

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

JESSENIOVA LEKÁRSKA FAKULTA V MARTINE

Neurochirurgická klinika

DEGENERATÍVNE OCHORENIE KRČNEJ CHRBTICE
(etiológia, patofyziológia, diagnostika a chirurgická liečba)

Vysokoškolské pregraduálne a postgraduálne skriptá

MUDr. René Opšenák, PhD.

Martin

2021

Autor:

MUDr. René Opšenák, PhD.

Neurochirurgická klinika

Univerzita Komenského v Bratislave

Jesseniova lekárska fakulta v Martine

Univerzitná nemocnica Martin

Recenzenti:

Doc. MUDr. Štefan Sivák, PhD.

Doc. MUDr. Juraj Miklušica, PhD., CETC

Obsah vzdelávacieho materiálu neprešiel špecializovanou terminologickou, jazykovou, gramatickou a štylistickou korektúrou. Za uvedené stránky vzdelávacieho materiálu zodpovedá autor.

Všetky práva vyhradené. Publikácia ani žiadna jej časť sa nesmie reprodukovať, ukladať do informačných systémov alebo iným spôsobom rozširovať (fotografickou reprodukciou, elektronicky) bez predchádzajúceho súhlasu autora.

© MUDr. René Opšenák, PhD., 2021

Vydal: Jesseniova lekárska fakulta v Martine

Martin, 2021

Počet strán: 81

ISBN 978-80-8187-102-3

EAN 9788081871023

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	5
ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK	7
1 ÚVOD	8
2 CHIRURGICKÁ ANATÓMIA KRČNEJ CHRBTICE A MIECHY	9
2.1 Chirurgická anatómia krčnej chrbtice	9
2.2 Chirurgická anatómia krčnej miechy	14
2.3 Cievne zásobenie krčnej chrbtice a miechy	15
2.4 Topografická anatómia krku a príľahlých štruktúr	16
3 ETIOLÓGIA A PATOFYZIOLÓGIA DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE	17
3.1 Biomechanické príčiny degenerácie krčnej chrbtice	20
3.2 Biomechanika miechy	23
3.3 Stabilita krčnej chrbtice	24
4 KLINICKÝ OBRAZ DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE	26
5 DIAGNOSTIKA DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE	31
5.1 Neurofyziológické vyšetrenia	31
5.2 Zobrazovacie vyšetrenia	32
6 CHIRURGICKÁ LIEČBA DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE	38
6.1 Predná krčná disektómia	38
6.2 Implantáty pre ošetrovanie pohybového segmentu	42
6.2.1 Náhrady medzistavcovej platničky pre artrodézu	42
6.2.2 Predné dlahy k vnútornej fixácii krčnej chrbtice	45
6.2.3 Arteficiálny krčný disk	47

6.2.4 Intersomatické kliečky s integrovanou dlahou	50
6.3 Intersomatická fúzia po prednej krčnej diskektómii	54
6.4 Ďalšie operačné výkony pri degeneratívnom ochorení krčnej chrbtice	56
6.5 Komplikácie prednej krčnej diskektómie	58
6.5.1 Peroperačné komplikácie prednej krčnej diskektómie	59
6.5.2 Pooperačné komplikácie prednej krčnej diskektómie	60
6.5.3 Dysfágia po prednej krčnej diskektómii	61
6.5.4 Komplikácie a problémy súvisiace s implantátmi	65
 POUŽITÁ LITERATÚRA	 73

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

a.	tepna (<i>arteria</i>)
aa.	tepny (<i>arteriae</i>)
ACDF	anterior cervical discectomy and fusion
ACDFP	anterior cervical discectomy and fusion with plate
C	krčný stavec
CSM	cervikálna spondylogénna myelopatia
CT	počítačová tomografia
EMG	elektromyografia
FSE	fast spin echo
GE	gradient echo
HIV	vírus ľudskej imunodeficiencie (<i>human immunodeficiency virus</i>)
lig.	väz (<i>ligamentum</i>)
ligg.	väzy (<i>ligamenta</i>)
m.	sval (<i>musculus</i>)
MEP	motorické evokované potenciály
mm.	svaly (<i>musculi</i>)
MR	magnetická rezonancia
N	newton (základná jednotka sily)
n.	nerv (<i>nervus</i>)
NASCIS	The National Acute Spinal Cord Injury Study
NDI	index postihnutia krku (<i>neck disability index</i>)
PEEK	polyéteréterketón
PET	pozitrónová emisná tomografia
PMG	perimyelografia
PMMA	polymetylmetakrylát
rr.	vetvy (<i>rami</i>)
RTG	skiagrafia
SE	spin echo
SSEP	somatosenzitívne evokované potenciály
T	hrudný stavec
T1w	T1 vážená sekvencia (<i>T1 weighted sequence</i>)
T2w	T2 vážená sekvencia (<i>T2 weighted sequence</i>)

TDR	totálna náhrada medzistavcovej platničky (<i>total disc replacement</i>)
v.	žila (<i>vena</i>)
VAS	vizuálna analógová škála (<i>visual analog scale</i>)
vv.	žily (<i>venae</i>)

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obr. 1 Skelet krčnej chrbtice – ventrálny pohľad

Obr. 2 Skelet krčnej chrbtice – laterálny pohľad

Obr. 3 Magnetická rezonancia degenerovanej krčnej chrbtice

Obr. 4 Krčný arteficiálny disk BRYAN® (Medtronic, Sofamor Danek, USA)

Obr. 5 Klieťka Zero Profile Variable Angle® (DePuy Synthes, Švajčiarsko)

Obr. 6 Peroperačný nález po implantácii klieťky Zero-P VA®

Obr. 7 Laterálny skiagram krčnej chrbtice po implantácii klieťok Zero-P VA®

Obr. 8 Predný osteofyt v príľahlom segmente C4/5 po ACDF v segmentoch C5/6, C6/7

Obr. 9 Degenerácia príľahlého segmentu C4/5 vo forme inkrustácie predného pozdĺžneho väzu

Tab. 1 Klasifikácia Japonskej ortopedickej asociácie

Tab. 2 Nurickova klasifikačná škála cervikálnej spondylogénnej myelopatie

Tab. 3 Incidencia dysfágie po prednej krčnej diskektómii

Tab. 4 Bazaz - Yoo dysfagické skóre

Tab. 5 Hilibrandova klasifikácia morfológických zmien pri ochorení príľahlého segmentu

1 ÚVOD

Degeneratívne ochorenie chrbtice je v súčasnosti najčastejšou príčinou pracovnej neschopnosti u dospelaj populácie. Postihuje všetky časti pohybového segmentu chrbtice – medzistavcovú platničku, stavcové telá, intervertebrálne kĺby, väzy a môže spôsobovať neurologické komplikácie. Postihuje všetky pohybové segmenty chrbtice. Najviac sú postihnuté najpohyblivejšie úseky chrbtice – krčný a bedrový úsek, v hrudnej chrbtici je postihnutie menej časté.

Degeneratívne ochorenie krčnej chrbtice sa začína klinicky prejavovať obvykle vo štvrtjej dekáde života, ale manifestácia u mladších ročníkov nie je ojedinelá. Je najčastejšou príčinou postihnutia krčnej miechy a miechových koreňov. Aktuálna incidencia ochorenia nie je známa. Podľa rôznych štatistík je degeneratívne postihnutie krčnej chrbtice v rôzne pokročilom štádiu rádiologicky zistiteľné až u 90 % mužov nad 50 rokov a žien nad 60 rokov. Výskyt zmien má tendenciu k posúvaniu do mladšieho veku. Aj keď malý počet postihnutých má klinicky významné príznaky v zmysle radikulopatie alebo myelopatie, patrí toto ochorenie medzi veľké socioekonomické problémy spoločnosti.

Chirurgická liečba degeneratívneho ochorenia krčnej chrbtice prichádza do úvahy po vyčerpaní všetkých terapeutických konzervatívnych modalít. Prvá zmienka o chirurgickej terapii postihnutia krčnej platničky je od Horsleya z roku 1895. V roku 1911 Bailey a Casamayor považovali osteoartritické zmeny na krčnej chrbtici za príčinu kompresie krčnej miechy, v roku 1926 Barré popisuje liečbu radikulárnych príznakov, spôsobených degeneratívnym ochorením krčnej chrbtice. V roku 1950 Brain definoval cervikálnu spondylógenú myelopatiu ako dôsledok degeneratívnej krčnej spondylózy a stenózy spinálneho kanála.

Frykholm v roku 1943 zaviedol jednoduchú foraminotómiu s cieľom dekompresie nervového koreňa pri laterálnej prietrži krčnej platničky alebo foraminostenóze v dôsledku rezorpcie degenerovanej krčnej platničky. Leroy Abbott navrhol ako prvý predný prístup ku krčnej chrbtici v roku 1952, keď bol hosťom na pracovisku Baileyho a Badgleyho, ktorí ho následne použili a popísali v roku 1960. V roku 1958 použili Robinson a Smith kostný štep tvaru podkovy a zlepšili kostnú fúziu pri prednej rekonštrukcii krčnej chrbtice. Rovnako v roku 1958 publikoval Cloward techniku cylindrického štepu pre prednú fúziu po krčnej diskektómii.

Prvé predné krčné dlahy boli navrhnuté Joergom Boehlerom v roku 1964. Uvedené krčné dlahy predstavovali upravené dlahy primárne používané na osteosyntézu krátkych kostí. Prvé

komerčne dostupné predné krčné dlahy boli vyvinuté v roku 1970 Orozco-Declosom a Llovet-Tapiesom. Prvýkrát boli použité pre fixáciu krčnej chrbtice pri nestabilnej zlomenine. Neskôr bola navrhnutá Casparom trapezoidná dlaha, ktorá je s drobnými obmenami používaná dodnes.

Ďalším pokrokom v operačnej liečbe degeneratívneho postihnutia krčnej chrbtice bolo zavedenie totálnej artroplastiky do klinickej praxe. Napriek počiatočnému nadšeniu z možnosti zachovania segmentového pohybu po diskektómii, v súčasnosti, vzhľadom na limitované výsledky liečby, sa indikačné spektrum pre totálnu artroplastiku významne zúžilo. Priekopníkmi laminoplastiky ako zástupcu zadných prístupov pri cervikálnej spondylogénnej myelopatii sa stali japonskí spondylochirurgovia (Hirabayashi, Itoh, Kurokawa a Kimura). Pri multietážových stenózach spinálneho kanála krčnej chrbtice má laminoplastika svoje nezastupiteľné miesto.

Vývoj implantátov v súčasnej dobe charakterizuje snaha o minimalizáciu operačného prístupu, prevenciu rozsiahlych pooperačných fibroadhezívnych zmien a elimináciu negatívneho pôsobenia implantátu na príľahlé štruktúry (hypofarynx, pažerák, príľahlé pohybové segmenty). Uvedené vlastnosti spĺňa nová generácia intersomatických kliebok s integrovanou dlahou a nulovým profilom.

2 CHIRURGICKÁ ANATÓMIA KRČNEJ CHRBTICE A MIECHY

2.1 Chirurgická anatómia krčnej chrbtice

Chrbtica je osovou kostrou skeletu, plní funkciu opornú, ochrannú a pohybovú. Počas embryonálneho vývoja je vytvorená zo somitov, a to časťami priliehajúcimi k *chorda dorsalis* – sklerotómami. Tieto obomykajú chordu a medulárnu trubicu a diferencujú sa do jednotlivých stavcov a medzistavcových platničiek. Každý stavec sa skladá z troch hlavných častí, ktoré majú odlišný mechanický a funkčný význam. Jedinou výnimkou je prvý krčný stavec – atlas, ktorého telo zrástá s telom epistrofeu a tvorí dens. Stavce C3 až C6 sa označujú ako typické krčné stavce. Veľkosť stavcov narastá kaudálnym smerom od C3 k C7. Stavec C7 predstavuje prechodnú formu medzi krčným a hrudným úsekom chrbtice a má niektoré anatomické odlišnosti.

Krčný stavec sa skladá z tela, oblúka a výbežkov (obr. 1, obr. 2). Telo stavca (*corpus vertebrae*) má v axiálnej rovine oválny až obličkový tvar s typickým sedlovitým prehnutím hornej plochy vo frontálnom reze. Po oboch stranách hornej plochy sa nachádzajú sagitálne

vyvýšené hrany (*processūs uncinati*). Tento výbežok ku koncu prvej dekády artikuluje s príľahlou dolnou plochou susedného stavca a vytvára unkovertebrálne spojenie (*articulatio uncovertebralis Luschkae*). Fyziologicky toto spojenie limituje laterálnu flexiu a zároveň predstavuje prirodzenú bariéru pre priamu extrúziu intervertebrálneho disku do forameny proti nervovému koreňu a vertebrálnej artérii. Artrotické zmeny v tomto mieste môžu spôsobiť kompresiu. Oblúk stavca (*arcus vertebrae*) je pripojený k telu krátkymi pediklami, ktoré prechádzajú do lamín spájajúcich sa v strednej čiare. Tým sa uzatvára *foramen vertebrale* trojhranného tvaru so sagitálnym priemerom 16 - 18 mm. Existujú však veľké interindividuálne rozdiely a za fyziologické preto možno považovať rozpätie 15 - 25 mm.

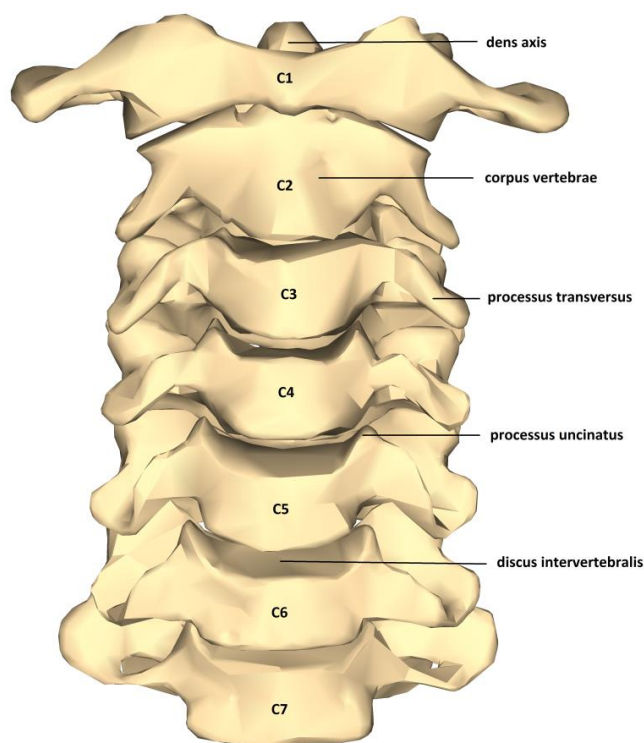
Priečne výbežky (*processūs transversī*) krčných stavcov sú krátke a uzatvárajú *foramen transversarium*. Cez transverzálne forameny stavcov C6 až C1 prechádza vertebrálna artéria sprevádzaná jednou alebo dvoma vénami. Vertebrálna žila prechádza aj cez transverzálny foramen C7. V priečnom výbežku sa nachádza *sulcus nervi spinalis*, cez ktorý prechádza miechový nerv. *Arteria vertebralis* je uložená pod miechovým koreňom. Priečne výbežky sa končia laterálne v dvoch hrboloch – *tuberculum anterius et posterius*. Stavec C6 má nápadne väčšie *tuberculum anterius*, ktorý sa označuje ako *tuberculum caroticum*. Horné a dolné kĺbové výbežky (*processūs articulares superiores et inferiores*) sú sklonené dozadu a kaudálne, spájajú susedné stavce v *articulationes intervertebrales* (zygapofyzeálne kĺby). V krčnej chrbtici je púzdro intervertebrálnych kĺbov najvoľnejšie, a preto umožňuje aj najväčší rozsah pohybu.

Trňové výbežky (*processūs spinosī*) krčných stavcov sú krátke a na konci vidlicovito rozdvojené. Výnimkou je stavec C7, ktorého trňový výbežok je dlhý a nerozdvojený. Tento výbežok je dobre hmatný, prečnieva nad ostatnými a podľa neho sa stavec C7 označuje ako *vertebra prominens*. Medzistavcové otvory (*foramina intervertebralia*) sú ohraničené kaudálne a rostrálne pediklami susedných stavcov, vpredu telom stavca, medzistavcovou platničkou a unkovertebrálnym spojením a vzadu intervertebrálnym skĺbením. V krčnej chrbtici sú relatívne priestrané (výška 12 mm a šírka 6 mm), čím poskytujú pomerne veľký priestor pre miechové korene, ktoré cez ne prechádzajú. Na druhej strane môže nastať ich patologické zúženie prietržou platničky alebo osteofytmi zygapofyzeálneho a unkovertebrálneho skĺbenia. Okrem miechových koreňov obsahujú forameny radikulárne cievy z a. vertebralis (rr. spinales) a venózy plexus.

Prvý krčný stavec, *atlas* alebo nosič, má jedinečný tvar a ako jediný stavec nemá telo. Atlas je tvorený predným oblúkom (*arcus anterior*), zadným oblúkom (*arcus posterior*) a laterálnymi masami (*massae laterales*), ktoré oba oblúky spájajú. Na ventrálnej ploche

predného oblúka je uprostred drobný výbežok, *tuberculum anterius*, kde sa upína m. longus colli. V strede zadného oblúka sa nachádza zbytok zakrpateného spinózneho výbežku, *tuberculum posterius*. Uprostred vnútornej plochy predného oblúka nachádzame plochú priehlinu pre spojenie so zubom C2 – *fovea dentis*.

Obr. 1 Skelet krčnej chrbtice – ventrálny pohľad



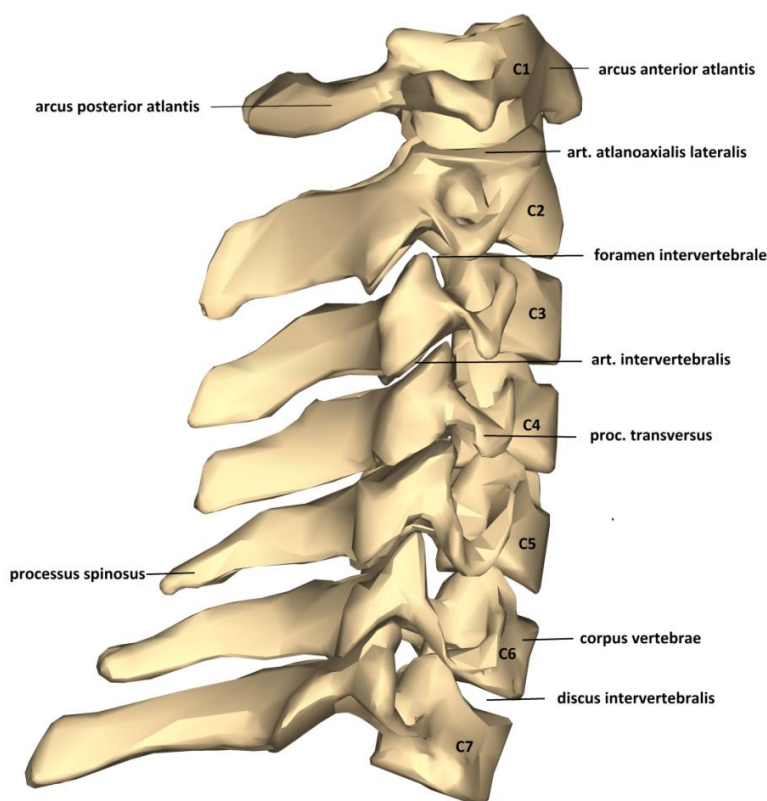
(zdroj: <https://www.pngwing.com/en/free-png-zxork>, upravené autorom, public domain)

Druhý krčný stavec, *axis* (*epistropheus*) alebo čapovec je väčší ako stavec C3, má už všeobecne tvar krčného stavca, ktorého telo však vybieha proximálne v typický výbežok – *dens axis*. Zub čapovca je kraniálne prihrotený do *apex dentis*. Na ventrálnej ploche nesie *facies articularis anterior* pre skĺbenie s *fovea dentis* atlasu. Na dorzálnej ploche je vytvorená *facies articularis posterior*, kde nalieha *ligamentum transversum atlantis*. Spinózny výbežok je u druhého krčného stavca výrazne väčší ako kaudálne nasledujúci, rozoklaný a veľmi individuálne tvarovaný.

Telá horných hrudných stavcov sú vyššie ako telá krčných stavcov, kaudálnym smerom sa zväčšujú. Prvý hrudný stavec má kraniálne vytvorené uncinátne výbežky, podobne ako krčné stavce. Terminálne plochy ostatných hrudných stavcov sú rovné. Na bokoch stavcových tiel nachádzame plôšky pre skĺbenie s hlavičkami rebier – *foveae costales*. Stavec T1 má len jednu párovú *fovea costalis*, stavce T2 a T3 majú na oboch stranách stavcového tela plôšky dve, *fovea*

costalis superior et inferior. Foramen vertebrale T1 je trojuholníkové, foramina vertebralia T2 a T3 sú okrúhle. Priečne výbežky horných hrudných stavcov sú silnejšie, zaoblené a smerujú dorzolaterálne. Na ich hrotoch nachádzame kĺbne plôšky pre sklíbenie s hrbolkom rebra – *fovea costalis transversalis*.

Obr. 2 Skelet krčnej chrbtice – laterálny pohľad



(zdroj: <https://www.pngwing.com/en/free-png-ntlai>, upravené autorom, public domain)

Medzistavcové platničky (*disci intervertebrales*) spájajú prilahlé plochy susedných stavcov a tvarovo sa s nimi zhodujú. Intervertebrálny disk nie je vytvorený medzi telami stavcov C1 a C2. Vlastná medzistavcová platnička sa skladá z *anulus fibrosus* a *nucleus pulposus*. Anulus fibrosus je prstenec cirkulárne prebiehajúcich vlákien väzivovej chrupky a fibrózneho väziva. Nucleus pulposus predstavuje jadro disku s vysokým obsahom vody a mukopolysacharidov diskového až guľového tvaru. Zmeny chemického zloženia pulpózneho jadra majú významné miesto v procese degenerácie, ktorá v konečnom dôsledku vedie k vzniku cervikálnej spondylózy. Styčná plocha medzi diskom a telom stavca sa počas embryogenézy vyvíja súčasne tak, že vzniká vrstvička hyalínovej chrupky (*cartilaginous endplate*), do ktorej sú ukotvené vlákna anulus fibrosus. Celková výška platničiek predstavuje asi jednu pätinu až štvrtinu celkovej dĺžky krčnej chrbtice.

Kraniovertebrálne spojenie je systém kĺbov a väzov, ktoré spájajú okcipitálnu kosť s atlasom. *Articulatio atlantooccipitalis* je párové skĺbenie kondylov záhlavnej kosti s odpovedajúcimi jamkami na atlase. Kĺby oboch strán tvoria jednu rotačnú plochu s osou idúcou horizontálne a frontálne, ktorá umožňuje kývavý pohyb. Posun kondylov po jamke laterálne dovoľuje aj malé úklony. *Articulatio atlantoaxialis mediana* je skĺbenie medzi dentom C2 a predným oblúkom atlasu. Styčné plôšky sú vytvorené na prednej aj zadnej ploche dentu. Predná plôška sa opiera o fovea dentis na vnútornej ploche predného oblúka atlasu, zadná o ligamentum transversum atlantis, ktoré je rozptäté medzi laterálnymi masami atlasu a bráni dislokácii dentu dorzálne do foramen vertebrale atlasu. V mieste styku s chrupavkou je väz spevnený chrupavkou a niekedy tvorí aj skutočný kĺb s kĺbnym púzdrom. Dens predstavuje v tomto skĺbení čap, okolo ktorého sa atlas otáča. Od tela C2 k okraju foramen magnum dopĺňujú pozdĺžne väzivové snopce ligamentum transversum atlantis a vytvárajú tak *ligamentum cruciforme*. Zo strán dentu šikmo nahor k bokom kondylov záhlavnej kosti a okrajom foramen magnum prebiehajú *ligamenta alaria* obmedzujúce rotáciu záhlavnej kosti. *Ligamentum apicis dentis* prebieha od vrcholu dentu smerom kraniálnym k prednému okraju foramen magnum. Býva považované za zbytok chorda dorsalis. *Membrana atlantooccipitalis anterior* uzaviera vpredu spojenie atlasu a záhlavnej kosti. Jej obdobu nachádzame i medzi atlasom a epistrofeom. *Membrana tectoria* kryje zozadu v chrbticovom kanáli dens a ligamentum cruciforme a distálne pokračuje ako *ligamentum longitudinale posterius*. *Membrana atlantooccipitalis posterior* spojuje zadný oblúk atlasu a zadný okraj foramen magnum. *Articulatio atlantoaxialis lateralis* je párový kĺb, ktorý spája kĺbové výbežky atlasu a epistrofeu.

Väzy strednej a dolnej časti krčnej chrbtice sa delia na dlhé a krátke. K dlhým väzom zaradujeme predný pozdĺžny väz (*ligamentum longitudinale anterius*), ktorý spája predné plochy tiel stavcov od oblúka C1 až po krížovú kosť. Tento väz je pevnejšie spojený s telami stavcov ako s medzistavcovými platničkami. Zadný pozdĺžny väz (*ligamentum longitudinale posterius*) spája zadné plochy tiel stavcov od bázy lebky po krížovú kosť. Tvorí vlastne prednú plochu spinálneho kanála a na rozdiel od predného pozdĺžneho väzu je pevnejšie spojený s medzistavcovými platničkami. Fyziologicky predstavuje určitú ochranu pre miechu, vyhladzuje povrch spinálneho kanála, ale pri jeho hypertrofii alebo osifikácii môže byť zdrojom kompresie. Ku krátkym väzom patria žlté väzy (*ligamenta flava*), ktoré spájajú oblúky stavcov. Ich kalcifikácia a hypertrofia môže byť rovnako zdrojom kompresie miechy, ktorá sa navyše zvyrazňuje pri pohyboch. *Ligamenta intertransversaria* premostujú priečne výbežky a *ligamenta interspinalia* trňové výbežky. V hrudnej a krčnej časti prebiehajú interspinálne

väzy nielen medzi trŕmi, ale aj dorzálne od nich. Vytvárajú tak zosilnený pruh označovaný ako *ligamentum supraspinale*, ktoré pokračuje na okcipitálnu kosť ako *ligamentum nuchae*. Uvedené väzy sú miestom pripojenia krčných svalov a tvoria dôležitú súčasť stabilizačného aparátu krčnej chrbtice. Túto skutočnosť treba mať na pamäti pri realizácii zadných prístupov ku krčnej chrbtici, najmä pri viacetážovej dekompresii.

2.2 Chirurgická anatómia krčnej miechy

Spinálny kanál (*canalis vertebralis*) obsahuje miechu a miechové korene, obaly miechy a cievy. Z krčného úseku miechy vystupuje 8 párov miechových nervov. Miechové nervy sa formujú z predných a zadných miechových koreňov. Predné miechové korene sú motorické a zadné senzitívne. Jeden miechový koreň (predný aj zadný) obsahuje *fila radicularia* z jedného miechového segmentu. Predný a zadný koreň sa pred výstupom z neuroforamenu spoja a vytvoria miechový nerv (*nervus spinalis*), ktorý je zmiešaný, lebo obsahuje motorické aj senzitívne vlákna. Pre miechové nervy C3 až C7 platí jednoduché pravidlo, že vystupujú cez foramen, ktorého dolný pedikel patrí stavcu s rovnakým číslom, ako má nerv (napríklad miechový nerv C6 vystupuje cez foramen C5/6). Miechový nerv C8 vystupuje cez foramen C7/T1.

