UNIVERSITA KARLOVA PRAHA

LÉKAŘSKÁ FAKULTA HRADEC KRÁLOVÉ

katedra chirurgie

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

REKONSTRUKČNÍ VÝKONY V OBLASTI PÁTEŘE PŘI POUŽITÍ BIOKERAMICKÝCH MATERIÁLŮ.

Studie zaměřená na použití bioaktivní sklokeramiky v ošetření zlomenin
v oblasti torakolumbární páteře

MUDr Richard LUKÁŠ

školitel: Doc. MUDr Karel Karpaš, CSc.

Liberec 2006

Disertační práce byla vypracována v externí formě doktorského studia
na Traumacentru se spinální jednotkou Krajské nemocnice LIberec

Název disertační práce:
Rekonstrukční výkony v oblasti páteře při použití biokeramických materiálů.
Studie zaměřená na použití bioaktivní sklokeramiky v ošetření zlomenin
v oblasti torakolumbární páteře

Doktorand:

MUDr. Richard Lukáš
Primář
Traumacentrum se spinální jednotkou
Krajská nemocnice Liberec
Husova 10
46063 Liberec

Školitel:

Doc. MUDr Karel Karpaš, CSc.
Přednosta
Ortopedická klinika
FN LFUK Hradec Králové

Oponenti:

Doc. MUDr. R. Chaloupka, CSc.

Masarykova Univerzita, Ortopedická klinika FN Brno-Bohunice

Prof. MUDr. B. Rudinský, CSc.

Univerzita Trnava NCH klinika Nové Zámky, Slovensko

Doc. MUDr Jan Štulík, CSc. Spondylochirurgické oddělení

FN Praha-Motol

1. ÚVOD

Poranění páteře představuje asi 3% všech úrazů a u 10% poranění páteře se vyskytuje poranění míchy. Ostatní tupá poranění jsou sdružena se zlomeninou torakolumbární páteře v 6,3%. Z celkového počtu zlomenin páteře je v hrudním a bederním úseku lokalizováno 75% (3). Epidemiologie těchto úrazů ukazuje, že poraněni jsou lidé mladší věkové vrstvy (v našem souboru 844 pacientů léčených operačně od roku 1993 je věkový průměr 39 let). To podtrhuje společenské a ekonomické důsledky, které jsou spojeny s těmito poraněními a s výsledky jejich léčby.

V posledních 25ti letech došlo k podstatným změnám v koncepci léčby onemocnění a úrazů páteře. Výrazně byla rozšířena operační léčba tam, kde se očekává nestabilita páteře a narušení jejího fyziologického tvaru, při abnormalitách vrozených i získaných a samozřejmě též v případě úrazů. Tento vývoj je podmíněn pokrokem v zobrazovacích technologiích, detailnějším pochopením biomechaniky páteře a patofyziologie jejích poškození. Velký podíl má též vývoj v technologické vyspělosti instrumentů a implantátů a rozhodně také v technologii náhrad kostní tkáně, například bioaktivní sklokeramikou.

Za pokrok v poznatcích o vazbě bioaktivní sklokeramiky na kost a měkké tkáně vděčíme výzkumům, které byly v osmdesátých letech 20. století prováděny v Japonsku (5,7,8,10,28). V roce 1983 provedl profesor Takao Yamamuro na Kyotské Universitě první náhradu obratlového těla s užitím apatit/wollastonite (A/W) keramické protézy u 50ti-leté ženy s metastázou karcinomu prsu v 10. hrudním obratli (27). Následně byl tento materiál užit v 70 dalších případech v letech 1983 –

1990 u pacientů ve věku mezi 22 a 79 lety. Výkony byly indikovány pro metastatické onemocnění, pro zlomeniny, pro spondylolýzy a spondylolistézy či herniace disku. Práce na téma použití bioaktivní sklokeramiky v oblasti ortopedie publikoval v naší literatuře především doc. MUDr K. Urban, CSc. se svými spolupracovníky (14,15,17,18,20,21,19,22). Využití bioaktivní sklokeramiky používá při rekonstrukcích páteře Štulík (16) a Filip (1).

Defekty kostní tkáně v oblasti páteře, které podle současných poznatků vyžadují výplň (rekonstrukci) odpovídajícím hodnotným materiálem různého původu, vznikají nejčastěji v oblasti obratlového těla. Mechanizmus jejich vzniku odpovídá přenosu nadměrné kompresní síly působící na obratlové tělo, typicky při násilné prudké flexi páteře. Tyto defekty jsou tedy kauzálně spojeny se zlomeninami páteře a vyvolávají nebezpečí kyfotizace.

K potraumatické kyfotizaci vede velké množství faktorů, mezi něž patří například konservativní léčba nestabilních poranění (4,13). Literární prameny uvádějí incidenci bolesti vznikající v takových případech mezi 40% a 90% (9,11,13,23,24,26). Role předního sloupce páteře ve stabilitě páteře je považována obecně za podstatnou, neboť nese téměř 80% zatížení torakolumbární páteře (6,25).

Při současném stavu poznání biomechanických aspektů zlomenin torakolumbární páteře je zapotřebí kriticky zhodnotit dosavadní postupy a jejich výsledky, kriticky zhodnotit indikační kritéria pro užití jednotlivých léčebných (operačních) přístupů a uvést je do souladu s pokrokem v zobrazovacích metodách a v technikách operačního přístupu a stabilizace.

K tomu poslouží mimo jiné studium morfologických a klinických výsledků pacientů, kteří byli ošetřeni s využitím bioaktivní sklokeramiky při operační léčbě nestabilních zlomenin torakolumbární páteře.

2. CÍL PRÁCE

Cílem mé práce je zjištění dlouhodobých morfologických a klinických výsledků po operačním ošetření zranění torakolumbární páteře, při kterém byla bioaktivní sklokeramika použita ve formě granulí k výplni defektu těla zlomeného obratle. V té souvislosti zejména:

1. zhodnocení morfologických a klinických výsledků a vypracování indikace pro aplikaci bioaktivní sklokeramiky při ošetření zlomenin obratlových těl torakolumbární páteře.
2. vypracování přesné technologie aplikace tohoto materiálu při ošetření zlomenin obratlových těl.
3. přesným měřením založeným na počítačové analýze zhodnotit podíl poúrazové degenerace meziobratlové ploténky na ztrátě korekce.

3. PRACOVNÍ HYPOTÉZA A OČEKÁVANÉ VÝSLEDKY

a) anatomická repozice a transpedikulární výplň obratlového těla bioaktivní sklokeramikou dává ve spojení s vnitřním úhlově stabilním pedikulárním fixatérem poraněnému úseku torakolumbární páteře dostatečný čas pro vhojení náhrady kostní

tkáně a pro mechanicky pevnou konsolidaci kompresní zlomeniny obratlového těla

b) je možné předpokládat, že po vyjmutí vnitřního fixatéru nedojde k druhotnému kolapsu zraněného obratlového těla, které bylo vyplněno materiálem BAS-0.

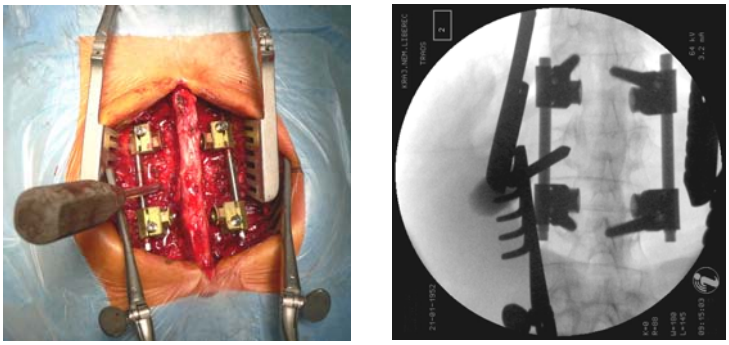
4. METODIKA A MATERIÁL

TECHNIKA IMPLANTACE BIOAKTIVNÍ SKLOKERAMIKY

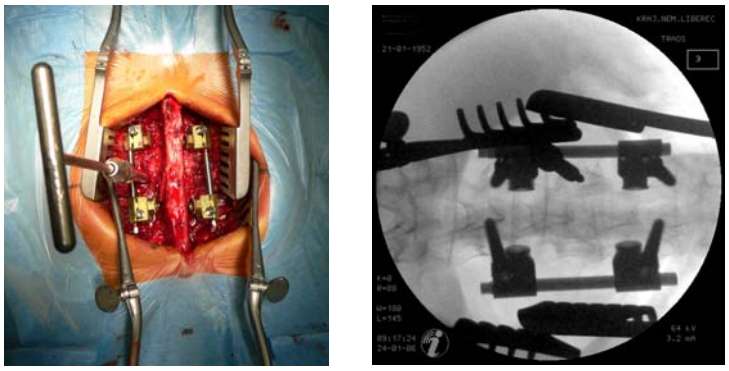
Schematicky je proces aplikace bioaktivní sklokeramické drtě do obratlového těla popsán následujícím způsobem:

