spondylóza

Spondylóza neboli vytváření kostěných výrůstků, osteofytů, na periferii obratlových těl. Charakteristickou oblastí změn jsou přední dvě třetiny obratlových těl. V krční oblasti mohou osteofyty způsobit poruchu polykání, dysfagii. Osteofyty v krční oblasti se nazývají unkovertebrální, protože vznikají na unkovertebrálních hranách a jsou nejlépe viditelné v předozadní a šikmé projekci (Nekula, 2005, s. 158).

Spondyloartróza

Při tomto degenerativním onemocnění dochází k postižení intervertebrálních kloubů a také k jejich zmnožení. Často ji doprovází stenóza páteřního kanálu, spondylóza a méně často synoviální cysty (Seidl, 2015, s. 342). Tyto změny se dají nejlépe zhodnotit na šikmých snímcích krční páteře a na bočních snímcích bederní páteře. Druhou možností detekce spondyloartrózy je výpočetní tomografie. Produktivní změny mohou vést až k získané stenóze páteřního kanálu v různých oblastech (Nekula, 2005, s. 160).

3. Taktika léčby bolestí zad

Prvním krokem lékaře je vytvoření pacientovi anamnézy a dále pak vyloučení závažných onemocnění páteře tzv. „červených praporků“ (zánětlivá onemocnění, tumory, zlomeniny, závažné neurologické poruchy, rizikový věk pod 20 a nad 70 let, nitrožilní používání drog, teplota či snížení hmotnosti a další). Pokud pacient spadá do některé skupiny, musí být ihned poslán ke specialistovi.

Bolest zad můžeme rozdělit podle délky trvání na akutní - trvajících dny až týdny (do 4 týdnů), subakutní - do 3 měsíců, chronickou – více jak 3 měsíce. Dále na specifické bolesti – jednoznačná páteřní patologie (spinální stenóza, infekce, nádory, výhřez ploténky), nespecifické – neprokázaná patologie, typické u většiny pacientů. Poslední dobou BZ navíc dělíme na prosté bolesti, nervové kořenové bolesti zad a závažná onemocnění páteře. Prosté bolesti zad mají při správně zvolené léčbě dobrou prognózu. U pacientů po operaci bederní páteře se mohou vyskytnout nově vzniklé bolesti zad, recidivující bolesti a jednostranná bodavá bolest dolní končetiny (Kondrová, 2012, s. 69 - 72).

Léčba akutních a subakutních bolestí zad

Na začátku léčby je nutné vyřadit další příčiny imitující bolesti zad, kterými jsou např. onemocnění vylučovacího aparátu, počítaje ledviny. Většinou se jedná o prosté bolesti zad mající dobrou prognózu. Poměr udržování přiměřené pohybové aktivity, odpočinku a rehabilitace je velmi důležitý. Dodržování těchto zásah zajišťuje pacientovi brzký návrat do pracovního procesu. Jestliže se pacientův zdravotní stav nezlepšuje, je nutné začít vyhledávat psychosociální rizikové faktory (nespokojenost v zaměstnání, psychické poruchy – deprese, úzkost) (Kondrová, 2012, s. 69 - 70). Jestliže pacienty s BZ trápí také deprese, zvyšují se náklady na léčbu. Tento argument potvrdila studie z USA z roku 2018. Do analýzy bylo zahrnuto 73 000 lidí, z toho 6 739 mělo problémy s bolestmi zad a 1 310 lidí mělo diagnostikovanou depresi. Bilal a kol. zjistili, že se účet za roční péči pacientů s depresí dostal na částku 13 000 dolarů, zatímco 7 500 dolarů u lidí bez deprese. Tato studie poukazuje na to, že výskyt deprese u dospělých, kteří mají navíc problémy s bolestmi zad je spojena s vyšší ekonomickou zátěží (Bilal a kol., 2018, s. nevedena). V tomto případě je důležitý individuální a komplexní přístup k pacientovi. Tyto faktory způsobují přetrvávající BZ a přechod onemocnění do chronického stádia. Cílem je

řešení obtíží s dalšími odborníky (psycholog, psychiatr), a také vybudování multidisciplinárního přístupu (Kondrová, 2012, s. 69 - 70).

Léčba chronických bolestí zad

Bolest je subjektivní, léčba se odvíjí podle podané informace o intenzitě bolesti udávané pacientem. Intenzita bolesti se dá zhodnotit podle dvou stupnic – vizuální analogová škála (VAS) a numerická škála (NRS) nabírající hodnot od 0 do 10 (Kondrová, 2012, s. 70). Základ léčby spočívá v podání analgetik, které mají nežádoucí účinky na organismus. Indikace léčby musí být pečlivě zvážena (Štětkářová, 2009, s. 348). Abychom docílili správného výsledku, začneme pacientovi podávat analgetika od nejnižších dávek. Tím si zajistíme zvládnutí možných nežádoucích vedlejších účinků. Cílem léčby je zmírnění bolesti, zlepšení kvality života s možností vykonávat původní aktivity a navrácení do zaměstnání (Kondrová, 2012, s. 70).

Medikamentózní léčba

K léčbě kořenových syndromů se nejčastěji používají tyto léčiva – NSA, analgetika, myorelaxancia. Někdy se přidávají lokální anestetika a kortikoidy. Hlavní problém bolestí zad bývá spojen se zánětem, proto se hojně využívají léky s protizánětlivým účinkem, které ulevují od bolesti. Využití protizánětlivého účinku se uplatňuje i při výhřezu meziobratlové ploténky, kdy dochází k mechanickému utlačování a kolem míšního kořene vzniká zánět (Kasík a kol., 2002, s. 155).

Analgetika: Jedná se o léky tišící bolest. Doktorka Kondrová rozděluje analgetika na tři skupiny – neopioidní analgetika, slabé opioidy (analgetika II. řádu) a silné opioidy (analgetika III. řádu). První skupinu Kondrová doporučuje k léčbě mírné bolesti (např. Paracetamol a nesteroidní antirevmatika). Dlouhodobé užívání, zvláště u rizikových pacientů, představuje množství nežádoucích účinků (např. krvácení do gastrointestinálního traktu). Druhá skupina, slabé opioidy, mohou vyvolat u zlomku pacientů nevolnost, zvracení či zácpu. Jedná se o fúzi slabých opioidů s paracetamolem. Nedostaví-li se analgetický účinek, zvyšujeme dávku. Když docílíme dávkového maxima, nutno přejít na silnější opioidy. Dávkování silných opioidů začíná nejnižší dávkou a postupně se přidává, až do té doby, než se určí

přesná dávka léku (Kondrová, 2011, s. 70 - 71). Silné opioidy jsou indikovány velmi zřídka u akutních bolestí (Kasík a kol., 2002, s. 155).

Myorelaxancia: Myorelaxancia působí na CNS, potlačují míšní reflexy a navíc způsobují utišení pacienta (tzv. sedaci). Podávají se za účelem zredukování svalových stahů kosterního svalstva. Nemocným se doporučuje zůstat v klidu. Pravidelné podávání myorelaxancií není vhodné. Požadovaná dávka léků by měla být v rozumném množství a brána pouze večer před spaním (Kasík a kol., 2002, s. 160).

Chirurgická léčba

Chirurgický zákrok plní nezastupitelnou roli v léčbě osob trpících bolestmi zad. Často je lékaři řazen na první místo. Bohužel pro pacienty s degenerativními změnami páteře je chirurgická léčba nevhodná. Bolesti po operaci neustupují, naopak trvají a může dojít k recidivě. Takový stav označujeme jako FBSS (failed back surgery syndrome), kterým trpí cca 15 - 20% pacientů (Jandura a kol., 2016, s. 86). Studie provedená Barbosou a kol. týkající se vlivu ozónoterapie na FBSS, obsahuje 19 pacientů (12 mužů, 7 žen, ve věku od 24 - 66 let), léčených mezi roky 2013 - 2014, přinesla příznivé výsledky v rámci odeznění bolesti. Autoři došli k závěru, že léčba ozónem může výrazně pomoci pacientům od bolesti s FBSS (Barbosa a kol., 2017, s. 355 - 360).

Minimálně invazivní léčba

Obecným principem minimálně invazivních metod je perkutánní zavedení jehly do oblasti patologických změn a vykonání lokálního ošetření. Ošetření je různého charakteru – mechanické, chemické (aplikace léků), fyzikální (teplo, chlad, lasery, elektrické pole). Do skupiny minimálně invazivních metod patří periradikulární terapie, radiofrekvenční pulzace a ozónoterapie. Kyfoplastika, osteoplastika, vertebroplastika jsou metody používané při frakturách obratlů související s degenerativním nebo nádorovým onemocněním (Jandura a kol., 2016, s. 86).

4. Zobrazovací metody při léčbě bolestí zad

Zobrazování degenerativních onemocnění páteře je složité. V diagnostice mají zobrazovací metody nenahraditelnou roli. Stanovení diagnózy, její ověření a pozitivita na snímku rozhoduje o zvolení správného typu léčby. Cílem zobrazovacích metod je podat informaci o typu a patologickém stupni závažnosti (Hart a kol., 2014, s. 37). Nesmíme zapomínat, že se dávka záření za celý život sčítá! Je jedno zda se jedná o lékařské či kosmické ozáření (Hušák a kol., 2009, s. 39). Proto by se měla skiagrafiická vyšetření indikovat uvážlivě, aby se pacient zbytečně neozářoval (Nekula a kol., 2005, s. 19).

Skiografie

Skiografie neboli pořizování snímků je založena na principu pronikání rentgenového záření tělem pacienta, kde se částečně absorbuje. Záření dopadá na soustavu detektorů – u přímé digitalizace nebo na velmi citlivý materiál rentgenových filmů uložených v kazetách – u nepřímé digitalizace. Výsledkem je zobrazení 3D objektu ve 2D rovině (Nekula a kol., 2005, s. 19).