Poloha miechových segmentov sa nekryje s polohou stavcov. Pre klinickú prax je dôležité poznať vzťah segmentov miechy a miechových koreňov k príslušným stavcom. Prvé štyri segmenty krčnej miechy sa kryjú so stavcami C1 až C4. Úsek C5 až T1 je v rozsahu stavcov C5 až T2. Podľa Chipaultovho pravidla sa na krčnej chrbtici k hmatnému trŕnovému výbežku pripočíta jedna, čím získame číslo segmentu nervového koreňa vystupujúceho v danej axiálnej rovine.

Miecha (*medulla spinalis*) je ventrodorzálne sploštená, obalená mäkkou plenou (*pia mater et arachnoidea*) a uzatvorená v durálnom vaku (*saccus durae matris*) spolu s mozgovomiechovým mokom (*liquor cerebrospinalis*). Kraniálne pokračuje plynulo do predĺženej miechy v mieste *decussatio pyramidum* (výstup prvého krčného koreňa). *Intumescencia cervicalis* siaha od C3 po T2 s maximom šírky v segmente C5. Na prednej ploche miechy je *fissura mediana anterior*, vzadu *sulcus medianus posterior*, na jej bokoch *sulci laterales anteriores et posteriores*, kde vystupujú *fila radicularia*. Ryhami a výstupmi nervových vlákien je každá polovica miechy rozdelená na tri povrazce: *funiculus anterior, lateralis et posterior*. Zadný je v krčnom segmente rozdelený na dve časti – *gracilis Golli et cuneatus Burdachi*. Na krčnej mieche, oproti ostatným segmentom, sú aj tieto zvláštnosti: obrys

je priečne oválny s veľkým rozsahom šedej hmoty, širokými prednými a pomerne štíhlymi zadnými stĺpcami, málo vyznačenou collumna lateralis, výraznou retikulárnou formáciou a širokým plášťom bielej hmoty.

2.3 Cievne zásobenie krčnej chrbtice a miechy

Miecha je zásobená cievami prestupujúcimi pozdĺž miechových koreňov. V krčnej oblasti tieto cievy vychádzajú z *a. vertebralis*, *a. cervicalis ascendens* a *a. cervicalis profunda*, ktoré sú vetvami *a. subclavia*. Prvé dve medzirebria v hrudnom úseku zásobuje *a. intercostalis suprema* rovnakého pôvodu. *A. vertebralis* vstupuje do foramen transversarium šiesteho krčného stavca a prebieha kraniálne až do foramenu C2, potom sa otočí dorzolaterálne, vstúpi do foramen transversarium C1, medzi atlasom a foramen magnum prestupuje membrana atlantooccipitalis posterior a dura mater a vstupuje do lebky. Anatomické varianty priebehu vertebrálnej artérie sú pomerne časté, môže prebiehať pod zadným oblúkom C1 alebo prechádzať cez foramen C7, prípadne laterálne mimo kostné štruktúry alebo s otvorením foramenov. Na krku vydáva *rr. spinales* do chrbticového kanála, *rr. musculares* k hlbokým svalom krku a *r. meningeus* k dura mater zadnej jamy. V pia mater miechy sa rami spinales spájajú v pozdĺžne vetvy, z ktorých jedna prebieha vo fissura mediana anterior a nazýva sa *a. spinalis anterior*. Dve vetvy prebiehajú pozdĺžne dorzálne v mieste vstupov koreňov – *aa. spinales posteriores*. Tieto pozdĺžne kmene sú spojené priečnymi spojkami a vytvárajú tzv. *vasocoroneae*. *A. spinalis anterior* zásobuje predné $\frac{2}{3}$ miechy – predné miechové povrazce a bielu hmotu, *aa. spinales posteriores* zásobujú len zadné povrazce. Miechové žily sa zbierajú do *plexus venosi vertebrales externi* a otekajú do *vv. vertebrales* a *vv. cervicales profundae*. *V. vertebralis* prebieha aj cez foramen transversarium C7, popísané sú však početné varianty.

Telá stavcov sú zásobené jednak z vetiev *aa. vertebrales*, ascendentných krčných artérií a v dolnom úseku krčného segmentu z proximálnych interkostálnych artérií, jednak zozadu z predných arteriol vertebrálneho kanála. Perpendikulárne prebiehajúce vetvy mohutne anastomozujú, podobne ako artéριοvé zdroje susediacich stavcov. Intervertebrálne disky u dospelých nemajú cievne zásobenie, výživu zabezpečuje osmóza. V plode a u novorodencov boli preukázané arteriolárne zakončenia periférnych častí fibrózneho prstenca, ale nie hlbokých častí. Ascendentné artérie, ktoré sú vetvami vertebrálnych artérií odstupujúcich v úrovni tela C3, penetrujú telo epistrofea otvormi v báze dentu. V tejto úrovni sa tiež nachádza perforujúca artéria pochádzajúca z oboch karotických artérií. Niekedy predné a zadné vzostupné artérie vytvárajú apikálnu arkádu okolo vrcholku dentu.

2.4 Topografická anatomia krku a príslušných štruktúr

Hranica hlavy oproti krku prebieha od *protuberantia occipitalis externa*, pozdĺž *linea nuchae superior* k *porus acusticus externus*, odtiaľ pozdĺž mandibuly k brade. Hlbokú hranicu tvorí *basis cranii externa*. Dolná hranica krku oproti hrudníku prechádza z *fossa jugularis*, pozdĺž kľúčnej kosti na *acromion* a odtiaľ dozadu k trní C7. Krk delíme na *regio colli anterior*, *lateralis et posterior*.

Regio colli anterior je ohraničené z oboch strán pomocou *mm. sternocleidomastoidei* a člení sa ďalej na menšie krajiny – *regio submentalis*, *regio hyoidea*, *regio suprasternalis* a podobne. Patrí tu aj topograficky dôležité *trigonum submandibulare* a *trigonum caroticum*. *Regio submentalis* je priestor medzi prednými bruškami *m. digastricus*, jazylkou a bradovým výbežkom mandibuly. V riedkom podkožnom väzive nachádzame snopce *m. platyzma* i tenké podkožné cievy a nervy. Hlbšie je fascia fixovaná k jazyлке a mandibule, pod fasciou sa nachádzajú *m. mylohyoideus*, *m. geniohyoideus* a *m. genioglossus*.

Trigonum submandibulare je krajina vymedzená okrajom mandibuly a oboma bruškami digastriku. Obsahuje mandibulárnu žľazu, lymfatické uzliny, *n. lingualis*, *n. hypoglossus* a *n. mylohyoideus*.

Trigonum caroticum je vymedzené predným okrajom *m. sternocleidomastoideus*, zadným bruškom *m. digastricus* a horným bruškom *m. omohyoideus*. *A. carotis communis* sa v trigone rozdeľuje na *a. carotis interna et externa*. *V. jugularis interna* v trigone prijíma prítoky z tváre a krku. Z *n. hypoglossus* sa tu oddeľuje *radix superior ansae cervicalis* a pod cievami prechádza *n. vagus*.

Regio hyoidea je krajina pod jazylkou, význam má hlavne orientačný a jej poloha sa vďaka pohyblivosti jazyľky mení. *Regio infrahyoidea* siaha od jazyľky k sternu, jeho okraje tvorí horné bruško *m. omohyoideus* a dolný diel *m. sternocleidomastoideus*. Hlavným obsahom krajiny je hrtan, trachea, štítna žľaza a v hĺbke potom krčný úsek pažeráka. Po stranách prechádza nervovocievny zväzok v obale zvanom *vagina carotica*. *Larynx* je uložený v úrovni C5/6, vrchol *epiglottis* v oblasti C3. *N. laryngeus recurrens* sa k laryngu vracia z hrudníka medzi tracheou a pažerákom. Krátky krčný úsek priedušnice sa premieta nad jugulárnu jamku, *pharynx* prechádza do pažeráka v úrovni segmentu C6.

Regio sternocleidomastoidea je krajina vymedzená rovnomenným svalom a siaha od *processus mastoideus* až ku sternu. Pod svalom je uložený nervovo-cievny zväzok.

Regio colli lateralis je oblasť tvaru trojuholníka so základňou na kľúčnej kosti a vrcholom na *processus mastoideus*. Uvedená oblasť leží laterálne od *m. sternocleidomastoideus* a dosahuje až k prednému okraju *m. trapezius*. Dolné bruško *m. omohyoideus* oddeľuje dôležité *trigonum omoclaviculare*, v ktorom sa nachádza v predozadnom smere *vasa subclavia* a *plexus brachialis*.

Regio colli posterior je krajina vymedzená v rozsahu hornej časti *m. trapezius*, kde sa nachádza *trigonum suboccipitale*. Priestor je ohraničený dole priečnym výbežkom atlasu, laterálne *m. obliquus capitis superior* a mediálne vonkajším okrajom *m. rectus capitis posterior major*, v ktorom nájdeme *a. vertebralis*, *n. suboccipitalis* a *n. occipitalis major*. Kraniálne prechádza do krajiny záhlavnej, pri *linea nuchae superior* a kaudálne do krajiny chrbtovej, pod trčom siedmeho krčného stavca.

3 ETIOLÓGIA A PATOFYZIOLÓGIA DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE

Cervikálna spondylóza je najčastejším ochorením krčnej chrbtice. Röntgenologický nález signifikantnej spondylózy je prítomný u 50 - 70 % populácie vo veku nad 50 rokov, vo veku nad 65 rokov až u 90 % populácie. Kým nález asymptomatickej cervikálnej spondylózy je rovnako častý u mužov aj u žien, cervikálna myelopatia na podklade spondylózy sa vyskytuje u mužov 4-krát častejšie. Korelácia medzi grafickým nálezom a klinickými prejavmi je malá a u väčšiny takto postihnutých ľudí sa cervikálna spondylóza nemanifestuje. Nárast incidencie ochorenia pravdepodobne súvisí s väčšou záchytnosťou a je zreteľný posun manifestácie ochorenia do nižších vekových skupín.

Pri degeneratívnom ochorení krčnej chrbtice sa v minulosti rozlišovali dve jednotky – *prietrž krčnej medzistavcovej platničky* a *cervikálna spondylogénna myelopatia*. Z patofyziologického hľadiska však uvedené delenie nie je opodstatnené. Tieto klinické jednotky sa síce líšia od seba rozsahom degeneratívnych zmien krčnej chrbtice a rýchlosťou vzniku príznakov, ale obidve jednotky majú rovnakú etiológiu a môžu spôsobovať podobné klinické príznaky. Degenerácia medzistavcovej platničky predstavuje začiatok a ťažkou spondylózou podmienená myelopatia koniec v rámci progresie degeneratívneho postihnutia krčnej chrbtice. Degeneratívne ochorenie krčnej chrbtice však predstavuje pestrú škálu morfológických a funkčných zmien v závislosti od fázy pokročilosti uvedeného procesu.

Proces degenerácie sa začína v medzistavcovej platničke, ale pomerne skoro postihne aj priľahlé kostné a väzivové štruktúry (obr. 3). Základným spúšťacím mechanizmom procesu degenerácie je porucha výživy medzistavcovej platničky. Medzistavcová platnička je avaskulárna štruktúra, a preto jej výživa závisí od okolitých tkanív. V transporte živín a tekutín sa uplatňuje pasívna difúzia a pumpový mechanizmus. Uvedené procesy sa odohrávajú na krycej platničke z hyalínovej chrupky. Prvé zmeny transportných mechanizmov nastávajú už ku koncu druhej dekády života, keď sa mení zloženie krycej platničky. Porucha sa týka nielen transportu živín, ale aj odpadových produktov metabolizmu. Výsledkom je hromadenie kyslých metabolitov, znižovanie pH a pokles koncentrácie proteoglykánov.

Hernia intervertebrálneho disku je v krčnej chrbtici menej častá ako v bedrovom úseku chrbtice. Dehydratácia disku a jeho fragmentácia vedie k redukcii výšky medzistavcového priestoru a zníženiu pružnosti disku. Strata výšky intervertebrálneho disku dovoľuje dotyk zadných a predných okrajov priľahlých tel stavcov počas flexie a extenzie, čo je vyvolávajúci moment tvorby výrastkov – osteofytov na zadných okrajoch tel stavcov.

Protrúziou rozvláknenej platničky proti zadnému pozdĺžnemu väzu dochádza k jeho dráždeniu, fibrotizácii a osifikácii. Tento proces vedie k osteochondrotickým zmenám na zadných okrajoch stavcových tel, s tvorbou dorzálnych osteochondrotických valov. Zadné osteofyty spôsobujú *centrálnu stenózu spinálneho kanála*. Znižovanie výšky medzistavcového priestoru vedie k zmenenému postaveniu zygapofyzeálnych kĺbov až do subluxácie. Zmena v postavení kĺbov vedie k ich zvýšenému opotrebeniu, zmohutneniu a následkom je *laterálna stenóza spinálneho kanála*. Pri rovnakom postihnutí unkovertebrálnych kĺbov dochádza k zúženiu v oblasti foramen intervertebrale. Hákovité výbežky za normálnych podmienok svojím spojením zabezpečujú laterálnu stabilitu v spinálnom segmente. *Foraminostenóza* vedie ku kompresii nervových koreňov v danom pohybovom segmente. K zúženiu chrbticového kanála dochádza aj fibrotizáciou a zriasnením žltého väzu. Špecifickým procesom je kalcifikácia zadného pozdĺžneho väzu. Tento nález je v našej populácii pomerne zriedkavý, vysoká incidencia je typická pre japonskú populáciu.

Vplyvom degeneratívnych zmien platničky a kĺbov sa stáva celý pohybový segment nestabilným. Väčšia nestabilita krčnej chrbtice spôsobená degeneratívnym procesom s posunom stavcov o viac ako 3 mm je ale skôr zriedkavým nálezom. Všetky tieto zmeny vedú postupne k strate fyziologickej krčnej lordózy a zhoršujú statiku a dynamiku krčnej chrbtice. Opakovaná mikrotraumatizácia krčnej chrbtice a priľahlých mäkkých tkanív degeneratívny proces akcelerujú. Prietrž platničky, stenóza chrbticového kanála a instabilita krčnej chrbtice spôsobujú kompresiu nervových štruktúr. Na vzniku myelopatie sa uplatňuje viac príčin:

Mechanické (kompresívne) faktory hrajú vo vývoji myelopatie zrejme hlavnú úlohu. Z troch smerov, z ventrálneho a oboch laterálnych, sa zužuje spinálny kanál. Ani zadná časť kanála nezostáva intaktná v dôsledku invaginácie žltých väzov a ich postupnej osifikácie.

Dynamické faktory sa prejavujú vznikom instability a hypermobility v degenerovanom segmente, ktorých následkom sú opakované mikrotraumy komprimovanej miechy. Najmä tri faktory dynamiky sú zodpovedné za progredujúcu zápalovo-produktívnu reakciu tkanív – strata elasticity väzov, impingement vyvolaný exostózami a tzv. *pincers phenomenon*, ktorý predstavuje strihový, nožnicový účinok pohybu susediacich stavcov voči sebe.

Z *cievnych faktorov* sa pri vývoji myelopatie uplatňuje priama kompresia prednej spinálnej artérie a chronická venostáza pri centrálnej stenóze spinálneho kanála. Laterálna stenóza a foraminálna stenóza vedú ku kompresii predných radikulárnych tepien. Degeneratívny proces na krčnej chrbtici môže dosiahnuť až taký rozsah, že komprimuje vertebrálne artérie, ktoré prebiehajú v transverzálnych foraminách. Poruchou cievneho zásobenia vzniká hypoperfúzia až ischémia miechy. Výsledkom je najskôr funkčné postihnutie dlhých miechových dráh a nasleduje morfologické postihnutie miechy so vznikom myelopatického ložiska.

Kongenitálne zúženie spinálneho kanála je predispozíciou pre kompresiu miechy a vznik cervikálnej myelopatie. Normálny priesvit spinálneho kanála od úrovne C3 po C7 je 16 - 18 mm. O spinálnej stenóze hovoríme vtedy, ak priemer spinálneho kanála je menší ako 11 mm.

Riziko vzniku myelopatie je pri dolnom krčnom segmente niekoľkonásobne vyššie ako pri hornom krčnom segmente – pravdepodobne pre prítomnosť segmentových zásobovacích artérií smerujúcich k prednej spinálnej artérii, ktoré sú často postihnuté aterosklerotickým procesom. Vyššie riziko vzniku myelopatie v dolnom úseku krčnej chrbtice súvisí aj s častejším výskytom jeho degeneratívneho postihnutia. Nevyhnutným následkom sú patofyziologické zmeny vlastného tkaniva miechy prejavujúce sa tvorbou centrálnych cýst v šedej hmote, demyelinizáciou laterálnych stĺpcov a ascendentnou nekrózou zadných stĺpcov. Je pozoruhodné a zatiaľ nie presvedčivo vysvetlené, prečo predné stĺpce bielej hmoty ostávajú relatívne ušetréné.

3.1 Biomechanické príčiny degenerácie krčnej chrbtice

Vzhľadom na vzpriamenú polohu človeka je chrbtica vystavená významnému zaťaženiu. Hlavný prenos axiálnych tlakových síl spočíva podľa biomechanických štúdií na telách stavcov a intervertebrálnych diskoch, ktoré pôsobia súčasne ako tlmič. Podiel intervertebrálnych kĺbov na prenose axiálnych síl je približne 20 %, je ale závislý na postavení chrbtice, stúpa v extenzii a klesá vo flexii.

Obr. 3 Magnetická rezonancia degenerovanej krčnej chrbtice



(zdroj: archív autora)

Základnú biomechanickú jednotku na chrbtici tvorí pohybový segment, tzv. *funkčná spinálna jednotka*. Zložená je z dvoch priľahlých stavcov, medzistavcovej platničky a väzivových štruktúr, v oblasti hrudnej chrbtice aj z kostovertebrálnych skĺbení. Pohybové segmenty sú tvorené podľa Louisa tromi kĺbmi – predným kĺbom je medzistavcová platnička a zadnými kĺbmi sú intervertebrálne kĺby. Za fyziologických podmienok pôsobia na pohybový segment vonkajšie a vnútorné sily z niekoľkých smerov a spôsobujú kompresiu, distrakciu, strih a rotáciu. Pôsobením týchto síl vzniká deformácia spinálnych štruktúr alebo pohyb v segmente. Frymoyer a Krag popísali teoretickú možnosť šiestich rôznych pohybov okolo troch súradnicových osí X, Y a Z. Sú to tri rotačné a tri translačné pohyby. Vzhľadom k ose X je možný rotačný pohyb do flexie a extenzie v sagitálnej rovine a pozdĺž osi translácia v rovine

frontálnej. Vzhľadom k ose Y rotácia vľavo a vpravo a pozdĺž nej axiálna kompresia alebo distrakcia. Vzhľadom k ose Z je rotačným pohybom lateroflexia vľavo a vpravo a translácia v predozadnom smere. Aktívne je možné realizovať len pohyby rotačné – predklon a záklon, úklony do strán a rotácie. Dvořák a kolektív upozornili, že žiadny z pohybov nie je izolovaný, ale vždy ide o kombináciu rotačných a translačných pohybov. Napríklad pri úklone dochádza súčasne k miernemu predklonu a rotácii. White a Panjabi nazývajú spriahnutie týchto pohybov ako *coupling* a rozlišujú pohyb hlavný a pohyby vedľajšie.

Rozsah pohybov sa odvíja od anatomického usporiadania pohybových segmentov. Určujúcimi faktormi je výška intervertebrálneho disku a orientácia zygapofyzeálnych kĺbov. Kĺby komplexu C0-C1-C2 sa podieľajú na flexii a extenzii v sagitálnej rovine zhodne na úrovni 11°. Laterálne úklony nachádzame v skĺbení C0/1, pričom v kĺbe C1/2 sú zanedbateľné. Naproti tomu vykazuje kĺb C1/2 veľkú axiálnu rotáciu, zatiaľ čo v kĺbe C0/1 je vďaka anatomickej geometrii rotácia nemožná. Takmer 50 % rotácie celej krčnej chrbtice sa vykonáva v segmente C1/2, približne 47°. Veľká axiálna rotácia segmentu C1/2 môže spôsobiť oklúziu vertebrálnej artérie. Translačný pohyb je v komplexe C0-C1-C2 u dospelých minimálny. U detí dochádza pri flexii k prednej sublúxácii. Za hornú hranicu prednej translácie C1/2 považujeme predný atlanto-dentálny interval v dĺžke 4 mm u detí a 3 mm u dospelých na laterálnom skiagrame. V atlanto-axiálnom skĺbení je coupling veľmi výrazný, pretože axiálnu rotáciu C1 doprevádza axiálna translácia.

Najväčší rozsah pohybov vo flexii a extenzii je v strednom úseku subaxiálnej krčnej chrbtice, a to najmä v pohybovom segmente C5/6, najmenší rozsah pohybov v segmentoch C2/3 a C7/T1. Rozsah laterálnych úklonov a axiálnej rotácie v subaxiálnej krčnej chrbtici kranio-kaudálne klesá. Maximálna horizontálna translácia v sagitálnej rovine nameraná priamo na dolnej krčnej chrbtici pri flexii a extenzii je priemerne 2 mm, najviac však 2,7 mm. Pri maximálnej flexii sa horná krčná chrbtica rozvíja len minimálne, často zostáva po celú dobu pohybu v lordotickom postavení. Pohyb do flexie sa začína v strednom anatomickom úseku a pokračuje až k segmentu T4. Preto z funkčného hľadiska možno horné hrudné segmenty priradiť ku krčnej chrbtici. Rozsah krčnej lordózy sa obmedzuje na hornú krčnú chrbticu až po úroveň C3/4 a od segmentu C4/5 vidíme jej napriamovanie a prechod do kyfózy. Samotný lordoticko-kyfotický prechod preto lokalizujeme do úseku C4 až C7. Pohybové segmenty C4/5 a C5/6 sa preto niekedy označujú ako *cervikocervikálna junkcia*. Na dolnej krčnej chrbtici je coupling výrazný a klinicky významný. Pri úklone vľavo sa spinózny výbežok pohybuje vpravo, pri úklone vpravo naopak.

Najviac degeneratívne postihnutými segmentami sú C5/6 a C6/7, pretože sú vystavené najväčšej biomechanickej záťaži. Lysell naproti tomu nenašiel vzťah medzi degeneráciou platničky a rozsahom pohybu. Fielding nachádza kompenzačné zvýšenie pohybu v segmentoch susediacich so segmentami s redukovaným pohybom v dôsledku degeneratívnych alebo posttraumatických zmien. V súvislosti s flekčno-extendným pohybom dochádza k vzostupu intradiskálneho tlaku. Tieto pohyby predpokladajú aktiváciu príslušných svalových skupín, čím sa zvyšuje segmentová kompresia. Pri anteflexii sa ťažisko hlavy presúva ventrálne, čím sa zvyšuje záťaž predných elementov a vzrastá intradiskálny tlak. Tým začnú prevažovať strihové sily, ktoré sú najväčšie práve v pohybových segmentoch s najväčším rozsahom pohybu. Rizikovými faktormi sú preto sedavý spôsob života s predsunutým držaním tela a insuficiencia prirodzeného svalového korzetu, predovšetkým hlbokaj posturálnej svaloviny. Proximálna krycia plocha medzistavcového priestoru v subaxiálnej krčnej chrbtici je plochšia ako distálna, pričom vrchol konkavity je lokalizovaný v zadnej polovici krycej plochy. Väčší sklon krycej plochy predpokladá významnejšiu lordózu daného segmentu.

Vo vzpriamenom postavení možno komplex pasívnych štruktúr hlava - krčná chrbtica považovať za biomechanický model, ktorý sa nachádza v stave *nestabilnej rovnováhy*. Stabilizačné silové momenty svalov pôsobia na skelet s výslednicou umiestnenou práve v tomto strednom postavení. Ideálnym stavom je také usporiadanie komplexu hlava - krčná chrbtica, keď organizmus k udržaniu stredného vzpriameného postavenia vynaloží minimálnu energiu a keď aktivuje minimum svalových skupín. Skutočnosťou nie je vertikálne usporiadanie pasívnych elementov, ale usporiadanie lordotické, pričom optimálny tvar krčnej lordózy predstavuje symetrický oblúk od C1 po C7. Stupeň lordotického zakrivenia je vedľa anatomickej predispozície pasívnych elementov determinovaný extenčnými silami hlbokaj medzisegmentovej svaloviny. Táto sa upína na vertebrálny oblúk a trňové výbežky. Trňové výbežky sú tým dlhšie, čím väčšími silami svaly na krčnú chrbticu pôsobia. Najväčšie rozmery dosahujú pri stavcoch C2 a C7, najmenšie rozmery v segmentoch C3 až C5.

Statická funkcia chrbtice participuje na udržiavaní rovnováhy trupu a hlavy prostredníctvom svojich fyziologických zakrivení. Prítomnosťou zakrivení stúpla zaťažiteľnosť chrbtice asi 17-krát oproti napriamenej stavu. *Fylogenetická teória* vytvárania lordózy a kyfózy predpokladá, že chôdza štvornožcov sa začali jednotlivé segmenty chrbtice progresívne meniť. Vymiznutie rebier krčných stavcov podmienilo vznik krčného úseku a umožnilo veľkú mobilitu hlavy, ktorá sa začala orientovať dopredu a krčná chrbtica vytvárala zadnú konkavitu. *Ontogenetická teória* vychádza z nálezu, že počas intrauterinného vývoja je celá chrbtica kyfotická. Krčná lordóza sa formuje pri dvíhaní hlavičky dieťaťa v polohe na

brušku a pri lezení štvornožky. *Mechanická teória* vychádza z toho, že zakrivenia vznikajú na podklade dvoch rigidne fixovaných segmentov chrbtice – hrudného a krížového, ktoré majú svoj primitívny ventrálne konkávny ohyb. Hmotnosť hlavy a trupu vyvolávajú formovanie mobilnejších segmentov – krčného a driekového tak, aby sa vyvážili gravitačné sily.

Výsledná statická záťaž na každý stavec krčnej chrbtice je orientovaná tangenciálne k neutrálnej ose lordotickej krivky a jej silový vektor prechádza stredom rotácie každého stavca. Aktívne elementy musia k stabilizácii krčnej chrbtice v strednom postavení vyvinúť silu s vektorom orientovaným opačne k pôsobiacim tangenciálnym silám. V pohybovom segmente tak dochádza k optimalizácii kompresívnych síl pri minimalizácii síl strihových. Aktívnymi elementami, ktoré neutralizujú tangenciálne silové vektory sú hlboké posturálne svaly krčnej oblasti. Veľkosť a smer globálnych silových vektorov krčnej chrbtice sú závislé na polomere lordotického zakrivenia. Pokiaľ je ťažisko hlavy ventrálne od vrcholu lordózy, dochádza k preťaženiu ventrálnych elementov a k zvýšenej aktivácii zadnej šíjovej svaloviny. V praxi tento stav zodpovedá oplošteniu krčnej lordózy a krčná chrbtica smeruje do anteflexie. Pri lokalizácii ťažiska dorzálnie od vrcholu lordózy dochádza k preťaženiu zadných elementov, krčná chrbtica smeruje do retroflexie. Energeticky ideálny je teda stav, keď priemet ťažiska prechádza vrcholom krčnej lordózy, pričom v pohybových segmentoch nevznikajú žiadne ohybové momenty, len čistá kompresia. Z toho vyplýva, že liečba porúch sagitálneho profilu krčnej chrbtice ako je kyfotizácia a oploštenie lordózy má kľúčový význam v liečbe degeneratívneho ochorenia krčnej chrbtice.

