

# Korekce kyfotické deformity krční páteře při ankylozující spondyloartritidě pedikl subtrakční osteotomií sedmého krčního obratle

## Correction of Kyphotic Deformity of the Cervical Spine in Ankylosing Spondylitis Using Pedicle Subtraction Osteotomy of the Seventh Cervical Vertebra

P. VANĚK<sup>1</sup>, M. VOTAVOVÁ<sup>2</sup>, S. OSTRÝ<sup>1</sup>, V. BENEŠ<sup>1</sup>, K. PAVELKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Neurochirurgická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Ústřední vojenské nemocnice, Praha

<sup>2</sup> Revmatologická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Revmatologický ústav, Praha

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

The aim of the study is to present the technique of pedicle subtraction osteotomy (PSO) of the seventh cervical vertebra (C7) for correction of rigid kyphotic deformity of the cervicothoracic junction (C/Th) in patients with severe ankylosing spondylitis (AS)..

#### MATERIAL AND METHODS

The PSO technique for correction of rigid deformity of the C/Th spine was used in five patients with the aim to restore their ability of horizontal vision. The follow-up in all patients lasted two years at least. Clinical assessment of treatment results was based on the patients' neurological status and their satisfaction with the correction achieved. Improvement in a vertical 2) line of sight was evaluated using the angle measured between the forehead-chin line and the vertical (FCV angle) in a lateral view photograph of the standing patient. The achieved correction of kyphotic deformity was assessed by comparing the pre-operative Cobb's angle between the second cervical and the fourth thoracic vertebra with the post-operative one.

#### RESULTS

The average operative time was 4 hours (range, 3.5 to 5 h). The average blood loss was 1600 ml (range, 800 to 2100 ml). On the average, the FCV angle was reduced by 45.2° and Cobb's angle was corrected by 54.6°. All patients were satisfied with the degree of correction achieved and reported alleviation of neck pain. None of the patients showed any significant loss of correction or neurological deterioration at two-year follow-up.

#### DISCUSSION

The theoretical and technical principles of corrective osteotomy at the C7 level performed for rigid kyphotic deformity of the spine at the C/Th junction are presented in our group of patients. Our results give support to the superiority of instrumented PSO used currently over the previous techniques. In accordance with the relevant literature data, attention is drawn to a relatively higher risk of this procedure in comparison with corrective surgery performed at the other spinal levels.

#### CONCLUSIONS

Corrective osteotomy of a rigid kyphotic deformity at the C/Th spine level in AS patients involves a complex reconstructive surgical procedure. The PSO technique reduces the risk of injury to the visceral structures ventral to the spine, and provides optimal conditions for bone healing at the site of vertebral body resection. If the patient heals well, a successful PSO procedure will markedly improve the quality of his/her life.

**Key words:** corrective osteotomy, cervicothoracic, kyphosis, ankylosing spondylitis.

## ÚVOD

Ankylozující spondyloartritida (AS) neboli Bechtěrovova choroba představuje systémové zánětlivé onemocnění patřící do skupiny séronegativních spondyloartritiid. Toto onemocnění postihuje především axiální skelet – začíná obvykle na sakroiliakálních kloubech a další oblasti páteře postihuje ascendentně. Sekundární meta-plázie zánětlivé tkáně na předních a bočních okrajích obratlových těl vyvolává osifikaci periferní části meziobratlových ploténky a okolních vazů. V konečném důsledku dochází ke kostěnému přemostění meziobratlových disků a vzniku fixované kyfotické deformity (10). Kyfotické postavení krční páteře může být zdrojem významného psychosociálního a funkčního deficitu. Kromě trvalé bolesti limitují nemocné z deformity plynoucí omezení schopnosti přímého pohledu (nemožnost sebekontroly v zrcadle, komunikace s druhou osobou, registrace dopravního značení, světelné signalizace apod.), žvýkací a polykací obtíže i omezená možnost hygieny kůže krku pod bradou. Moderní farmakologická terapie sestávající se z podávání nesteroidních antirevmatik a u vysoce aktivních forem i blokátorů tumor nekrotizujícího faktoru (TNF- $\alpha$ ), spolu s pohybovou aktivitou a fyzioterapií vedou u většiny nemocných ke zpomalení onemocnění a zachování přijatelné životní kvality (2, 10). Při těžkém průběhu onemocnění, s rozvojem výrazných fixovaných kyfotických deformit, se však chirurgická korekce může stát jediným postupem, který může kauzálně ovlivnit těžkou invaliditu nemocného (7, 9, 13, 18).