Snímky se pořizují v základních projekcích – předozadní (AP) a bočné. Výjimku tvoří skiografie hrudníku, která se snímkuje v zadopřední (PA) projekci (Vomáčka a kol., 2015, s. 36). Šikmá projekce je vhodná při zobrazování foramin. K zobrazení přechodu 1. a 2. krčního obratle se využívá předozadní projekce s otevřenými ústy (Seidl, 2015, s. 116). Mezi doplňující projekce se řadí snímkování ve flexi a extenzi např. u bederní páteře (Hart a kol., 2014, s. 37).

Podstatnou nevýhodou páteře je její délka, proto se v praxi využívá snímkování pouze jednotlivých oddílů páteře. Na snímcích páteře je nutné zobrazit všechny obratle vyšetřované oblasti, v lepším případě i přechod sousedních obratlů (Nekula a kol., 2005, s. 19 - 26).

Výpočetní tomografie (CT)

Jedná se o zobrazovací metodu s velmi dobrou rozlišovací schopností. V gantry výpočetního tomografu je zabudovaná rentgenka s detekčním systémem. Po celou dobu vyšetření se rentgenka s detektory otáčí kolem těla pacienta a snímají jednotlivé řezy dané oblasti z různých úhlů. Rentgenové paprsky vějířovitého svazku vycházejí z rentgenky, pronikají tělem pacienta, absorbují se ve tkáních s různou

hustotou a pak dopadají na řadu detektorů, kde je záření převedeno na elektrický signál. Počítač signály zpracuje a následně z nich vytvoří výsledný obraz v šedé škále (Vomáčka a kol., 2015, s. 42).

Podání kontrastní látky zvyšuje kontrast tkání a umožňuje lepší anatomické rozlišení. Relativní rychlost vyšetření, dostupnost, hybridní přístroje, rozpoznání kalcifikací a velmi dobré zobrazení kostí patří mezi výhody CT. Velkou nevýhodou je vyšší radiační zátěž na rozdíl od MR. Vyšší úroveň CT získalo zavedením multidetektorové výpočetní tomografie, která umožňuje zobrazit delší úsek páteře. Navzdory vývoje magnetické rezonance si CT drží své významné postavení v diagnostice páteře a páteřního kanálu (Nekula a kol., 2005, s. 34). CT vyšetření se řadí na první místo při akutních polytraumatech, vyšetření páteře, při čerstvém krvácení, abscesu v těle, dokonce i k detekci nádorových onemocnění, počítaje případná ložiska (Vomáčka a kol., 2015, s. 42 - 43).

Magnetická rezonance (MR)

Magnetická rezonance využívá velmi silné magnetické pole. Ionizující záření se neuplatňuje, tudíž je tato metoda neinvazivní s nulovou radiační zátěží pro pacienta. Samotný princip metody je velmi složitý. Magnetické pole vzniká pouze za přítomnosti nabitých částic, která se musí pohybovat. Ideální kladnou částicí rotující kolem své osy jsou protony. Jádra s lichým počtem protonů (nejčastěji vodík) jsou pro zobrazování MR ideální (Vomáčka a kol., 2015, s. 47). Následně se přivodí radiofrekvenční pulzy a vzniká finální obraz, který je závislý na pulzní sekvenci (sérii pulzů) (Seidl, 2015, s. 121). Hartl uvádí tři základní typy sekvencí – T1, T2 – vážené obrazy a STIR – potlačuje signál tuku (Hart a kol., 2014, s. 42). Vomáčka navíc zmiňuje FLAIR sekvenci – potlačující signál vody (Vomáčka a kol., 2015, s. 50).

Současně dokáže zobrazit celou páteř, páteřní kanál a míchu (Nekula a kol., 2005, s. 40). Použití kontrastní látky hraje velkou roli při hodnocení pooperační páteře (Hart a kol., 2014, s. 42). K dosažení kvalitních výsledků je zapotřebí, aby se pacient během vyšetření nehýbal. Výhodou MR je velmi podrobné zobrazení měkkých tkání. Nevýhodou je vysoká cena dílčích vyšetření a hlavně hluchost, proto mají pacienti během vyšetření špunty do uší nebo sluchátka. Na rozdíl od CT vyšetření, vyšetření MR trvá poměrně delší dobu (Vomáčka a kol., 2015, s. 47,56).

5. Úloha radiologického asistenta

Radiologický asistent je nedílnou součástí nemocničního týmu. Jeho úloha vyžaduje spoustu schopností a dovedností. Radiologický asistent přichází do kontaktu s pacientem jako první, a proto je velmi důležité jeho vystupování a chování. Pacienti přicházejí na vyšetření často ve stresu, bojí se jeho průběhu nebo závěrečných výsledků. Proto by RA měl umět komunikovat s pacientem, být vstřícný a nechovat se agresivně. Odborné znalosti, práce s přístrojovou technikou mohou také pozitivně ovlivnit pacientovu důvěru či naopak prohloubit nedůvěru a nespolupráci pacienta. Znalost topografické anatomie, dodržování radiační ochrany a správné nastavení expozičních hodnot jsou také velmi důležité.

Každý pacient přichází na vyšetření s žádankou k určitému výkonu, na doporučení svého indikujícího lékaře a s kartičkou zdravotní pojišťovny. Na žádance jsou veškeré osobní údaje pacienta. Pacient se usadí v čekárně a čeká na pokyn vstupu do kabinky. V kabině se setkává s RA, který musí zkontrolovat jméno a datum narození pacienta, aby nedošlo k záměně. Zeptat se na případné alergie a u žen případné těhotenství. Poté pacienta informuje o průběhu vyšetření, jaká jsou rizika a případná léčba. Je důležité ověřit si, zda nemocný všemu rozuměl, popřípadě informace zopakovat či odpovědět na jeho dotazy. Nejdůležitější je, aby pacient podepsal informovaný souhlas. Bez něj by se nedalo vyšetření provést. Pacient má také právo vyšetření odmítnout. Jedná se o tzv. negativní reverz, kde je nutný podpis pacienta a indikujícího lékaře. U dětí mladších 18 let souhlas podepisují zákonní zástupci.

Dalším krokem je fyzická příprava nemocného, která spočívá v odložení oděvu. Šperky, brýle nebo zubní náhrady musí být také sundány a ponechány v uzamčené kabině. Bránily by kvalitnímu provedení vyšetření. U alergiků či dětských pacientů je nutné podat léky proti alergiím nebo sedativa, léky na zklidnění. Premedikaci indikuje lékař.

Při vlastním vyšetření se pacient položí na vyšetřovací stůl nebo se postaví k vertigrafu. Přejde-li s pacientem doprovod, je nutné speciální opatření. Doprovodná osoba musí mít ochrannou zástěru a být zapsaná ve speciálním deníku. Jako doprovod se doporučují starší osoby, rozhodně ne mladé, těhotné ženy. Protože při nespolupráci pacienta je nutné přidržování během expozice. RA v žádném případě nesmí pacienta přidržovat! Jednotlivé výkony se provádějí podle radiologických

standardů, které se liší v odlišných nemocničních zařízeních. Tyto standardy by měly být vyvěšeny na pracovišti. Cílem je co nejnižší radiační zátěž.

Po expozici RA vizuálně zhodnotí kvalitu snímku. Je-li snímek nekvalitně proveden, musí se expozice zopakovat. Odborné hodnocení a popis snímku provádí lékař. Výsledek je pak vydán pacientovi písemně nebo je zaslán elektronickou formou indikujícímu lékaři. Snímky se elektronicky uchovávají v systému PACS. Jde o obrazový, komunikační systém mezi lékaři na různých odděleních, klinikách a různými zdravotnickými zařízeními. Velkou výhodou systému je snadné dohledání vyšetření. RA by určitě měl umět se systémem PACS pracovat a umět provádět případné postprocessingové úpravy snímků.

Náplní práce radiologického asistenta je také asistence lékaři při nevasculárních intervencích, jako např. periradikulární terapii, ozónoterapii nebo při intervenčních výkonech (Vomáčka a kol., 2015, s. 73 - 74). Před samotným zákrokem je nutné, aby RA nachystal stolec s charakteristickými sterilními pomůckami pro daný výkon. Dále pomáhá lékaři po celou dobu výkonu, desinfikuje operační oblast, pracuje s tlakovým injektorem, nastavuje vhodné expoziční parametry a manipuluje s C-ramenem. Po výkonu jeho práce nekončí, musí provést závěrečné úpravy angiografického obrazu a následně ho poslat do archivačního systému, PACSu (Vomáčka a kol., 2015, s. 63 - 64).

6. Metody nevaskulární intervence v léčbě bolestí zad

Nevaskulární intervenční metody se řadí do skupiny tzv. minimálně invazivních metod, jelikož se provádí mimo cévní systém. Cílem nevaskulární intervence je vytvořit jakousi náhradu k chirurgickým přístupům. K provedení výkonu není nutná hospitalizace, jedná se o ambulantní výkon nebo o výkon s velmi krátkou dobou hospitalizace (Jandura a kol., 2016, s. 86). Výkon je poměrně rychlý a nebolestivý, používá se lokální anestetikum (Vomáčka a kol., 2015, s. 151). U některých minimálně invazivních metod se lékař může orientovat podle zevních anatomických struktur, avšak nižší riziko komplikací a vyšší úspěšnost léčby je dána sledováním a kontrolou pracovního postupu pomocí zobrazovacích metod. Zpravidla se nejčastěji využívá ultrazvuk, CT přístroj nebo MR (Jandura a kol., 2016, s. 86).

Mezi nevaskulární intervenční metody používané v léčbě pacientů s bolestmi zad patří především radiofrekvenční ablace, hojně využívaná periradikulární terapie, fasetová denervace, perkutánní vertebroplastika (Vomáčka a kol., 2015, s. 61). Jandura pak dále uvádí modernější techniku, ozónoterapii (Jandura a kol., 2016, s. 85).

