

Univerzita Karlova

1.lékařská fakulta



**Specifika chirurgické léčby revmatického postižení
páteře**

Petr Vaněk

Praha, 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem habilitační práci zpracoval samostatně, a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat za spolupráci všem svým kolegům, zejména pak prof. Benešovi přednostovi 1.LF UK a ÚVN, zároveň i prof. Pavelkovi řediteli Revmatologického ústavu v Praze, jelikož tato práce vznikla na půdorysu výborné spolupráce klinik, v jejichž čele jmenovaní pánové stojí. Minimálně stejný dík pak patří mé rodině, kterou jsem v souvislosti s touto prací zanedbával ještě o něco více než obvykle.

Obsah

1. Historie revmatologie a úvodní poznámky	5
2. Revmatická nestabilita horní a subaxiální krční páteře	
2.1 Úvod	10
2.2 Anatomie a biomechanika okcipito-atlanto-axiálního komplexu (C0-C1-C2) a subaxiální krční páteře (C3-C7)	12
2.3 Klinická manifestace revmatického postižení krční páteře	14
2.4 Diagnostické metody	16
2.5 Chirurgická terapie	21
2.6 Výsledky chirurgické terapie	26
2.7 Vlastní zkušenost s terapií nestability krční páteře u nemocných s RA	28
3. Specifika chirurgické léčby pacientů léčených pro Ankylozující spondylitidu nebo Difuzní idiopatické skeletální hyperostózy	
3.1 Úvod	42
3.2 Anatomie a biomechanika thorakolumbální (Th-L) páteře a sakroiliakálního kloubu	46
3.3 Zlomeniny páteře při ankylozujících onemocněních	47
3.4 Diagnostika	48
3.5 Konzervativní léčba zlomenin pacientů s ankylozujícím onemocněním páteře	50
3.6 Chirurgická léčba zlomenin pacientů s ankylozujícím onemocněním páteře	52
3.7 Vlastní zkušenost s chirurgickou léčbou zlomenin u pacientů léčených pro AS	58

4. Korekční výkony pro kyfotické deformity při AS	
4.1 Hodnocení rovnováhy v sagitální rovině	60
4.2 Korekční osteotomie u pacientů léčených pro AS	65
4.3 Plánování korekce	67
4.4 Určení optimálního místa korekčního výkonu	70
4.5 Stanovení optimálního korekčního úhlu	73
4.6 Korekční osteotomie v úseku thorakolumbální páteře	74
4.6.1 Osteotomie otevřeného úhlu (OWO)	74
4.6.2 Osteotomie uzavřeného úhlu (CWO)	75
4.6.3 Další možnosti korekčních osteotomií	76
4.7 Osteotomie v oblasti cervikální a cervikothorakální páteře	77
4.8 Vlastní zkušenost s korekcí těžkých kyfotických deformit u nemocných léčených pro AS	78
5. Závěr	86
6. Seznam použité literatury	88
7. Seznam zkratk	102
8. Publikace vztahující se k práci	104

1. Historie revmatologie a úvodní poznámky

Historie revmatických chorob je pravděpodobně stará jako lidstvo samo. První zmínky o těchto onemocněních lze vysledovat až do starověku. Změny vypovídající o možném postižení ankylozující spondylitidou byly nalezeny na 3000 let staré mumii egyptského faraona Ramese II. A opět na egyptských papyrech datovaných do let 2 640 před našim letopočtem lze rovněž nalézt první popis dny, která byla známa jako pakostnice. ⁽¹⁾

Hipokrates hovořil o dně jako o „nechodící chorobě“, dával ji do souvislosti s opulentním životním stylem bohatých a nazýval jí „artritidou bohatých“. Je rovněž autorem několika aforizmů na dané téma a při léčbě dnových afekcí doporučoval dietu a projímadlo s tím, že očekával jejich ústup během 40 dní. ⁽²⁾ Kosterní pozůstatky na nalezištích v západní Anglii z období končící říše římské a raného středověku vykazují patologické změny odpovídající artritidě, osteoartritidě a osteofytóze. ⁽³⁾

Za otce revmatologie bývá považován francouzský lékař Guillaume de Baulou (1536-1616), který zavedl ve své knize s názvem Kniha o revmatizmu a bolesti zad, termín „reumatismus“, a to sice pro onemocnění kloubu. Zároveň se i snažil odlišit kloubní postižení při dně a jiných revmatických onemocněních. ⁽⁴⁾ Thomas Sydenham (1624-1689), který bývá nazýván anglickým Hippokratem je autorem prvního moderního popisu revmatické horečky, kterou nazýval „akutní revmatickou polyartritidou“. Ironií osudu byl sám stížen dnou a onemocněním ledvin. I proto je pravděpodobně autorem zajímavého pozorování v souvislosti s dnou: „Pacient se v klidu uloží na lůžko a spokojeně spí do dvou hodin ráno, kdy je probuzen náhlou bolestí, která obyčejně zachvacuje palec, ale někdy patu či lýtko. Charakterem se jedná o bolest podobnou bolesti při dislokované zlomenině. Tato je okamžitě následována zimnicí, třesem a zvýšenou teplotou. Bolest je zpočátku mírná, ale každou hodinu nabírá na intenzitě, až nelze snést váhu oblečení či tolerovat chvění způsobené chůzí někoho, kdo rychle vstoupí do místnosti...“ Doporučoval terapii ječmenným chlebem a vývarem z ječmene, naopak zavrhoval projímadla. ⁽⁵⁾

Popis revmatoidní artritidy jako specifického chronického kloubního onemocnění, které se liší od revmatické horečky či dny provedl sir Alfred B Garrod ve své knize Dna a revmatická dna (1859). Garrod je rovněž autorem semikvantitativního určení hladiny kyseliny močové v séru či moči, což je vůbec první biochemický test, který byl kdy zaveden. Zároveň proponoval kontrolu hyperurikémie snížením konzumace masa a mořských plodů. ⁽⁶⁾

Druhá polovina devatenáctého století byla ve znamení hlubšího poznání onemocnění revmatoidní artritidou či lupus erythematoses a spojena s významnými lékaři své doby, jejichž jména se nám v souvislosti s danou problematikou dochovala do dnešních dnů. Byli jimi Georg F Still, Felty, Cazenave, Kaposi a Osler. ⁽⁷⁾

Objevy na poli pochopení patofyziologie vzniku a rozvoje revmatologických onemocnění, pak daly základ vzniku samostatnému klinickému oboru revmatologie. V roce 1948 došlo k několika zásadním objevům. Hargraves et al. pozorovali nukleární alteraci s fagocytózou zbytků jader, pokud byly leukocyty inkubovány v séru pacienta se systémovým lupus erythematoses. Prokázali, že tento fenomén je v přímé příčinné souvislosti s existencí sérového faktoru u nemocných s lupus erythematoses, který reaguje s buněčným jádrem. Tento faktor byl následně pojmenován jako antinukleární faktor. ⁽⁸⁾ K sérologickému testování nemocných s podezřením na revmatoidní artritidu vedlo pozorování aglutinace senzitivizovaných ovčích erytrocytů v séru pacientů s revmatoidní artritidou, které provedli Rose a Waaler. ⁽⁹⁾ V roce 1970 publikoval tým vedený Schlossteinem významnou souvislost mezi antigenem HLA-B27 a ankylozující spondylitidou. ⁽¹⁰⁾ Průkaz přítomnosti protilátek proti vlastním antigenům u revmatologických pacientů vedl tedy ve druhé polovině minulého století k přehodnocení etiologie těchto onemocnění od infekční směrem k autoimunitní.

Hench PS revmatolog pracující pro americkou armádu jako první v roce 1948 úspěšně použil glukokortikoidy v léčbě nemocného stíženého revmatoidní artritidou. Učinil totiž pozorování, že v těhotenství dochází u revmatických ke zmírnění kloubních projevů onemocnění a vysvětlení této skutečnosti hledal ve zvýšené hladině kortikosteroidů. Později byl Hench za svůj výzkum terapeutického využití glukokortikoidů oceněn Nobelovou cenou. ⁽¹¹⁾ Dalšími nobelisty na poli revmatologie se v roce 1988 stali George Hitching a Gerrtrude Elion a to sice za výzkum medicínského využití inhibitoru xantinoxidázy alopurinolu, syntézu azathioprinu a dalších pěti účinných látek. Přičemž, alopurinol jako takový, byl poprvé využit k terapii dny v roce 1963. ⁽¹²⁾

Dalším milníkem ve vývoji revmatologie se stalo použití metotrexátu v léčbě dermatomyositidy v roce 1968. Metotrexát, chemický analog kyseliny listové, byl původně vyvinut jako protinádorové chemoterapeutikum, ale postupně se vzhledem ke své nízké toxicitě a imunosupresivním účinku začal využívat v léčbě řady revmatických onemocnění. Ve Spojených státech byl pak oficiálně schválen pro léčbu revmatoidní artritidy v roce 1988. ⁽¹³⁾ V sedmdesátých letech byl rovněž objasněn účinek aspirinu jako blokátoru syntézy prostaglandinu E a tento poznatek následně dláždil cestu syntéze dalších nesteroidních

antiflogistik. ⁽¹⁴⁾ Antimalarika jako quinakrin, chloroquin a hydrochloroquin jsou využívána v léčbě revmatických onemocnění, zejména lupu od padesátých, šedesátých let minulého století. ⁽¹⁵⁾

A konečně, na přelomu tisíciletí se objevila biologická, průběh nemoci modifikující, léčba. Její základ položil výzkum Mainiho a Feldmanna, kteří si povšimli vysoké koncentrace tumor nekrotizujícího faktoru (TNF) v krvi a tkáních pacientů s revmatoidní artritidou. Následně v roce 1992 prokázali, že TNF blokátory vykazují významný efekt na zvířecích modelech revmatoidní artritidy. V následujícím roce publikovali Maini et al. velmi slibné výsledky testování TNF blokátorů v humánní medicíně. Léky jako např. infliximab jsou běžně k dispozici od roku 1999. ⁽¹⁶⁾

Moderní revmatologie je oborem, který se zabývá diagnostikou a léčbou onemocnění pohybového aparátu nechirurgického typu. Revmatická onemocnění mají velmi často charakter systémových onemocnění, protože kromě pohybového aparátu, mohou postihovat i viscerální orgány (srdce, plíce, ledviny, oči apod.). Vzhledem k tomu má revmatologie jednoznačně interdisciplinární charakter a revmatolog musí být schopen na dobré úrovni komunikovat se specialisty na poli vnitřního lékařství, imunologie, rehabilitace a fyzikální terapie a své místo mají i revmatochirurgové specializovaní na postižení kloubů a axiálního skeletu. Revmatických onemocnění je celá řada a mohou mít zcela odlišný původ, průběh, terapii a prognózu. Pro rozdělení těchto onemocnění bylo vypracována řada klasifikačních a třídících schémat. Pro hrubou orientaci v dané problematice považuji za vhodné schéma publikované profesorem Pavelkou et al. z Revmatologického ústavu v Praze. ⁽¹⁷⁾ (Tab.1)

Revmatické postižení páteře ve formě bolestivé atlantoaxiální nestability popsal zřejmě jako první v roce 1890 již dříve jmenovaný Garrod. ⁽¹⁸⁾ Během posledních třech desetiletí minulého století, byla zvýšená pozornost věnována extraartikulárním projevům revmatoidní artritidy, zejména postižení horní krční páteře, a byly zvažovány možnosti a smysluplnost chirurgické léčby těchto afekcí. Původně výsledky provedených studií nepotvrdily souvislost mezi progresí onemocnění a vznikem neurologického deficitu. ⁽¹⁹⁾ Postupně nicméně převládl názor opačný, a naopak vyšlo najevo, že čím těžší je deficit nemocného před výkonem, tím vyšší je riziko potenciálních komplikací a méně je jistá i pooperační úprava neurologických funkcí.

1. Zánětlivá revmatická onemocnění	
a. revmatoidní artritida	
b. systémová onemocnění pojiva	<ul style="list-style-type: none"> - systémový lupus erythematoses - systémová skleróza - polymyozitida-dermatomyozitida - vaskulitidy - Sjögrenův syndrom
c. Spondylartritidy	<ul style="list-style-type: none"> - ankylozující spondylitida - psoriatická artritida - reaktivní artritidy - entezopatické artritidy - nediferencovaná spondylartritida
2. Degenerativní kloubní onemocnění	
a. Osteoartróza	<ul style="list-style-type: none"> - Lokalizovaná - Generalizovaná
3. Metabolická kostně-kloubní onemocnění	
a. krystalická artropatie	
b. osteoporóza, osteomalacie	
4. Mimokloubní revmatismus	
a. Lokální	<ul style="list-style-type: none"> - juxtaartikulární (tendinitidy, bursitidy) - diskopatie - idiopatická bolest zad
b. celkový (fibromyalgie)	
5. Septické artritidy	
a. Bakteriální	
b. Virové	
c. Mykotické	
d. Parazitární	
6. Další	
a. nádory a paraneoplastické syndromy	
b. kloubní projevy při endokrinopatiích	
c. neurovaskulární projevy (entrapment apod)	
d. avaskulární osteonekróza	
e. kloubní projevy při krvácivých onemocnění	
f. amyloidóza	
g. sarkoidóza	

Tab.1 Členění revmatických onemocnění⁽¹⁷⁾

Zároveň s rozvojem chirurgické techniky a implantologie došlo k celkovému poklesu chirurgické morbidity, což logicky vedlo k zavedení preventivní chirurgie u nemocných s revmatickou nestabilitou horní krční páteře. ^(20,21)

Naopak, progres na poli farmakoterapie – zavedení nemoc modifikujících léků a biologické léčby vedl k dramaticky lepší kontrole kloubních i mimokloubních projevů onemocnění, tedy se i snížil počet nemocných, u kterých je smysluplné uvažovat o chirurgické intervenci.

V současné době lze problematiku revmatochirurgických výkonů prováděných na páteři rozdělit do dvou základních skupin:

1. Výkony indikované a vedené obdobně, jako je tomu u běžné populace - prosté dekomprese či dekomprese a stabilizace pro primárně degenerativní postižení páteře akcentované revmatologickým onemocněním, terapie osteoporotických zlomenin páteře a léčba zánětů v oblasti páteře.

2. Výkony specifické pro revmatiky - léčba revmatické nestability horní a subaxiální krční páteře, léčba zlomenin u ankylozující spondylitidy a korektivní spondylochirurgie.

Další text bude věnován druhé skupině výkonů, ke kterým bývají indikováni zejména pacienti léčení pro revmatoidní artritidu a ankylozující spondylitidu či event. systémový lupus erythematoses nebo i psoriatickou artritidu.

2. Revmatická nestabilita horní a subaxiální krční páteře

2.1 Úvod

Revmatoidní artritida (RA) představuje chronické systémové zánětlivé onemocnění postihující primárně synoviální membrány, což typicky vede k polyartropatii a následně k destrukci vazů i kostěných struktur. Systémové projevy choroby se mohou manifestovat postižením každého orgánového systému v těle.^(17, 22) Exaktní příčiny vzniku a rozvoje onemocnění jsou dosud předmětem intenzivního výzkumu. Od objevení revmatoidního faktoru Waalerem v roce 1940 je onemocnění považováno za autoimunitní a autoagresivní. Byla odhalena genetická predispozice pro vznik a pro expresi onemocnění, uvažuje se o kombinaci této predispozice s dalšími iniciačními faktory.⁽²³⁾ Odhaduje se, že revmatoidní artritida postihuje 1-2% světové populace, každý rok je diagnostikováno 41 nových případů onemocnění na 100 000 v dospělé populaci, starší 18 let, a u žen je toto onemocnění diagnostikováno 2-3x častěji než u mužů.^(22, 24) Krční páteř je po malých periferních kloubech druhou nejčastější lokalitou, kterou onemocnění postihuje^(25,26) V roce 1890 AE Garrod, syn již zmíněného AB Garroda, jako první v odborné literatuře, doložil na souboru pacientů postižení krční páteře tímto onemocněním. V jeho sestavě 500 pacientů zjistil revmatické změny na krční páteři u 178 (35,6%) z nich.⁽¹⁸⁾ Popisy destruktivního postižení atlantoaxiálního a atlantookcipitálního kloubu se datují o více než padesát let později.⁽²⁷⁾ Davis s Merkle jako první zaznamenali případ náhlého úmrtí nemocného pro kompresi prodloužené míchy následkem revmatické atlantoaxiální subluxe.⁽²⁸⁾ Pellici et al. zaznamenali v rámci pětiletého sledování 17% úmrtnost ve skupině revmatiků a jen 9% v kontrolní skupině pacientů stejného věku. Progrese subluxe C1-2 byla zaznamenána u 80% a u 27% vznikla tato de novo.⁽²⁹⁾ Post mortem provedená analýza 104 revmatiků provedená Mikulowskim et al. prokázala jako příčinu smrti 11 z nich cervikomedulární kompresi následkem C1-C2 dislokace.⁽³⁰⁾ Chronicky probíhající zánět vede nejprve k proliferaci fibrovaskulární tkáně a formování revmatického pannu. Následně dochází k osteolýze a zvýšení laxity vazů. Tyto změny vedou typicky ke vzniku revmatické nestability krční páteře, která se nejčastěji manifestuje jako atlantoaxiální instabilita, kraniální migrace dentu C2, subluxe na úseku subaxiální krční páteře nebo samozřejmě kombinacemi jmenovaných nálezů. Projevem revmatického postižení krční páteře může být i spondylodiscitida a atraumatická fraktura či osteonekróza dentu C2.^(22, 25, 31)

Většina prací popisujících prevalenci a přirozený průběh onemocnění při postižení krční páteře revmatoidní artritidou se datuje do období před zavedením moderní farmakologické

terapie. Prevalence bývá nejčastěji udávána v rozmezí 43-86%. Za jeden z nejčastějších příznaků revmatického postižení je považována bolest v oblasti krční páteře, kterou trpí 40-88% nemocných. ^(22,32) Ve skupině 1120 Korejců s diagnostikovanou revmatoidní artritidou, kteří byli vyšetřeni pro bolesti krční páteře, byla u 320 (28.6%) z nich zjištěna radiografická nestabilita krční páteře již během iniciálního vyšetření. Yurube et al. déle než 5 let prospektivně sledovali 140 revmatiků se vstupně intaktní krční páteří a během sledovaného období se u 61 (43,6%) z nich objevil nový nestabilní skluz mezi C1 a C2. ⁽³³⁾ Stejný autorský tým dále studoval chování již existující nestability krční páteře. V rámci další prospektivní studie zjistili, že u 22,8% pacientů progredovala atlantoaxiální nestabilita v kraniální migraci dentu a ve 33,3% případů došlo v rámci progresu nálezu k významnému zúžení páteřního kanálu a kompresi míchy. ⁽³⁴⁾

Zavedení biologické léčby změnilo základní paradigma léčby nemocných s revmatoidní artritidou, nicméně její efekt v oblasti krční páteře, nebyl poměrně dlouho zevrubně studován. Kaito et al. v roce 2013 publikovali výsledky sledování skupiny 91 nemocných, kteří již měli nasazenu biologickou léčbu po dobu nejméně dvou let. U 44 pacientů nebylo zjištěno revmatické postižení krční páteře, ve 29 případech byl zjištěn atlantoaxiální skluz a u zbývajících 18 sledovaných, pak kraniální migrace dentu. Radiografická progresie onemocnění byla zaznamenána u 79% nemocných s pre-existujícím atlantoaxiálním posunem a u 72% nemocných s kraniální migrací dentu. Dokonce bylo zaznamenáno de novo postižení u 7% nemocných s původně radiograficky nepostiženou krční páteří. Autoři studie nepolemizují ve výsledku o preventivním potenciálu biologické léčby stran revmatického postižení krční páteře, nicméně naopak poukazují na její jasné selhávání v kontrole již pre-existujících instabilit. Je zjevné, že při vysoké hladině C-reaktivního proteinu (CRP), progresi postižení periferních kloubů, tedy suboptimální kontrole onemocnění, lze očekávat i další progresi postižení v oblasti krční páteře. ^(25,33)

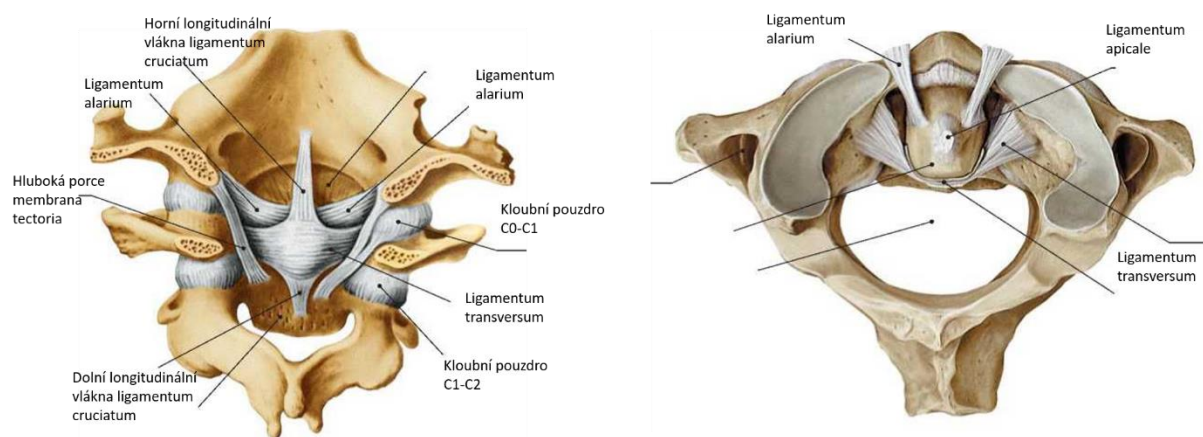
Je tedy zřejmé, že i přes významné pokroky v systémové léčbě revmatoidní artritidy, existuje stále skupina nemocných, kteří mohou významně profitovat z chirurgické terapie. Revmatiky je nezbytné pravidelně sledovat a při rozvoji nestabilní situace na horní krční či subaxiální krční páteři včasné indikovat k ošetření, které může, jak předejít další progresi radiografického postižení, tak zejména zabránit rozvoji neurologické symptomatologie.

2.2 Anatomie a biomechanika okcipitoatlantoaxiálního komplexu (C0-C1-C2) a subaxiální krční páteře (C3-C7)

První krční obratel, atlas, neboli česky nosič nemá jako jediný obratlové tělo. Je tvořen předním obloukem (arcus anterior), zadním obloukem (arcus posterior) a laterálními masami (massae laterales), které spojují oba jmenované oblouky. Na ventrální ploše předního oblouku se uprostřed nachází drobný výběžek, tuberculum anterius, kam se upíná musculus longus colli a na prostředku jeho vnitřní plochy se nachází plochá prohlubeň pro spojení se zubem C2 (fovea dentis). Na dorsální straně zadního oblouku je pak lokalizován zbytek zakrnělého spinozního výběžku (tuberculum posterius). Na horní straně laterálních mas se nacházejí kloubní plochy pro skloubení s kondyly kosti týlní. Tyto mají ledvinovitý tvar a svým zakřivením odpovídají ploše rotačního elipsoidu, jehož osa jde horizontálně a frontálně. Na spodní ploše laterálních mas jsou velké kruhové kloubní plochy pro skloubení s C2. Zevně od laterálních mas vybíhají příčné výběžky, zde se pak nacházejí foramina transversaria, jimiž procházejí vertebrální tepny, které se pak v rámci C1 kraniálně přikládají k zadnímu oblouku v sulcus arteriae vertebralis. Druhý krční obratel, axis, česky čepovec má obratlové tělo, z něhož proximálně vybíhá typický výběžek dens axis neboli zub. Zub čepovce je kraniálně přihrocen v apex dentis. Na jeho ventrální straně se nachází facies articularis anterior ke skloubení s fovea dentis C1. Na jeho dorzální ploše, pak je facies articularis posterior, kde naléhá příčný vaz (ligamentum transversum atlantis). Procesus articulares superiores jsou nízké a nesou střeovitě postavené a laterálně se svažující kloubní plošky pro skloubení s C1. Dolní kloubní výběžky pak už mají postavení a tvar běžný u ostatních obratlů na subaxiální krční páteři. Foramina vertebrales jsou v úrovni C2 méně prostorné než v úrovni C1. ^(31,36)

Obratle subaxiální krční páteře (C3-7) mají nízká těla (v porovnání s hrudními a bederními obratli), jsou širší v příčném směru než předozadním. Jsou lehce konkávní, připomínají sedlový kloub, tento vzhled ještě dotváří sagitální vyvýšení na laterálních hranách horních ploch těl obratlů (uncus corporis). Foramen vertebrale krčních obratlů je trojhranné, v laterálních se nachází trojhranné foramen vertebrale, příčné výběžky jsou zakončeny dvěma hrbolky tuberculum anterius (zakrnělé žebro) a posterius (odpovídá processus transversus). Mezi oběma hrbolky probíhá v sulcus nervi spinalis míšní nerv a spolu s laminou intertubercularis ohraničují foramen processus transversi. Tímto otvorem probíhá zpravidla v úseku C6-C1 a. vertebralis. Kloubní výběžky, proc. articulares, mají kloubní plošky zakřivené, sklopené dozadu a kaudálně. Plochy obou stran jsou z biomechanického hlediska součástí společné rotační plochy, která je v C3/4 vzadu v oblasti hrotu trnového výběžku a u C5-7 vpředu v oblasti těla.

Oblast C0-C1-C2 představuje nejmobilnější oblast páteře jako takové. Oba klouby participují na flexi a extenzi v sagitální rovině shodně 11°. Míra laterálního úklonu pro C0-C1 je udávána 8°, zatímco v C1/2 je rozsah tohoto pohybu minimální. Naopak v C0-C1 je nulová axiální rotace, a naopak 50% (60°) rotace celé krční páteře se realizuje mezi C1-C2. Při rotaci hlavy se nejprve zapojuje C1-C2, poté dolní krční páteř. Translační pohyb je v komplexu C0-1-2 u dospělých minimální, zatímco u dětí ještě dochází ve flexi k přední luxaci.⁽³⁶⁾ Pro stabilitu a kontrolu rozsahu hybnosti horní krční páteře má závěsný aparát minimálně stejný význam jako kostní elementy. Kruciální pro stabilitu úseku C1-C2 je kondice závěsného aparátu, zejména ligamentum transversum atlantis. (Obr.1) Za horní hranici přední translace u dospělých je považován interval do 3 mm měřený mezi zadní hranou C1 a předním okrajem dentu C2 na bočním rentgenovém snímku (rtg) krční páteře.^(31,36)



Obr.1 Schematické znázornění závěsného aparátu mezi C1 a C2.⁽³⁶⁾

V rámci subaxiální krční páteře je za největší rozsah pohybu ve flexi a extenzi odpovědný její střední úsek, zejména segment C5/6, s čímž také přímo souvisí nejčastější degenerativní postižení jmenované etáže.⁽³⁷⁾ Rozsah pohybu ve smyslu axiální rotace a laterální dukce klesá v kraniokaudálním směru. Maximální horizontální translace v sagitální rovině naměřená na dolní krční páteři při flexi a extenzi je průměrně 2 mm, maximálně pak 2,5 mm. Nicméně hodnoty naměřené na rtg snímcích závisí na zvolené technice. Vzhledem ke zvětšení na rtg snímku, navrhuji Panjabi et al. jako limit fyziologické translace na tomto typu zobrazení, hodnotu 3,5 mm.⁽³⁸⁾ Na subaxiální krční páteři existuje významný pohybový „coupling“. Při úklonu vlevo, se spinózní výběžek vpravo a při úklonu opačným směrem doleva. Toto je důležité pro pochopení některých aspektů poranění páteře a jeho terapie. Např.,

způsobí-li traumatická síla větší pohyb, než je fyziologický, může axiální rotace s úklonem rezultovat v unilaterální kloubní luxaci. ⁽³⁶⁾

2.3 Klinická manifestace revmatického postižení krční páteře

Objektivní neurologické vyšetření u revmatiků je, vzhledem ke kloubním změnám, svalovým atrofiím, sníženému rozsahu pohybu a v mnohých případech celkově špatnému funkčnímu stavu nemocných, daleko více problematické, než je tomu u běžné populace. ⁽³²⁾ Je velmi důležité mít na paměti, že referovaná incidence asymptomatických nálezů revmatického postižení krční páteře se pohybuje v rozmezí 33-50% případů. Včasná detekce revmatického postižení kraniocervikálního přechodu a subaxiální krční páteře, ještě v bezpříznakovém období, je tedy jedním ze základních předpokladů správné péče o tyto nemocné.

Existuje řada příznaků, kdy by u nemocného léčeného pro revmatoidní artritidu, měla být zvýšená pozornost věnována nálezů na krční páteři. Bolest krční páteře, zejména v oblasti kraniocervikálního přechodu, představuje jeden z nejčastějších symptomů. Podle některých studií byla instabilita v oblasti horní krční páteře nalezena až u 69% revmatiků, kteří byli vyšetřeni pro významné bolesti krční páteře. ⁽³⁹⁾ Bolest propagující se okcipitálně způsobená útlakem nervus okcipitalis major je přítomna u 60% pacientů s atlantoaxiální nestabilitou a v 90-100% případů kraniální migrace dentu C2. Přítomná, ale může být i bolest vystřelující do oblasti uší a mastoidů, za kterou je rovněž odpovědná komprese nervus auricularis major. Nemocní s nestabilitou v oblasti kraniocervikálního přechodu, často udávají lupání a praskání kloubů horní krční páteře a mívají pocit, jako by jejich hlava měla tendenci sjíždět vpřed. Toto může být provázeno elektrizující bolestí, jež je navozena anteflexí krční páteře, a která se propaguje od krku kaudálně po páteři – tzv. „Lhermitteovou znamení“. Při nepoznané či neřešené kompresi míchy a mozkového kmene dochází k postupnému rozvoji myelopatie – zvýšení šlachookosticových reflexů a rozšíření zóny jejich výbavnosti, objevují se iritační pyramidové jevy, končetinové parestzie, progredující ztráta svalové síly, svalové atrofie, nárůst spasticity, ztráta propiocepce, insuficience svěračů. ^(22,32) Jako velmi pozdní příznaky, při těžké kompresi mozkového kmene a dolních hlavových nervů, se mohou objevit dysfágie z útlaku nervus glossopharyngeus a nervus vagus, dysartrie v souvislosti s tlakem na nervus hypoglossus, ztráta obličejového cití či naopak bolest při tlaku a na jádra traktu nervi trigemini. V terminálním stádiu pak dochází k rozvoji syringomyelie, „locked-in“ syndromu, možné je i náhlému úmrtí nemocného. ^(22,40) Vedle klinických příznaků plynoucích z útlaku nervových struktur lze u nemocných pozorovat i známky vertebrobasilární insuficience při útlaku vertebrálních tepen – tinitus, poruchy rovnováhy a výpady zorného pole. Kinkink vertebrálních

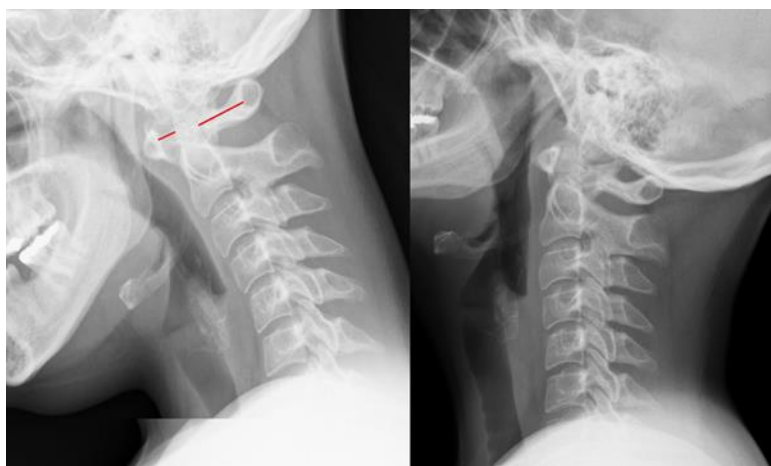
tepen vzniklý na podkladě těžké nestability horní krční páteře se může rovněž manifestovat opakovanými tromboembolickými příhodami v zadním mozkovém povodí. ⁽⁴¹⁾ Revmatické postižení, jak malých ručních kloubů, tak velkých nosných kloubů, koresponduje s rozvojem nestability v oblasti horní krční a subaxiální krční páteře. Hirano et al. publikovali soubor 101 nemocných s revmatoidní artritidou, kteří podstoupili artroplastiku na dolních končetinách a u 82 z nich byla později diagnostikována nestabilita v oblasti krční páteře. ⁽⁴²⁾ Jak již bylo řečeno, systémové projevy revmatoidní artritidy s postižením kloubů, vznikem úžinových syndromů a myopatie velmi komplikují standardní neurologické vyšetření. Z těchto důvodů byly zavedeny pro hodnocení funkčního stavu revmatiků specifické klasifikační škály, které reflektují zejména tíži kompresivní myelopatie, korespondují s klinickým výsledkem ve smyslu zvyšující se morbidity a mortality při narůstajícím skóre a v neposlední řadě jsou výhodné pro hodnocení výsledků chirurgické terapie nemocných. Nejčastěji užívanými klasifikacemi jsou Ranawat Classification of Rheumatoid Myelopathy a American Rheumatologic Association Classification of Global Functional Status. (Tab.2) Nemocný se zjištěnou asymptomatickou radiologickou nestabilitou v oblasti krční páteře by měl pravidelně podstupovat objektivní neurologické vyšetření, a to sice nejméně jednou za 6 měsíců.

<i>Ranawat Classification of Rheumatoid Myelopathy</i>		<i>American Rheumatologic Association Classification of Global Functional Status</i>	
<i>I.</i>	<i>Bez neurologické léze</i>	<i>I.</i>	<i>Schopen všech běžných denních aktivit bez omezení</i>
<i>II.</i>	<i>Subjektivní slabost, hyperreflexie a dysestézie</i>	<i>II.</i>	<i>Schopen běžné aktivity, i přes hendikep, diskomfort či omezenou hybnost v jednom či více kloubech</i>
<i>III.a</i>	<i>Objektivní oslabení, postižení dlouhých drah, stále v schopen samostatné chůze</i>	<i>III.</i>	<i>Schopen pouze některých běžných denních aktivit, omezená schopnost postarat se o sebe sama</i>
<i>III.b</i>	<i>Objektivní slabost z postižení dlouhých drah, neschopen chůze, samostatně se najíst, quadraparéza</i>	<i>IV.</i>	<i>Výrazně omezen, upoután na lůžko či omezen na kolečkové křeslo, malá či žádná schopnost péče o sebe sama</i>

Tab 2. Přehledné zobrazení nejběžněji užívaných klasifikací funkčního stavu nemocného léčeného pro RA - Ranawat Classification of Rheumatoid Myelopathy a American Rheumatologic Association Classification of Global Functional Status. ^(43,44)

2.4 Diagnostické metody

Nativní rentgenové snímky krční páteře představují základní radiografické vyšetření u pacientů léčených pro revmatoidní artritidu. Vždy je nezbytné provést snímky v předozadní, bočné a transorální projekci, doplněné o snímky v předklonu a záklonu krční páteře. Toto vyšetření je široce dostupné a levné. Mělo by být bez zbytečných odkladů provedeno u revmatiků s náhle zhoršenou bolestí krční páteře nebo oblasti kraniocervikálního přechodu. U pacientů ve III. a IV. stádiu onemocnění by se rentgenové snímky měly provádět v pravidelných intervalech minimálně jednou za 6 měsíců. Objektivizace míry radiografické nestability je založena na měření řady parametrů. Naprostou nezbytností je změření předního atlanto dentálního intervalu (AADI) a zadního atlanto dentálního intervalu (PADI) na nativním rentgenovém snímku v bočné projekci.