Cílem našeho sdělení je seznámení odborné veřejnosti s naší zkušeností s pedikl subtrakční osteotomií (PSO) sedmého krčního obratle (C7) při korekci fixovaných kyfotických deformit cerviko-thorakálního (C/Th) přechodu u nemocných s těžkou formou AS.

## MATERIÁL A METODIKA

Od září 2009 do dubna 2012 byla na naší klinice provedena korekce fixované kyfotické deformity krční páteře technikou PSO C7 u 5 nemocných. Jednalo se o 4 muže a 1 ženu ve věkovém rozpětí 35–63 let (průměrně 48,6 roku). Všichni nemocní byli postiženi těžkou formou AS. 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.

Klinický efekt výkonu byl 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. Ke korekční operaci PSO C7 byli pak indikováni pouze nemocní s dominující kyfotickou

deformitou v oblasti C/Th páteře při jinak akceptovatelné rovnováze v sagitální rovině. (9)

U všech nemocných indikovaných ke korekci byla pořízena fotografická dokumentace (snímek ve stoje z profilu) před výkonem, před propuštěním po operačním výkonu, 12 a 24 měsíců po operaci. Na těchto snímcích byl hodnocen úhel, který svírá linie čelo–brada a vertikála (CBV), respektive jeho změna po chirurgické korekci a během pooperačního sledování (16) (obr. 1.).

Počítačová tomografie (CT) byla provedena u všech nemocných před výkonem, po operaci a při kontrolách 12 a 24 měsíců po korekci. Na CT byla studována kostní anatomie, poměry v páteřním kanále, stupeň kostěných přemostění a průběh pooperačního hojení v místě osteotomie. Kyfotické postavení C/Th úseku páteře a její korekce u nemocných bylo objektivizováno stanovením Cobbova úhlu mezi druhým krčním a čtvrtým hrudním obratlem (Cobb C/Th) (obr. 2).

Operační výkony byly vedeny v celkové anestezii. Nemocní byli intubováni s využitím fibroskopu a následně polohováni do polohy na břicho s dostatečným vy-  
podložením respektujícím deformitu. Hlava byla fixována v Mayfieldově trojbodovém fixátoru. Během všech výkonů byly monitorovány motorické (MEP) a somato-senzorické (SSEP) evokované potenciály. Před výkonem byla podána první dávka antibiotik a tato byla ponechána ve své intravenózní formě další 4 dny po výkonu (obr. 3.).

Po zajištění nemocného a 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, 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 mikrovrtáčkou, 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. Poloha nástrojů byla opakovaně kontrolována sálovým rentgenem. Nakonec byly sneseny zbytky mediální stěny pediklů i zadní stěna obratlového těla spolu se zadním podélným vazem, čímž bylo dosaženo kompletního přerušení zadní strany obratlového těla.

Po dokončení fáze osteotomie bylo možno přistoupit k vlastní korekci – při zachování sterilních podmínek uchopil operátor rám Mayfieldova fixátoru, následně byla zrušena aretace fixátoru 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 C8 a Th1. Po dokončení korekce byl Mayfieldův fixátor 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 děza směsí autologní spongiózy a kostní náhrady. Výkon byl ukončen zavedením dvojice redonových drénů a standardní suturou ve třech vrstvách. Krční ortéza Philadelphia byla nasazena na operačním sále a její nošení bylo vyžadováno po celý první měsíc po operaci (obr.4).