6.1. Periradikulární terapie (PRT)

Periradikulární terapií je myšlena injekční aplikace kortikoidu a analgetika přímo k míšnímu nervu (tzv. cílený obstřík). PRT má protizánětlivý a antiedematózní efekt. Výkon se provádí pod kontrolou magnetické rezonance, ale kvůli její finanční a časové náročnosti se s oblibou využívá CT přístroj. Cílem PRT je odstranění radikulární bolesti v dolní končetině, kterou způsobuje dráždění určitého nervu. Pacient může PRT podstoupit jedenkrát či vícekrát s odstupem 4 - 6 týdnů po první aplikaci, ale důležité je střídání místa vpichu. V jednom místě se nedoporučuje výkon provádět vícekrát jak čtyřikrát za rok. Mohlo by dojít ke vzniku lipodystrofie (porucha tukové tkáně) (Jandura a kol., 2016, s. 89 - 90).

Cyteval a kol. studovali 30 pacientů (14 mužů, 16 žen), kteří podstoupili periradikulární terapii s aplikací kortikoidu pod CT kontrolou. Po 2 týdnech a po 6 měsících, byli pacienti sledováni a hodnotila se intenzita jejich radikulární bolesti na vizuální analogové škále (VAS). Průměrné skóre VAS bolesti bylo 6,5 bodů před zákrokem a 3,3 bodů 2 týdny po zákroku. Vynikající úlevu od bolesti mělo 11

pacientů (37%), zlepšení upozorovalo 7 pacientů (23%). Po 6 měsících nedošlo u nikoho k recidivě (Cyteval a kol., 2004, s. 442 - 443, 445).

Další odborná studie hodnotila terapeutický přínos aplikace kortikoidů do herniace disku pod CT kontrolou. Výzkumu se zúčastnilo 64 pacientů, u kterých byla konzervativní léčba 3 až 12 měsíců před zahájením studie neúspěšná. Za 14 dní výsledky po injekci kortikoidů vypadaly takto: 36 pacientů (56%) vykazovali úplnou úlevu, 5 (8%) silnou úlevu, 12 (19%) mírnou úlevu a 11 (17%) bez úlevy. Po 6 měsících vykazovalo 25 pacientů (39%) úplnou úlevu, 16 (25%) silnou úlevu a 23 (36%) bez úlevy. Závěrem lze říci, že aplikaci kortikoidů do herniace disku pod CT kontrolou, představuje vhodnou alternativu k jiným minimálně invazivním metodám (Vahlensieck a kol., 2005, s. 72 - 76).

V období od roku 2008 do roku 2011 studovali Streitparth a kol. 141 pacientů s radikulární bolestí v lumbosakrální oblasti. Celkem aplikovali 249 injekcí směsi kortikoidu a analgetika. Výkon prováděli pod MR kontrolou. Během výkonů nedošlo k žádným komplikacím. Po 6 měsících následovala kontrola. Dostavilo se pouze 103 pacientů (57 mužů, 46 žen), ve věku 20 - 80 let. Ze 103 nemocných 14,6% pacientů hlásilo úplnou ztrátu radikulární bolesti, 53,4% mělo významnou úlevu od bolesti, 22,3% lehkou úlevu a 9,7% bez úlevy (Streitparth a kol., 2013, s. 471 - 472).

95% úspěšnost v léčbě bolestí zad pomocí periradikulární terapie zaznamenala studie Wana a kol., která probíhala v letech 2015 - 2016. Celkem se zúčastnilo 46 pacientů s bederní radikulární bolestí trvající déle než 3 měsíce. Členové studie byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Léčebná směs jim byla aplikována pod ultrazvukovou kontrolou. Žádný pacient neměl komplikace. Úlevu od bolesti zaznamenaly obě skupiny (Wan a kol., 2017, s. 4).

Indikace a kontraindikace k výkonu

K PRT výkonu jsou indikováni pacienti nereagující na předchozí léčbu, pacienti trpící bolestmi zad v bederní krajině. Dále pacienti s vyklenutím či vyhręznutím meziobratlového disku, zúžením páteřního kanálu nebo zúžením kořenového kanálu, FBSS, spondylolistéza.

Výkon nelze provést (absolutní kontraindikace) u nespolupracujícího pacienta, těhotných žen, krvácivých stavů nebo tomu neodpovídá zdravotní stav pacienta. Mezi relativní kontraindikace patří alergická reakce (zejména na jód a jodové kontrastní látky, dále pak na lokální anestetikum obsažené v obstřiku – nejčastěji

Mesocain), infekční onemocnění, osoby mající žaludeční vředy, osoby s diabetem (Jandura a kol., 2016, s. 86).

Příprava instrumentária

Radiologický asistent nebo sestra připraví stůl s nepoškozeným sterilním materiálem. Na stolku se nachází sterilní rouška s otvorem, sterilní gázy a tampóny. Dále sterilní rukavice pro operátora v odpovídající velikosti, dvě sterilní stříkačky, dvě sterilní jehly a punkční spinální jehla o průměru 19 – 22G a délce okolo 9 cm. U konstrukčně větších pacientů se může využít jehla o délce až 12 cm. Naopak délka punkční jehly 4 cm nebo 7 cm se hojně využívá k výkonům v oblasti krční páteře.

Navíc musí být nachystán Mesocain, místní anestetikum, sloužící k bezbolestnému provedení výkonu. Nesmí chybět dezinfekce k vydezinfikování potřebného pole, kousek drátku, který lékař potřebuje k vyznačení místa vpichu (Jandura a kol., 2018, s. 207).

Provedení výkonu

Výkon se provádí ambulantně, trvá okolo 30 minut, není nutná hospitalizace. Důležité je, aby byl pacient o výkonu dostatečně informován a měl s sebou podepsaný informovaný souhlas. Po celou dobu výkonu leží pacient na břiše, tudíž se doporučuje, aby jedl lehčí jídla s časovou rezervou aspoň 3 hodiny před výkonem.

Pacient je umístěn na vyšetřovací stůl CT přístroje. U výkonu na hrudní nebo bederní páteři leží v pozici na břiše, ale PRT lze provést i v pozici na boku. Nezbytně nutné je vydržet nehýbat se po dobu minimálně 15 - 20 minut. Pro lepší komfort můžeme pacientovi podložit břicho či jinou část těla na jeho požádání. CT přístroj zajišťuje kontrolu nad výkonem a znázorňuje přesnou trajektorii jehly.

Základem je provedení AP a bočných orientačních topogramů páteře. Následuje zhotovení skenů v axiální rovině. Výsledkem je zvolení místa s nejvhodnější pozicí pro zavedení punkční jehly. Místo vpichu se označí kontrastní značkou či fixem. Lékař si musí promyslet hloubku a úhel, pod kterým jehlu zavede. Vyšetřovaná oblast s místem vpichu se před výkonem dezinfikuje, zarouškuje a místně znecitliví lokálním anestetikem. Do znecitlivělého místa vpichu se pomalu zavede punkční jehla až do intervertebrálního otvoru. Následně se provádí kontrolní skeny pomocí CT přístroje až do doby, než je jehla v optimální pozici. Jakmile je pozice jehly zkontrolována, může se přejít k aplikaci směsi cíleného obstruktu a jodové

kontrastní látky do okolí míšního kořene. Většinou se aplikuje 1 ml kortikosteroidu (Diprophos), 3 ml 0,5% anestetika (Marcaine) a 0,5 ml neiontové jodové kontrastní látky (Iomeron). Výsledky CT vyšetření znázorňují rozplynutí léčebné směsi. Výkon je ukončen vytažením jehly, ošetřením a zalepením místa vpichu sterilním krytím. Není nutná hospitalizace, pacient odchází domů, kde dodržuje klidový režim a další nezbytná opatření.

PRT krční páteře se od výkonu hrudní či bederní páteře malinko liší. Pacient neleží na břiše, ale v poloze na znak, na zádech. Po ukončení výkonu je nezbytná hospitalizace pacienta po dobu 24 hodin. Omezená hybnost krku, pobyt vleže, na zádech, patří k pooperačním pravidlům. Dalším rozdílem je použití jiného typu anestetika, obsaženého v léčebné směsi (Jandura a kol., 2018, s. 207).

Nezbytná opatření po výkonu

Protože se k výkonu používá kontrastní látka, je nezbytně nutné pacienta po výkonu minimálně 20 minut sledovat, zda se neobjeví alergická reakce. Dojde-li ke zhoršení stavu, ihned volat lékaře. Po výkonu se může vyskytnout slabost dolních končetin, avšak ta během dne odezní. Proto se pacientům doporučuje mít s sebou doprovod. Pacient odchází s instrukcemi, které je potřeba dodržet. Klidový režim po dobu 24 hodin, vyhýbat se namáhavé a dlouhé chůzi, alespoň 24 hodin nesprchovat záda s místem vpichu, které je ošetřeno a sterilně zakryto (Noeman a kol., 2013, s. 28 - 29).

Komplikace a možné nežádoucí účinky

Technickou závadou je špatně umístěná punkční jehla. Punkce se musí opakovat, tudíž se protahuje délka výkonu a pacient se opakovaně vystavuje rentgenovému záření. Při zavádění jehly je potřeba dbát velké opatrnosti, jelikož hrot jehly může poškodit nerv a způsobit tak dlouhodobou ztrátu citlivosti a hybnosti dolní končetiny. Dodržování sterility je samozřejmostí (Jandura a kol., 2016, s. 90). Zavlečení bakterií do mozkomíšního moku by mělo vážné důsledky, a mohlo by vygradovat v meningitidu. Nicméně tato komplikace se vyskytuje zřídka (Noeman a kol., 2013, s. 29). Zarudnutí, vznik modřiny, bolest hlavy, rychlý tep se řadí mezi biologické komplikace (Jandura a kol., 2016, s. 90).

