

# Scintigrafické vyšetření osteoblastické aktivity po implantaci bioaktivního sklokeramického materiálu BAS-0 do defektů dlouhých kostí

## Scintigraphic Detection of Osteoblast Activity after Implantation of BAS-0 Bioactive Glass-Ceramic Material into Long Bone Defects

P. ŠPONER<sup>1</sup>, K. URBAN<sup>1</sup>, E. URBANOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ortopedická klinika LF UK a FN, Hradec Králové

<sup>2</sup> Oddělení nukleární medicíny FN, Hradec Králové

Práce vznikla za podpory grantu IGA ND 6853-3.

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

The aim of the study was to demonstrate, by three-phase bone scintigraphy, radionuclide uptake at the site of defects in long bones filled with the non-resorbable bioactive glass-ceramic material BAS-0 at a long follow-up.

#### MATERIAL

Twenty patients, 14 men and 6 women, operated on between 1990 and 2000 for benign bone tumors or tumor-like lesions localized in the femur, tibia or humerus were comprised in the study. Their average age at the time of operation was 14 years (range, 8 to 24). The diagnoses based on histological examination included juvenile bone cysts in 11, aneurysmal bone cyst in five, non-ossifying fibroma in two, and fibrous dysplasia in two patients. The lesions were localized in the femur, humerus and tibia in 11, five and four patients, respectively. The metaphysis was affected in eight and the diaphysis in 12 patients.

#### METHODS

Clinical, radiological and scintigraphic examinations were carried out at 2 to 12 years (7 years on average) after surgery. The clinical evaluation included subjective complaints and objective findings. Radiographs were made in standard projections and the osteointegration of glass-ceramic material was investigated.

Three-phase bone scans were made and the healthy and the affected limbs in each patient were compared by means of an index. Radionuclide uptake was considered normal when the index value was equal to 1.0, mildly increased at an index value of 1.2, moderately increased at 1.2–1.5 and markedly increased at an index value higher than 1.5.

#### RESULTS

The clinical evaluation showed that, in the patients with glass-ceramic filling of metaphyses, six had no subjective complaints and two reported transient pain. In the patients with implants in diaphyses, subjective complaints were recorded in nine and no complaints in three patients. No inflammatory changes in soft tissues were found. No restriction in weightbearing of the limb treated was reported by any of the patients.

On radiography, 18 patients were free from any disease residue or recurrence. Two patients had a residual defect. The bioactive glass-ceramic material BAS-0 was completely incorporated in all patients.

On three-phase bone scans, radionuclide distribution on the flow phase and soft tissue phase was symmetrical in both limbs of all patients. For the metaphyseal location of implants, the delayed images demonstrated physiological radionuclide distribution in one patient, mildly increased distribution (index up to 1.2) in four, increased uptake (index up to 1.5) in two patients, and highly increased uptake (index above 1.5) in one patient. For the diaphyseal location of implants, the delayed scans demonstrated slightly increased radionuclide distribution in two, markedly increased in two and highly increased uptake in eight patients.

#### DISCUSSION

The tissue during incorporation of a non-resorbable synthetic material is influenced by stress-shielding. This changes local mechanical signals, which has a negative effect on the adjacent bone tissue. Stress accumulating at the interface of a rigid implant and bone tissue may result in pain, and is detected by scintigraphy as an increased nucleotide uptake, particularly in diaphyseal grafts.

#### CONCLUSIONS

This paper presents problems associated with implantation of the non-resorbable bioactive glass-ceramic material BAS-0 in the treatment of diaphyseal defects of long bones. The results show that, for filling of the defects described herein, non-resorbable glass-ceramic materials are not suitable.