3.2 Biomechanika miechy

V priebehu fyziologických pohybov flexie, extenzie a úklonov dochádza k zmenám dĺžky spinálneho kanála. Rovnako v priečnej rovine dochádza ku zmenám priesvitu spinálneho kanála na podklade axiálnej rotácie a translácie. Miecha je podporovaná a chránená okolitými mäkkými tkanivami a mozgovomiechovým mokom. Miecha a pia mater sú štruktúry so zvláštnymi biomechanickými vlastnosťami. Pokiaľ je miecha zbavená okolitých spojení, nervov a dentikulárnych väzov a zavesená na svoj horný koniec, svojou vlastnou hmotnosťou sa predĺži o 10 %. Táto flexibilita sa však rýchlo mení v tuhý odpor pri pokuse o ďalšie predĺženie. Krivka zaťaženia verzus dĺžka má teda fázu počiatočnú, keď je veľká deformácia dosiahnutá malými silami (0.01 N) a fázu druhú, keď sú potrebné relatívne veľké sily k relatívne malej deformácii (20 - 30 N). Biomechanické vlastnosti miechy sú teda kvalitatívne analogické s vlastnosťami väzov. Extrémna mobilita miechy v iniciálnej fáze je daná tzv.

harmonikovým efektom, teda schopnosťou miechy na jednej strane sa zmrštiť a na druhej rozťahnuť a naopak. Okrem síl ohybových je miecha tiež namáhaná silami ťahovými. Zmena dĺžky na jednej strane miechy je sprevádzaná opačnou zmenou kontralaterálne. Miecha sa na kontralaterálnej strane pri pohybe z plnej flexie do plnej extenzie mení z okrúhleho tvaru na oválny.

Chrbticový kanál sa predlžuje pri flexii a skracuje pri extenzii. Vo flexii sa dĺžka osi kanála zväčší oproti neutrálnej polohe, pretože os otáčania leží v tele stavca. Najviac sa predlžuje zadná stena kanála, menej predná stena. Pri extenzii sa spinálny kanál skracuje, najviac zadná stena. Harmonikový pohyb miechy umožňuje 70 - 75 % rozsahu pohybov z plnej flexie do plnej extenzie, zostatkový rozsah pre extrémny fyziologický pohyb je umožnený elastickou deformáciou miechového tkaniva. Zmršťovanie miechy je najviac zreteľné na zadnej strane miechy, graficky sa na perimyelografii prejaví ako rada výchlipiek. Pri plnej flexii sú miecha, nervové korene a dentikulárne väzy vo fyziologickom napätí. Dentikulárne väzy smerujú kaudálne a laterálne, ťahové sily v týchto väzoch majú vzhľadom na os miechy dve zložky. Axiálna zložka udržiava v rovnováhe pnutie v mieche, transverzálna zložka sa navzájom udržiava v rovnováhe v pároch tak, aby bola miecha blízko stredu spinálneho kanála. Poloha v centre kanála miechy poskytuje maximálnu ochranu pred kontaktom s kostným kanálom a nárazom pri úraze.

Laminektómia pri prednej kompresii miechy so zámerom posunutia miechy dorzálne a odstránenia predného útlaku má malú šancu na úspech, pretože dentikulárne väzy zabráňujú dorzálnemu pohybu miechy a miecha je pri flekčnom postavení chrbtice ťahaná k prednej strane spinálneho kanála. Z klinického hľadiska to má zásadný význam, miechu je nutné uvoľniť zo strany kompresie.

3.3 Stabilita krčnej chrbtice

Stabilita chrbtice sa definuje ako vlastnosť udržať chrbticové štruktúry súdržne vo všetkých fyziologických polohách tela. Stabilitu chrbtice zabezpečujú svojou súhrou a neobyčajne dokonalou architektúrou všetky kostné a väzivové komponenty. Pod *instabilitou* rozumieme patologický proces, ktorý zapríčiňuje vychýlenie stavca nad normálny, fyziologický rozsah pohybov.

Vertikálna stabilita je podmienená základnými štruktúrami stavca. Existujú len tri základné typy morfológie stavcov z hľadiska vertikálnej stability – nosič, čapovec a ostatné

stavce. Na atlase majú statický význam len obe laterálne masy. Axis môžeme z hľadiska statiky redukovať na tri piliere: vertikálne smerujúci zub uložený mediálne a dva laterálne, navzájom paralelné stĺpce intervertebrálnych kĺbov. Tieto tri piliere sú pripojené na telo čapovca. Distálne od C3 sú stavce uniformne zložené z troch stĺpcov – predný je tvorený telom a dva zadné sú tvorené artikulačnými výbežkami. Tieto stĺpce sú prepojené pediklami a laminami. Hmotnosť hlavy sa prenáša na chrbticu cez dva stĺpce nosiča ležiace v jednej rovine, v úrovni čapovca sa hmotnosť rozkladá na tri stĺpce, ktorý je teda garantom prenášania hmotnosti. Prenos hmotnosti kaudálnejšie zabezpečujú tri stĺpce, zachovávajúce v horizontálnej rovine triangulárny tvar s hrotom trojuholníka ventrálne, pričom bázou sú artikulačné výbežky a oblúk stavcov. Vertikálny systém chrbtice je posilnený horizontálnymi oporami na úrovni každého stavca, ktoré spájajú priľahlé stavce (oblúky nosiča, zadný oblúk C2, pedikle s artikulačnými plôškami stavcov nižších úrovní).

Horizontálna stabilita je podmienená diskoligamentóznym aparátom a zygapofyzeálnymi sklbeniami. Extrémnu flexiu v subaxiálnej krčnej chrbtici limitujú väzivové brzdy, ktoré sa nachádzajú dorzálne od nucleus pulposus, t. j. zadná časť anulus fibrosus, zadný pozdĺžny väz, kĺbne púzdra, žltý väz, medzitŕňové a nadtrŕňové väzy. Kostnú podporu tohto systému predstavujú kĺbne výbežky, ktorých facety bránia horizontálnemu sklznutiu. Práve existencia týchto dvoch štruktúr – kĺbných kostných opôr a väzivových brzd vytvára účinný systém umožňujúci mobilitu bez oslabenia stability. Pri extenzii sú napínané väzivové brzdy uložené ventrálne od nucleus pulposus – predný pozdĺžny väz a predné časti väzivového prstenca. Najdorzálnejšie časti kĺbov a trŕňové výbežky susediacich stavcov sa dostávajú pri krajnom záklone do kontaktu. Miesta kontaktov je možné pozorovať graficky ako aj in vivo, sú to tzv. *neoartikulácie*. Pohyb rotáciou a laterálnou inklináciou takmer vždy prebieha v dvojrovine. Inklináciu intervertebrálnych kĺbov nad $45^\circ - 80^\circ$ k intervertebrálnej rovine umožňuje ich simultánny sklz a rotácia. Keď dolný pravý intervertebrálny kĺb stúpa dopredu a nahor, protiľahlý ľavý sa kľže dozadu a nadol. Limitáciu pohybu majú na starosti šikmé vlákna vo väzivovom prstenci intervertebrálneho disku a prirodzené kostné prekážky, ktorými sú kĺbne výbežky, ale aj uncus.

Na rozdiel od krčného segmentu sú unkovertebrálne pseudoartikulácie v hrudnej a drierkovej chrbtici málo vyznačené, rovnako ako pseudoartikulácie medzi dolným okrajom processus transversus a horným artikulačným výbežkom. V segmente C0 - C2 je pri forsírovanej anteflexii predná plocha dentu opretá o zadnú plochu predného oblúka atlasu. Nadmerný posun atlasu ventrálne je limitovaný napätím lig. cruciforme atlantis, ligg. alaria a membrana tectoria. Pri retroflexii pôsobí dens ako prekážka dorzálneho sklznutia atlasu.

Podobne kontakt zadného okraja foramen magnum a zadného oblúka atlasu s trňovým výbežkom epistrofeu spolu s napätím membrana atlantooccipitalis anterior a lig. transversum atlantis limituje rozsah dorzálnej flexie. Počas rotácie atlasu okolo čapovca ohraničujú exkurzie ligg. alaria, kĺbové puzdrá, lig.flavum a lig. interspinale. Najväčšiu prekážku vyklbeniu kladú práve mimoriadne silné kĺbové puzdrá. Laterálne inklinácie sú limitované kontaktom medzi kĺbovými fazetami na strane inklinácie a napnutím kĺbových puzdier, intertransverzálnych väzov a laterálnych častí membrana tectoria na strane opačnej.

Stabilitu a instabilitu chrbtice definovali v histórii niekoľko autorov. Whitesides definuje stabilitu ako schopnosť chrbtice odolávať axiálnym tlakovým silám, ktoré prechádzajú telami stavcov, ťahovým silám, ktoré pôsobia na zadné elementy a silám rotačným. Chrbtica je teda stabilná, pokiaľ je schopná udržať vzpriamenú polohu tela bez progredujúcej kyfózy a chrániť obsah spinálneho kanála pred poškodením. Angtuaco a Binet definujú nestabilitu chrbtice ako stratu schopnosti udržať pri fyziologickej záťaži také vzťahy medzi stavcami, aby nedochádzalo k poškodeniu alebo dráždeniu nervových štruktúr. Louis charakterizuje stabilitu chrbtice ako kvalitu, ktorá udrží kohéziu chrbticových štruktúr vo všetkých fyziologických pozíciách chrbtice. Nestabilita alebo strata stability je patologický proces, ktorý môže viesť k posunom stavcov za ich fyziologické limity. Frymoyer a Krag tvrdia, že stabilita je stav, keď funkčná spinálna jednotka nevykazuje pri fyziologickej záťaži deformáciu, excesívny alebo abnormálny pohyb a chráni nervové štruktúry.

4 KLINICKÝ OBRAZ DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE

Klinický obraz degeneratívneho postihnutia krčnej chrbtice má veľkú interindividuálnu variabilitu. Medzi tri základné prejavy klinickej manifestácie degeneratívneho ochorenia krčnej chrbtice patria bolesti šíje, prejavy radikulopatie a symptomatika, ktorá rezultuje z myelopatie.

Bolesti šíje sú častým príznakom, spočiatku majú akútne charakter s náhlým začiatkom, neskôr pri progresii degeneratívneho ochorenia prechádzajú do chronického štádia. Bolesti šíje väčšinou sprevádzajú bolesti lokalizované interskapulárne a subskapulárne. Bolesti môžu vyžarovať do záhlavia, prípadne až do čela. V akútnom štádiu je prítomný spazmus paravertebrálneho svalstva, antalgické držanie hlavy a obmedzenie pasívnych a aktívnych pohybov. *Akútna myalgia krku* môže vzniknúť pri náhlom pohybe, úraze či infekcii. Časté recidívy sú podozrivé z chronického zápalu orofaciálnej oblasti. Najvýraznejšia porucha

kinetiky je v pohybovom segmente C2/3. Aj keď typická akútna myalgia krku je na podklade poruchy intervertebrálneho disku a nebýva spojená s radikulárnymi prejavmi, je nutné odlišiť ochorenia svalov zápalovej a reumatickej genézy. V diferenciálnej diagnostike bolesti šíje je nutné myslieť na metastatické a traumatické postihnutie krčnej chrbtice ako aj na psychosomatické ochorenia.

Bolesti šíje s iradiáciou do horných končatín všeobecne označujeme ako *cervikobrachialny syndróm*. Uvedený syndróm môže byť radikulárny alebo neradikulárny (pseudoradikulárny). Pri radikulárnom cervikobrachialnom syndróme býva často prítomná aj interskapulárna propagácia bolesti a na hornej končatine dermatómová distribúcia iritačných a zánikových príznakov. *Radikulopatia* je súbor príznakov, ktoré vznikajú na podklade kompresie nervového koreňa. Môže sa manifestovať aj bez sprievodnej bolesti šíje. Zahŕňa príznaky iritačné (koreňová bolesť, parestézie) a zánikové (taktilná hypestéza až anestéza, chabá periférna paréza, svalové atrofie, oslabenie a vymiznutie reflexov). Typické radikulárne bolesti majú dermatómovú distribúciu a vyskytujú sa u 55 % pacientov. Sú prítomné izolovane alebo sú sprevádzané bolesťami šíje a parestéziami či dyzestéziami v príslušnej oblasti. Typické koreňové bolesti sprevádzajú prevažne akútne štádium, v chronickom štádiu dominujú senzitivne poruchy. Poruchy motorických funkcií sú prítomné až v 70 % prípadov, v mnohých prípadoch sa prejavia len minimálne v dôsledku kompenzácie z okolitých svalových skupín. Radikulárne iritácie sa provokujú pri záklone a rotácii hlavy, a to najmä pri postihnutí segmentov C6 až C8. Obligátne šírenie parestézií a bolestí býva z oblasti pod lopatkou do hornej končatiny. Príznaky je možné tiež akcentovať tlakom na temeno hlavy (kompresívny test). Na rozdiel od radikulopatie na dolných končatinách neexistuje spoľahlivý napínací manéver pre koreňové syndrómy horných končatín. Charakteristická je úľavová poloha s elevovanou a flektovanou hornou končatinou a naopak zhoršenie pri extenzii končatiny a ťahu nadol (nosenie bremien).

Koreňový syndróm C6 je najčastejší. Bolesti sprevádzané parestéziami vyžarujú z oblasti lopatky cez rameno do akrálnych častí hornej končatiny po radiálnej strane do palca, prípadne druhého prsta. Pri tomto syndróme môže byť prítomná oslabená pronácia predlaktia proti odporu, fakultatívne aj flexia predlaktia. Oslabená býva tiež extenzia palca proti odporu. Bicipitálny a styloidiálny (brachioradiálny) reflex je oslabený alebo nevýbavný. Pri skúške v polohe na štyroch je možné pozorovať odstávajúcu lopatku. Najčastejšie bolestivé body pri koreňovom syndróme C6 sú oblasť paravertebrálneho svalstva v úrovni T4/5 a v oblasti m. subscapularis. Tento bod však býva citlivý aj pri syndróme zamrznutého ramena. Uvedený

radikulárny syndróm je často združený so syndrómom karpálneho tunela a radiálnou epikondylitídou.

Koreňový syndróm C7 je charakterizovaný vyžarovaním bolestí do prostredníka a znížením tricipitálneho reflexu. Môže byť prítomné oslabenie svalovej sily v zmysle extenzie predlaktia, zápästia a prstov. Hypotónia svalstva tricepsu sa prejaví pri palpačnom vyšetrení oboch strán alebo pri posúvaní svalstva tricepsu od lakt'a nahor, keď je na strane hypotónie posun vyšší takmer až do axily.

Pri *koreňovom syndróme C8 a T1* bolesť vyžaruje do štvrtého a piateho prsta, oslabená je flexia prstov, flexorový reflex a abdukcia a addukcia malíčka proti odporu. Je nutné oddiferencovať léziu ulnárneho nervu. Koreňový syndróm T1 môže sprevádzať zriedkavo *Hornerov trias* (miosis, ptosis, enoftalmus).

Pri radikulárnom cervikobrachiálnom syndróme sú okrem radikulárných iritácií prítomné aj bolesti prenesené zo svalov do horných končatín – trapézov, skalenov a svalov lopatky. Dominantnú úlohu má m. subscapularis. Tieto svaly sú obvykle skrátené a narušujú fyziologický dynamický stereotyp, najmä dýchanie. Ďalším zdrojom potiaží je porucha kinetiky cervikotorakálneho prechodu a prvého rebra a obligátne porucha kinetiky strednej hrudnej oblasti. Uvedené generátory bolesti a intervertebrálna artróza hrajú úlohu aj pri neradikulárnom cervikobrachiálnom syndróme, pri ktorom je bolesť neurčitá, difúzna a neodrží sa príslušných dermatómov. Často býva bolesť sprevádzaná nepríjemným emočným sprievodom. V diferenciálnej diagnostike je nutné odlišiť syndróm hornej hrudnej apertúry, úžinovú syndrómu horných končatín (predovšetkým syndróm karpálneho a kubitálneho kanála), degeneratívne ochorenie humeroskapulárneho sklbenia a metabolické neuropatie.

Cervikokraniálny syndróm charakterizujú bolesti šíriace sa do okcipitálnej ale aj trigeminálnej oblasti. Bolesťový podnet je vedený cez somatosenzorické vlákna dorzálnych koreňov, pričom impulz vzniká v periostálnych, kĺbných a svalových štruktúrach šijovej oblasti. Distribúcia bolestí do tvárovej oblasti sa vysvetľuje konvergenciou impulzov krčnej a tvárovej aferencie na spoločnom neuróne v trigeminocervikálnom jadre. Preto sa často impulzy z krčných aferencií mylne interpretujú ako trigeminálne. Častým provokujúcim faktorom je pohyb hlavy alebo nepriaznivá poloha hlavy. Bolesť sa pociťuje ako tupý tlak, niekedy však ako skutočné paroxyzmy so šírením zo záhlavia nahor, ktoré označil Bärtschi-Rochaix ako *cervikálnu migrénu*. Dôležitú úlohu pri bolestiach hlavy cervikálneho pôvodu má zvýšené napätie svalov šije v dôsledku neprimeraných nárokov na svalovú aktivitu nesprávnym posturálnym držaním a zafixovaním chybných dynamických stereotypov. Osobitné postavenie má *okcipitálna neuralgia*, ktorá je vlastne koreňovým syndrómom C2.

Do klinického obrazu cervikálnej spondylózy patrí aj *Barrého syndróm* (*syndróm zadného krčného sympatiku*), ktorý je charakterizovaný vertigom, tinnitom, subokcipitálnymi bolesťami hlavy a dyzestéziami horných končatín. Za príčinu sa považuje dráždenie plexus vertebralis osteoproduktívnymi zmenami na stavcoch krčnej chrbtice.

Pri kompresii vertebrálnych artérií vzniká *syndróm vertebrobazilárnej insuficiencie* charakterizovaný vertigom, diplopiou, ataxiou a homonymnou hemianopsiou. Cennou je skúška podľa De Kleyna, keď pri súčasnom záklone hlavy a rotácii dochádza v pozitívnych prípadoch po niekoľkosekundovej latencii k narastajúcemu pocitu závratu a prípadne k nystagmu.

Cervikálna spondylogénna myelopatia vzniká v dôsledku kompresie miechy degeneratívnymi zmenami štruktúr krčnej chrbtice. Jej patologickým substrátom sú degeneratívne zmenené štruktúry okolo spinálneho kanála – medzistavcová platnička, krycie doštičky, zadný a predný pozdĺžny väz, intervertebrálne kĺby, unkovertebrálne spojenie, oblúky a žlté väzy. Kongenitálne zúženie spinálneho kanála v krčnom segmente predstavuje predispozíciu pre kompresiu miechy a cievnych štruktúr.

Patofyziológia cervikálnej myelopatie teda zahŕňa kombináciu zúženého chrbticového kanála, dynamických a mechanických faktorov spôsobujúcich kompresiu miechy pri flexii a extenzii, ale aj progresívne ischemické zmeny v tkanive miechy. Masívna hernia krčného intervertebrálneho disku je zriedkavou príčinou myelopatie a charakterizuje ju náhly vznik symptómov. Typicky sa cervikálna spondylogénna myelopatia vyvíja pomaly s epizódami akútneho zhoršenia, prípadne s epizódami prechodnej regresie príznakov. Akútny začiatok príznakov sa môže objaviť aj po malom úraze krčnej chrbtice ako náhla dekompenzácia ochorenia, o ktorom pacient doteraz vôbec nevedel.

Pacient s cervikálnou myelopatiou má bolesti šíje sprevádzané spazmami šíjového svalstva, pluriradikulárnu symptomatiku horných končatín (parestézie, oslabenie svalovej sily, stuhnutie a pocit neobratnosti) a na trupe je často prítomná disociovaná porucha citlivosti. Typickým príznakom je postihnutie pyramídových dráh s iritačnými a zánikovými príznakmi na dolných končatinách, ktoré sa prejavujú poruchami chôdze (spinálna ataxia). Pri predklone a záklone hlavy vznikajú bolesti a parestézie horných končatín, prípadne *Lhermiteov príznak* (pocit elektrického výboja pozdĺž chrbtice). V pokročilých štádiách ochorenia sa vyvíja svalová atrofia ruky a tento nález označujú niektorí autori ako *myelopatická ruka*. Neskorými nálezmi sú tiež spastická paraparéza a sfinkterové poruchy (imperatívne močenie v dôsledku hyperaktivity detruzoru močového mechúra).

Na objektivizáciu neurologického nálezu používame hodnotiacu škálu japonskej ortopedickej spoločnosti, tzv. *JOA klasifikáciu* (tab. 1). Z hľadiska tejto klasifikácie sú na operáciu indikovaní pacienti s hodnotou indexu 6 - 12. Stupeň klinického postihnutia pacienta s cervikálnou spondylotickou myelopatiou hodnotí *Nurickova klasifikačná škála* (tab. 2).

Tab. 1 Klasifikácia Japonskej ortopedickej asociácie

Motorická funkcia horných končatín	Motorická funkcia dolných končatín	Senzitívna funkcia horných končatín	Senzitívna funkcia dolných končatín	Senzitívna funkcia trupu	Funkcia močového mechúra
4 body – bez postihnutia	4 body – bez postihnutia				
3 body – môže byť príborom, neobratné písmo	3 body – rýchla, neobratná chôdza				3 body – normálna funkcia
2 body – môže byť príborom, zapne si gombík	2 body – nie je schopný ísť do schodov	2 body – bez poruchy citlivosti	2 body – bez poruchy citlivosti	2 body – bez poruchy citlivosti	2 body – polakizúria
1 bod – môže byť príborom, nezapne si gombík	1 bod – schopný chodiť s barlami, nie do kopca	1 bod – mierna porucha citlivosti (dyzestézie)	1 bod – mierna porucha citlivosti (dyzestézie)	1 bod – mierna porucha citlivosti (dyzestézie)	1 bod – inkompletná inkontinencia
0 bodov – nemôže byť príborom, nezapne si gombík	0 bodov – nemôže sa postaviť ani chodiť s barlami	0 bodov – ťažká porucha citlivosti pre teplo a bolesť (popáleniny)	0 bodov – ťažká porucha citlivosti pre teplo a bolesť (popáleniny)	0 bodov – ťažká porucha citlivosti pre teplo a bolesť (popáleniny)	0 bodov – kompletná inkontinencia

(zdroj: vlastná tabuľka)

V diferenciálnej diagnostike je nutné vylúčiť iné príčiny miechových porúch, ako sú amyotrofická laterálna skleróza, cerebrovaskulárne ochorenia, intrakraniálne patologické procesy, demyelinizačné ochorenia, syringomyélia, myopatia, periférna neuropatia, metabolické encefalopatie a intraspínálne nádory. Diferenciálno-diagnostické problémy môže spôsobovať syndróm hornej hrudnej apertúry, postihnutie brachiálneho plexu a úžinové syndrómy periférnych nervov (syndróm karpálneho a kubitálneho kanála).

Tab. 2 Nurickova klasifikačná škála cervikálnej spondylogénnej myelopatie

Stupeň	Nurickova klasifikačná škála cervikálnej spondylogénnej myelopatie
0	radikulárne príznaky bez myelopatie
1	známky involúcie miechy, normálna chôdza
2	ľahká porucha chôdze, ktorá nebráni zamestnaniu a normálnemu životu
3	porucha chôdze brániaca zamestnaniu a normálnemu životu (aj jedna barla)
4	chôdza možná len s oporou (s dvoma barlami)
5	pripútaný na lôžko

(zdroj: vlastná tabuľka upravená podľa Nuricka)

5 DIAGNOSTIKA DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE

5.1 Neurofyziológické vyšetrenia

Elektromyografia (EMG) je neurofyziológická metóda, ktorá sa zaoberá diagnostikou porúch periférneho nervového systému (periférneho motoneurónu, primárneho senzitivného neurónu, pre- a postgangliového autonómneho neurónu), nervovosvalového prenosu a kostrového svalstva. Spoločným znakom nervových a svalových buniek je *excitabilita* (vzrušivosť). Svalové bunky sú navyše vybavené schopnosťou kontrakcie. Pomocou EMG môžeme sledovať vedenie vzruchu vláknami periférnych nervov, prevod cez nervovosvalovú platničku, dráždivosť svalovej membrány a rozvod vzruchov po svalovej membráne k jednotlivým svalovým vláknám. Výsledky EMG vyšetrenia musia byť reprodukovateľné – pri opakovanom vyšetrení v krátkom časovom odstupe sa musia získať zhodné výsledky. EMG registruje ihlovými elektródami zmeny potenciálov v príslušných svaloch v kľude a pri kontrakcii. Interpretácia nálezov podľa špecifických kritérií umožňuje odlíšiť periférne neurogénne a myogénne afekcie, centrálné a psychogénne obrny, stanoviť stupeň funkčného výpadku vrátane odlíšenia medzi parciálnym a úplným denervačným syndrómom, reverzibilné poškodenie vodivosti, stupeň reinervácie a odlíšiť tiež postihnutie buniek predných rohov miechy, miechových koreňov, pletení alebo periférnych nervov. EMG sa rozdeľuje na dve základné časti – *elektroneurografia* (kondukčné štúdie) a *ihlová (natívna) EMG*.

Kondukčné štúdie slúžia k meraniu rýchlosti motorického a senzitivného nervového vedenia. Realizujú sa pomocou stimulačných a snímacích elektród uložených najčastejšie na povrchu kože. Na základe interpretácie nálezov je možné odlíšiť intramedulárnu léziu,

postihnutie nervového koreňa, brachiálneho plexu alebo periférneho nervu. Medzi indikácie *motorickej neurografie* patria neuropatie rôzneho pôvodu (zápalové, metabolické, toxické), poranenia periférnych nervov, úžinovú syndrómu a kompresívne lézie nervov. Indikáciou k *senzitívnej neurografii* sú úžinovú syndrómu, neuropatie, poranenia nervov a poruchy citlivosti. Pre neurochirurga má senzitívna neurografia veľký význam najmä pri úžinovú syndrómu nervov s prevahou senzitívnych vlákien ako napríklad pri syndróme karpálneho tunela alebo pri syndróme hornej hrudnej apertúry. Ihlová alebo tiež natívna EMG sa zaoberá registráciou potenciálov z kostrových svalov pomocou ihlových elektród.

Somatosenzorické evokované potenciály (SSEP) sú odpoveďou mozgu na elektrickú stimuláciu aferentných somatosenzorických vlákien periférneho nervu. Evokovaný potenciál sa registruje v priebehu dostredivej dráhy (nerv, plexus, miecha, podkôrové centrá) až do primárnej somatosenzorickej kôry. Najčastejšie stimulované nervy sú n. medianus a n. tibialis. Pri cervikálnej spondylogénnej myelopatii môžu SSEP diferencovať segmentovú miechovú léziu pri asymptomatických kompresióch. Meranie SSEP je možné s výhodou použiť pri senzitívnych syndrómu s ťažko registrovateľným senzitívnym nervovým akčným potenciálom, ako napríklad pri úžinovú syndróme n. cutaneus femoris lateralis – *meralgia paresthetica* ako aj pri léziách plexu v rámci syndrómu hornej hrudnej apertúry (*thoracic outlet syndrom*). Zavedenie monitorovania SSEP pri operačných výkonoch na chrbtici znížilo výskyt ťažkého pooperačného deficitu.

Motorické evokované potenciály (MEP) sú generované transkraniálnou stimuláciou motorických oblastí mozgovej kôry, nervových koreňov a periférnych nervov pomocou magnetickej cievky. Je možné tak testovať vedenie v pyramídových dráhach a motorických nervoch. Indikáciami sú lézie motorických dráh (intra- a extramedulárne nádory, roztrúsená skleróza, amyotrofická laterálna skleróza), radikulárne syndrómu, postihnutie plexu, periférnych nervov a peroperačné sledovanie motorických funkcií.