6.2. Ozónoterapie

Další hojně využívanou metodou již od roku 1984 je ozónoterapie. Princip spočívá v aplikaci léčebné směsi plynného kyslíku a ozónu až k nervovým kořenům, které jsou utlačovány silným tlakem (Jandura a kol., 2016, s. 86 - 88). Ozón reaguje jak na meziobratlovou ploténku, tak na nervové kořeny. Působením ozónu dochází k uvolňování vody z jádra disku ploténky, což vede ke zmenšení jejího objemu a ke snížení tlaku na nervový kořen (Janík a kol., 2011, s. 217). Terapeutická směs kyslíku a ozónu se vyrábí ve speciálním generátoru, který je připojen na vysoké elektrické napětí. Směs by měla obsahovat nejméně 95% kyslíku a nanejvýš 5% ozónu (Jandura a kol., 2016, s. 86 - 88). Normální lékařský ozónový generátor produkuje koncentrace ozónu ekvivalentní 1 až 100 $\mu\text{g/ml}$, ale pro lékařské účely se používají koncentrace ozónu od 10 do 40 $\mu\text{g/ml}$ (Borrelli a kol., 2018, s. 117). Vzniklá směs $\text{O}_2 - \text{O}_3$ se musí z generátoru vyjmout pomocí injekční stříkačky a je připravena k okamžité aplikaci. Cílem této metody je snížit tlak a ulevit od bolesti zad. Výkon se opět provádí pod kontrolou CT přístroje (Jandura a kol., 2016, s. 86 - 88).

Na rozdíl od PRT má ozónoterapie lepší rozložení v cílovém prostoru, nízké riziko komplikací s minimálními nežádoucími účinky, jednoduché provedení a dokonce i lepší účinnost. Naopak nevýhodou je stále radiační zátěž pacienta díky rentgenovému záření, vycházejícího z CT přístroje (Janík a kol., 2011, s. 218).

2200 pacientům byla aplikována směs $\text{O}_2 - \text{O}_3$ v důsledku herniace disku a bolestí zad. Výkon byl proveden pod CT kontrolou. CT zajistilo monitorování distribuce plynu v disku a epidurálním prostoru. Nebyly zaznamenány žádné vedlejší účinky. Výsledky studie vykazovaly 80% úspěšnost a 20% míru selhání po 6 měsících u 1750 pacientů. Po 18 měsících od léčby úspěšnost klesla na 75% a míra selhání vzrostla na 25%. CT prokázalo snížení velikosti herniovaného disku pouze u 63% sledovaných pacientů (420 osob) (Muto a kol., 2004, s. 183, 186).

Studie Bonettiho a kol. z roku 2005 porovnávala klinické výsledky u pacientů léčených infiltrací plynu $\text{O}_2 - \text{O}_3$ nebo kortikoidy. Bylo léčeno 306 pacientů (178 mužů, 128 žen, ve věku 26 - 72 let). Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas a podstoupili výkon. Pacientům bylo řečeno, že obě metody jsou účinnou léčbou podle statistik uvedených v lékařské literatuře. Lékaři je rozdělili do dvou skupin. Do první skupiny spadali pacienti mající problémy s diskem (protruze, extruze, vyboulení disku) – 166 osob. Druhou skupinu tvořili pacienti bez problémů s diskem – 140

osob. Ze 166 osob s diskovým onemocněním bylo 80 léčeno pomocí kortikoidu a 86 pomocí ozónu. Ze 140 pacientů bez problémů s diskem, z toho 70 dostalo směs ozónu a 70 kortikoidy. Během týdenního sledování měla většina pacientů úlevu od bolesti, bez ohledu na druh léčby. Po 6 měsících byly rozdíly ve prospěch ozónoterapie zaznamenány u pacientů s diskovou nemocí, ale ne u pacientů bez diskové nemoci. Klinické výsledky byly nedostačující u 13 osob (15,1%) z 86 pacientů léčených ozónoterapií a u 18 osob (22,5%) z 80 pacientů, kterým byly aplikovány kortikoidy. Závěrem, léčba směsí O₂ - O₃ byla vysoce účinná při zmírnění akutní a chronické bolesti zad. Směs kyslíku a ozónu může být metodou první volby, která nahradí periradikulární terapii s aplikací kortikoidu (Bonetti a kol., 2005, s. 996 -1000).

Janík a kol. v roce 2010 studovali celkem 100 pacientů, z toho 32 žen a 68 mužů, ve věku 24 - 77 let a léčili je pomocí ozónoterapie. Pacienti byli rozděleni do tří skupin podle způsobu aplikace ozónu. První skupině byl ozón aplikován intradiskálně a foraminálně. Druhé skupině jen foraminálně, jelikož anatomické struktury neumožňovaly jiný přístup. Třetí skupině byl ozón aplikován epidurálně z paraspinozního přístupu. Ze studie byli vyloučeni pacienti alergičtí na jodovou kontrastní látku, těhotné ženy, pacienti se sepsí a syndromem cauda equina. Po měsíci Janík a kol. zhodnotili účinnost léčby. Největší úleva od bolesti byla pozorována u první skupiny pacientů. 6% bylo bez komplikací, u 25% bylo zaznamenáno výrazné zlepšení, 56% účastníků výzkumu popisovali mírné zlepšení, ale bolest pociťovali při aktivitách, 13% nepozorovalo zlepšení. Čtyřem pacientům byl navrhnutý chirurgický zákrok, jelikož léčba ozónem nevedla k úlevě od bolestí. Na kontrolní vyšetření po 6 měsících se dostavilo pouze 15 zúčastněných, z toho 1 bez potíží, 7 pacientů pozorovalo výrazné zlepšení a 4 pociťovali mírné zlepšení (Janík a kol., 2011, s. 211-212).

Cílem další studie z roku 2018 bylo zjistit vliv aplikace ozónu do meziobratlové ploténky na bolest způsobenou mechanickou kompresí nervového kořene. Aplikovalo se 10 ml, 25 µg/ml směsi ozónu a kyslíku. Do studie bylo zařazeno 60 pacientů (24 mužů, 39 žen, s průměrným věkem 53,3 let). Úleva od bolesti a spokojenost pacientů byly hodnoceny před injekcí a po 1, 3, 6, 12 a 24 měsíců po injekci. Zhodnocení úlevy od bolesti po 2 letech bylo následující: 4 pacienti (6,3%) zaznamenali výbornou úlevu od bolesti, 17 (26,98%) dobrou úlevu, 13 (20,63%) dostatečnou úlevu, 13

(20,63%) slabou úlevu, 11 (17,46%) bez výsledku a 4 (6,3%) negativní (Ozcan a kol., 2018, s. 52, 53).

V roce 2018 proběhla studie hodnotící úspěšnost léčby diskových hernií za pomoci ozónoterapie pod vedením Ezeldina a kol., které se zúčastnilo 52 pacientů (25 mužů, 25 žen, ve věku od 27 - 87 let), přičemž vyhodnocených bylo pouze 50 pacientů v následujících 2 a 6 měsících od terapie. Při kontrole po 2 měsících bylo zaznamenáno významné snížení bolesti až u 74% (37) pacientů. Po 6 měsících úspěšnost léčby vzrostla na 76% (38) pacientů. Autoři se shodli, že ozónoterapie při léčbě diskových hernií je bezpečná, cenově výhodná, minimálně invazivní technika s vysokou úspěšností (Ezeldin a kol., 2018, s. 1231, 1233).

Indikace a kontraindikace k výkonu

Ozónoterapie se indikuje u pacientů s vyhřezlou meziobratlovou ploténkou, u pacientů s neustupujícími bolestmi zad nebo při nedostatečné předchozí léčbě. Před výkonem je nutné provést CT nebo MR vyšetření ke zjištění přesné diagnózy. Nedoporučuje se používat snímky starší 3 měsíce.

Mezi kontraindikace OZT patří, těhotenství, hypertyreóza, sepse, alergie na ozón, hemolytická anémie, intoxikace alkoholem, hypotenze, prodělaný infarkt myokardu nebo akutní krvácení (Jandura a kol., 2016, s. 89).

Příprava instrumentária

Potřebné nástroje k OZT jsou podobné jako při výkonu PRT. Stolek se sterilním materiálem (sterilní rouška s otvorem, sterilní gázy a tampóny, spinální jehla, injekční stříkačka, do které se naplní léčebná směs ozónu, sterilní rukavice pro operátora, lokální anestetikum). Dále ozónový generátor, dezinfekce, kontrastní značka či fix (Jandura a kol., 2018, s. 207).

Fyzikální a chemické vlastnosti ozónu

Ozón je plyn nestabilního charakteru. Molekula ozónu je tvořena třemi atomy kyslíku. Při rozpadu dvou molekul O_3 (ozón) vzniknou tři molekuly O_2 (kyslík) a zároveň se uvolní energie, která je využita v oxidačních reakcích. Má charakteristickou vůni. Je běžně přítomný ve vzduchu a je těžší než vzduch.

V přírodě je ozón obsažen ve stratosféře (stratosférický ozón – vznikající z atmosférického kyslíku, na který působí UV záření ve stratosféře nebo elektrické

výboje jako například blesky) a v menší koncentraci i v troposféře (troposférický ozón) (Jandura a kol., 2016, s. 88).

Léčebné vlastnosti ozónu

Koncentrace ozónu ovlivňuje terapeutické účinky. I malé dávky ozónu dokáží vyřešit bolestivý problém. Běžně se k léčbě používá koncentrace mezi 20 - 30 $\mu\text{g/ml}$ (Borrelli a kol., 2018, s. 119). Vyšší koncentrace je totiž toxická (Janík a kol., 2011, s. 213).