**Key words:** bioactive glass-ceramic material, bone scan.

## ÚVOD

Neresorbovatelný bioaktivní sklokeramický materiál BAS-0 prošel za 15 roků od své první klinické aplikace historií, která se podobá použití dalších syntetických materiálů v ortopedii a traumatologii. Po počátečním entuziasmu se vyskytly i první problémy, související s hledáním možného využití tohoto materiálu v dosud neověřených indikacích (5, 13). V nedávné době byly prezentovány protichůdné názory týkající se použití neresorbovatelné hydroxyapatitové sklokeramiky. Vedle prací prokazujících příznivé výsledky v uznávaných indikacích byly publikovány práce uvádějící omezení jejího použití (15, 18, 20). Zazněl i názor zcela odmítající další používání tohoto materiálu bez dalšího rozboru uvedené problematiky (10). Pro klinické použití jsou důležité informace o interakcích živé kostní tkáně s povrchem bioaktivního sklokeramického materiálu a o změnách fyzikálních vlastností nově vzniklého kompozitu implantát – kost. Je známá dlouhodobá reakce kostní tkáně např. na kovové implantáty a s ní spojená pomalá remodelace s výslednými změnami, které vyplývají z Wolfova zákona (7).

Z těchto důvodů jsme se rozhodli pro uvedenou studii, jejímž cílem je sledování záchytu radiofarmaka v oblasti implantovaného bioaktivního neresorbovatelného sklokeramického materiálu BAS-0, použitého k výplni defektů dlouhých kostí (femuru, tibie a humeru) při ošetření benigních kostních nádorů a nádorům podobných afekcí v delším časovém odstupu od operace pomocí třífázové kostní scintigrafie doplněné o emisní tomografii.

## MATERIÁL A METODA

Do studie byli zařazeni pacienti operovaní na Ortopedické klinice v Hradci Králové v letech 1990–2000 pro benigní kostní nádor či nádorům podobnou afekci lokalizovanou ve femuru, tibii a humeru, u nichž byla v pooperačním období rentgenovým vyšetřením vyloučena recidiva základního onemocnění. Jednalo se o 14 pacientů pohlaví mužského a 6 pohlaví ženského, u kterých byl k výplni defektu použit neresorbovatelný bioaktivní sklokeramický materiál BAS-0, celkem tedy 20 pacientů. Jejich věk v době operace byl od 8 do 24 roků s průměrem 14 roků. U všech pacientů hodnoceného souboru byla diagnóza potvrzena histologickým vyšetřením s tímto zastoupením: juvenilní kostní cysta 11, aneurysmatická kostní cysta 5, neosifikující fibrom 2, fibrózní dysplazie 2. Lokalizace léčených afekcí byla následující: femur 11, humerus 5, tibie 4. Metafýza byla postižena u 8 pacientů a diafýza ve 12 případech. U 7 pacientů byla výplň defektu materiálem BAS-0 provedena pro recidivu po předchozí exkochleaci a výplni kostními štěpy, u 3 pro resorpci původně transplantovaných alogenních štěpů (tab. 1). U třech pacientů byla provedena ještě jednou exkochleace pro recidivu primární afekce v těsné blízkosti inkorporované syntetické výplně. Malý defekt byl ponechán bez výplně, jednou byl vyplněn štěpy autogenními a jednou alogenními.

Všichni pacienti byli zkontrolováni klinicky, rentgenologicky a scintigraficky v odstupu 2–12 roků s průměrem 7 roků po operaci. Celý soubor pacientů byl rozdělen na dvě podskupiny podle lokalizace provedené výplně do metafýzy a do diafýzy. Při klinickém hodnocení jsme sledovali subjektivní obtíže pacientů a objektivní nález se zaměřením na stav měkkých tkání v oblasti výplně, rozsah pohybů sousedních kloubů a nosnost operované končetiny. Rentgenologické hodnocení bylo prováděno ve standardních projekcích. Byla sledována osteointegrace bioaktivního sklokeramického materiálu, tedy přítomnost jasně patrných přemostujících trabekul na rozhraní kosti příjemce a implantátu. Třífázová kostní scintigrafie (radiofarmakem byl  $^{99m}\text{Tc}$  MDP o aplikované aktivitě 500–800 MBq podle hmotnosti pacienta) byla doplněná o emisní tomografii operované oblasti. Porovnali jsme operované oblasti na celotělových scintigramech s kontralaterální krajinou. K upřesnění kvantifikace byly použity čtyři následné koronární řezy z emisní tomografie a porovnány oblasti zájmu místa operované končetiny se stejnou oblastí druhostranně nepostižené končetiny. Záchyt radiofarmaka byl hodnocen jako přiměřený při hodnotě indexu mezi postiženou a zdravou stranou 1.0, jako lehce zvýšený při hodnotách indexu do 1.2, jako středně zvýšený při indexu 1.2–1.5, jako velmi výrazný při hodnotách indexu nad 1.5.