5.2 Zobrazovacie vyšetrenia

V diagnostike cervikálnej spondylózy majú význam štyri základné zobrazovacie modalities – skiagrafia (RTG), počítačová tomografia (CT), počítačová tomografia s perimyelografiou (CT-PMG) a magnetická rezonancia (MR). V súčasnej dobe sa už veľmi zriedkavo využíva pri diagnostike degeneratívneho ochorenia krčného segmentu chrbtice diskografia.

Skiagrafické vyšetrenie krčnej chrbtice verifikuje spondylotické zmeny stavcov, zmeny zakrivenia chrbtice, zníženie medzistavcového priestoru, okrajové osteofyty, dorzálne osteochondrotické valy ako aj zúženie chrbticového kanála. Na význam skiografie sa v čase rozšírenia CT a MR neprávom zabúda. Je to jednoduché, rýchle a lacné vyšetrenie, ktoré v mnohých prípadoch vedie k určeniu diagnózy a ďalšie zobrazovacie metódy ho ďalej upresňujú. Nie je však dostatočné pre posúdenie indikácie ku chirurgickej liečbe. V diagnostike cervikálnej spondylózy sa štandardne realizuje predozadná a bočná projekcia, pravá a ľavá šikmá projekcia a mimoriadne dôležité dynamické vyšetrenie (bočná projekcia v anteflexii a retroflexii). Šikmé projekcie umožňujú posúdiť veľkosť neuroforamenov a verifikovať prípadnú foraminostenózu. Dynamické (funkčné) snímky dokážu odhaliť degeneratívnu instabilitu pohybových segmentov. V sagitálnej projekcii je možné určiť tzv. *Pavlovovej index*, ktorý predstavuje pomer medzi predozadným priemerom spinálneho kanála a predozadným rozmerom tela stavca na tej istej úrovni. Výsledná hodnota 1,0 predstavuje normálny prievit spinálneho kanála, hodnota 0.8 už avizuje zúženie, stenózu spinálneho kanála. Zvláštnu pozornosť si zasluhuje oblasť cervikotorakálneho prechodu. U pacientov s krátkym krkom je na bočnom snímku často viditeľný len šiesty krčný stavec pre sumáciu s ramenami, naproti tomu u pacientov so štíhlým dlhým mobilným krkom môžeme hodnotiť niekedy až druhý hrudný stavec. U pacientov s krátkym krkom je možné zobrazíť distálny krčný segment stiahnutím oboch ramien, trakciou horných končatín alebo pomocou tzv. *plaveckej polohy*. Pri plaveckej polohe je pacient polohovaný tak, akoby plával kraul – jednu končatinu na rovnakej strane ako kazeta má za hlavou a kontralaterálnu má stiahnutú smerom nadol.

Počítačová tomografia predstavuje digitalizované tomografické vyšetrenie, zobrazujúce anatomicke štruktúry v jednej definovanej vrstve tela. Posúvaním vyšetrovacieho stola s ležiacim pacientom sa vyšetruje postupne jedná telesná vrstva za druhou dovtedy, kým nezískame obraz požadovanej oblasti. Röntgenový lúč preniká príslušnou časťou tela transversálne vejárovito v početných, za sebou idúcich projekciách. RTG lúče sa z každej jednotlivej projekcie snímajú detektormi a dáta o absorpcii sa po elektronickom zosilnení spracovávajú. Z nameraných dát sa pomocou počítača zostavuje základná matrix obrazových bodov, ktoré zodpovedajú rozdielnym absorpčným hodnotám jednotlivých tkanív, prípadne rozdielnej hustote v definovaných miestach. Ako pomerná jednotka hustoty tkanív bola stanovená *Hounsfieldova jednotka*. Čisto matematicky možno zo získaných dátových súborov vytvoriť rezy a rekonštrukcie v rôznych rovinách. Vyšetrenie počítačovou tomografiou poskytuje informácie najmä o kostných štruktúrach, ktorých zobrazenie je lepšie ako pri vyšetrení magnetickou rezonanciou. CT vyšetrenie presne zobrazí tvar spinálneho kanála,

osteofyty, zmeny na stavcoch a intervertebrálnych kĺboch, horšie diferencuje mäkké tkanivá a neodhalí zmeny na mieche. Podobne mäkké prietrže medzistavcovej platničky nemusia byť presvedčivo zobrazené. CT rekonštrukcie umožňujú znázorniť pozdĺžny profil chrbtice, realizujú sa v sagitálnej a frontálnej rovine. Sagitálne rekonštrukcie umožňujú posúdiť sagitálny profil chrbtice a tvar spinálneho kanála. Ďalšiou možnosťou je prevedenie 3D rekonštrukcie, ktorá dáva veľmi impresívne zobrazenie krčnej chrbtice. V súčasnosti v diagnostike cervikálnej spondylózy bolo CT vyšetrenie takmer úplne nahradené vyšetrením magnetickou rezonanciou.

Väčšiu diagnostickú výťažnosť ponúka *kombinácia perimyelografie a počítačovej tomografie*. Pri PMG sa spinálny kanál zobrazí pomocou vo vode rozpustných neionizovaných kontrastných látok, podaných do spinálneho subarachnoidálneho priestoru. Špecifická hmotnosť kontrastnej látky je vyššia ako špecifická hmotnosť mozgovomiechového moku, preto je možné odpovedajúcim polohovaním pacienta zobraziť požadovanú časť chrbticového kanála. Prerušenie cirkulácie kontrastnej látky svedčí pre blokádu subarachnoidálneho priestoru. Je to samozrejme nešpecifické znamenie, ktoré nerozlišuje, či je blokáda spôsobená kostným fragmentom v kanále, epidurálnym hematómom, edémom miechy alebo akútne herniovaným intervertebrálnym diskom. Jej nevýhodou je, že ide o semiinvazívnu metódu a v súčasnej dobe sa používa v grafickej diagnostike pooperačných stavov, keď pri MR náleze pomery v spinálnom kanále nemožno posúdiť pre kovové artefakty (napríklad po použití titánových náhrad medzistavcovej platničky) alebo v prípade kontraindikácie k vyšetreniu magnetickou rezonanciou. CT-PMG je z pohľadu diagnostiky excelentná metóda na preukázanie dynamickej kompresie v oblasti krčnej chrbtice. Anatomické štúdie dokázali, že aj pri normálnom priemere spinálneho kanála krčnej chrbtice axiálny tlak spôsobí kompresiu miechy a jej zúženie v predozadnom rozmere. Dochádza ku deformácii laterálnych stĺpcov miechy a predných rohov miechy so súčasným znížením mikrocirkulácie.

Magnetická rezonancia je v súčasnosti zlatým štandardom v diagnostike degeneratívneho ochorenia krčnej chrbtice (obr. 3). Objektom pre vlastnú odpoveď na pôsobenie magnetického poľa sú protóny vodíka obsiahnuté vo všetkých tkanivách ľudského tela. Protóny sa otáčajú okolo vlastnej osi, prípadne sú v kónickom krúživom pohybe (spin) a vykazujú energetickú výbavu malého magnetického poľa protónu. Každý protón sa chová ako ihla kompasu a pokiaľ je privedený do iného magnetického poľa, orientuje sa v smere jeho pôsobenia. Protóny sú tak vysokofrekvenčnými vlnami o špecifickej frekvencii vychýlené zo svojho rovnovážneho stavu. Prijatím energie sa protóny dostávajú do stavu saturácie. Predpokladom účinku rezonančného signálu je indukčná frekvencia zodpovedajúca

energetickému rozdielu oboch protónových pozícií (rezonancia). Behom nasledujúceho procesu relaxácie uvoľňujú protóny absorbovanú energiu a vracajú sa do svojho pôvodného postavenia v magnetickom poli, pričom rýchlosť relaxácie je určovaná tkanivovými konštantami. Výhodou oproti CT je detailné znázornenie nervových štruktúr, a teda možnosť posúdiť prípadné patologické zmeny miechy v T2 - vážení. Tieto zmeny sa môžu vyskytnúť už pred klinickými príznakmi myelopatie a majú dôležité postavenie pri plánovaní chirurgickej liečby. Ďalšou nespornou výhodou je možnosť posúdenia celého úseku krčnej chrbtice v sagitálnej projekcii, čo dáva dobrý prehľad o rozsahu degeneratívnych zmien. MR nálezy môžeme využiť na výpočet tzv. *kompresného pomeru* na axiálnych rezoch. Kompresný pomer je vypočítaný ako podiel najmenšieho predozadného rozmeru miechy (tzv. sagitálny rozmer) a najširšieho priečného rozmeru na tej istej úrovni. Kompresný pomer 0,4 je prognosticky nepriaznivý. Na druhej strane kompresný pomer väčší ako 0,4 alebo priesvit miechy väčší ako 40 mm koreluje s priaznivou prognózou a vyhliadkami na úpravu stavu po dekompresii spinálneho kanála. Meranie priečného priesvitu miechy môže byť vhodným indikátorom pre prognózovanie operačného výsledku a ďalšieho vývoja.

Pre zobrazenie krčnej chrbtice sa väčšinou využívajú sagitálne sekvencie T1w a T2w FSE, ktoré majú dostatočne vysoký pomer signál/šum a kontrast/šum a sú oproti SE sekvenciám rýchlejšie. Na rozdiel od driekovej chrbtice, má krčná menšie množstvo epidurálneho tukového tkaniva a častejšie je prítomná kompresia v dôsledku osteofytických zmien. Tieto zmeny sú práve dobre hodnotiteľné na sekvencii GE v axiálnej rovine so správne navodenými parametrami, čo umožňuje diferencovať kostné štruktúry, hmotu disku, likvor a miechu. Táto sekvencia je však citlivejšia na nehomogenitu magnetického poľa, artefakty pri chemickom posune a na mikropohyby pacienta (dýchacie pohyby, hltanie slín). Prítomnosť drobných kovových častí z operačných nástrojov, kovových fixačných materiálov alebo náhrad disku vytvára v sekvencii GE výraznejšie artefakty ako v sekvencii T2w a T1w, čo môže viesť k nadhodnoteniu v interpretácii obrazu hlavne pri posudzovaní šírky spinálneho kanála, neuroforamenov a kompresie nervových štruktúr. Preto pri prítomnosti uvedených artefaktov by malo byť vyšetrenie doplnené o axiálnu sekvenciu T2w. Hrúbka rezov by nemala presahovať 3 mm.

V porovnaní s driekovou chrbticou sú prítomné v cervikálnom segmente častejšie centrálné hernie intervertebrálneho disku, menší počet foraminálnych hernií je vysvetliteľný ochrannou funkciou processus uncinatus. Na rozdiel od extrúzie intervertebrálneho disku sa na krčnej chrbtici vyskytuje častejšie difúzny *bulding* disku zasahujúci celý dorzálny úsek intervertebrálneho disku medzi unkovertebrálnymi výbežkami. Niekedy nemožno

oddiferencovať bulding od malej hernie na širokej báze len zo sagitálnych rezov. Aj rozsiahly bulding intervertebrálneho disku môže spôsobiť signifikantnú myelopatiu v prípade kompresie miechy. Zároveň môže byť útlak nervových štruktúr spôsobený aj spondylotickými zmenami v zmysle dorzálnych osteofytov, stenózou neuroforamenov pri unkovertebrálnej a fazetovej artróze, ako aj na podklade zhrubnutého ligamentózneho aparátu. Preto je nevyhnutné v krčnom úseku chrbtice realizovať axiálne aj sagitálne projekcie GE-T2w, ktoré umožňujú oddiferencovať herniovanú hmotu intervertebrálneho disku, ktorá je strednej až zvýšenej intenzity, od hypointenzívnych kostných osteofytických zmien. V sekvencii T2w je hernia intervertebrálneho disku väčšinou strednej až zníženej intenzity a často je pomerne zle oddiferencovateľná na axiálnych rezoch od príľahlých osteofytických zmien, podobne aj sekvester disku máva v T2w zníženú intenzitu signálu. Sekvester disku môže migrovať kraniálne aj kaudálne a je dobre zobraziteľný v sekvencii T2w a GE-T2w. Ak hernia penetruje do ligamentum longitudinale posterior, môže byť časť vlákien porušená a spolu s anulus fibrosus sa vo forme hypointenzívnych pruhov vnárajú do herniovej hmoty intervertebrálneho disku. V prípade akútnej hernie (prevažne traumatickej) je prítomná transligamentózna propagácia hmoty medzistavcovej platničky s pozorovateľnou trhlinou zadného pozdĺžneho väzu, eventuálne jeho výrazným stenčením a zmenou signálu. Pri chronických zmenách na krčných intervertebrálnych diskoch môže byť zadný pozdĺžny väz zhrubnutý a kalcifikovaný, čím môže prispievať ku kompresii miechy. Vo výnimočných prípadoch, pri dlhodobom útlaku durálneho vaku, môže extrúzia intervertebrálneho disku penetrovať do intradurálneho priestoru. Sekvester disku môže tiež kalcifikovať, čo sa najlepšie zobrazí v sekvencii GE-T2w, kde zvyšková hmota disku obsahuje viacpočetné hrudkovité hypointenzity, ktoré zodpovedajú kalcifikátom.

Význam podávania gadolíniovej kontrastnej látky je sporný. Väčšina autorov uvádza opodstatnenie podania kontrastnej látky v prípade diferenciálno-diagnostických problémov, keď herniu intervertebrálneho disku nemožno jednoznačne oddiferencovať od inej lézie väčšinou tumorózneho charakteru (meningeóm, neurinóm, metastáza).

Dodatočné vyšetrenie krčnej chrbtice vo flexii a extenzii pomáha zobrazit' zvýšený útlak miechy, ktorý sa môže vyskytnúť počas uvedených pohybov, keď je prítomná instabilita, hypotonický žltý väz alebo dynamický anulárny bulding. Väčšina štúdií hovorí o väčšom význame extenčnej MR, kde sa až u 31 % vyšetrených pacientov preukáže útlak miechy, kým pri flekčnej MR len u 3 - 5 % pacientov. U pacientov s klinickými príznakmi cervikálnej myelopatie nemusia byť prítomné pri pomocných vyšetreniach významnejšie známky kompresie nervových štruktúr. Dynamické štúdie však môžu dokázať intermitentnú kompresiu.

Chronická subluxácia spôsobená uvoľnením ligamentózneho aparátu je príčinou mikrotraumatizácie miechy počas normálnych pohybov chrbtice. Pri hyperextenzii, za podmienok rozvinutého degeneratívneho ochorenia chrbtice, dochádza ku kompresii miechy spredu aj zozadu a k jej neustálej traumatizácii. Meranie šírky spinálneho kanála je vhodné realizovať na sekvencii T2w, ktorá pomerne presne dokumentuje okraje zadných kontúr tiel stavcov a zadného segmentu stavca, aj keď sú osteofyty lepšie zobrazené v sekvencii GE-T2w. Sekvencia T2w však môže byť zaťažená artefaktom, ktorý znemožňuje presné odmeranie rozmeru. Ak je miecha komprimovaná dlhší čas, vznikajú v miestach kompresie (často aj nad a pod miestom) zmeny, ktoré preukazujú v T2w hyperintenzívny signál zodpovedajúci myelopatii. Foraminálna stenóza spôsobujúca radikulopatiu je diagnostikovateľná už zo štandardných GE-T2w - axiálnych rezov, ktoré nepresahujú hrúbku 3 mm. Na presnejšie zobrazenie foramenov je potrebné použiť menšiu hrúbku – ideálna je 1 mm, alebo realizovať 3D-sekvenciu GE-T2w, kde možno následne v rekonštruovanom 3D-obraze zvoliť šikmý sagitálny rez kolmý na priebeh foramenu, ktorý umožňuje vyhodnotiť stenózu jednotlivých častí neuroforamenu.

Pozitrónová emisná tomografia (PET) je zobrazovacia metóda nukleárnej medicíny založená na princípe anihilácie, následnej detekcie žiarenia a jeho rekonštrukcii na rez tkaniva v danej rovine. Využívajú sa pri nej rádiofarmaká emitujúce pozitróny. Fúzia pozitrónu s elektrónom sa nazýva *anihilácia*. Vzniknú pri nej dva fotóny, ktorých dráhy letu zvierajú uhol 180°. Tie sú následne detekované scintilačným detektorom (detektory sa nachádzajú v kruhu okolo pacienta, v ktorého tele jav anihilácie nastáva). V prípade, že dva oproti sebe postavené detektory zaznamenajú fotón (scintilujú), získame predstavu, že na priamke ktorá je preložená danými detektormi došlo k anihilácii. Keďže detektory sú v kruhu okolo pacienta, môžeme získať predstavu o tom, kde presne daná anihilácia nastala, a tak lokalizovať rádiofarmakum v tele pacienta. Vzhľadom na krátky polčas používaných rádionuklidov je prevádzka PET viazaná na blízkosť cyklotrónu. V spondylochirurgii nachádza uplatnenie predovšetkým metóda so značenou fluoro-deoxy-glukózou, ktorá je schopná detailne odlíšiť oblasti so zvýšenou spotrebou glukózy napr. malígný nádor. Má teda význam hlavne v diferenciálno-diagnostickom procese.

Scintigrafia skeletu je založená na princípe zvýšeného vychytávania určitých rádionuklidov v patologických ložiskách. Táto metóda je vysoko senzitívna, ale pomerne málo špecifická. Má význam hlavne v diferenciálnej diagnostike bolestí chrbtice, vzhľadom k tomu, že umožňuje detekovať metastatické postihnutie chrbtice.

6 CHIRURGICKÁ LIEČBA DEGENERATÍVNEHO OCHORENIA KRČNEJ CHRBTICE

6.1 Predná krčná diskektómia

Prvú krčnú diskektómiu z predného prístupu vykonali v roku 1939 Badgley a Baily, rozhodujúce pre zavedenie do klinickej praxe sú však práce Clowarda (1953) a dvojice Robinson a Smith (1955). Ďalšími priekopníkmi boli Dereymaker (1956) a Verbiest (1961). Najväčšou prednosťou prednej krčnej diskektómie v porovnaní so zadnými prístupmi je možnosť odstrániť väčšinu patologických zmien, ktoré komprimujú miechu, nervové korene a cievne štruktúry. Významným prínosom pre minimalizáciu poškodenia nervových štruktúr bolo zavedenie operačného mikroskopu do praxe. Dekompresia nervových a cievnych štruktúr je podstatne lepšia pri použití predného prístupu v porovnaní so zadnými prístupmi. Výnimkou sú prípady, keď je prevaha kompresie miechy zozadu pri niektorých multietážových stenózach. Napriek tomu, že ide v súčasnosti o bežný operačný výkon, pretrvávajú spory o indikácii uvedenej liečby cervikálnej spondylózy.

Základnou úvahou pre výber pacienta na operačné riešenie je odpoveď na otázky, či pacientove symptómy zásadne ovplyvňujú jeho bežný život a či je prítomná korelácia medzi klinickými symptómami pacienta a nálezmi pomocných vyšetrení. Plánovanie chirurgického výkonu pri cervikálnej myelopatii je podstatne komplexnejšie ako pri akútnej hernii intervertebrálneho disku. Hlavnými indikačnými kritériami pre prednú krčnú diskektómiu sú:

1. *Radikulárne bolesti*, ktoré sú perzistujúce alebo recidivujúce a nereagujú na konzervatívnu liečbu. Súčasne je zobrazovacími vyšetreniami verifikovaná kompresia jedného alebo viacerých nervových koreňov. Tieto stavy sú podmienené herniou intervertebrálneho disku a foraminostenózami. Pre indikáciu operácie je dôležitá individuálna tolerancia bolesti počas konzervatívnej liečby, pričom presné časové ohraničenie, kedy by mala byť chirurgická liečba indikovaná, neexistuje.
2. *Radikulopatia so zánikovými symptómami*. Jedná sa o pacientov s progredujúcim senzitívnym a motorickým deficitom. Pri ľahkom postihnutí bez progresie s dominujúcou poruchou citlivosti je možné operačný výkon odložiť, najmä ak nie sú prítomné koreňové bolesti. V prípade motorického deficitu je nutné voľiť aktívny prístup.

3. *Náhle vzniknutá myelopatia na podklade masívnej hernie intervertebrálneho disku.* Jedná sa o zriedkavú indikáciu, ktorá je však absolútna. Odklad operačnej liečby znižuje šancu k ústupu symptómov. Tento stav možno prirovnať ku traumatickým léziám, a preto je plne opodstatnené podávanie metylprednizolónu (Solu-Medrol®, Pfizer, USA) podľa *The National Acute Spinal Cord Injury Study III* (NASCIS III) schémy. Metylprednizolón je syntetický glukokortikoidný steroid, ktorého biologický polčas je 12 - 36 hodín. Predpokladaným mechanizmom pôsobenia metylprednizolónu je potlačenie lipidovej peroxidácie a hydrolýzy, ktoré deštruujú neuronálne a mikrovaskulárne membrány. Lipidová peroxidácia je spúšťaná úrazovým dejom a jej podstata spočíva v uvoľňovaní vysokých koncentrácií voľných kyslíkových radikálov. Tieto môžu reagovať s nenasýtenými mastnými kyselinami, vysoko koncentrovanými práve v centrálnom nervovom systéme. Podľa protokolu štúdie NASCIS III sa podáva bolusová dávka 30 mg/kg intravenózne v priebehu 45 minút, nasleduje 15 minútová prestávka a ďalej sa podáva 5,4 mg/kg/hod. nasledujúcich 23 hodín. Tento postup sa uplatní vtedy, pokiaľ je iniciálna dávka podaná do 3 hodín po úraze. Pokiaľ bola bolusová dávka podaná v intervale 3 - 8 hodín po úraze, kontinuálne podávanie metylprednizolónu sa vykonáva po dobu 48 hodín. Efekt podania metylprednizolónu po 8 hodinách od úrazu nebol štúdiou preukázaný. V súčasnej dobe je efektivita metylprednizolónu spochybňovaná, jeho použitie však predstavuje *lege artis* postup.
4. *Cervikálna spondylogénna myelopatia (CSM).* Stanovenie indikácie u tejto skupiny pacientov je zložité, pretože pri MR a elektrofyziologických vyšetreniach je vždy prítomná stenóza spinálneho kanála s myelopatickými zmenami, ale klinický obraz je značne variabilný. Konzervatívny postup je možné zvažovať pri stabilnom ľahkom neurologickom deficite, pričom dlhodobé sledovanie pacienta je v týchto prípadoch nevyhnutné. Konzervatívna liečba zahŕňa prechodnú krčnú imobilizáciu (ortézu), fyzikálnu liečbu a krčnú trakciu. Pri vykonávaní traktácie je nutné eliminovať súčasnú extenziu, pretože by mohlo dôjsť k progresii miechovej symptomatiky. Manipulácia krčnej chrbtice nie je doporučená pre vysoké riziko komplikácií. K aktívnemu prístupu u pacientov s CSM vedie skutočnosť, že za hlavný prognostický faktor úspešnosti liečby je považovaná dĺžka trvania symptómov. Čím dlhší je priebeh ochorenia, tým sa predpokladá horšia prognóza. Osobitnou skupinou sú pacienti s ťažkým neurologickým deficitom (sfinkterové poruchy, neschopnosť chôdze), vekom nad 70 rokov a závažnými komorbiditami. Predpoklad zlepšenia u týchto pacientov je minimálny a je nutné brať do úvahy vysoké riziko perioperačných komplikácií. Všeobecne sú

k operačnému výkonu indikovaní pacienti s trvalou progresiou CSM pri intenzívnej a dlhodobej konzervatívnej liečbe a pacienti s kritickou stenózou spinálneho kanála aj pri benígnom priebehu ochorenia. Diskutovanou otázkou je *načasovanie* operačného výkonu u akútne manifestovaného alebo zhoršeného miechového deficitu u pacientov s CSM aj po nevýznamnom úraze krčnej chrbtice. V týchto prípadoch nastáva kontúzia už primárne komprimovanej krčnej miechy vo ventrálnej časti zúženého spinálneho kanála v dôsledku prítomnosti dorzálnych osteofytov. Časť autorov sa prikláňa k včasnemu, akútnemu operovaniu a odstráneniu útlaku miechy, druhá časť indikuje operačný výkon s odstupom niekoľkých dní, keď sa už miecha po konzervatívnej liečbe zotavila z akútneho úrazu. Pokiaľ nie sú prítomné známky instability chrbtice, je možné uplatniť postup v zmysle odloženého operačného výkonu. Úprava miechového deficitu je však pomalá a často nekompletná.

Predná krčná diskektómia sa vykonáva v celkovej anestézii v supinačnej polohe, hlava je v miernej reklinácii, krčná chrbtica je fixovaná v retroflexii cez bradu k operačnému stolu, pričom ramená a krk sú podložené valcom alebo zrolovanou plachtou. Obe horné končatiny sú fixované a ťahané pomocou náplastí alebo remeňov. Trakcia horných končatín je zvlášť nevyhnutá pri operačných prístupoch k dolnej krčnej chrbtici (C6 - T1), pretože ramená môžu znemožňovať skiaskopickú vizualizáciu uvedených pohybových segmentov. Štandardne volíme horizontálny golierový rez v dĺžke 3 - 5 cm, laterálne od mediálnej čiary na pravej strane krku. Pre ľavákov je však výhodnejší rez vedený na ľavej polovici krku. Dobrý kozmetický efekt možno dosiahnuť rezom vedeným v mieste kožnej ryhy. Miesto rezu vedieme po identifikácii pohybového segmentu alebo segmentov skiaskopicky v laterálnej projekcii. Pre prístup k disku C3/4 vedieme rez submandibulárne vo výške jazyčky, pre prístup k segmentu C4/5 vo výške štítnej chrupavky, pre prístup k segmentu C5/6 vo výške prstencovej chrupavky, distálnejšie pre prístup k intervertebrálnemu disku C6/7 a pre prístup k medzistavcovému priestoru C7/T1 supraklavikulárne.

Z priečného rezu je možné ošetriť až 3 intervertebrálne priestory, tento rez však neumožňuje extenzívnu skeletizáciu nutnú pre viacetážové somatektómie a pre ošetrenie viac ako troch medzistavcových platničiek. Vtedy je vhodné zvoliť vertikálny šikmý rez pozdĺž mediálneho okraja *m. sternocleidomastoideus*. Po kožnej incízii nasleduje separácia podkožného tkaniva od platyzmy, čím sa získa dobrý prehľad v operačnom poli. Následne sa pozdĺž vlákien pretína a mobilizuje *platyzma*, v tejto fáze je nutné dávať pozor na variabilný priebeh *v. jugularis externa*. Po identifikácii mediálneho okraja *m. sternocleidomastoideus* nasleduje jeho separácia natupo od infrahyoidných svalov (*m. sternohyoideus*, *m. omohyoideus*

a *m. thyrohyoideus*). Palpačne je nutné verifikovať polohu karotickej artérie. Po preniknutí k prevertebrálnemu priestoru sa zavedú tupé apendikálne háky, pričom hypofarynx, ezofágus, larynx, trachea a štítna žľaza sa dislokujú mediálne a *m. sternocleidomastoideus* s *nervovocievny*m zväzkom (*n. vagus*, *v. jugularis interna* a *a. carotis communis*) sa odťahujú laterálne. *M. omohyoideus* je možné podľa situácie dislokovať kraniálne alebo kaudálne, niekedy je nutné prerušiť *v. thyroidea media* a vetvy *ansa cervicalis profunda*. Pri prístupe sa doporučuje šetriť *vasa thyroidea superiora et inferiora* a vyhnúť sa poškodeniu *n. laryngeus superior*. Pri sporadickom prístupe k disku C2/3 je však nutné niekedy *vasa thyroidea superiora* prerušiť, podobne ako pri prístupe k disku C7/T1 prerušiť *vasa thyroidea inferiora*. Nasleduje discízia prevertebrálnej fascie, pod ktorou sa nachádza predná plocha stavcových tiel a intervertebrálnych diskov krytá *lig. longitudinale anterius*. Anatomická poloha *mm. longi colli* umožňuje ešte pred ich separáciou identifikovať strednú čiaru. Oba svaly sú uložené v kraniálnej časti krčnej chrbtice tesne vedľa seba, smerom kaudálnym sa od seba vzdiaľujú.