1. otevření kortikális v místě vstupu do pediklu (obr.1,2)
2. zavedení šroubu průměru 6 mm (obr.3)
3. jeho nahrazení šroubem průměru 7 mm
4. odstranění šroubu a vytvoření pedikulárního kanálu + prostoru pod krycí deskou obratle pomocí pedikulární lžičky (obr. 4)
5. zavedení plnícího zařízení a ověření jeho polohy C - ramenem (obr.5)
6. aplikace biokeramického materiálu do zásobníku (obr.5)
7. plnění obratle s povytažením plnící trubice a zhutněním materiálu (vtlačením do okolní spongiosní kosti) (obr.6)
8. kroky 6. a 7. se opakují, pokud biokeramický materiál nedosahuje k zadní stěně obratlového těla (obr.6)
9. pedikulární kanál je uzavřen fibrinovou pěnou (obr.7)
10. postup se opakuje na protější straně

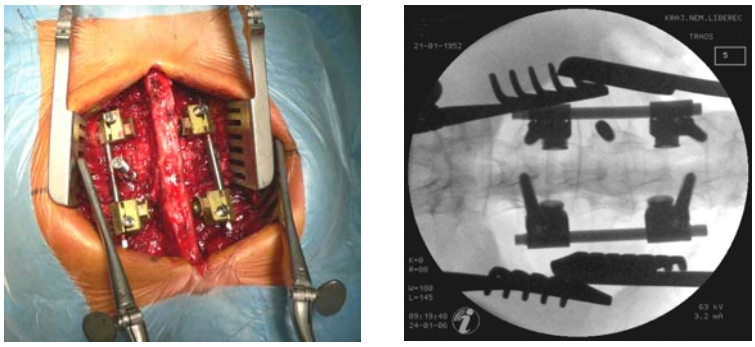
K vyplňování obratlů je použita bioaktivní sklokeramika ve formě drtě - částice o průměru 1,0 – 1,5 mm. Množství, které bylo pro jeden obratel použito, bylo v průměru 5 ml (3-7).



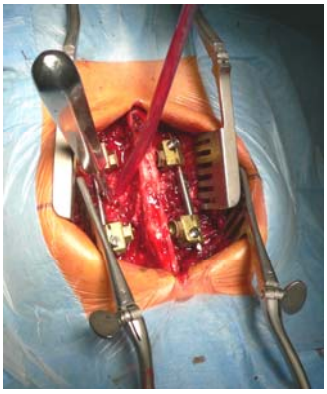
Obr. 1 : otevření pedikulárního kanálu hrotem trokaru (vpravo skiaskopická kontrola)

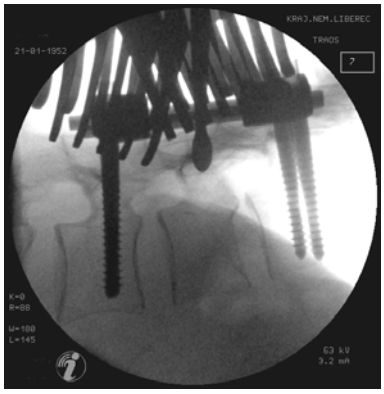


Obr. 2 : vytváření pedikulárního kanálu pomocí nastavitelného trokaru
(vpravo skiaskopická kontrola)

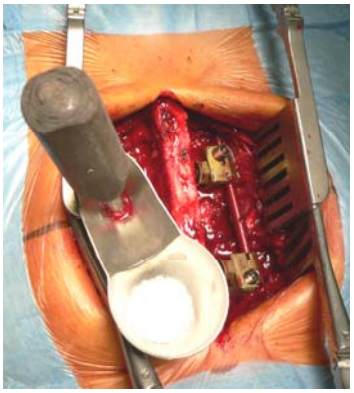


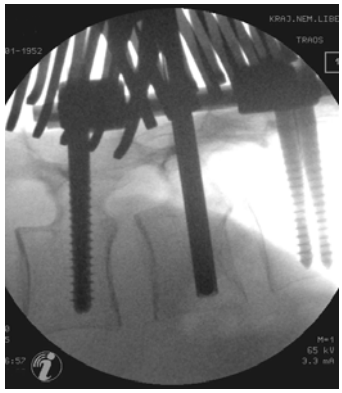
Obr. 3 : zavedení pedikulárního šroubu k dilataci pedikulárního kanálu
(vpravo skiaskopická kontrola)



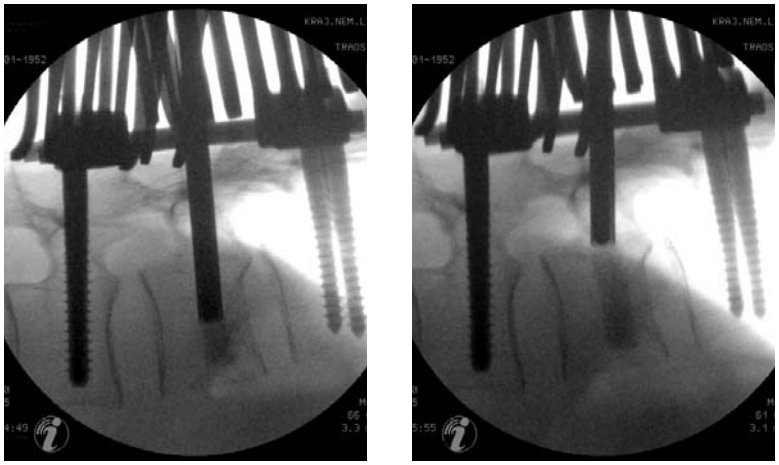


Obr. 4 : zavedení lžičky do pedikulárního kanálu
(vpravo skiaskopická kontrola)



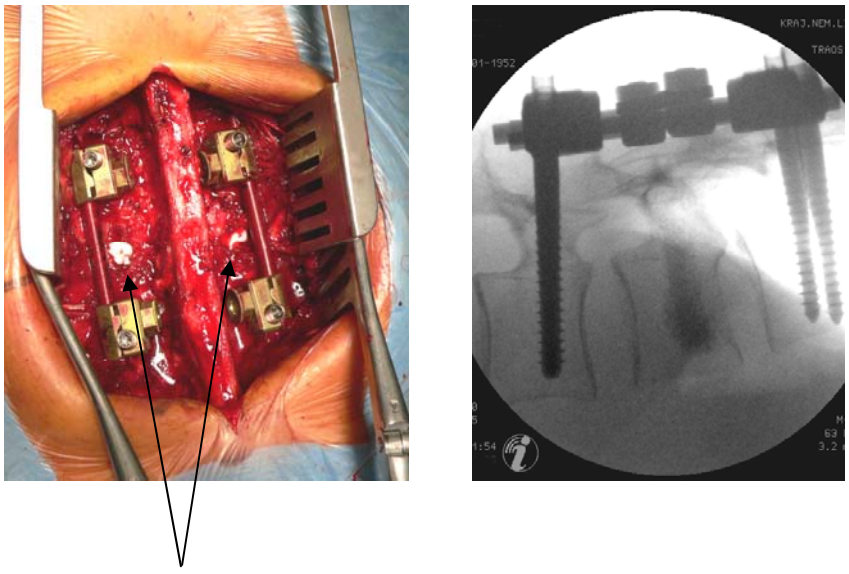


Obr. 5 : Situace po zavedení plnícího zařízení a po uložení BAS-0 drtě
do zásobníku (vpravo skiaskopická kontrola)



a b

Obr. 6 : plnění prostoru v obratlovém těle: a) povytažení plnícího zařízení a vytlačení materiálu, b) konečná fáze plnění – plnící zařízení je na úrovni zadní stěny obratlového těla (skiaskopická kontrola)



Obr. 7 : fibrinová pěna uzavírající pedikulární kanál (vpravo výsledná skiaskopická kontrola po oboustranném vyplnění obratlového těla)

Při výplni zlomeného obratlového těla torakolumbární páteře bioaktivní sklokeramikou je respektován zásadní požadavek: prostor, kam je bioaktivní sklokeramika aplikována, nesmí obsahovat tkáň meziobratlového disku. Při některých zlomeninách je materiál disku, zejména nucleus pulposus, vtlačen přes roztříštěnou krycí desku do prostoru obratlového těla a tam pak vzniká směs spongiosní kosti a vazivové tkáně.