## VÝSLEDKY

Při klinickém hodnocení v podskupině s metafyzárně lokalizovanou syntetickou neresorbovatelnou výplní nemělo 6 pacientů žádné subjektivní obtíže a nepravidelné bolesti měli pouze 2 pacienti. V podskupině s diafyzárně lokalizovanou sklokeramickou neresorbovatelnou výplní byly po operaci zaznamenány subjektivní obtíže u 9 pacientů. Dva nemocní udávali klidové a noční bolesti, 5 pacientů námažové a ponámažové bolesti. Nepravidelné bolesti měl 1 pacient a 1 pacient udával bolesti při změně počasí. Pouze 3 pacienti z této podskupiny neměli žádné subjektivní obtíže. Objektivně nebyly zjištěny zánětlivé změny měkkých tkání. Rozsah pasivní a aktivní kloubní pohyblivosti byl v 19 případech plný, u 1 pacienta s polyostotickou formou fibrózní dysplazie jsme zjistili lehké omezení rozsahu pohybů kyčelního kloubu. Nosnost operované končetiny

Tab. 1. Operace předcházející použití bioaktivního sklokeramického materiálu BAS-0

PŘEDCHOZÍ OPERACE (celkem 16)	PACIENTI (počet)
Aloštěpy čerstvé (otec)	3
Aloštěpy čerstvé (matka)	3
Aloštěpy konzervované (tkáň. banka)	1
Aloštěpy konzervované (tkáň. banka), 3x opakovaná výplň	1
Aloštěpy konzervované (tkáň. banka), následně opak. operace autoštěpy	1
Autoštěpy	1
Autoštěpy, 2x opakovaná výplň	1
Depomedrol	1



Obr. 1. Pacient č. 7, dívka 16 let, inkorporovaný bioaktivní sklokeramický materiál za 8 roků po exkochleaci aneurysmatické kostní cysty proximální metyfýzy femuru a výplni defektu neresorbovatelnou sklokeramikou



Obr. 2a, b. Pacient č. 2, chlapec 15 let, stav za 7 roků po exkochleaci juvenilní kostní cysty diafýzy humeru a výplni defektu bioaktivním sklokeramickým materiálem, který je dokonale inkorporován; na předozadním (a) a především na bočním snímku (b) je dobře patrná spongializace kortikální kosti diafýzy humeru v oblasti provedené neresorbovatelné výplně

nebyla omezená u žádného z pacientů. Délka končetin byla identická v 16 případech, u 4 pacientů byla rozdílná délka končetin, vždy po předchozí patologické zlomenině.

Při rentgenologickém hodnocení bylo 18 pacientů bez přítomného rezidua či recidivy (včetně 3 po dodatečném operačním výkonu). Zbytkový defekt, přítomný bezprostředně po operačním výkonu a bez patrné progresse jeho velikosti během následných kontrol, byl u 2 pacientů, kteří byli sledováni bez dodatečné operace. Bioaktivní sklokeramický materiál BAS-0 byl vždy kompletně inkorporován (obr. 1, 2).