V ďalšej fáze identifikujeme pohybový segment plánovaný k ošetrovaniu pomocou ihly a laterálnej skiaskopickkej projekcie. Tento postup je často kritizovaný pre možné poškodenie zdravého alebo incipientne degenerovaného disku pri chybnnej primárnej lokalizácii intervertebrálneho priestoru, v ktorom sa nebude realizovať diskektómia. Po identifikácii správneho priestoru je možné ešte pred separáciou a koaguláciou okrajov *mm. longi colli* označiť strednú čiaru pomocou bipolárnej koagulácie. Separovanie prevertebrálnych svalov je veľmi dôležité pre dostatočný rozsah diskektómie. Operačné pole sa sprístupní zavedením retraktorov, distrakcia intervertebrálneho priestoru sa zaistí po zavedení distrakčných pinov do príľahlých tiel stavcov *Casparovým distraktorom*. Dostatočná distrakcia umožní dostatočný prístup k dorzálnnej časti disku a zadným osteofytom a tiež rekonštrukciu výšky intervertebrálneho priestoru. Distrakciu segmentu je nutné vykonať až po prerušení predného pozdĺžneho väzu a anulus fibrosus, tiež je nutné vyvarovať sa výraznej distrakcii. Extenzívna distrakcia vo viacerých pohybových segmentoch môže viesť až ku grafickým nálezom a klinickým prejavom *iatrogénnej myelopatie*.

Niekedy je nutné ešte pred realizáciou vlastnej diskektómie realizovať prednú osteofytotómiu, ktorá môže u časti pacientov predoperačne podmieňovať poruchy prehĺtania. Nie sú vzácnosťou ani indikácie k izolovanej prednej osteofytotómii bez následnej diskektómie u pacientov s poruchami prehĺtania. Extirpáciu hmôt intervertebrálneho disku už vykonávame zásadne pod mikroskopickou kontrolou, pomocou frézy je možné resekovať zadné osteofyty. Nevyhnutné je tiež dekomprimovať spinálny kanál laterálnym smerom, aby sa uvoľnili neuroforameny. Po odstránení zadných osteofytov a degenerovaných hmôt disku sa sprístupní

lig. longitudinale posterius, ktoré sa doporučuje prerušiť, pretože pri jeho zhrubnutí alebo kalifikácii predstavuje zdroj kompresie miechy a jeho resekciou sa vylúči možnosť prehliadnutia extrudovaného sekvestra. Po resekcii zadného pozdĺžneho väzu sa v operačnom poli objaví hladká a lesklá *dura mater*. Krvácanie z epidurálnych varixov je možné ošetriť pomocou bipolárnej koagulácie alebo hemostatických materiálov. Nasleduje príprava lôžka pre implantáciu náhrady medzistavcovej platničky, ktorú je možné realizovať pomocou rašplí a frézy, postupným odstraňovaním krycej platničky. Po odmeraní výšky medzistavcového priestoru sa vykoná implantácia vlastnej náhrady pod skioskopickou kontrolou. Po výplachu operačného poľa fyziologickým roztokom a dôslednej hemostáze ukončujeme operačný výkon sutúrou po anatomických vrstvách (platyzma, podkožie a koža). Pri suture kože sa preferuje intradermálny steh, ktorým je možné dosiahnuť vyhovujúci kozmetický výsledok.

6.2 Implantáty pre ošetrenie pohybového segmentu

6.2.1 Náhrady medzistavcovej platničky pre artrodézu

Dekompresia nervových a cievnych štruktúr, ktorú dosiahneme odstránením medzistavcovej platničky, zadných osteofytov a zadného pozdĺžneho väzu, má kľúčové postavenie v operačnej liečbe cervikálnej spondylózy. Na vývoji klinického obrazu sa zúčastňujú aj pokles výšky medzistavcového priestoru, foraminostenózy a zmeny sagitálneho profilu krčnej chrbtice v zmysle napriamania fyziologickej lordózy alebo až globálnej kyfotizácie. Od začiatku používania predných prístupov sa hľadali možnosti náhrady medzistavcovej platničky, aby sa dosiahla restabilizácia krčnej chrbtice. Náhrada medzistavcovej platničky musí spĺňať dve základné požiadavky:

1. Dostatočnú *mechanickú odolnosť*, aby po implantácii bolo zabezpečené obnovenie výšky medzistavcového priestoru a rozšírenie foraminálnych priestorov. Nové anatomické pomery sa už po implantácii náhrady nesmú meniť (dislokáciou alebo kolapsom náhrady).
2. Dosiahnutie rýchlej *intersomatickej fúzie* v operovanom segmente ako prevencie instability, ktorá by viedla k recidíve cervikálnej spondylózy.

Medzi jednotlivými náhradami existujú rozdiely, niektoré majú vynikajúce mechanické vlastnosti, ale intersomatická fúzia nastupuje pomaly, čo môže viesť ku pseudoartróze, iné náhrady umožňujú rýchly nástup intersomatickej fúzie, ale majú sklon ku kolapsu či zlomeniu.

Najpoužívanejšou náhradou pri degeneratívnom ochorení krčnej platničky bol v minulosti *autológny kostný štep*. V traumatológii krčnej chrbtice predstavuje trikortikálny kostný štep stále zlatý štandard náhrady chýbajúcej časti predného stĺpca. Kostný štep sa odoberá najčastejšie z lopaty bedrovej kosti, zriedkavým miestom odberu môže byť fibula, rebro, telá priľahlých krčných stavcov alebo kalva. Použitie autológneho kostného štepu má svoje logické opodstatnenie vzhľadom na proces jeho inkorporácie (vytvorenia nového kostného tkaniva) do lôžka po diskektómii a osteofytotómii. Kostný štep odobraný pacientovi počas operácie obsahuje živé mezenchýmové bunky, ktoré majú zachovanú schopnosť *osteoprodukcie*, zároveň má *osteokonduktívne* vlastnosti, pretože je prirodzeným kostným tkanivom a vzhľadom na minerálové zloženie je aj *osteogénny*. Hlavnou nevýhodou štepu z lopaty bedrovej kosti je vysoké riziko komplikácií v mieste odberu štepu. Medzi najčastejšie patria chronická bolesť v mieste odberu, fraktúry, hematóm a infekcia v operačnej rane, poranenie n. ilioinguinalis a n. genitofemoralis, poranenie močového mechúra a kozmetický defekt. Incidencia komplikácií sa uvádza vo veľkom rozsahu 4 - 30 %. Na uvedenej incidencii sa však závažné komplikácie zúčastňujú minimálne. Práve chronická bolesť v mieste odberu predstavuje veľký problém aj po technicky dokonalom odbere a udáva sa u viac ako 20 % pacientov. Ďalšou nevýhodou je rezorpcia kostného štepu v procese inkorporácie, s následnou stratou obnovennej výšky medzistavcového priestoru. Stratou výšky intervertebrálneho priestoru narastá riziko segmentovej kyfotizácie.

V dôsledku tejto skutočnosti sa od päťdesiatych rokov minulého storočia zaviedlo do praxe používanie *alogénnych kostných štepov*. Miestom odberu je opäť najčastejšie lopata bedrovej kosti a fibula. Alogénne materiály sa musia chemicky a fyzikálne spracovať, aby sa zbavili všetkých živých elementov, ktoré by mohli byť zdrojom reakcie hostiteľa voči štepu. Tento typ štepu má predovšetkým osteokonduktívne vlastnosti. V mnohých prácach sa uvádza vysoký výskyt (20 - 30 %) kolapsu alogénnych štepov z lopaty bedrovej kosti o viac ako 50 % pôvodnej výšky. Pri použití štepu z fibuly riziko kolapsu klesá na 0 - 2 %. Zároveň sa udáva, že riziko kolapsu je priamo úmerné počtu ošetrovaných pohybových segmentov, podobne ako u autológnych štepov. Pomocou alogénneho štepu sa môžu preniesť vírus HIV, hepatitída typu B a C, ale aj priónové nákazy. V roku 1985 bol popísaný prenos vírusu HIV, pri ktorom bol infikovaný štep aplikovaný dvanástim pacientom. Na druhej strane je sterilizácia kostných štepov v súčasnej dobe dostatočne prepracovaná, čím sa riziko prenosu infekcie minimalizuje. V súčasnej dobe sa používajú hlavne alogénne štepy fibuly, prevažne pri viacetážových diskektómiách a pri somatektómiách.

Najčastejšie používané implantáty pre artrodézu pohybového segmentu v súčasnosti predstavujú *syntetické náhrady*, ktoré je možné rozdeliť na dve základné skupiny: duté kliečky (cages) a implantáty zo syntetických a polosyntetických materiálov, napodobňujúce štruktúru a vlastnosti prirodzenej kosti. Na rozdiel od kostných štepov umožnili experimentovať s tvarom implantátu, ktorý je podstatný pre rekonštrukciu sagitálneho profilu krčnej chrbtice. Prakticky všetky dnes používané implantáty majú svoje modifikácie v zmysle klinovitého tvaru, pričom pre obnovenie optimálneho segmentového sagitálneho profilu sa požaduje sklon hornej a dolnej plochy implantátu 5 - 7°.

Najčastejšími materiálmi na výrobu *dutých kliečok* sú titán, karbónové vlákna a polyéteréterketón (PEEK). Uvedené materiály sa vyznačujú výbornými mechanickými vlastnosťami, ktoré prevyšujú požiadavky zaťaženia krčnej chrbtice aj vtedy, keď implantát nie je kompaktný, ale vyrobený vo forme dušej kliečky. Vytvorený priestor vo vnútri kliečky sa vyplní buď spongióznou kosťou pacienta alebo syntetickými osteokonduktívnymi materiálmi. Použitie syntetických osteokonduktívnych materiálov vo forme granúl, tmelu alebo stripov pri prednej krčnej diskektómii dominuje, pretože pri tomto výkone nie je možné v rozsahu operačného poľa získať dostatočné množstvo spongiózneho kosti (na rozdiel od somatektómie). Keďže samotnú fúziu zabezpečuje kostné tkanivo alebo jeho syntetická náhrada, proces inkorporácie kliečky je podobný ako pri použití kostného štepu. Niektoré kliečky sú produkované už s integrovaným syntetickým osteokonduktívnym materiálom (napr. Cervios® ChronOs, DePuy Synthes, Švajčiarsko).

Druhou skupinou syntetických náhrad sú implantáty z materiálov, ktoré imitujú kostné tkanivo. Vyrábajú sa z hydroxyapatitu, bikalciumfosfátu alebo trikalciumfosfátu. Tieto implantáty sa označujú v literatúre ako *biokeramické implantáty*. Optimálny pomer medzi poróznou a solídnu zložkou je 30 %, pretože vtedy sa dosiahne dostatočná mechanická odolnosť a zároveň vysoká schopnosť novotvorby kostného tkaniva. Práve porozita materiálu spolu s osteokonduktívnymi vlastnosťami týchto implantátov umožňujú novotvorbu kosti. Podobné vlastnosti majú *náhrady vyrobené z hydroxypapatitu* koralov rodu Geniopora a Porites. Biokeramické náhrady sú však náchylné na poškodenie vnútornej štruktúry, ktorá môže spôsobiť kolaps alebo zlomenie náhrady. Ďalšiu podskupinu náhrad predstavujú *bioaktívne sklokeramické náhrady*, ktoré sa pripravujú riadenou kryštalizáciou skla a ich povrch pokrýva tenká vrstvička kalciumfosfátu, ktorá podmieňuje ich osteokonduktívne vlastnosti. Použitie *polymetylmetakrylátu (PMMA)* po prednej krčnej diskektómii je zaťažené vysokým rizikom nekrózy tiel príľahlých stavcov. V randomizovaných štúdiách boli dosiahnuté s PMMA horšie výsledky ako pri jednoduchej diskektómii bez náhrady disku.

Rezorbovateľné náhrady z biodegradovateľných materiálov (napr. Cornestone® HSR, Medtronic, USA) majú podobnú nevýhodu ako kostné štepky v zmysle poklesu medzistavcového priestoru a segmentovej kyfotizácie krčnej chrbtice.

6.2.2 *Predné dlahy k vnútornej fixácii krčnej chrbtice*

Stabilizáciu krčnej chrbtice pomocou kovovej dlahy a skrutiek prvýkrát vykonal Boehler v roku 1964 pri úraze chrbtice. Uvedený spôsob fixácie je však efektívny aj po prednej krčnej diskektómii alebo somatektómii. Ako dôvod zavedenia prednej krčnej dlahy do chirurgie cervikálnej spondylózy sa udáva vysoká incidencia pseudoartrózy pri použití autológnych a alogénnych kostných štepov. Je predpoklad, že použitie prednej krčnej dlahy zvýši stabilitu v segmente, zníži riziko kyfotizácie v dôsledku kolapsu náhrady intervertebrálneho disku a eliminuje ventrálnu dislokáciu náhrady.

Caspar a kolektív (1998) hodnotili v retrospektívnej štúdii v skupine 365 pacientov výskyt pseudoartrózy po jedno- a dvojsegmentovej krčnej diskektómii, bez a s použitím prednej krčnej dlahy. V skupine pacientov, u ktorých bola implantovaná krčná dlaha zaznamenali menší počet reoperácií pre pseudoartrózu. Geer a kolektív (1999) udávajú vyššiu úspešnosť fúzie, menšie riziko kyfotizácie a rýchlejší návrat pacienta do práce po použití dlahy na zaistenie alogénneho štepu, v porovnaní s použitím štepu bez istenia. Lowery a McDonough udávajú incidencia pseudoartrózy napriek fixácii dlahou až v 31 % prípadov a zlyhanie fixácie v 35 % prípadov v súbore 133 pacientov. Experimentálna práca Zdeblicka a kolektívu z roku 1993 uvádza zníženie rizika dislokácie náhrady disku, ale nepreukázala zvýšenie úspešnosti intersomatickej fúzie. Kaiser a kolektív (2002) referovali v retrospektívnom hodnotení 540 pacientov význam prednej krčnej dlahy pre vznik fúzie. Rozdiel medzi skupinami pacientov bez a s použitím konvenčnej krčnej dlahy po jednoúrovňovej diskektómii nebol významný. Naproti tomu po dvojúrovňovej diskektómii už bol rozdiel medzi skupinami významný (91 % vs. 72 %). Fraser a Hartl (2007) v metaanalýze u 2682 pacientov zistili, že použitie prednej krčnej dlahy významne potencie vznik intersomatickej fúzie. Herrmann a Geisler (2004) retrospektívne hodnotili RTG-laterogramy krčnej chrbtice pacientov po ACDF (*anterior cervical discectomy and fusion*) a ACDFP (*anterior cervical discectomy and fusion with plate*) a zistili, že použitie prednej dlahy pomáha udržiavať operačne získanú segmentovú distrakciu a lordotické postavenie.

V súčasnej dobe v odbornej verejnosti prevláda názor, že vnútorná dlahová fixácia nie je opodstatnená v prípade jedno- a dvojúrovňovej diskektómie, ale doporučuje sa pri viacúrovňových diskektómiach a pri somatektómii. Rozhodnutie operátora použiť prednú krčnú dlahu uľahčuje fakt, že má už aktuálne k dispozícii náhrady intervertebrálneho disku s integrovanou dlahou.

Haid a kolektív (2002) rozdelili predné krčné dlahy na nasledovné typy: neuzamykateľné dlahy, uzamykateľné rigidné dlahy, uzamykateľné semirigidné dlahy s možnosťou rotačného pohybu skrutiek, uzamykateľné semirigidné dlahy s možnosťou translačného pohybu skrutiek, uzamykateľné semirigidné dlahy s možnosťou rotačného a translačného pohybu skrutiek a multikonštrukčné dlahy.

Štulík a kolektív (2010) vypracovali klasifikáciu dlahových systémov, ktorá rozdeľuje implantáty do 3 generácií:

1. generácia – *neuzamykateľné dlahy*: Prvé predné krčné dlahy boli navrhnuté Joergom Boehlerom v roku 1964, do tejto doby boli ku sporadickým fixáciám používané dlahy z malého AO inštrumentária pre osteosyntézu krátkych kostí (Böhler a Gaudernak, 1980). Prvé komerčne dostupné dlahy boli vyvinuté Orozco-Declosom a Llovet-Tapiesom (1970) pre fixáciu krčnej chrbtice pri instabilných fraktúrach. V 80. rokoch Caspar a kolektív (1989) navrhli trapezoidnú dlahu, ktorá je používaná doteraz. Dlahy prvej generácie boli konštruované ako *load-sharing*, vyžadovali bikortikálnu fixáciu. Pri týchto dlahách nebol k dispozícii mechanizmus zaistenia skrutky v dlahe pre prevenciu dislokácie skrutky. Bikortikálna fixácia riziko dislokácie skrutky redukovala.
2. generácia – *uzamykateľné dlahy*: Tieto krčné dlahy sa vyznačujú pevným alebo rotačne dynamickým uzatvorením skrutky v dlahe a delíme ich na tri podskupiny:
 - Typ 2A predstavuje tzv. *constrained* systém s pevným a nemenným spojením skrutky s dlahou. Morsher navrhol systém CSLP® (Cervical Spine Locking Plate, DePuy Synthes, Švajčiarsko). Dlaha CSLP® je doteraz najpoužívanejšou dlahou v chirurgii krčnej chrbtice a je považovaná za normu, s ktorou sa ostatné systémy porovnávajú. Monokortikálna skrutka je po zavedení do tela stavca uzamknutá v dlahe pomocou malej vnútornej rozpernej skrutky. Nevýhodou tejto dlahy je nemožnosť axiálneho posunu a prirodzeného tlaku na štep či klietku v priebehu hojenia, a to môže viesť ku vzniku paklíbu a k zlyhaniu inštrumentácie. Do tejto podskupiny patrí aj systém Orion® Anterior Cervical Plate (Medtronic, Sofamor Danek, USA).

- Typ 2B je charakterizovaný tzv. *semi-constrained* technológiou. Systém dovoľuje rotáciu skrutiek okolo osi idúcej hlavičkou, umožňuje mierne zosadenie štepu a stimuláciu hojenia. Predstaviteľom tejto skupiny je dlaha Atlantis® (Medtronic, USA) s použitím polyaxiálnych skrutiek, dlahy ACP® (Anterior Cervical Plate, Codman, USA) alebo Trinica® (Zimmer, USA).
- Typ 2C charakterizuje tiež tzv. *semi-constrained* technológia, ale skrutky sú v rigidnom definovanom postavení. Tlak na štep umožňuje posun po dlahe, prílišný tlak je obmedzený distančným priečnym prvkom. Zástupcom týchto *translačných* dláh je DOC® (Acromed, USA).

3. generácia – *uzamykatelné dynamické dlahy*: Tieto sú charakterizované tzv. *semi-constrained* technológiou s *rotačným* aj *translačným posunom*. Skrutka je aretovaná do dlahy, ale oválny otvor v dlahe dovoľuje jej posun a umožňuje tlak na interpozitum. Typickými predstaviteľmi tejto generácie sú dlahy ABC® (Aesculap, Nemecko), ktorá dovoľuje axiálny posun skrutiek do 10 mm a systém Premier® (Medtronic, USA). U dynamických dláh je nutné počítať s posunom dlahy a s možnosťou poškodenia priliehajúceho zdravého segmentu dislokovanou dlahou. Napriek tomu tieto dlahy dávajú predpoklad pre rýchlejší nástup intersomatickej fúzie po operačnom výkone.

Pitzen a kolektív (2009) prezentovali v multicentrickej prospektívnej randomizovanej štúdií dvojročné sledovanie výsledkov jednoúrovňovej a dvojúrovňovej prednej krčnej diskektómie a fúzie s použitím statickej a translačne dynamickej dlahy. U všetkých pacientov zaradených do štúdie bol použitý autológny kostný štep z lopaty bedrovej kosti, zaistený buď statickou dlahou CSLP® alebo dynamickou dlahou ABC®. Medzi oboma skupinami neboli rozdiely vo výskyte fúzie, segmentálna mobilita po šiestich mesiacoch od operácie bola signifikantne nižšia v skupine s dynamickou dlahou. Strata lordózy bola vyššia v skupine s dynamickou dlahou, na druhej strane nedošlo v súbore k zlyhaniu dynamickej dlahy ani v jednom prípade, na rozdiel od skupiny so statickou dlahou.

6.2.3 Arteficiálny krčný disk

Navodenie artrodézy po prednej krčnej diskektómii predstavuje v súčasnej dobe zlatý štandard v ošetrovaní medzistavcového priestoru. Medzi negatívne dôsledky intersomatickej fúzie patrí prenos záťaže na susedné pohybové segmenty, čím dochádza k ich preťaženiu, urýchleniu degeneratívnych zmien a strate hybnosti v ošetrovanom segmente. Prvé pokusy o vytvorenie

totálnej náhrady disku boli realizované pred 40 rokmi, keď sa pacientom implantovala do medzistavcového priestoru guľička zo špeciálnej ocele. Nasledujúce výskumy viedli k zavedeniu umelej náhrady medzistavcovej platničky do praxe. Krčná artroplastika (*total disc replacement, TDR*) zachováva normálnu pohyblivosť krčného pohybového segmentu a eliminuje riziko *ochorenia priľahlého segmentu*, ktorý sa v anglosaskej literatúre nazýva *adjacent segment disease*. Arteficiálny disk nahrádza pôvodný disk, umožňuje pohyb v postihnutom segmente a súčasne plní aj funkciu nárazníkového absorbéra.

Od roku 2001 sa používa v klinickej praxi arteficiálny disk Bryan® Cervical Disc Prosthesis (Medtronic, Sofamor Danek, USA) vyvinutý neurochirurgom Vincentom E. Bryanom. Jedná sa o kompozitný typ umelej náhrady (obr. 4). Flexibilné a pevné polyuretanové jadro naplnené roztokom predstavuje vlastný nárazníkový tlmič ako pri prirodzenom intervertebrálnom disku. Jadro ohraničujú dve titánové platničky, ktoré nasadajú na telo stavca. Ich povrch je upravený tak, že vytvára vhodné podmienky na pevné spojenie s kostným tkanivom. Dôležitým aspektom arteficiálneho disku je jeho životnosť, laboratórne skúšky preukázali životnosť Bryanovej náhrady 47 rokov.

Ďalším typom arteficiálneho krčného disku používaného v klinickej praxi je Prodisc® C (DePuy Synthes, Švajčiarsko), ktorý je fixovaný k priľahlým telám stavcov pomocou kýlov. Toto riešenie zabezpečuje síce dostatočnú primárnu stabilitu implantátu v pohybovom segmente, ale narušenie integrity tiel priľahlých stavcov po implantácii arteficiálneho disku môže viesť k vzniku sagitálnej splitovej fraktúry tela stavca, v ktorom boli zasadené kýly implantátov v jeho proximálnej aj distálnej časti. Navyše opracovanie tela stavca pre ukotvenie kýlu má osteoproduktívny vplyv, ktorý môže viesť k *heterotopnej osifikácii* a k strate hybnosti v pohybovom segmente.

Tieto nevýhody boli čiastočne eliminované v ďalších generáciách implantátov pre totálnu artroplastiku ako je Prodisc® C NOVA (DePuy Synthes, Švajčiarsko), u ktorého je kotviaci kýl skrátený tak, aby sa eliminovalo riziko splitových fraktúr tiel stavcov. Arteficiálne disky ako Prodisc® C Vivo (DePuy Synthes, Švajčiarsko) alebo Mobi-C® (LDR, Francúzsko) majú primárne stabilizačné prvky vo forme trňov na titánových platniach, ktoré sa zanoria do tiel priľahlých stavcov, sekundárna stabilizácia sa dosiahne fúziou osteokonduktívneho povrchu titánových platní (kalciumfosfátová vrstva) s kostným tkanivom. Primárna stabilita arteficiálneho disku Prestige® (Medtronic Sofamor Danek, USA) je dosiahnutá pomocou integrovanej dlahy, ktorá sa fixuje do priľahlých tiel stavcov pomocou fixačných skrutiek.

Nasledovné štúdie level of evidence 1 demonštrujú bezpečnosť a účinnosť totálnej náhrady krčnej platničky v porovnaní s intersomatickou fúziou pohybového segmentu:

Mummameni a kolektív (2007) v Prestige ST IDE štúdií ukázali lepšie klinické výsledky v skupine pacientov s implantovaným arteficiálnym diskom, hoci v porovnaní so skupinou ACDF nebol rozdiel signifikantný. Významný však bol rozdiel v počte chirurgických výkonov pre ochorenie príľahlého segmentu, v skupine pacientov po TDR bol signifikantne menší ako v skupine po ACDF. Pacienti po TDR boli schopní návratu do zamestnania skôr v porovnaní s pacientami po ACDF. Heller s kolektívom (2009) v štúdií BRYAN Cervical Disc replacement IDE referujú signifikantne lepšie klinické výsledky 24 mesiacov po implantácii, hodnotené pomocou NDI (neck disability index) a VAS (visual analog scale), v skupine po TDR v porovnaní s pacientami po ACDF. Murrey s kolektívom (2009) uvádzajú v Prodisc C IDE štúdií excelentné klinické výsledky v oboch skupinách pacientov (TDR aj ACDF). V skupine pacientov po TDR bola významne nižšia frekvencia reoperácii a signifikantne lepšia kvalita života v porovnaní so skupinou pacientov po ACDF.

Obr. 4 Krčný arteficiálny disk BRYAN® (Medtronic, Sofamor Danek, USA)



(zdroj: <https://www.todaysmedicaldevelopments.com/article/neurosurgical-bryan-disc-neck-spine-111812>, public domain)

Riew a kolektív (2008) hodnotili pacientov s myelopatiou použitím dát z Prestige ST a BRYAN Cervical Disc replacement štúdií a zistili rovnaké výsledky po TDR aj intersomatickej fúzii. Goffin a kolektív (2006) v prospektívnej multicentrickej štúdií European BRYAN Cervical Disc replacement trial referuje najdlhšie publikované sledovanie pacientov po implantácii arteficiálneho disku (6 rokov). Pacienti po TDR mali nižší výskyt grafických známk degenerácie príľahlého segmentu v porovnaní s pacientami po ACDF. Zlepšenie klinických nálezov pretrvávalo aj 6 rokov po artroplastike. Philips a kolektív (2009) zistili

u pacientov po implantácii arteficiálneho disku pre ochorenie príľahlého segmentu podobné výsledky ako u pacientov po primárnej implantácii arteficiálneho disku. Pimenta a kolektív (2007) referujú lepšie klinické výsledky u pacientov po viacúrovňovej implantácii arteficiálneho disku v porovnaní s implantáciou v jednom segmente.

Celkovo uvedené štúdie naznačujú rovnaké alebo lepšie klinické výsledky a menší počet reoperácii pre ochorenie príľahlého segmentu ako aj rýchlejší návrat do zamestnania po implantácii arteficiálneho disku v porovnaní s artrodézou. Vzhľadom k tomu, že arteficiálny disk je implantát s tzv. *nulovým profilom*, sú výskyt a závažnosť pooperačnej dysfágie nižšie ako pri použití kletky istenej konvenčnou prednou krčnou dlahou.