V takovém případě nejsou podmínky pro vhojení bioaktivní sklokeramiky vhodné a výplň obratle je ohrožena mechanickým selháním. Popsaná metoda aplikace bioaktivní sklokeramiky byla použita u všech pacientů ve sledovaném souboru.

METODIKA SLEDOVÁNÍ A HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Ke sledování pacientů léčených pro zlomeninu torakolumbární páteře pomocí vnitřního fixatéru SOCON (v našem souboru 100%), byl použit formulář klinické dokumentace. Struktura dat sledovaných ve formuláři je přizpůsobena jak úrazům, tak degenerativním, infekčním a nádorovým onemocněním. Jsou zaznamenávány zánětlivé komplikace, komplikace všeobecné a komplikace vázané na implantát, a klinické výsledky, které jsou hodnoceny podle škály Activities of Daily Living (ADL) a podle systému Prolova (12). Neurologický stav je sledován s využitím Frankelovy škály (2).

Základním údajem v tomto formuláři je z hlediska této studie úhel kyfotizace. Je zaznamenáván jako číslo větší než nula. Lordotizace je v této souvislosti zaznamenávána jako číslo menší než nula.

Kyfotizace (resp. lordotizace) je hodnocena ve dvou kategoriích:

1. úhel, který svírají krycí desky poraněného obratle („body angle“ – BA),
2. úhel, který svírají krycí desky sousedních obratlů („endplate angle“ – EA).

Doplňkovým údajem je “sagitální index“ (SI) podle Becka (1), kdy pro kyfózu platí výraz SI < 1,0 a pro lordózu platí výraz SI > 1,0. Sagitální index těla je označen SI-BA, sagitální index pohybového segmentu (adekvátní k endplate angle) je označen SI-EA.

HW A SW PODMÍNKY PRO MĚŘENÍ A ARCHIVACI

Rentgenové snímky byly digitalizovány pomocí transparentních skenerů UMAX 4000 U a Mustek Paragon 3600 PRO A3 USB2.0 3600x1800 CCD. Výchozím formátem skenovaného snímku byla velikosti 1:1.

Pro měření úhlů a indexů na snímcích poraněných obratlů byl použit výpočetní program Medic©, který byl vytvořen v prostředí Visual Basic podle zadání autora této práce a je originálním produktem podporujícím archivaci digitalizovaných rentgenových snímků a měření úhlů a indexů. Získané údaje jsou jím spolu s dalšími demografickými a klinickými daty zapisovány do tabulky programu Excel a takto zpracované jsou dále hodnoceny statisticky. Digitální měření bylo provedeno v 91,5% případů, 12 měření (8,5%) bylo provedeno pomocí analogového úhloměru (nízká kvalita snímků).

Pro měřící práce byly používány LCD monitory s úhlopříčkou 19" (maximální rozlišení 1280 x 1024 bodů, hodnota kontrastu 1000:1), které zajišťují dobrou

reprodukci digitalizovaného rentgenového snímku ve vyhovující velikosti, která umožňuje orientovat se v detailech.

METODY KLINICKÉHO HODNOCENÍ

Pro systematické klinické hodnocení bylo použito hodnocení aktivit každodenního života (ADL), hodnocení subjektivních symptomů podle Prola (12) a Frankelova stupnice.

METODY STATISTICKÉHO ZPRACOVÁNÍ

Morfologické výsledky byly získány hodnocením „body angle“ poraněného obratle, „endplate angle“ ve stejné lokalizaci a sagitálního indexu jako doplňkového parametru (SI). Tyto hodnoty byly sledovány v třech obdobích.

1. počáteční stav po úrazu (U),
2. stav 1 rok po operaci (1R),
3. stav 2 roky po operaci (2R).

Pro jednotlivé parametry byly provedeny statistické testy ANOVA, a dvouvýběrový t-test nerovnosti rozptylů. Všechny testy jsou provedeny na hladině významnosti $p>0,05$. Statistické testy byly prováděny s použitím T kritéria (Studentovo rozdělení). Předpokladem pro spolehlivost testu je, aby testované

rozdělení bylo normální (Gaussovo). Testy normality byly provedeny.

VLASTNÍ SOUBOR PACIENTŮ

V době osmi let od roku 1997 do roku 2003 bylo ošetřeno 445 pacientů pomocí vnitřního fixatéru SOCON pro nestabilní zlomeninu torakolumbární páteře. Podstatou chirurgického výkonu bylo zavedení pedikulárních šroubů úhlově stabilního vnitřního fixatérů do pediklů sousedních obratlů. Nebyla prováděna posterolaterální déza.

Soubor pacientů použitý pro tuto studii tvořili ti pacienti, kteří splňovali následující kritéria:

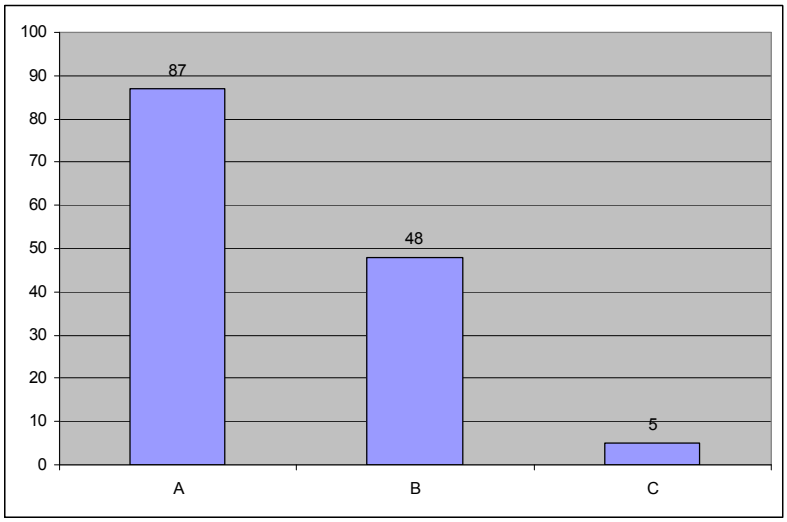
1. byla použita bioaktivní sklokeramika (BAS-0) k výplni zlomeného obratle,
2. podrobili se systematickému pooperačnímu sledování ,
3. neutrpěli při úraze závažnější neurologické poškození (byli vyloučeni pacienti s poškozením v rozmezí Frankel C – Frankel A),
4. vstupní rentgenová dokumentace je reprodukovatelná.

Do analyzovaného souboru nebyli zařazeni pacienti, jejichž LSC klasifikace překročila 6 bodů. Takto klasifikované zlomeniny byly ošetřeny primárně nebo sekundárně předním přístupem.

Uplatněním těchto kritérií byl získán soubor 140 pacientů operovaných v rozmezí let 1997 - 2003. Průměrný věk pacientů v tomto souboru je 44 let (14-78). Soubor je tvořen

skupinou 83 mužů v průměrném věku 43,7 let (14-73) a 57 žen v průměrném věku 44,9 (15-78). Pacienti byli operováni akutně v rozmezí prvních 6ti dnů po úraze. Minimální doba sledování byla 24 měsíců, průměrná 29 měsíců.

Distribuce jednotlivých základních typů zlomenin podle klasifikace AO-ASIF ukazuje graf č. 1.



Graf 1: četnost výskytu jednotlivých typů zlomenin podle klasifikace AO-ASIF (n=140)

Zevní fixatér by odstraněn v 91 případech, v této skupině byla doba trvání vnitřního fixatéru průměrně 78 týdnů. V ostatních 49ti případech byl fixatér ponechán.

KOMPLIKACE

Ve zpracovávaném souboru pacientů léčených pro zlomeninu torakolumbární páteře s použitím bioaktivní sklokeramiky se vyskytl jediný případ spondylodiscitidy. Podíl infekčních komplikací následujících po primární operaci byl 0,70%.
V uvedeném souboru byla zjištěna zlomenina pedikulárního šroubu 2x (1,43%), ohnutí šroubů spojené se ztrátou korekce bylo nalezeno 1x (0,71%).
Bioaktivní sklokeramika uložená mimo obratel byla zjištěna ve dvou případech vždy bez subjektivních i objektivních konsekvencí. Celkový výskyt nesprávných aplikací bioaktivní sklokeramiky v daném souboru je 1,43 %.