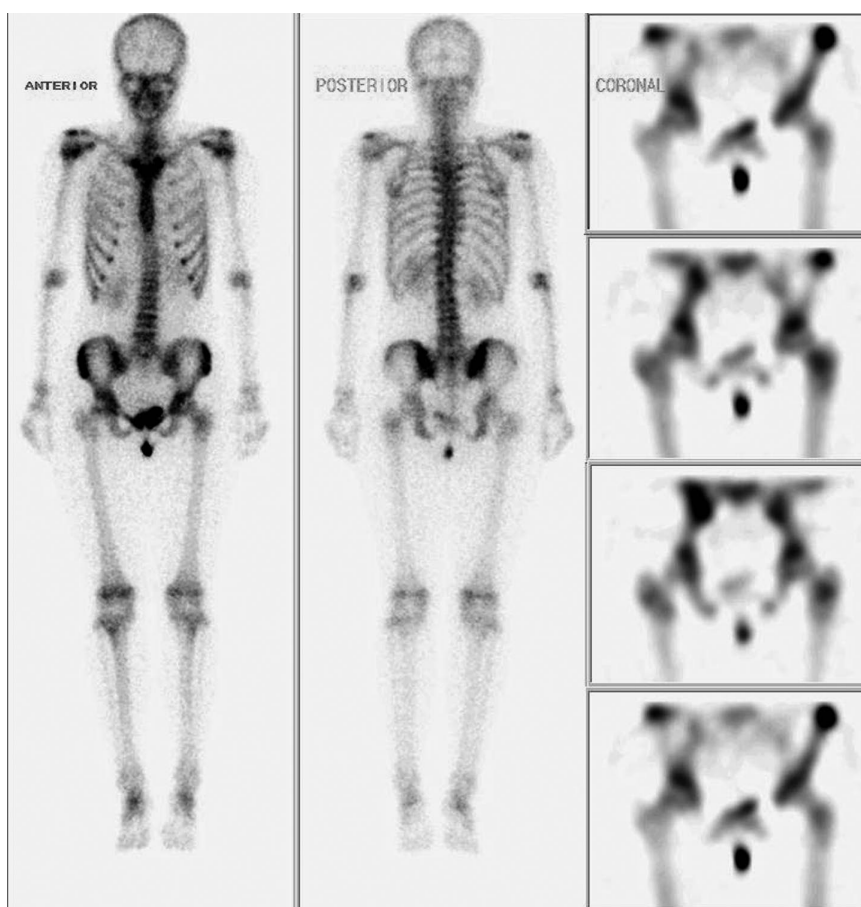
Tab. 2. Hodnocení záchytu radiofarmaka v místě provedené výplně materiálem BAS-0

ZÁCHYT RADIOFARMAKA	METAFÝZA (n – 8)	DIAFÝZA (n – 12)
Fyziologický (index 1.0)	1	–
Lehce zvýšený (index do 1.2)	4	2
Výrazný (index do 1.5)	2	2
Velmi výrazný (index nad 1.5)	1	8