Studie pod vedením Niu a kol. z roku 2018 se zaměřila na zkoumání terapeutického účinku nízkých, středních a vysokých koncentrací lékařského ozónu na bederní hernii disku. Do studie bylo zahrnuto celkem 80 pacientů (49 mužů, 31 žen, v průměrném věku 48 let), kteří byli náhodně rozděleni do tří skupin. V první skupině byli pacienti, kterým byla aplikována nízká dávka ozónu (20 $\mu\text{g/ml}$), ve druhé skupině střední dávka ozónu (40 $\mu\text{g/ml}$) a ve třetí skupině vysoká dávka (60 $\mu\text{g/ml}$). Kontrola probíhala za 6 a 12 měsíců. Všichni pacienti vykazovali retrakci disku. Nakonec se jako optimální koncentrace léčebného ozónu ukázala hodnota 40 $\mu\text{g/ml}$, která představovala analgetický i protizánětlivý účinek, na rozdíl od vysoké koncentrace 60 $\mu\text{g/ml}$, která vyvolala bolest a zánětlivé účinky (Niu a kol., 2018, s. 1963 -1968).

Ozón má pestrou škálu biologických účinků. Likviduje viry, bakterie a plísně, ulevuje od bolesti. Tlumí záněty. Jeho protizánětlivé účinky podporují imunitní systém, hovoříme tak o imunorestauračním efektu. Působí protinádorově, odstraňuje tkáňové edémy, čímž snižuje tlak v okolí kořenového nervu a navíc zajišťuje správný chod mikrocirkulace. Dále oddaluje stárnutí buněk, napomáhá k lepšímu prokrvení tkání a orgánů v oblasti ischemie díky energii vzniklé z oxidačních reakcí. Má schopnost aktivovat Krebsův cyklus a glykolýzu. Zdokonaluje činnost sodíko-draselné pumpy (Janík a kol., 2011, s. 213 - 217). Není divu, že se jeho léčebné vlastnosti uplatňují v různých medicínských oborech jako např. v kožním lékařství, zubním lékařství, gynekologii, ortopedii a neurologii (Jandura a kol., 2016, s. 88).

Provedení výkonu

Před zahájením výkonu je nemocný důkladně poučen, informován o průběhu zákroku, má vyplněný a podepsaný informovaný souhlas.

Pacient přicházející nalačno si lehne na stůl CT přístroje do polohy na břicho. Stejně jako u PRT se nejdříve provedou topogramy a axiální skeny s šířkou vrstvy 3 mm. Následuje naplánování ideální pozice pro punkci. Vhodné místo vpichu označíme kontrastní značkou či fixem. Radiologický asistent požadovanou oblast vydezinfikuje, zarouškuje a lékař ji místně umrtví lokálním anestetikem (Mesocainem) a provede punkci punkční jehlou o velikosti 22G (Jandura a kol., 2016, s. 90). Hrot jehly může být zaveden periradikulárně, intradiskálně, epidurálně nebo do facetových kloubů. Avšak upřednostňuje se punkce periradikulární a intradiskální. Jakmile je hrot jehly zaveden do oblasti intervertebrálního foramina, následuje aplikace malého množství vodné jodové kontrastní látky, aby se zkontrolovala poloha vzhledem k nervovým strukturám. Paraspinální přístup je použit v situaci, kdy z anatomických důvodů není možná periradikulární a intradiskální punkce. Lokalizace hrotu jehly se nachází poblíž vyhřezlého disku v epidurálním prostoru.

Z ozónového generátoru pomocí injekční stříkačky vyjmeme připravenou směs O₂ - O₃ a ihned aplikujeme. Přibližně 6 ml směsi aplikujeme u intradiskální punkce, 10 ml u punkce periradikulární a epidurální. Na závěr výkonu se zhotoví kontrolní axiální skeny, sloužící k posouzení rozložení léčebné směsi. Místo vpichu se ošetří (Janík a kol., 2011, s. 211).

Nezbytná opatření po výkonu

Jelikož je ozón těžší než vzduch, po ukončení výkonu pacient zůstane ležet na břicho, aby se ozón lépe vstřebal v místě výhřezu. Třicet minut je sledován zdravotnickým personálem. Nevyskytnou-li se žádné komplikace, pacient může opustit dané pracoviště s vlastním doprovodem, kterého zdravotníci řádně poučili.

Kontrolní vyšetření se provádí za 1 měsíc po výkonu, dále pak za 3 a 6 měsíců. V případě komplikací vyhledat lékaře, kontrola se provede dříve (Jandura a kol., 2016, s. 90).

Komplikace a možné nežádoucí účinky

Komplikace nastávají mimořádně. Ve většině případů se jim dá předcházet pečlivou operační technikou. Avšak nejsou vyloučené. Patří sem epidurální hematoma, abscesy, krvácení z místa vpichu, poranění nervového kořene, pocení, hypertenze (vagové reakce), infekční komplikace nejsou zaznamenány díky baktericidnímu účinku ozónu (Jandura a kol., 2016, s. 89).

Výsledky

Pro zhodnocení léčebného účinku se používá desetibodová stupnice vizuální a analogové škály a k posouzení funkčnosti, dotazník Oswestry disability questionnaire (Jandura a kol., 2016, s. 90).

PRT a OZT jsou nové, hojně využívané metody sloužící k léčbě bolesti zad. Tyto minimálně invazivní metody pacientovi zajistí úlevu od bolesti v průměru na několik týdnů až měsíců. U pacientů trpících chronickou bolestí zad a nebo FBSS je úleva od bolesti zpravidla menší. Neuspokojivé výsledky jsou pozorovány u velké skupiny nemocných. Indikace, metoda provedení výkonu, léčba a spolupráce pacienta velmi ovlivňují účinnost léčby. Nicméně za velkou výhodu se považuje nabídka několikanásobného zopakování (Jandura a kol., 2016, s. 90 - 91). Na druhou stranu musíme mít na paměti, že se tyto metody provádějí pod kontrolou zobrazovacích metod, hlavně pod CT navigací, a opakováním výkonu vystavujeme pacienta vyšší radiační zátěži, což vede ke vzniku stochastických účinků. Doporučuje se tedy využít ultrazvuk či MR, avšak MR je finančně nákladná a časově náročná metoda (Jandura a kol., 2018, s. 209).

PRT navigovaná CT přístrojem u pacientů s bederní nebo cervikální radikulopatií je bezpečná a účinná terapie, protože minimalizuje potřebu chirurgického zákroku. PRT je první volbou před operačním zákrokem u pacientů s radikulopatií, spinální stenózou nebo hernií meziobratlového disku. 60-80% pacientů zaznamenalo výrazné zlepšení již od prvního provedení léčby. Chirurgický zákrok u pacientů trpících radikulopatií je nutný pouze tehdy, pokud bolest nelze zvládnout pomocí miniinvazivních metod. To umožňuje efektivní snížení nákladů, které by byly nezbytně nutné pro chirurgický zákrok. Klíčem k úspěšné PRT je pečlivé periintervenční neurologické hodnocení (Noeman a kol., 2013, s. 54).

Závěr

Tato práce se především zabývá periradikulární terapií a ozónoterapií v léčbě bolestí zad. Jelikož se tyto metody řadí k tzv. miniinvazivním výkonům, patří mezi hojně využívané a dostupné metody, především když je nedostačující konzervativní léčba či chirurgická léčba. Obě metody mají vysokou účinnost a dá se říci, že jsou oblíbené i u pacientů, jelikož se provádějí ambulantně. Jejich jedinou nevýhodou je, že se provádí pod CT kontrolou a pacient je vystaven vyšší radiační zátěži.

Tabulka: Porovnání ozónoterapie a PRT

Ozónoterapie	PRT
+ jednoduché provedení	+ jednoduché provedení (ambulantní režim)
+ levná varianta	+ levná varianta
+ lepší rozložení v cílovém prostoru	- horší rozložení v cílovém prostoru
+ nízké riziko komplikací	- riziko komplikací
+ lepší efektivita	- dočasný efekt
- vyšší radiační zátěž	- vyšší radiační zátěž
- relativně hůře dostupná	+ dostupná

* + = *výhody*, - = *nevýhody* (tabulku vypracoval autor bakalářské práce)

S radostí mohu konstatovat, že se mi podařilo splnit předem stanovené cíle. Vytvořila jsem přehledný soubor hlavních příčin bolestí zad, popsala jsem léčebné postupy periradikulární terapie a ozónoterapie, jaká je jejich úspěšnost v praxi a v neposlední řadě objasnění role radiologického asistenta nejen v těchto výše uvedených metodách. Pro vyšší efektivitu k dosažení cílů jsem využila údaje z odborných studií, které potvrzují využívání těchto metod v praxi.

Dohledané informace o postupech PRT a OZT v této přehledové bakalářské práci by mohly být publikovány v odborných časopisech nebo využity v praxi, jako příručka pro zaměstnance radiologické kliniky. Pracovníci by v ní našli postup provedení periradikulární terapie a ozónoterapie, krok po kroku. Po získání znalostí v problematice bolestí zad a nastudování odborných článků a materiálů, lze jasně říci, že bolesti zad jsou a budou i nadále velkým problémem populace. Měli bychom se zamyslet nad změnou životního stylu, zařadit více pohybu, zaměřit se na prevenci v léčbě bolestí zad a zajistit informovanost populace. Léčba pomocí minimálně invazivních metod je účinná a má velmi dobré vyhlídky do budoucnosti.