5. VÝSLEDKY

MORFOLOGICKÉ VÝSLEDKY

Hodnoty pro obratlového těla (BA) a odpovídající sagitální index (SI-BA) jsou uvedeny v tabulce č. 1 a pro úhel kyfózy pohybového segmentu (EA) a odpovídající sagitální index (SI-EA) jsou uvedeny v tabulce č. 2.

	BA (U-1R)	*BA (1R-2R)*	*SI-BA (U-1R)*	*SI-BA (1R-2R)*
Stř. hodnota	-8,84457143	1,746071429	0,264416	0,094473423
Rozptyl	23,77987535	7,23997798	0,351095	0,333460999
Pozorování	140	140	140	140
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0		0	
Rozdíl	216		278	
t stat	-15,0803262		2,430309	
P(T<=t) (1)	6,94475E-36		0,007859	
t krit (1)	1,651937964		1,650353	
P(T<=t) (2)	1,38895E-35		0,015719	
t krit (2)	1,971006895		1,968533	

Tabulka č. 1: Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů pro změnu BA a SI-BA během prvního (U-1R) a druhého roku (1R-2R)

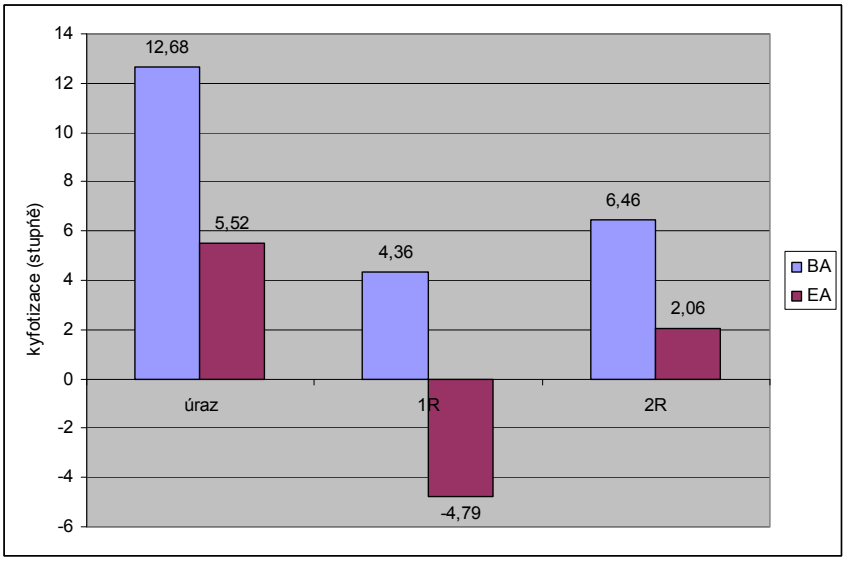
	EA (U-1R)	*EA (1R-2R)*	*SI-EA (U-1R)*	*SI-EA (1R-2R)*
Stř. hodnota	-7,501714286	5,62550714	0,165368	0,09900888
Rozptyl	1313,97245	33,08549421	0,017408	0,02561026
Pozorování	140	140	140	140
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0		0	
Rozdíl	146		268	
t stat	-0,604855542		3,785648	
P(T<=t) (1)	0,27310695		9,46E-05	
t krit (1)	1,655357664		1,65056	
P(T<=t) (2)	0,5462139		0,000189	
t krit (2)	1,976345629		1,968856	

Tabulka č. 2: Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů pro změnu EA a SI-EA během prvního (U-1R) a druhého roku (1R-2R)

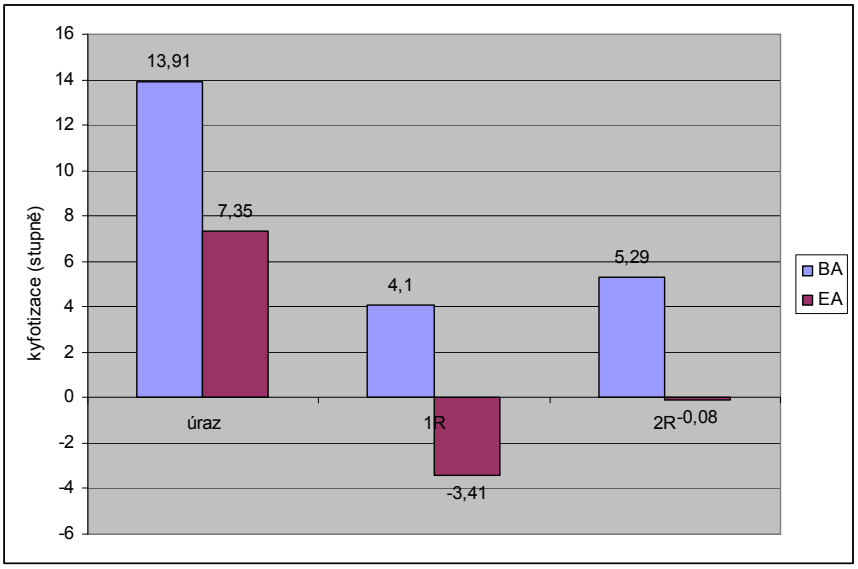
Z těchto testů vplývají následující výsledky:

1. Kyfóza (BA a EA) se během prvního roku (U-1R) zmenší o 8,84, resp. 7,5.
2. Kyfóza (tytéž veličiny) se během druhého roku (1R-2R) zvětší o 1,74, resp. 5,62.
3. Zvětšení kyfózy na konci druhého roku (1R-2R) je statisticky průkazně menší než předchozí zmenšení.
4. Sagitální indexy (SI-BA a SI-EA) se během prvního roku (U-1R) zvětší o 0,26 resp. 0,17.
5. Sagitální indexy (tytéž veličiny) se během druhého roku (1R-2R) zmenší o 0,09 resp. 0,01.
6. Zvětšení není statisticky průkazně menší než předchozí zvětšení.

Z porovnání morfologických výsledků ve skupině ponechaných (FP) a odstraněných fixatérů (FO) vyplývá, že skupina FP vykazuje statisticky významně menší kyfotizaci obratlového těla (BA) i pohybového segmentu (EA) na konci sledovaného období, než skupina FO.
Tyto výsledky dokumentuje graf č. 2 a 3.



Graf 2: morfologické výsledky (BA a EA) v souboru pacientů, kterým byl odstraněn fixatér (FO)



Graf 3: morfologické výsledky (BA a EA) v souboru pacientů, kterým byl ponechán fixatér (FP)

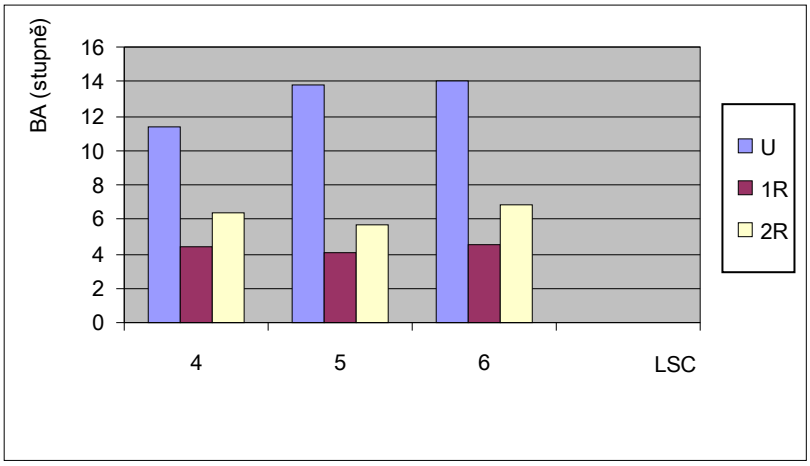
Morfologické výsledky analyzované z hlediska případné závislosti na pohlaví a úrovni poraněného obratle jsou uvedeny v následujících tabulce.

SI-EA(2R)	L1	L2	T12			
M	0,99	1,00	0,94			
F	0,97	1,04	0,87			
Anova: dva faktory bez opakování						
Faktor	*Počet*	*Součet*	*Průměr*	*Rozptyl*		
M	3,00	2,94	0,98	0,00		
F	3,00	2,89	0,96	0,01		
L1	2,00	1,97	0,98	0,00		
L2	2,00	2,04	1,02	0,00		
L12	2,00	1,81	0,91	0,00		
ANOVA						
Zdroj variability	*SS*	*Rozdíl*	*MS*	*F*	*Hodnota P*	*F krit*
Řádky	0,00	1,00	0,00	0,31	0,63	18,51
Sloupce	0,01	2,00	0,01	5,04	0,17	19,00
Chyba	0,00	2,00	0,00			
Celkem	0,02	5,00				

Tabulka č. 3: test nezávislosti SI-EA(2R) na pohlaví a poloze obratle: prokázána nezávislost na pohlaví i poloze obratle

U dvou proměnných, BA(2R) a SI-BA(2R) byla prokázána slabá závislost na poloze obratle. U proměnné EA(1R) byla téměř prokázána slabá závislost na poloze obratle. Ve všech ostatních případech prokázána nezávislost na pohlaví i poloze obratle.