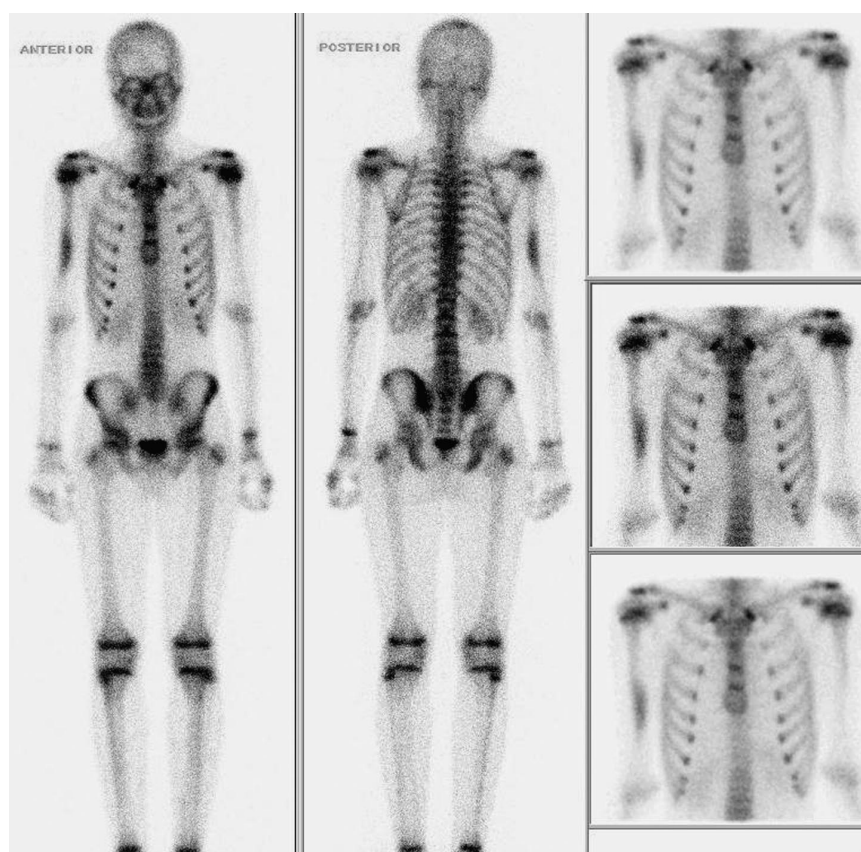
Při třífázové kostní scintigrafii byl záchyt radiofarmaka během 1. fáze perfuzní a 2. fáze krevně-tkáňového poolu u všech pacientů symetrický s nepostiženou končetinou. Ve 3. fázi (tj. klasická statická scintigrafie skeletu doplněná emisní tomografií zájmové oblasti) byl v místě metafyzárně provedené výplně záchyt fyziologický u 1 pacienta a lehce zvýšený (index do 1.2) u 4 pacientů (obr. 3). Výrazný záchyt radiofarmaka (index do 1.5) byl ve 2 a velmi výrazný záchyt (index nad 1.5) v 1 případě. V místě diafyzárně provedené výplně byl záchyt radiofarmaka během 3. fáze lehce zvýšený u 2 a výrazný také u 2 pacientů. Velmi výrazný záchyt jsme zaznamenali v 8 případech diafyzárně lokalizované neresorbovatelné sklokeramické výplně (obr. 4). Toto rozdělení dokumentuje tabulka 2. Souhrny výsledků klinického, rentgenologického a scintigrafického vyšetření jednotlivých pacientů s implantovaným bioaktivním sklokeramickým materiálem BAS-0 jsou uvedeny v tabulce 3.

U 6 pacientů zařazených do studie byly zjištěny komplikace (tab. 4). Nejčastěji se jednalo o rozdílnou délku





Obr. 3. Pacient č. 7, 8 let po implantaci sklokeramiky BAS-0 do metafýzy proximálního femuru, dívka nemá žádné subjektivní obtíže, při klasické statické scintigrafii skeletu doplněné emisní tomografií zjištěný lehce zvýšený záchyt  $^{99m}\text{Tc-MDP}$  (index 1,20)



Obr. 4. Pacient č. 2, 7 let po implantaci neresorbovatelné sklokeramiky do diafýzy humeru, chlapec udává klidové bolesti, ve 3. fázi kostní scintigrafie zaznamenaný velmi výrazný záchyt radiofarmaka (index 2,84)