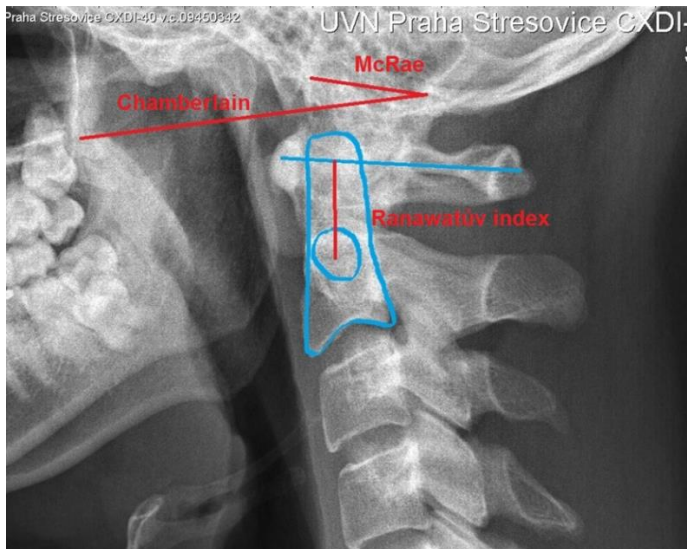
Obr. 2 Způsob měření AADI a PADI na dynamický rentgenových snímcích v bočné projekci. Na druhém snímku je zřejmá kompletní redukce posunu C1-2 v záklonu.

AADI odpovídá vzdálenosti mezi zadní stranou předního oblouku C1 a přední stranou dentu C2. Hodnoty AADI přesahující 3 mm jsou u dospělého pacienta považovány za patologické. Pro nestabilitu C1-C2 je typická progresse posunu v předklonu a jeho redukce či dokonce normalizace v záklonu. Vzhledem k povaze onemocnění revmatologických pacientů existuje určitá tolerance ve smyslu nadhraničního nálezu AADI a indikace nemocného k chirurgické stabilizaci. Chirurgické řešení bývá podle různých literárních pramenů doporučováno pro AADI v rozmezí od 6 do 10 mm. ^(22,32,40,45) Hlavním nedostatkem použití tohoto parametru pro indikaci chirurgického řešení, představuje progresse nestability v oblasti kraniocervikálního přechodu s rozvojem kraniální migrace dentu. Vzhledem ke kónickému tvaru dentu C2 dochází k redukci rozměru AADI, v těchto případech hovoříme o tzv. „pseudostabilizaci“. ^(32,46) Navíc, předozadní průměr obratle C1 je inter-individuálně rozdílný a

AADI podává pouze informaci o míře nestability C1-C2, ale neříká vůbec nic o zbytkovém průsvitu páteřního kanálu. PADI charakterizovaný vzdáleností mezi zadní hranou dentu C2 a přední stranou zadního oblouku C1 ve stejné rovině jako AADI, je považovaný za spolehlivější parametr ve smyslu indikace chirurgické léčby, a zejména pak jako prediktor potencionální neurologické léze. Chirurgická stabilizace či dekomprese a stabilizace jsou doporučovány při PADI pod 13-14 mm. ^(40,45) Největší problém přesného změření PADI většinou představují revmatické změny kraniocervikálního přechodu, které ztěžují správnou identifikaci anatomických struktur. Pro určení kraniální migrace dentu C2 na nativním rentgenovém snímku existuje několik metod, nicméně jako v případě PADI, i pro toto měření bývá vizualizace potřebných anatomických struktur složitá. ^(22,32,45) Běžně se používají Ranawatova kritéria, Redlund-Johnellova kritéria a Clarkovo postavení. K vyslovení podezření na kraniální migraci dentu C2 postačí, pokud alespoň jedno měření vyjde pozitivně. (Tab. 3) Pozitivní prediktivní hodnota těchto měření z nativních rentgenových snímků je sice jen 56%, nicméně vzhledem k vysoké morbiditě nemocných s kraniální migrací dentu C2, je i relativně vysoký počet falešně pozitivních nálezů u nemocných, kteří jsou k takto doporučení k dovyšetření CT a MR s výsledně negativním nálezem, akceptovatelný. ⁽⁴⁷⁾

	<i>Popis měření</i>	<i>Diagnostická kritéria</i>
<i>Ranawatův index</i>	<i>Vzdálenost mezi středem pediklu C2 a příčnou osou C1 měřeno na bočním rentgenovém snímku v dlouhé ose dentu C2</i>	<i>O kraniální migraci dentu C2 hovoříme, pokud u mužů naměříme méně než 15 mm a u žen méně než 13mm</i>
<i>Redlund-Johnellova kritéria</i>	<i>Vzdálenost mezi dolní hranou C2 a linií spojující zadní část tvrdého patra a dolní okraj okciputu (McGregorova linie) na bočním rentgenovém snímku</i>	<i>Pokud je u mužů naměřeno méně než 34 mm a u žen 29 mm lze nález hodnotit jako kraniální migraci dentu C2</i>
<i>Clarkovo postavení</i>	<i>Na bočním rentgenovém snímku je rozdělen obratel C2 na třetiny a je hodnoceno, ve které z nich se nachází přední oblouk C1</i>	<i>Postavení I – oblouk C1 je v horní třetině C2 (norma) Postavení II – oblouk C1 se nachází v prostřední třetině C2 (lehká kraniální migrace) Postavení III – oblouk C1 se nachází v dolní třetině C2 (těžká kraniální migrace)</i>

Tab. 3 Přehled nejběžnějších způsobů hodnocení kraniální migrace dentu C2 na bočním rentgenovém snímku.



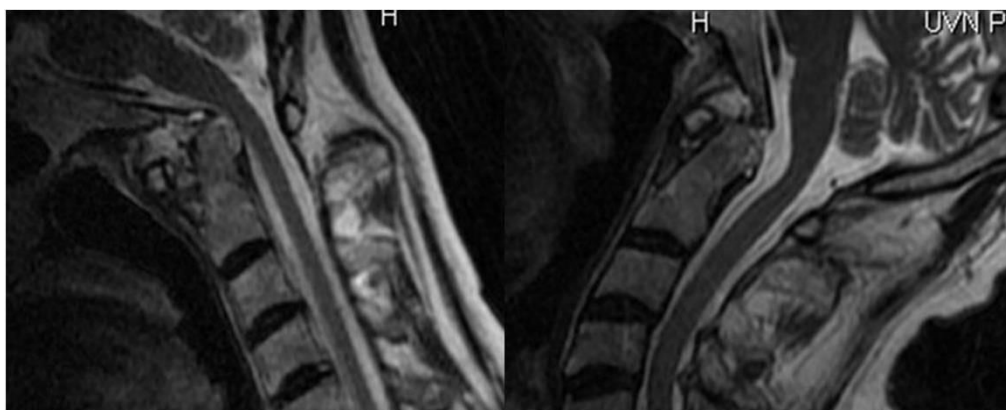
Obr. 3 Schematické znázornění způsobu měření Ranawatova indexu

Chronické zánětlivé změny postihující meziobratlovou ploténku, unkovertebrální klouby a spinální vazy vede na subaxiální krční páteři ke ztrátě translační stability mezi jednotlivými obratli spolu se snížením intervertebrálních prostor. Na nativním rentgenovém snímku je měřen vzájemný posun sousedních obratlů a za nestabilní je nález považován při zjištěné spondylolistéze 3,5-4 mm. Zároveň lze změřit bočný průměr páteřního kanálu, kdy obdobně jako v oblasti C1-C2 jsou hodnoty menší než 13-14 mm považovány za významné zúžení páteřního kanálu, kdy je třeba zvažovat chirurgickou intervenci. ^(22,32) (Obr. 4)



Obr. 4 Nativní rentgenové snímky krční páteře v bočné projekci zobrazující těžké revmatické postižení subaxiální krční páteře – nestabilní posun C3-4 se spontánní dězou C4-6.

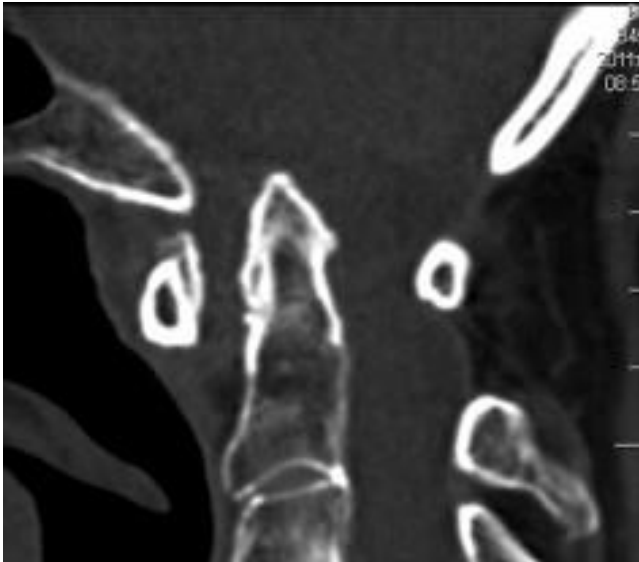
Obdobně jako v oblasti kraniocervikálního přechodu je i zde hodnocení často limitováno přítomnými revmatickými změnami. Zásadní limitací nativního rentgenového snímku je nemožnost zobrazení měkkých tkání. Při rentgenovém nálezu odpovídajícímu nestabilitě v oblasti kraniocervikálního přechodu či subaxiální krční páteře je v současné době absolutně indikováno vyšetření magnetickou rezonancí. Touto lze dobře zobrazit případnou míšní kompresi, signálové změny v míše, retrodentální panus, zbytkový prostor páteřního kanálu při revmatických subluxacích, ale také erozivní změny kostních struktur a edém kostní dřevě postižených obratlů. I standardní MR umožňuje polohovat nemocného do předklonu i záklonu a zhodnotit tak situaci nervových struktur v závislosti na poloze při zjištěné nestabilitě. Velmi důležité je zdůraznit, že k MR jsou stejně tak indikováni i všichni revmatologičtí pacienti s negativním rentgenovým nálezem při obtížích, které lze očekávat při nestabilní krční páteři, nemluvě o nemocných s objektivním neurologickým deficitem. (22,25)



Obr. 5 Magnetická rezonance krční páteře v bočné projekci v T2 váženém zobrazení. V předklonu patrná subluxace C1-2 s tlakem na prodlouženou míchu, v záklonu je patrná normalizace poměrů. Patrný rovněž nevýrazný peridentální pannus.

Při kontrastním MR vyšetření lze detekovat i velmi časně revmatické postižení krční páteře – jedná se zejména o kontrastem se sytící peridentální synovii odpovídající zánětlivé synovitidě a kostní edém dentu C2. Tyto nálezy lze zachytit již po několika měsících od stanovení diagnózy RA. (48,49) Magnetická rezonance rovněž umožňuje změření cervikomedulárního úhlu (CMA), který má prediktivní význam pro rozvoj myelopatie. Jedná se o úhel, který svírají linie proložené mozkovým kmenem a míchou v oblasti kraniocervikálního přechodu. Za normální je považováno úhlové rozmezí 135° – 175° a redukce pod 135° je spojena se zvýšeným rizikem

rozvoje myelopatie. Vyšetření počítačovou tomografií je doplněno v případech větších kostních destrukcí, ale zejména při plánování chirurgické léčby k posouzení kostní anatomie v souvislosti s naplánováním bezpečného zavedení instrumentace. Na CT lze změřit úhel analogický k CMA, tedy úhel mezi páteřním kanálem a lební bází – úhel kanál klivus (CCA) (Obr. 6)



Obr. 6 CT sagitální rekonstrukce oblasti kraniocervikálního přechodu. Na snímku je patrná kraniální migrace dentu C2 a současná subluxe C1-2 s významnou stenózou páteřního kanálu v úrovni C2, kdy lze očekávat i kompresi míchy.

V případě graficky potvrzené revmatické nestability krční páteře, je i při absenci známek klinické myelopatie během objektivního neurologického vyšetření, plně indikováno vyšetření elektrofyzilogické. Zhodnocení míšních funkcí vyšetřením motorických (MEP) a somatosenzorických (SSEP) evokovaných potenciálů, může odhalit přítomnost subklinické neboli incipientní myelopatie. Takový nemocný je rovněž plně indikován k chirurgické stabilizaci. Pokud je nález na MEP a SSEP negativní a radiologická nestabilita nesplňuje grafická kritéria pro doporučení operace, měla by být elektrofyzilogie opakovaně provedena nejméně jednou ročně, spolu s objektivním neurologickým vyšetřením.

2.5 Chirurgická terapie

Z předchozího textu je zřejmé, že neléčená atlantoaxiální nestabilita má tendenci k další progresi, jak radiografické, tak ale zejména vede k deterioraci v neurologickém obraze, a dokonce může být i příčinou úmrtí nemocného. Často je citována práce Sunahary et al., tito sledovali skupinu 21 pacientů indikovaných ke stabilizaci v oblasti kraniocervikálního přechodu při revmatické nestabilitě, kteří avšak operaci odmítli. U žádného ze sledovaných pacientů nedošlo ke spontánní úpravě v neurologickém obraze, naopak 16 (76%) z nich se během sledovaného období zhoršilo. Dále zjistili, že pravděpodobnost přežití 7 let od nástupu klinických známek myelopatie je rovna nule.⁽⁵⁰⁾ Zároveň je nepochybné, že neléčená nestabilita v úrovni C1-C2 má vždy tendenci progredovat do kraniální migrace dentu C2. V této souvislosti Grob, ve své dnes již klasické práci, prokázal preventivní účinek fúze C1-C2. Ve svém souboru 20 pacientů, kterým provedl instrumentovanou fúzi pro revmatickou nestabilitu v segmentu C1-2 nenalezl během dalších 5 let sledování žádný případ, kdy by nález progredoval do kraniální migrace dentu C2.⁽⁵¹⁾

Hlavním úkolem chirurgické léčby revmatické nestability v oblasti kraniocervikálního přechodu a subaxiální krční páteře je tedy prevence vzniku či progresu neurologického deficitu, dekomprese nervových struktur, obnovení biomechanické stability a zajištění trvalé stability ošetřeného úseku kostní fúzí.

Historicky první zdokumentovanou operaci pro kraniální migraci dentu C2 provedl v roce 1927 Foerster, který dekomprimoval páteřní kanál revmatika laminektomií C1, a poté použil pro spojení týlní kosti a subaxiální krční páteře fibulární štěpy fixované drátěnými kličkami.⁽⁵²⁾ Hamblen v roce 1967 tuto techniku modifikoval využitím štěpu z lopaty kosti kyčelní.⁽⁵³⁾ V roce 1986 Ransford et al. a Flint et al. vylepšili stabilitu konstrukce naložením oválné kovové dlahy, která byla ke kostním elementům připevněna opět drátěnými kličkami.^(54,55) Dalším pokrokem bylo zavedení prvních systémů založených na dlahách a tyčích, které jsou fixovány k páteři a kosti týlní šrouby. Tento typ ošetření přinesl dramatické zvýšení okamžité stability v operovaném úseku páteře, a tyto systémy ve vylepšené podobě jsou používány doposud.^(56,57,58)

Výkonem volby je, v případě nestability C1-2 při absenci kraniální migrace dentu C2, stabilizace a spondylodéza C1-C2. Gallie byl první, který použil ke stabilizaci a déze v segmentu C1-C2 autologní kostní štěp fixovaný k obloukům inkriminovaných obrátů drátěnou kličkou.⁽⁵⁹⁾ Tato technika měla celou řadu následovníků, a tak byla následně popsána řada

způsobů, jak naložit drátěnou kličku fixující kostní štěp. Nejznámějšími jsou práce z pera Brookse, Jenkinse, Wertheima, Bolmana, Clarka a dalších autorů.⁽⁶⁰⁾ Nicméně, bez ohledu na techniku, stabilizace drátěnou kličkou je z biomechanického hlediska naprosto nedostačující pro zajištění okamžité stability ošetřeného segmentu. Velmi často byl tedy tento způsob ošetření kombinován s Halo fixací za účelem zvýšení oné stability a nastolení lepších podmínek pro spondylodézu. I tak ovšem docházelo k selhání stabilizace až ve 20% případů.^(61,62)

Dramatické vylepšení okamžité stability ošetřeného úseku páteře přinesly, jak už bylo řečeno, techniky založené na zavedení šroubů do kostních struktur páteře. V roce 1986 publikoval Magerl techniku transartikulární stabilizace C1-C2. Dvojice šroubů se zaváděla transartikulárně ze zadního přístupu u pacienta v poloze na břiše. Fúze byla následně zajištěna naložením autologního kostního štěpu na oblouky C1 a C2. Hlavní nevýhodou tohoto typu ošetření pro řešení revmatické nestability s posunem C1-C2 je nutnost předoperační redukce obratlů do požadovaného výsledného postavení, kdy je vlastní instrumentace tomuto málo nápomocná.⁽⁶³⁾ (Obr. 7)



Obr. 7 Rentgenové snímky v předozadní a bočné projekci zobrazující stabilizaci C1-C2 podle Magerla s naložením autologního kostního štěpu, který je fixován kovovým lankem.

V roce 1994 publikovali Goel a Laheri další způsob stabilizace C1-C2, a to sice dlahami, které byly fixovány šrouby do laterálních mas C1 a pediklu či pars interartikularis C2.⁽⁶⁴⁾

V roce 2001 Harms s Melcherem modifikovali tuto techniku použitím polyaxiálních šroubů (o průměru 3,5mm) spojených zhora nasazenými tyčemi. Tato fixace je v současné době nejčastěji využívaným způsobem fixace C1-C2. Tímto způsobem zavedené šrouby do C1 a C2 mohou být případně součástí delších konstrukcí stabilizujících kraniocervikální přechod. Jednou z hlavních výhod tohoto typu instrumentace oproti technice Magerlově, je možnost provedení peroperační repozice C1-C2 právě s využitím zavedých šroubů. ⁽⁶⁵⁾ (Obr. 8)

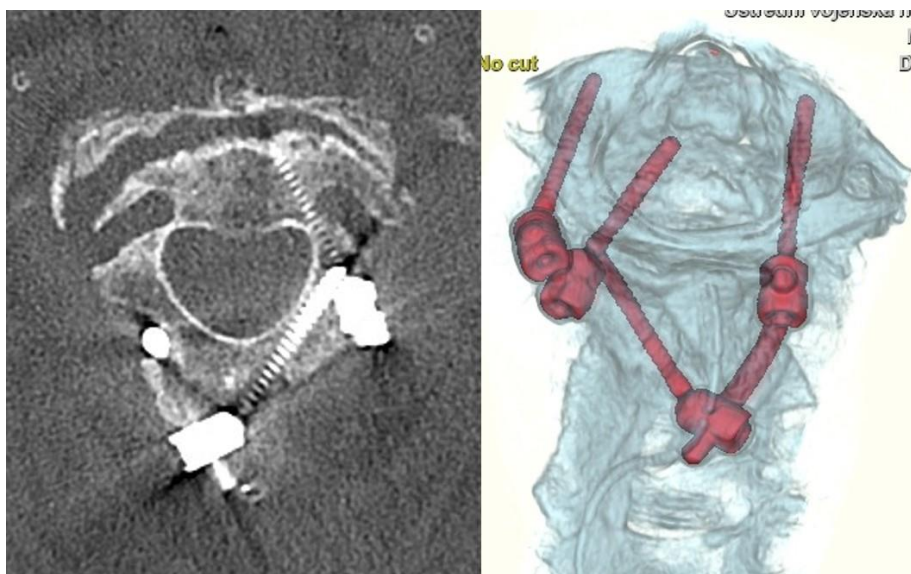
Při zavádění šroubů do C2, nehledě na techniku, je však nezbytné předoperačně vyhodnotit průběh a. vertebralis, nejlépe na předoperačním CT či přímo provedením CT angiografie. Pro nález tzv. „high-riding vertebral artery“ neboli vysokého průběhu a. vertebralis je typické významné ztenčení isthmu či pediklu C2 nebo mediální průběh tepny. Tyto cévní a kostní anomálie činí zavedení šroubů do oblasti C2 nehledě na techniku velmi rizikovým ve smyslu poranění a. vertebralis s možnými neurologickými následky. V běžné české populaci je incidence vysokého průběhu a. vertebralis 24,1 %, přičemž v 6 % případů bývá nález oboustranný. ⁽⁶⁶⁾ Revmatoidní artritida je všeobecně považována za rizikový faktor pro přítomnost vysokého průběhu a. vertebralis, předpokládá se i de novo vznik této anomálie následkem působení tepenné pulzace na osteopenickou či osteoporotickou kost. ⁽⁶⁷⁾



Obr. 8 Peroperační snímek zavedení šroubů Goel/Harmsovou technikou do C1-C2, CT demonstrující zavedení instrumentace v koronární rovině, CT v sagitální rovině s autologním kostním štěpem nad oblouky C1-C2 zároveň dokumentující dokonalou repozici C1-C2..

Alosh et al. ve své práci prokazují na to, že pro bezpečné zavedení transpedikulárního šrouby do pediklu C2 by tento měl být široký nejméně 6 mm. Ve své retrospektivní studii, do které zařadili 93 pacientů, u kterých bylo zavedeno celkem 170 šroubů, zjistili, že pokud byl průměr pediklu menší než 6 mm, tak byla penetrace šroubu stěnou pediklu nalezena 2x častěji, než v situacích, kdy byl tento průměr 6 a více mm. Udávaný výskyt poranění vertebrální tepny během instrumentace krční páteře se pohybuje v rozmezí 0,07% - 1,4%. Lee et al. v poslední

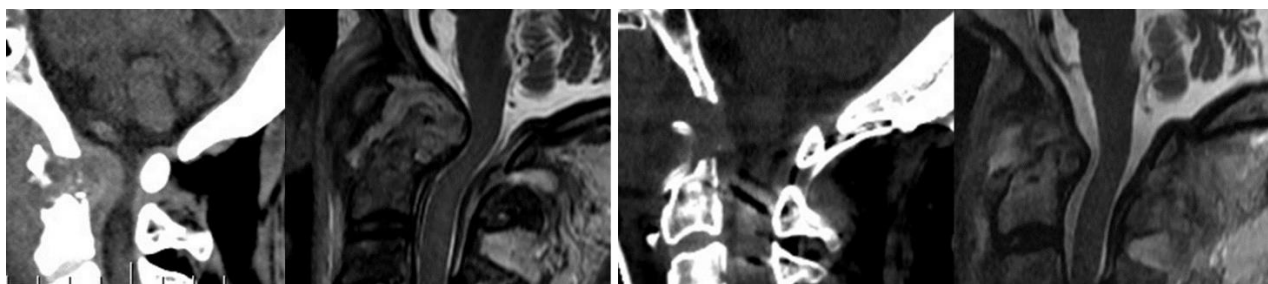
muticentrické retrospektivní studii analyzovali zdravotní dokumentaci 14 722 pacientů, kteří podstoupili 1582 výkonů v 21 centech v Korei. V sestavě našli celkem 13 (0,08%) pacientů s peroperačním poraněním a. vertebralis, nejčastěji v souvislosti se zavedením šroubu či vrtáním vysokoobrátkovou frézou, v úseku C1-C2 se jednalo o 1,35% a C3-C7 0,02% případů. Symptomatická mozečková nebo kmenová ischemie byla v tomto souboru identifikována u 3 pacientů.⁽⁶⁹⁾ Dosud nebyla provedena prospektivní studie, která by porovnávala riziko poranění a. vertebralis spojené s transartikulárním zavedením šroubu podle Magerla s technikou transpedikulárního zavedení podle Harmse. Nicméně, z metaanalýzy publikovaných dat lze usuzovat, že technika transpedikulární se jeví být v tomto smyslu méně rizikovou. A obdobným způsobem vyznívají i radiografické simulace studující kostní anatomii a průběh vertebrální tepny.^(70, 71) V případě nevhodných anatomických poměrů pro zavedení šroubu transartikulárně nebo transpedikulárně lze využít alternativní způsoby instrumentace, z nichž nejznámější je technika translaminární podle Wrighta, kdy je šroub zaveden z kontralaterální strany na spojnici processus spinosus a laminy, a poté veden při jejím horním okraji s respektem k jejímu individuálnímu průběhu. Fixace C1-C2 za použití této techniky je v porovnání s výše uvedenými méně stabilní v úklonu, nicméně pokud je doplněna interlaminární drátěnou kličkou se štěpem, mělo by být následně v rámci ošetřeného segmentu dosaženo srovnatelné stability ve flexi, extenzi i axiální rotaci ošetřeného segmentu.⁽⁷²⁾



Obr. 9 CT a 3D CT rekonstrukce demonstrující jak transpedikulární, tak translaminární zavedení šroubu do C2 pro vysoký průběh a. vertebralis vpravo.

V případě kraniální migrace dentu C2 bývá většinou preferováno provedení okcipitocervikální stabilizace s dézou. Delší konstrukce je považována za výhodnější pro dosažení nepřímé dekomprese míchy. Pokud nadále přetrvává útlak nervových struktur je na místě provedení dekomprese laminektomií oblouku C1. ^(56,73)

Moderní revmatologické léčba významně redukuje výskyt objemných revmatických vegetací komprimujících míchu. Avšak, trvá-li komprese ventrálního aspektu míchy, ať už revmatickým pannem či nereponovaným dentem C2, je třeba zvážit i přední dekompresi, a to zejména v případech, kdy je útlak odpovědný za deterioraci v neurologickém obraze nemocného. Tradičním chirurgickým postupem je zde transorální odontoidektomie. ⁽⁷⁴⁾ V souvislosti s transorální resekci dentu C2 může být spojena řada specifických komplikací jako je dysfónie, dysfágie, likvorea. Může dojít až k obstrukci dýchacích cest, kdy musí být následně nemocnému provedena tracheostomie, komplikované hojení rány v ústech si může vyžádat zavedení gastrostomie. ⁽⁷⁵⁾ Tyto komplikace je možné významně omezit endoskopickou technikou. Bylo publikováno několik malých souborů nemocných ošetřených transnazálním či endonazálním přístupem, ve kterých nebylo zaznamenáno významnějších komplikací. ^(76,77) Další možností, jak se vyhnout klasickému transorálnímu přístupu, jsou alternativní anterolaterální přístupy na horní krční páteře a bázi lebni, např. přístup vysoký submandibulární. (Obr. 10)



Obr. 10 Snímky CT a MR kraniocervikálního přechodu v sagitální rovině zobrazující revmatický pannus komprimující míchu před a po resekci dentu C2 submandibulárním přístupem

První instrumentace v oblasti subaxiální krční páteře ze zadního přístupu byly rovněž založeny na technikách sublaminárně zavedených drátěných kliček. Zásadním přelom v dosažení okamžité stability konstrukce představovaly zadní dlahy jištěné šrouby, a konečně systémy využívající polyaxiální šrouby a tyče. Klasickým způsobem zavedení šroubu v úseku subaxiální krční páteře je technika fixace to laterálních mas. Tato technika se používá

v několika modifikacích např. podle Roy-Camilla, Ana či Magerla. Jednotlivé způsoby se mírně liší v místě vstupního bodu pro zaváděný šroub, nicméně tento se vždy pohybuje kolem středu intervertebrálního kloubu. Různá je pak trajektorie dalšího zavedení od kolmice k povrchu k různé míře laterálního a kraniálního směřování. Z hlediska rizika poranění odstupujícího kořene a vertebrální tepny je považován za nejbezpečnější způsob zavedení podle Ana, kdy je šroub nasazen několik milimetrů mediálně od středu kloubu a dále je zaváděn divergentně po úhlem 30° a směřován kraniálním směrem pod úhlem 15°. ⁽⁷⁸⁻⁸⁰⁾ Nejpevnější zakotvení přináší šroub zavedený transpedikulárně. Biomechanické testování prokázalo, že stabilita dosažená zavedením jednoho šroubu transpedikulárního se vyrovná dvojici šroubů do laterální masy. Nicméně, bez spinální navigace, sluje transpedikulární technika poměrně vysokým rizikem periprocedurálního poranění a. vertebralis, zejména v horní části subaxiální krční páteře. ⁽⁸¹⁾ Přední dlahování s mezitělovou spondylodézou rutinně užívané v problematice degenerativní a úrazové lze použít v případě dobře reponovatelných posunů nebo jako součást kombinovaných výkonů.

2.6 Výsledky chirurgické terapie

Zásadní vliv na pooperační výsledek nemocných operovaných pro revmatické postižení krční páteře s nestabilitou má jejich předoperační funkční stav. Wolf et al. v jejich systematické práci analyzovali výsledek léčby 752 revmatiků publikovaných v 25 studiích a prokázali významnou závislost mortality a dlouhodobého přežití operovaných pacientů na vstupním Ranawatově skóre. Desetileté přežití bylo zjištěno u 77% pacientů hodnocených před výkonem Ranawat I, 63% pro Ranawat II, 47% pro Ranawat IIIA a pouze 30% pro Ranawat IIIB. Zároveň u 91% pacientů klasifikovaných jako Ranawat I nebyla po výkonu zaznamenána deteriorace v neurologickém obraze, naopak pouze u 21% nemocných se vstupním skóre Ranawat IIIB zaznamenalo po výkonu zlepšení funkčního stavu o jeden či dva stupně. ⁽⁸²⁾ Obdobně vyznívá např. monocentrická studie referující výsledek léčby 28 pacientů, kdy 7 z 10 pacientů klasifikovaných Ranawat II se upravilo na stupeň I, zatímco pouze 1 z 11 klasifikovaných jako Ranawat IIIA se upravil na stupeň II, a naopak u 2 došlo ke zhoršení na Ranawat IIIB. ⁽⁸³⁾ Horší efekt chirurgické léčby je rovněž spojen s předoperační redukcí plochy páteřního kanálu pod 44 mm² a redukcí PADI pod 10 mm. ⁽⁸⁴⁾ Clarke et al. zjistili, že u 39% pacientů, kteří podstoupili stabilizaci pro revmatickou subluxaci C1-C2, se objeví subluxace na subaxiální krční páteři a 54% z nich musí podstoupit další výkon. ⁽⁸⁵⁾ Vysvětlením této situace může být finální postavení C1-C2 po korekci postavení a instrumentaci. Norii et al. zhodnotili vzájemné

postavení postavení C1 a C2 pomocí atlantoaxiálního úhlu (AAA - úhel svírající dolní krycí deska C2 a obratel C1 na nativním rentgenovém snímku v bočné projekci).⁽⁸⁶⁾ (Obr.11)



Obr.11 Schematické znázornění způsobu změření atlantoaxiálního úhlu (AAA)

U 330 zdravých dobrovolníků a zjistili normativní rozmezí pro muže a ženy ($26^{\circ} \pm 7^{\circ}$ respektive $28^{\circ} \pm 6,7^{\circ}$)

Po redukci posunu C1-2 dochází většinou ke zvětšení AAA a fixace v překorigovaném hyperlordotickém postavení vede vyhlazení krční lordózy s progresí směrem ke kyfotickému postavení s případnou akcelerací degenerativních změn. Chirurgická léčba je u revmatiků spojena s potenciálně vyšším rizikem vzniku komplikací, které plynou z povahy onemocnění a jeho léčby. Nejčastěji je v této souvislosti zmiňována chronická medikace ve smyslu užívání glukokortikoidů, různá nemoc modifikující antirevmatika (DMARDs) a biologická léčba. Je zjištěno, že zejména chronické užívání glukokortikoidů v dávce vyšší než 5 mg denně, vede k redukci kvality kostní tkáně s rozvojem osteopénie či osteoporózy. Nicméně, existují recentně publikované studie, že moderní revmatologická terapie s využitím DMARDs v kombinaci s nižším dávkování glukokortikoidů a profylaxí osteoporózy podáváním vitamínu D s bisfosfonáty a suplementací kalcia, je schopna zachovat kvalitu kostní hmoty nebo ji i za určitých okolností zlepšit.^(31,86) A jsou k dispozici i zdroje potvrzující, že stabilizační výkony v oblasti kraniocervikálního přechodu u revmatiků dlouhodobě užívajících glukokortikoidy spolu s DMARS a biologickou léčbou, nejsou spojeny s významně vyšším rizikem selhání instrumentace v porovnání s běžnou populací. Zatímco, imunosupresivní efekt jmenovaných

léků je ale odpovědný za významně vyšší riziko vzniku pooperačních infekčních komplikací operovaných revmatiků. (45, 88)

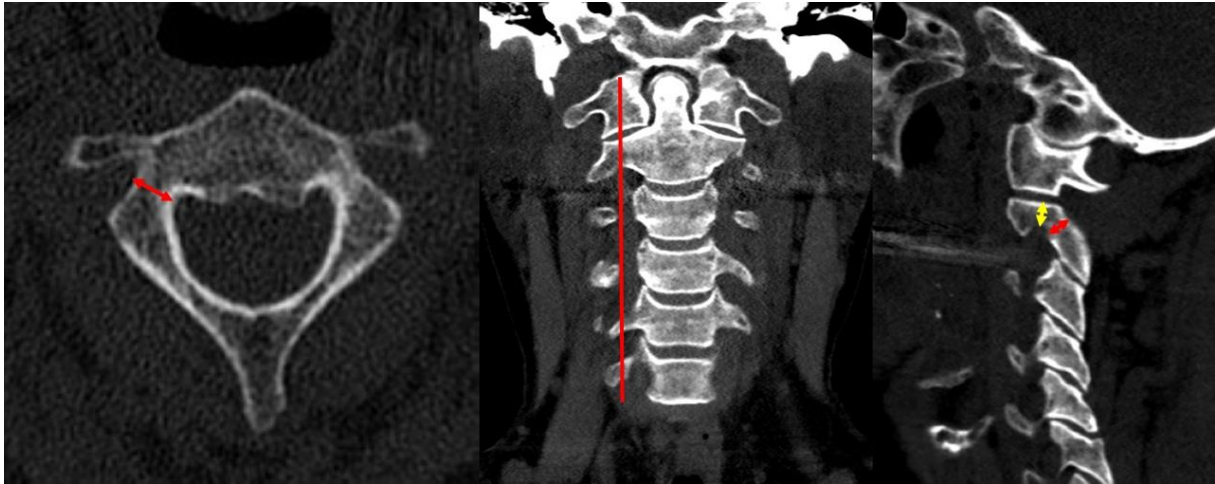
2.7 Vlastní zkušenost s terapií nestability krční páteře u nemocných s RA

Chirurgickou léčbou revmatického postižení krční páteře se systematicky zabýváme od roku 2008. Do současné doby bylo na našem pracovišti vyšetřeno 158 pacientů s nestabilitou v oblasti horní krční páteře a k operačnímu řešení indikováno 58 z nich. Do studie retrospektivně analyzující prospektivně získaná data související s léčbou bylo zařazeno 41 nemocných, kteří chirurgický výkon podstoupili v letech 2008-2016.