Analýzou morfologických výsledků v jednotlivých skupinách dle klasifikace LSC byla prokázána závislost BA s LSC. Poznatek ilustruje graf č. 4. Závislost ostatních hodnot není prokázána.



Graf 4: vzájemný vztah morfologického výsledku (BA) a hodnocení zlomeniny dle LSC v jednotlivých fázích sledování

KLINICKÉ VÝSLEDKY

Klinické výsledky byly získány hodnocením parametru ADL, ekonomického (Prolo E) a funkčního stavu (Prolo F) (12) na konci dvouletého sledování.

Ve skupině pacientů, kterým byl fixatér odstraněn, byly získány na konci sledovacího období (min. 24 měsíců, průměrně 29 měsíců) výsledky uvedené v tabulce 4.

	ADL	%	Prolo E	%	Prolo F	%
průměr	21,62	90,08	4,27	85,40	3,90	78,00
medián	22		5		4	
modus	24		5		4	
rozptyl	16 - 24		2 - 5		2 - 5	

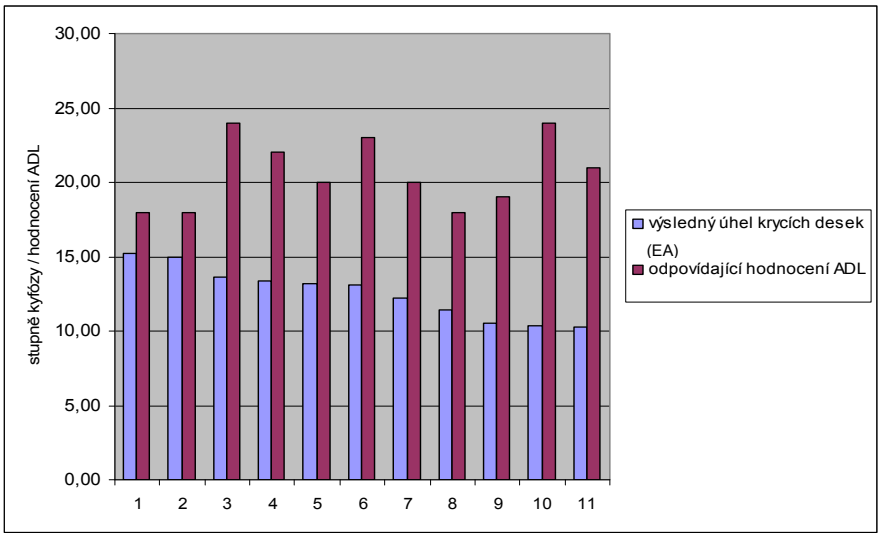
Tabulka č. 4: přehled výsledků klinického vyšetření ve skupině pacientů s odstraněným fixatérem

Skupina 11ti pacientů s odstraněným fixatérem, jejichž výsledná kyfotizace („endplate angle“) byla větší než 10 stupňů (morfologicky nejhorší výsledky), byla analyzována samostatně. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 5.

	ADL	%	Prolo E	%	Prolo F	%
průměr	20,64	86,00	3,91	78,20	3,73	74,60
medián	20		4		4	
modus	18		3		4	
rozptyl	18 - 24		3 - 5		3 - 5	

Tabulka č. 5: přehled výsledků klinického vyšetření ve skupině pacientů s odstraněným fixatérem a s výsledným EA > 10 stupňů

Vztah morfologického a klinického výsledku (ADL) ukazuje graf č. 5.



Graf 5: vzájemný vztah morfologického výsledku (EA) a hodnocení ADL

Statistické porovnání výsledků klinického hodnocení bylo provedeno ve skupinách pacientů s odstraněným fixatérem (FO), s ponechaným fixatérem (FP) a ve skupině pacientů s nejhoršími morfologickými výsledky (EA > 10 stupňů) po odstranění fixatéru (FON). Dvoučlenná skupina pacientů s podobným výsledkem při ponechání fixatéru nebyla statisticky hodnocena. Přehled těchto výsledků ukazuje tabulka č. 6.

znak	ADL	Prolo E	Prolo F
FO	21,62	4,27	3,9
FP	21,87	4,48	4,09
FON	20,64	3,91	3,73

Tabulka č. 6: přehled výsledků klinického vyšetření ve skupině odstraněných fixatérů (FO), ponechaných fixatérů (FP) a ve skupině fixatérů odstraněných s výsledným EA > 10 stupňů (FON)

Výsledné pořadí v parametrech ADL, Prolo E a Prolo F je na základě provedených testů následující:

1. FP – fixatér ponechán
2. FO – fixatér odstraněn
3. FON – fixatér odstraněn, nejhorší výsledek (EA > 10 stupňů)

SOUHRN VÝSLEDKŮ

Soubor pacientů byl analyzován s ohledem na řadu aspektů. Pro získání komplexní představy o výsledcích podávám následující přehled:

1. Kyfóza (veličiny BA a EA) je na konci prvního roku menší o 8,84 st., resp. 7,5 st. než v době úrazu
2. Kyfóza (veličiny BA a EA) se během druhého roku (1R-2R) zvětší o 1,74 st., resp. 5,62 stupňů.
3. Kyfóza (EA) je zvětšena během druhého roku sledování o 5,62 st. Toto zvětšení kyfózy se skládá ze zvětšení BA o 1,74 a zvětšení kyfózy v disku (hodnota z výrazu: EA – BA) o 3,88 stupňů. Ztráta korekce tedy spadá z 31% na obratlové tělo (zvětšení kyfózy o 1,74 st.) a ze 69% na poúrazovou degeneraci disku (zvětšení kyfózy v meziobratlovém disku 3,88 st.).
4. Zvětšení kyfózy na konci druhého roku (1R-2R) je statisticky průkazně menší než předchozí zmenšení.
5. Sagitální indexy (SI-BA a SI-EA) se během prvního roku (U-1R) zvětší o 0,26 resp. 0,17.
6. Sagitální indexy (SI-BA a SI-EA) se během druhého roku (1R-2R) zmenší o 0,09 resp. 0,01.
7. Změny sagitálních indexů (SI-BA a SI-EA) nejsou statisticky průkazné.
8. Skupina FP (ponechaný fixatér) vykazuje statisticky významně menší kyfotizaci jak obratlového těla (BA), tak pohybového segmentu (EA) na konci sledovaného období, než skupina FO (odstraněný fixatér).

9. Lepší klinické výsledky jsou ve skupině ponechaných fixatérů (FP) proti skupině fixatérů odstraněných (FO).
10. Lepší klinické výsledky jsou ve skupině odstraněných fixatérů (FO) proti skupině fixatérů odstraněných s EA > 10 stupňů (FON).
11. Lepší klinické výsledky jsou ve skupině ponechaných fixatérů (FP) proti skupině fixatérů odstraněných s EA > 10 stupňů (FON).
12. Je prokázána závislost klinických výsledků na výsledcích morfologických.
13. Závislost morfologických výsledků na poloze obratlů a na pohlaví zřejmě existuje, ale pro řadu obratlů je málo údajů.
14. Byla prokázána závislost BA na LSC. Závislost ostatních morfologických parametrů na LSC prokázána není.
15. Pořadí podle výsledného klinického hodnocení je následující: 1. FP, 2. FO, 3. FON

6. ZÁVĚR

Byl splněn cíl práce v otázce

1. zhodnocení morfologických a klinických výsledků a vypracování indikace pro aplikaci bioaktivní sklokeramiky při ošetření zlomenin obratlových těl torakolumbární páteře
2. vypracování technologie aplikace tohoto materiálu při ošetření zlomenin obratlových těl
3. určení podílu poúrazové degenerace meziobratlové ploténky na ztrátě korekce