Medzi kontraindikácie totálnej artroplastiky patria ťažká osteoporóza, systémové infekčné ochorenia, zápalové a nádorové postihnutie krčnej chrbtice a úrazy chrbtice. Napriek výsledkom klinických štúdií v posledných rokoch nastalo pri indikáciách implantácie krčného arteficiálneho disku u pacientov s degeneratívnym ochorením krčnej chrbtice vytriezvenie. Indikačné spektrum pacientov vhodných pre totálnu artroplastiku sa významne zúžilo. V období zavedenia totálnej artroplastiky do klinickej praxe spondylochirurgovia indikovali často implantáciu arteficiálneho disku aj u pacientov s pokročilým degeneratívnym ochorením v zmysle pokročilej osteochondrózy. U pacientov tak nastala mobilizácia segmentu s pokročilou degeneráciou fazetových kĺbov, a to viedlo k výrazným lokálnym bolestiam šije. Implantácia arteficiálneho disku v štádiu restabilizácie pohybového segmentu preto nie je logickým indikačným krokom. Typickým pacientom vhodným pre indikáciu totálnej artroplastiky je mladý človek vo veku do 35 rokov, s MR nálezom mäkkej hernie intervertebrálneho disku, so zachovanou výškou medzistavcového priestoru a bez prítomnosti myelopatických zmien. V súčasnosti sa niekedy indikuje totálna artroplastika v kombinácii s fúziou pri viacsegmentových diskektómiách. Hovoríme o tzv. *hybridných implantáciách*. Zlatým štandardom chirurgickej liečby však naďalej zostáva indukcia intersomatickej fúzie po prednej krčnej diskektómii.

6.2.4 Intersomatické kletky s integrovanou dlahou

Novými implantátmi určenými pre indukciu artrodézy sú intersomatické kletky s integrovanou dlahou. Nespornou výhodou uvedeného dizajnu kletky je zachovanie nulového profilu implantátu (vlastný implantát neprominuje pred úroveň predných plôch tiel príľahlých stavcov) pri zachovanej bezpečnej stabilizácii implantátu v medzistavcovom priestore. Toto

riešenie odstraňuje nevýhody konvenčnej prednej krčnej dlahy a zachováva jej prednosti. Ako už bolo uvedené, použitie prednej krčnej dlahy znižuje počet reoperácií pre pseudoartrózu, umožňuje udržať segmentovú distrakciu a lordotické postavenie.

Medzi výhody uvedených implantátov patria: *zníženie výskytu a závažnosti pooperačnej dysfágie*, zníženie traumatizácie mäkkých tkanív v dôsledku minimalizácie operačného prístupu, *redukcia pooperačných adhézií* a tiež *prevencia osifikácie príľahlých segmentov* (indukcia tvorby predného osteofytu príľahlého segmentu v dôsledku iritácie konvenčnou dlahou). Výhodné je použitie niektorých druhov uvedených klieťok pri ošetrovaní degeneratívnych zmien segmentu príľahlého k primárne prevedenej prednej krčnej diskektómii a fúzii s použitím konvenčnej dlahy, pretože nie je nutné jej odstránenie. Rovnako výhodné je ich použitie pri hybridných implantáciách v kombinácii s totálnou artroplastikou. Barsa a Suchomel (2007) vo svojej štúdii uvádzajú, že zanorenie intersomatickej klieťky bez fixácie dlahou bolo badateľné už od 3. pooperačného dňa. Zároveň referujú, že všetky zanorenia vznikli vo ventrálnej časti intervertebrálneho priestoru smerom do tela distálneho príľahlého stavca, čo podmieňuje segmentovú stratu lordózy a môže viesť k rozvoju degenerácie príľahlého segmentu.

Prvým implantátom uvedeného typu bola klieťka *Zero Profile®* (Zero-P, Synthes, Švajčiarsko), ktorá sa skladá z tela (PEEK alebo titán), integrovanej titánovej dlahy a štyroch uzamykateľných fixačných skrutiek. Dutinu klieťky je možné vyplniť spongióznou kosťou alebo syntetickým osteokonduktívnym materiálom. Klieťka sa vyrába v troch tvarových vyhotoveniach – konvexné, lordotické a paralelné. Medzi kontraindikácie použitia klieťky Zero-P® patria ťažká osteoporóza, nádorové a zápalové ochorenia chrbtice a úrazy chrbtice. Scholz a kolektív (2009) testovali na 24 kadaveroch biomechanickú stabilitu implantátu Zero-P® v anteflexii, retroflexii, inklináciách a rotáciách. Ako kontrolný súbor použili kombináciu PEEK-klieťka + dlaha CSLP® (uzamykateľná nedynamická dlaha) a PEEK-klieťka + Vectra® T (uzamykateľná dynamická dlaha). Bola síce zistená nižšia stabilita Zero-P v anteflexii a retroflexii, ale rozdiel nebol štatisticky významný. Nižšia stabilita v sagitálnej rovine však môže podmieňovať rýchlejší nástup kostnej fúzie v porovnaní s dlahou. V lateroflexii a rotácii nebol zistený rozdiel medzi jednotlivými skupinami. Napriek uvedeným výsledkom je použitie klieťky Zero-P pri úrazoch chrbtice kontraindikované. Scholz a kolektív (2011) v inej prospektívnej štúdii udávajú nízky výskyt komplikácií po použití klieťky Zero-P, vrátane nízkeho výskytu pooperačnej dysfágie.

Azab a kolektív (2012) vo svojej prospektívnej štúdii hodnotili výsledky liečby pacientov po prednej krčnej diskektómii a fúzii klieťkou Zero-P a uvádzajú, že použitie klieťky

je dobrou alternatívou k indukcii intersomatickej fúzie, zaznamenali nízku incidenciu pooperačnej dysfágie (žiadny pacient neudával poruchu prehĺtania 3 mesiace po operácii) a nezaznamenali komplikácie vo vzťahu k implantátu.

Dhir a kolektív (2012) retrospektívne hodnotili rádiologické nálezy krčnej chrbtice po ACDF s implantáciou kliečky Zero-P a nezistili žiadne komplikácie vo vzťahu k implantátu (dislokáciu skrutiek alebo kliečky). Zanorenie implantátu bolo prítomné vo všetkých skúmaných prípadoch, ale významné zanorenie (>3 mm) bolo verifikované len vo 2 % prípadov po 6 mesiacoch od výkonu.

Vzhľadom k tomu, že kliečka Zero-P má v tele integrovanú dlahu, eliminuje nedostatok stand-alone kliečok – extenčnú instabilitu. Zavedenie štyroch fixačných skrutiek istiacich kliečku v medzistavcovom priestore má divergentný smer, čo podmieňuje určitý stupeň segmentovej distrakcie vo ventrálnej časti medzistavcového priestoru, a tým aj významnejší lordotizačný efekt oproti použitiu kliečky istenej konvenčnou krčnou dlahou. Pri použití konvenčnej dlahy dochádza skôr ku kompresii vo ventrálnej časti medzistavcového priestoru, a tým aj k redukcii segmentovej lordózy. Vaněk a kolektív (2011) uvádzajú, že v období 6 týždňov pooperačne dochádza k významnému poklesu medzistavcového priestoru ošetrovanej kliečkou Zero-P, na čom sa spolupodieľa okrem axiálneho zaťaženia aj už spomínaná nižšia biomechanická stabilita tejto kliečky v anteflexii a retroflexii. Rovnaký mechanizmus viedol k zvýšeniu segmentovej lordózy v období 6 týždňov pooperačne v skupine pacientov stabilizovaných konvenčnou dlahou v dôsledku toho, že fyziologické zaťaženie pôsobilo proti ťahu dlahy. Pri neskorších kontrolách však nebol prítomný rozdiel medzi oboma skupinami v segmentovom sagitálnom profile. Celkový sagitálny profil nebol ovplyvnený vzhľadom k tomu, že išlo o implantácie v jednom alebo dvoch segmentoch. Tento nález potvrdila aj štúdia autorov Barsu a Suchomela (2007), ktorí sledovali sagitálny profil krčnej chrbtice po implantácii kliečky neistenej dlahou.

Použitie intersomatickej kliečky Zero-P v segmente C2/3 je technicky limitované a pri implantácii v segmente C3/4 je niekedy problém zaviesť fixačné skrutky do tela stavca C4 v dôsledku konfliktu trajektórie implantácie skrutky s mandibulou. Podobný problém vzniká aj v segmentoch C6/7 a C7/T1 u pacientov s hyperstenickým habitom a veľkým obvodom hrudníka pri implantácii fixačnej skrutky do tela proximálneho priľahlého stavca v dôsledku konfliktu trajektórie implantácie skrutky s manubriom sternu. Použitie tejto kliečky pre ošetrovanie priľahlého segmentu nie je vhodné pre riziko konfliktu fixačných skrutiek so skrutkami konvenčnej dlahy primárne ošetrovaného pohybového segmentu krčnej chrbtice.

Novším implantátom zo skupiny intersomatických kliebok s integrovanou dlahou je *Zero Profile Variable angle*[®] (Zero-P VA, DePuy Synthes, Švajčiarsko). Rovnako ako pri kliebke Zero-P sa vyrába v troch tvarových vyhotoveniach (konvexné, lordotické a paralelné). Ku fixácii kliebky však slúžia len dve skrutky, ktoré sa dajú zaviesť pod variabilným uhlom a ich počet skracuje operačný čas najmä pri ošetrovaní viacerých pohybových segmentov (obr. 5, obr. 6). Zavedenie skrutiek pod variabilným uhlom umožňuje použitie kliebky pre ošetrovanie pohybového segmentu priľahlého k primárne ošetrovanému segmentu pomocou konvenčnej krčnej dlahy. Na druhej strane však počet skrutiek znižuje primárnu stabilitu implantátu v porovnaní s kliebkou Zero-P. Medzi vylepšenia patrí aj zmena dizajnu integrovanej titánovej dlahy, ktorej tvar determinuje presnú ventrodorzálnu inzerciu kliebky a eliminuje možnosť dorzálnej dislokácie (obr. 6, obr. 7). Po nástupe kostnej fúzie je možné realizovať odstránenie dlahy a skrutiek, pri súčasnom ponechaní vlastného tela kliebky v medzistavcovom priestore.

Obr. 5 Kliebka Zero Profile Variable Angle[®] (DePuy Synthes, Švajčiarsko)

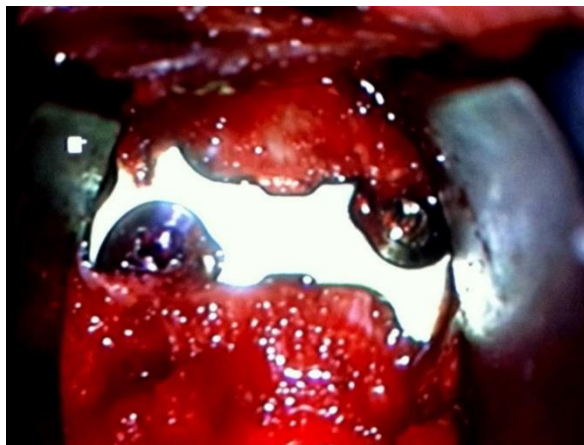


(zdroj: <https://www.jnjmedicaldevices.com/en-EMEA/product/zero-p-va>, public domain)

Na trhu sú k dispozícii aj ďalšie implantáty s nulovým profilom a integrovaným dlahovým systémom. Zaujímavé riešenie primárnej stability kliebky prináša kliebka *ROI-C*[®] (LDR, Francúzsko) vo forme technológie VerteBRIDGE[®]. Jedná sa o unikátny systém ukotvenia kliebky v medzistavcovom priestore pomocou dvoch fixačných kotiev, ktorých implantácia je veľmi jednoduchá. Nedochádza ku konfliktom s anatomickými štruktúrami pri ich implantácii v porovnaní s kliebkami Zero-P a Zero-P VA. Nedostatkom systému VerteBRIDGE[®] je však nemožnosť odstránenia fixačných kotiev pri revízijských výkonoch bez porušenia integrity

klietky a znehodnotenia implantátu. Medzi ďalšie implantáty uvedeného typu patria napríklad PEEK Prevail® (Medtronic, USA), Coalition® (Globus Medical, USA) a InterPlate® (RSB Spine, USA).

Obr. 6 Peroperačný nález po implantácii klietky Zero-P VA®



(zdroj: archív autora)

6.3 Intersomatická fúzia po prednej krčnej diskektómii

Intersomatická fúzia segmentu predstavuje vytvorenie kostného spojenia medzi telami susedných stavcov, priľahlých k ošetrovanému medzistavcovému priestoru, takže hovoríme o spondylodéze. Fúzia zabezpečí vyradenie segmentu z pohybu a jeho stabilitu. Pooperačné pretrvávajúce instability ošetrovaného segmentu vedie k novotvorbe zadných osteofytov a môže byť zdrojom pretrvávajúcich potiaží pacienta. Náhrada platničky má teda okrem rekonštrukcie výšky medzistavcového priestoru zabezpečiť fúziu segmentu v najkratšom čase po implantácii. Pre hodnotenie fúzie v klinickej praxi sú rozhodujúce rádiologické kritériá, ktoré však vzhľadom k použitiu rôznych typov medzistavcovej náhrady nemožno hodnotiť podľa jednotnej schémy. Niektoré nepriame známky fúzie sú naopak spoločné pre všetky typy náhrad:

1. *stabilita na dynamických RTG snímkach v sagitálnej rovine* – maximálny tolerovateľný rozdiel v anteflexii a retroflexii je 2°.
2. *neprítomnosť zóny prejasnenia okolo náhrady* (radio lucent halo formation), ktoré je prejavom tvorby fibrotického tkaniva, možno považovať za dôkaz pseudoartrózy.

Pri použití autológneho alebo alogénneho kostného štepu musí byť tiež prítomné kostné tkanivo premostujúce príľahlé telá stavcov na laterograme. Podobne pri použití dutých titánových alebo

karbónových klieťok prítomnosť kostného mostíka na laterograme alebo pri sagitálnej CT rekonštrukcii potvrdzuje prítomnosť kostnej fúzie. Okrem toho býva prítomné tiež kostné premostenie ventrálne a dorzálne od intersomatickej klieťky.

Obr. 7 Laterálny skiagram krčnej chrbtice po implantácii klieťok Zero-P VA[®]



(zdroj: archív autora)

V prípade hydroxyapatitových náhrad nie je prerastanie kostného tkaniva do štruktúry hydroxyapatitu na RTG snímkach rozlíšiteľné. V časovom horizonte niekoľkých rokov dochádza k poklesu denzity hydroxyapatitovej náhrady v dôsledku úplnej prestavby štruktúry náhrady. Denzita medzistavcového priestoru sa tak bude blížiť k denzite prirodzeného kostného tkaniva.

Spondylochirurgovia považujú použitie autológneho štepu z lopaty bedrovej kosti aj v súčasnosti za zlatý štandard. Robinson a kolektív (1962) referujú fúziu po použití autológneho kostného štepu po 1-segmentovej ACDF v 94 % prípadov, po 2-segmentovej v 73 % prípadov a po 3-segmentovej len v 50 % prípadov. White a kolektív (1973) udávajú 20 % výskyt pseudoartrózy po 1-segmentovej ACDF. Novšie práce udávajú úspešnosť fúzie v 90 - 97 % prípadov, po viacetážovej ACDF úspešnosť intersomatickej fúzie klesá o 10 - 20 %. Martin s kolektívom (1999) referujú v súbore 317 pacientov úspešnú fúziu pri použití fibuly ako alogénneho kostného štepu po 1-segmentovej ACDF v 90 % prípadov a po 2-segmentovej ACDF v 70 % prípadov. Po 1-segmentovej ACDF sa výsledky u fajčiarov a nefajčiarov líšili

minimálne (92 % nefajčiari, 85% fajčiari), kým v prípade 2-segmentovej ACDF boli rozdiely výrazné (79 % nefajčiari, 50 % fajčiari).

Úspešnosť fúzie po použití titánových a karbónových klieťok sa uvádza v literatúre v rozsahu 94 - 100 %, väčšina randomizovaných štúdií hodnotí však nástup fúzie po 1-segmentovej ACDF. Thalgot s kolektívom (1999) udávajú 100 % fúziu po použití náhrad z hydroxypapatitu koralov po ACDF, dodatočná fixácia však bola realizovaná titánovou dlahou. Podobne Kim a kolektív (1998) po 2-segmentovej ACDF s použitím hydroxyapatitovej náhrady nezaznamenali výskyt pseudoartrózy.

Zástancovia fúzie zdôrazňujú, že izolovaná diskektómia spôsobuje vo väčšine prípadov segmentovú kyfotizáciu, ktorá môže podmieniť vznik ťažkostí pacienta v budúcnosti. Obnovenie lordotického zakrivenia krčnej chrbtice považujú za rovnako dôležité ako samotnú diskektómiu a intersomatickú fúziu.

6.4 Ďalšie operačné výkony pri degeneratívnom ochorení krčnej chrbtice

Degeneratívne ochorenie krčnej chrbtice je možné chirurgicky ovplyvniť, ale nie vyliečiť. K chirurgickej liečbe degeneratívneho ochorenia krčnej chrbtice je indikovaných 8 - 12 % pacientov. V liečbe cervikálnej spondylogénnej myelopatie a foraminostenózy sa okrem prednej krčnej diskektómie a následnej intersomatickej fúzie používajú aj ďalšie operačné postupy. Využívajú sa tak predné ako aj zadné prístupy, prípadne ich kombinácia. Optimálny prístup je individuálny podľa konkrétneho pacienta. Je nutné prihliadnuť na vek a kondíciu pacienta, spinálnu stabilitu a geometriu, ako aj lokalizáciu a rozsah kompresie.

Spinálna geometria a lokalizácia kompresie sú najdôležitejšie faktory v rozhodovacom procese o chirurgickom prístupe. Zakrivenie chrbtice sa hodnotí na základe vzťahu medzi zadnou plochou tel stavcov C3 až C7 a spojnicou medzi dorzokaudálnymi okrajmi tel stavcov C2 a C7. *Efektívna kyfóza* sa definuje ako taká konfigurácia krčnej chrbtice, pri ktorej akákoľvek časť dorzálnych častí tel stavcov C3 až C7 presahuje spojnicu medzi dorzokaudálnymi okrajmi tel C2 a C7. Ak žiadna časť tel stavcov C3 až C7 nepresahuje túto spojnicu, hovoríme o *efektívnej cervikálnej lordóze*.

Predné prístupy, ako multietážová predná diskektómia alebo *parciálna somatektómia*, sú vhodné pre odstránenie prednej kompresie miechy. Zároveň umožňujú výberom lordotizačných klieťok upraviť patologický sagitálny profil krčnej chrbtice. Odstránenie troch a viacerých stavcových tel sa nazýva *Bonihova operácia*, ktorá bola popísaná v roku 1984.

Problematickým pre predný prístup je segment C2/3 a prechod medzi krčnou a hrudnou chrbticou. Pri rozsiahlejších predných prístupoch je zvýšená morbidita v súvislosti s disekciou a retrakciou mäkkých tkanív v prednej krčnej oblasti. Technickým problémom môže byť prítomnosť adhérencie tvrdej pleny k zadnému pozdĺžnemu väzu. Limitáciou pre predný prístup je aj skutočnosť, že pri viacetážových intersomatických fúziách je pozorované zlyhanie fúzie až v 12 % prípadov. Modifikáciou predného prístupu je *anterolaterálny prístup podľa Georga*, ktorý umožňuje dostatočnú dekompresiu bez nutnosti následnej fúzie a stabilizácie.

Zadné prístupy sú indikované pri dorzálny uložených léziách, ktoré spôsobujú kompresiu miechy, ako je fibrotizácia a zriadenie žltého väzu, u cirkulárnych stenóz spinálneho kanála a u pacientov, u ktorých je predný prístup obtiažny a rizikový. Zadným prístupom v krčnom segmente však nemožno odstrániť ventrálnu kompresiu. Zadná dekompresia sa však môže realizovať rýchlejšie a šetrnejšie a s menšou morbiditou ako multietážová predná dekompresia. Zadné prístupy umožňujú dobrú vizualizáciu durálneho vaku a nervových koreňov a zároveň sa znižuje riziko poranenia veľkých ciev, pažeráka a návratného nervu, ktoré sa môže vyskytnúť pri predných prístupoch. Navyše zadné prístupy nevedú k rigidite krčnej chrbtice v porovnaní s multietážovou fúziou z predného prístupu, a tým neakcelerujú vývoj degeneratívnych zmien v priľahlých segmentoch.

Najstarším dekompresívnym výkonom je *jednoduchá laminektómia*. Pre dostatočnú dekompresiu je nutné ju realizovať vždy aspoň jeden segment nad a pod miestom kompresie miechy. K dokonalej dekompresii je možné laminektómiu doplniť durotómiou s preťatím dentikulárnych väzov. Túto techniku popísal Kahn v roku 1947. Po viacetážových laminektómiách však môže nastať v dôsledku oslabenia zadného stĺpca kyfotizácia krčnej chrbtice v pooperačnom období. Pri súčasne prítomnej prednej kompresii v zmysle osteochondrotických zmien, dochádza pri kyfotizácii krčnej chrbtice k zvýrazneniu prednej kompresie miechy. Preto je izolovaná laminektómia kontraindikovaná u mladých pacientov. Kyfotizácii je možné predísť kombináciou laminektómie a zadnej stabilizácie. Problémom je tiež vznik rozsiahlych fibroadhezívnych zmien po laminektómii, ktoré môžu viesť ku sekundárnej kompresii miechy.

Pokročilejším zadným prístupom je *laminoplastika*, ktorá má preventívny vplyv na sekundárnu kompresiu miechy v dôsledku kyfotizácie a fibrotických zmien. Priekopníkmi uvedenej operačnej techniky sú japonskí spondylochirurgovia (Hirabayashi 1981, Kurokawa 1984, Itoh 1982, Kimura 1984). Laminoplastika je indikovaná u viacetážových stenóz s ventrálnou a dorzálnou zložkou útlaku, nemožno ju však indikovať pri hypermobilita krčnej chrbtice a pri instabilitách. Pri laminoplastike sa oblúky neodstraňujú, ale len pretínajú

a rekonštruujú tak, aby sa dosiahla rekanalizácia chrbticového kanála. Laminoplastiku je možné realizovať v pronačnej polohe s hlavou fixovanou do trojbodového fixátora alebo v sediacej polohe podľa zvyklostí operátora. Pri *open door technique* sa na jednej strane oblúk úplne preruší a kontralaterálne sa oslabí pomocou frézy tak, aby sa mohol odklopiť do strany. Následne sa fixuje v odklopanej pozícii najčastejšie pomocou titánových mikrodĺh. Pri *double open door technique* nazývanej aj *french door* sa vytvoria zárezy v oblúku bilaterálne a pomocou frézy sa preruší v strednej čiare. Následne sa prerušia žlté väzy na hornom a dolnom okraji laminoplastiky podľa rozsahu a poloblúky sa vyklopia do strán a novovytvorený oblúk sa rekonštruje pomocou vmedzereného trňového výbežku. Medzi oblúky je možné tiež vložiť implantát z biokeramiky, ktorý sa obojstranne fixuje ku odklopeným oblúkom (Goto a kol., 2002). Dôležité je, pri použití ktorejkoľvek z uvedených techník, zachovať zadné krčné štruktúry – ligamentum nuchae, supraspinózne a interspinózne väzy, s cieľom zachovania pooperačnej spinálnej stability.

Pri laterálnej prietrži platničky v chrbticovom kanále možno s výhodou využiť cielenú dekompresiu nervového koreňa alebo koreňov pomocou jednoduchšej *foraminotómie podľa Frykholma*. Túto techniku Frykholm popísal v roku 1943 a hlavnou indikáciou je unilaterálna foraminostenóza.

U pacientov s kritickou stenózou krčného chrbticového kanála a súčasnou myelopatiou je možné s výhodou použiť kombináciu zadných a predných prístupov. Najčastejšou kombináciou v praxi je predná multietážová ACDF a laminoplastika. Takto je možné dosiahnuť dostatočné rozšírenie spinálneho kanála a využiť výhody oboch prístupov. Nevýhodou kombinovanej dekompresie je spravidla nutnosť realizácie výkonov v dvoch dobách, čím sa zvyšuje záťaž pacienta.

6.5 Komplikácie prednej krčnej diskektómie

Podobne ako iné operačné výkony, aj predná krčná diskektómia má svoje potenciálne komplikácie. Závažné komplikácie sú pomerne zriedkavé, niektoré až raritné, menej závažné komplikácie sa vyskytujú pomerne často. Výskyt komplikácií pri realizácii operačného prístupu a vlastnej diskektómie závisí od skúseností operátora, vybavenia operačného sálu vrátane inštrumentária a od dodržiavania zásad asepisy a antisepisy. Z klinického hľadiska možno komplikácie rozdeliť na peroperačné a pooperačné.

6.5.1 Peroperačné komplikácie prednej krčnej diskektómie

Peroperačné komplikácie majú priamy vzťah k vlastnej operačnej technike a taktike. Medzi peroperačné komplikácie zaradujeme poranenie miechy, nervových koreňov, veľkých ciev a poranenia iných krčných orgánov. K redukcii výskytu uvedených komplikácií došlo po zavedení mikrochirurgickej techniky do praxe. Vybavenie operačného sálu operačným mikroskopom a jeho štandardné používanie pri prednej krčnej diskektómii sa považuje v súčasnej dobe za lege artis postup.

Peroperačné *poranenie miechy* môže byť spôsobené mechanickou kompresiou, retrakciou, eventuálne laceráciou miechy a vedie k vzniku kvadrupoškodenia. Preexistujúca myelopatia zvyšuje riziko poškodenia miechy, pretože v týchto prípadoch je prítomná často kritická stenóza spinálneho kanála. Výskyt poranenia miechy sa udáva po zavedení operačného mikroskopu do praxe maximálne 0.1 % . K trakčnému poraneniu miechy môže dôjsť aj po viacúrovňovej diskektómii, eventuálne somatektómii v dôsledku extenzívnej distrakcie intervertebrálnych priestorov použitím implantátov s nevhodnými rozmermi (výška implantátu).

K *poraneniu nervových koreňov* môže dôjsť po neprimeranom použití elektrokoagulácie vo fáze operačného výkonu, keď po discízii zadného pozdĺžneho väzu dochádza niekedy k výraznému krvácaniu z vnútorných venózných vertebrálnych plexov a operačné pole sa stáva neprehľadným. Alternatívou k použitiu bipolárnej koagulácie sú moderné hemostatické prostriedky, ktoré umožňujú šetrnú a bezpečnú hemostázu v epidurálnom priestore nielen svojimi koagulačnými vlastnosťami, ale aj schopnosťou docieľiť tamponádu krvácania (napr. Spongostan® Powder, Ferrosan Medical Devices, Dánsko).

Peroperačne môže nastať tiež *poranenie n. laryngeus recurrens* a *n. laryngeus superior*. Incidencia uvedeného poranenia je 3,1 %. Úplné prerušenie týchto nervov je však pomerne zriedkavé, okolo 0.8 %. Ich poškodenie sa klinicky prejaví ako *dysfónia*. Ide však najčastejšie o prechodnú poruchu funkcie, ktorá je spôsobená kontúziou a edémom nervov v dôsledku neprimeraného ťahu retraktora. Dysfónia na tomto podklade sa upravuje v priebehu 6 - 8 týždňov. Retraktor musí byť peroperačne uložený pod ezofágom, nikdy nie v tracheoezofageálnej ryhe. Počas dlhých výkonov sa doporučuje pravidelné uvoľňovanie trakcie na krátky čas, prípadne intermitentná desuflácia balónika endotracheálnej kanyly. Uvedené nervové štruktúry môžu byť poškodené aj elektrokoaguláciou.