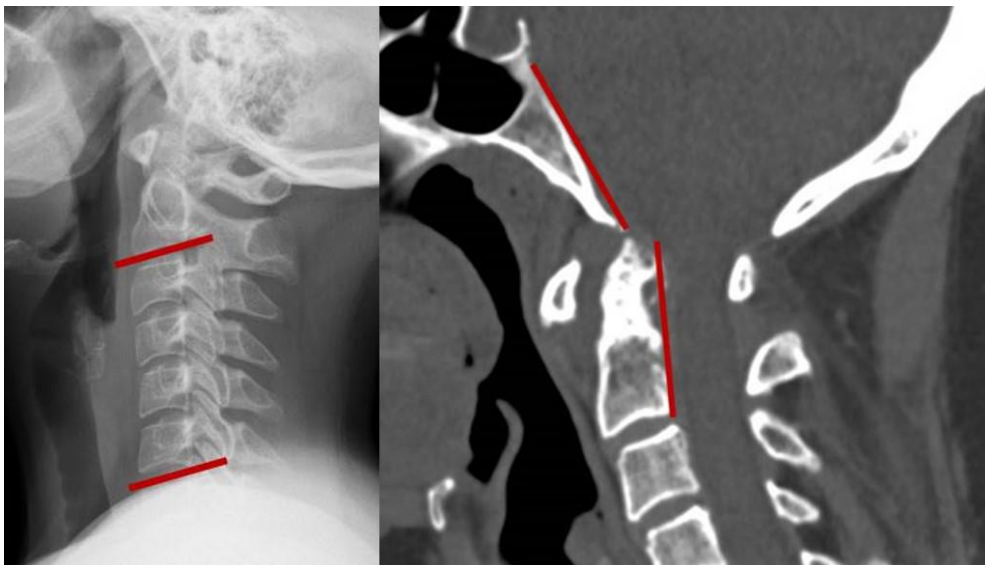
Za absolutní indikaci k výkonu byl považován progredující neurologický deficit v souvislosti s revmatickým postižením krční páteře. U nemocných bez neurologické symptomatologie byl výkon doporučován na základě nálezu radiografické nestability, která byla definována jako AADI 8 mm a více, PADI 12 mm a méně, na dynamických rentgenových snímcích krční páteře. Výkon byl dále doporučován pacientům při zjištění jakékoliv kraniální migrace dentu C2. Radiologické předoperační vyšetření bylo, kromě nativních snímků krční páteře v předozadní, bočné a dynamických projekcích, vždy doplněno o vyšetření MR a CT. Magnetická rezonance byla provedena za účelem zjištění míry míšní komprese, kondice míchy a velikosti revmatického pannu. Počítačová tomografie, pak měla zásadní přínos pro plánování výkonu, zejména pro posouzení kostní anatomie a rizika spojeného se zavedením šroubů především do C2. Vysoký průběh a. vertebralis (HRVA), a tedy rizikový nálezn stran zavedení instrumentace, byl definován následovně – průměr pediklu C2 4 mm a méně v axiální rovině, výška istmu C2 5 mm a méně, vnitřní výška C2 2mm a méně, oboje měřeno na sagitálním řezu vedeném prostředkem kloubu C1-C2. (Obr.12) Dalšími sledovanými radiografickými parametry byl AAA, subaxiální Cobbův úhel (C2-C7) a úhel kanál klivus (CCA). (Obr. 13)

Dvacet devět pacientů s radiograficky významnou nestabilitou kraniocervikálního přechodu, bez kraniální migrace dentu C2, bylo indikováno k provedení krátké stabilizace C1-C2 podle Harmse s naložením autologního štěpu na oblouky C1-C2. (Obr. 14) Zbýlých 12 pacientů, bylo vzhledem k pokročilejšímu postižení s kraniální migrací dentu C2, ošetřeno rozsáhlejšími okcipitocervikálními stabilizacemi, kdy preferovaným rozsahem byla instrumentace končící v úrovni C2. Nicméně, pokud byla současně přítomno významné revmatické postižení na subaxiálním úseku krční páteře, byla konstrukce fakultativně prodloužena způsobem odpovídajícím rozsahu postižení. Delší instrumentace byla volena pro

předpokládanou možnost většího ovlivnění úhlové postavení v oblasti kraniocervikálního přechodu s nepřímou dekompresí míchy při změně postavení dentu C2. (Obr. 15)



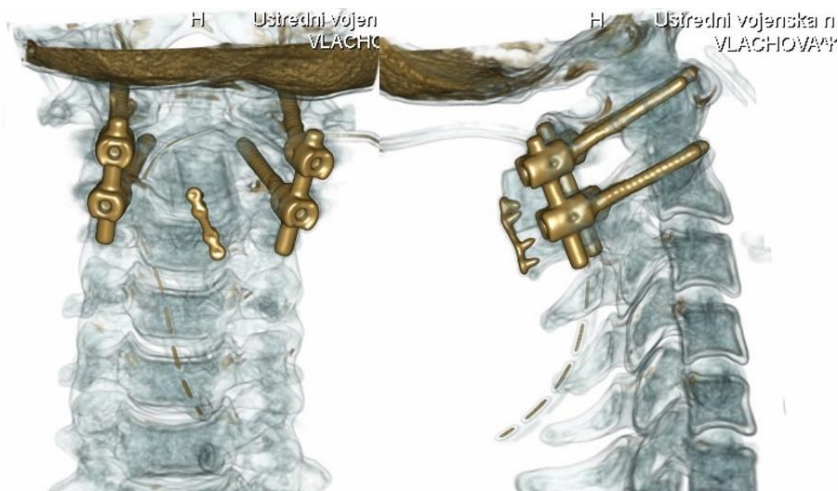
Obr. 12 Metodika měření kostních elementů C2 - na prvním snímku rozměr pediklu C2 v axiální rovině, na třetím snímku vnitřní výška (žlutě) a výška istmu C2 v sagitálním řezu středem kloubu C1-C2



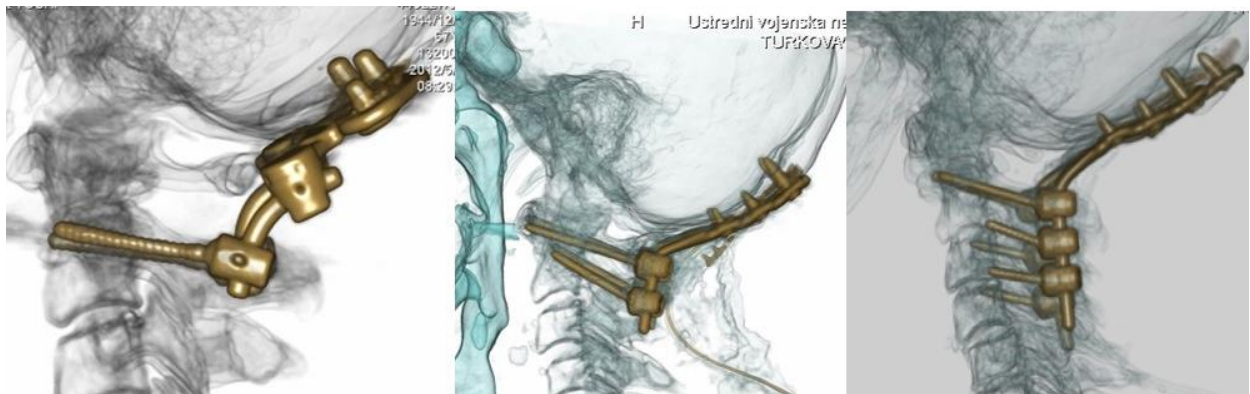
Obr. 13 Metodika měření subaxiálního Cobbova úhlu na nativním rentgenovém snímku v bočné projekci a úhlu kanál-klivus na CT

Krátká stabilizace C1-C2 byla provedena u 21 žen a 8 mužů, kteří byli pro revmatoidní artritidu léčeni v rozmezí 5-38 (průměrně 17,3 roku) let. Průměrný věk nemocných v době, kdy podstoupili operační výkon byl 54,9 roku (věkové rozpětí 26-71 let). Průměrná doba sledování pacientů po výkonu činila v této podskupině 4,5 roku (rozmezí 2-7 roku). Okcipitocervikální

stabilizace podstoupilo 10 žen a 2 muži, v jejich případě u nich byla revmatoidní artritida diagnostikována před 8-41 roky (průměrně 18,2 roku) Operační léčbu podstoupili průměrně ve věku 66,4 roku (věkové rozpětí 45-72 let) a v průměru byli sledováni 3 roky od výkonu (rozmezí 2-5 let). Okcipitocervikální stabilizace byla v 6 případech provedena v rozsahu C0-C2, jednou pak v rozsahu C0-C3, C0-C4, C0-C6, C0-C7 a konečně dva pacienti byli stabilizováni od C0 do C5. Jeden nemocný z analyzovaného souboru zemřel během sledovaného období bez souvislosti s operací.

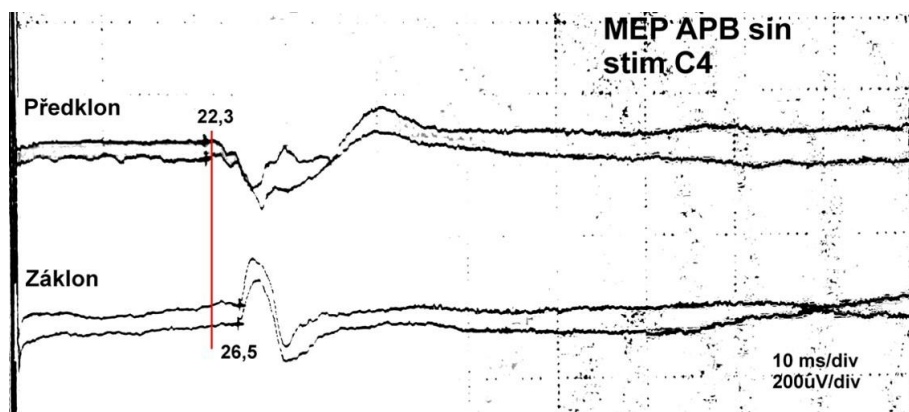


Obr. 14 Výsledné postavení po krátké stabilizaci C1-C2 podle Harmse polyaxiálními šrouby a tyčemi spolu s dlažkou fixovaným autologním štěpem z lopaty kyčelní



Obr.15 Různé typy provedení O-C stabilizace

Kromě neurologického a radiografického vyšetření bylo ve všech případech doplněno vyšetření elektrofyziologické (MEP + SSEP) jak v neutrální poloze krční páteře, tak v předklonu a v záklonu. (Obr. 16) Podrobnější charakteristiky obou podskupin pacientů jsou zaznamenány v tabulce 4. a 5.



Obr. 16 Změna průběhu MEP nemocného s incipientní myelopatií na podkladě revmatické nestability C1-C2 při předklonu a záklonu krční páteře

K vyhodnocení funkčního výsledku chirurgické léčby bylo použito Ranawatovo skóre, intenzita lokální bolesti v oblasti kraniocervikálního přechodu byla klasifikována pomocí Vizuální analogové škály (VAS). Dotazníky byly vyplněny před výkonem, a poté během každé ambulantní kontroly.

Ihned po výkonu bylo provedeno kontrolní CT krční páteře pro potvrzení správnosti zavedení instrumentace, umístění autologního kostního štěpu a zároveň byl hodnocen vliv výkonu na postavení kraniocervikálního přechodu charakterizovaný úhlem AAA. Šrouby byly popsány jako malpoziční, pokud byly zavedeny s jakýmkoliv porušením kortikální kosti pediklu, za malou malpozici pak bylo považováno proříznutí do 2mm, při penetraci větší byla malpozice považována za významnou. Klinické a radiografické hodnocení výsledků chirurgické léčby probíhalo v rámci ambulantních kontrol v pravidelných intervalech 6 týdnů, 6 měsíců, 1 roku a následně každý další rok po výkonu. Vždy byl vyplněn dotazník VAS a vyhodnoceno Ranawatovo skóre, spolu s nativním rentgenovými snímky v předozadní a bočné projekci. Po jednom a dvou letech od výkonu byla indikováno současně vyšetření CT a MR

krční páteře, zejména pro co nejobektivnější posouzení kostního zhojení – spondylodézy a zhodnocení regrese revmatického pannu.

	C1-C2 stabilizace		O-C stabilizace		hodnota – p	
	Počet	%	Počet	%		
Muži	8	28	2	17	0,175	
Ženy	21	72	10	83		
Ranawatovo skóre	I	28	97	3	25	<0.001
	II	1	3	6	50	
	III	0	0	3	25	
MEP + SSEP	Myelopatie -	20	69	3	27	0,01
	Myelopatie +	9	31	9	73	
		střední hodnota	SD	střední hodnota	SD	
Věk		55	13	64	7	0,027
VAS před op		4,9	1,3	4,8	1,5	0,813

Tab. 4 Základní charakteristika pacientů ošetřených pro revmatickou nestabilitu krční páteře, jak krátkou C1-2 stabilizací, tak delší okcipitocervikální stabilizací

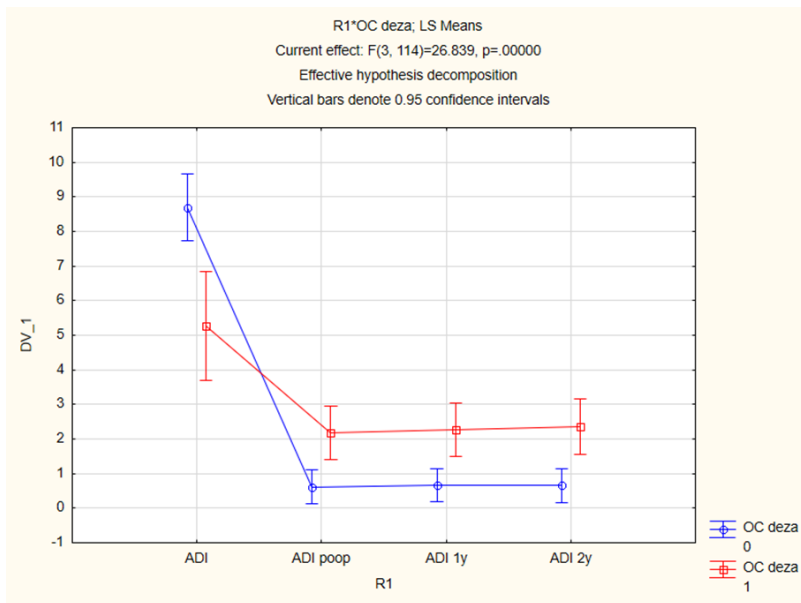
Pacienti, kteří byli pro nález kraniální migrace dentu C2 indikováni k provedení kraniocervikální stabilizace, vykazovali před výkonem významně horší funkční nález klasifikovaný vyššími hodnotami Ranawatova skóre, významně častěji u nich byla elektrofyziologickým vyšetřením potvrzena myelopatie a zároveň byli v průměru starší než pacienti, kteří byli indikováni ke krátké stabilizaci C1-C2 pro izolovanou nestabilitu v této oblasti. Zastoupení pohlaví bylo o obou podskupinách shodné.

Parametr	Jednotky	C1- C2 stabilizace		O - C stabilizace		
		Střední hodnota	SD	Střední hodnota	SD	
AADI před op	[mm]	8,7	2,3	5,3	3	<0.001
PADI před od	[mm]	12,7	2,7	11,7	3,1	0,311
AAA před op	[stupně]	19,5	7,7	14,1	7,7	0,047
Cob C před op	[stupně]	10,2	12	17,2	12,6	0,116
CCA před op	[stupně]	153,6	10,9	150,8	14,5	0,497

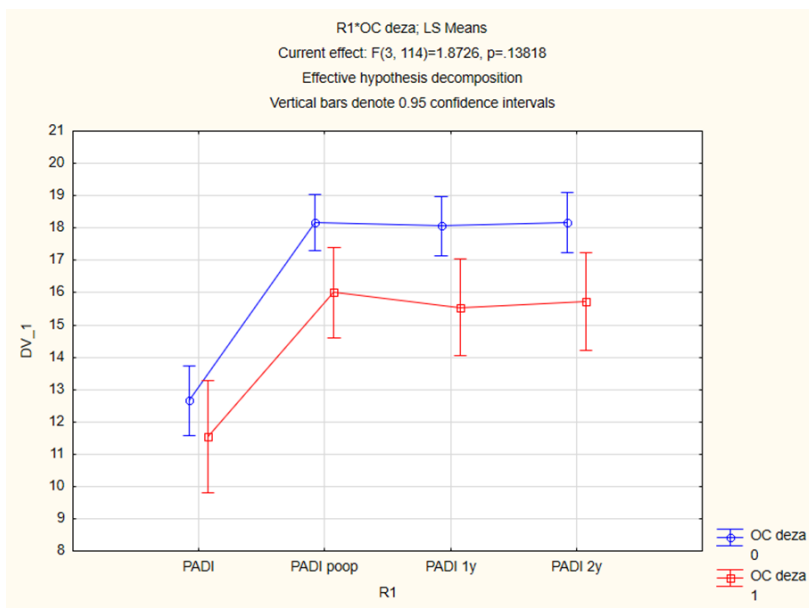
Tab. 5 Srovnání radiografických parametrů v obou skupinách nemocných

Vzhledem k „pseudostabilizaci“ byla zjištěna ve skupině nemocných indikovaných k provedení kraniocervikální stabilizace před výkonem významně menší hodnota AADI,

zároveň úhel AAA byla významně menší než ve skupině krátké C1-C2 stabilizace. Po výkonu došlo v obou skupinách k významné redukci AADI a logicky ke zvětšení PADI. U pacientů, kteří byli ošetřeni krátkou C1-C2 stabilizací bylo dosaženo prakticky dokonalé repozice posunu, zatímco u nemocných po delší instrumentaci z důvodů kraniální migrace dentu C2 určitá míra posunu přetrvávala, a tak byly hodnoty AADI a PADI v obou skupinách po celou dobu sledování významně rozdílné. (Graf 1. a 2.)

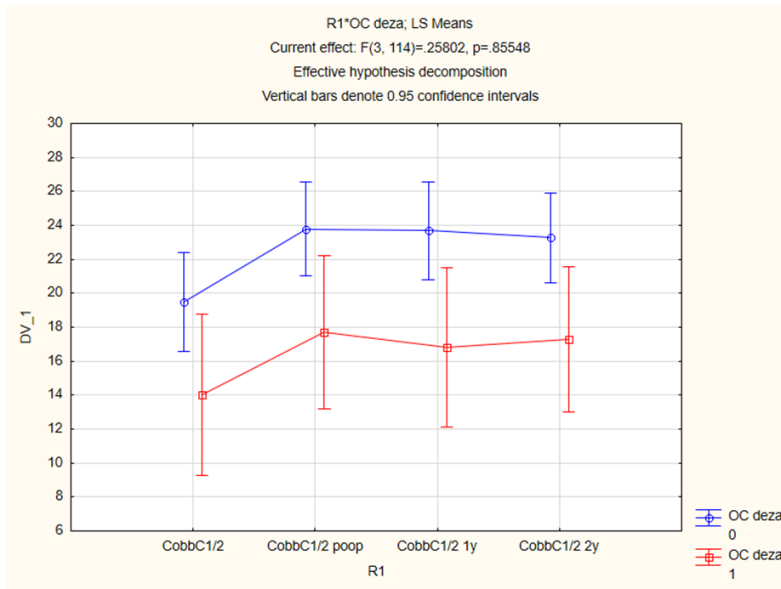


Graf. 1 Hodnota AADI před výkonem a po stabilizaci ve sledovaném období – modře stabilizace C1-C2, červeně O-C stabilizace

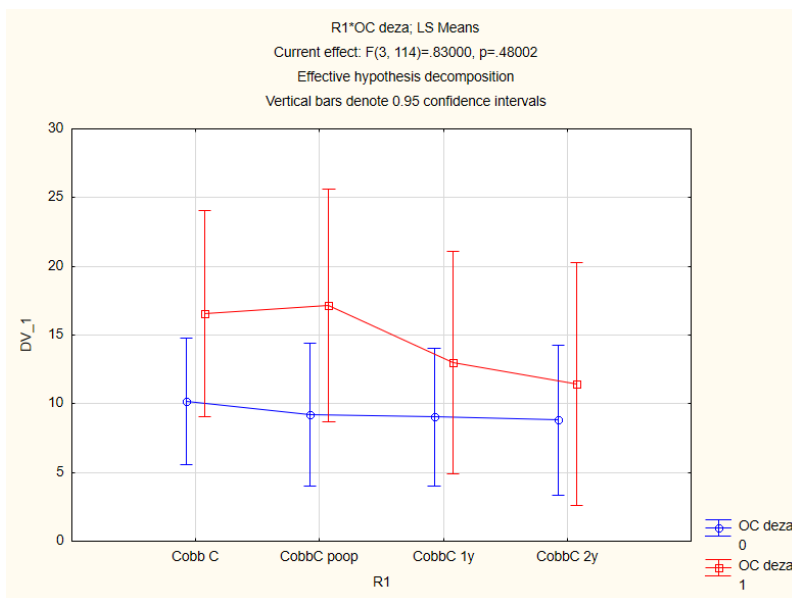


Graf. 2 Hodnota PADI před výkonem a po stabilizaci ve sledovaném období – modře stabilizace C1-C2, červeně O-C stabilizace

Obdobně hodnoty AAA doznaly po výkonu statisticky významných změn a stejně tak byl zachován rozdíl mezi skupinou nemocných ošetřených krátkou C1-C2 stabilizací a delší O-C stabilizací, kdy vzhledem k pokročilejšímu stupni změn u pacientů s kraniální migrací dentu C2 byly hodnoty v této skupině v celém průběhu sledování významně nižší. (Graf. 3)

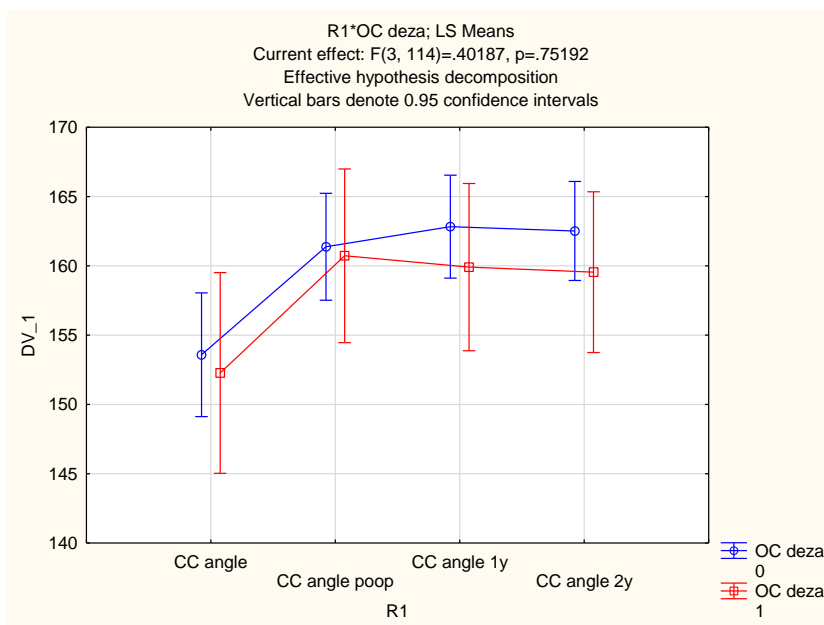


Graf. 3 Průběh změn úhlu AAA v obou skupinách ve sledovaném období - modře stabilizace C1-C2, červeně O-C stabilizace



Graf. 4 Průběh změn postavení subaxiální krční páteře ve sledovaném období před a po operaci vyjádřený hodnotami Cobbova úhlu v obou skupinách ve sledovaném období - modře stabilizace C1-C2, červeně O-C stabilizace

Význam krátké či delší stabilizace na postavení subaxiální krční byl studován pomocí změření Cobbova úhlu (C2-C7). Během sledovaného období nedošlo ani v jedné skupině nemocných k významné deterioraci sagitálního profilu subaxiální krční páteře. V obou skupinách nemocných byla po výkonu zjištěna významná změna geometrie kraniocervikálního přechodu charakterizovaná úhlem CCA. Překvapivým zjištěním bylo, že rozsah fixace neměl vliv na velikost pooperační úhlové změny CCA. (Graf. 5)

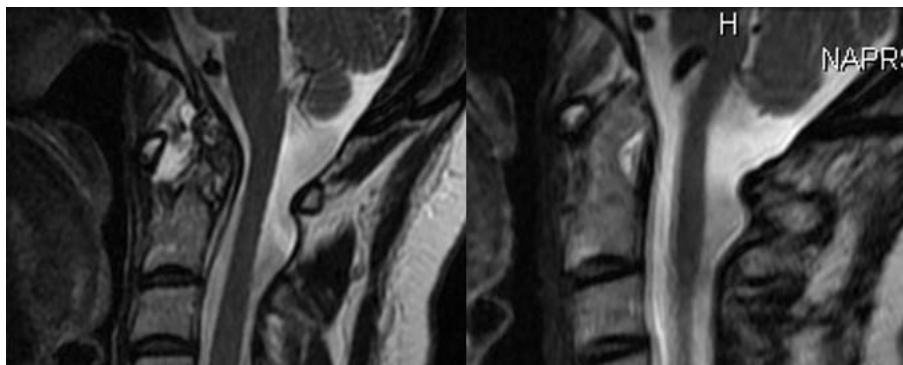


Graf. 5 Průběh úhlových změna sagitálního profilu kraniocervikálního přechodu charakterizovaný úhlem CCA - modře stabilizace C1-C2, červeně O-C stabilizace

Kvalitního kostního spojení bylo po dvou letech dosaženo u 55% pacientů po krátké stabilizaci C1-C2 a pouze ve 27 % případů pacientů po delší O-C stabilizaci. Na druhou stranu u žádného pacienta nedošlo k selhání instrumentace s nutností reoperace a nálezy byly hodnoceny jako dlouhodobě stabilní. V obou skupinách došlo po operacích k významné regresi revmatického pannu. Pannus přetrvál pouze u 7% pacientů po C1-C2 stabilizaci a 9% pacientů po delší O-C stabilizaci. U žádného z nemocných nebyl po výkonu zjištěn revmatický pannus působící tlak na nervové struktury.

Suboptimální kostní poměry pro zavedení instrumentace v souvislosti s nálezem HRVA na jedné či obou stranách byly zaznamenány u 42% nemocných indikovaných k C1-C2 či O-C stabilizaci. V souvislosti s touto skutečností bylo na pooperačním CT posuzována přesnost

zavedení instrumentace. (Tab. 6, 7) Bez známek radiografické malpozice bylo do C1, C2 zavedeno 78,4% šroubů u pacientů s krátkou stabilizací C1-C2, respektive 68% po delší O-C stabilizaci.



Obr. 17 MR zobrazení kompletní regrese revmatického pannu po stabilizaci, vlevo před výkonem, vpravo kontrolní vyšetření rok po operaci

	Bez malpozice	Malpozice ≤ 2 mm	Malpozice > 2 mm
C1 vpravo	25	4	0
C1 vlevo	26	2	1
C2 vpravo	17	9	3
C2 vlevo	23	6	0
Celkem (%)	91 (78.4%)	21 (18.2%)	4 (3.4%)

Tab. 6 Přesnost zavedení šroubů ve skupině nemocných po krátké instrumentaci C1-C2

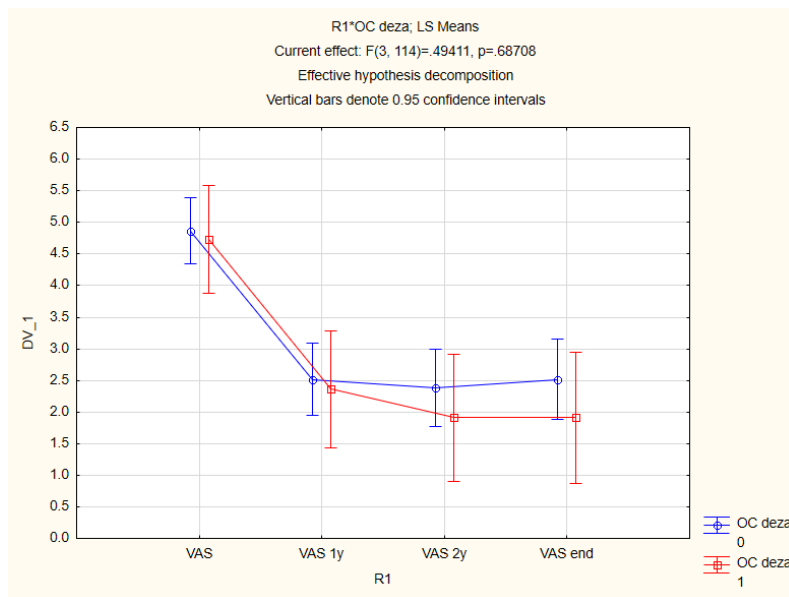
	Bez malpozice	Malpozice ≤ 2 mm	Malpozice > 2 mm	Neinzerované šrouby
C1 vpravo	4	0	0	8
C1 vlevo	3	1	0	8
C2 vpravo	5	3	0	4
C2 vlevo	5	4	0	3
Celkem (%)	17 (68%)	8 (32%)	0	23

Tab. 7 Přesnost zavedení šroubů v C1 a C2 ve skupině pacientů ošetřených O-C stabilizacemi různé délky

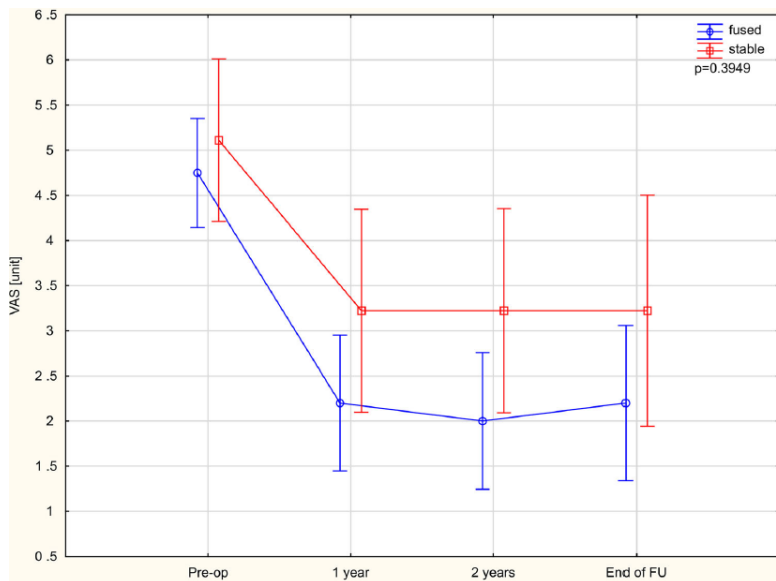
V souvislosti se suboptimálním zavedením šroubu bylo v celé sestavě zjištěno jednou poranění

a. vertebralis, naštěstí bez neurologických konsekvencí. Revize s reinzercí šroubu nebyla indikována u žádného z pacientů.

U žádného z pacientů nedošlo ke zhoršení v neurologickém obraze a funkčním stavu. Ve skupině nemocných ošetřených krátkou stabilizací C1-C2 se jeden nemocný zlepšil z klasifikace Ranawat II o jeden stupeň na Ranawat I. Mezi nemocnými po delší O-C stabilizaci zůstali dva nemocní na úrovni Ranawat III, jeden se pak posunul o stupeň do Ranawat II a jeden z pacientů hodnocených před výkonem Ranawat II se upravil do Ranawat I. V obou skupinách bez rozdílu došlo k významnému ústupu bolesti v oblasti kraniocervikálního přechodu s trvalým poklesem hodnot VAS. Lepšího výsledku bylo dosaženo u nemocných s nálezem dokončené fúze bez ohledu na rozsah výkonu, nicméně i nemocní hodnocení jako radiograficky stabilní zaznamenali významný a trvanlivý pokles na škále VAS a při porovnání obou skupin nebylo možné hovořit o rozdílu statisticky významném. (Graf. 6, 7)



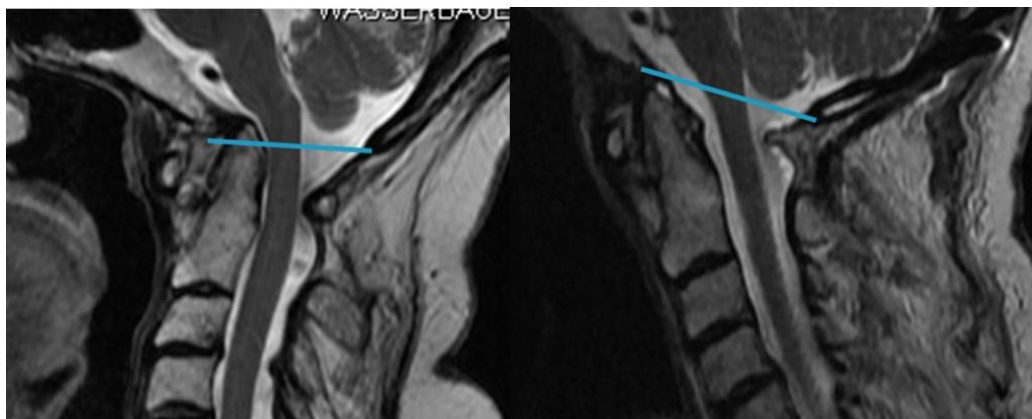
Graf. 6 Průběh změn hodnot VAS v obou skupinách po výkonu a během sledovaného období - modře stabilizace C1-C2, červeně O-C stabilizace



Graf. 7 Průběh změn hodnot VAS před a po výkonu s ohledem na kvalitu kostního spojení, bez ohledu na rozsah výkonu - modře dosažená fúze, červeně dlouhodobě stabilní situace bez přesvědčivé fúze

Lze tedy konstatovat, že naše zkušenost s léčbou revmatického postižení kraniocervikálního přechodu je v souladu s dříve publikovanými skutečnostmi. Tedy, že správná a včasné provedená chirurgická intervence u nemocných představuje bezpečný způsob, který zabrání radiografické progresi nálezu a s tím spojené funkční deterioraci. Nemocní by měli být indikováni k výkonu dříve, než dojde ke kraniální migraci dentu C2, jelikož poté je již obtížné nastolit zcela fyziologické postavení a zajistit dokonalou redukci posunu C1-C2. Stejně tak nemocní s kraniální migrací dentu C2 vykazují vstupně horší funkční obraz, což odpovídá vyššímu Ranawat skóre u těchto nemocných. Revmatoidní artritida představuje jednoznačně rizikový faktor pro přítomnost HRVA, nicméně s určitou zkušeností, lze i v této skupině pacientů považovat zavedení šroubů do C1, C2 „free hand“ technikou, bez spinální navigace, za přijatelně bezpečné. Pro dlouhodobou stabilitu postavení krční páteře v sagitální rovině, je důležité, v jakém postavení obratlů C1 a C2, je stabilizace provedena. Pokud se finální hodnota AAA pohybuje kolem 20°-25°, je riziko zhoršení postavení subaxiální krční páteře se vznikem kyfózy malé. Nejvíce překvapivé pro nás bylo zjištění, že změna geometrie kraniocervikálního přechodu, je po stabilizaci významná, ale nezávislá na rozsahu instrumentace. Tedy, že k nepřímé dekompresi prodloužené míchy při kraniální migraci není nutně nezbytné provedení delší O-C instrumentace, jelikož obdobné úhlové změny CCA lze dosáhnout i krátkou konstrukcí C1-C2. (Obr. 18) V případě, že anatomické poměry dovolují provedení krátké C1-C2 stabilizace, měla by tato být preferována i u nemocných s kraniální migrací dentu C2, a to sice zejména u neurologicky stabilních nemocných. Stabilizace v tomto rozsahu nemocnému

zachová pohyb mezi C0 a C1 a navíc při tomto způsobu ošetření existuje vyšší pravděpodobnost dosažení kvalitního kostního zhojení.