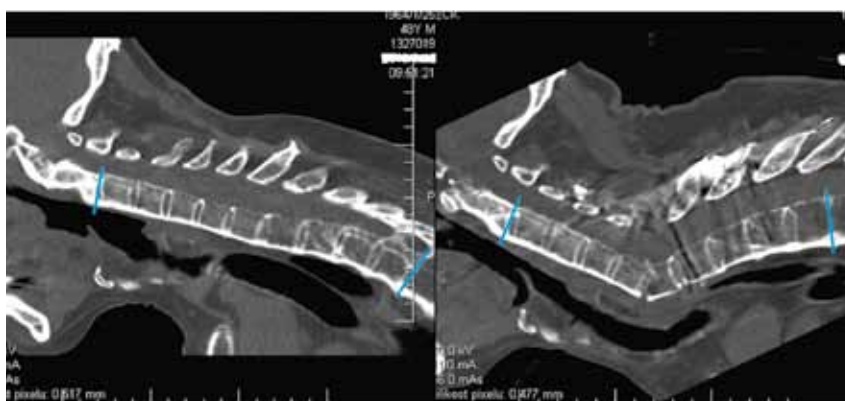
První pooperační den bylo provedeno kontrolní CT krční páteře pro kontrolu správnosti zavedení instrumentace a již zmíněné vyhodnocení velikosti korekce kyfotické deformity. S vertikalizací a rehabilitací nemocných bylo započato první nebo druhý pooperační den. Nemocní byli následně hospitalizováni dalších 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. Při každé kontrole byly pořízeny nativní rentgenové snímky v předozadní a boční projekci, po 12 a 24 měsících pak i CT krční a horní hrudní páteře. Další ambulantní kontroly byly naplánovány jednou za rok nebo podle potřeby nemocných.

## VÝSLEDKY

Operační časy, včetně zajištění peroperační monitorace evokovaných potenciálů, se pohybovaly rozmezí mezi 3,5–5 hodinami (průměrně 4 hodiny). Zaznamenaná krevní ztráta činila 800–2100 ml (průměrně 1600 ml). U jednoho nemocného došlo během korekce 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



Obr. 1. Předoperační a pooperační fotografie nemocného po provedení pedikl subtrakční osteotomie (PSO) sedmého krčního obratle (C7) s vyznačeným způsobem měření úhlu čelo-brada a vertikála (CBV).



Obr. 2. Před- a pooperační vyšetření počítačovou tomografií (CT) sagitální rekonstrukce s vyznačeným způsobem měření Cobbova úhlu.



Obr. 3. Příprava nemocného k provedení pedikl subtrakční osteotomie (PSO) sedmého krčního obratle (C7) – zavedení monitorace motorických a somato-senzorických evokovaných potenciálů (MEP a SSEP) + operační poloha respektující deformitu.



upravila během prvních třech týdnů po výkonu. U zbývajících čtyř nemocných proběhly vlastní operační výkony nekomplikovaně. Jeden ze zbylých nemocných si nicméně od třetího pooperačního dne začal stěžovat na oboustranné parestezie v dermatomu C8, i tyto obtíže odezněly v řádu několika následujících týdnů. Ve všech případech bylo zavedení implantátů vyhodnoceno jako vyhovující. 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 úpravy úhlů CBV a Cobb C/Th. (obr 1. a 2.) V případě úhlu CBV činila průměrná hodnota korekce 45,2°, obdobně u Cobb C/Th bylo dosaženo průměrné změny 54,6° (tab. 1.). Všichni nemocní byli spokojeni s dosaženým stupněm korekce. Tři z nich považovali svoji pooperační situaci za velmi uspokojivou a dva za uspokojivou. 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 bolesti v oblasti C/Th páteře.