Tab. 3. Pacienti s implantovanou bioaktivní sklokeramikou BAS-0

Číslo	Diagnóza	Věk v době operace (roky)	Lokalizace skelet	Subjekt. obtíže	Objekt. nález	Rtg-vyšetření	Scintigraf. vyšetření (index)	Komplikace
Pohlaví	Zlomenina / Operace	Délka sledování (roky)	Lokalizace kost					
1	juv. cysta	18	humerus	bolesti pouze při prochladnutí	norm.	struktura v okolí normální	1,89	žádné
m	ano / ano	9	diafýza					
2	juv. cysta	8	humerus	klidové noční bolesti	norm.	v okolí zřetelná osteoskler. spongializace	2,84	žádné
m	ano / ano	7	diafýza					
3	juv. cysta	9	humerus	žádné	norm.	zřetelná osteoskleróza v okolí	1,64	žádné
m	ano / ne	9	diafýza					
4	juv. cysta	19	femur	žádné	norm.	lehká osteoskleróza v okolí	1,30	žádné
m	ne / ne	9	metafýza					
5	juvenilní	17	femur	žádné	norm.	struktura v okolí normální	1,24	žádné
m	ne / ano	9	metafýza					
6	juv. cysta	21	femur	nepravidel. bolesti	norm.	struktura v okolí normální	1,00	žádné
ž	ne / ano	7	metafýza					
7	aneur. cysta	8	femur	žádné	poúrazový zkrat DK	struktura v okolí normální	1,20	poúrazový zkrat DK
ž	ano / ano	8	metafýza					
8	juv. cysta	23	femur	nepravidel. bolesti	norm.	struktura v okolí normální	1,85	žádné
m	ne / ne	4	metafýza					
9	aneur. cysta	14	femur	ponámah. bolesti	norm.	struktura v okolí normální	1,86	žádné
m	ano / ano	2	dist. meta-diafýzární přechod					
10	juv. cysta	13	femur	žádné	poúrazový přerůst DK	struktura v okolí normální	1,18	poúrazový přerůst DK
m	ano / ano	9	diafýza					
11	juv. cysta	11	tibie	ponámah. bolesti	norm.	struktura v okolí normální	1,50	žádné
m	ne / ne	8	diafýza					
12	aneur. cysta	15	tibie	ponámah. bolesti	norm.	v okolí zřetelná osteoskler., spongializace	4,21	žádné
ž	ne / ano	6	metadiafýz. přechod					
13	aneur. cysta	17	humerus	nepravidel. bolesti	norm.	v okolí zřetelná osteoskler., spongializace	2,91	žádné
m	ano / ne	8	diafýza					
14	juv. cysta	12	femur	žádné	norm.	lehká osteoskleróza v okolí	1,17	dočasná paréza n. peroneus
m	ne / ne	12	metafýza					
15	aneur. cysta	10	femur	žádné	norm.	struktura v okolí normální	1,29	žádné
ž	ne / ano	9	metafýza					
16	fibr. dysplazie	24	femur	zátěžové bolesti	omezení rozsahu pohybu kyčle, zkrat DK	struktura v okolí normální, spongializace	2,24	omezení rozsahu pohybu kyčle, zkrat DK
m	ano / ano	2	metafýza a diafýza					
17	neosif. fibrom	14	tibie	žádné	norm.	struktura v okolí normální	1,23	žádné
ž	ne / ne	8	metafýza a metadiaf.					
18	neosif. fibrom	9	tibie	ponámah. bolesti	norm.	struktura v okolí normální	1,13	fraktura tibie
ž	ano / ne	9	dist. diafýza					
19	fibr. dysplazie	12	femur	nepravidel. bolesti pouze noční	přerůst DK	lehká osteoskleróza v okolí	2,58	žádné
m	ano / ano	10	metafýza a diafýza					
20	juv. cysta	13	humerus	žádné	norm.	minimální osteoskleróza v okolí	2,10	žádné
m	ano / ano	3	diafýza					

Tab. 4. Komplikace u pacientů s implantací BAS-0

KOMPLIKACE	BAS-0
Přerůst oper. končetiny	2
Zkrat oper. končetiny	2
Paréza n. peroneus	1
Fraktura	1

končetin, celkem 4 nemocní. V 1 případě byla nestejná délka dolních končetin léčena operačně, u 3 byla řešena konzervativně. U žádného pacienta však nedošlo k růstové poruše následkem operačního výkonu při ošetření juxtafyzárních afekcí. Jedna pacientka po pádu utrpěla zlomeninu v místě exkochleovaného a sklokeramickým materiálem vyplněného neosifikujícího fibromu distální tibie. Léčena byla konzervativně sádrou fixací a zhojila se bez dalších problémů. U 1 pacienta byla dočasná paréza nervus peroneus, která se kompletně upravila po antiedémové terapii.