Obr. 18 Magnetická rezonance v T2 váženém obraze v sagitální rovině dokumentující nepřímou dekompresi prodloužené míchy – vlevo před výkonem, vpravo po provedení O-C stabilizace

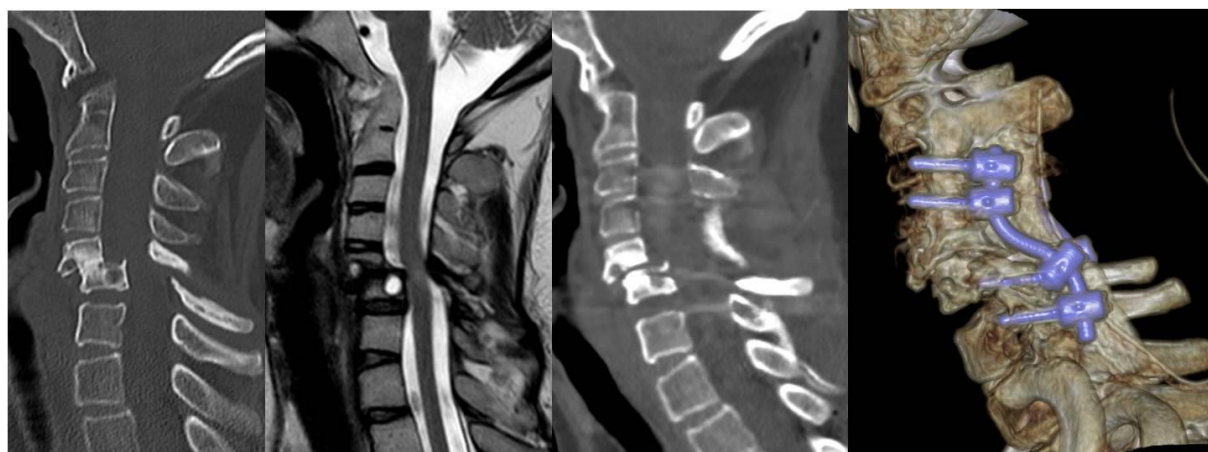
Mezi roky 2008-2018 bylo na našem pracovišti současně operováno celkem 8 nemocných pro revmatickou nestabilitu na subaxiálním úseku krční páteře. Absolutní indikací k výkonu opět představoval progredující neurologický deficit. K preventivnímu ošetření byli indikováni nemocní se známkami radiografické nestability (posun 4 a více mm na bočním rentgenovém snímku krční páteře) a reziduálním průměrem páteřního kanálu pod 12 mm. Standardně byla u každého pacienta provedena MR krční páteře a vyšetření evokovanými potenciály MEP + SSEP. Jednalo se o 6 žen a 2 muže. Průměrný věk nemocných, ve kterém tito podstoupili chirurgickou léčbu byl 42,3 roku (rozpětí 36-63 let). Pacienti byli pro revmatoidní artritidu v momentu chirurgické indikace léčení v průměru 12,3 roku (rozpětí 7-21 let). U žádného z nich nebyl před výkonem zjištěn neurologický deficit ani v rámci elektrofyziologického vyšetření, všichni tak byli vstupně klasifikováni jako Ranawat I. Subjektivní míra bolesti krční páteře byla opět hodnocena pomocí škály VAS.

Přední mikrodiskektomie s repozicí, usazením mezitělové výplně a fixací dlahou byla provedena u dvou pacientů (Obr. 19), výkon vedený pouze ze zadního přístupu s repozicí, dekompresí páteřního kanálu a stabilizací polyaxiálními šrouby inzerovanými do massae laterales a tyčemi byl indikován u dalších dvou pacientů (Obr. 20) a zbylí 3 s komplexnějšími radiografickými nálezy podstoupili výkony kombinované. (Obr. 21)

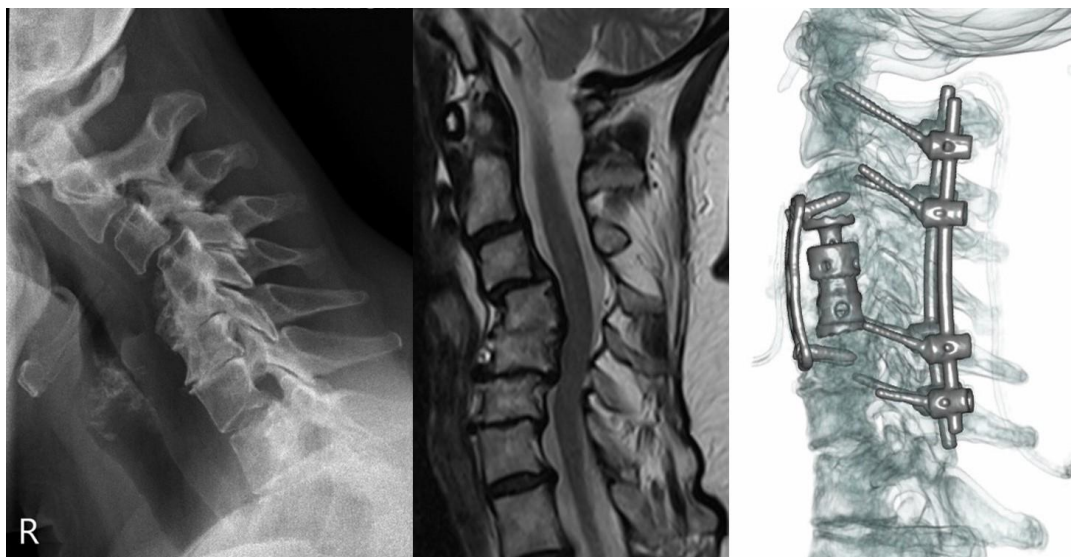


Obr.19 Revmatická subluxace C4/5 s kompresí míchy na nativním rentgenovém snímku v bočné projekci a předoperačním MR krční páteře (první dva snímky), pooperační kontrola 4 roky po výkonu se známkami dokončené spondylodézy na nativním rentgenovém snímku a MR kontrola se stejným odstupem od výkonu potvrzující dobrou dekompresi v C4/5, nicméně se známkami progresse revmatického a degenerativního postižení v ostatních segmentech krční páteře

Operační výkony proběhly nekomplikovaně, nebyl zaznamenán žádný problém s hojením rány. U žádného z nemocných nebylo zaznamenáno zhoršení v neurologickém obraze během pooperačních kontrol 6 týdnů, 6 měsíců, 1 rok, 2 roky po výkonu a ani během dalšího sledování.



Obr.20 Obtížně reponibilní revmatická subluxace C4/5 před operací a po stabilizaci a dekompresi ze zadního přístupu - první dva snímky demonstrují posun se zúžením páteřního kanálu na CT a kompresi míšni na MR v sagitální rovině, druhé dva částečnou repozici na CT v sagitální rovině a 3D CT rekonstrukce výsledného postavení po zavedení instrumentace



Obr. 21 Těžké revmatické postižení subaxiální krční páteře, nestabilní posun C3/4, kyfóza krční páteře se stenózou kanálu a kompresí míchy na nativním rentgenovém snímku a MR v krční páteře v sagitální rovině (první dva snímky), 3D CT rekonstrukce po kombinované dekompresi a stabilizaci v rozsahu C2-C7

3. Specifika chirurgické léčby pacientů léčených pro Ankylozující spondylitidu nebo Difuzní idiopatické skeletální hyperostózy

3.1 Úvod

Axiální spondyloartritida (axSpA) je zánětlivé revmatické onemocnění postihující primárně páteř a její struktury, nevyhýbá se ani periferním kloubům, preferenčně dolních končetin, a entezím. Častá je přítomnost některého z typických mimokloubních příznaků – přední uveitida, psoriáza nebo idiopatický střevní zánět. Pro onemocnění je charakteristická přítomnost HLAB-27 antigenu a negativita autoprotilátek. Onemocnění postihuje přibližně 2-3x krát častěji muže než ženy a první příznaky se zpravidla dostavují kolem 30 roku věku. Prevalence značně kolísá v závislosti na geografické oblasti, vzrůstá směrem severním, a v Evropě se pohybuje kolem 0,5-1,5%.

Onemocnění se typicky projevuje postupně se zhoršujícími bolestmi v dolní oblasti zad, které mají obvykle zánětlivý charakter: probouzejí pacienta v noci, mohou se propagovat do hýždí, jsou spojeny s ranní ztuhlostí a ustupují po rozcvíčení, naopak zhoršují se při delší pasivitě a reagují dobře na užívání NSA. V zásadě rozlišujeme dvě formy nemoci, které mají pravděpodobně stejnou prevalenci. První, tzv. non-radiografická (nr-axSpA), je fází časnou, která ve 12 % případů může přecházet po dvou letech do formy radiografické, tedy ankylozující spondylitidy (AS, Bechtěrevova chroba). Rozdílem mezi těmito dvěma jednotkami je v zásadě nález na nativním rentgenovém snímku. Někdy může být první manifestací nemoci rozvoj periferní artritidy (recidivující hydrops kolenního kloubu) či akutní přední uveitidy (zarudnutí s výraznou bolestivostí a zhoršením vízu postiženého oka).

Základem diagnostiky je komplexní přístup se správně odebranou anamnézou, klinickým vyšetřením, laboratorními testy a dominujícím radiodiagnostickým algoritmem. Diagnózu axiální formy onemocnění lze postavit na chronické bolesti v dolním úseku zad u jedinců mladších 45 let trvající déle než 3 měsíce při splnění:

- 1) zobrazovací větve, která se opírá o průkaz sakroiliitidy na rentgenovém snímku nebo na magnetické rezonanci, a současné přítomnosti alespoň jednoho specifického příznaku nebo
- 2) klinické větve, tedy na základě positivity HLA-B27 antigenu spolu s přítomností dvou specifických příznaků (Tab. 8).

Zobrazovací metodou první volby je nativní rentgenový snímek sakroiliakálního kloubu (SIK). Typickými nálezy u sakroiliitidy jsou změny velikosti ve smyslu rozšíření i zúžení kloubní štěrbiny, eroze, skleróza subchondrální kosti či vytvoření kostních můstků až úplná ankylóza kloubu. Tyto nálezy vznikají po několika letech na základě dlouhodobě probíhajícího zánětu. Pro diagnostiku radiografické formy axSpA musí být přítomny alespoň malé abnormality (lokalizované eroze nebo skleróza) oboustranně, případně již jednoznačné abnormality se změnou šíře kloubní štěrbiny jednostranně. V případě negativního nálezu nebo podezřelých změn na rentgenovém snímku SIK je vhodné pacienta odeslat na MR, která většinou zachytí i časná stádia onemocnění. Typické nálezy na MR svědčící pro sakroiliitidu dělíme na aktivní zánětlivé léze, jakými jsou kostní edém, kapsulitida, synovitida či entezitida, a na léze chronické. Charakteristický kostní edém má podobu ostře ohraničeného hyperintenzního ložiska na STIR sekvenci, u axSpA musí být lokalizovaný striktně periartikulárně a minimálně ve dvou oblastech v rámci jednoho řezu nebo jako jedno ložisko ve dvou po sobě následujících řezech. Mezi chronické strukturální změny patří eroze, tuková metaplázie nebo skleróza. Charakteristickým a značně pokročilým nálezem je přítomnost syndesmofytů na páteři, které mohou vést k úplnému přemostění se ztrátou flexibility páteře a vzniku tzv. „bambusové páteře“. V laboratorním obraze jsou přibližně u 2/3 pacientů zvýšené parametry zánětu a antigen HLA-B27 přítomen u 60-95% pacientů.

<i>Zánětlivá bolest zad</i>	<i>Artritida</i>
<i>Entezitida</i>	<i>Uveitida</i>
<i>Daktylitida</i>	<i>Psoriáza</i>
<i>Idiopatický střevní zánět</i>	<i>Dobrá odpověď na NSA</i>
<i>Rodinná anamnéza</i>	<i>HLA-B27 antigen</i>
<i>Zvýšený C-reaktivní protein</i>	

Tab. 8 Klinické příznaky ASAS klasifikačních kritérií pro axSpA

Základem léčby je kombinace nefarmakologických a farmakologických postupů. K nefarmakologickým doporučením patří edukace pacienta ohledně nutnosti každodenního cvičení a vyhýbání se kouření, svoji důležitou roli má rehabilitační a lázeňská léčba. První linie farmakologické léčby představuje kontinuální užívání NSA, při trvalých potížích v maximální denní dávce, jinak lze doporučit pouze dle potřeby. Při selhání tohoto postupu se ve druhé linii

využívá biologické léčby, a to konkrétně blokátorů TNF nebo IL-17. Standardní chorobu modifikující léčiva, která známe kupříkladu z terapie revmatoidní artritidy (metotrexát, sulfasalazin, atp.) či systémové glukokortikoidy postrádají u axiálního postižení dostatečnou účinnost. Rizikovými faktory z hlediska rychlejší progresy onemocnění AS jsou mužské pohlaví, kouření, fyzicky náročná práce, dlouhodobě zvýšené zánětlivé parametry. Při časném zahájení léčby je však prognóza onemocnění dobrá. U pacientů se zvýšenými zánětlivými markery a rozsáhlým kostním edémem na MR se prokázal významný klinický i laboratorní efekt biologické léčby. Dlouhodobě aktivní, a nebo neléčená AS, však může vést k výraznému snížení hybnosti páteře vedoucí ke zhoršení sebeobsluhy pacienta, vzniku kyfotických deformit. Onemocnění má rovněž za následek zhoršení kostní kvality a predisponuje nemocné k specifickým typům zlomenin. ⁽⁸⁹⁾

Difuzní idiopatická skeletální hyperostóza (DISH, Forestierova choroba) je chronické nezápětivé systémové onemocnění skeletu nejasné etiologie, jehož charakteristikou je kostní novotvorba v oblasti páteřních ligament, entezi a oblasti úponů šlach ke kostem. Onemocnění se vyskytuje nad 50 let u 25 % mužů 15 % žen. Výskyt před 40. rokem je minimální. Nejčastějším projevem jsou bolesti zad vznikající na podkladě místního metaplastického ztvápnatění intersticia ve vmezeřeném řídkém vazivu mezi ligamentum longitudinale anterius a tělem obratle, což vede až ke vzniku mohutných splývajících obratlových přemostění. Periferní postižení vzniká z osifikace úponů šlach, vazů a kloubních pouzder. Přestože je etiopatogeneze onemocnění stále nejasná, ukazuje se v tomto směru na částečný vliv mechanických faktorů, stravovacích návyků, léčiv a metabolismu. Typickými obtížemi jsou bolesti a ztuhlost v postižených oblastech páteře. Bolesti zad jsou provázené postupným omezením hybnosti a ztuhlostí po ránu i ve večerních hodinách a nejčastěji jsou lokalizovány do oblasti hrudní páteře (40-80%). Obtíže přicházejí v klidu při odpočinku, ale i se změnami počasí, což může někdy evokovat postižení páteře při osteoartróze. Onemocnění může probíhat i zcela asymptomaticky a k jeho diagnostice může dojít náhodně při rentgenovém snímání hrudníku. Vzácně dochází k hyperostotickému přemostění všech obratlů, spíše ale vidáme segmentální postižení s omezeným rozvíjením páteře v postižené oblasti. U většiny pacientů dochází pouze k pravostrannému přemostění hrudní páteře, vzhledem k levostrannému uložení hrudní aorty. DISH může stát za vznikem radikulárních syndromů vázaných na pohyb, vzácně může dojít k dysfagii, chrapotu, stridoru či projekci bolestí na přední stěnu hrudníku imitujících akutní koronární syndrom. Velmi vzácným postižením v evropské populaci je osifikace zadního podélného ligamenta, na základě které může vzniknout řada neurologických

komplikací (např. cervikální myelopatie). V periferních lokalizacích mohou být občas hmatné kostní apozice, typickými projevy jsou však entezopatické bolesti, které vznikají na podkladě zánětlivé iritace nebo při přetížení. Typickými lokalitami periferního postižení jsou oblasti pat, kolen, loktů a pánve. Postižení periferie je poměrně časté, nicméně pouze vzácně se vyskytuje bez postižení axiálního skeletu. Pacienti mohou mít částečně či plně vyjádřený metabolický syndrom (obezita, hypertenze, hypercholesterolemie, diabetes mellitus) či hyperurikémii. Pomýšlet na tuto diagnózu bychom měli, pokud při klinickém vyšetření najdeme omezení hybnosti páteře (zejména v hrudním úseku), kde následně při rentgenovém vyšetření vidíme lineární kalcifikace a osifikace podél anterolaterálních úseků obratlových těl, které přemostují obratlové disky. Palpačně můžeme na periférii vyhmatat kostní apozice, časté bývají recidivující tendinitidy Achillovy šlachy či recidivující ramenní burzitidy. Diagnóza je pak stanovena na základě splnění Resnickových klasifikačních kritérií (tab. 9). Pro diagnózu DISH hovoří i laboratorní metabolické abnormality (hyperglykémie, hypercholesterolemie, hyperurikémie) a normální reaktanty akutní fáze.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Kalcifikace a osifikace okrajů 4 následujících obratlových těl- Zachování výšky meziobratlových prostorů- Chybění ankylozy SIK a erozí/ sklerózy SIK |
|--|

Tab. 9 Resnickova diagnostická kritéria DISH

Nejčastější diagnózou, se kterou se DISH zaměňuje, je ankylozující spondylitida, při které dochází rovněž k vytváření můstků mezi obratli, ty však vznikají na podkladě rostoucích syndesmofytů, a proto mají charakter spíše úzkých, vertikálně orientovaných osifikací. Někdy je odlišení nejednoduché. Pro DISH není charakteristická zánětlivá bolest zad a první manifestace se zpravidla dostavují ve vyšším věku. Druhou diagnózou, která může být zaměnitelná s DISH je deformační spondylóza, která patří k jednomu z nejčastějších postižení páteře. Změny na obratlích se mohou podobat DISH zejména v hrudním a bederním úseku, nicméně tyto neobsahují postižení předního podélného ligamentu.

Kauzální léčba dosud neexistuje, základem je léčba symptomatická, používají se analgetika a NSA. U periferního postižení lze využít lokálních glukokortikoidů. Doporučovány jsou i rehabilitační techniky k zachování hybnosti páteře. K ovlivnění ztuhlosti se využívá tepla, ultrazvuku, elektroléčby a pravidelného pohybu. Důraz se klade na prevenci vzniku obezity, dny, léčbu hypertenze a dodržování životosprávy. Dlouhodobá prognóza nemoci u pacientů

s DISH je poměrně příznivá, i když oproti zdravé populaci ve stejném věku může dojít ke zhoršení hybnosti a fyzické kondice. U velké spousty pacientů zůstává choroba asymptomatická a pouze minimum pacientů trpí komplikacemi typu komprese nervových elementů či fraktur, které se v ankylotických úsecích chovají podobně jako zlomeniny u nemocných s AS. ⁽⁹⁰⁾

3.2 Anatomie a biomechanika thorakolumbální (Th-L) páteře a sakroiliakálního kloubu

Hrudní páteř se skládá z dvanácti obratlů a odpovídajících meziobratlových plotének je nejdelším a zároveň pro relativně pevné spojení s hrudníkem nejméně pohyblivým úsekem páteře. Kyfotická hrudní křivka souvisí s geometrií obratlových těl i plotének. Horní hrudní obratle jsou tvarovými charakteristikami podobné obratlům na subaxiální krční páteři a dolní hrudní obratle mají některé charakteristiky obratlů bederních. Obratlová těla mají hrubě cylindrický tvar, na předních a bočních hranách konkávní. Jejich výška postupně narůstá od prvního hrudního obratle kaudálním směrem. Specifickým rysem je přítomnost kloubních plošek pro spojení s žebry. Kloubní plochy horní a střední hrudní páteře mají orientaci shodnou s kloubními ploškami subaxiální krční páteře neumožňující přední translaci. Od Th9 dochází ke změně jejich orientace, tak že jsou postaveny více sagitálně, umožňují tedy více předozadní translaci, ale více kontrolují pohyby rotační. Meziobratlové ploténky jsou nižší než v oblasti krční a bederní páteře.

Lordotická bederní křivka je tvořena pěti obratli. Dlouhá ligamenta (ligamentum longitudinale posterior et anterior) jsou v oblasti hrudní páteře silnější než v ostatních úsecích páteře, krátká (ligamentum flavum, interspinosum) se nijak neliší od těch v ostatních částech páteře. Těla bederních obratlů mají ledvinovitý tvar, po stranách lehce konkávní. Tělo obratle L5 je ventrálně vyšší než vzadu, a proto přechod v kost křížovou vytváří vpředu charakteristické zalomení (promontorium). Kloubní výběžky jsou u bederních obratlů vysoké a silné, orientovány vertikálně v různém úhlu postavení k sagitální a frontální rovině. Os sakrum představuje kostěnou klínovitou strukturu, vytvořenou srůstem pěti sakrálních obratlů, která je nejen součástí páteře, ale také pánevního kruhu. Dále je přes synchondrózu připojena kostrč. Bederní páteř je nejvíce zatíženou částí páteře, rozsahem pohybu zaostává za páteří krční, ale na druhé straně nese značnou část hmotnosti trupu, čemuž odpovídá tvar a mohutnost jednotlivých struktur. Rozsah pohybu do anteflexe, retroflexe, lateroflexe a rotace určuje nejen

tvár a orientace kloubních plošek, ale i šířka meziobratlové ploténky, která narůstá kaudálním směrem. Takže maximální rozsah pohybu na tomto úseku páteře vykazují segmenty L4-S1. Centrum rotace v sagitální rovině, tedy pro anteflexi a retroflexi je uloženo uvnitř meziobratlové ploténky. Rozsah pohybu v sagitální rovině je obdobný v L4/5 i L5/S1 a činí 20°-25°. Ventrální posun při flexi/extenzi je za fyziologických okolností minimální. Lateroflexe je spojena s kontralaterální rotací a závisí tak na stupni lordózy. Jde o pohyb kombinovaný ve frontální a horizontální rovině. Stupeň rotace je v segmentech bederní páteře minimální, každý kloub umožňuje pohyb v horizontální rovině 3-5°. Pohyblivost páteře závisí nejen na souhře facetových kloubů a meziobratlových plotének, ale také na okolních měkkých tkáních, zejména ligamentózním aparátu páteře a pánve.

Sakroiliakální kloub vykonává souhyby nutné pro správnou funkci osového skeletu, z tohoto důvodu je kladen důraz na dostatečnou pevnost nutnou k přenášení váhy trupu na pánevní pletenec a dolní končetiny. Skloubení mezi os sakrum a os ilium je poměrně tuhé, samotné kloubní pouzdro je krátké a silné a upíná se těsně při okrajích kloubních ploch. Přední část kloubu je chrupavčitá oproti zadní části, která je ligamentózní. Kloub patří mezi skupinu plochých kloubů s omezenou hybností. Důležitá je přítomnost četných vazů v okolí napomáhajících pohybu (lig. sacrospinale, sacrotuberale, iliolumbale a ligg. sacroiliaca). Udává se, že přední část kloubu je inervována ze sakrálního plexu a zadní část ze spinálních nervů.

SIK je zvláštním kloubem v tom smyslu, že neexistuje přímé svalové spojení mezi sakrem a iliem, stabilizační funkci plní vazy a svaly upínající se do specifických aponeuróz a dalších vazů. Funkcí SIK je vytvoření jakéhosi mezičlánku mezi páteří a dolními končetinami, dále zaujímá funkci podpůrnou a také funkci tlumící neboli nárazníkovou. Svým zakřivením napomáhá k posunu těžiště nad kyčelními klouby, což usnadňuje udržení rovnováhy a pohyb vpřed. Přes svou minimální pohyblivost vykonává i pohyby nutační (pohyb předozadní kolem horizontální osy v sagitální rovině), rotační (v longitudinálních osách) a křídlový (kolmo k nutačnímu pohybu).⁽⁹¹⁾

3.3 Zlomeniny páteře při ankylozujících onemocněních

V porovnání s běžnou populací existuje několik důvodů existence zvýšeného rizika vzniku nestabilní zlomeniny u pacientů s ankylozujícími onemocněními. Jedná se zejména o onemocněním progredující patologickou remodelaci páteře, kdy narůstá její rigidita, omezují se intersegmentální mobilita, progreduje kyfotické postavení páteře, za což je odpovědná

poostupující ektopické osifikace páteře a zároveň dochází ke zhoršování kvality kostní hmoty s rozvojem osteopenie. Již německý anatom a chirurg Wolff v na konci devatenáctého století popsal obecné principy remodelace kostní hmoty v souvislosti s působením zevních sil. Pokud je kost zatěžována, dochází k její postupné přestavbě ve směru půdsobící síly, jako odpověď této síle odolávat. Naopak, pokud není kostní hmota takto stimulována, dochází ke zhoršování její kvality, rozvoji osteopenie. Osteoproliferativní proces probíhající u ankylotizujících onemocnění vede k osifikaci paravertebrálních ligament, tuhnutí páteře a zároveň i vyřazení jednotlivých obratlů postiženého úseku z fyziologického zatížení. V momentě, kdy přestane být obratel stimulován, zejména axiální zátěží, dochází k redukci trámčiny kostní dřevě a výsledkem jsou duté obratle, které jsou dramaticky křehčí než je tomu u běžné populace, jelikož zejména přední a zadní kortikális postižených obratlů jsou výrazně přetíženy. Takto změněná struktura páteře není schopna adekvátně neutralizovat síly na ni působící i během nízkoenergetických úrazových dějů.^(92,93) I samotná kyfotická deformita se podílí na změně distribuce sil působících na páteř, čímž opět navyšuje nebezpečí zlomeniny. Navíc je prokázáno, že fixovaná kyfotická deformita, zejména pokud je redukována schopnost vertikálního pohledu postiženého, ovlivňuje jeho posturální stabilitu a predisponuje k pádům.⁽⁹⁴⁾ Stejně tak není postižení omezeno jen na samotné kostní elementy páteře. Vzhledem k minimální facilitaci aktivitou při ankyloze páteře, dochází i v paravertebrálních svalech ke specifickým změnám. Dochází ke snížení svalové síly a redukci počtu proprioreceptorů, což opět pro postiženého dělá z banálního pádu vysoce rizikový úrazový děj. Výsledkem popsáných procesů a změn je skutečnost, že u nemocných s ankylozujícím onemocněním páteře je až 10x vyšší riziko vzniku zlomeniny. Celoživotní incidence vzniku zlomeniny je u nemocných s AS udávána v rozmezí 5-15%, většinou se jedná o zlomeniny hyperextenční. Většina fraktur je vysoce nestabilní a jejich mechanické charakteristiky se blíží zlomeninám dlouhých kostí. Z těchto důvodů je přítomen neurologický deficit až u 2/3 fraktur u nemocných léšených pro AS.⁽⁹⁵⁾

3.4 Diagnostika

Vzhledem k běžně nízkoenergetickému mechanismu vzniku poranění, bývají vyšetření založená pouze na anamnestických údajích, fyzikálním a neurologickým vyšetření u této skupiny nemocných inkonzistentní. Existence zlomeniny nebývá zjištěna během prvních 24 hodin od prvního vyšetření po úrazu páteře až u 10% nemocných s DISH a 37% s AS.⁽⁹⁶⁾ Ke každému pacientu s diagnózou DISH a AS by tedy mělo být přistupováno jako k nemocnému

s poraněnou páteří, dokud se toto dalšími, zejména grafickými vyšetřeními, jednoznačně nevyloučí. Nemocný by tedy měl být po úrazu vybaven a transportován podle standardních zásad péče o nemocného s poraněním páteře, včetně nasazení ortotických pomůcek, jako jsou pevný krční límec, ortézy typu TLSO, vakuová matrace apod.

Základním radiografickým vyšetřením, které je logicky nejdostupnějším, zejména v ambulantní praxi, při vyšetření nemocného po banálním mízkoenergetickém poranění (pádu na rovině apod.), jsou nativní rentgenové snímky v předozadní a bočné projekci. Nicméně, hyperextenční poranění může být na tomto vyšetření snadno přehlédnuto, navíc u více než poloviny poraněných s AS se zlomenina může nacházet v oblasti cervikothorakálního přechodu. Navíc v 6-8% případů se vyskytují zlomeniny vícečetné.

U nemocných s DISH a AS je v případě zjištěného relevantního úrazového děje vyšetřením první volby celotělové CT. Počítačová tomografie je vysoce senzitivním vyšetřením pro potvrzení či vyloučení poranění kostních elementů a umožňuje optimálně naplánovat případnou chirurgickou intervenci a její rozsah. Magnetická rezonance, pokud je její provedení technicky možné vzhledem k přítomné kyfotické deformitě, pomůže objasnit stav závěsného aparátu páteře, ale i např. zhodnotit stáří, okultní, dříve nediodagnostikované zlomeniny. V případě prezenze neurologického deficitu i při minimálním poranění skeletu, představuje tato mandatorní zobrazovací vyšetření pro posouzení intraspínálního nálezu, kdy u nemocných s AS existuje, v porovnání s běžnou populací, významně vyšší riziko vzniku poúrazového epidurálního krvácení.^(97,98)

Zlomeniny páteře u ankylozujících onemocnění bývají klasifikovány různě. Caron et al. je rozdělovali do 4 skupin podle toho zda lomná linie prochází meziobratlovou ploténkou nebo tělem obratle, a jestli dále postihuje či nepostihuje zadní elementy.⁽⁹⁶⁾ Nicméně, v současné době je asi nejlépe používat AOSpine klasifikace pro poranění subaxiální a thorakolumbální páteře. Klasifikace rozlišuje tři základní skupiny poranění – kompresivní zlomeniny (typ A0-A4), zlomeniny s poraněním závěsného aparátu (typ B1-B3) a dislokované zlomeniny (typ C). Klasifikace rovněž obsahuje parametr hodnocení neurologického obrazu (N0-N4, NX), jsou vloženy i specifické modifikátory (M1-M2) a pro subaxiální krční páteř i hodnocení poranění intervertebrálních kloubů (F1-F4).⁽⁹⁹⁾ Kepler et al. publikovali thorakolumbální AOSpine Injury skóre (TL AOSIS), kdy bylo každé kategorii v rámci AOSpine klasifikaci přiděleno bodové ohodnocení.⁽¹⁰⁰⁾ Po přiřazení bodů TL AOSIS jednotlivým typům zlomenin na podkladě řady studií vyplynulo, že bodový úhrn 3 a méně jasně splňuje podmínky

pro postup konzervativní, více než 5 představuje jasnou indikaci k chirurgické stabilizaci a pro bodový úhrn 4-5 lze zvažovat konzervativní i chirurgickou léčbu. (Tab. 10)

Morfologický typ poranění	Popis	Bodové ohodnocení
Typ A kompresivní zlomeniny		
A0	<i>Minimální poranění, zlomenina příčného výběžku apod.</i>	0
A1	<i>Klínovitá zlomenina, postižena horní krycí deska obratle</i>	1
A2	<i>Příčná zlomenina obratle přes obě krycí desky, zadní hrana obratle je intaktní</i>	2
A3	<i>Nekompletní tříštivá zlomenina, poraněna jen jedna krycí deska obratle</i>	3
A4	<i>Kompletní tříštivá zlomenina, poraněny obě krycí desky obratle</i>	5
Typ B s poraněním závěsného aparátu		
B1	<i>Monosegmentální čistě kostí probíhající poranění zadního závěsného aparátu</i>	5
B2	<i>Kostně vazivové poranění zadního závěsného, může být sdruženo s typem A</i>	6
B3	<i>Poranění předního závěsného aparátu mechanismem hyperextenze</i>	7
Typ C dislokované zlomeniny	<i>Dislokace zlomené páteře libovolným směrem včetně totace, často existuje spolu se zlomeninami typu A a B</i>	8
Neurologický obraz		
N0	<i>bez neurologické léze</i>	0
N1	<i>přechodný neurologický deficit</i>	1
N2	<i>přetrvávající kořenová iritace</i>	2
N3	<i>nekompletní míšňí léze nebo syndrom kaudy</i>	4
N4	<i>kompletní míšňí léze</i>	4
NX	<i>neurologický obraz není možné získat</i>	3
Specifické modifikátory		
M1	<i>je přiřazen ke zlomeninám klasifikovaným jako typ A, kdy nelze vyloučit poranění zadního závěsného aparátu</i>	1
M2	<i>přítomnost komorbidit, která může interferovat s léčením poranění (ankylozující spondylitida, polytraumatizovaný pacient apod.)</i>	0

Tab.10 AOSpine klasifikace pro poranění thorakolumbální páteře s přiřazenými hodnotami TL AOSIS pro posouzení míry nestability poranění

3.5 Konzervativní léčba zlomenin pacientů s ankylozujícím onemocněním páteře

Ke konzervativní léčbě jsou v případě zlomenin u ankylozujících onemocnění indikovány především polymorbidní nemocní kontraindikovaní k výkonu v celkové anestézii. Jak plyne s AOSpine klasifikací, lze tento postup indikovat u pacientů se zlomeninami typu A.

Nicméně, vzhledem k výše popsaným specifickým patologickým procesům se u těchto nemocných ve velké většině jedná o zlomeniny typu B či C, kdy je chirurgická stabilizace jednoznačně preferovaným způsobem ošetření nemocných. Pokud je nemocný s tímto typem zlomeniny léčen konzervativně, je nezbytná okamžitá imobilizace a nasazení adekvátní protetické pomůcky v závislosti na lokalizaci poranění - halo vesta, pevný krční límec, TLSO ortéza apod. Vzhledem k vysokému riziku selhání léčby, dislokaci zlomeniny s neurologickou lézí, je pak nezbytné velmi pečlivé sledování nemocného s opakovanými grafickými kontrolami. Navíc je třeba vzít v úvahu i to, že kromě vysoké nestability poranění ankylotické páteře, je pro léčbu s pomocí protetických pomůcek limitující i vlastní kyfotická deformita. Riziko infekce či vytržení pinů při léčbě v halo vestě je ještě vyšší než v běžné populaci. Případná léčba klidovým režimem na lůžku je spojena s vysokým rizikem respirační insuficience a plicními komplikacemi s možnými fatálními výsledky.⁽¹⁰¹⁾ Za vše mluví práce publikovaná Caronem et al., kteří analyzovali výsledky léčby 122 zlomenin u 112 nemocných léčených pro AS. Operováno bylo 67% nemocných a celková mortalita v souboru byla vysoká - 32% nemocných. Zásadním zjištěním ovšem bylo, že zemřelo 52% nemocných řešených konzervativně a „pouze“ 23% operovaných.⁽⁹⁶⁾



Obr.22 Konzervativně řešená fraktura C6/7 typu B1 dle AOSpine klasifikace při AS měsíc, dva a se známkami zhojení čtyři měsíce po poranění na sagirálních rekonstrukcích CT krční páteře

Je tedy evidentní, že konzervativní léčba pacientů s ankylozujícím onemocněním je možná. Určitě však není doporučení hodná. Zůstává tak suboptimální alternativou k chirurgické stabilizaci v případech, kdy nelze chirurgický výkon ze závažných důvodů provést a je třeba v těchto počítat i s horším klinickým i grafickým výsledkem léčby.