Kontrolní CT vyšetření páteře po 12 a 24 měsících po výkonu prokázala stabilní postavení korigovaného úseku páteře, bez ztráty korekce v porovnání s pooperačním CT vyšetřením a ve všech případech došlo k fúzi v místě osteotomie.

## DISKUSE

V odborné literatuře lze nalézt v zásadě tři typy korekčních výkonů, které jsou využívány v chirurgické léčbě kyfotických deformit páteře – 1. Smith-Peterssonova extenční osteotomie (SPO) (v anglické literatuře – „opening wedge osteotomy“), 2. námi prezentovaná PSO (v anglické literatuře – „closing wedge osteotomy“) a 3. korekce kombinovaným předozadním výkonem s vytětím jednoho či více obratlových těl (5). Prvním publikovaným korekčním výkonem na páteři byla SPO. Při SPO je provedena klínovitá resekce zadních struktur páteře (spinózního výběžku a části horních a dolních kloubních výběžků) s hrotem směřujícím do úrovně meziobratlové ploténky. Korekce je následně provedena kompresí a uzavřením vytvořeného klínu na zadní straně páteře, zároveň s roztržením v úrovni ploténky a natažením přední strany páteře (17). Provedením jedné SPO lze dosáhnout korekce 10–20° (3). Kromě rizika vzniku neurologického deficitu, které nelze dokonale eliminovat u žádné ze jmenovaných technik, však byly zaznamenány i fatální komplikace způsobené roztržením aorty při korekčním manévru v oblasti bederní a hrudní páteře. V případě výkonu na krční páteři hrozí pak poranění jícnu a trachey. Za tuto komplikaci

je zodpovědné roztržení a natažení přední strany páteře, kdy u nemocných s AS bývají právě zde viscerální struktury pevně fixovány. Tento postup tedy není v současnosti u nemocných s AS doporučován (21). Navíc při použití techniky PSO lze reálně uvažovat o průměrné korekci 40° na jednu osteotomii (5).

Přední přístup, který předpokládá kombinovanou předozadní korekční operaci, je při výrazné kyfotické deformitě C/Th páteře technicky obtížně proveditelný. PSO, kdy navíc vystačíme pouze s jedním chirurgickým přístupem, je tedy našim pracovištěm jasně preferovanou technikou.

Během plánování korekčního výkonu na páteři je nezbytné zhodnocení rovnováhy nemocného v sagitální rovině. Jedná se o poměrně komplikovaná měření, nicméně po určitém zjednodušení, je možno se základně orientovat podle tzv. „plumb-line C7“ (PbLC7). Na bočním rentgenovém snímku celé páteře ve stoje, včetně pánve a minimálně horní poloviny kostí stehenních, spustíme kolmici ze středu těla obratle C7 k podlaze – PbLC7. Pokud je nemocný v optimální rovnováze v sagitální rovině, protíná PbLC7 horní krycí desku obratle S1 v její zadní polovině. Přesun PbLC7 ventrálně nazýváme nerovnováhou v sagitální rovině ve smyslu „+“ (7). Pokud je PbC7 u nemocného s AS posunuta o více než 8 cm ventrálně od horní zadní hrany obratle S1, není korekce na úrovni C7 indikována, protože tento nález svědčí o výrazné nerovnováze nemocného v sagitální rovině a nejprve musí být řešena tato. Takový nemocný by měl být, nejlépe technikou PSO, korigován v oblasti bederní páteře na úrovni obratle L3 nebo L2. Po odstranění hlavní nerovnováhy může být PSO C7 doplněna za účelem restituce přímého pohledu, v případě, že jí nebylo dostatečně dosaženo předchozím výkonem (19) (obr 5).

Dalším důvodem proč rezervovat PSO C7 pouze pro korekce deformity dominující v C/Th úseku je riziko neurologických komplikací. Zatímco korekce v oblasti bederní páteře je shledávána relativně bezpečnou operací, krční osteotomie je naopak považována za poměrně



Obr. 4. Pooperační kontrola počítačovou tomografií (CT) – 3D rekonstrukce po provedení korekce se zavedenou instrumentací.