Referenční seznam

1. ANDRAŠINOVÁ, Tereza, Blanka ADAMOVÁ a Eva KALÍKOVÁ, 2018. Bolesti dolní části zad ve stáří. *Neurologie pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, **19**(1), s. 41-47 [cit. 2019-03-06]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2018/01/09.pdf>
2. BARBOSA, Danilo Costa, Jairo Silva dos ÂNGELOS, Gleica Maria Josino de MACENA a kol., 2017. Effects of ozone on the pain and disability in patients with failed back surgery syndrome. *Revista da Associação Médica Brasileira* [online]. **63**(4), s. 355-360 [cit. 2019-03-18]. DOI: 10.1590/1806-9282.63.04.355. ISSN 0104-4230. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302017000400355&lng=en&nrm=iso&tlng=en
3. BILAL, Jawad, Adam BERLINBERG, Jaren TROST a kol., 2018. The Influence of Depression on Health Care Expenditures Among Adults with Spondylosis, Intervertebral Disc Disorders, and Other Back Problems in the United States: Report from a Population-Based Study. *Pain Medicine* [online]. [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.1093/pm/pny223. ISSN 1526-2375. Dostupné z: <https://academic.oup.com/painmedicine/advance-article/doi/10.1093/pm/pny223/5185157>
4. BONETTI, Matteo, Alessandro FONTANA, Biagio COTTICELLI a kol., 2005. Intraforaminal O2-O3 versus Periradicular Steroidal Infiltrations in Lower Back Pain: Randomized Controlled Study. *American Journal of Neuroradiology* [online]. **26**(5), s. 996-1000 [cit. 2019-03-13]. ISSN 1936-959X. Dostupné z: <http://www.ajnr.org/content/ajnr/26/5/996.full.pdf>
5. BORRELLI, Emma a Velio BOCCI, 2018. The Use of Ozone in Medicine. *Annals of Medical and Health Sciences Research* [online]. **8**(2), s. 117-119 [cit. 2019-03-19]. ISSN 2277-9205. Dostupné z: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=129783010&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMNLr40Sep7c4y9fwOLCmr1GeprVSSai4SrSWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGtr0i2q7dLudnzhLnb4osA>

6. CYTEVAL, Catherine, Eric THOMAS, Eric DECOUX a kol., 2004. Cervical Radiculopathy: Open Study on Percutaneous Periradicular Foraminal Steroid Infiltration Performed under CT Control in 30 Patients. *American Journal of Neuroradiology* [online]. **25**(3), s. 441-445 [cit. 2019-03-13]. ISSN 1936-959X. Dostupné z: <http://www.ajnr.org/content/25/3/441.short>
7. ČIHÁK, Radomír, 2001. *Anatomie 1. 2.*, upr. a dopl. vyd. Praha: Grada. s. 497. ISBN 80 -7169 -970 -5.
8. EZELDIN, Mohamed, Marco LEONARDI, Ciro PRINCIOTTA a kol., 2018. Percutaneous ozone nucleolysis for lumbar disc herniation. *Neuroradiology* [online]. **60**(11), s. 1231-1241 [cit. 2019-03-18]. DOI: 10.1007/s00234-018-2083-4. ISSN 0028-3940. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00234-018-2083-4>
9. HAKL, Marek, 2009. Léčba bolesti v ČR – chronická bolest a trendy v invazivních postupech. *Interní medicína pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, **11**(11), s. 488-490 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2009/11/03.pdf>
10. HART, Radek, Radim BÁRTA, Andrej CULBA a kol., 2014. *Degenerativní onemocnění páteře*. Praha: Galén. s. 291. ISBN 978-80-7492-067-7.
11. HUŠÁK, Václav, Jaroslav PTÁČEK, Ivo PŘIDAL a kol., 2009. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 138. ISBN 978-80-244-2350-0.
12. JANDURA, Jiří, Pavel RYŠKA, Antonín KRAJINA a kol., 2016. Využití miniinvazivně prováděných metod - Pulzní radiofrekvenční modulace, Kyslíko-ozonové terapie a Periradikulární terapie v léčbě bolesti zad - přehled metod. *Česká radiologie* [online]. Praha 5: Galen, **70**(2), s. 85-92 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1210-7883. Dostupné z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1602_85_92.pdf

13. JANDURA, Jiří, Pavel RYŠKA, Antonín KRAJINA a kol., 2018. Porovnávání radiační zátěže u tří CT navigovaných minimálně invazivních metod léčby bolesti u nemocných s chronickým lumboischiadickým syndromem. *Česká radiologie* [online]. Olomouc: Galen, **72**(3), s. 204-209 [cit. 2019-01-30]. ISSN 12107883. Dostupné z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1803_204_209.pdf
14. JANÍK, Václav, Marek LABOŠ, Libor SVOBODA a kol., 2011. Ozónoterapie - léčba bolestivých výhřezů bederní páteře. *Časopis pro studium a léčbu bolesti* [online]. Praha: TIGIS spol., **14**(4), s. 210-219 [cit. 2019-01-30]. ISSN 1212-0634. Dostupné z: http://www.tigis.cz/images/stories/Bolest/2011/4_2011/07_janik_Z.pdf
15. JANÍK, Václav, 2011. Oxygen-ozónová terapie výhřezů lumbálních disků. *Medical tribune* [online]. Praha, **7**(8), s. C7-C8 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1214-8911. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/22269-oxygen-ozonova-terapie-vyhrezu-lumbalnich-disku>
16. KASÍK, Jiří, Zdeněk KLÉZL, Jaroslav PLAS a kol., 2002. *Verteobrogenní kořenové syndromy: diagnostika a léčba*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada. s. 224. ISBN 80-247-0142-1.
17. KONDROVÁ, Daniela, 2012. Bolesti zad v lumbosakrální oblasti. *Interní medicína pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, **14**(2), s. 69-72 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2012/02/06.pdf>
18. MUTO, Mario, Cosma Felice ANDREULA a Marco LEONARDI, 2004. Treatment of herniated lumbar disc by intradiscal and intraforaminal oxygen - ozone (O₂-O₃) injection. *Journal of Neuroradiology* [online]. **31**(3), s. 183-189 [cit. 2019-03-13]. DOI: 10.1016/S0150-9861(04)96989-1. ISSN 0150-9861. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0150986104969891>
19. NEKULA, Josef, Pavel ELIÁŠ, Pavel HORÁK a kol., 2005. *Zobrazovací metody páteře a páteřního kanálu*. Hradec Králové: Nucleus HK. s. 212. ISBN 80-862-2571-2.

20. NIU, Tong, Chaoliang LV, Guangkun YI a kol., 2018. Therapeutic Effect of Medical Ozone on Lumbar Disc Herniation. *Medical Science Monitor* [online]. **24**, s. 1962-1969 [cit. 2019-03-13]. DOI: 10.12659/MSM.903243. ISSN 1643-3750. Dostupné z: <https://www.medsimonit.com/abstract/index/idArt/903243>
21. NOEMAN, Mohammed a Gunnar GAFFKE, 2013. Step-by-Step Guide to CT-guided Periradicular Therapy (PRT). *European Society of Radiology* [online]. **2013(C-2363)**, s. 1-57 [cit. 2019-02-25]. DOI: 10.1594/ecr2013/C-2363. Dostupné z: https://postereng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing_poster&pi=114910
22. OZCAN, Sibel, Arzu MUZ, Selami Ates ONAL a kol., 2018. Intradiscal ozone therapy for lumbar disc herniation. *Cellular and Molecular Biology* [online]. France, **64(5)**, s. 52-55 [cit. 2019-03-19]. ISSN 1165-158X. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29729693>
23. ROKYTA, Richard, Karel BALCAR, Jitka FRICOVÁ a kol., 2009. *Bolest a jak s ní zacházet: učebnice pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada, s. 174. ISBN 9788024730127.
24. SEIDL, Zdeněk, 2015. *Neurologie pro studium i praxi*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. s. 383. ISBN 978-80-247-5247-1.
25. STREITPARTH, Florian, Maximilian DE BUCOURT, Tony HARTWIG a kol., 2013. Real-Time MR-Guided Lumbosacral Periradicular Injection Therapy Using an Open 1.0-T MRI System. *Investigative Radiology* [online]. **48(6)**, s. 471-476 [cit. 2019-03-05]. DOI: 10.1097/RLI.0b013e31828362be. ISSN 0020-9996. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00004424-201306000-00016>
26. ŠTĚTKÁŘOVÁ, Ivana, 2009. Bolesti zad - příčiny a léčba. *Interní medicína pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, **11(7)**, s. 345-348 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2009/07/09.pdf>

- 27.**VAHLENSIECK, Martin, AF. BRUDERHOFER a Bernd WALDECKER, 2005. CT-gesteuerte Prolaps-Steroidinjektion: Eine kausale Therapie des bandscheibenprolapsassoziierten Schmerzsyndroms. *RöFo – Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren* [online]. **177**(01), s. 72-76 [cit. 2019-03-14]. DOI: 10.1055/s-2004-813582. ISSN 1438-9029. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2004-813582>
- 28.**VOMÁČKA, Jaroslav, Jiří KOZÁK a Josef NEKULA, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 2., dopl. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. s. 157. ISBN 978-80-244-4508-3.
- 29.**VRBA, Ivan, 2008. Diferenciální diagnostika a léčba bolestí zad. *Interní medicína pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, **10**(3), s. 142-145 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedici na.cz/pdfs/int/2008/03/10.pdf>
- 30.**WAN, Qing, Shaoling WU, Xiao LI a kol., 2017. Ultrasonography-Guided Lumbar Periradicular Injections for Unilateral Radicular Pain. *BioMed Research International* [online]. **2017**, s. 1-4 [cit. 2019-03-05]. DOI: 10.1155/2017/8784149. ISSN 2314-6133. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/8784149/>

Seznam zkratek

AP	předožadní (anteroposterior)
BZ	bolest zad
CNS	centrální nervový systém
CT	výpočetní tomografie (computed tomography)
FBSS	failed back surgery syndrome
G	Gauge
KL	kontrastní látka
MR	magnetická rezonance (magnetic resonance)
NRS	numerická škála (numerical rating scale)
NSA	nesteroidní antirevmatika
OZT	ozónoterapie
PA	zadopřední (posteroanterior)
PACS	Picture Archiving and Communication System
PRT	periradikulární terapie
RA	radiologický asistent
UV	ultrafialové záření
VAS	vizuální analogová škála (visual analogue scale)

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Zaměření mřížkou

Příloha č. 2 - Punkce jehlou ke kořeni L4 (prostor L4/5 I.dx.)