Za posledních deset let máme pouze jednoho nemocného, který byl odléčen konzervativně pro nestabilní frakturu obratle při AS. Jednalo se o 63 letého muže s opominutou

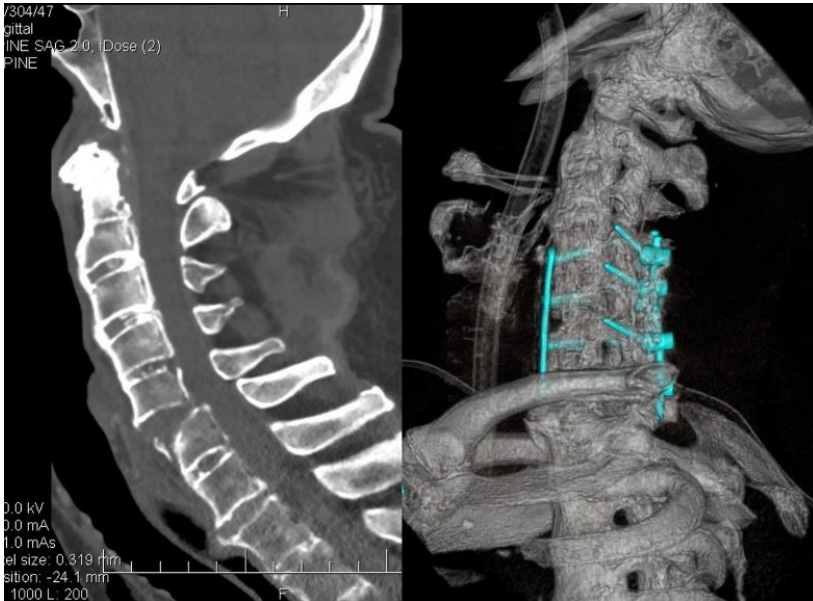
zlomeninou C6/7 typu B1. Nemocný byl po banálním pádu vyšetřen praktickým lékařem a byl proveden rentegenový snímek krční páteře, kde nebyla poúrazová změna patrná. Pro trvajících bolesti v oblasti cervikothorakálního přechodu bylo nemocnému řádově měsíc po úrazu doplněno CT krční páteře s nálezem typické intraoseální zlomeniny C6/7 typu B1. V rámci vyšetření v neurochirurgické ambulanci byla doporučena stabilizace zlomeniny, kterou nemocný i přes sdělená rizika vážných neurologických konsekvencí odmítl. Nemocnému byl přidělen pevný krční límec typu Philadelphia a následně byly každých 14 dnů provedeny nativní rentegenové snímky krční páteře a CT kontrola jednou měsíčně po dobu 3 měsíců. Při kontrole 3 měsíce po diagnostikování zlomeniny, tedy 4 měsíce po úrazu, bylo na CT kontrolním vyšetření potvrzeno kostní přemostění lomné linie. (Obr. 22) Jakkoliv v popsaném případě bylo konzervativním postupem dosaženo velmi dobrého klinického i grafického výsledku, nepovažujeme tento postup za následování hodný. Riziko dislokace s těžkým neurologickým postižením je u tohoto typu poranění vysoké a jeho vědomé akceptování po dobu několika měsíců terapie ortézou považujeme za vysoce problematické.

3.6 Chirurgická léčba zlomenin pacientů s ankylozujícím onemocněním páteře

K chirurgické terapii jsou indikováni všichni nemocní léčení pro AS či DISH s poúrazovým neurologickým deficitem a nestabilním typem zlomeniny. Historicky se poněkud liší chirurgický přístup k ošetření poranění krční a thorakolumbální páteře, případně zlomenin v oblasti sakra u ankylozujících onemocnění. Westerveld et al. zjistili v analyzované sestavě, že 77,7% všech zlomenin u AS je lokalizováno v oblasti subaxiální krční páteře, zejména v její spodní části.⁽¹⁰²⁾ Později publikované studie udávají tuto lokaci u řádově 50% nemocných. Např. Kurucan et al. publikovali v roce 2018 výsledky národní analýzy 961 pacientů s AS operovaných pro nestabilní zlomeninu mezi lety 2003-2014. V této sestavě byla subaxiální krční páteř poraněna v 47,4%, hrudní páteř v 37,5%, bederní páteř 13,7% a sakrum v 1,5% případů.⁽¹⁰³⁾

Pro nestabilní fraktury v oblasti subaxiální krční páteře typu B a C podle AOSpine klasifikace je tradičně doporučována kombinovaná instrumentovaná spondylodéza. Z předního přístupu naložená dlaha vyžaduje fixaci úhlově stabilními šrouby zavedenými v ideálním případě bikortikálně. Zadní instrumentace pak předpokládá provedení dlouhé fixace minimálně

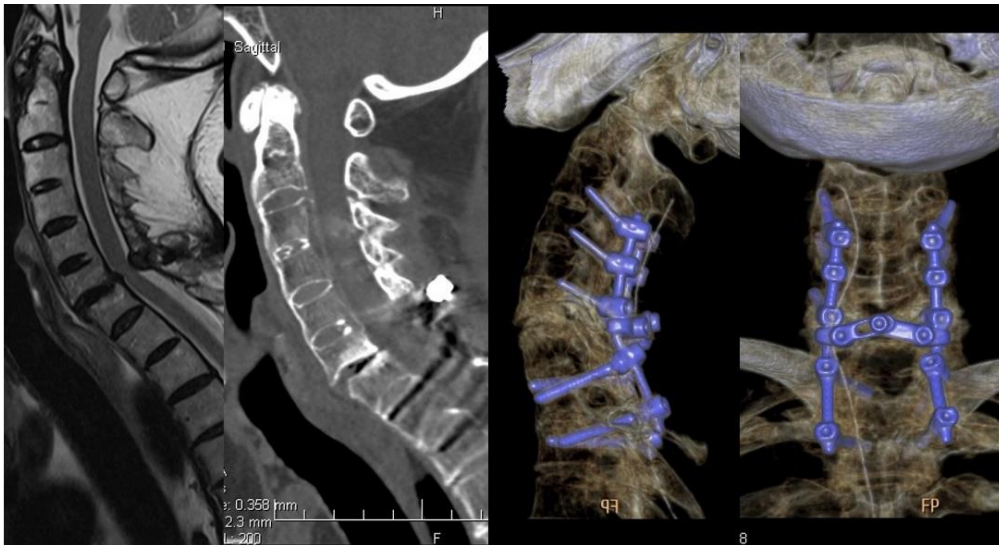
2 a lépe 3 segmenty nad a pod místem lomné linie s využitím šroubů inzerovaných do massae laterales či transpedikulárně v závislosti na zkušenostech a vybavenosti pracoviště.⁽¹⁰⁴⁾ Nicméně, kombinovaný přístup je spojen s vyšším výskytem komplikací plynoucí z komplexní operace ze dvou přístupů v jedné či dvou dobách. (Obr. 23)



Obr. 23 Hyperextenční zlomenina C5/6 typu B3 dle AOSpine klasifikace ošetřená kombinovanou stabilizací

V současné době je tedy doporučeným způsobem ošetření, výkon kombinovaný nebo zavedení pouze zadní dlouhé instrumentace. (Obr.24,25) Samostatný přední výkon je, vzhledem k povaze onemocnění s nízkou kvalitou kostní hmoty, spojen s vyšším rizikem selhání instrumentace.⁽¹⁰⁵⁾ V případě těžké kyfotické deformity může navíc sama křivka interferovat s možností zavedení přední dlahy.

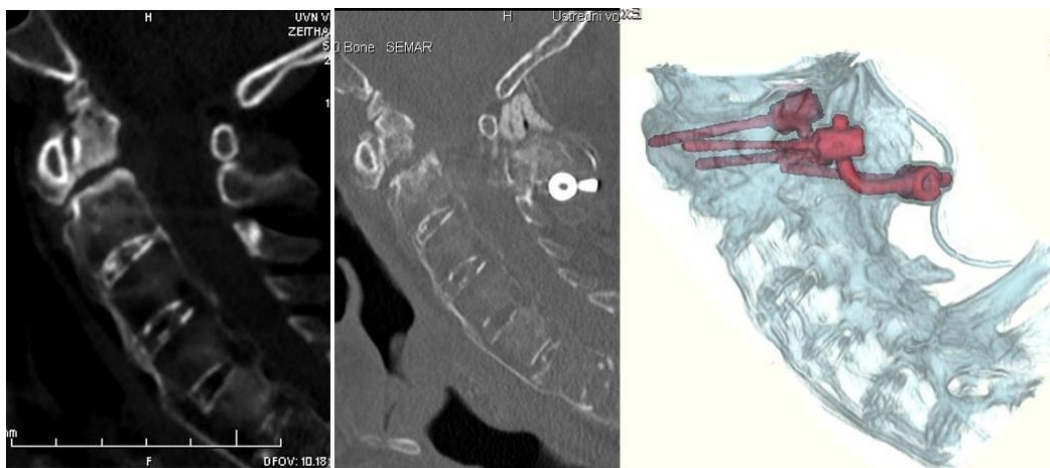
Vzácněji se lze u pacientů s AS setkat i se zlomeninami v oblasti kraniocervikálního přechodu, zde je pak jednoznačně preferován zadní přístup. (Obr. 26)



Obr. 24 MR zobrazení přehlédnuté zlomeniny C6/7 při AS manifestující se pakloubem s míšní kompresí a paraparesou DKK ošetřená zadní instrumentací s příčným konektorem na CT a 3D CT rekonstrukci



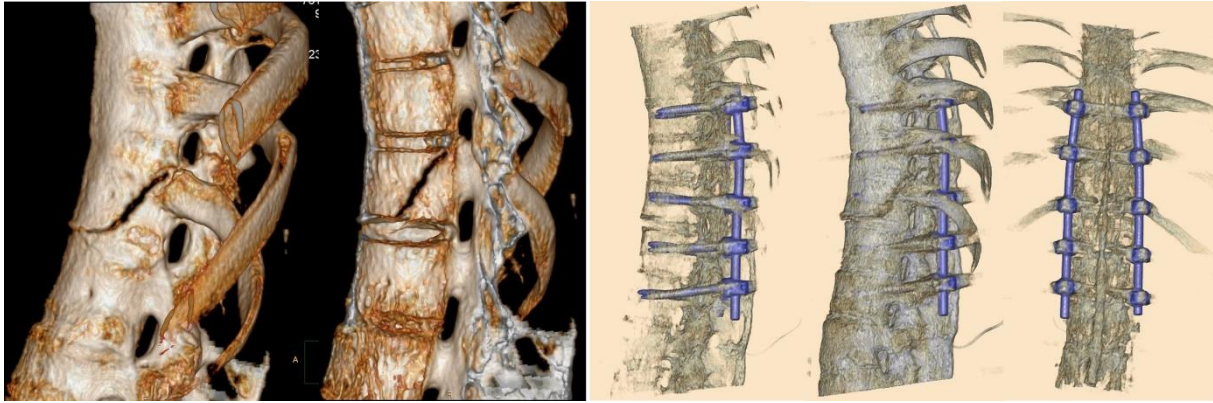
Obr. 25 Dislokovaná zlomenina s roztržením C7 typu C na CT sagitální rekonstrukci, pooperační CT kontrola v sagitální rekonstrukci a pooperační nativní rentgenový snímek znázorňující dlouhou konstrukci založenou na šroubech zavedených do massae laterales v oblasti subaxiální krční páteře a transpedikulárních šroubech zavedených v horní části hrudní páteře



Obr. 26 Zlomenina zubu C2 na CT sagitální rekonstrukci a její ošetření zadní stabilizací C1-C2, pooperační kontrola v CT sagitální a 3D CT rekonstrukci

V oblasti thorakolumbální páteře bývá zlomenina v hrudním úseku častější u nemocných s DISH, zatímco oblast bederní páteře je častěji poraněna u nemocných s AS. U pacientů s DISH typicky prochází lomná line tělem obratle a poranění současně v oblasti disku a obratlového těla je charakteristické pro nemocné léčené s AS.⁽¹⁰²⁾ Typickou zlomeninou pro AS je hyperextenční fraktura typu B3, ale běžně se setkáváme i s ostatními typy zlomenin ze skupiny B a C. Vzhledem k vysoké nestabilitě poranění je rovněž přítomnost neurologického deficitu u nemocných vysoká. Koexistence ankylozující onemocnění zvyšuje riziko poranění míchy, nervových kořenů, traumatického edemu míchy nebo vzniku epidurálního hematomu 11x v porovnání s běžnou populací.⁽¹⁰⁶⁾ Caron et al. zjistili neurologický deficit 33%, 23% a 33% pacientů s poraněním hrudní páteře, thorakolumbálního přechodu, respektive bederní páteře.⁽⁹⁶⁾ Sekundární neurologický deficit s v souvislosti s poddiagnostikováním poranění v těchto oblastech či vinou neodborné poúrazové manipulace se udává až v 15% poranění.⁽¹⁰⁷⁾

U dislokovaných fraktur je nezbytné pacienta velmi obezřetně polohovat na operačním stole, často je možné samotnou polohou redukovat dislokaci a obnovit anatomicky správné postavení páteře. V případě nedislokovaných zlomenin, či zlomenin reponovatelných bez významného defektu předního sloupce preferuje většina autorů stabilizaci ze zadního přístupu s využitím transpedikulárních šroubů a tyčí. Vzhledem vysokému mechanickému stresu v místě lomné linie je u pacientů s AS a DISH všeobecně doporučováno provedení dlouhé stabilizace 2-3 obratle nad a pod zlomeninou. (Obr. 27) I tak lze nalézt uvolnění a migraci zavedených šroubů až v 15% případů.^(96, 108) Nověji publikovaná data ukazují, že prevalence



Obr. 27 Zlomenina Th12 při AS typ B1 ošetřená dlouhou stabilizací Th10-L2 dokumentovaná na 3D CT rekonstrukcích

osteoporózy je pravděpodobně významně nižší, než se u těchto pacientů původně předpokládalo, hovoříme řádově o 25%. Tento problém lze řešit, jak využitím delších konstrukcí s použitím více transpedikulárních šroubů, tak jejich případovou augmentací kostním cementem. V odborné literatuře se lze již setkat i s řadou publikací, kdy byli pacienti s ankylozujícími onemocněním ošetřeni s dobrým dlouhodobým efektem perkutánně zavedenými transpedikulárními šrouby. (Obr. 28) Atraktivitu těchto technik ještě zvyšuje skutečnost, že DISH se týká zejména starších nemocných a AS představuje systémové onemocnění, tedy v obou případech lze nalézt významnou komorbiditu, která zvyšuje riziko chirurgické léčby a zhoršují vyhlídky na nekomplikované zhojení operační rány.



Obr. 28 Fraktura L1 typu B3 u 83 letého polymorbidního pacienta léčeného pro AS ošetřená po částečné repozici perkutánní stabilizací v rozsahu Th11-L3

Jedněmi z prvních, kteří provedli zavřenou repozici a perkutánní stabilizaci zlomeniny thorakolumbální páteře byli Krüger et al., kteří konstatovali, že tato technika má potenciál redukovat výskyt komplikací v této skupině, z pohledu chirurga rizikových pacientů.⁽¹⁰⁹⁾ Obdobně použili Nayak et al. perkutánní techniku k ošetření nestabilních hyperextenčních fraktur u 9 pacientů s AS a 2 s DISH. Jednalo se o polymorbidní nemocné s průměrným věkem 77 let. Ve všech případech bylo dosaženo dobrého kostního zhojení a nedošlo k žádnému selhání instrumentace, které by vyžadovalo další chirurgický výkon.⁽¹¹⁰⁾ Obecně deklarované výhody spojované s technikou perkutánně zavedených transpedikulárních šroubů, jako je kratší operační čas, menší krevní ztráta s nižší potřebou následných transfuzí, nižší výskyt peroperačních komplikací a kratší nezbytná hospitalizace nemocných byly tedy potvrzeny i pro pacienty ošetřené v souvislosti s nestabilní zlomeninou thorakolumbální páteře nemocných s ankylozujícím onemocněním páteře.⁽¹¹¹⁾

V případě nedokonalé repozice, případně při reziduální kompresi v přední části páteřního kanálu, ale zejména pokud přetrvává výrazný kostní defekt po zadní instrumentaci, pak je třeba zvažovat ještě rekonstrukci předního sloupce páteře. Zejména kostní defekt významně zvyšuje riziko časného selhání „pouze“ zadní instrumentace nebo suboptimální kostní zhojení se vznikem pseudoartrózy. V zájmu co nejvyšší okamžité stability jsou k přední rekonstrukci doporučeny expanzibilní náhrady jištěné úhlově stabilními dlahami. Provedení korekce případné kyfotické deformity za využití lomné linie poraněné páteře není ve většině případů doporučováno. Výkony typu subtrakční korekční osteotomie jsou technicky poměrně náročné a vyžadují neuromonitoraci, která nemusí být v rámci akutního výkonu vždy k dispozici. Dalším důvodem je to, že korekční výkon vede k další destabilizaci páteře a je spojen s vyšším výskytem komplikací, zejména selhání instrumentace a vznikem pseudoartrózy. Nicméně, v případě těžké deformity, je u pacienta bez neurologického deficitu, možné v jednotlivých případech korekci zvážit. Rozhodně však, rizika, možné komplikace, spolu s potenciálními výhodami, je vždy nezbytné zevrubně prodiskutovat s pacientem.⁽¹¹²⁾

V souvislosti se zlomeninami u ankylozujících onemocnění páteře byla publikována řada mnohdy i smrtících komplikací, které významně ovlivňují výsledky chirurgické, ale i konzervativní terapie nemocných. Významně častější než u běžné populace se setkáváme s poúrazovou disekcí aorty, jejími pseudoaneurysmaty, rupturou jícnu nebo průdušnice, existuje významně vyšší riziko komplikací ranných a pooperačních infekcí, výskytu žilních trombóz, plicních embolií, pneumonií a respirační insuficience. I tak je ovšem, jak již bylo výše řečeno,

chirurgické ošetření těchto zlomenin zatíženo menší morbiditou a mortalitou než léčba konzervativní. (107, 112)

3.7 Vlastní zkušenost s chirurgickou léčbou zlomenin u pacientů léčených pro AS

Na našem pracovišti bylo pro nestabilní zlomeninu páteře mezi lety 2008-2018 ošetřeno 633 pacientů. Ve 29 (4,6%) případech se jednalo o nemocké s diagnózou AS. Pacienti DISH nebyli speciálně sledováni. Z oněch 29 pacientů bylo 22 (76%) mužů a 7 (24%) žen ve věkovém rozmezí 44-82 let ($62,1 \pm 18,4$ roku). Ve 20 případech byl úrazový děj nízkoenergetický, většinou pád při chůzi na rovině, 6x se jednalo o nemocného přijatého cestou emergency po autonehodě, 3x po pádu z výšky. Bez nebo s lehkou neurologickou lézí, tedy zachovanou schopností samostatné chůze a sebeobsluhy bylo ošetřeno celkem 14 (48%) poraněných (11x Frankel E a 3 x Frankel D), zbylých 15 (52%) vykazovalo při přijetí k léčbě různou tíži neurologického deficitu, která neumožňovala nemocnému samostatnou chůzi a sebeobsluhu (5x Frankel A, 6x Frankel B, 3x Frankel C).⁽¹¹³⁾ O původně nepoznané poranění, kdy došlo ke zpoždění mezi úrazovým dějem a radiografickým průkazem strukturální leze až o několik týdnů se jednalo u 5 (17%) pacientů. Naštěstí u žádného nedošlo ke komplikaci ve smyslu zhoršení v neurologickém obraze.

Dva (7%) pacienti byli operováni pro zlomeniny druhého krčního obratle, v obou případech byli stabilizováni zadní instrumentací. Zlomenina v úseku subaxiální krční páteře byla ošetřena u 12 (41%) pacientů, ve 4 případech byla provedena kombinovaná zadopřední stabilizace v jedné době a u zbylých 8 jsme vystačili „pouze“ s delší zadní konstrukcí 2-3 segmenty nad pod úroveň poranění. Hrudní úsek byl stabilizován dalším 10 (34%) poraněných a ve všech případech byla použita fixace s pomocí transpedikulární stabilizace ze zadního přístupu a konečně nestabilní fraktura lumbální páteře při AS byla stejným způsobem ošetřena u 4 (14%) pacientů, kdy v jednom případě byla využita technika miniinvazivní s perkutánním zavedením transpedikulárních šroubů.

V této sestavě jsme nezaznamenali žádné významné perioperační komplikace. Ve 2 (7%) případech byla provedena revize s resuturou rány při dehiscenci s rannou infekcí. Po následném podání cílené antibiotické léčby došlo k uspokojivému zhojení u obou pacientů. U žádného z léčených nedošlo v souvislosti s operačním výkonem ke zhoršení v neurologickém obraze. Během prvního roku po výkonu došlo u některých pacientů k úpravě či částečné úpravě neurologického deficitu, vždy však maximálně o jeden stupeň na Frankelově škále – 2 ze 3

klasifikovaných vstupně jako D se kompletně upravili do stupně E, 2 ze 4 klasifikovaných jako C se posunuli do skupiny E, posun z B na C byl pak zjištěn u 1 pacienta z původních 6, naopak u pacientů s kompletní míšní lézí a vstupní klasifikací A nedošlo ke zlepšení neurologického nálezu u žádného z operovaných. Lze tedy konstatovat, že po stabilizaci poraněného obratle bylo, schopno samostatné existence a sebeobsluhy 16 (55%) nemocných. Během 30 dní po výkonu došlo k úmrtí 5 (17%) pacientů, ve 4 případech se jednalo o nemocné se vstupně těžkým neurologickým deficitem klasifikovaným jako A či B dle Frankela, v jednom případě došlo k úmrtí polymorbidního nemocného bez neurologického deficitu hodnoceného vstupně jako Frankel E. Námi získaná zkušenost s chirurgickou léčbou nestabilních fraktur páteře při AS koresponduje s dříve publikovanými daty ve smyslu lokace poranění, výskytu neurologické léze a vysoké morbidity a mortality těchto nemocných v porovnání s běžnou populací.

4. Korekční výkony pro kyfotické deformity při AS

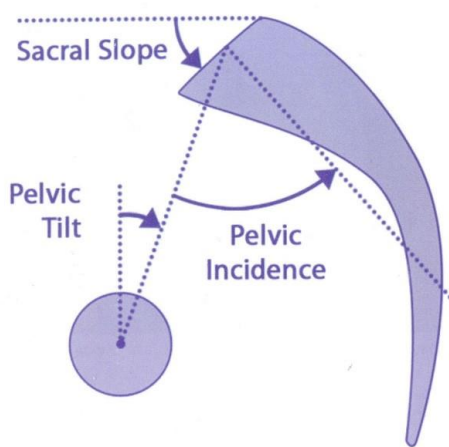
4.1 Hodnocení rovnováhy v sagitální rovině

Bipedální způsob chůze a vzpřímený postoj představuje jedny ze základních vnějších charakteristik lidského druhu. Během evoluce pro toto došlo k významným modifikacím morfologie skeletu. Schopnost vzpřímeného postoje významně souvisí s rozšířením a retroverzí pánevního kruhu. Tato modifikace měla za následek spinopelvickou transformaci páteře z původního primitivního tvaru „C“ do tvaru křivky „S“ s krční, hrudní a bederní křivkou. Je třeba zdůraznit, že žádný živočišný druh kromě člověka nedisponuje bederní lordózou. Popsané postavení pánve a páteře umožňuje člověku udržet vzpřímený postoj při minimální spotřebě energie. Pragmaticky lze prohlásit, že pro vzpřímený postoj s horizontálním pohledem je nezbytné, aby bylo centrum tělesní gravitace umístěno v malé oblasti mezi ploskami nohou jedince. ⁽¹¹⁴⁾

Na současné pojetí a chápání vztahů, které existují mezi postavením pánve, páteře a končetin, ve smyslu optimální funkce a rovnováhy v sagitální rovině, měly zásadní vliv práce publikované Duboussetem a Duval-Beauperovou na začátku devadesátých let minulého století. V té době byly definovány základní radiologické parametry a vztahy mezi nimi, které definují rovnováhu pacienta v sagitální rovině, případně její porušení a možné kompenzační mechanismy. ^(115,116)

Pánev zajišťuje anatomické a funkční spojení mezi páteří a dolními končetinami, a tak představuje základní regulátor v rámci postavení a rovnováhy v sagitální rovině. Její postavení lze charakterizovat třemi relevantními parametry – pelvickou incidencí (PI), pelvickým sklonem (PT – pelvic tilt) a sklonem sakra (SS-sacral slope). Vztah mezi nimi lze vyjádřit rovnicí $PI = PT + SS$, kdy PI v dospělém věku představuje neměnný morfologický parametr daný pro každého individuálně, zatímco ostatní dva parametry PT a SS se mohou měnit právě v souvislosti se změnami postavení pánve, které je dána možnost volně rotovat kolem roviny proložené hlavicemi femurů, a rovnováhy v sagitální rovině. Pelvická incidence je definována jako úhel, který svírá linie spojující střed sakra a střed úsečky spojující obě hlavice femuru s linií spuštěnou na krycí desku ze středu sakra. Za normální okolností se PI pohybuje od 35° do 85° ($52^\circ \pm 10^\circ$), u dětí do 10 let se normální střední hodnota PI pohybuje kolem 45° a 49° je tato hodnota pro děti starší 10 let. Je zřejmé, že nízké hodnoty PI vedou k vertikální pozici sakra a krátké ploché lordóze, zatímco vysoké hodnoty PI podmiňují horizontální pozici sakra

a tomuto odpovídající delší a hlubší lordózu bederní páteře. ^(117,118) Sacral slope je úhel korespondující se sklonem sakra v bočné projekci, představuje tedy úhle mezi sklonem krycí desky sakra a horizontálou. Průměrná hodnota SS se u asymptomatických dospělých pohybuje kolem $41^\circ \pm 8^\circ$. Pelvic tilt je definován jako úhel, který svírá spojnice středu úsečky spojující obě hlavy femurů se středem sakra s vertikálou. Průměrná hodnota PT u asymptomatických dospělých je $13^\circ \pm 6^\circ$. Obdobně jako PT i PI narůstá od dětství k dospělému věku. Pozitivní hodnota PI vypovídá a zadní rotaci (retroverzi) pánve, zatímco negativní hodnoty PI ukazují na přední rotaci (anteverzi) pánve.⁽¹¹⁹⁾

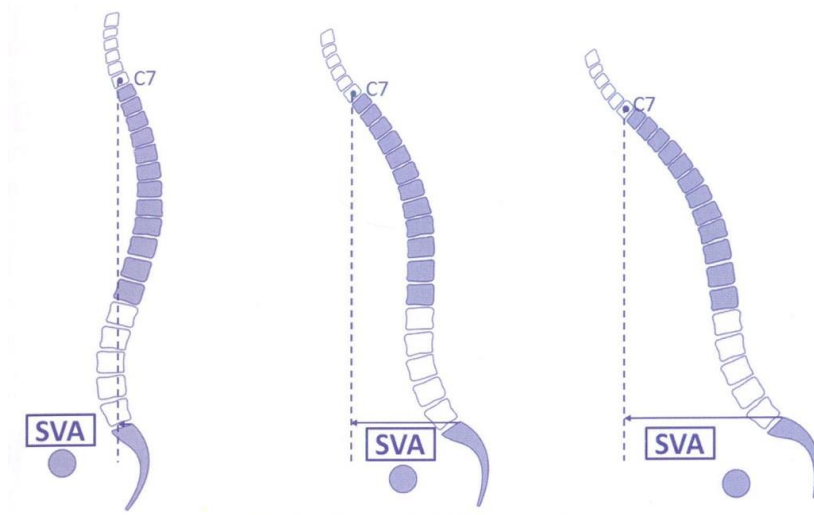


Obr: 29 Schematické znázornění způsobu měření PI, PT a SS ⁽¹²⁰⁾

Základními spinálními parametry jsou lumbální lordóza (LL), hrudní kyfóza (TK) a krční lordóza (CL). Pro kvantifikaci lumbální lordózy se standardně používá měření podle Cobba, a tato je charakterizována úhlem mezi krycí deskou sakra a horní krycí deskou obratle L1. Za velikost bederní lordózy jsou z více než 65% odpovědné nejkaudálnější segmenty bederní páteře a její hodnota se pro asymptomatické jedince pohybuje od 43° do 63° se standardní deviací kolem 10° . Obdobně se měří TK mezi horní krycí deskou Th 4, která je ještě většinou dobře patrná na bočné na nativním rentgenovém snímku v bočné projekci, a dolní krycí deskou Th12. Při tomto způsobu měření se u asymptomatických jedinců pohybuje v rozmezí $34^\circ - 44^\circ$. A konečně CL je nejčastěji určena Cobbovým úhlem mezi dolní krycí deskou C2 a dolní krycí deskou C7. Za normální rozmezí u asymptomatických jedinců se považuje úhlové rozpětí $15^\circ \pm 10^\circ$ u mladých a $25^\circ \pm 16^\circ$ u populace starší 60 let. Nicméně, optimální úhlové postavení

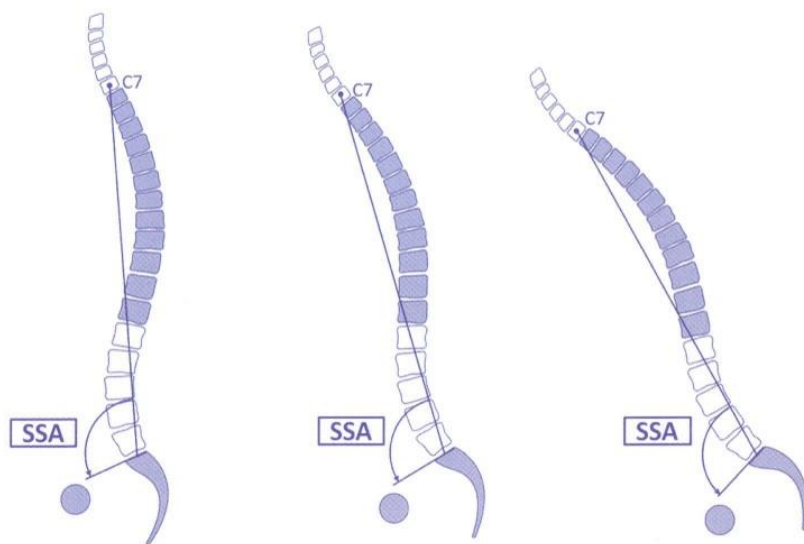
krční páteře je předmětem řady studií a lze se setkat i s asymptomatickými kyfózami krční páteře v rozmezí 13° - 34° .^(121, 122)

Dále existuje řada globálních parametrů charakterizujících spinopelvické vztahy s ohledem na rovnováhu v bočné rovině. Nejčastěji používaným měřením je zjištění sagitální vertikální osy páteře (SVA). Toto měření bylo zavedeno v roce 1994 Jacksonem et al., jedná se o vzdálenost mezi zadní horní hranou S1 a virtuální olovnicí (plumb line – Pb) spuštěnou ze středu obratle C7 (PbC7), tedy C7 SVA.⁽¹²³⁾ Fyziologické rozmezí bylo původně definováno metricky $-0,05 \pm 2,5$ cm, později upraveno na ± 5 cm. Pokud je tato hodnota překročena hovoříme o porušení rovnováhy v sagitální rovině, nejčastěji se toto děje dopředu směrem před hlavice femurů, v takovém případě má naměřená hodnota C7 SVA znaménko „+“. C7 SVA představuje velmi užitečný a vysoce senzitivní parametr vypovídající o rovnováze v sagitální rovině. Je však potřeba vzít v úvahu, že se jedná o parametr závislý na pozici pacienta, zejména na postavení pánve. (Obr. 30)



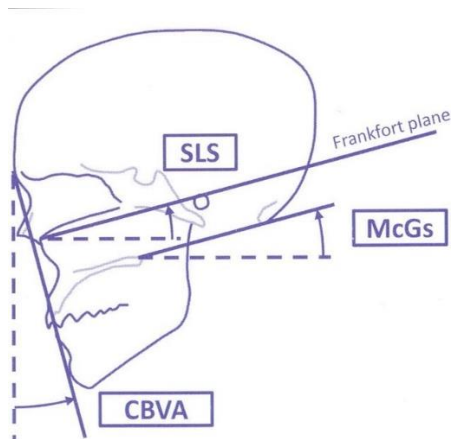
Obr. 30 Způsob měření SVA se znázorněním vlivu rotace pánve na jeho hodnotu⁽¹²⁰⁾

Bylo definováno i několik parametrů, které nejsou ovlivněny polohou těla a pánve, jedním z nich je např. Spino-sakrální úhel (SSA). SSA je definován jako úhel, který svírá spojnice středu C7 a středu horní krycí desky sakra se sklonem sakra. Za normální hodnotu tohoto úhlu je považováno rozpětí $130,4^{\circ} \pm 8,1^{\circ}$.⁽¹²⁴⁾ (Obr. 31)



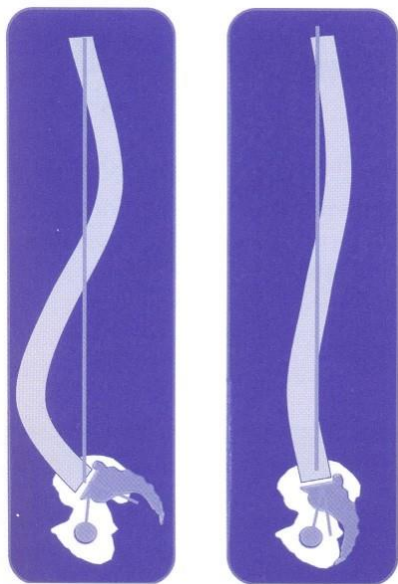
Obr. Způsob měření SSA a jeho nezávislost na rotaci pánve ⁽¹²⁰⁾

Obdobně jako globální C7 SVA, lze pro krční páteř stanovit SVA (SC SVA), která je charakterizována opět vzdáleností virtuální olovnice spuštěné ze středu C2 (PbC2), tentokrát od zadní horní hrany obratle C7. Normální hodnoty byly stanoveny na $1,5 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$. Je však třeba vzít do úvahy, že hodnota CS SVA je významně ovlivněna postavením nižších úseků páteře a pánve. Úhlu SS, pak na krční páteři odpovídá sklon T1 (T1 slope).⁽¹²⁵⁾ Jednou z výslednic dobré rovnováhy v sagitální rovině je zachování možnosti vertikálního pohledu. Úhel brada-obočí-vertikála (CBVA) představuje parametr, který popisuje tuto kvalitu. Tento úhel se obvykle měří na z boku provedených klinických fotografiích, jeho hodnota není jednoznačně definována, ale bylo publikováno, že pooperační rozpětí mezi $+10^\circ$ až -10° by mělo být pacientem dobře tolerováno.⁽¹²⁶⁾ Jelikož klinické fotografie nemusí být vždy k dispozici, lze CBVA nahradit měřeními provedenými na nativních rentgenových snímcích, které s tímto úhlem dobře korelují – McGregor Line Slope (McGs) nebo Slope of the Line of Sight (SLS) ($r = 0,862$ respektive $r = 0,996$). SLS je úhel mezi Frankfurtskou linií (linie spojující dolní přední aspekt orbity a bod těsně nad meatus acusticus internus) a horizontálou. McGs je definována úhlem, který svírá McGregorova linie (spojnice horní zadní hrany tvrdého patra a nejkaudálnější částí okcipitu) s horizontálou.⁽¹²⁷⁾



Obr. 32 Způsob měření CBVA z klinické fotografie a SLS spolu s McGs s nativních rentgenových snímků v bočné projekci ⁽¹²⁰⁾

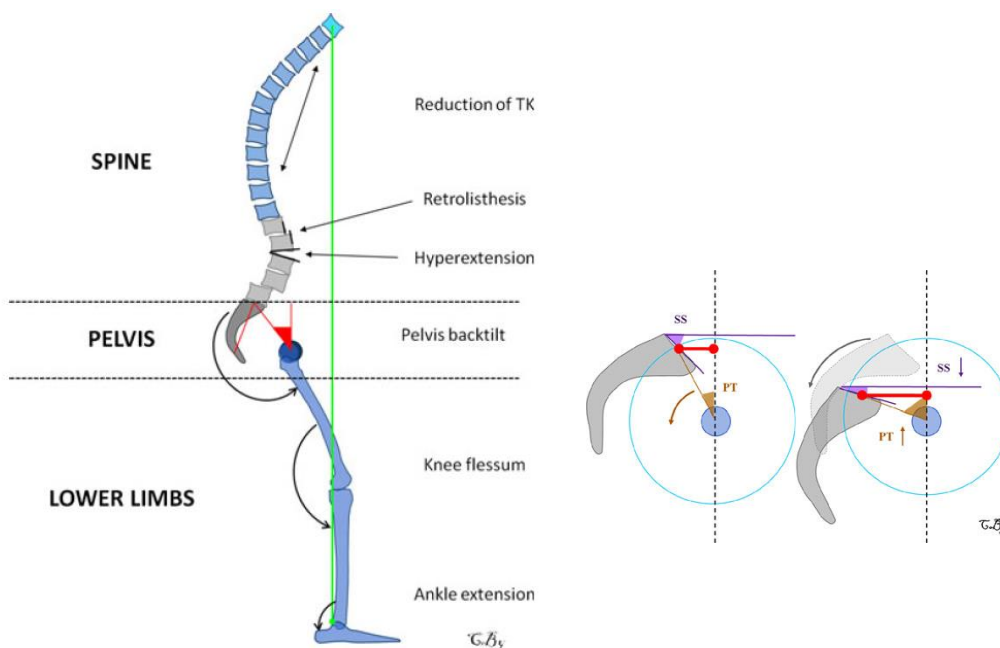
Z řady studií plyne, že rovnováha v sagitální rovině je z velké míry podmíněna souladem mezi pelvickými a spinálními parametry, zejména PI a LL. Roussoly et al. provedli měření ve skupině asymptomatických jedinců a definovali čtyři základní typy LL.⁽¹²⁸⁾ Obecně lze říci, že jedinci s vyššími hodnotami PI mají při správním postavení v sagitální rovině delší a výraznější LL při více skloněném sakru, a naopak nízké hodnotě PI ve stejné situaci odpovídá krátká a plochá LL s méně skloněným sakrem. (Obr. 33)



Obr. 33 Příklad souladu spinálních a pelvických parametrů při dobré rovnováze v sagitální rovině při různých PI, SS a LL ⁽¹²⁰⁾

Optimální a v korekční chirurgii cílový vztah mezi LL a PI lze vyjádřit jako $PI-LL < 10^\circ$, hodnota C7 SVA by měla být $< 50 \text{ mm}$ a $PT < 25^\circ$.⁽¹²⁹⁾ Změny postavení pánve a bederní páteře, pak oblivňují kranálně TK a CL a zároveň kaudálně postavení dolních končetin.