Obr. 5. Hodnocení rovnováhy v sagitální rovině u nemocného před a po korekci pedikl subtrakční osteotomií (PSO) třetího bederního obratle (L3) před výkonem a po výkonu s naznačenou technikou měření PbLC7.

rizikový výkon. Podle metaanalýzy publikované Etamem et. al. v roce 2008 se referovaný výskyt komplikací pohybuje v rozmezí 26,9–87,5 % s mortalitou 2,6 %. Průměrný výskyt neurologických komplikací je 23,4 %, naštěstí se většinou jedná o přechodné radikulopatie C8, nicméně ve 4,3% se jedná o kompletní neurologické léze ve smyslu para či quadraplegie (4). V tomto světle lze považovat množství komplikací zaznamenané v našem malém souboru za akceptovatelné.

První provedl korekční osteotomii na krční páteři Urist v roce 1958, a to sice Smith-Petersonovou extenční technikou (20). Námi používaná technika PSO, poprvé popsána Scudsem et. al. (13) v oblasti bederní páteře, se v úseku C/Th páteře prosadila významně později (12, 15, 19, 22). Rozhodnutí plánovat korekční osteotomii právě na C7 podpořily následující skutečnosti – v úseku krční páteře je zde páteřní kanál nejširší, kořen C8 a mícha vykazují v této oblasti dobrou flexibilitu, eventuální poškození kořene C8 je postiženým relativně nejlépe kompenzovatelné v porovnání s vyššími kořeny. Důležitou roli hraje také anatomický průběh vertebrální artérie, které zde nehrozí uskřínutí během korekce (9). Původně byly operace vedeny v lokální anestezii, v poloze vsedě. Lokální anestezie nevyžadovala komplikovanou intu-

baci a umožňovala monitorovat neurologický obraz nemocného během výkonu. Po provedení osteotomie a korekce byl nemocný fixován pomocí halo-vesty. (14, 20). Nedostatečná kontrola dýchacích cest, riziko vzduchové embolie, horší komfort nemocného i operační skupiny spolu se zavedením fibroskopické intubace a rozvojem monitorace evokovanými potenciály, vedly k odklonu od operací v lokální anestezii (8, 9, 11).

Na našem pracovišti, jak již bylo řečeno, operujeme nemocné v celkové anestezii a poloze na břiše. Kromě minimalizace rizika vzduchové embolie usnadňuje tato poloha posouzení míry dosažené korekce, kdy je snadné posoudit rovinu obličeje ve vztahu k rovině podlahy. Peroperační monitoraci MEP a SSEP, současně s dobrou komunikací s elektrofyziologem na sále považujeme za naprosto mandatorní pro co nejbezpečnější průběh výkonu, jakkoliv ani tak není možné vyloučit neurologické komplikace.

V současné době se na většině pracovišť po korekci páteř fixuje zavedením vnitřních fixátorů založených na systémech šroubů a tyčí. Nejčastěji je využívána technika šroubů do laterálních mas na krčním úseku a technika transpedikulárních šroubů na hrudním úseku stabilizace (3, 8, 9, 19, 22). Udávaný výskyt nedokonalého

Tab. 1. Změna hodnot úhlů čelo-brada-vertikála (CBV) a Cobbova úhlu cerviko-thorakálního přechodu (Cobb C/Th) nemocných po provedení pedikl subtrakční osteotomii (PSO) sedmého krčního obratle (C7)

pacient	CVB před výkonem	CVB po výkonu	Korekce	Cobb C/Th před výkonem	Cobb C/Th po výkonu	Korekce
1	-43	-8	35	-15	20	35
2	-36	14	54	-30	33	63
3	-58	-6	52	-20	44	64
4	-40	3	43	-23	25	58
5	-38	4	42	-25	28	53