Příloha č. 3 - Patrná distribuce léčebné směsi kolem kořene

Příloha č. 4 - Zavedená jehla ke kořeni L4 I.dx

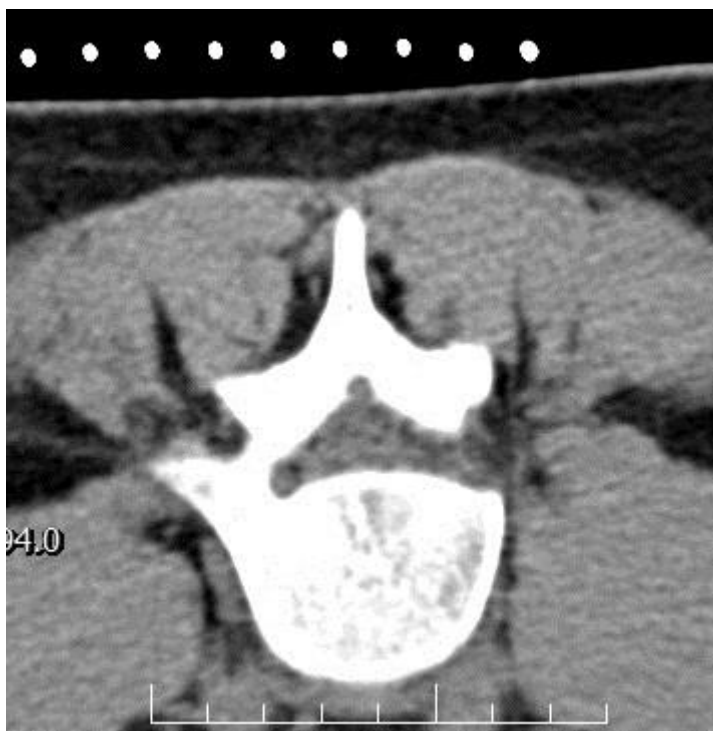
Příloha č. 5 - Zavedená jehla ke kořeni L5 I.dx.

Příloha č. 6 a č. 7 - Kontrolní CT po aplikaci směsi O₂ - O₃ o koncentraci ozónu 20 ug/ml. Ke každému kořeni aplikováno 10 ml směsi ozónu a kyslíku.

Příloha č. 8 - Paraspínální aplikace, zavedená jehla

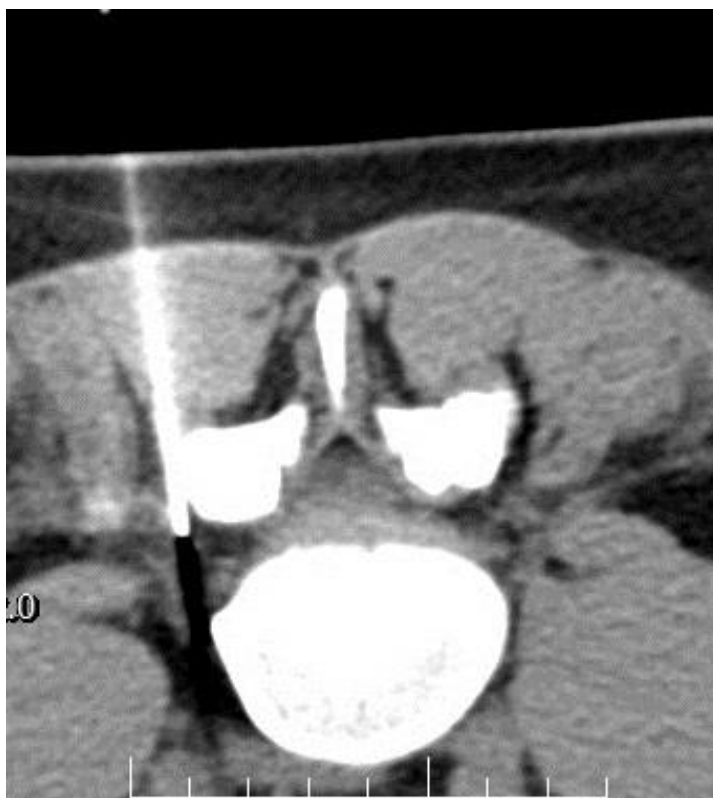
Příloha č. 9 - Paraspínální aplikace, distribuce směsi O₂ - O₃ v páteřním kanálu

Přílohy



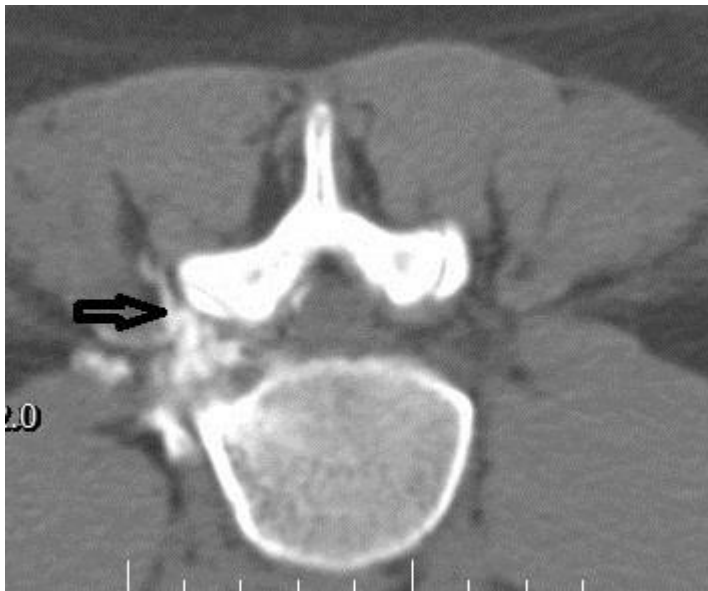
Příloha č. 1 – Zaměření mřížkou

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF - MUDr. J. Kozák



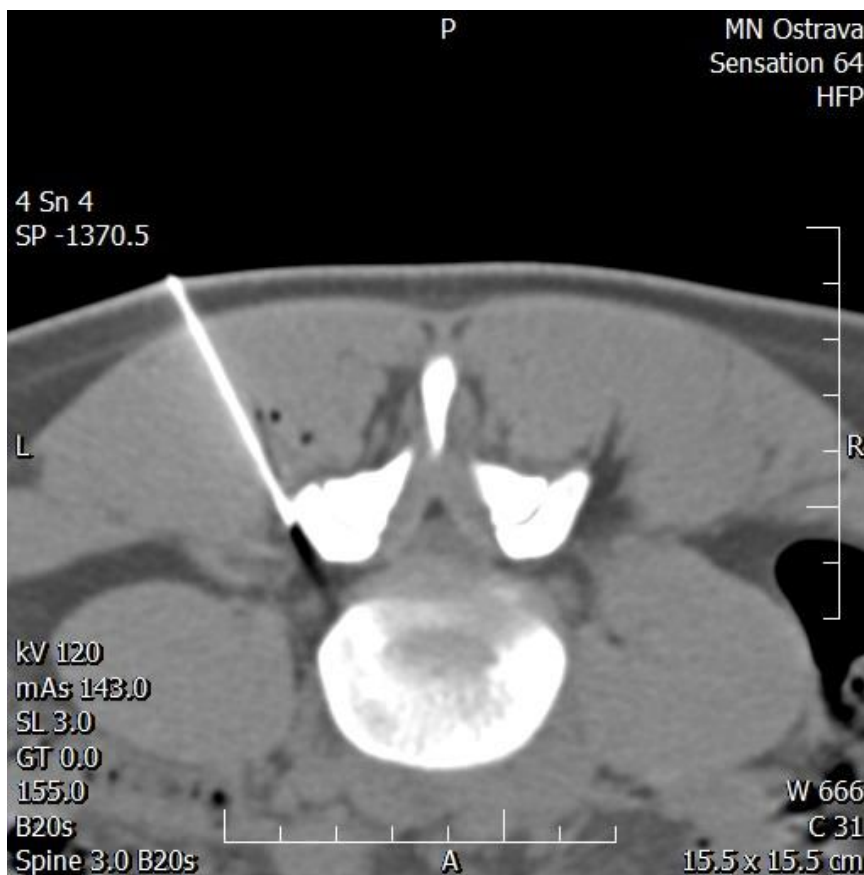
Příloha č. 2 – Punkce jehlou ke kořeni L4 (prostor L4/5 I.dx.)