Existuje řada dějů, které negativně oblivňují optimální postavení v sagitální rovině, nejběžněji se jedná o fyziologické stárnutí, které vede k degeneraci a snížení meziobratlových plotének, ztrátě bederní lordózy a zvětšení hrudní kyfózy a s tím související narůstání C7 SVA posunem kolmice spuštěné ze středu C7 ventrálně. Odpovědí těmto procesům je zapojení kompenzatorních mechanismů, jejichž cílem je opětovné obnovení rovnovážného stavu s minimálními energetickými nároky na udržení se ve vzpřímené poloze. (Obr. 34)



Obr. 34 Schematické znázornění kompenzatorních mechanismů navracejících jedince opětovně do rovnovážného postavení v sagitální rovině⁽¹³⁰⁾

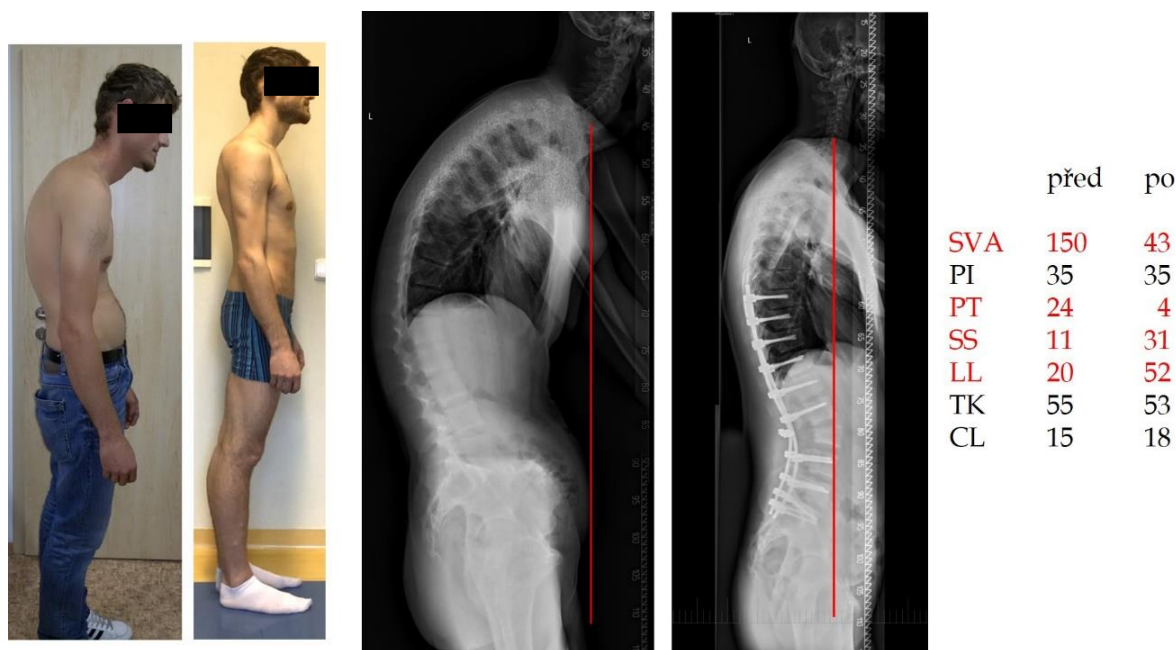
V úseku bederní páteře dochází v segmentech přilehlých degenerovanému k hyperextenčnímu postavení, které může vést až k progresi do retrolistetického postavení s přetížením meziobratlových kloubů a akceleraci jejich další degenerace, někdy i k lýze v oblasti istmu.⁽¹³¹⁾

U mladších jedinců s flexibilním hrudníkem může docházet ke spontánnímu oploštění hrudní křivky. Nicméně, pánev má s ohledem na vysoký rozsah pohybu v kyčelních kloubech, nejvýznamnější kompenzatorní potenciál. Dojde k její retroverzi, kdy klesá hodnota SS, horní krycí deska sakra se dostává do více horizontální pozice a zároveň narůstá hodnota PT.⁽¹³²⁾

Kompenzace na dolních končetinách se může realizovat pokrčením v kolenních kloubech,

jelikož flexe v kolenních kloubech je pro pacienta již poměrně energeticky náročná a může již interferovat s volných docházkovým intervalem, dochází k této až po vyčerpání možností v oblasti páteře a pánve. Poslední možností kompenzace na dolní končetině představuje extenční postavení v kotníku při flexi planty.⁽¹³³⁾ V zájmu udržení horizontálního pohledu, u výrazné nerovnováhy v sagitální rovině, pak může dojít ke zvětšení lordózy na krční páteři. Již samotné zapojení kompenzatorních mechanismů bývá provázeno různým typem a mírou dyskomfortu nemocných. Typickými stesky pacientů s významnou nerovnováhou v sagitální rovině jsou imobilizující axiální bolesti páteře, obtížná inicializace chůze a problematická chůze bez opory se zkrácenou docházkovou vzdáleností.

Význam a klinické využití teorie rovnováhy v sagitální rovině lze demonstrovat na jednom z našich pacientů. Jednalo se o 34 - letého muže s progredujícími bolestmi thorakolumbální páteře trvajících několik let, přičemž poslední rok před výkonem jej trápily i pseudoradikulární projekce bolesti do dolních končetin. Dalším významným aspektem byla estetická záležitost, nemocný byl dle svého sdělení z těchto příčin opuštěn manželkou.



Obr. 35 Klinická fotografie nemocného před výkonem a po korekci thorakolumbální páteře, dlouhé rentgenové snímky s označenou C7 SVA a jednotlivé změřené parametry (podstatné parametrické změny označeny červeně).

Pacient byl kompletně radiograficky vyšetřen. Při zhodnocení dlouhých snímků páteře a pánve byla zjištěna ztráta LL, její nesoulad s PI a výrazná globální nerovnováha v sagitální rovině.

Proběhla další vyšetření stran zjištění možné příčiny vzniku deformity, včetně svalové biopsie – vše s negativním výsledkem. Zároveň bych odeslán k několikátýdenní intenzivní rehabilitační léčbě v našem zařízení. Pro selhání veškeré dostupné konzervativní terapie byl pacient řádově rok po prvním vyšetření v naší ambulanci indikován ke korekční výkonu – subtrakční osteotomii L3 a rozsáhlé stabilizaci thorakolumbální páteře. Po výkonu došlo k významné korekci C7 SVA v souvislosti s obnovením LL, restituci souladu mezi LL a PI, redukcí PT a navýšením SS. (Obr. 35) Per-operačně i v pooperační průběhu nebyly zaznamenány žádné významnější komplikace, pooperační anémie byla korigována podáním dvou krevních transfuzí. Již při propuštění do domácí péče, 8. pooperační den, udával pacient výraznou redukci bolesti bederní páteře a negoval projekce bolesti do dolních končetin. Tento klinický obraz v zásadě trvá během celého dosud dvouletého pooperačního sledování. Pozice instrumentace i stupeň korekce zůstávají ve sledovaném období beze změny.

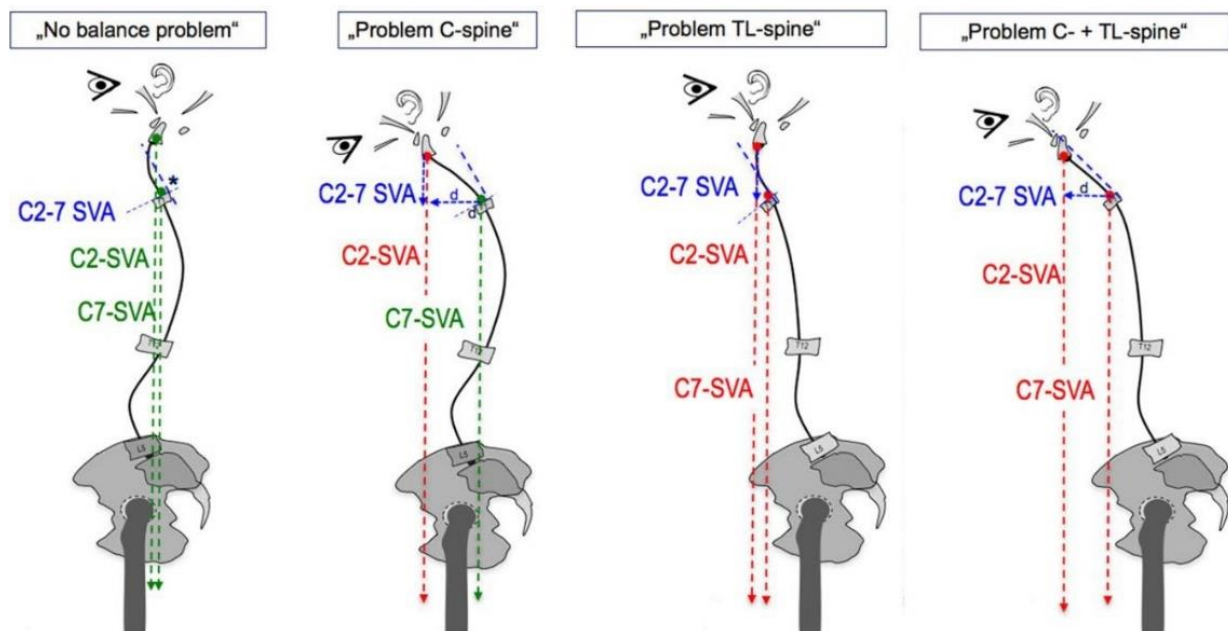
4.2 Korekční osteotomie u pacientů léčených pro AS

Neléčená AS nebo AS se špatnou odpovědí na terapii může být příčinou rozvoje a progresu kyfotické deformity páteře u více než 30% nemocných.⁽¹³⁴⁾ Hlavním cílem chirurgické léčby takových deformit, je jejich korekce pro obnovení možnosti horizontálního úhlu pohledu a úplná či částečná úprava nerovnováhy v sagitální rovině s ambicí snížit invaliditu nemocného, a to sice zejména zmírněním lokální bolestivosti v oblasti páteře plynoucí z přetížení nefyziologicky zatížených paravertebrálních svalů, spolu s úpravou respiračních funkcí. V literatuře existuje dostatečné množství informací, které potvrzují, že korekce v oblasti krční či thorakolumbální páteře vede u nemocných léčených s AS ke snížení lokální bolesti a zlepšení funkční kapacity a dýchání.⁽¹³⁵⁻¹³⁸⁾ V minulosti byly korekční výkony kyfotických deformit zatíženy vysokým rizikem komplikací, včetně vzniku těžkého neurologického deficitu či komplikovaného hojení a ztráty korekce vinou selhání instrumentace. Díky rozvoji chirurgické techniky, moderním instrumentářiím a komplexnosti péče o nemocné s AS, jsou tyto operace v současné době významně bezpečnější a většinou s dobrými dlouhodobými funkčními i radiografickými výsledky. Nejdůležitějšími faktory podmiňujícími úspěšnou chirurgickou terapii, jsou správné vyhodnocení deformity, naplánování místa a typu korekčního výkonu, spolu se správnou chirurgickou technikou.

4.3 Plánování korekce

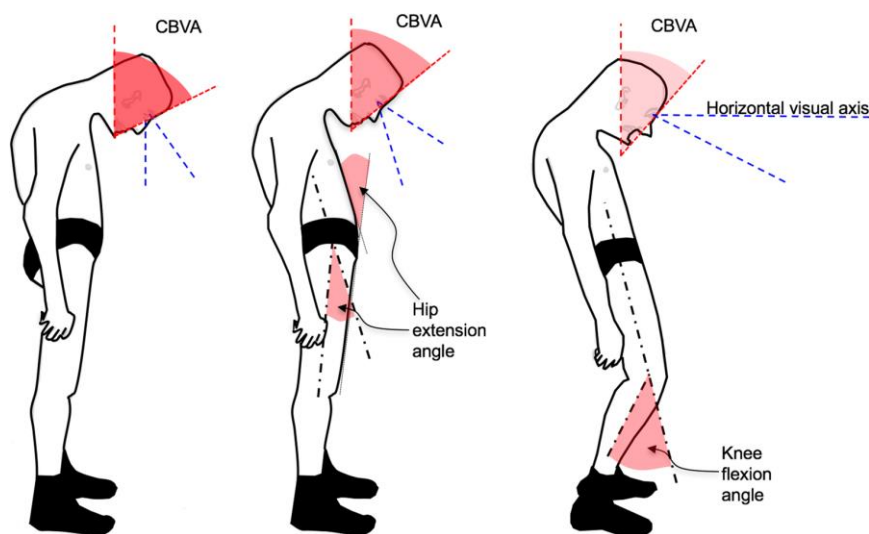
Grafické předoperační vyšetření se sestává z nativních snímků celé páteře v jedné projekci, včetně pánve, s minimálně horní polovinou femurů v předozadní a bočné projekci. Pokud deformita dovolí jsou provedeny CT a MR celé páteře, v případě že je plánován korekční výkon v oblasti páteře krční, je vhodné i vyšetření CT angiografií pro ozřejmění průběhu a. vertebralis. Nezbytností je podrobné neurologické vyšetření nemocného, včetně vyšetření MEP a SSEP.

Základními parametry, které jsou určující pro celkové posouzení kyfotické křivky, jsou C2-SVA (vzdálenost mezi PbC2 a zadní hranou S1), C7-SVA (vzdálenost mezi PbC7 a zadní hranou S1) a C2-C7-SVA (vzdálenost mezi PbC2 a PbC7). Uvedené parametry umožňují posouzení dopředné translace krční a hrudní páteře a jejich vzájemný poměr. (Obr. 36) Většina nemocných s kyfotickou deformitou má dlouhou kyfózu plynoucí primárně ze ztráty LL, kdy CL je obdobná jako u populace bez AS, ale významně vyšší bývá hodnota C2-C7-SVA spolu s hodnotou T1 slope, což právě značí, že deformita plyne z globální nerovnováhy pacienta v sagitální rovině.⁽¹³⁹⁾ Méně často se vyskytuje ostrá angulární kyfóza hrudní páteře, plynoucí většinou z nepoznané zlomeniny nebo může být výsledkem Andersonových lézí.⁽¹⁴⁰⁾



Obr. 36 Schématické znázornění základního posouzení typu kyfotické deformity pomocí C2-SVA, C7-SVA a C2-C7-SVA⁽¹³⁸⁾

Pacienty, kteří jsou kandidáty pro chirurgickou korekci, lze tedy podrobněji rozdělit podle umístění apexu kyfotické křivky do čtyř základních skupin – v úseku lumbální (Typ I - 7%), thorakolumbální (Typ II – 69%), thorakální (Typ III – 19%) a cervikální nebo cervikothorakální (Typ IV – 4%) páteře. ⁽¹⁴¹⁾ Na klinických fotografiích je změřen úhel CBVA a při deformitě typu IV ještě vzdálenost mezi bradou a sternem (chin-sternal distance CSD). Pro správný odhad potřebné korekce je rovněž dobré posoudit aktuální zapojení kompenzačních mechanismů pacienta. Jedná se soubor procesů, který byl obecně popsán v předchozí části věnované hodnocení rovnováhy v sagitální rovině. Zejména kontraktury svalů, ligament a postižení kloubů na dolních končetinách, pánvi a kloubech kraniocervikálního přechodu mohou omezovat potenciál tohoto procesu. V klinickém vyšetření běžně nalézáme extenční kontraktury v oblasti kyčelních kloubů a flekční kontraktury v kloubech kolenních. V případech pokročilého kloubního postižení, se doporučuje náhradu kyčelních kloubů předřadit případné korekční operaci páteře. S tímto nálezem se setkáváme až u 20-30% nemoc-



Obr.37 Schematické znázornění klinického zhodnocení globální a cervikální deformity pomocí CBVA, při měření úhlu extenze v kyčelním kloubu při natažených kloubech kolenních, a poté je pacient požádán o flexi v kolenních kloubech pro dosažení maximálně možného horizontálního pohledu, a poté je změřen úhel v kloubu kolenním. ⁽¹³⁸⁾

ných léčených pro AS. Okolo 10% pacientů, kteří podstupují korekční operaci páteře pro kyfotickou deformitu při AS, již mají totální endoprotézy kyčelních kloubů implantovány. ⁽¹⁴²⁾ Na horní krční páteři se obdobně jako u nemocných s RA lze setkat s dislokací C1-C2, která je

rovněž vysvětlována jako následek zapojení kompenzačních mechanismů ve snaze zachovat schopnost horizontální osy pohledu při progresivně progredující kyfotické deformitě páteře. Pokud nález splňuje kritéria radiologické nestability, je indikována stabilizace C1-C2 jako prevence neurologického postižení, obdobně jako tomu je u nemocných s RA. Nicméně, u nemocných s AS může dojít i ke spontánní dřeze následkem další progresse onemocnění. (Obr.38)

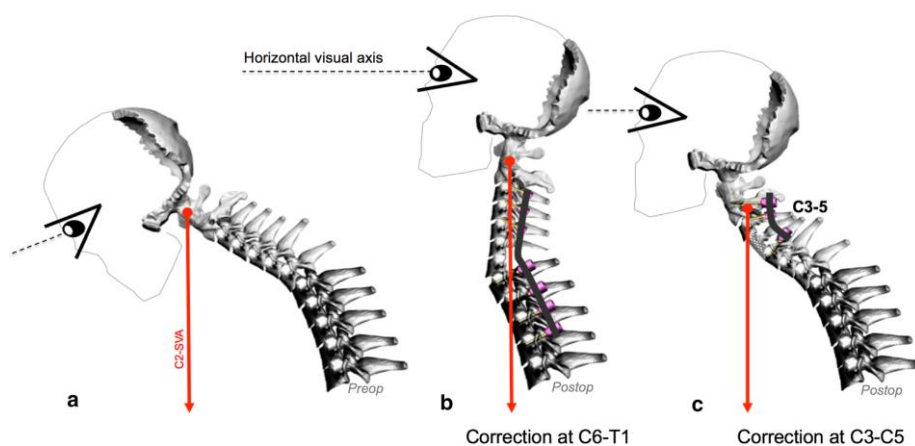


Obr. 38 Příklad nemocného s AS, bez neurologické symptomatologie, s významnou dislokací C1-C2, která však již byla stabilizována spontánní progresí onemocnění a vzhledem k dostatečnému reziduálnímu průsvitu páteřního kanálu, nebyl indikován žádný chirurgický výkon v úrovni C1-C2

4.4 Určení optimálního místa korekčního výkonu

Otázku, zda má být korekční operace provedena na krční či thorakolumbální páteři, lze poměrně snadno zodpovědět analýzou C2 SVA, C7 SVA a C2-C7 SVA – zásadní je posouzení, zda se jedná o deformitu dominantně v oblasti páteře krční či je třeba řešit globální nerovnováhu nemocného. (Obr. 36) Obecně se příliš nedoporučuje provádět korekční výkony na střední hrudní páteři, jelikož rigidní spojení v kostosternálních a kostotransvezálních kloubech významně zvyšuje rigiditu páteře u AS a dělá korekční výkon vysoce problematickým. V krajních úsecích hrudní páteře, tedy v úrovni Th 1, Th11 a 12 lze event. laterálním vytětím žebra významně lepšího uvolnění v operovaném segmentu. ⁽¹⁴³⁾ Všeobecně se je doporučováno, že pro korekci globální kyfotické deformity, je nejlépe provádět osteotomie v místě, kde lze předpokládat co nejmenší riziko neurologického poškození nemocného a zároveň je zřejmé, že kaudálněji umístěná osteotomie má větší potenciál pro ovlivnění hodnot C2 SVA a C7 SVA.

(141,145, 146) Tento velmi logický předpoklad pravděpodobně neplatí v klinické praxi absolutně. Ve studii publikované Qianem et al. byla tato premisa potvrzena jednoznačně (146), zatímco Lafage et al. zjistili, že níže provedená korekční osteotomie má daleko významnější vliv na úpravu retroverze pánve než na korekci spinálních parametrů rovnováhy v sagitální rovině. (147) I další publikované práce více podporují představu, že korekční osteotomie vede v různé míře k úpravě globální nerovnováhy, ale zároveň i postavení pánve. Yamada et al. proměřili 102 pacientů po korekčním výkonu v oblasti thorakolumbální páteře a zjistili, že u nemocných s vyššími předoperačními hodnotami PT dochází po operačním výkonu k proporcionálně vyšší korekci hodnoty PT a menší úpravě C7 SVA. (148) V případě, že je indikována korekce na úseku krční páteře při dobré rovnováze globální, může být obnovena schopnost horizontálního pohledu při dosažení stejného korekčního úhlu jak např. oblasti C1-C2, tak i na dolní krční páteři. Nicméně, korekce na dolní krční či horní hrudní páteři vede k významně vyšší korekci C2 SVA a návratu hlavy nad tělesné gravitační centrum, a tedy i zmenšení napětí cervikothorakálního svalstva. (149) Studie analyzující tento předpoklad provedená na 48 pacientech celkem jednoznačně potvrdila tento předpoklad. Na horní hrudní či dolní krční páteři byly provedeny tři sloupcově korekční osteotomie. Změna CL C2-Th1 byla 44° versus 26°, T1 slope 4° versus 20°, C2 SVA 1,3 versus 2,5 cm a C2-C7 SVA 3,8 versus 1,7 cm. (150) Pro krční páteř, na rozdíl od páteře thorakolumbální, lze poměrně jednoznačně prohlásit, že čím níže je korekční osteotomie proveden, tím, je větší její potenciál korigovat nerovnováhu v sagitální rovině tohoto úseku páteře. (Obr. 39) Významným faktorem pro plánování těchto výkonů, je i průběh a. vertebralis, která vstupuje do svého intraspinálního průběhu v 95% případů v segmentu C6-C7. (151) Korekční osteotomii je zde tedy nejlépe provést v úrovni C7 či Th1.



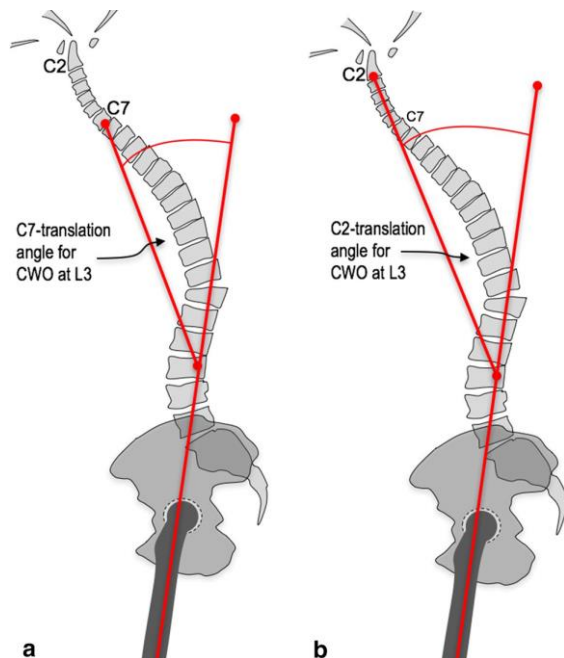
Obr.39 Schematické porovnání vlivu etáže provedení korekční osteotomie na úpravu C2 SVA při stejném stupni korekce horizontálního pohledu (138)

Není vyloučené ani provedení korekční osteotomie v kombinaci s dekompresí nebo uvolněním v C1-C2. Chien et al. tímto způsobem docílili korekce CBVA o 45°. ⁽¹⁵²⁾ Lze tedy shrnout, že pokud nemocný nemá výraznou kyfózu v oblasti cervikothorakální, je jednoznačně indikována korekce v oblasti thorakolumbální páteře. V případech přítomnosti kyfotických deformit v obou jmenovaných úsecích, je doporučeno řešit nejprve oblast thorakolumbální a po korekci pozice C7 SVA, pak opětovně zhodnotit míru potřebné korekce na krčním úseku páteře. Ve vzácných případech, kdy je přítomna těžká flekční deformita krční páteře, lehká či středně těžká kyfóza bederní páteře a hyperkyfóza páteře hrudní většinou postačí korekce v oblasti cervikothorakálního přechodu. Tito pacienti totiž většinou nemají významnou globální nerovnováhu vyjádřenou hodnotou C7 SVA a případná korekce v oblasti thorakolumbální páteře by vedla k zbytečné další změně C7 SVA, ale neměla by významnější vliv na C2-C7 SVA. Korekční osteotomie provedená v oblasti lumbální páteře může v těchto případech vést k progresi deformity krční páteře ve smyslu tzv. “postavení labutí šíje“. ⁽¹⁵³⁾

4.4 Stanovení optimálního korekčního úhlu

Trigonometrické plánování úhlu potřebného pro korigování kyfotické křivky je odvozeno od technik, které byly nejprve využity v ortopedii, při korekčních výkonech na proximálním femuru a tibie. Ondra et al. jako první publikovali plánování korekce s využitím pedikl subtrakční osteotomie u pacientů s kyfotickými deformitami při AS. ⁽¹⁵⁴⁾ V současné době, při znalosti zapojení možných kompenzačních mechanismů v oblasti pánve a dolních končetin, se translační úhel (STA), tedy úhlová změna nezbytná ke kompenzaci deformity, měří podle Le Hueca et al. ⁽¹⁵⁵⁾ Jedná se o úhel, který je nezbytný pro přesun C7 dozadu do neutrální polohy nad krycí desku S1. Zároveň je zohledněn stupeň pánevní retroverze, tedy odchylka PT od normálních hodnoty a míra pokrčení v kolenním kloubu, kdy je k STA připočteno 5° v případě PI 15° – 25° a 10° při PI nad 25°. Měření na dlouhém snímku páteře s horní částí femuru je jednoduché. Počítán je úhel, který svírá linie procházející dlouhou osu femuru a linie spuštěná ze středu C7 na obratel, kde je provedení korekční osteotomie plánováno. Vzhledem k rigiditě páteře u AS, je vhodné změřit STA stejným způsobem i pro obratel C2, jelikož i obratel C2 by měl být ideálně v rámci korekce přenesen nad horní krycí desku S1. ⁽¹⁵⁵⁾ (Obr. 40) V klinické praxi, při korekci zaměřené na změnu CBVA nemocných s AS, je odhad optimální hodnoty STA poněkud složitější. Byla navržena řada matematických vztahů

zohledňujících kompenzační mechanismy zejména na dolních končetinách, předoperační a očekávanou pooperační hodnotu CVBA, nicméně tyto příliš nefungují, právě v situaci, kdy je přítomna významná deformita v oblasti cervikothorakální páteře. ⁽¹⁵⁶⁾ Změna velikosti CBVA



Obr.40 Schematické znázornění naplánování korekčního úhlu STA pro osteotomii L3 technikou podle LeHueca pro normalizaci hodnoty C7 SVA a C2 SVA ⁽¹³⁸⁾

tedy není totožná s STA. V jedné z publikovaných studií, kdy byla korekční operace vedena v oblasti lumbální páteře, bylo dosaženo signifikantně rozdílných průměrných hodnot CVBA a LL ve dvou třetinách případů (20° versus 29°), kdy minimální rozdíl mezi LL a CVBA byl rovný či větší než 10° . ⁽¹⁵⁷⁾ Všeobecně se nedoporučuje korigovat CVBA u pacientů s AS na méně než -10° . Jakkoliv, u zdravých jedinců je za fyziologickou hodnotu považována průměrná hodnota CVBA $-1,7^\circ$, tak u pacientů s rigidní páteří při AS, vedou hodnoty CBVA po -10° k významnému omezení při pohledu dolů, tedy neschopnosti zastat běžné denní aktivity, jakými jsou úklid, vaření, či stolní kancelářské práce apod. Studie provedená Songem et al. pak u nemocných AS stanovila optimální rozmezí pro CBVA po korekční operaci do intervalu -10° – 20° . ⁽¹⁵⁶⁾ V současnosti je pro plánování korekčních výkonů výhodné využít specializovaný software (např. Surgimap, Nemaris, New York), který dobře umožňuje simulovat vliv osteotomie provedené v různých lokacích páteře na změnu regionálních (LL, TK), globálních (SVA) a spinopelvických (PT, SS, PI) parametrů.

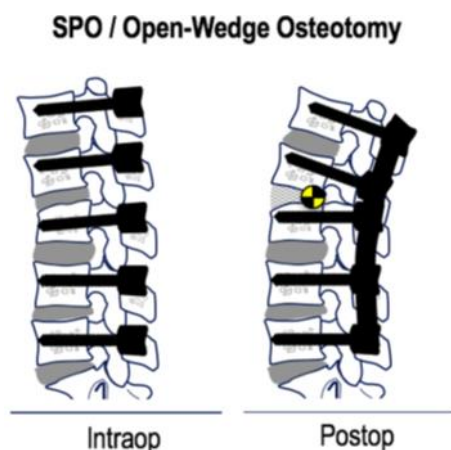
4.6 Korekční osteotomie v úseku thorakolumbální páteře

Po stanovení STA se nabízí několik typů korekčních osteotomií, pomocí jichž je možné dosáhnout kýžené korekce. Pro co nejúspěšnější dosažení nově definovaného postavení páteře, je nezbytné porozumět korekčním mechanismům jednotlivých technik, pooperační stabilitě a riziku možné ztráty korekce. Velmi podstatné je zvážit možnou chirurgickou morbiditu výkonu, zejména ve smyslu možných neurologických konsekvencí korekční operace, ale i potenciálního vlivu provedené osteotomie na svaly a viscerální struktury.

Podle rozsahu kostní resekce lze osteotomie klasifikovat do šesti kategorií podle Schwaba et al. ⁽¹⁵⁸⁾ Nicméně, podstatnější význam při korekčních operacích u AS má rozdělení, které popisuje geometrii korekce. Z tohoto úhlu pohledu lze definovat dvě základní skupiny osteotomií – osteotomie otevřeného úhlu (opening wedge osteotomy - OWO) a osteotomie uzavřeného úhlu (closing wedge osteotomy - CWO)

4.6.1 Osteotomie otevřeného úhlu (OWO)

Nejstarším typem korekční osteotomie je výkon podle Smith-Petersena. ⁽¹⁵⁹⁾ Tento výkon je založen na klínovité resekci zadní části kostních elementů páteře – oblouku a kloubních výběžků s dostatečně širokou dekompresí v oblasti neuroforamin při ponecháním intaktních pediklů a obratlových těl. Ostrý úhel klínu směřuje do úrovně meziobratlové ploténky. Následně je vytvořený kostní defekt uzavřen kompresí na zadní straně páteře, při které dochází k natažení na přední straně páteře v oblasti disku. (Obr. 41)



Obr. 41 Schématické znázornění provedení osteotomie otevřeného úhlu s kompresí na zadní straně páteře a elongací ventrálně ⁽¹³⁸⁾

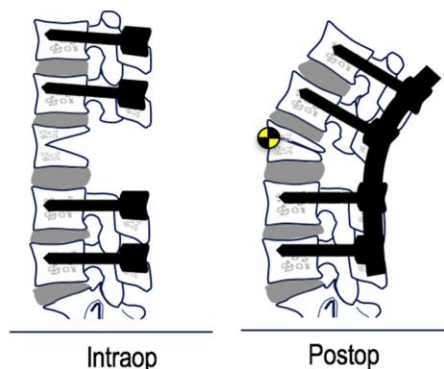
U nemocných s AS je nutné zadopřední protěti osifikovaných disků, ale i tak je obtížné odhadnout, v jakém rozsahu dojde při korekčním manévru k jeho otevření. Dalším potenciálním problémem může být, že při větší korekci, dochází na přední straně páteře ke vzniku kostních defektů, jejichž zhojení může trvat poměrně dlouho a po celou dobu hojení je operovaný segment méně stabilní a v riziku ztráty korekce. ⁽¹⁶⁰⁾ Podle jedné ze studií, bylo za použití této osteotomie dosaženo kostní fúze jen ve 13% otevřených disků. Pokud však byly porušeny i krycí desky obratlů, bylo dobré kostní přemostění nalezeno u 69-86% vytvořených defektů. ⁽¹⁶¹⁾ Většinou se udává, že provedením jedné osteotomie typu OWO lze docílit korekce v rozmezí 10°-20°. Limitující pro rozsah korekce je moment, kdy dochází k opětovnému kontaktu ponechaných kostních elementů na zadní straně páteře, ale zejména komprese nervových struktur, a naopak natažení viscerálních struktur na přední straně páteře. ⁽¹⁶²⁾ U pacientů s AS, významnými sklerotickými změnami aorty s její adhezí k přední straně páteře, je vhodné zvažovat jinou korekční osteotomii, než je OWO. ⁽¹⁴⁶⁾ Někteří autoři obhajují provedení OWO polysegmentálně, což může vést k harmonickému průběhu korigované křivky. ^(163, 164) Nicméně, pro těžké AS deformity s kompletní ankylozou se technika OWO nejeví jako optimální.