K *poraneniam veľkých ciev* zaradujeme poranenie *a. carotis communis, interna et externa*, poranenie *v. jugularis interna* a jej vetiev a poranenie *a. vertebralis*. Pri správnej

preparačnej technike je riziko poranenia týchto ciev minimálne. Okrem poranenia uvedených ciev pri preparácii môže dôjsť k ich poškodeniu v prípade nešetrnej distrakcie operačnej rany retraktorom. Ku poraneniu *a. vertebralis* dochádza pri excesívnom a nekontrolovanom rozšírení prístupu foraminálne počas vlastnej diskektómie a osteofytotómie. Pri poranení veľkých ciev dochádza k excesívnemu krvácaniu, ktoré úplne zneprehľadní operačné pole. Operatér musí v prvom rade zastaviť masívne krvácanie pomocou cievnych prechodných klipov a následne vykonať rekonštrukciu karotídy alebo jugulárnej vény v spolupráci s cievny chirurgom. Zastavenie krvácania z *a. vertebralis* pri tomto operačnom výkone je problematické. Je možné ho realizovať tamponádou v mieste poškodenia s tým, že je nutné počítať s vývojom disekcie tepny pooperačne. Druhou možnosťou je podviazanie tejto artérie, ktoré je vzhľadom na anatomické pomery jej priebehu technicky náročné. Je nutné počítať s významnými krvnými stratami.

Poranenie trachey je veľmi zriedkavé a je skôr predmetom kazuistík. Veľmi závažnou komplikáciou je *poranenie ezofágu* alebo *hypofaryngu*, ktoré môže vzniknúť pri nešetrnej preparácii ostrými nástrojmi. Sliznica pažeráka je hrubá a veľmi pevná, čo umožňuje pevnú sutúru. Na druhej strane pažerák nemá serózny obal, čo podmieňuje horšie hojenie sutúr. Dlhodobým pôsobením distraktora môže dôjsť k ischemizácii steny pažeráka a neskorej ruptúre. Medzi zriedkavé patrí aj poranenie krčného sympatiku, ktoré sa manifestuje Hornerovým triasom (miosis, ptosis, enoftlamus). Jeho incidencia pri ACDF je 0,1 %. Peroperačné *poranenie tvrdej pleny* sa vyskytuje v 0.5 % prípadov a niekedy vyžaduje ošetrenie pomocou biologického lepidla.

6.5.2 Pooperačné komplikácie prednej krčnej diskektómie

Pooperačné komplikácie po krčnej diskektómii sú častejšie, ale prevažne menej závažné ako peroperačné. *Hematóm v operačnej rane* môže byť príčinou kompresie trachey a pažeráka a podmieňovať *dysfóniu* a *dysfágiu*. Väčšina malých hematómov sa spontánne rezorbuje, len výnimočne vyžadujú revíziu operačnej rany. Dôraz sa kladie preto na excelentnú hemostázu počas operačného výkonu, vrátane exaktného ošetrenia krvácania z tiel stavcov po zavedených pinoch Casparovho distraktora pomocou kostného vosku. Pokiaľ sa peroperačne nedosiahne exaktná hemostáza, je indikované použitie drénu. V prípade výrazne sa expanzívne správajúceho hematómu môže dôjsť až k duseniu a globálnej respiračnej insuficiencii, ktoré vyžaduje urgentnú operačnú revíziu. Aj počas krátkodobých výkonov je vyvíjaný tlak na pažerák a hypofarynx pôsobením distraktora. Tento fakt podmieňuje výskyt *pooperačnej*

dysfágie. Kompresia trachey počas výkonu vedie k výskytu suchého dráždivého kašľa pooperačne.

Významnou skupinou sú *infekčné komplikácie*. V literatúre sa udáva výskyt podkožných infekcií okolo 1 %. Závažnejšie sú hlboké infekcie vo forme *epidurálneho abscesu*, *meningitídy* alebo *pooperačnej spondylodiscitídy*. Pri náleze epidurálneho abscesu je nutné vždy myslieť na možnosť perforácie ezofágu alebo hypofaryngu. Absces je nutné evakuovať a drénovať, infekciu zvládnuť antibiotickou liečbou a riešiť príčinu abscesu. Infekcia môže byť zavlečená do operačnej rany počas operácie z externého zdroja. Pooperačná spondylodiscitída sa vyskytuje v krčnom segmente podstatne zriedkavejšie ako driekovom. Vyžaduje okrem imobilizácie Philadelphia límcom dlhodobú antibiotickú liečbu, v priebehu prvých 3 - 4 týždňov intravenóznou aplikáciou. Celková dĺžka antibiotickej liečby môže presiahnuť 4 - 6 mesiacov. Pokiaľ nemá konzervatívny postup efekt, je nutné prikročiť k revízii medzistavcového priestoru, eventuálne k odstráneniu implantátu a aplikácii lokálnych antibiotík. Po zhojení infekcie je niekedy možné implantovať novú klieťku s osteokonduktívnym materiálom istenú dlhou.

6.5.3 *Dysfágia po prednej krčnej diskektómii*

Porucha prehĺtania je dobre známou komplikáciou po prednej krčnej diskektómii. Patofyziológia pooperačnej dysfágie je nejasná a liečba perzistujúcej dysfágie problematická. Prehĺtanie sa delí do 3 neuroanatomických fáz – orálnej, faryngeálnej a ezofageálnej. *Orálna fáza* začína vstupom jedla do ústnej dutiny, kde je rozdrobené pomocou žuvacích svalov a jazyka. Svalstvo jazyka, ktoré inervuje n. hypoglossus, manipuluje s bolusom jedla. Komplexná koordinácia mäkkého podnebia, pohybov jazyka, slinných žliaz a žuvacieho svalstva vrátane vedenia informácií z chemoreceptorov a mechanoreceptorov v ústach je zabezpečená faciálnym, glossofaryngeálnym a hypoglossálnym nervom. *Faryngeálnu fázu* charakterizuje už mimovôľová koordinácia svalovej kontrakcie, ktorá posúva bolus jedla. Kritickým aspektom tejto fázy je elevácia laryngu a inverzia epiglottis, ktorá zabraňuje vniknutiu jedla do dýchacích ciest a kontrakcia mm. constrictores pharyngis. Inerváciu faryngeálnej fázy prehĺtania zabezpečujú n. laryngeus superior a n. laryngeus recurrens. *Ezofageálna fáza* začína pasážou bolusu jedla cez horný ezofageálny sfinkter a končí pasážou cez dolný ezofageálny sfinkter. Táto fáza je kompletne mimovôľová a realizovaná koordinovanou peristaltikou ezofageálnej muskulatúry. Koordináciu tejto fázy zabezpečuje autonómna činnosť plexus myentericus Auerbacha, ktorý je pod kontrolou vágového nervu.

Glossofaryngeálny a hypoglossálny nerv môžu byť poškodené pri prístupe v segmente C3 a vyššie, n. laryngeus superior pri prístupe v segmente C3/4 a n. laryngeus recurrens pri prístupe v segmente C6 a nižšie. N. vagus, prirodzene chránený v karotickom púzdre, môže byť poškodený excesívnou retrakciou v celej oblasti subaxiálnej krčnej chrbtice.

Martin a kolektív (1997) hodnotili u 13 pacientov pooperačnú dysfágiu videofluoroskopicky a nachádzali abnormality v rôznych fázach prehĺtania. U 3 pacientov dokázali poruchu faryngeálnej fázy v dôsledku poranenia n. laryngeus superior, u 4 pacientov poruchu orálnej fázy v dôsledku poranenia hypoglossálneho nervu. Dvaja pacienti mali pooperačnú dysfágiu v dôsledku edému prevertebrálnych mäkkých tkanív, ktorý obmedzuje pohyb steny faryngu a ezofágu, u ďalších pacientov bola prítomná inkompletná epiglotická deflekcia.

Niektoré štúdie referujú prítomnosť poruchy prehĺtania už pred prednou krčnou diskektómiou. Frempong-Bodau a kolektív (2002) našli u 66 % pacientov s myelopatiou predoperačne abnormality prehĺtania, ktoré boli verifikované pomocou pasáže bária. Predpokladali preto, že príčinou prehĺtania u týchto pacientov je porucha lokálnych reflexných mechanizmov na pregangliovej, sympatickej úrovni, v dôsledku kompresie miechy. Táto skupina pacientov bola náchylná pooperačne k výskytu významnej a perzistujúcej dysfágie.

V publikáciách sa skúmajú rôzne rizikové faktory v súvislosti s dysfágiou po prednej krčnej diskektómii. Ich výsledky sa však v rámci jednotlivých rizikových faktorov líšia a nemožno ich považovať za jednoznačne smerodajné. Medzi faktory, ktoré sú väčšinou spájané so zvýšeným rizikom pooperačnej dysfágie patria počet operovaných segmentov, ženské pohlavie, dlhý operačný čas a vek nad 60 rokov. Faktory, u ktorých prevažne nebol zaznamenaný súvis s pooperačnou dysfágiou sú bolesti hlavy, typ incízie (transverzálna, oblúkovitá, longitudinálna), veľkosť predných osteofytov, pseudoartróza, zanorenie implantátu, uvoľnenie alebo rozlomenie implantátu, intubácia, závažnosť myelopatie, retrakcia ezofágu, osteoartritída, užívanie alkoholu a obezita.

Publikovaná incidencia dysfágie po prednej krčnej diskektómii kolíše v širokom rozmedzí 0 - 89 % (tab. 3). Frempong-Bodau a kolektív (2002) udávajú celkovú incidencia dysfágie 1 mesiac po operácii 48 %. Vek, diabetes mellitus, artériová hypertenzia, fajčenie a stav výživy neboli spájané s pooperačnými abnormalitami prehĺtania. Pooperačné zdurení faryngu a prevertebrálnych mäkkých tkanív referovali u 61 % pacientov, pričom 86 % z týchto pacientov malo abnormálne testy prehĺtania pri vyšetrení pasáže báriom.

Tab. 3 Incidencia dysfágie po prednej krčnej diskektómii

Autori	Štúdia	Počet pacientov	1M	6T	3M	6M	12M	24M	> 24M
Stewart et al. (1995)	R	73	45%			12%			
Frempong-Bodau et al. (2002)	P	23	67%						
Bazaz et al. (2002)	P	249	50%	32%		18%	13%		
Riley et al. (2005)	R	454			30%	22%		21%	
Yue et al. (2005)	R	74							35%
Scholz et al. (2011)	P	30		8%		3%			
Kalb et al. (2012)	P	249		89%	30%	7%	0		
Wu et al. (2017)	R	358			6%	3%			
Opsenak et al. (2019)	P	73		53%	33%	19%	22%		

(zdroj: vlastná tabuľka, R – retrospektívna štúdia, P – prospektívna štúdia, M – mesiac, T – týždeň)

Bazaz a kolektív (2002) prospektívne analyzovali 249 pacientov po prednej krčnej diskektómii a somatektómii a pooperačne hodnotili závažnosť dysfágie pomocou vlastného skórovacieho systému - *Bazaz - Yoo dysphagia score* (tab. 4). Dysfágia v období 1 mesiac po operácii bola prítomná u 50.3 % pacientov, z toho v 5,6 % prípadov bola ťažkého stupňa. Šesť mesiacov po operácii boli prítomné poruchy prehĺtania u 17.7 % pacientov a 12 mesiacov pooperačne u 12,5 % pacientov. Ženské pohlavie bolo rizikovým faktorom 6 mesiacov po operácii, multisegmentový operačný výkon bol rizikovým faktorom 1 mesiac po operácii, ale v období 6 mesiacov už v porovnaní s monosegmentovými výkonmi nebol rozdiel štatisticky významný. Vek, primárny versus revízy výkon, somatektómia versus diskektómia a použité inštrumentárium neboli rizikovými faktormi v celom období sledovania.

Smith-Hammond a kolektív (2004) v trojročnej prospektívnej štúdií sledovali incidencia dysfágie pre predných krčných výkonoch. V kontrolných skupinách sledovali tiež pacientov po zadných výkonoch na krčnej a drierkovej chrbtici. Dysfágia bola zisťovaná pred a po výkone cestou subjektívnych otázok a verifikovaná videofluoroskopicky alebo endoskopicky fibroskopom. Incidencia dysfágie u pacientov po prednom krčnom prístupe bola 50 %, pričom u 70 % týchto pacientov regredovala v priebehu 2 mesiacov. Zaujímavé bolo zistenie, že 20 % pacientov po zadných výkonoch na krčnej chrbtici malo poruchy prehĺtania pooperačne, pričom endotracheálna intubácia nefigurovala ako rizikový faktor v tejto štúdií.

Uvedené štúdie teda potvrdzujú prítomnosť dysfágie po predných prístupoch ku krčnej chrbtici vo včasnem pooperačnom období na úrovni okolo 50 %. U väčšiny pacientov dochádza

do 6 mesiacov pooperačne k úprave, pričom 12 mesiacov pooperačne je incidencia dysfágie už len okolo 10 %. Ženské pohlavie, vek, preexistujúca dysfunkcia prehĺtania a multietážové prístupy sú rizikovými faktormi pooperačnej dysfágie.

Tab. 4 Bazaz - Yoo dysfagické skóre

Bazaz - Yoo dysfagické skóre	Subjektívne hodnotenie poruchy prehĺtania pacientom
žiadna	bez problémov s prehĺtaním
mierna	sporadické problémy s prehĺtaním
stredne ťažká	problémy s prehĺtaním v súvislosti s určitou stravou
ťažká	časté problémy s prehĺtaním pri väčšine druhov stravy

(zdroj: vlastná tabuľka upravená podľa Bazaz a kol.)

Štúdia publikovaná autormi Yue a kolektív (2005) potvrdzuje, že pooperačná dysfágia môže pretrvávajúť aj v dlhšom časovom intervale ako 12 mesiacov. Títo autori sledovali 74 pacientov priemerne 7 rokov po prednom výkone na krčnej chrbtici. Celková incidencia dysfágie bola 35 %, pričom v 16,2 % prípadov bola stredne ťažkého a u jedného pacienta ťažkého stupňa podľa Bazaz - Yoo dysfagického skóre.

Segebard a kolektív (2010) udávajú incidencia dysfágie po monosegmentovej krčnej artroplastike 15,8 % v porovnaní s monosegmentovou ACDFP (42,1 %). Tento nález vysvetľuje nulový profil arteficiálneho disku v porovnaní s profilom konvenčnej krčnej dlahy.

Ďalšie štúdie skúmali rizikové faktory a možnosti prevencie pooperačnej dysfágie. Lee a kolektív (2004) skúmali v prospektívnej štúdii význam dizajnu prednej krčnej dlahy ako rizikového faktoru. V uvedenej prospektívnej štúdii zistili, že použitie krčnej dlahy Zephir® (Medtronic, Sofamor Danek, USA) je spojené s nižšou incidenciou pooperačnej dysfágie ako použitie dlahy Atlantis® od rovnakého výrobcu. Autori vysvetľujú uvedené zistenie hladším povrchom a nižším profilom dlahy Zephir®. Fogel a kolektív (2005) referujú v retrospektívnej analýze 44 pacientov s perzistujúcou dysfágiou po ACDFP *regresiu dysfágie po odstránení prednej krčnej dlahy* a adheziolýze pri revíznom výkone v 55 % prípadov, mierna dysfágia pretrvávala u 36 % revidovaných pacientov. Pooperačne nachádzali rozsiahle adhérie medzi pažerákom a dlahou, prípadne prevertebrálnou fasciou. Pedram a kolektív (2003) v prospektívnej štúdii aplikovali 78 pacientom bez anamnézy ochorenia horného gastrointestinálneho traktu metylprednizolón v dávke 1 mg/kg na konci operácie, po 12 hodinách a 24 hodín po operácii. V porovnaní s kontrolnou skupinou *podanie kortikoidu neredukovalo incidencia dysfágie*. Apfelbaum a kolektív (2000) v štúdii na kadaveroch skúmali

hodnoty tlaku v manžete endotracheálnej kanyly po aplikácii retraktoru pre predný krčný prístup. Manžetu kanyly insuflovali na hodnotu 15 mmHg, následne po naložení retraktoru tlak elevoval nad úroveň 52 mmHg. Počas výkonu realizovali jednoduchý manéver, a to desufláciu a následnú insufláciu manžety endotracheálnej kanyly po naložení retraktoru, ktorý umožní centrálnu umiestnenie kanyly v endolarynxu. Následne autori použili túto procedúru počas 650 predných krčných prístupov a zistili, že tento jednoduchý manéver znížil incidenciu poranenia n. laryngeus recurrens z úrovne 6,8 % na 2 %. Ratnaraj a kolektív (2002) vykonali štúdiu, v ktorej intraoperačne monitorovali a regulovali tlak manžety endotracheálnej kanyly v priebehu predných prístupov ku krčnej chrbtici. V experimentálnej skupine pacientov bol tlak monitorovaný a upravovaný tak, aby nepresiahol hranicu 20 mmHg. V kontrolnej skupine pacientov nebol tlak monitorovaný ani korigovaný. Po 24 hodinách udávali pacienti v experimentálnej skupine signifikantne menšie bolesti hrdla v porovnaní s kontrolnou skupinou (51 % vs. 74 %). Podobne, 24 hodín po operačnom výkone, dlhší čas retrakcie koreloval s vývojom dysfágie. Záverom konštatovali, že *udržiavanie nízkeho tlaku v endotracheálnej kanyle* (do 20 mmHg) a *redukcia retrakčného času* znižujú výskyt pooperačnej dysfágie a bolesti hrdla.

6.5.4 Komplikácie a problémy súvisiace s implantátmi

Fixácia implantátu je zdôvodňovaná snahou o zvýšenie úspešnosti intersomatickej fúzie. Predná krčná dlaha stabilizuje segment, v ktorom bola vykonaná diskektómia a implantácia kostného štep, intersomatickej klietky alebo biokeramickej náhrady. Zároveň zabraňuje ventrálnej dislokácii náhrady. Zlomenie alebo dislokácia súčasných dláhových systémov sa vyskytuje sporadicky, môže však spôsobiť závažné poranenie okolitých orgánov, predovšetkým hypofaryngu a pažeráka. Do úvahy pripadá aj dislokácia fixačných skrutiek. Vážnou komplikáciou pri zavádzaní fixačných skrutiek môže byť poranenie vertebrálnej tepny s jej následnou disekciou.

Komplikácie v súvislosti s *implantátmi pre artrodézu* predstavujú osobitnú skupinu komplikácií. Najväčšou nevýhodou trikortikálneho kostného štep, odobraného z lopaty bedrovej kosti, sú komplikácie v mieste jeho odberu, predovšetkým hematóm v operačnej rane, infekcia, fraktúra lopaty bedrovej kosti, meralgia paresthetica, a najmä perzistujúca bolesť v mieste odberu. V literatúre sa uvádza morbidita v súvislosti s odberom štep z lopaty bedrovej kosti s rizikom 25 - 35 %. V prípade alogénnych náhrad z kostnej banky sa uvedené riziko síce eliminuje, ale podobne ako u autológneho štep dochádza veľmi často ku kolapsu

so stratou pôvodnej výšky o viac ako 50 %. Nezanedbateľné je tiež riziko prenosu infekčných chorôb (HIV, hepatitída typu B a C, prióny). Tieto problémy štepov vyriešilo zavedenie syntetických náhrad do praxe. Medzi komplikácie náhrady medzistavcovej platničky patria:

Dislokácia náhrady je zmena lokalizácie implantátu po jeho korektnom zavedení do medzistavcového priestoru. Ventrálna dislokácia sa prejavuje zvyčajne perzistujúcou pooperačnou dysfágiou. Dorzálna dislokácia náhrady vedie ku kompresii miechy s rozvojom alebo progresiou myelopatických zmien. Klinovitý tvar súčasných syntetických náhrad zabráňuje vzniku dorzálnej dislokácie. Navyše horná a dolná styčná plocha náhrad má tzv. *primárne stabilizačné prvky* (ostré výbežky, zárezy), ktoré náhradu v lôžku pevne ukotvia. Po vytvorení kostnej fúzie je už dislokácia náhrady vylúčená.

Zlomenie alebo kolaps náhrady vedie k poklesu výšky medzistavcového priestoru a ku segmentovej kyfotizácii. Ide o častý problém autológnych a alogénnych štepov. Po použití syntetických kliebok (titánových, karbónových, PEEK) sa táto komplikácia nevyskytuje, pretože majú vynikajúce mechanické vlastnosti. Biokeramické náhrady sú však pomerne fragilné a riziko kolapsu týchto náhrad je 1 - 8 %. Najmä nešetrná implantácia biokeramickej náhrady do lôžka môže narušiť jej vnútornú štruktúru.

Zanorenie (subsidence) náhrady je preniknutie náhrady do spongiózy priľahlých tiel stavcov, s následným poklesom výšky medzistavcového priestoru. Významne prevažuje zanorenie implantátu do tela distálneho priľahlého stavca. Incidencia uvedenej komplikácie sa uvádza v rozpätí 0 - 30 %. Bartels s kolektívom (2006) referujú incidenciu zanorenia 62.5 % v skupine 69 pacientov. Suchomel a Barsa (2004) uvádzajú za najvýznamnejší rizikový faktor zanorenia práve polohu náhrady, najmä jej vzťah k prednému okraju tela stavca a doporučujú náhradu lokalizovať tak, aby sa predný okraj implantátu kryl s predným okrajom tela priľahlého stavca. Autori zároveň uvádzajú, že nález zanorenia náhrady nemal vplyv na klinický stav pacientov. Barsa a Suchomel (2007) uvádzajú, že pozícia implantátu a jeho relatívna veľkosť k priľahlým plochám tiel stavcov (kontaktná plocha) ovplyvnili výskyt zanorenia kliebok Cespace® (Aesculap, Nemecko). Predpoklad, že výrazná distrakcia medzistavcového priestoru pred implantáciou kliebok vedie k zvýšenému výskytu zanorenia nebol preukázaný. Truumees a kolektív (2002) naproti tomu demonštrovali, že väčší kostný štep podmieňuje signifikantne väčšie distrakčné sily počas inzercie, ktoré zvyšujú kompresiu štepu. Barsa a Suchomel (2007) skúmali tiež vplyv rozsahu peroperačného opracovania krycích plôch tiel stavcov. Dostatočné zachovanie integrity kontaktných krycích plôch podmieňuje dostatočnú mechanickú odolnosť proti zanoreniu kliebok. Na druhej strane, dostatočné opracovanie kontaktných plôch tiel stavcov podmieňuje indukciu fúzie, ale zvyšuje riziko zanorenia kliebok. Vplyv zachovania

integrity príľahlých plôch tiel stavcov na incidenciu zanorenia nebol v tejto štúdii preukázaný. Všetky zanorenia klieťok boli lokalizované v úrovni ventrálnej časti tiel stavcov, v 89,5 % bolo prítomné zanorenie do tela distálneho stavca, v 5,3 % prípadov do tela proximálneho stavca a v 5,3 % bolo prítomné zanorenie do oboch tiel príľahlých stavcov. Všetky zanorenia klieťok viedli k segmentovej kyfotizácii, ale neviedli ku globálnej kyfotizácii krčnej chrbtice (do štúdie však boli zaradení pacienti po 1- a 2-segmentovej ACDF). Rovnako aj v tejto štúdii boli všetci pacienti s grafickými nálezmi zanorenia asymptomatickí. Normálna denzita kostného tkaniva tiel stavcov podmieňuje dostatočnú mechanickú odolnosť proti zanoreniu. Osteopénia a osteoporóza sú rizikovými faktormi pre vznik zanorenia implantátu v pooperačnom období. Rizikovým faktorom pre zanorenie je aj excesívna resekcia predných osteofytov. Ich parciálne zachovanie znižuje riziko zanorenia klieťky. Tento predpoklad podporuje skutočnosť, že väčšina zanorení implantátov sa vyskytuje vo ventrálnej časti tiel príľahlých stavcov.

Degenerácia príľahlého pohybového segmentu je časovo urýchlený proces degenerácie v segmentoch tesne susediacich so segmentom, v ktorom bola chirurgicky indukovaná intersomatická fúzia. Uvedené postihnutie môže viesť ku kompresii nervových štruktúr a môže vyvolávať cervikobrachiálny syndróm, prípadne viesť ku cervikálnej myelopatii. Degenerácia príľahlého segmentu nemusí byť však vždy symptomatická. O *ochorení príľahlého pohybového segmentu* hovoríme len v prípade klinickej manifestácie. Postihnutie príľahlého segmentu mení tiež rozsah pohybov krčnej chrbtice a znižuje tak jej globálnu funkčnú kapacitu. Morfologicky a klinicky sa ochorenie príľahlého segmentu nelíši od bežného obrazu degenerácie. Najčastejšiu morfológickú prezentáciu predstavuje akceleroaná spondylóza vo forme *tvorby predných osteofytov* (obr. 8), ktoré môžu progredovať až do obrazu premost'ujúcich osteofytov. Ďalej sa morfológicky môže postihnutie príľahlého segmentu prezentovať vo forme *unkovertebrálnej neoartrózy* a *progresie zadných osteofytov*. Popísané zmeny vznikajú na podklade chronického mechanického preťaženia a vedú k zníženiu segmentového rozsahu pohybov. *Morfologické zmeny disku* vo forme *chondrózy* vedú k zníženiu medzistavcového priestoru. Iniciálna hypermobilita smeruje k restabilizácii a zníženiu segmentového rozsahu pohybov. Morfológické zmeny platničky tak nakoniec vedú k sekundárnej stenotizácii spinálneho kanála a neuroforamenov. Samostatnú kategóriu predstavuje *kalcifikácia a osifikácia predného pozdĺžneho väzu* (obr. 9). Jej rozvoj začína v polovičnej vzdialenosti medzi susednými prednými osteofytmi. Postupnou progresiou môže viesť k preklenutiu predného intervertebrálneho priestoru alebo zostáva len vo forme inkrustácie ligamenta. Kalcifikácie predného pozdĺžneho väzu sú dôsledkom drobných krvácaní v oblasti ligamenta, ktoré

vyvolávajú mikrotraumy v priebehu retroflexie krčnej chrbtice. Najmenej často diagnostikovanou morfológickou jednotkou je *prietrž medzistavcovej platničky* v priľahlom segmente. Už prítomnosť anulárnych trhlín predpokladá možný vznik extrúzie. Klinicky sa manifestuje podobne ako bežná extrúzia intervertebrálneho disku. Hilibrand a kolektív (1999) predstavili rádiologickú klasifikáciu morfológických zmien pri ochorení priľahlého segmentu (tab. 5). Stupeň degeneratívnych zmien sa v uvedenej klasifikácii vzťahuje len k riziku vzniku neurologického postihnutia, pričom nie sú hodnotené predné osteofyty alebo kalcifikácia predného pozdĺžneho väzu. Diferenciácia závažnosti ochorenia nespočíva však len v rádiologickom náleze, ale aj klinickej manifestácii. Goffin a kolektív (2004) posudzujú zmeny predných osteofytov a zníženie medzistavcového priestoru. Porovnávajú grafické nálezy na RTG snímkach v skorom pooperačnom období s RTG nálezmi, ktoré boli realizované aspoň 60 mesiacov pooperačne. Za normálnu výšku medzistavcového priestoru považujú výšku v skorom pooperačnom období. Ľahkou degeneráciou označujú zníženie výšky

Obr. 8 Predný osteofyt v priľahlom segmente C4/5 po ACDF v segmentoch C5/6, C6/7



(zdroj: archív autora)

o menej ako 25 % oproti pôvodnému nálezu, ako stredne ťažkú degeneráciu hodnotia zníženie o 25 - 50 % a viac ako 50 % stratu výšky medzistavcového priestoru považujú za ťažkú degeneráciu. Podobne prítomnosť incipientného osteofytu popisujú ako ľahkú degeneráciu. Osteofyt menší ako jedna štvrtina predozadného priemeru príslušného stavcového tela reprezentuje degeneráciu stredne ťažkú a všetky väčšie osteofyty predstavujú degeneráciu ťažkú. Otáznym zostáva predpoklad, či prítomné akcelerované degeneratívne zmeny priľahlého segmentu ovplyvňujú aj dynamické vlastnosti krčnej chrbtice vo forme *hypermobility* alebo

degeneratívnej instability. Fullerova biomechanická štúdia na kadaveroch hypermobilitu priľahlých segmentov vylúčila. V štúdiu však boli testované kadavery priemerného veku 74 rokov. V tomto veku človeka je rozsah pohybov už značne limitovaný. Odstránenie pohybu