ZHODNOCENÍ MORFOLOGICKÝCH A KLINICKÝCH VÝSLEDKŮ

a. V souboru 140 pacientů ošetřených pro zlomeninu torakolumbární páteře s využitím bioaktivní sklokeramiky je kyfóza (veličiny BA a EA) na konci prvního roku menší o 8,84 stupně, resp. 7,5 stupně než v okamžiku úrazu. Kyfóza (veličiny BA a EA) se v tomto souboru během druhého roku (1R-2R) zvětší o 1,74 stupně, resp. 5,62 stupně. Zvětšení kyfózy na konci druhého roku (1R-2R) je statisticky průkazně menší než zmenšení na konci roku prvního
b. Skupina pacientů s ponechaným fixatérem (FP) vykazuje statisticky významně menší kyfotizaci jak obratlového těla (BA), tak pohybového segmentu (EA) na konci

sledovaného období, než skupina pacientů s fixatérem odstraněným (FO). Lepší klinické výsledky jsou ve skupině ponechaných fixatérů (FP) proti skupině fixatérů odstraněných (FO). Lepší klinické výsledky jsou ve skupině odstraněných fixatérů (FO) proti skupině fixatérů odstraněných (FON) Lepší klinické výsledky jsou ve skupině ponechaných fixatérů (FP) proti skupině fixatérů odstraněných

c. Podařilo se prokázat závislost klinických výsledků na výsledcích morfologických. Závislost morfologických výsledků na poloze obratlů a na pohlaví zřejmě existuje, ale pro řadu obratlů je málo údajů. Byla prokázána závislost BA na LSC. Závislost ostatních morfologických parametrů na LSC prokázána není
d. Pořadí podle výsledného klinického hodnocení od nejlepších výsledků po nejhorší je následující: 1. pacienti s ponechaným fixatérem, 2. pacienti s odstraněným fixatérem, 3. pacienti s velkou ztrátou korekce (EA > 10 stupňů)
e. Použití bioaktivní sklokeramiky ve formě drtě je indikováno zlomenin s hodnotou LSC 4 - 6 bodů za těch podmínek, kdy není tkáň meziobratlového disku vtlačena do kostní tkáně obratlového těla
f. Indikační rozhraní mezi zadním a předním přístupem v rámci „Load Sharing Classification“ zůstává nezměněno s tendenci k posunu směrem k nižším hodnotám

VYPRACOVÁNÍ TECHNOLOGIE APLIKACE TOHOTO MATERIÁLU PŘI OŠETŘENÍ ZLOMENIN OBRATLOVÝCH TĚL

Byla vypracována přesná technologie transpedikulární aplikace bioaktivní sklokeramické drtě BAS-0. Metoda spočívá v deseti na sebe navazujících úkonech, které jsou prováděny pomocí přesně specifikovaných instrumentů a s využitím peroperační skiaskopie pomocí C - ramene (odst. 6.1.) .

URČENÍ PODÍLU POÚRAZOVÉ DEGENERACE MEZIOBRATLOVÉ PLOTÉNKY NA ZTRÁTĚ KOREKCE

Ztráta korekce (zvětšení kyfózy) spadá z 31% na obratlové tělo a ze 69% na poúrazovou degeneraci disku, což jsem prokázal při zjištění, že zvětšení EA během druhého roku sledování nabývá hodnotu 5,62 stupňů. Tato změna je součtem zvětšení BA o 1,74 a zvětšení kyfózy v disku (hodnota z výrazu: EA – BA) o 3,88 stupňů

Pracovní hypotéza je potvrzena. Výsledky této práce potvrzují, že za určitých specifických podmínek má transpedikulární aplikace bioaktivní sklokeramiky (BAS-0) do prostoru zlomenin těl torakolumbárních obratlů pozitivní efekt na morfologický výsledek léčby a následně na výsledek klinický. Podmínky pro efektivní aplikaci bioaktivní sklokeramiky spočívají v tom, že je bioaktivní sklokeramika aplikována

do čistě kostního prostoru, kde není inkorporován materiál disku, resp. nucleus pulposus **(odst. 6.1.)**.

Dalším výstupem je potvrzení vztahu morfologického a klinického výsledku, což ještě více zdůrazňuje důležitost péče o rekonstrukci předního sloupce páteře.

7. ODPOVĚDI NA OTÁZKY OPONENTA

Doc. MUDr. Richard Chaloupka mně při vypracování oponentního posudku položil následující otázky:

1. Jaké byly průměrné hodnoty měřených parametrů BA a EA na prvním

rentgenovém snímku?

Odpověď: hodnota BA byla 13.1 st., hodnota EA byla 6,7 st.

2. Jaké byly průměrné hodnoty měřených parametrů BA a EA na prvním

pooperačním rentgenovém snímku?

Odpověď: tyto hodnoty nebyly soustavně zaznamenávány, protože nebyly považovány z hlediska déledobého sledování za podstatné.

3. Jaká je dle autora příčina ztráty korekce během prvního roku po operaci?

Odpověď: vzhledem k výše uvedené skutečnosti, údaje v této práci nevypovídají nic o poklesu ztráty korekce během prvního roku po operaci. Tento pokles pravděpodobně existuje, ale není klinicky rozhodující. Je velmi pravděpodobně vázán na chyby v indikaci operačního přístupu, na technické chyby při jeho provedení, na volbu nevhodného implantátu nebo na nevhodný režim pacienta. Naše zkušenosti význam ztráty korekce během prvního roku nepotvrzují.

4. Používá autor ortézy v pooperačním období?

Odpověď: ano, pacientům po samostatné pedikulární stabilizaci doporučujeme tříbodový Jewettův korzet.

5. Jaké má autor vysvětlení pro lepší morfologické výsledky u pacientů s

ponechaným vnitřním fixátorem?

Odpověď: lepší morfologické výsledky u pacientů s ponechaným vnitřním fixatérem si vysvětluji trvající stabilizační funkcí implantátu. Podrobnější studie by případně měla vyloučit vliv pohybového režimu (pacienti s fixatérem jsou pravděpodobně opatrnější).

8. ABSTRAKT

Úvod: V posledních 25ti letech došlo k podstatným změnám v koncepci léčby onemocnění a úrazů páteře. Výrazně byla rozšířena operační léčba tam, kde se očekává nestabilita páteře a narušení jejího fyziologického tvaru, při abnormalitách vrozených i získaných a samozřejmě též v případě úrazů. Tento vývoj je podmíněn pokrokem v zobrazovacích technologiích, detailnějším pochopením biomechaniky páteře a patofyziologie jejích poškození. Velký podíl má též vývoj instrumentů a implantátů a rozhodně také pokrok v technologii náhrad kostní tkáně.

Cíl práce: Cílem disertační práce je zjištění dlouhodobých morfologických a klinických výsledků po operačním ošetření zranění torakolumbární páteře, při kterém posloužila jako náhrada kostní tkáně bioaktivní sklokeramika ve formě granulí.

Materiál a metoda: Analyzován byl soubor 140 pacientů operovaných v rozmezí let 1997 – 2003 pro nestabilní zlomeninu torakolumbární páteře, jejíž hodnocení pomocí Load Sharing Classification bylo v rozmezí 4 – 6 bodů. Stabilizace byla prováděna pedikulárním fixatérem SOCON. Průměrný věk pacientů v tomto souboru je 44 let (14-78). Soubor je tvořen skupinou 83 mužů v průměrném věku 43,7 let (14-73) a 57 žen v průměrném věku 44,9 (15-78). Pacienti byli operováni akutně v rozmezí prvních 6ti dnů po úraze. Minimální doba sledování byla 24 měsíců, průměrná 29 měsíců. Soubor zahrnuje 91 pacientů, jimž byl fixatér odstraněn v průměru po 78 týdnech a 49 pacientů, jimž byl fixatér ponechán. Pro aplikaci bioaktivní sklokeramiky byla používána cesta pedikly poraněného obratle. Metoda aplikace byla standardizována do 10 na sebe navazujících kroků. Nebyla prováděna transpedikulární ani zadní meziobratlová fúze. Morfologický vývoj

ošetřených obratlových těl byl sledován pomocí počítačově měřených úhlů kyfózy na bočných skiagramech. Klinické výsledky byly hodnoceny pomocí parametrů Activities of Daily Living (ADL) a pomocí Prolova hodnocení funkčního a ekonomického stavu. Pro jednotlivé parametry byly provedeny statistické testy ANOVA a dvouvýběrový t-test nerovnosti rozptylů. Všechny testy byly provedeny na hladině významnosti $p>0,05$.