4.6.2 Osteotomie uzavřeného úhlu (CWO)

Klasickou techniku CWO představuje pedikl subtrakční osteotomie (PSO). Jako první tuto techniku popsali Scudese a Calabro v roce 2005. ⁽¹⁶⁵⁾ Pedikl subtrakční osteotomie, stejně jako OWO, rovněž předpokládá kompletní resekci zadních elementů korigovaného obratle, navíc však oboustrannou resekci pediklů, následně pak i klínovitou resekci obratlového těla s hrotem směřujícím k jeho přednímu okraji. Korekce je opět provedena kompresí na zadní straně páteře, kdy přední okraj obratlového těla slouží jako pivot. ⁽¹⁶⁶⁾ Po uzavření osteotomie dochází na zadní straně páteře ke zkrácení o cca 15-25 mm. Pro míru možné korekce v rámci osteotomie provedené na jednom obratli je určující výška a předozadní délka obratlového těla. Pokud budeme v úseku L2-L4 uvažovat o průměrné výšce obratlových těl 25-30 mm a předozadním průměru 25-30 mm, lze jednoduchým geometrickým měřením dojít k závěru, že lze uvažovat o korekci $\leq 50^\circ$. Variantou techniky PSO s obdobným korekčním potenciálem, kdy není v obratlovém těle tvořen klín, ale resekci kostního materiálu je vytvořena dutina je tzv. „eggshell“ technika. ⁽¹⁶⁷⁾ Kostní zhojení probíhá u této techniky v rámci prořátého obratlového těla a mezi nařátými kloubními výběžky, naopak se nedoporučuje uzavření

osteotomie do kontaktu zadních elementů páteře, jelikož v takovém případě hrozí komprese nervových struktur. (Obr. 42)

PSO / Closing-Wedge Osteotomy



Obr. 42 Schématické znázornění provedení klínovité osteotomie uzavřeného úhlu s kompresí a zkrácením na zadní straně páteře, bez elongace ventrálně (138)

V klinických souborech se lze setkat s poměrně velkou variabilitou stran dosažené korekce v rozmezí 25° – 35° , méně často více než 40° .^(160, 169, 170) Za nejvýznamnější limitaci korekce tímto typem osteotomie je považováno zkrácení na zadní straně páteře. Z biomechanických a animálních modelů vyplynulo, že zkrácení o více než 15-20 mm sebou může nést zvýšené riziko míšního poškození.⁽¹⁷⁰⁾ Velmi důležitá je i dokonalá dekomprese míšních kořenů směrem do periferie, během uzavření osteotomie může právě vlivem zkrácení páteře dojít k jejich kinkingu a utištění.⁽¹⁷¹⁾

4.6.3 Další možnosti korekčních osteotomií

Za účelem překonání některých nevýhod OWO/CWO byly vypracovány techniky, které mohou kombinovat prvky obou klasických typů osteotomií. Takovým příkladem je osteotomie typu Y neboli osteotomie uzavřeného otevřeného úhlu (closing-opening-wedge osteotomy – COWO). Tato technika předpokládá zadní resekci obdobnou jako u CWO, klínovitá resekce obratlového těla však nedosahuje až k jeho přední straně jako u CWO, ale končí v jeho středku. Po uzavření osteotomie dochází, jak ke zkrácení na straně zadní, tak i elongaci na přední straně páteře, nicméně, obě změny jsou méně výrazné, než je tomu na přední straně u OWO nebo na zadní straně u CWO. Kawahara et al. publikovali v souvislosti s COWO korekci mezi 40° - 50° na jednu osteotomii v oblasti bederní páteře.⁽¹⁷⁰⁾ Qian et al. porovnali soubor

nemocných řešených CWO a COWO a zaznamenali korekci C7 SWA o 11 cm versus 17 cm, úhlovou změnu na osteotomii 32° versus 42° a zkrácení na zadní páteře o 1,3 cm versus 0,7 cm. ⁽¹⁴⁶⁾ Při těžké deformitě lze i kombinovat různé typy osteotomií nebo použít stejný typ osteotomie ve více segmentech, podle rozsahu potřebné korekce. Např. Wang et al. u 8 pacientů s AS kyfotickou deformitou provedli PSO vždy dvou sousedních obratlů lumbální páteře a tímto způsobem dokázali korigovat CBVA v průměru o 85°. ⁽¹⁷²⁾ Vždy je však potřeba brát v potaz, že i jedna korekční osteotomie je pro pacienta vysoce destabilizující výkon. Tedy s jejich počtem dále narůstají už tak vysoké nároky na instrumentaci, prodlužuje se významně operační výkon, narůstají krevní ztráty, zvyšuje se i riziko neurologických komplikací a možného poškození viscerálních struktur.

4.7 Osteotomie v oblasti cervikální a cervikothorakální páteře

Poznatky získané s korekčními výkony v oblasti thorakolumbální páteře byly postupně aplikovány v oblasti cervikothorakální junkce. Historicky byly nejprve prováděny neinstrumentované korekce a fúze, které se v souvislosti s vývojem operační techniky a moderních instrumentářií transformovaly do instrumentovaných korekcí a fúzí. První provedl korekční osteotomii na krční páteři Urist v roce 1958, a to sice Smith-Personovou extenční technikou. ⁽¹⁷³⁾ V současné době se v tomto úseku využívá obdobná škála typů korekčních osteotomií, jak bylo popsáno pro páteř thorakolumbální. Významným rozdílem je vyšší procento komplikací spojených s těmito výkony, které je udáváno kolem 60%, s četně potřebnými reoperacemi, až ve 33% případech. ⁽¹⁷⁴⁾ Metaanalýza publikovaná Etamem et al. vyčíslila na základě publikací uveřejněných do roku 2008 celkové procento komplikací v rozmezí 26,9% - 87,5%, většina komplikací ovšem patřila k těm méně závažným, nicméně našli 4,3% permanentních neurologických deficitů a periprocedurální mortalitu byla vyčíslena na 2,6%. ⁽¹⁷⁵⁾ Jedna osteotomie typu OWO nabízí na krční páteři korekci v rozsahu 20°-25°. Specifickou komplikací zde představuje natažení jícnu provázené dysfágií či dokonce jeho závažnějším poraněním. ⁽¹⁵³⁾ Vzhledem k průběhu a. vertebralis lze PSO použít pouze v segmentech C7 a Th1. V porovnání s thorakolumbální a zejména lumbální páteří je provedení tohoto typu osteotomie technicky náročnější zejména pro malé rozměry krčních obratlů. Provedení klínovité resekce obratlového těla za tvrdou plenou v axile kořenů C8 je problematické a tato manipulace může být příčinou pooperační kořenové iritace. Velmi důležité je neponechat těsně pod tvrdou plenou kostní fragment, který by mohl být během uzavírání osteotomie vtlačen do páteřního kanálu. Míra korekce dosažitelná jednou osteotomií opět

vychází z výšky obratle C7 případně Th1. Tato se průměrně pohybuje kolem 15 mm, a tak lze bez translace uvažovat o korekci $< 50^\circ$. Deviren et al. dosáhli u 11 pacientů s AS průměrné korekce 49° a redukce C2-C7 SVA o 4,5 cm. ⁽¹⁷⁶⁾ Samudrala et al. dosáhli průměrné korekce pouze 36° . ⁽¹⁷⁷⁾ Naopak, Tokala et al. udávají v malé sestavě 8 pacientů průměr 57° , kdy u jednoho z operovaných zjistili dokonce 50% translaci v sagitální rovině v místě osteotomie! ⁽¹⁷⁷⁾ Vhodnost ostatních typů osteotomií typu COWO nebo kombinace více osteotomií lze obtížně komentovat vzhledem k minimu dosud publikovaných studií.

4.8 Vlastní zkušenost s korekcí těžkých kyfotických deformit u nemocných léčených pro AS

Mezi roky 2009 a 2018, byla na naší klinice provedena korekční operace pro fixovanou kyfotickou deformitu krční nebo thorakolumbální páteře u 15 pacientů. Jednalo se o 12 mužů a 3 ženy ve věkovém rozpětí 35–68 let (průměrně 49,3 roku). Všichni nemocní byly postiženi těžkou formou AS s kompletní ankylozou celé páteře. Restituce schopnosti vertikálního pohledu nemocných byla ve všech případech hlavním cílem operací. Nemocní byli zevrubně poučeni o povaze a rizicích operačního výkonu, a poté na základě informovaného souhlasu operováni a dále prospektivně sledováni. Kromě klinických fotografií (Obr. 43) a radiografických měření, byl celkový klinický efekt výkonu a spokojenost nemocného s ním hodnocen pomocí pětistupňové škály, na které nemocný jednoduše označil svoji spokojenost s výsledkem operace (1. velmi uspokojivý, 2. uspokojivý, 3. lepší, 4. stejný, 5. neuspokojivý).

Objektivní neurologické vyšetření bylo provedeno před výkonem a po operaci, dále byli nemocní sledováni v pravidelných intervalech cestou naší ambulance. Rovnováha nemocných v sagitální rovině byla posuzována podle bočního nativního rentgenového snímku celé páteře, pánve a horní poloviny kostí stehenních v jedné projekci ve stoji. Všichni nemocní před výkonem podstoupili CT, a pokud míra kyfotické deformity dovozovala i MR. Při dominující thorakolumbální křivce byla plánována korekce v oblasti bederní páteře, optimálně PSO L3 či L2. Pokud byla zjištěna dominantní deformita v oblasti cervikothorakální páteře, při jinak akceptovatelné rovnováze v sagitální rovině, byla naplánována korekce provedením PSO či COWO C7.

Po výkonu byla pořízena fotografická dokumentace (snímek ve stoje z profilu) před propuštěním 12 a 24 měsíců po operaci. Na těchto snímcích byl hodnocen CBVA, respektive jeho změna po chirurgické korekci a během pooperačního sledování. Počítačová tomografie



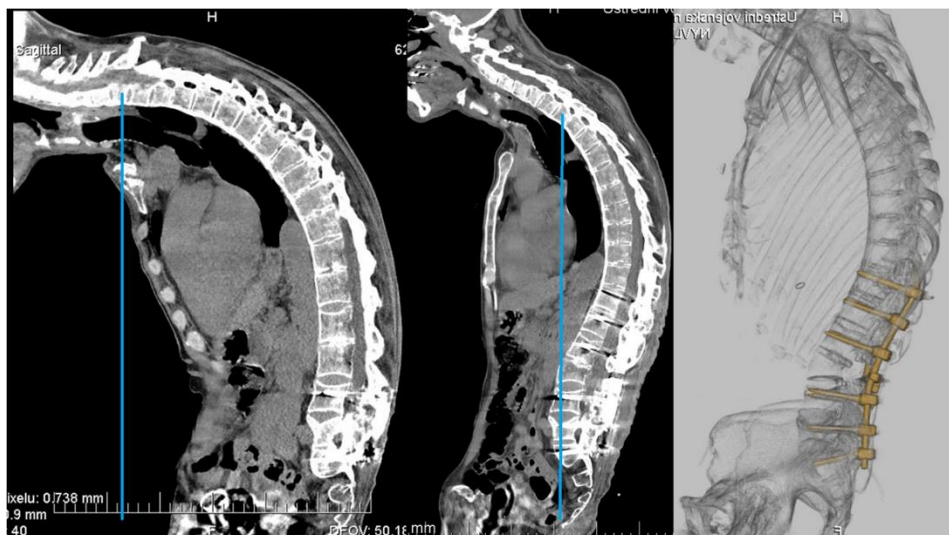
Obr.43 Předoperační klinické fotografie nemocných s různými typy dominující deformity při AS, které vedou k významnému zvýšení CBVA (žena vlevo s dominující thorakolumbální deformitou, muž vpravo s dominující deformitou cervikothorakální)

byla provedena u všech nemocných po operaci a při kontrolách 12 a 24 měsíců po korekčním výkonu. Na CT byla hodnocen stupeň korekce, poměry v páteřním kanále, zavedení instrumentace a průběh pooperačního hojení v místě osteotomie. Zároveň byly pořizovány kontrolní rentgenové snímky operovaného úseku páteře v předozadní a bočné projekci spolu s přehledným snímkem celé páteře po výkonu, na kontrole 6 týdnů, 3, 6 a 12 měsíců a následně jednou za rok po výkonu po celou dobu sledování. Změna parametrů rovnováhy v sagitální rovině byla sledována na přehledných snímcích celé páteře.

Operační výkony byly vedeny v celkové anestezii. Nemocní byli intubováni s využitím fibroskopu a následně polohováni do polohy na břicho s dostatečným vypořádáním respektujícím deformitu. Během všech výkonů byly monitorovány evokované potenciály. Před výkonem byla podána první dávka antibiotik, a tato byla ponechána ve své intravenózní formě další 4 dny po výkonu.

Při korekční osteotomii v oblasti bederní páteře byl proveden středočárový přístup se skeletizací paravertebrálních svalů v rozsahu nejméně třech segmentů nad a pod místem plánovaným pro korekci. Následně byly za kontroly sálového rentgenu v bočné projekci zavedeny transpedikulární šrouby. Správnost zavedení instrumentace byla následně ověřena i kontrolním snímkem v předozadní projekci. Osteotomie obratle byla zahájena kompletní

laminektomií osteotomovaného obratle a částečnou laminektomií obou obratlů přilehlých. Dále byly kompletně resekovány oba klouby, revidovány průběhy všech čtyřech míšních kořenů odstupujících v segmentu. Následně byly resekovány oba pedikly, koagulovány epidurální žíly v páteřním kanále. Do obratlového těla bylo proniknuto, jak bází pediklů, tak z páteřního kanálu a po šetrné manipulaci durálním vakem byla provedena klínovitá resekce obratlového těla.



Obr.44 CT sagitální rekonstrukce před výkonem a po korekční osteotomii L3 technikou PSO s instrumentací transpedikulárními šrouby. Je zřejmé obnovení lordózy bederní páteře s korekcí C7 SVA. Zároveň jasná dekomprese orgánů břišní dutiny po korekci ankylotické páteře

K prevenci nežádoucí translace v místě osteotomie, byla po celou dobu resekce kostních elementů nasazena krátká dočasná tyč alespoň na jedné straně. Uzavření osteotomie provedené kompresí na zadní straně páteře bylo provedeno na dočasných tyčích a za monitorace MEP a SSEP. Na závěr byly naformovány dlouhé tyče a tyto zajištěny matkami. Po uzavření osteotomie a kompletaci instrumentace bylo kostní přemostění podpořeno naložením směsí resekované kosti spolu s kostní náhradou na oblouky skeletizovaných obratlů. (Obr. 44,45)

Při osteotomii C7 byl výkon opět zahájen polohováním na operačním stole v poloze na břiše. Hlava byla fixována v Mayfieldově trojbodovém fixátoru. Zajištěna byla opět monitorace evokovanými potenciály. (Obr. 46) Po identifikaci zájmové oblasti páteře pomocí sálového rentgenu v boční projekci, byl proveden standardní mediální řez a svaly subperiosteálně separovány v rozsahu obratlů C3–Th4. Následně byly zavedeny šrouby do laterálních mas C3, C4 a C5. Hrudní obratle byly instrumentovány zavedením šroubů transpedikulárně do Th1,



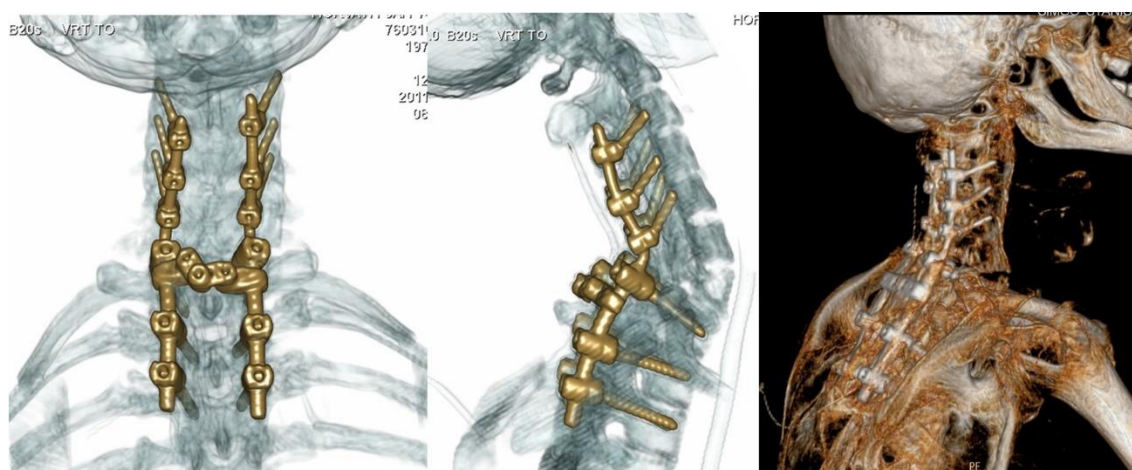
Obr.45 Klinická fotografie dokumentující kyfotickou deformitu thorakolumbální páteře před výkonem a výsledný stav po korekční osteotomii L3 technikou PSO. Přiloženy dlouhé rentgenové snímky celé páteře spolu s metrickou změnou parametrů rovnováhy v sagitální rovině. Červeně změna hodnoty LL a její vliv na restituci vertikálního pohledu vyjádřena hodnotou CBVA



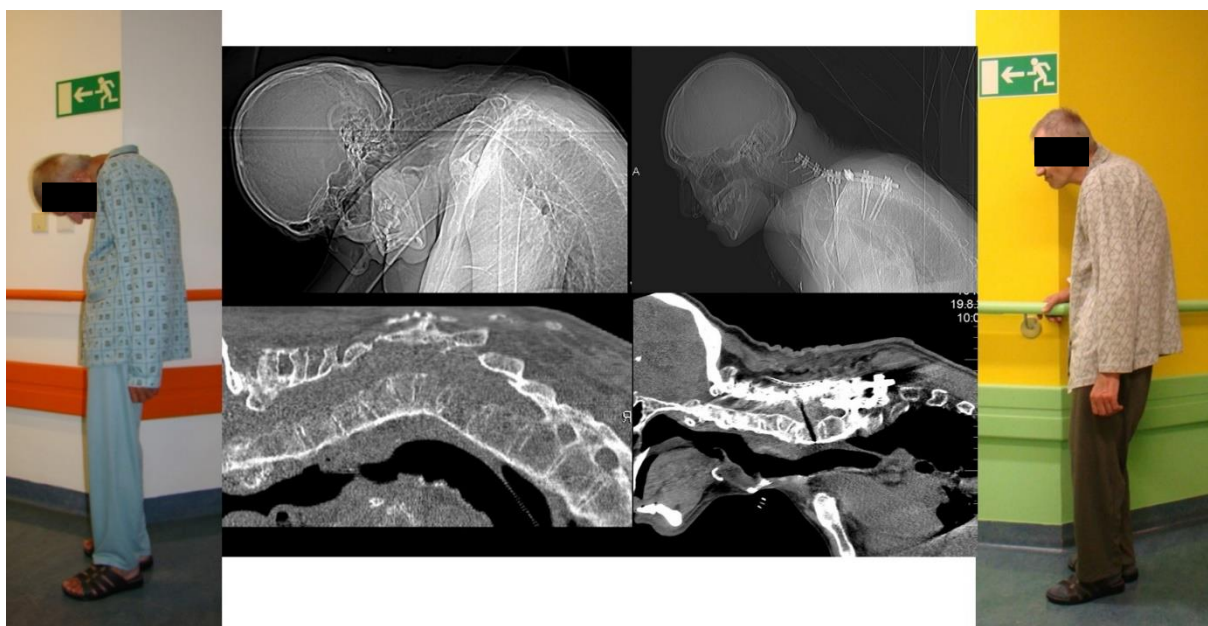
Obr. 46 Ukázka polohování nemocného s těžkou kyfotickou deformitou v oblasti cervikothorakální páteře a následným zajištěním peroperační monitorace MEP a SSEP

Th2 a Th3. Vlastní osteotomie C7 byla zahájena kompletní laminektomií C7 a částečným snesením oblouků C6 i Th1. Dále byly oboustranně resekovány kloubní výběžky obratle C7, identifikován průběh kořenů C8 a Th1 a tyto revidovány dostatečně laterálně, aby byla vyloučena jejich potenciální komprese následkem budoucí korekce. Pedikly byly sneseny

vysokoobrátkovou mikrofrézou, jejich mediální kortikální stěna byla přechodně zachována pro lepší kontrolu krvácení ze žilních plexů v páteřním kanále. Do obratlového těla bylo proniknuto bází resekovaných pediklů a obratel byl zeslaben odstraněním většiny spongiózy v celém obratlovém těle dostatečně ventrálně. Nakonec byly sneseny zbytky mediální stěny pediklů spolu se zadní stěnou obratlového těla a se zadním podélným vazem, čímž bylo dosaženo kompletního přerušení zadní strany obratlového těla. Prevence nežádoucí translace v místě osteotomie byla zajištěna nasazením krátkých dočasných tyčí. Po dokončení fáze osteotomie bylo možno přistoupit k vlastní korekci – při zachování sterilních podmínek uchopil operátor rám Mayfieldova fixatéru, následně byla zrušena aretace fixatéru a provedena postupná extenze páteře. Korekce do extenze byla prováděna v jednotlivých krocích odpovídajících zhruba 10°, kdy byla kontrolována situace míchy, jak přímou kontrolou v operačním poli, tak hlavně několika přeběhy evokovaných potenciálů, a pokud bylo nové postavení nemocným tolerováno, byla provedena další extenze. Od další korekce bylo ustoupeno v případě poklesu evokovaných potenciálů nebo v situaci, kdy se zkrácením zadní strany páteře dostaly do kontaktu kořeny C7 a C8. Po dokončení korekce byl Mayfieldův fixatér opětovně zajištěn v nové pozici, byly natvarovány tyče, a tyto následně nasazeny na zavedené šrouby a zajištěny matkami. Nakonec byly dekortikovány oblouky C3-Th3 a provedena posterolaterální déza směsí autologní spongiózy a kostní náhrady. (Obr. 47, 48)



Obr. 47 3D-CT rekonstrukce pacientů po korekční osteotomii PSO C7 technikou egg-shell v předozadní a bočné projekci, snímek vpravo dokládá COWO korekční osteotomii C7



Obr. 48 Klinické fotografie dokumentující korekci těžké kyfotické deformity v oblasti cervikothorakálního přechodu technikou PSO C7. Přiloženy nativní snímky a CT vyšetření operované části páteře před a po operaci.

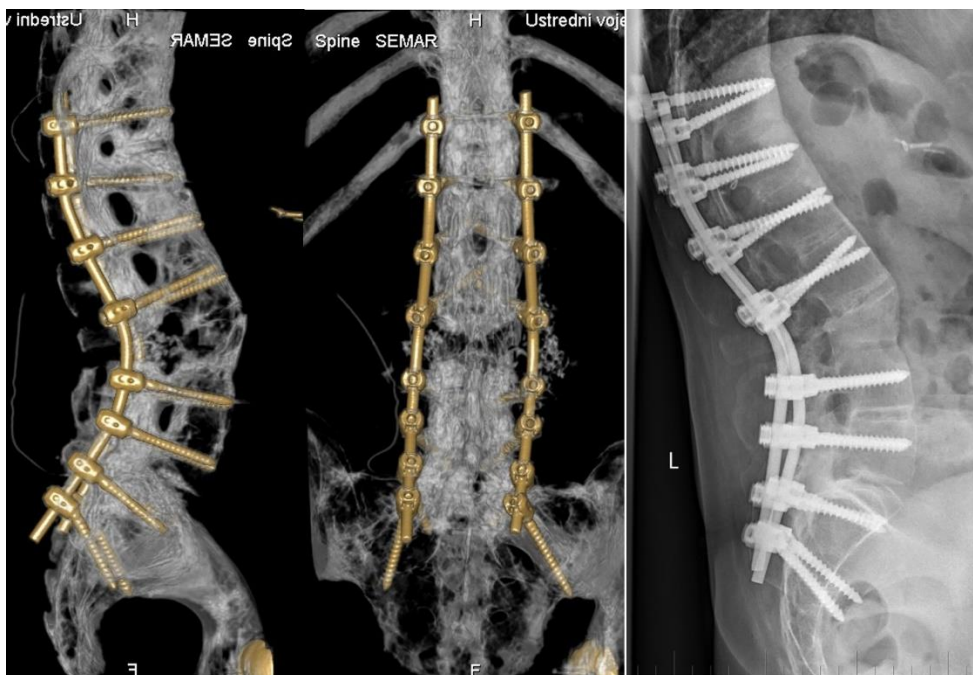
Operační časy, včetně zajištění peroperační monitorace evokovanými potenciály, se pohybovaly rozmezí mezi 3–5 hodinami (průměrně 4,2 hodiny). Zaznamenaná krevní ztráta činila 800–2300 ml (průměrně 1500 ml). U jednoho nemocného došlo během korekce PSO C7 k úplnému vymizení MEP i SSEP, které se do konce operačního výkonu neobnovily. Po výkonu se u tohoto nemocného rozvinula středně těžká quadraparéza, která se však naštěstí kompletně upravila během prvních třech týdnů po výkonu. Zbýlých 15 operačních výkonů proběhlo bez zaznamenaných peroperačních komplikací.

Krční ortéza typu Philadelphia byla nasazena již na operačním sále všem pacientům po korekční osteotomii C7 a její nošení bylo vyžadováno po celý první měsíc po operaci. Pacientům po korekčním výkonu v oblasti bederní páteře byl první pooperační den, rovněž na měsíc, přidělen bederní korzet typu Lombax H. První pooperační den bylo provedeno kontrolní CT vyšetření pro kontrolu správnosti zavedení instrumentace a již zmíněnému vyhodnocení velikosti korekce kyfotické deformity. S vertikalizací a rehabilitací nemocných bylo započato první nebo druhý pooperační den. Nemocní byli následně hospitalizováni dalších pět až sedm dnů, a poté přeloženi do další péče revmatologů. Ambulantní kontroly nemocných byly plánovány za 6 týdnů, 3, 6, 12 a 24 měsíců po výkonu. Další kontroly byly řešeny dle

individuálních potřeb pacientů. U žádného z operovaných nebyla indikována revize pro malpozici šroubů. V souboru nebyly zaznamenány žádné ranné ani interní komplikace. U všech nemocných bylo dosaženo významné korekce kyfotické deformity a úpravě úhlů CBVA. Kromě jednoho pacienta byli všichni nemocní spokojeni s dosaženým stupněm korekce. V jednom případě pacienta s thorakolumbální kyfózou byla pro další korekci CBVA doplněna PSO Th8 po nejprve provedené PSO L2. (Tab.11)

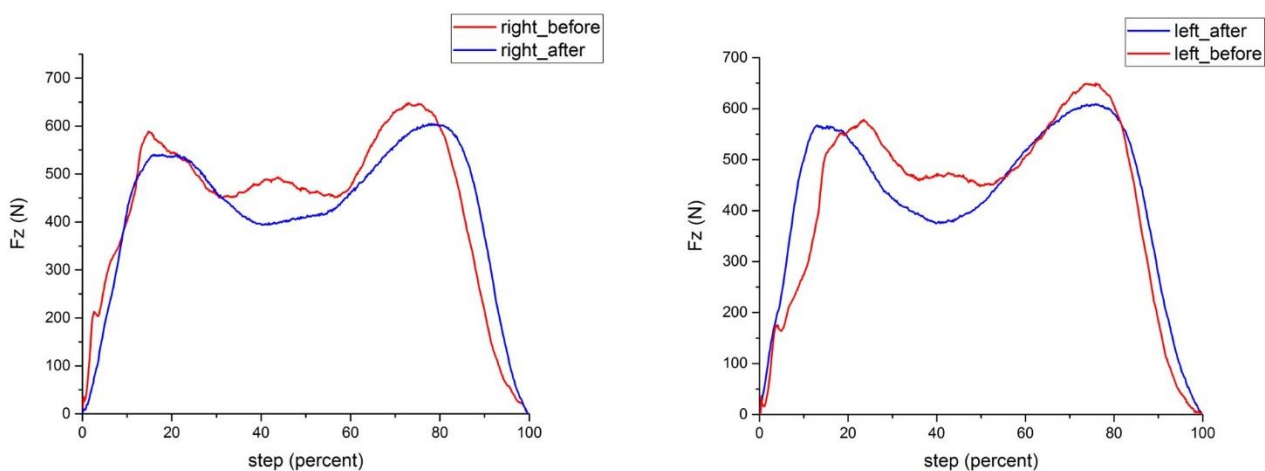
Etáž	Počet pacientů	CBVA změna	Osteotomie
C7	6	45,2°	52,1°
Th8	1	20°	34,2°
L2	4	48,1°	46,3°
L3	5	47,6°	45,7°

Tab. 11 V tabulce označeny etáže, kde byly provedeny korekční osteotomie, průměrné úhlové změny v místě jednotlivých osteotomií a výsledná změna hodnoty CBVA umožňující restituci vertikálního pohledu pacientů



Obr. 49 3D CT rekonstrukce po korekční osteotomii L3 typu PSO v bočné a předozadní projekci a kontrolní rentgenový snímek dokumentující dokonalé kostní zhojení 6 měsíců po výkonu

Třináct pacientů považuje svoji pooperační situaci za velmi uspokojivou a dva za uspokojivou. Ve všech případech došlo k restituci schopnosti vertikálního pohledu. Dokonce nemocný, u něhož se přechodně rozvinula quadraparéza, se později zajímal o možnost dalších korekčních výkonů na hrudním či bederním úseku páteře. Všichni nemocní udávali významnou redukci lokálních bolestí páteře. Kontrolní nativní rentgenové snímky a CT vyšetření páteře po 12 a 24 měsících po výkonu prokázaly stabilní postavení korigovaného úseku páteře, bez ztráty korekce v porovnání s pooperačním rentgenovou a CT kontrolou. Ve všech případech došlo ke správnému kostnímu zhojení v místě osteotomie. (Obr. 49) Jediným významnějším chronickým steskem byla intermitentní přítomnost parestzie v dermatomu C8 oboustranně, na kterou si stěžovali 3 pacienti po korekční osteotomii C7. Korekční osteotomie, zejména pokud je provedena v oblasti thorakolumbální páteře, vede nejen k úpravě parametrů rovnováhy v sagitální rovině a normalizaci schopnosti vertikálního pohledu vyjádřeno hodnotou CVBA, ale lze také očekávat změnu v celkovém pohybovém stereotypu nemocného. Tento efekt lze objektivizovat např. provedením stabilometrie s analýzou chůze. (obr. 50)



Obr. 50 Grafická analýza dokumentující pooperační úpravu zatížení chodidla během jednotlivého kroku po korekční operaci PSO L3. Červená křivka prezentuje situaci před výkonem a modrá náleží během kontroly 3 měsíce po operaci. Z porovnání křivek pro pravou a levou nohu je zřejmé vymizení pomocného zhoupnutí se během kroku před výkonem. Naopak, pooperační křivky dokumentují plynulý přenos váhy během kroku.

5. Závěr

Vzhledem k významnému pokroku v systémové léčbě revmatických chorob, včetně rozšířeného zavedení biologické terapie, klesá množství nemocných, kteří mohou profitovat z léčby chirurgické. Mezi roky 2008-2018 bylo na našem pracovišti odoperováno celkem 8201 pacientů. Tito byli k léčbě indikováni dominantně pro symptomatické degenerativní onemocnění páteře, její poranění, nádorové a zánětlivé postižení. V této práci prezentovaná zkušenost se specifiky chirurgické léčby u revmatických pacientů je založena na sestavě 102 nemocných, což představuje 1,2% všech operačních výkonů během zmíněných deseti let. V této souvislosti je navíc dobré připomenout naši po celou dobu trvající velmi těsnou spolupráci s Revmatologickým ústavem v Praze. Tedy lze předpokládat, že na jiných spondylochirurgických pracovištích bude tento podíl pravděpodobně ještě nižší.

Jakkoliv se jedná málo o frekventované operace, jejich správná indikace a odpovídající chirurgické provedení představují nepodkročitelný předpoklad pro dobré klinické výsledky léčby.

Námi používaná kritéria pro posouzení revmatické nestability krční páteře se jeví jako správná, jelikož nebyla zaznamenána deteriorace v neurologickém obraze u nemocných, kteří byli pro tuto „pouze“ sledováni. V rámci chirurgické terapie nestability v oblasti kraniocervikálního přechodu je pak jednoznačně preferována krátká stabilizace C1-C2, která má dobrý potenciál zabránit další progresi onemocnění a zároveň přináší nejmenší redukci rozsahu pohybu operovaného úseku páteře.

Pacienti léčení pro AS s celkovou ankylozou páteře, musí být i po banálních nízkoenergetických úrazech, bez odkladů velmi podrobně vyšetřeni a není možné se spokojit jen s provedením nativních rentgenových snímků. Většina zlomenin v této skupině nemocných je hodnocena jako jednoznačně nestabilní. Operační léčba spočívá v dlouhých instrumentacích, zejména ze zadního přístupu.

Léčba těžkých kyfotických deformit při AS, zejména při progresi onemocnění vedoucí ke ztrátě schopnosti vertikálního pohledu, spočívá v provedení korekčních osteotomií v místech dominující deformity. Pro tyto výkony je nezbytná schopnost vyhodnocení parametrů rovnováhy v sagitální rovině. Korekční výkony v oblasti lumbální představují pro nemocného nejnižší riziko možného vzniku neurologické léze a slují nejvyšším korekčním potenciálem v rámci celé osy páteře.

Chirurgická léčba revmatologický nemocných předpokládá týmový přístup s dobrou spoluprací s revmatology. Při dodržení všech zmíněných zásad a podmínek, lze nicméně i těmto nemocným se závažnými systémovými onemocněními, nabídnout léčbu, která je stejně úspěšná a s minimem komplikací, jako je tomu u běžné populace, bez této zátěže.