## DISKUSE

Obecně se klinicky užívané materiály nahrazující kostní tkáň liší svými materiálovými vlastnostmi (tkáňové deriváty, keramické a minerální materiály, kovy, biopolymery, syntetické polymery, kompozity), třídimenzionální architektonikou a porozitou, povrchovými chemickými vlastnostmi, mechanickými vlastnostmi, vstupními charakteristikami prostředí (tj. udržení fyziologického pH a osmolarity) a degradačními charakteristikami (1, 8, 11, 21).

Neresorbovatelný povrchově aktivní sklokeramický materiál BAS-0 s hlavními krystalickými fázemi apatitem a wollastonitem nemá např. oproti resorbovatelné trikalciumpfosfátové keramice mikro- a nanoporozitu. Po vyplnění kostního defektu granulami neresorbovatelného materiálu o průměrné velikosti 2–4 mm bylo pozorováno prorůstání kostní tkáně do mezer mezi granulami. Tyto iniciální prostory jsou bezprostředně po implantaci vhodné pro progenitorové buňky pojivové tkáně k tvorbě nové tkáně včetně cévní novotvorby. Po inkorporaci granulí neresorbovatelného sklokeramického materiálu má výsledná výplň příznivější biomechanické vlastnosti než kost s vhojeným masivním sklokeramickým blokem. Tyto vlastnosti (pevnost, tuhost, ohebnost, modulus) jsou určovány jak charakterem materiálu, tak jeho strukturou (makro, mikro, nano). Vyrovnání se mechanickým vlastnostem okolního prostředí je kriticky důležité, neboť mechanické signály jsou významné mediátory diferenciací progenitorových buněk pojivové tkáně. Problémem je kontrola mechanických vlastností provedené výplně v čase (14). Neresorbovatelné výplně tento problém na jednu stranu zjednodušují a mohou za určitých okolností zajistit vynikající a trvalou funkci. Na druhou stranu tyto materiály také mohou ovlivňovat tkáňovou reparaci a funkci. Je logické, že perzistující výplň či implantát brání formaci nové vlastní tkáně v prostoru, který vyplňuje. Navíc je po integraci rigidního neresorbovatelného

materiálu okolní tkáň často mechanicky ovlivněna – chráněna (tzv. stress – shielding), čímž se mění místní mechanické signály, což negativně působí na kostní tkáň v okolí. Koncentrace napětí na rozhraní mezi rigidním implantátem a kostní tkání může vést obecně k mechanickému selhání nebo bolestem (11). S výše uvedenými fakty korelují i naše pozorování (17). Protože kost není zatěžována jen jedním směrem a zatížení se neustále mění kvalitativně a kvantitativně, domníváme se, že reakce kostní tkáně na přítomnost bioaktivního materiálu je ovlivněna převažujícím kompresním nebo ohybovým namáháním defektu vyplněného sklokeramickým materiálem o odlišné elasticitě. V oblasti metafýzy dlouhých kostí, kde oproti diafýze převažuje tlakové namáhání, jsme prokázali a publikovali příznivé dlouhodobé výsledky s takovouto výplní (15, 16). I když jsme na nativních rentgenových snímcích pozorovali osteointegraci materiálu BAS-0 a nebyly přítomné známky projasnění svědčící pro vrůstání vazivové tkáně a osteolýzu, scintigrafie prokázala zvýšený záchyt radiofarmaka v oblasti implantace i v delším časovém intervalu od operace. Znamená to, že se kostní tkáň dlouhodobě snaží vyrovnat se změněnými biomechanickými podmínkami, jak to často pozorujeme i v okolí kloubních náhrad.

Interakce buněk a implantovaného materiálu se odehrává na jeho povrchu a je bezprostředním výsledkem vzniklého specifického „mikroprostředí“. Prakticky všechny materiály jsou rychle po implantaci pokryty bílkoviny a lipidy. Tyto adsorpční biomolekuly jsou hlavními mediátory buněčné odpovědi na většinu materiálů (3). Podle některých autorů mohou hydroxyapatit spolu s dalšími keramickými materiály preferenčně vázat růstové faktory a adhezní molekuly významné pro regeneraci kostní tkáně (2, 6). Čím delší je pak jejich retence, tím větší je pravděpodobnost, že budou působit jako cíl buněčné odpovědi (11).