Obr. 9 Degenerácia priľahlého segmentu C4/5 vo forme inkrustácie predného pozdĺžneho väzu



(zdroj: archív autora)

Tab. 5 Hilibrandova klasifikácia morfológických zmien pri ochorení priľahlého segmentu

Stupeň	Ochorenie	RTG	MRI	CT/PMG/CT-PMG
I	žiadne	Normálny nález	Normálny nález	Normálny nález
II	ľahké	Znížený intervertebrálny priestor, bez dorzálnych osteofytov	Zmena intenzity signálu medzistavcovej platničky	Normálny nález
III	stredné	< 50 % normálnej výšky medzistavcovej platničky, zadné osteofyty prítomné	Herniovaný nucleus pulposus bez neurálnej kompresie	Herniovaný nucleus pulposus bez amputácie koreňovej pošvy a miechovej kompresie
IV	ťažké	Rovnaký nález ako stupeň III	Nález miechovej kompresie s / bez kompresie radixu	Amputácia koreňovej pošvy s / bez miechovej kompresie

(zdroj: vlastná tabuľka upravená podľa Hilibranda a kol.)

v segmente v dôsledku intersomatickej fúzie musí, pri zachovaní globálnych dynamických pomerov krčnej chrbtice, priniesť zvýšené biomechanické nároky na ostatné pohybové segmenty. Rozvoj regresívnych zmien v priľahlých segmentoch je pokračovaním preexistujúceho degeneratívneho postihnutia daného segmentu alebo novovzniknutým patologickým procesom. Novovzniknuté degeneratívne postihnutie priľahlého segmentu možno pozorovať najlepšie u mladých pacientov, u ktorých bola vykonaná dážka pre úraz krčnej

chrbtice. Goffin a kolektív (1995) pozorovali u takýchto pacientov výskyt degenerácie priľahlého segmentu po 5 rokoch od operácie v 60 % prípadov. Napriek tomu aj u mladých pacientov môžu byť prítomné preexistujúce degeneratívne zmeny, takže sa nemusí jednať výlučne o intaktný terén. Prirodzenou obdobou stavu krčnej chrbtice po prevedení krčnej dýzy je Klippel - Feilov syndróm, ktorý je charakterizovaný kongenitálnou poruchou segmentácie krčnej chrbtice, ktorá spôsobuje rozvoj degeneratívnych zmien až v 100 % priľahlých diskov. Dosiahnutie plného globálneho rozsahu pohybov u kyfotizovanej krčnej chrbtice predpokladá vynaloženie väčších silových momentov a segmenty priľahlé k fúzovanému segmentu v kyfotickom postavení sú vystavené väčším biomechanickým nárokom. Preto migrácia (zanorenie) náhrady do priľahlých tiel stavcov, vedúca k segmentovej strate krčnej lordózy, predstavuje rizikový faktor pre progresiu degeneratívnych zmien v priľahlých segmentoch. Mechanizmy, ktorými kyfotický sagitálny profil krčnej chrbtice akceleruje degeneratívne zmeny priľahlých segmentov, spočívajú v zmenách dynamickej kinematiky krčnej chrbtice a zvýšenom zaťažení predných elementov. Kawakami a kolektív (1999) v retrospektívnej analýze popísali incidenciu degenerácie priľahlého segmentu v 18 % prípadov, pričom polovica pacientov mala vyjadrenú klinickú symptomatiku. Symptomatickí pacienti v porovnaní s asymptomatickými mali významne častejší výskyt kyfotického postavenia alebo foraminostenózy vo fúzovanom segmente. Katsuura a kolektív (2001) analyzovali 42 pacientov s priemernou dĺžkou sledovania takmer 10 rokov po krčnej fúzii a zistili degeneratívne zmeny v priľahlých segmentoch u 50 % pacientov, z ktorých ale väčšina bola asymptomatických. Pokiaľ samostatne hodnotili skupinu pacientov s poruchou sagitálneho profilu fúzaného segmentu, nachádzali významne vyššiu incidenciu akcelerovanej degenerácie priľahlého segmentu (77 %). Logicky by mal rozsah prednej krčnej dýzy predstavovať rizikový faktor pre vznik degenerácie priľahlého segmentu. S množstvom fúzovaných segmentov však incidencia postihnutia priľahlého segmentu klesá. Hilibrand s kolektívom (1999) nachádzajú v súbore 265 pacientov s viacsegmentovou artrodézou 12 % symptomatických priľahlých degenerácií, pričom v skupine 158 pacientov s 1-segmentovou artrodézou až 18 % prípadov degenerácie priľahlého segmentu. Kulkarmi a kolektív (2004) zaznamenali pri viacetážových somatektómiách signifikantne nižší výskyt postihnutia priľahlých segmentov v porovnaní s 1-segmentovými somatektómiami. Hilibrand a kolektív (1999) v súbore 374 pacientov referujú v období 10 rokov po prednej krčnej fúzii výskyt ochorenia priľahlého segmentu u 25,6 % pacientov. Symptomatické degeneratívne postihnutie malo relatívne konštantnú ročnú incidenciu 2,9 %. Riziko vzniku neurologického postihnutia v dôsledku degenerácie priľahlého segmentu sa v jednotlivých segmentoch krčnej chrbtice líši a závisí primárne od lokalizácie

fúzovaného segmentu. Najmenej často býva postihnutý segment C7/T1. Segmenty C3/4 a C4/5 vykazujú 3,2-krát vyššie relatívne riziko a priestory C5/6 a C6/7 až 4,9-krát vyššie relatívne riziko.

Akcelerovaná degenerácia sa môže vyskytnúť v súvislosti s poškodením diskoligamentózneho alebo muskulárneho aparátu v priebehu spondylochirurgického výkonu, prípadne vplyvom konzervatívnej liečby ako sú napríklad manipulačné techniky. *Kyfotické postlaminektomické deformity* (syndróm labutej šije) vznikajú v dôsledku extenzívnej muskuloligamentóznej devastácie pri skeletizácii chrbtice. Porušenie dorzálneho ťahového lordotizujúceho aparátu vedie k preťaženiu predného stĺpca a k akcelerácii degeneratívnych zmien. Podobne použitie dlhého inštrumentária, typicky dlahy, vedie k atakovaniu susedných priestorov a k aktivácii mezenchýmových tkanív. Park a kolektív (2005) retrospektívne hodnotili skiagrafické nálezy krčnej chrbtice po prednej krčnej diskektómii a implantácii klietky v kombinácii s konvenčnou krčnou dlahou. Referovali osifikáciu proximálneho priľahlého segmentu v 59 % prípadov a distálneho priľahlého segmentu v 29 % prípadov a zistili, že incidencia osifikácie je nepriamo úmerná vzdialenosti okrajov konvenčnej krčnej dlahy od intervertebrálnych diskov priľahlých segmentov. Symptomatickú akcelerovanú degeneráciu v priľahlom segmente, ktorá neodpovedá na konzervatívnu liečbu je možné indikovať ku chirurgickej liečbe. V prípade radikálnej alebo miechovej kompresie je primárnym cieľom dostatočná dekompresia uvedených štruktúr. Veľmi dôležité je pomocou implantátov následne ošetriť daný segment tak, aby nedošlo ku kyfotizácii, ktorá by mohla vyvolať tzv. *domino efekt*. Použitie autológnych a alogénnych štepov nie je vhodné pre riziko kolapsu. Ošetrovanie priľahlého segmentu stand-alone kliečkou je zaťažené rizikom zanorenia implantátu. Použitie dlahy zaisťuje dostatočnú primárnu stabilitu, ale vyžaduje často technicky náročné odstránenie pôvodnej krčnej dlahy. S výhodou je možné použiť pri operačnej liečbe ochorenia priľahlého segmentu kliečky s integrovanou dlahou, ktorými je možné bezpečne ošetriť priľahlý segment bez nutnosti odstránenia pôvodnej inštrumentácie. Zmyslom vývoja platničkových protéz bolo zachovanie pohybu v príslušnom segmente krčnej chrbtice. V teoretickej rovine možno predpokladať, že pri zachovaní mobility priľahlého segmentu nebude vyjadrená kompenzačná hypermobilita nasledujúceho intervertebrálneho disku. Predpokladom je ale správna anatomická inzercia implantátu a jeho konštrukčná dokonalosť. Implantácia arteficiálneho disku do degenerovaného priľahlého segmentu by mala domino efekt následnej degenerácie ďalšieho priľahlého segmentu eliminovať. Artroplastika je však zaťažená vysokou incidenciou heterotopnej osifikácie.

Totálna artroplastika znižuje riziko degenerácie priľahlého segmentu, ale pri indikácii v skupine pacientov s rozvinutými spondylartrotickými zmenami krčnej chrbtice vedie k výskytu bolestí šije v dôsledku znovuobnovenia plného pohybu v degeneratívne postihnutých intervertebrálnych kĺboch. Komplikáciou je operátorom chybné prevedená implantácia arteficiálneho disku vo výslednej malpozícii implantátu v zmysle insuficientného dorzálneho zavedenia v medzistavcovom priestore alebo patologickej pozície implantátu vo frontálnej rovine. Tieto chyby pri implantácii vedú k dysfunkcii arteficiálneho disku. Po totálnej artroplastike môže nastať zlyhanie náhrady, jej rozlomeniu alebo rozpadnutiu jednotlivých komponentov.

POUŽITÁ LITERATÚRA

Anderson KK, Arnold PM. Oropharyngeal dysphagia after anterior cervical spine surgery: a review. *Global Spine J.* 2013;3(4):273-286.

Andersson GBJ. Biomechanics of the lumbar spine. 1992;27-36. In: Kirkaldy-Willis WH, Burton CV (Eds.). *Managing low back pain*. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone.

Angtuaco EJC, Binet EF. Radiology of thoracic and lumbar fractures. *Clin. Orthop.* 1984;189:43-75.

Apfelbaum RI, Kriskovich MD, Haller JR. On the incidence, cause, and prevention of recurrent laryngeal nerve palsies during anterior cervical spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25(22):2906-2912.

Azab W, Abdel-Razek M, Ali A et al. Outcome evaluation of a Zero-profile implant for anterior cervical discectomy with fusion. *Turk. Neurosurg.* 2012;22(5):611-617.

Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS. Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995;20:1055-1060.

Barsa P, Suchomel P. Factors affecting sagittal malalignment due to cage subsidence in standalone cage assisted anterior cervical fusion. *Eur Spine J.* 2007;16:1395-1400.

Bartels RH, Donk RD, Feuth T. Subsidence of stand alone cervical carbon fibers cages. *Neurosurgery* 2006;58:502-508.

Bazaz R, Lee MJ, Yoo JU. Incidence of dysphagia after anterior cervical spine surgery: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27(22):2453-2458.

Bishop RC, Moore KA, Hadley MN. Anterior cervical interbody fusion using autogenic and allogenic bone graft substrate: a prospective comparative analysis. *J Neurosurg.* 1996;85:206-210.

Böhler J, Gaudernak T. Anterior plate stabilization for fracture-dislocations of the lower cervical spine. *J Trauma* 1980;20(3):203-205.

Breig A. Biomechanics of the Central Nervous System: Some Basic Normal and Pathologic Phenomena. Stockholm: Almquist & Wiksell 1960.

Bryan VE. Cervical motion segment replacement. *Europ Spine J.* 2002;11 (Supl. 2):92-97.

Caspar W, Barbier DD, Klara PM. Anterior cervical fusion and Caspar plate stabilization for cervical trauma. *Neurosurgery* 1989;25(4): 491-502.

Caspar W, Geisler FH, Pitzen T et al. Anterior cervical plate stabilization in one- and two-level degenerative disease: overtreatment or benefit? *J Spinal Disord.* 1998;11:1-11.

Čihák R, Grim M, Druga R. Anatomie 1. Praha, Grada Publishing, 2001:99-121.

Dhir J, Carpenter C, Pamde R et al. Radiological outcome of use of Zero P cage in cervical stabilization – short term study. *J Bone Joint Surg. Br.* 2012;94(Supp.):142

Dohrmann GJ, Panjabi MM. Standardized spinal cord trauma: Biomechanical parameters and lesion volume. *Surg Neurol.* 1970;6: 263-267.

Dulhanty J. A simplified conceptual model of the human cervical spine for evaluating force transmission in upright static posture. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002:306-317.

Dvorak J, Panjabi MM, Chang DG et al. Functional radiographic diagnosis of the lumbar spine. Flexion-extension and lateral bending. *Spine (Phila Pa 1976)* 1991;16:562-571.

Dvorák M, Hlubeková A, Horný V. Cervikogénne vertebrogénne syndromy v neurologickej praxi. *Via pract.* 2008; 5 (S4): 17-24

Ebersold MJ, Pare MC, Quast LM. Surgical treatment for cervical spondylitic myelopathy. *J Neurosurg.* 1995;82:745-751.

Fielding JW. Normal and selected abnormal motion of the cervical spine from the second cervical vertebra to the seventh cervical vertebra based on cineroentgenography. *J Bone Joint Surg. (Am.)* 1964;46A:1779-1781.

Fogel GR, McDonnell MF. Surgical treatment of dysphagia after anterior cervical interbody fusion. *Spine J.* 2005;5(2):140-144.

Fountas KN, Kapsalaki EZ, Nikolakakos LG et al. Anterior cervical discectomy and fusion associated complications. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;21:2310–2317.

Fraser JF, Hartl R. Anterior approaches to fusion of the cervical spine: a metaanalysis of fusion rates. *J Neurosurg Spine* 2007;6:298-303.

Frempong-Boadu A, Houten JK, Osborn B et al. Swallowing and speech dysfunction in patients undergoing anterior cervical discectomy and fusion: a prospective, objective preoperative and postoperative assesment. *J Spinal Disord Tech.* 2002;15(5):362-368.

Frymoyer JW, Krag MH. Spinal stability and instability: definitions, classification and general principles of management. In: Dunsker SB, Schmidek HH, Frymoyer J et al.: *The unstable spine*. Orlando, Grune and Stratton, 1986.

Fuller D, Kirkpatrick J, Emery S. A kinematik study of the cervical spine before and after segmental arthrodesis. *Spine* 1998;14:1277-1282.

Geer C, Selden NRW, Papadopoulos SM. Anterior cervical plate fixation in the treatment of single-level cervical disc disease. *J Neurosurg.* 1999;90:(410A), abstract.

Goffin J, Geusens E, Vantomme N et al. Long term follow-up after interbody fusion of the cervical spine. *J Spinal Disord Tech.* 2004;17:79-85.

Goffin J, van Lonn J, Van Calenbergh F. Cervical arthroplasty with the BRYAN Disc: 4-year results. Presented at the North American Spine Society 21st Annual Meeting, September 30, 2006, Seattle, Washington.

Goffin J, van Loon J, van Callenberg F et al. Long-term results after anterior cervical fusion and osteosyntetic stabilization for fractures and/or dislocations of the cervical spine. *J Spinal Disord.* 1995;8:500-508.

Goto T, Ohata K, Takami T et al. Hydroxyapatite laminar spacers and titanium miniplates in cervical laminoplasty. *J Neurosurg.* 2002;97(Suppl.3):323-329.

Guille J, Miller A, Bowen R et al. The natural history of Klipel Feil syndrome: clinical, roentgenographic and magnetic resonance imaging finfings in adulthood. *J Pediat Orthop.* 1995; 15:617-626.

Haid RW, Foley KT, Rodts GE et al. The Cervical Spine Study Group anterior cervical plate nomenclature. *Neurosurg Focus* 2002;12(1):15.

Harisson DD, Janic TJ, Troyanovich SJ et al. Comparisons of lordotic cervical spine curvatures to a theoretical ideal model of the static sagittal cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996;22: 667-675.

Heller JG, Sasso RC, Papadopoulos SM et al. Comparison of BRYAN cervical disc arthroplasty with anterior cervical decompression and fusion: clinical and radiographic results of a randomized, controlled, clinical trial. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34:101-107.

Henderson CM, Hennessey R, Shuey H. Posterior lateral foraminotomy for an exclusive operative technique for cervical radiculopathy. A review of 846 consecutively operated cases. *J Neurosurgery* 1983;13:504-512.

Herrmann AM, Geisler FH. Geometric results of anterior cervical plate stabilization in degenerative disease. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:1226-1234.

Hilibrand AS, Carlson GD, Palubo MA et al. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg.* 1999;81: 519-528.

Hukuda S, Mochizuki T, Ogata M et al. Operations for cervical spondylotic myelopathy. A comparison of the results of anterior and posterior procedures. *J Bone Joint Surg Brit.* 1985;67(4):609–615.

Chen H, Zhong J, Tan J et al. Sagittal geometry of the middle and lower cervical endplates. *Eur Spine J.* 2013;22 (7):1570–5.

Chi-Jen Ch, Hui-Ling H, Chi-Chien N et al. Cervical degenerative disease at flexion-extension MR imaging: Prediction Criteria. *Radiology* 2003;227:136-142.

Jackson H. The diagnosis of minimal atlanto-axial subluxation. *Br J Radiol.* 1950;23:672-674.

Janda V. Cervikocervikální přechod. *Rehabil fyzik. 2002;9:3-4.*

Jirout J. Pohyblivost krční páteře v sagitální rovině. 1973:84-85. In: Jirout J, Lewit K, Kvíčala V et al. *Neuroradiologie páteře a páteřního kanálu.* Praha, Avicenum.

Junichi, M., Hiroshi, N. Outcome analysis of anterior decompressive surgery and fusion for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: report of 107 cases and review of the literature. *Neurosurg. Focus* 2001;10(4):Article 6.

Kaiser MG, Haid RW Jr, Subach B et al. Anterior cervical plating enhances arthrodesis after discectomy and fusion with cortical allograft. *Neurosurgery* 2002;50:229-236.

Kalb S, Reis MT, Cowperthwaite MC et al. Dysphagia after cervical spine surgery: incidence and risk factors. *World Neurosurg.* 2012;77(1):183-187.

Katsuura A, Hukuda S, Suruhashi Y et al. Kyphotic malalignment after anterior cervical fusion is one of the factors promoting the degenerative process in adjacent intervertebral levels. *Eur Spine J.* 2001;10:320-324.

Kawakami M, Tetsua T, Yoshida M. Axial symptoms and cervical alignments after cervical anterior spinal fusion for patients with cervical myelopathy. *J Spinal Disord.* 1999;12:50-56.

Kim P, Wakai S, Matsuo S et al. Bisegmental cervical interbody fusion using hydroxyapatite implants: surgical results and long-term observation in 70 cases. *J Neurosurg* 1998;88:21-27.

Kim P, Wakai S, Matsuo S et al. Bisegmental cervical interbody fusion using hydroxyapatite implants: surgical results and long-term observation in 70 cases. *J Neurosurg* 1998;88:21-27.

Kim WJ, Lee SH, Kim SS. Treatment of juxtafusal degeneration with artificial disc replacement (ADR): preliminary results of an ongoing prospective study. *J Spinal Disord Tech.* 2003;16: 390-397.

Krag MH. Biomechanics of thoracolumbar spinal fixation. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999;16 (Suppl.):84-99.

Kulkarni M, Rajshekar V, Raghuram L. Accelerated spondylotic changes adjacent to the fused segment following central cervical corpectomy: MRI study evidence. *J Neurosurg. (Spine 1)* 2004;100: 2-6.

Lee M, Bazaz R, Furey C et al. The incidence of dysphagia in anterior cervical surgery as a function of plate design: a prospective study. In CSRS 32nd annual meeting. Edited, Boston, MA, 2004.

Lewit K, Jirout J. Rentgenové vyšetřování páteře z hlediska dynamické funkce. 1973:84-102. In: Jirout J, Lewit K, Kvíčala V et al. Neuroradiologie páteře a páteřního kanálu. Praha. Avicenum.

Lim TH, Kwon H, Jeon CH et al. Effect of endplate conditions an bone mineral density on the compressive strengt of the graft-endplate interface in anterior cervical spine fusion. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26:951-956.

Lin HS, Liu YK, Adams KH. Mechanical response of the lumbar intervertebral joint under physiological (complex) loading. J Bone Joint Surg. 1978;60-A:41-55.

Lohnert J. Zlomeniny chrbtice. Bratislava, Oto Németh, 2000:14-60.

Louis R. Spinal stability as defined by the threecolumn spine concepts. Anat Clin. 1985;7:33-42.

Lysell E. Motion in cervical spine. Acta Orthop Scand. (Suppl.) 1969;123:1-61.

Martin GJ, Haid RW, MacMillan M et al. Anterior cervical discectomy with freeze-dried fibula allograft. Overwiev of 317 cases nad literature review. Spine (Phila Pa 1976) 1999;24:852-859.

Martin RE, Neary MA, Diamant NE. Dysphagia following anterior cervical spine surgery. Dysphagia 1997;12:2-8, discussion 9-10.

McCulloch JA, Young HP. Microsurgery for cervical disc disease. In: McCulloch, J.A., Young, H.P.: Essential of spinal microsurgery. Philadelphia, Lippincott-Raven Publishers, 1998:99-185.

Mummameni PV, Burkus JK, Haid RW et al. Clinical and radiographic analysis of cervical disc arthroplasty compared with allograft fusion: a randomized controlled clinical trial. J Neurosurg. Spine 2007;6:198-209.

Mummameni, P. V., Haid, R. W. The future in the care of the cervical spine: interbody fusion and arthroplasty. J Neurosurg. Spine 2004;1:155-159.

Murrey D, Janssen M, Delamarter R et al. Results of the prospective, randomized, controlled multicenter Foof and Drug Administration investigational device exemption study of the

Prodisc-C total disc replacement versus anterior discectomy and fusion for the treatment of 1-level symptomatic cervical disc disease. *Spine J* 2009;9:275-286.

Náhlovský J, Cerman J, Čáp J et al. *Neurochirurgie*. Praha, Galén, Karolinum, 2006:347-359.

Opsenak R, Kolarovszki B, Benco M et al. Dysphagia after anterior cervical discectomy and interbody fusion-prospective study with 1- year follow-up. *Rozhl Chir*. 2019 Winter;98(3):115-120.

Orozco DR, Llovet TJ. Osteosynthesis en las fracturas de raquis cervical. *Rev Ortop Traumatol*. 1970;14:285-288.

Panjabi MM, White AA III, Johnson RM. Cervical spine mechanics as a function of transection of components. *J Biomech*. 1975;8:327-336.

Park JB, Cho YS, Riew KD. Development of adjacent-level ossification in patients with an anterior cervical plate. *J Bone Joint Surg.Am*. 2005;87:558–563.

Pedram M, Castagnera L, Carat X et al. Pharyngolaryngeal lesions in patients undergoing cervical spine surgery trough the anterior approach: contribution of methylprednisolon. *Eur. Spine J*. 2003;12(1), 84-90.

Phillips FM, Allen TR, Regan JJ et al. Cervical disc replacement in patients with and without previous adjacent level fusion surgery: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34:556-565.

Pimenta L, McAffe PC, Cappucino A et al. Superiority of multilevel cervical arthroplasty outcomes versus single-level outcomes: 229 consecutive PCM prostheses. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32:1337-1344.

Pitzen TR, Chrobok J, Štulík J et al. Implant complications, fusion, loss of lordosis and outcome after anterior cervical plating with dynamic or rigid plates: two-year results of a multicentric, randomized, controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34:641-646.

Prolo DJ, Rodrigo JJ. Contemporary bone graft physiology and surgery. *Clin Orthop*. 2000:322-342.

Ratnaraj J, Todorov A, McHugh T et al. Effects of decreasing endotracheal tube cuff pressures during neck retraction for anterior cervical spine surgery. *J Neurosurg.* 2002;97(2 Suppl.):176-179.

Riew KD, Buchowski JM, Sasso R et al. Cervical disc arthroplasty compared with arthrodesis for the treatment of myelopathy. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90: 2354-2364.

Riley LH 3rd, Skolasky RL, Albert TJ et al. Dysphagia after anterior cervical decompression and fusion: prevalence and risk factors from a longitudinal cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(22): 2564-2569.

Robinson RA, Walker AE, Ferlic DC et al. The results of anterior interbody fusion of the cervical spine. *J Bone Joint Surg.* 1962;44A:1569-1587.

Rudinský B, Barsa P, Buchvald P et al. *Spinálna chirurgia.* Bratislava, Slovak Academic Press, 2006:36-147.

Segebarth B, Datta JC, Darden B et al. Incidence of dysphagia comparing cervical arthroplasty and ACDF. *SAS J.* 2010;4(1):3-8.

Scholz M, Reyes PM, Schleier P et al. A new standalone cervical anterior interbody fusion device: Biomechanical comparison with established anterior cervical fixation devices. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34:156-160.

Scholz M, Schnake KJ, Pingel A et al. A new Zero-profile implant for stand-alone anterior cervical interbody fusion. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(3):666-673.

Smith-Hammond CA, New KC, Pietrobon R et al. Prospective analysis of incidence and risk factors of dysphagia in spine surgery patients: comparison of anterior cervical, posterior cervical, and lumbar procedures. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29(13):1441-1446.

Stewart M, Johnston RA, Stewart I et al. Swallowing performance following anterior cervical spine surgery. *J Neurosurg.* 1995; 9(5): 605-609.

Stoller DW. *Magnetic resonance in orthopaedics and sports medicine.* Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997:45-80.

Suchomel P, Barsa P. Náhrada krční medzibratlové ploténky vložkou Cespace bez použití kosti či její náhrady. Prospektivní studie. Acta Spondylologica 2004;1:5-9.

Štulík J, Magerl F, Šebesta P et al. Poranění krční páteře. Praha, Galén, 2010:18-54.

Thalgott JS, Fritts K, Giuffre JM. Anterior interbody fusion of the cervical spine with coralline hydroxypapite. Spine (Phila Pa 1976) 1999;24:1295-1299.

Truumees E, Demetropoulos CK, Yang KH et al. Effects of disc distractive forces on graft compression in an anterior cervical discectomy model. Spine (Phila Pa 1976) 2002;27: 2441-2445.

Vaněk P, Bradáč O, Saur K. Přední medzitélová spondylodéza krční páteře klecí Zero-P (prospektivní studie – radiologické výsledky s minimálně ročním sledováním). Acta Chir Orthop Traumatol Czech. 2011;78 (6):562-567.

White AA, Panjabi MM. The basic kinematics of the human spine. Spine (Phila Pa 1976) 1978;1:12-20.

White AA, Southwick WO, Duponte R et al. Relief of pain by anterior cervical spine fusion for spondylosis. J Bone Joint Surg. 1973;55A:525-534.

Whitesides TE. Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine. Clin Orthoped. 1977;128:78-92.

Wu B, Song F, Zhu S. Reasons of dysphagia after operation of anterior cervical decompression and fusion. Clinical Spine Surgery. 2017, 30/5: 554-559.

Yue WM, Brodner W, Highland TR. Persistent swallowing and voice problems after anterior cervical discectomy and fusion with allograft and plating: a 5- to 11-year follow-up study. Eur Spine J. 2005;14(7):677-682.

Zdeblick TA, Cooke ME, Wilson D et al. Anterior cervical discectomy, fusion and plating – a comparative animal study. Spine (Phila Pa 1976) 1993;18:1974-1983.

Zdeblick TA, Duckler TB. The use of freeze-dried allograft bone for anterior cervical fusion. Spine (Phila Pa 1976) 1991;16:726-729.