6. Seznam použité literatury

1. W.M. Flinders Petrie. Diaspolis Parva (The cemeteries of Abadiyeh and Hu), London, Special Extra Publication of the Egypt Exploration Fund, 1901.
2. Pasero G, Marsen P. Hippocrates and rheumatology. *Clin Exp Rheumatol* 2004; 22: 687-9
3. Rogers J, Watt I, Dieppe P, et. al. Arthritis in Saxon and mediavel skeletons. *Br Med J* 1981; 238: 1668-70
4. Bloch H. Guillaume de Baillou. Portrait of a sixteen century renaissance path finder. *NY State J Med* 1979; 79: 406-7
5. Syndeham T. *Tractatus de Podagra et Hydrope*. London: G Kettilby, 1683
6. Garrod AB. Oservation on certain pathological conditions of the blood and urine in gout, rheumatism and Bright's disease. *Med Chir Trans* 1848; 31: 83 – 97
7. Smith CD, Cyr M. History of lupus erythematosus from Hippocrates to Osler. *Rheum Dis Clin North Am* 1988; 14: 1-14
8. Hargraves MM, Richmond H, Morton R. Presentation of two bone marrow elements: The tart cell and LE cell. *Proc Staff Meet Mayo Clin* 1948; 23: 25-8
9. Waaler E. On the occurence of a factor in human serum activating the specific agglutination of sheep red corpuscles. *Acta Pathol Microbiol Scand* 1940; 17: 172-88
10. Schlossetein I, Terasaki PI, Bluestone R et al. High association of an HL-A antigen W27, with ankylosing spondylitis. *N Engl J Med* 1073; 288: 704-6
11. Hench PS, Kendall EC, Slocumb CH et al. The effect of a hormone of the adrenal cortex (17-hydroxy-11-dehydrocorticosterone: Compound E) and pituitary adrenocorticotropic hormone on rheumatoid arthritis. *Proc Staff Meet Mayo Clin* 1949; 24: 181-97
12. Rundler RW, Wyngaarde JB, Hitching GH et al. Effect of a xantine oxydase inhibitor on thiopurine metabolism, hyperuremia and gout. *Trans Assoc Am Physicians* 1963; 76: 126-40
13. Kaltsonoudis E, Papagoras C, Drosos AD. Current and future role of methotrexate in the therapeutic armamentarium for rheumatoid arthritis. *Int J Clin Rheumatol* 2012; 7: 179-89
14. Vane JR. Inhibition of prostaglandin synthesis as a mechanism of action for aspirin-like drugs. *Nat New Biol* 1971; 231: 232-5

15. Bagnall AW, The value of chloroquine in rheumatoid disease: four year study of continuous therapy. *Can Med Assoc J* 1957; 77: 182-94
16. Elliot MJ, Maini RN, Feldmann M, et al. Treatment of rheumatoid arthritis with chimeric mononuclear antibodies to tumor necrosis factor alpha. *Arthritis Rheum* 1993; 36: 1681-90
17. Pavelka et al. *Revmatologie*. Druhé přepracované vydání. Praha, Galen; 2010.
18. Garrod AE. *A treatise on rheumatism and rheumatoid arthritis*. London, Griffin; 1890.
19. Conlon PW, Isdale IC, Rose BS. Rheumatoid arthritis of the cervical spine. An analysis of 333 cases. *Ann Rheum Dis* 1966; 25: 120-126
20. Clark Ch R et al. *The Cervical Spine*. Third edition. Philadelphia-New York. Lippincott-Raven; 1998
21. Menezes AH, Sonntag VKH et al. *Principles of spinal surgery*. Vol 1. New York, McGraw-Hill Comp; 1996
22. Nguyen HV, Ludwig SC, Siber J et al. Rheumatoid arthritis of the cervical spine. *Spine J* 2004; 4(š): 329-334
23. Saag KG, Cerhan JR, Kolluri S et al. Cigarette smoking and rheumatoid arthritis severity.- *Ann Rheum Dis* 1997; 56: 463-69
24. Myasoedova E, Crowson CS, Kremers H et al. Is the incidence of rheumatoid arthritis rising? Results from Olmsted Country, Minesota, 1955-2007. *Arthritis and Rheum* 2010; 62(6): 1576-1582
25. Joaquim AF, Appenzeller S. Cervical spine involvement in rheumatoid arthritis – a system review. *Autoimmunity Rev* 2014; 13(12): 1195-1202
26. Matteson EL. Cervical spine disease in rheumatoid arthritis how common a finding? How common a problem? *Arthritis and Rheum* 2003; 5(3): 292-303
27. Englander O. Non-traumatic occipito-atlantis-axial dislocation. *Br J Radiol* 1942; 15: 341 – 345
28. Davis FW Jr, Markley HE. Rheumatoid arthritis with death from medullary compression. *Ann Intern Med* 1951; 451-454
29. Pellici PM, Ranawat CS, Tsairis P et al. A prospective study of the progression of rheumatoid arthritis of the cervical spine. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A: 342-346
30. Mikulowski P, Wollheim FA, Rotmil P et al. Sudden death in rheumatoid arthritis with atlanto-axial dislocation. *Acta Med Scand* 1975; 198: 445-451
31. Gillick JI, Wainwright J, Das K. Rheumatoid arthritis and the cervical spine: A review on the role of surgery. *Int J of Rheumatol* 2015; 2015: 1-12

32. Wasserman BR, Moskovich R, Razi AE. Rheumatoid arthritis of the cervical spine—clinical consideration, Bulletin of NYU Hospital for Joint Disease 2011; 69(2): 136-148
33. Yurube T, Sumi M, Nishida K et al. Incidence and aggravation of cervical spine instabilities in rheumatoid arthritis: a prospective minimum 5-years follow up study of patients initially without cervical involvement. Spine 2012; 37(26): 2136-2144
34. Yurube T, Sumi M, Nishida K et al. Accelerated development of cervical spine instabilities in rheumatoid arthritis: a prospective minimum 5-year cohort study. PLoS ONE 2014; 9(2): 1-9
35. Kaito T, Ohshima S, Fujiwara H et al. Predictors for the progression of cervical lesion in rheumatoid arthritis under the treatment of biological agents. Spine 2013; 38(26): 2258-2263
36. Stulík et al. Poranění krční páteře. První vydání. Praha, Galen; 2010.
37. White AA III, Southwick WO, DePonte RJ et al. Relief of pain by anterior cervical spine fusion for spondylosis. A report of sixty-five patients. J Bone Joint Surg (Am) 1973; 55A: 525-534
38. Panjabi MM, White AA III, Johnson RM. Cervical spine mechanics as a function of transection of components. J Biomech 1975; 8: 327-536
39. Ahn JK, Hwang JW, Oh JM et al. Risk factors for development and progression of atlantoaxial subluxation in Korean patients with rheumatoid arthritis. Rheumatology International 2011; 31(10): 1363-1368
40. Kraus WE, Bledsoe JM, Clarke JM et al. Rheumatoid arthritis of the craniovertebral junction. Neurosurgery 2010; 66(3): A83-A95
41. Oshima K, Sakaura H, Iwasaki A et al. Repeated vertebrobasilar thromboembolism in a patients with severe upper cervical instability because of rheumatoid arthritis. Spine J 2011; 11(2): 1-5
42. Hirano K, Imagama S, Oishi Y et al. Progression of cervical instabilities in patients with rheumatoid arthritis 5.7 years after their first lower limb arthroplasty. Modern Rheumatology 2012; 22(5): 743-749
43. Ranawat CS, O'Leary P, Pellici P et al. Cervical spine fusion in rheumatoid arthritis. J of Bone and Joint Surg – Am Vol 1979; 61(7): 1003-1010
44. Sharp J, Purser DW. Spontaneous atlanto-axial dislocation in ankylosing spondylitis and rheumatoid arthritis. Ann of Rheum Disease 1961; 20(1): 47-77
45. Mallory GW, Halasz SR, Clarke MJ. Advances in the treatment of cervical rheumatoid: less surgery and less morbidity. World J Orthop. 2014; 5(3):292-303

46. Casey ATH, Crockard HA, Stevens J. Vertical translocation. Part II. Outcomes after surgical treatment of the rheumatoid cervical myelopathy. *J Neurosurg.* 1997; 87(6): 863-969
47. Riew KD, Hilibrand AS, Palumbo MA et al. Diagnosis basilar invagination in the rheumatoid patients. The reliability of radiographic criteria. *J Bone Joint Surg* 2001; 83(2): 194-200
48. Magarelli N, Simone F, Amela R et al. MR imaging of atlantoaxial joint in early rheumatoid arthritis. *Radiol Medica* 2010; 115(7): 1111-1120
49. Younes M, Belghali S, Kriaa S et al. Compared imaging of the rheumatoid cervical spine prevalence study and associated factors. *J Bone Spine* 2009;76(4): 361-368
50. Sunahara N, Matsunaga S, Mori T et al. Clinical course of conservatively managed rheumatoid arthritis patients with myelopathy. *Spine* 1997; 22(22): 2603-2608
51. Grob D. Atlantoaxial immobilization in rheumatoid arthritis a prophylactic procedure? *Eur Spine J* 2000; 9(5): 404-409
52. Foerster O. *Die Leitungsbahnen des Schmerzgefuchls.* Berlin, Urban and Schwarzenburg 1927, 266
53. Hamblen DL. Occipito-cervical fusion. Indication, technique and results. *J Bone Joint Surg Br* 1967; 49: 33-45
54. Ransford AO, Crockard HA, Pozo JL et al. Craniocervical instability treated by contoured loop fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 173-177
55. Flint GA, Hockley AD, Mc Millan JJ et al. A new method of occipitocervical fusion using internal fixation. *Neurosurgery* 1986; 21: 947-950
56. Grob D, Dvorak J, Panjabi MM et al. The role of plate and screw fixation in occipitocervical fusion in rheumatoid arthritis. *Spine* 1994; 19: 2545-2551
57. Smith MD, Anderson P, Grady MS. Occipitocervical arthrodesis using contoured plate fixation. An early report on a versatile fixation technique. *Spine* 1993; 18: 1984-1990
58. Sasso RC, Jeanneret B, Fischer K et al. Occipitocervical fusion with posterior plate and screw instrumentation. A long-term follow-up study. 1994; 19: 2364-2368
59. Gallie WE. Fracture and dislocations of the cervical spine. *Am J Surg* 1939; 46: 495-499
60. Mallory GW, Halasz SR, Clarke MJ. Advances in the treatment of cervical rheumatoid: Less surgery and less morbidity. *World J Orthop* 2014; 5(3): 292-303
61. Papadopoulos SM, Dickman CA, Sonntag VK. Atlantoaxial stabilization in rheumatoid arthritis. *J Neurosurg* 1991; 74: 1-7

62. Coyne TJ, Fehlings MG, Wallace MC et al. C1-C2 posterior cervical fusion: long-term evaluation of results and efficacy. *Neurosurgery* 1995; 37: 688-692
63. Magerl F, Seeman P. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation in Cervical Spine, Kehr P, Weidner A eds. Springer, Berlin, Germany; 322-327
64. Goel A, Laheri V. Plate and screw fixation for atlanto-axial subluxation. *Acta Neurochir* 1994; 129: 47-53
65. Harms J, Melcher RP. POsterior C1-C2 fusion with polyaxila screw and rod fixation. *Spine* 2001; 26: 2467-2471
66. Vanek P, Bradac O, de Lacy P et al. Vertebral artery and osseous anomalies characteristic at the craniocervical junction diagnosed by CT and 3D CT angiography in normal Czech population: analysis of 511 consecutive patients. *Neurosurg Rev* 2017; 40: 369-376
67. Miyata M, Neo M, Ito H et al. Is rheumatoid arthritis a risk factor for a high-riding vertebral artery? *Spine* 2008; 33:2007-2011
68. Alesh H, Parker SI, McGirt MJ et al. Preoperative radiographic factors and surgeon experience are associated with cortical breach of C2 pedicle screw. *J Spinal Disord Tech* 2010; 23(1): 9-14
69. Lee CH, Hong JT, Kang DH et al. Epidemiology of Iatrogenic Vertebral Artery Injury in Cervical Spine Surgery: 21 Multicenter Studies. *World Neurosurg.* 2019 Jun;126:e1050-e1054
70. Elliot RE, Tanweer O, Boah A. Compariosn of safety and stability of C2 pars and pedicle screw for atlantoaxial fusion: meta-analysis and review of literature. *J Neurosurg Spine* 2012; 17: 577-593
71. Yeom JS, Buchowski JM, Kim HJ et al. Risk of vertebral artery injury: comparison between C1-C2 transarticular and C2 pedicle screws. *Spine J.* 2013;13(7):775-85
72. Wright NM. Posterior C2 fixation using bilateral, crossing C2 laminar screws: case series and technical note. *J Spinal Disord Tech* 2004; 17(2): 158-162
73. Lipson SJ. Cervical myelopathy and posterior atlanto-axial subluxation in patients with rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1985; 67(4): 593-597
74. Crockard HA, Calder I, Ransford AO. One-stage transoral decompression and posterior fixation in rheumatoid atlanto-axial subluxation. *J Bone Joint Surg Br* 1990; 72(4):682-685
75. Ponce-Gomez JA, Ortega-Porcayo IA, Soriano-Baron et al. Evolution from microscopic transoral to endoscopic endonasal odontoidectomy. *Neurosurg Focus* 2014; 37(4): E15

76. Kassam AB, Snyderman C, Gardner P et al. The expanded endonasal approach: a fully endoscopic transnasal approach and resection of the odontoid process: technical case report. *Neurosurgery* 2005; 57(1): 213
77. Yen YS, Chang PY, Huang WC et al. Endoscopic transnasal odontoidectomy without resection of nasal turbinates: clinical outcome of 13 patients. *J Neurosurg* 2014; 21(6): 929-937
78. An HS, Gordin R, Renner K et al. Anatomic consideration for plate screw fixation of the cervical spine. *Spine* 1991; 16: 548-551
79. Heller JG, Carlson GD, Abitbol JJ et al. Anatomic comparison of the Roy-Camille and Magerl technique for screw placement in the lower cervical spine. *Spine* 1991; 552-557
80. Xu R, Haman SP, Ebraheim NA et al. The anatomic relation of lateral mass screws to the spinal nerves. A comparison of Magerl, Anderson and An techniques. *Spine* 1999; 24: 2057-2061
81. Hostin RA, Wu C, Perra JH et al. A biomechanical evaluation of three revision screw strategies for failed lateral mass fixation. *Spine* 2008; 33: 2415-2421
82. Wolfs JF, Kloppenburg M, Fehlings MG et al. Neurologic outcome of surgical and conservative treatment of rheumatoid cervical spine subluxation: a systematic review. *Arthritis Rheum* 2009; 61(12): 1743-1752
83. Schmitt-Sody M, Kirchhoff C, Buhmann S et al. Timing of cervical spine stabilisation and outcome in patients with rheumatoid arthritis. *Int Orthop* 2008; 32:511-516
84. Ronkainen A, Niskanen M, Auvinen A et al. Cervical spine surgery in patients with rheumatoid arthritis long-term mortality and its determinants. *J Rheumatol* 2006; 33: 517-522
85. Clarke MJ, Cohen-Gadol AA, Ebersold MJ et al. Long-term incidence of subaxial cervical spine instability following cervical arthrodesis surgery in patients with rheumatoid arthritis. *Surg Neurol* 2006; 66: 136-140
86. Jacobs JWG, Bijlsma WJ, Laar JM. Glucocorticoids in early rheumatoid arthritis: are the benefits of joint sparing effect offset by the adverse effect of osteoporosis? The effect on bone in the Utrecht study and camera-II study. *NeuroImmunoModulation* 2014; 22: 66-71
87. Dahdaleh N, Khann R, Dlouhy Z et al. The impact of steroids, methotrexat, and biologic agents on clinical and radiographic outcomes in patients with rheumatoid arthritis undergoing fusion at the craniovertebral junction. *J Craniovertebr Joint and Spine* 2015; 6(2): 60-64

88. Krause ML, Matteson EL. Perioperative management of patients with rheumatoid arthritis. *World J Orthop* 2014; 5(3): 283-29
89. Appel H, Loddenkemper C, Miossec P. Rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis – pathology of acute inflammation. *Clin Exp Rheumatol* 2009; 27(4 Suppl 55): S15-S19
90. Mazieres B, Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (Forestier-Rotes-Querol disease): what's new? *Joint Bone Spine* 2013; 80: 466-470
91. Bogduk N. Functional anatomy of the spine. *Handb Clin Neurol*. 2016; 136:675-688
92. Jacobs WB, Fehlings MG. Ankylosing spondylitis and spinal cord injury: origin, incidence, management and avoidance. *Neurosurg Focus* 2008; 24: E12
93. Briot K, Roux C. Inflammation, bone loss and fracture risk in spondyloarthritis.- *RMD Open* 2015; e0000052
94. Murray HC, Elliott C, Barton SE. Do patients with ankylosing spondylitis have poorer balance than normal subjects? *Rheumatology* 2000; 39: 497-500
95. Alaranta H, Luoto S, Kontinen YE et al. Traumatic spinal cord injury as a complication to ankylosing spondylitis. An extended report. *Clin Exp Rheumatol* 2002; 20: 66-68
96. Caron T, Bransford R, Nguyen Q et al. Spine fractures in patients with ankylosing spinal disorders. *Spine* 2010; 35: E458-464
97. Elgyfy H, Bransford J, Chapman JR. Epidural hematoma associated with occult fracture in ankylosing spondylitis patient: a case report and review of literature. *J Spine Disord Tech* 2011; 24(7): 469-473
98. Leone A, Marino M, Dell'Atti C et al. Spinal fracture in patient with ankylosing spondylitis. *Rheumatology Int* 2016; 36: 1335-1346
99. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status and key modifiers. *Spine* 2013; 38: 2028-2037
100. Kepler CK, Vaccaro AR, Koerner JD et al. Reliability analysis of the AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System by worldwide group of naive spinal surgeons. *Eur Spine J* 2016; 25(4):1082-6
101. Charle YP, Buy X, Gangi A et al. Fracture in ankylosing spondylitis after minor trauma: radiological pitfalls and treatment by percutaneous instrumentation. A case report *Orthop Traumatol Surg Res* 2013; 99: 115-119
102. Westerveld LA, Verlaan JJ, Oner FC. Spinal fracture in patients with ankylosing spinal disorders: a systematic review of the literature on treatment, neurological status and complications. *Eur Spine J* 2009; 18: 145-156

103. Kurucan E, Bernstein DN, Mesfin A. Surgical management of spinal fractures in ankylosing spondylitis. *J Spine Surg* 2018; 4(3): 501-508
104. Olerud C, Frost A, Bring J et al. Spine fracture in patients with ankylosing spondylitis. *Eur Spine J* 1996; 5:51-5
105. Werner BC, Samartzis D, Shea FH. Spinal fractures in patients with ankylosing spondylitis: etiology, diagnosis, and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2016; 24: 241-249
106. Alaranta H, Luoto S, Konttinen YT. Traumatic spinal cord injury as a complication to ankylosing spondylitis. An extend report. *Clin Exp Rheumatol* 2002; 20: 66-68
107. Westerveld LA, van Bommel JC, Dhert WJA et al. Clinical outcome after traumatic spinal fracture in ankylosing spinal disorders compared with control patients. *Spine J* 2014; 14: 729-740
108. Balling H, Weckbach A. Hyperextension injuries of thoracolumbar spine in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. *Spine* 2015; 40: E61-E67
109. Krüger A, Frink M, Oberkircher L et al. Percutaneous dorsal instrumentation for thoracolumbar extension-distraction fractures in patients with ankylosing spinal disorders: a case series. *Spine J* 2014; 14: 2897-2904
110. Nayak NR, Pisapia JM, Abdullah KG et al. Minimally invasive surgery for traumatic fracture in ankylosing spinal diseases. *Global Spine J* 2015; 266-273
111. Moussallem CD, McCutcheon BA, Clarke MJ et al. Perioperative complication in open versus percutaneous treatment of spinal fractures in patients with an ankylosed spine. *J Clin Neurosci* 2016; 30: 88-92
112. Reinhold M, Knop Ch, Kneitz Ch et al. Spine fracture in ankylosing disease: Recommendations of the Spine section of the German Society for Orthopaedics and Trauma. *Global Spine J* 2017; 8(25): 56S-68S
113. Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia* 1969;7:179-192
114. Schmitt D. Insights into the evolution of human bipedalism from experimental studies of human and other primates. *J Exp Biol* 2003; 206: 1437-48
115. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein S edd. *Pediatr. Spine Princ.Pract.*, New York: Raven Press; 1994, 479-496

116. Duval-Beaupere G, Schmidt C, Cosson P. Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Engl* 1992; 20: 451-462
117. Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for the three-dimensional regulation of spinal sagittal curve. *Eur Spine J* 1998; 7: 99-103
118. Vialle R, Levassor N, Rillardin L et al. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87: 260-267
119. Mac-Thiong, Berthonnaud E, Dimar JR et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine* 2004; 29: 1642-1647
120. Lafage V, Diebo BG, Schwab F. Sagittal spino-pelvic alignment: from theory to clinical application. Madrid. Edditorial Medica Panamericana S.A; 2015
121. Yukawa Y, Kato F, Suda K et al. Age-related changes in osseous anatomy, alignment, and range of motion of the cervical spine. Part I: Radiographic data from over 1200 asymptomatic subjects. *Eur Spine J* 2012; 21: 1492-1498
122. Faline A, Szadkowski S, Berthonnaud E et al. Morfological study of the lower cervical curvature: results of 230 asymptomatic subjects. *EuroSpine*, Brussels, Belgium: 2007
123. Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. *Spine* 1994; 19:1611-1618
124. Mac-Thiog JM, Roussouly P, Berthonnaud E et al. Sagittal parameters of global spine balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults. *Spine* 2010; 35: E1193-1198
125. Hardacker JW, Shuford RF, Capicotto PN et al. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. *Spine* 1997; 22: 1472-1480
126. Suk K, Kim K, Lee S et al. Significance of chin-brow vertical angle in correction of kyphotic deformity of ankylosing spondylitis patients. *Spine* 2003; 28: 2001-2005
127. Lafage R, Challier V Ferrero E et al. Validation of correlation between CBVA, SLS and McGregor's Slope. *Scoliosis Res Soc Anchorage, Alaska*, 2014; 231

128. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine* 2005; 30: 346-353
129. Schwab F, Ugar B, Blondel B et al. Scoliosis Research Society – Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. *Spine* 2012; 37: 1077-1082
130. Barrey C, Roussouly P, Le Huec JC et al. Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine. *Eur Spine J* 2013; 22(Suppl.6): 834-841
131. Barrey C, Roussouly P, Perrin G et al. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms? *Eur Spine J* 2011; 20 (5): 626-633
132. Lafage V, Schwab F, Patel A et al. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine* 2009; 34: E599-606
133. Tsuji T, Matsuyama Y, Goto M et al. Knee-spine syndrome: correlation between sacral inclination and patellofemoral joint pain. *J Orthop Sci* 2002; 7: 519-523
134. Moskvovich R, Kubiak EN, Errico TJ et al. Orthopaedic management of ankylosing spondylitis. *Am Acad Orthop Surg* 2005; 13: 267-278
135. Kim KT, Lee SH, Suk KS et al. Outcome of pedicle subtraction osteotomies for fixed sagittal imbalance of multiple etiologies. *Spine* 2012; 37: 1667-1675
136. Park YS, Kim HS, Baek SW et al. Preoperative computer-based simulations for the correction of kyphotic deformities in ankylosing spondylitis patients. *Spine J* 2014; 14: 2420-2424
137. Zhang G, Fu J, Zhang Y et al. Pulmonary function improvement in patients with ankylosing spondylitis kyphosis after pedicle subtraction osteotomy. *Spine* 2014; 39: E1116-E1122
138. Koller H, Koller J, Mayer M et al. Osteotomies in ankylosing spondylitis: where, how many, and how much? *Eur Spine J* 2018; 27(Suppl1): S70-S100
139. Lee JS, Youn MS, Shin JK et al. Relationship between cervical sagittal alignment and quality of life in ankylosing spondylitis. *Eur Spine J* 2014; 24: 1199-1203
140. Bridwell KH. Decision making regarding Smith-Peterson osteotomy vs. pedicle subtraction osteotomy vs. vertebral column resection for spinal deformity. *Spine* 2006; 31: S171-S178

141. Zhang X, Zhang Z, Wang J et al. Vertebral column decancellation. *Bone Jt J* 2016; 98-B: 672-678
142. Hu J, Quian BP, Qui Y et al. Can acetabular orientation be restored by lumbar pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis patients with thoracolumbar kyphosis. *Eur Spine J* 2016; 26(7): 1826-1832
143. Chang KW, Chen HC, Che YY et al. Sagittal translation in opening wedge osteotomy for the correction of thoracolumbar kyphotic deformity in ankylosing spondylitis. *Spine* 2006; 31: 1137-1142
144. Wang Y, Zhang ZG, Mao KY et al. Transpedicular biverterbrae wedge osteotomy and discectomy in lumbar spine for severe spondylitis. *J Spinal Disord Tech* 2010; 23: 186-191
145. Atici Y, Akman YE, Balioglu MB et al. Two level pedicle subtraction osteotomies for the treatment of fixed sagittal plane deformity: computer software assisted preoperative planning and assessing. *Eur Spine J* 2016; 25: 2461- 2470
146. Quian BP, Wang XH, Qui Y et al. The influence of closing-opening wedge osteotomy on sagittal balance in thoracolumbar kyphosis secondary to ankylosing spondylitis. *Spine* 2012; 37: 1415-1423
147. Lafage V, Schwab FJ, Vira S et al. Does vertebral level of pedicle subtraction osteotomy correlate with degree of spinopelvic parameters correction? *J Neurosurgery Spine* 2011; 14: 184-191
148. Yamada K, Aotoa Y, Higashi T et al. Accuracies in measuring spinopelvic parameters in full-spine lateral standing radiographs. *Spine* 2015; 40: E640-E646
149. Patwardham AG, Havey RM, Khayazadeh S et al. Postural consequences of cervical sagittal imbalance – a novel laboratory model. *Spine* 2015; 40: 783-792
150. Park YS, Kim HS, Baek SW et al. Spinal osteotomy in ankylosing spondylitis: radiologic, clinical and psychologic results. *Spine J* 2014; 14(9):1921-7
151. Tomasino A, Parikh K, Koller H et al. The vertebral artery and cervical pedicle: morphometric analysis of a critical neighborhood. *J Neurosurg* 2009; 13(1): 52-60
152. Chien JT, Staged C1-C2 osteotomy and CT pedicle subtraction osteotomy for fixed chin-on-chest deformity in ankylosing spondylitis. In Annual meeting of CSRS-Asian Pacific, Kobe Japan 2017
153. Koller H, Meier O, Zenner J et al. Non-instrumented correction of cervicothoracic kyphosis in ankylosing spondylitis: a critical analysis on the results of

- open-wedgeosteotomy C7-Th1 with gradual Halo-Thoracic-Cast based correction. *Eur Spine J* 2013; 22: 747-758
154. Ondra SL, Marzouk S, Koski T et al. Mathematical calculation of pedicle subtraction osteotomy size to allow precision correction of fixed sagittal deformity. *Spine* 2006; 31: E973-E979
155. LeHuec JC, Cogniet A, Demezou H et al. Insufficient restoration of lumbar lordosis and FBI index following pedicle subtraction osteotomy in an indicator of likely mechanical complication. *Eur Spine J* 2015; 24: S112-S120
156. Song K, Su X, Zhang Y et al. Optimal chin-brow vertical angle for sagittal visual field in ankylosing spondylitis kyphosis. *Eur Spine J* 2016; 25: 2596-2604
157. Lafage V, Bharucha NW, Schwab F et al. Multicenter validation of formula predicting postoperative spinopelvic alignment. *J Neurosurg Spine* 2012; 16: 15-21
158. Schwab F, Blondel B, Chay E et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. *Neurosurgery* 2015; 76 (Suppl): S33-S41
159. Larson CB, Smith-Petersen MN, Aufranc OE. Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis. *J Bone Jt Surg Am* 1945; 27:11-15
160. Chang KW, Chen YY, Lin CC et al. Closing wedge osteotomy versus opening wedge osteotomy in ankylosing spondylitis with thoracolumbar kyphotic deformity. *Spine* 2005; 30: 1584-1593
161. Kim KT, Jo DJ, Lee SH et al. Does it need to perform anterior column support after Smith-Petersen osteotomy for ankylosing spondylitis? *Eur Spine J* 2012; 21:895-991
162. Liu H, Changshen Y, Zheng Z et al. Comparison of Smith-Petersen osteotomy and pedicle subtraction osteotomy for the correction of thoracolumbar kyphosis deformity in ankylosing spondylitis. *Spine* 2015; 40: 570-579
163. Van Royen BJ, Kleuver M, de Slot HG. Polysegmental lumbar posterior wedge osteotomies for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. *Eur Spine J* 1998; 7: 104-110
164. Hehne HJ, Zielke K, Böhm H. Polysegmental lumbar osteotomies and transpedicled fixation for correction of long curved kyphotic deformities in ankylosing spondylitis. Report of 177 cases. *Clin Orthop Rel Res* 1990; 258: 49-55
165. Scudese VA, Calabro JJ. Vertebral wedge osteotomy. Correction of rheumatoid (ankylosing) spondylitis. *JAMA* 2005; 186: 627-631

166. Kim KT, Park KJ, Lee JH. Osteotomy of the spine to correct the spinal deformity. *Asian Spine J* 2009; 3(2): 113-23.
167. Hening CT, Chewning SJ Jr. Eggshell procedure In: Bradford DS (ed) *Master techniques in orthopaedic surgery: the spine*, 1 st edn. Lippincott Williams Wilkins. Philadelphia 1996, p 199
168. Quian BP, Jian J, Qiu Y et al. Radiographical predictors for postoperative sagittal imbalance in patients with thoracolumbar kyphosis secondary to ankylosing spondylitis after lumbar pedicle subtraction osteotomy. *Spine* 2013; 38: E1669-E1675
169. Diebo BG, Lafage R, Ames CP et al. Ratio of lumbar 3-column osteotomy closure: patient-specific deformity characteristic and level of resection impact correction of truncal versus pelvic compensation. *Eur Spine J* 2016; 25: 2480-2487
170. Kawahara N, Tomita K, Kobayashi T et al. Influence of acute shortening on the spinal cord: an experimental study. *Spine* 2005; 30: 613-620
171. Zhang Z, Wang H, Zheng W et al. Postoperative dysesthesia in lumbar three-column resection osteotomies. *Eur Spine J* 2016; 25: 2622-2628
172. Wang Y, Zhang YG, Mao KY et al. Transpedicular bivertebrae wedge osteotomy and discectomy in lumbar spine for severe spondylitis. *J Spinal Disord Tech* 2010; 23: 186-191
173. Urist, M. R.: Osteotomy of the cervical spine; report of a case ankylosing rheumtoid spondylitis. *J. Bone Jt Surg* 1958; 40-A: 833– 843
174. Tabaraee E, Theologis AA, Funao H et al. Three column osteotomies of the lower cervical and upper thoracic spine: comparison of early outcomes , radiographic parameters, and peri-operative complication in 48 patinets. *Eur Spine J* 2015; 24(Suppl 1): S 23-S30
175. Etame AB, Than KD, Wang AC et al. Surgical management of symptomatic cervical or cervicothoracic kyphosis due to ankylosing spondylitis. *Spine* 2008; 33(16): E559-E564
176. Deviren V, Scheer JK, Ames CP. Technique of cervicothoracic junction pedicle subtraction osteotomy for cervical sagittal imbalance: report of 11 cases. *J Neurosurg Spine* 2011; 15: 174-181
177. Samudrala S, Vaynman S, Thiayananthan T et al. Cervicothoracic junction kyphosis: surgical reconstruction with pedicle subtraction osteotomy and Smith-Petersen osteotomy. *J Neurosusr Spine* 2010; 13: 695- 706

178. Tokala DP, Lam KS, Freeman BJC et al. C7 decancellation closing wedge osteotomy for the correction of fixed cervicothoracic kyphosis. *Eur Spine J* 2007; 16: 1471-1478

7. Seznam zkratek

AAA	atlantoaxiální úhel
AADI	přední atlantodentální interval
AS	ankylozující spondylitis
axSpA	axiální spondyloartritida
CBVA	úhel brada obočí vertikála
CCA	úhel kanál klivus
CL	krční lordóza
CMA	cervikomedulární úhel
COWO	osteotomie uzavřeného otevřeného úhlu
CRP	C reaktivní protein
CSD	chin sternal distance
CT	počítačová tomografie
CWO	osteotomie uzavřeného úhlu
DISH	Difuzní idiopatická skeletální hyperostóza
DMADs	nemoc modifikující antirevmatika
HRVA	vysoký průběh a. vertebralis
LL	bederní lordóza
McGs	McGregor line slope
MEP	motorické evokované potenciály
MR	magnetická rezonance
NSA	nesteroidní antiflogistika
OWO	osteotomie otevřeného úhlu
PADI	zadní atlantodentální interval

PbL	virtuálně spuštěná olovnice
PI	pelvická incidence
PSO	pedikl subtrakční osteotomie
PT	pelvický sklon
RA	revmatoidní artritida
Rtg	nativní rentgenový snímek
SIK	sakroiliakální kloub
SLS	Slope of the Line of Sight
SS	sklon sakra
SSA	spinosakrální úhel
SSEP	somatosenzorické evokované potenciály
STA	translační úhel
SVA	sagitální vertikální osa
Th-L	thorakolumbální
TK	hrudní kyfóza
TLAOSIS	thorakolumbální AOSpine Injury skóre
VAS	Vizuální analogové skóre

8. Autorské publikace vztahující se k práci

1. Vaněk P., Sameš M. Přední přístup v řešení poraněné subaxiální krční páteře. Rozhledy v chirurgii. Rozhl. Chir. 83, 2004, 3, s 107-112.
2. Vaněk P., Saur K., Sameš M. Využití navigačních systémů během operací páteře. Čes a slov Nerol Neurochir, 68/101, 2005, No 5, p 298-303.
3. Vaněk P., Bradáč O., Saur K. Přední mezitělová spondylodéza krční páteře klecí Zero-P. Acta Chir. orthop. Traum. Čech 2011; 78: 562-567.
4. Vaněk P. Chirurgická léčba revmatického postižení kraniocervikálního přechodu. Cesk Slov Neurol N 2012; 75/108(3):273-282
5. Vanek P, Bradac O, DeLacy P, Saur K, Belsan T, Benes VI. Comparison of three fusion techniques in the treatment of the degenerative cervical spine. Is autograft really “the golden standard”? Spine 2012; 37(19): 1645-1651.
6. Vanek P, Bradac O, Delacy P, Lacman J, Benes V Anterior interbody fusion of the cervical spine with Zero-P spacer: prospective comparative study-clinical and radiological results at a minimum 2 years after surgery. Spine 2013; 38(13):792-7.
7. Vanek P, Bradac O, Konopkova R, de Lacy P, Lacman J, Benes V. Treatment of thoracolumbar trauma by short-segment percutaneous transpedicular screw instrumentation: prospective comparative study with a minimum 2-year follow-up. J Neurosurg Spine 2014; 20(2):150-6.
8. Vaněk P, Votavová M, Ostrý S, Beneš V, Pavelka K. Korekce kyfotické deformity krční páteře při ankylozující spondyloartritidě pedikl subtrakční osteotomií sedmého krčního obratle. Acta Chir. Ortop. Traum. Čech 2014; 81: 317-322.
9. Vanek P, Homolkova H, Benes V, Zeman J. Occipitocervical stabilization using bilateral laminar C2 screws in children with mucopolysaccharidosis IVA. Eur Spine J. 2015;24(12):2756-62.
10. Vaněk P, Bradáč O, de Lacy P, Konopková R, Lacman J, Beneš V Vertebral artery and osseous anomalies characteristic at the craniocervical junction diagnosed by CT and 3D CT angiography in normal Czech population: analysis of 511 consecutive patients. Neurosurg Rev 2017;40(3):369-376.

11. Vanek P, Bradac O, de Lacy P, Pavelka K, Votavova M, Benes V. Treatment of atlanto-axial subluxation secondary to rheumatoid arthritis by short segment stabilization with polyaxial screws. *Acta Neurochir* 2017 Sep;159(9):1791-1801.
12. Vaněk P. Nová AO klasifikace poranění subaxiální krční páteře a její klinické použití *Rozhl Chir* 2018;97(6):273-278.