kostního prohojení, pseudoartrózy, se v jednotlivých souborech pohybuje v rozmezí 0–13,3 % (4). Naopak autoři největší dosud publikované sestavy 131 nemocných korigovaných pro C/Th kyfózu při AS udávají výskyt pseudoartrózy 4,2 % při fixaci pouze halo-vestou. (18) Ačkoliv tedy nelze na podkladě současné literatury jednoznačně potvrdit význam vnitřních fixátérů pro nastolení optimálních podmínek pro fúzi, považujeme zavedení instrumentace za nedílnou součást korekční operace kyfotické deformity C/Th páteře. Halo nebo halo-vestu nepoužíváme v žádné fázi léčby, ponechání nemocného měsíc po výkonu v krční ortéze Philadelphia se nám, s ohledem na dosavadní zkušenosti, jeví být dostačujícím.

Přestože v případě korekčních osteotomií C7 hovoříme o poměrně rizikovém a pro nemocného značně zatěžujícím výkonu, lze v případě nekomplikovaného průběhu očekávat kromě redukce CBV, po zhojení i výrazné zmírnění bolestí C/Th páteře u většiny operovaných (1, 14, 19). Koh et al. dokonce, kromě 93% spokojenosti s výsledkem operace a redukce bolesti C/Th páteře v 81 % případů, zaznamenali u jedné třetiny nemocných návrat

do zaměstnání na plný úvazek (6). Obdobnou zkušenost s celkovou spokojeností nemocných po výkonu jsme získali i v naší sestavě, a to i navzdory komplikovanému pooperačnímu průběhu u jednoho z operovaných.

## ZÁVĚR

Korekce fixované kyfotické deformity C/Th páteře nemocných s AS technikou PSO představuje komplexní rekonstrukční výkon, který vyžaduje zkušený operační tým a odpovídajícím způsobem vybavené pracoviště. Potenciální závažné komplikace výkonu nelze dokonale vyloučit ani při sebelepším plánování a přípravě výkonu. Peroperační monitorace MEP a SSEP je mandatorní součástí výkonu.

Nicméně pokud je PSO C7 správně naplánována a provedena bez komplikací, přináší nemocným významné zlepšení jejich životní kvality. Kromě optimálního chirurgického zázemí, je nezbytná dobrá spolupráce s odborníky v oboru revmatologie při přípravě nemocných k operačnímu výkonu a jejich následné pooperační rekonvalescenci.