Výsledky: Kyfóza (veličiny BA a EA) je na konci prvního roku menší o 8,84 st., resp. 7,5 st. než v době úrazu. Tytéž veličiny se během druhého roku (1R-2R) zvětší o 1,74 st., resp. 5,62 stupňů. Kyfóza (EA) je zvětšena během druhého roku sledování o 5,62 st. Ztráta korekce spadá z 31% na obratlové tělo (zvětšení kyfózy o 1,74 st.) a ze 69% na poúrazovou degeneraci disku (zvětšení kyfózy v meziobratlovém disku 3,88 st.). Skupina pacientů s ponechaným fixatérem vykazuje statisticky významně menší kyfotizaci jak obratlového těla (BA), tak pohybového segmentu (EA) na konci sledovaného období, než skupina pacientů, jimž byl fixatér odstraněn. Lepší klinické výsledky jsou ve skupině ponechaných fixatérů (FP) proti skupině fixatérů odstraněných (FO). Byla prokázána závislost klinických výsledků na výsledcích morfologických.

Závěr: Použití bioaktivní sklokeramiky ve formě drtě dává dobrý dlouhodobý morfologický i klinický výsledek při chirurgické léčbě zlomenin torakolumbární páteře s hodnotou LSC 4 - 6 bodů. Indikační rozhraní mezi zadním a předním přístupem v rámci „Load Sharing Classification“ zůstává nezměněno s tendenci k posunu směrem k nižším hodnotám.

9. SUMMARY

Introduction: During the period of the last 25 years remarkable changes occurred in the treatment of traumas of thoracolumbar spine. The surgical treatment was extended in cases where instability and impairment of its physiological shape are expected. This development is based on the progress in imaging technologies, more detailed understanding of spine biomechanics and a pathophysiology of its impairment. The situation was also influenced by the progression in surgical instruments and implants and also in the technology of bone substitutes.

Aim of the study: The aim of the study is to analyze the long term morphological and clinical results after the surgical treatment of thoracolumbar fractures, in which the bioactive glass-ceramics in the form of granules was used as a bone substitute.

Material and method: A series of 140 patients treated surgically for unstable thoracolumbar fracture (LSC points 4 – 6) during the period from 1997 to 2003 was studied. The average age of patients was 44 years (14 – 78). The patient collection consists of 83 males in the average age of 43,7 years (14-73) and 57 females in the average age of 44.9 years (15-78). The minimum follow-up was 24 months, the average follow-up period was 29 months. Patient series includes a group of 91 cases, in which the implant was removed after 78 weeks in the average and a group of 49 cases, in which implant was left. Pedicles of the injured vertebra were used for intracorporeal application of bioactive glass-ceramics. The application method was standardized to ten consecutive steps. Neither transpedicular nor posterior intervertebral fusion was performed. Morphological changes of the treated vertebral body were evaluated by the computerized measuring

of the kyphosis on lateral X-rays. Clinical results were assessed using parameters of Activities of Daily Living as well as evaluation of functional and economical status according to Prolo. ANOVA tests and paired t-test of variance of inequality were performed for each value. All tests were executed on significance level p>0,05.

Results: Kyphosis (body angle and endplate angle) at the end of the first postoperative year is lower by 8,84 degrees (7,50 degrees respectively) in comparison with the moment of injury. Same parameters increased during the second postoperative year by 1,74 degrees (5,62 degrees respectively). Loss of correction is formed by progression of vertebral body kyphosis (31%) and posttraumatic disc degeneration (69%). The group of patients with implants left shows significantly lower kyphosis (body angle and endplate angle) at the end of the follow-up period then that with implant removed. Clinical results are better in the patients with implant left as compared to the patients with implant removed. The relation between morphological and clinical results was proved.

Conclusion: Bioactive glass-ceramics granules give good long-term morphological and clinical results when used as a bone substitute in the surgical treatment of the thoracolumbar fractures classified in the range from 4 to 6 points according to the Load Sharing Classification (LSC). The indication border between posterior and anterior surgery in the frame of LSC remains unchanged with a tendency to shift to the lower values.

10. POUŽITÁ LITERATURA

1. BECK E. Conservative treatment of fractures and luxations of the thoracic and lumbar spine. *Hefte Unfallheilkd*. 1980, no. 149, s. 119-128.
2. FILIP M., VESELSKÝ Z., STRNAD Z., LANÍK P. Náhrada meziobratlové ploténky pomocí keramické protézy při léčbě degenerativních onemocnění páteře. *Acta Chir orthop Traum čech.* 1995, roč. 62, č. 4, s. 226-231.
3. FRANKEL H. L., HANCOCK D. O., HYSLOP G. et al. The value of postural reduction in the initial of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia.* 1969, vol. 7, no. 3, s. 179-192.
4. HOLMES J. F. MILLER P. Q., PANACEK E. A., LIN S., HORNE, N. S., MOWER W. R. Epidemiology of thoracolumbar spine injury in blunt trauma. *Acad Emerg Med*. 2001, vol. 8, no. 9, s. 866-872.
5. JODOIN A., DUPUIS P., FRASER M., BEAUMONT P. Unstable fractures of the thoracolumbar spine: a 10-year experience at Sacre-Coeur Hospital. *J Trauma.* 1985, vol. 25, no. 3, s. 197-202.
6. KITSUGI T., YAMAMURO T., NAKAMURA T., HIGASHI S., KAKUTANI Y., HYAKUNA K., ITO S., KOKUBO T., TAKAGI M., SHIBUYA T. Bone bonding behavior of three kinds of apatite containing glass ceramics. *J Biomed Mater Res.* 1986, vol. 20, no. 9, s. 1295-1307.
7. KITSUGI T., YAMAMURO T., KOKUBO T. Bonding behavior of glass-ceramic containing apatite and wollastonite in segmental

replacement of the rabbit tibia under load-bearing conditions. *J Bone Joint Surg Am.* 1989, vol. 71, no. 2, s. 264-72.

8. KITSUGI T., YAMAMURO T., NAKAMURA T., KOKUBO T. The bonding of glassceramics to bone. *Int Orthop*. 1989, vol. 13, no. 3, s. 199-206.
9. LINHART W., PETERS F., LEHMANN W., SCHWARZ K., SCHILLING A. F., AMLING M., RUEGER J. M., EPPLE M. Biologically and chemically optimized composites of carbonated apatite and polyglykolide as bone substitution material. *J Biomed Mater Res*. 2001, vol. 54, no. 2, s. 162-171.
10. MALCOLM B. W., BRADFORD D. S., WINTER R. B., CHOU S. N. Posttraumatic kyphosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1981, vol. 63, no. 6, s. 891-899.
11. NAKAMURA T., YAMAMURO T., HIGASHI S., KOKUBO T., ITOO S. A new glass- ceramics for bone replacement evaluation of its bonding to bone tissue. *J Biomed Mater Res*. 1985, vol. 19, no. 6, s. 685-698.
12. NICOLL E. Fractures of the dorsal-lumbar spine. *J. Bone Joint Surg Br*. 1949, vol. 31, s. 376-394.
13. PROLO D. J., OKLUND S. A., BUTCHER M. Toward uniformity in evaluating results of lumbar spine operations: A paradigm applied to posterior lumbar interbody fusion. *Spine.* 1986, vol. 11, no. 6, s. 601-606.
14. ROBERTS J. B., CURTISS P. H. Jr. Stability of the thoracic and lumbar spine in traumatic paraplegia following fracture and fracture-dislocations. *J Bone Joint Surg. Am*. 1970, vol. 52, no. 6, s. 1115-1130.

15. ŠPONER P., URBAN K. Léčba juvenilní kostní cysty excochleací a výplní BAS-0. *Acta Chir orthop Traum čechoslov*. 2004, roč. 71, č. 4, s. 214-219.
16. ŠPONER P., URBAN K., POVÝŠIL C. Bioaktivní sklokeramický materiál BAS-0 jako náhrada kostní tkáně (klinické zkušenosti v delším časovém intervalu od aplikace). *Acta Chir orthop Traum čechoslov*. 1998, roč. 65, č. 4, s. 145-152.
17. ŠTULIK J., KRBEC M., VYSKOČIL T. Užití biokeramiky v léčbě zlomenin torakolumbární páteře. *Acta Chir orthop Traum čechoslov*. 2002, roč. 69, č. 5, s. 288- 294.
18. URBAN K., POVÝŠIL C., ŠPELDA S. Ovlivnění osteointegrace bioaktivnívh sklokeramických materiálů fibrinem – experimentální práce. *Acta Chir orthop Traum čechoslov*. 2001, roč. 68, č. 3, s. 168-175.
19. URBAN K., ŠPONER P. Rekonstrukce rozsáhlých acetabulárních *defektů bioaktivní sklokeramikou u revizních operací totálních endoprotéz. Acta Chir orthop Traum čechoslov*. 1998, roč. 65, č. 4, s. 17-23.
20. URBAN K., STEHLÍK J. První klinické zkušenosti s bioaktivním sko-keramickým materiálem BAS-0. *Acta Chir orthop Traum čechoslov*. 1993, roč. 60, č. 1, s. 40-46.
21. URBAN K., STRNAD Z. Bioaktivní sklokeramika a její využití v ortopedii. *Lék Zpr lék Fak Univ Karlovy Hr Králové*. 1992, roč. 37, č. 9-10, s. 261-274.
22. URBAN K., STRNAD Z., ŠPOHROVÁ D. Povrchově bioaktivní keramika (předběžná zpráva). *Chir orthop Traum čechoslov*. 1989, roč. 56, č. 5, s. 391-397.
23. URBAN K., URBANOVÁ E. Sledování postupu vhojování

bioaktivní sklokeramiky v okolí acetabula po revizní operaci endoprotézy kyčle pomocí scintigrafie. *Chir orthop Traum čechoslov*. 1998, roč. 65, č. 3, s. 11-18.