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF - MUDr. J. Kozák



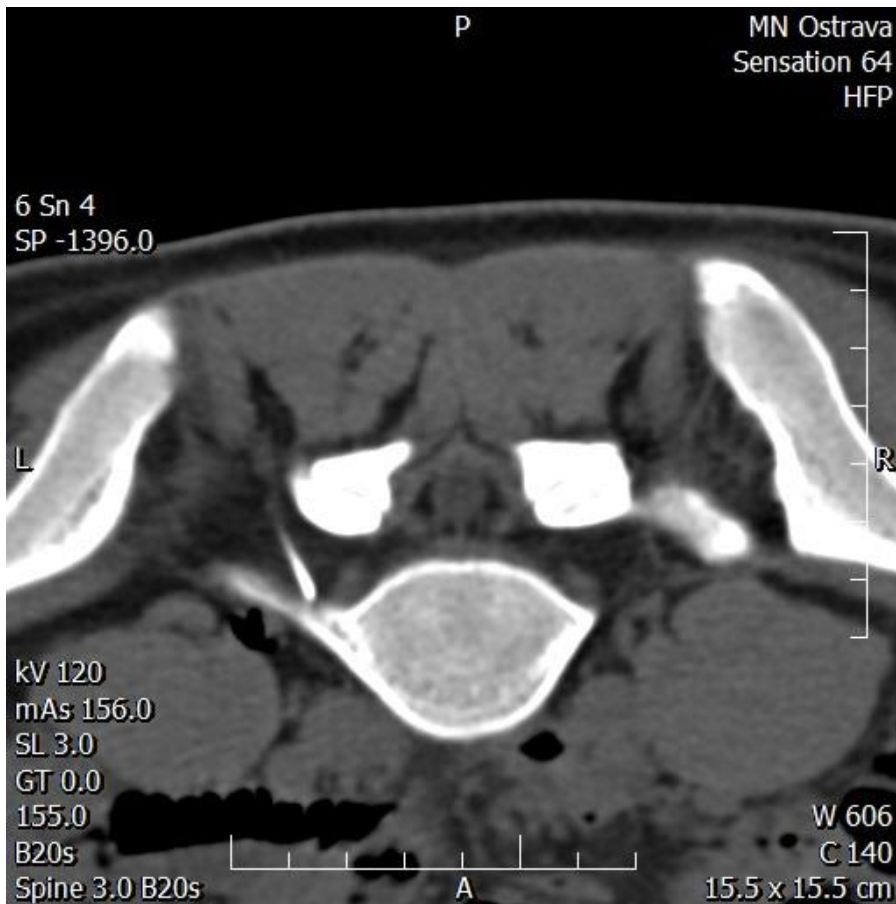
Příloha č. 3 – Patrná distribuce léčebné směsi kolem kořene (směs - Marcain 4 ml + 1 ml Diprophos + 0,3 ml KL Omnipaque 300)

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF – MUDr. J. Kozák



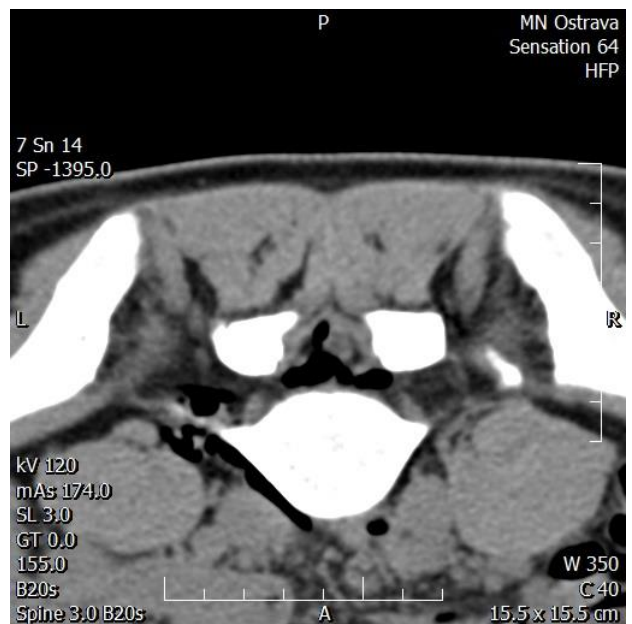
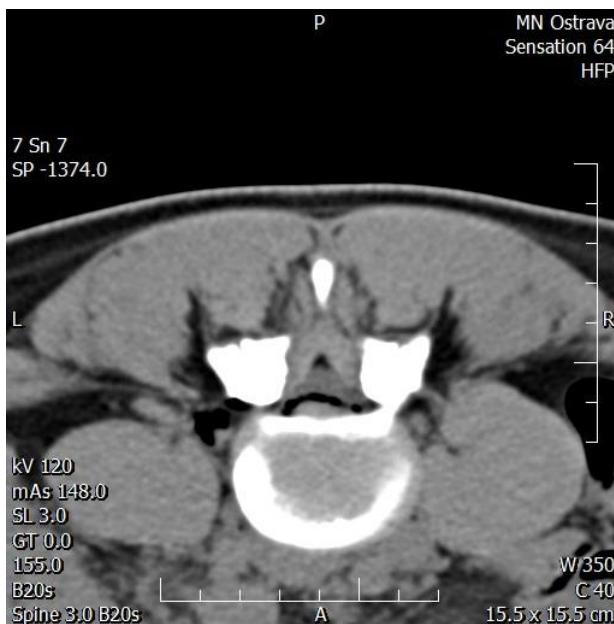
Příloha č. 4 – Zavedená jehla ke kořeni L4 l.dx

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF - MUDr. J. Kozák



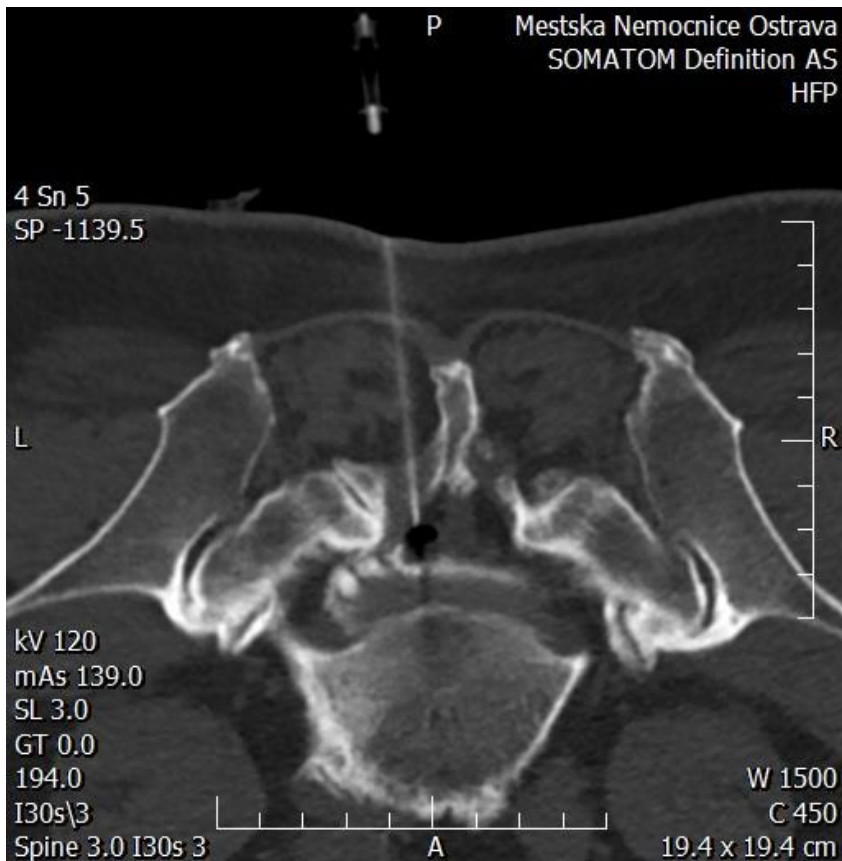
Příloha č. 5 - Zavedená jehla ke kořeni L5 l.dx.

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF - MUDr. J. Kozák



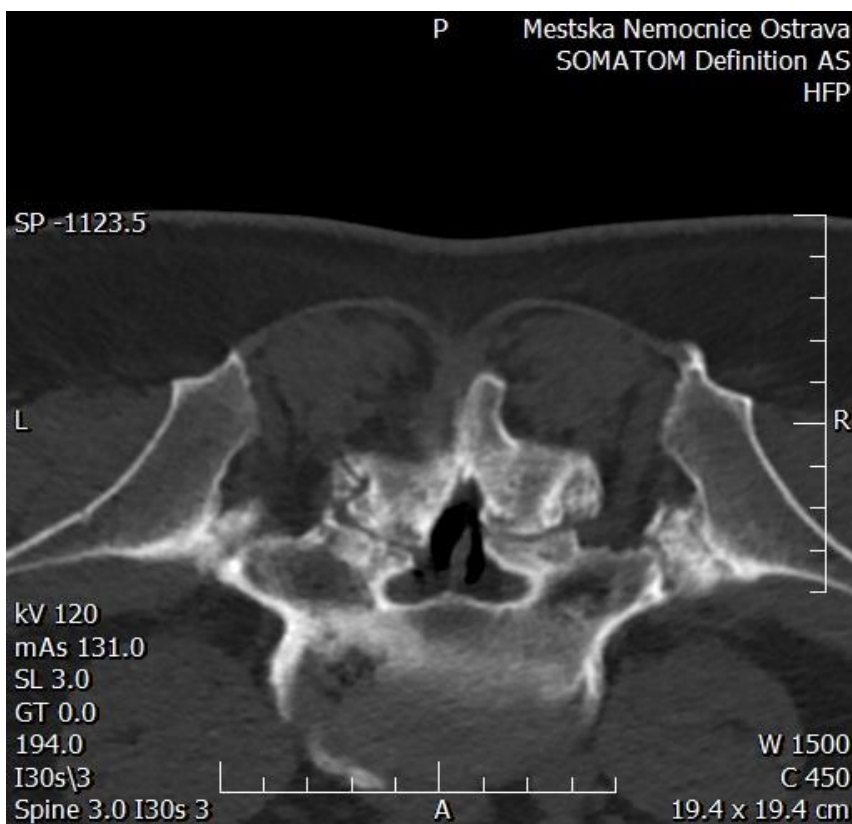
Příloha č. 6 a č. 7 - Kontrolní CT po aplikaci směsi O_2 - O_3 o koncentraci ozónu 20 ug/ml. Ke každému kořeni aplikováno 10 ml směsi ozónu a kyslíku.

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF - MUDr. J. Kozák



Příloha č. 8 - Paraspinnální aplikace, zavedená jehla

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF - MUDr. J. Kozák



Příloha č. 9 - Paraspinnální aplikace, distribuce směsi O₂ - O₃ v páteřním kanálu

Zdroj: Radiologické oddělení MNOF - MUDr. J. Kozák