## Literatura

1. BELANGER, T. A., MILAM, R. A., I. V., ROHN, J. S.: Cervicothoracic extension osteotomy for chin-on-chest deformity in ankylosing spondylitis. *J. Bone Jt Surg.*, 87-A: 1732–1738, 2005.
2. BRAUN, J., SIEPER, J.: Therapy of ankylosing spondylitis and other spondylarthritides: established medical treatment, anti-TNF-alpha therapy and other novel approaches. *Arthritis Res.*, 4: 307–21, 2002.
3. BURTON, D. C.: Smith-Peterson osteotomy of the spine. *Instr. Course Lect.*, 55: 577–582, 2006.
4. ETAME, A. B., THAN, K. D., WANG, A. C., LAMARCA, F., PARK, P.: Surgical management of symptomatic cervicocranial kyphosis due to ankylosis spondylitis. *Spine*, 33: 559–564, 2008.
5. KIM, K. T., PARK, K. J., LEE, J. H.: Osteotomy of the spine to correct the spinal deformity. *Asian Spine J.*, 3: 113–123, 2009.
6. KOH, W. H., GARRET, S. L., CAIN, A.: Cervical spine surgery in ankylosing spondylitis: is the outcome good? *Clin. Rheumatol.*, 16: 466–470, 1997.
7. LEHUEC, J. C., LEIJSEN, P., DUARTE, M., AUNOBLE, S.: Thoracolumbar imbalance analysis for osteotomy planification using a new method: FBI technique. *Eur. Spine J.*, 20 (Suppl 5): 669–680, 2011.
8. MCMASTER, M. J.: Osteotomy of the cervical spine in ankylosing spondylitis. *J. Bone Jt Surg.*, 79-B: 197–203, 1997.
9. MEHDIAN, S. M., FREEMAN, B. J., LICINA, P.: Cervical osteotomy for ankylosing spondylitis: an innovative variation on an existing technique. *Eur. Spine J.*, 8: 505–509, 1999.
10. PAVELKA, K., BEČVÁŘ, R., DEJMKOVÁ, H., FOREJTOVÁ, Š., JAROŠOVÁ, H., OLEJÁROVÁ, M., SVOBODOVÁ, R., ŠTOLFA, J., TEGZOVÁ, D., URBANOVÁ, Z., VENCOVSKÝ, J., VAVŘÍK, P.: *Revmatologie. Druhé, přepracované vydání.* Praha, Galén 2002.
11. PELOSI, L., LAMB, J., GREVITT, M., MEHMEDEAN, S. M., WEB, J. K., BLUMHARDT, L. D.: Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopedic spinal surgery. *Clin. Neurophysiol.*, 113: 1082–1091, 2002.
12. ROYEN, B. J., SLOT, G. H.: Closing wedge posterior osteotomy for ankylosing spondylitis. *J. Bone Jt Surg.*, 77-B: 117–21, 1999.
13. SCUDESE, V. A., CALABRO, J. J.: Vertebral wedge osteotomy: correction of rheumatoid (ankylosing) spondylitis. *JAMA*, 186: 627–631, 1963.
14. SIMMONS, E. D., DISTEFANO, R. J., ZHENG, Y., SIMMONS, E. H.: Thirty-six years of experience of cervical extension osteotomy in ankylosing spondylitis. *Technique and outcomes. Spine.*, 31: 3006–3012, 2006.
15. SIMMONS, E. H.: The surgical correction of flexion deformity of the cervical spine in ankylosing spondylitis. *Clin. Orthop.*, 86: 132–143, 1972.
16. SIMMONS, E. H.: The cervical spine in ankylosing spondylitis. In: BRIDWELL, K. H., DEWALD, R. L. (eds), *The Textbook of Spinal Surgery.* Philadelphia, 2<sup>nd</sup> ed Lippincott-Raven 1997, 1136–1138.
17. SMITH-PETERSON, M. N., LARSSON, C. B., AUFRANC, O. E.: Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis. *J. Bone Jt Surg.*, 27-A: 1–11, 1945.
18. ŠTULÍK, J., NESNÍDAL, P., ŠEBESTA, P., VYSKOČIL, T., KRYL, T.: Kyfotické deformity krční páteře. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 78: 215–224, 2011.
19. TOKALA, D. P., LAM, K. S., FREEMAN, B. J. C., WEBB, J. K.: C7 decancellation closing wedge osteotomy for the correction of fixed cervico-thoracic kyphosis. *Eur. Spine J.*, 16: 1471–1478, 2007.
20. URIST, M. R.: Osteotomy of the cervical spine; report of a case ankylosing rheumatoid spondylitis. *J. Bone Jt Surg.*, 40-A: 833–843, 1958.
21. WEALE, A. E., MARSH, C. H., YEOMAN, P. M.: Secure fixation of lumbar osteotomy. *Surgical experience with 50 patients. Clin. Orthop. Relat. Res.*, 321: 216–222, 1995.
22. WOLLOWICK, A. L., KELLY, M. P., RIEW, K. D.: Pedicle subtraction osteotomy in the cervical spine. *Spine*, 37: 342–348, 2012.

## Korespondující autor:

MUDr. Petr Vaněk

Neurochirurgická klinika 1. lékařské fakulty UK

a Ústřední vojenské nemocnice

U vojenské nemocnice 1200

169 00 Praha 6-Střešovice

E-mail: petr.vanek@uvn.cz