24. VLACH O., BAYER M. Následky úrazů torakolumbální páteře a jejich indikace k operačnímu řešení. *Acta Chir orthop Traum čechoslov*. 1991, roč. 58, č. 3, s. 174-177.
25. WEINSTEIN J. N., COLLALTO P., LEHMANN T. R. Long-term follow-up of non-operatively treated thoracolumbar spine fractures. *J Orthop Trauma*. 1987, vol. 1, no. 2, s. 152-159.
26. WEINSTEIN J. N., COLLALTO P., LEHMANN T. R. Thoracolumbar "burst" fractures treated conservatively: a long-term follow-up. *Spine*. 1988, vol. 13, no. 1, s. 33-38.
27. WHITE A., PANJABI M. *Clinical biomechanics of the spine*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1990. ISBN 0-397-50720-8
28. YAMAMURO T. Replacement of the spine with bioactive glass-ceramic prostheses. In *Handbook of bioactive ceramics*, Vol 1. YAMAMURO, T., HENCH, L., WILSON, J. (eds.). Boca Raton: CRC Press, 1990. ISBN 0-849-33241-9. s. 345-352.
29. YOSHII S., KAKUTANI Y., YAMAMURO T., NAKAMURA T., KITSUGI T., OKA M., KOKUBO T., TAKAGI M. Strength of bonding between A/W glass-ceramic and the surface of bone cortex. *J Biomed Mater Res.* 1988, vol. 22, no. 3 Suppl, s. 327-338.

11. LITERATURA AUTORA

původní práce (IF = impact factor)

První autor:

1. LUKÁŠ R., ŠRÁM J., TALLER, S., SUCHOMEL P. První zkušenosti s použitím systému MACS-TL při stabilizaci thorakolumbální páteře. *Úraz Chir*. 2001, roč. 9, č. 4, s. 11-19.
2. LUKÁŠ R., TALLER S. Vývoj klasifikací zlomenin T-L páteře. *Acta Spondyl*. 2002, roč. 1, č. 1, s. 31-39.
3. LUKÁŠ R., BARSA P., SUCHOMEL P. Diskogenní bolest a její chirurgická léčba arthroplastikou. *Acta Spondyl*. 2004, roč. 3, č. 1, s. 9-17.
4. LUKÁŠ R. Operační řešení zlomenin torakolumbární páteře. *Neurologie pro praxi*. 2005, roč. 6, č. 2, s. 82-86.
5. LUKÁŠ R., SUCHOMEL P., ŠRÁM J. Některé aspekty operační léčby zlomenin hrudní a bederní páteře. In: *Spinal surgery*. RUDINSKÝ B. (ed.). Bratislava: Slovak Academic Press, 2006. s. 154-169.
6. LUKÁŠ R., BARSA P., SUCHOMEL P. Artroplastika v chirurgické léčbě diskogenní bolesti bederní páteře. In: *Spinal surgery*. RUDINSKÝ B. (ed.). Bratislava: Slovak Academic Press, 2006. s. 245-259.
7. LUKAS R., SUCHOMEL P., SRAM J. Some aspects of the surgical treatment of thoracolumbar spine fractures. *Coluna/Columna Brasilian Journal.* Přijato do tisku (elektronicky sděleno 16.5.2006).
8. LUKÁŠ R., PAZOUR J., SUCHOMEL P., ŠRÁM J. Operační řešení zlomenin torakolumbární páteře. *Postgrad Med.*

Přijato do tisku (elektronicky sděleno 27.1.2006).

Spoluautor:

9. TALLER S., LUKÁŠ R. Halo fixace při poranění krční páteře. *Acta Chir orthop Traum čech.* 1990, roč. 57, č. 1, s. 48-55.
10. TALLER S., LUKÁŠ R., BERAN J., BUBENÍK J. CT-navigované osteosyntézy pánve (Předběžné sdělení o nové operační technice). *Rozhl Chir.* 1995, roč. 74, č. 3, s. 141-144.
11. TALLER S., LUKÁŠ R., SUCHOMEL P. CT navigovaná stabilizace zlomenin horního úseku hrudní páteře (Th 2-5) vnitřním fixatérem. *Acta Chir orthop Traum čech.* 1998, roč. 65, č. 2, s. 100-104.
12. SUCHOMEL P., TALLER S., LUKÁŠ R., FRÖHLICH R. Chirurgické řešení zlomenin zubu čepovce. *Rozhl. Chir*. 2000, roč. 79, č. 7, s. 301-308.
13. TALLER S., SUCHOMEL P., LUKÁŠ R., BERAN J. CT-guided internal fixation of hangman´s fracture. *Eur Spine J*. 2000, vol. 9, no. 5, s. 393-397. **IF 1,763**
14. BARSA P., SUCHOMEL P., BUCHVALD P., LUKÁŠ R., VANÍČKOVÁ E. Jsou šrouby při přední krční fúzi s bikortikální fixací skutečně bikortikálně zavedeny? Retrospektivní studie. *Acta Chir orthop Traum čech.* 2002, roč. 69, č. 1, s. 35-38.
15. ŠTULÍK J., SUCHOMEL P., LUKÁŠ R., CHROBOK J., KLÉZL J., TALLER S., KRBEC M. Přímá osteosynthesa dentu–multicentrická studie. *Acta Chir orthop Traum čechoslov* . 2002, roč. 69, č. 3, s. 141-148.
16. TALLER S., LUKÁŠ R., ŠRÁM J., KŘIVOHLÁVEK M. Urgentní ošetření komplexních zlomenin pánve. *Rozhl Chir*. 2005, roč. 84, č. 2, s. 83-87.

17. TALLER S., LUKÁŠ R., ŠRÁM J., BERAN J. 100 CT-navigovaných operací pánve. *Acta Chir orthop Traum čech.* 2003, roč. 70, č. 5, s. 279-284.

18. SUCHOMEL P., BUCHVALD P., BARSA P., LUKÁŠ R., SOUKUP T. Pyogenic osteomyelitis of the odontoid process: single stage decompression and fusion. *Spine* . 2003, vol. 28, no. 12. s. E239-244.

IF 2,187

19. TALLER S., LUKÁŠ R., SUCHOMEL P., KŘIVOHLÁVEK M. Operační léčení dislokovaných příčných zlomenin sakra. *Acta Chir orthop Traum čechoslov* . 2003, roč. 70, č. 3, s. 151-157.

20. SUCHOMEL P., ŠTULÍK J., KLÉZL Z., CHROBOK J., LUKÁŠ R., KRBEC M., MAGERL F. Transartikulární fixace C1-2. Multicentrická retrospektivní studie. *Acta Chir orthop Traum čech.* 2004, roč. 71, č. 1, s. 6-12.

21. BERAN J., TALLER S., SUCHOMEL P., LUKÁŠ R. Osteosyntéza a fixace v oblasti krční a horní hrudní páteře. In: *Intervenční radiologie – miniinvazivní terapie*. KRAJINA A., PEREGRIN J.H. et al. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. s. 774-779.

22. SUCHOMEL P., FRÖHLICH R., LUKÁŠ R., BUCHVALD P. Chirurgická léčba úrazů horní krční páteře. In: *Spinal surgery*. RUDINSKÝ B. (ed.). Bratislava: Slovak Academic Press, 2006. s. 84-93

Kazuistika

23. BARSA P., BUCHVALD P., SUCHOMEL P., LUKÁŠ R. Traumatická spondylolisthesa L5-S1. *Acta Chir orthop Traum čech.* 2003, roč. 70, č. 2, s. 121-125.