Otázkou zůstává i vliv syntetické neresorbovatelné výplně na cévní zásobení kosti. Sami jsme pozorovali subjektivní obtíže u pacientů s diafyzárně lokalizovanou sklokeramickou výplní, která prakticky vždy vyplňovala celý objem diafyzárního segmentu kosti. V oblasti metafýz a epifýz, kde je odlišné uspořádání rozsáhlé sítě cév a neresorbovatelný materiál vyplňoval pouze část průřezu kosti, může být interakce umělého materiálu a živé kostní tkáně odlišná. V žádném případě jsme však nemuseli materiál BAS-0 odstranit a nahradit kostními štěpy. Z tohoto důvodu ani nemáme k dispozici vzorek k histologickému vyšetření z diafyzární lokalizace neresorbovatelné syntetické výplně.

Srovnání výsledků naší studie s dalšími autory je problematické, neboť v recentní literatuře jsme zaznamenali pouze jedinou práci týkající se scintigrafického vyšetření u pacientů po implantaci bioaktivní sklokeramiky. Byl popsán záchyt radiofarmaka v oblasti implantované sklokeramiky vyplňující defekty při revizních operacích totální endoprotézy kyčelního kloubu (22).

Scintigrafické vyšetření užíváme při kontrole nemocných s implantáty velkých kloubů, kteří si stěžují na trvající bolesti v operované končetině. Třífázová scintigrafie skeletu s  $^{99m}\text{Tc}$  MDP nám pomáhá odhalit zvýšenou metabolickou aktivitu v okolí endoprotézy (9). Radiofarmakum se váže na krystaly hydroxyapatitu, a proto je preferenčně vychytáváno v oblastech zvýšené kostní přestavby (4). Scintigrafie s použitím  $^{99m}\text{Tc}$  MDP je vysoce senzitivní, ale nespecifické vyšetření. Zvýšený záchyt tohoto radiofarmaka je přítomen při řadě různých postižení včetně infekce, uvolnění kloubní náhrady, tvorby heterotopické kostní tkáně, zlomeniny z únavy, neshodného modulu elasticity implantátu a kosti, reflexní sympatické dystrofie, tumorů a metabolických kostních chorob (4). Navíc reaktivně zvýšený záchyt  $^{99m}\text{Tc}$  MDP může být patrný do 24 měsíců po implantaci u pacientů s asymptomatickou náhradou kyčelního kloubu (12). V současnosti je dostupná řada radiofarmak a scintigrafických technik (4, 19). Například při použití značených autologních leukocytů detekujeme ložiska bakteriálního zánětu.

Poslední 3 roky jsme přešli na resorbovatelný beta-trikalciumpfosfát TCP-Poresorb, často ve spojení s kostní dřeví. Mechanická pevnost tohoto materiálu je výrazně menší, ale ukazuje se, že je v čase resorbován a nahrazován novotvořenou kostní tkání.

## ZÁVĚR

Předkládaná práce dokládá problémy provázející implantaci neresorbovatelného bioaktivního sklokeramického materiálu BAS-0 do diafyzárně lokalizovaných kostních defektů dlouhých kostí. Neresorbovatelná sklokeramická výplň těchto defektů diafýz není na základě naší studie vhodná. Namísto neresorbovatelného hydroxyapatitového sklokeramického materiálu by měly být používány pro výplně v této indikaci kostní štěpy a v případě jejich nedostatku resorbovatelné bioaktivní sklokeramické materiály, které jsou sice mechanicky méně pevné, ale resorbovatelné.

## Literatura

1. BAUER, T.W., MUSCHLER, G.F.: Bone graft materials. An overview of the basic science. Clin.Orthop., 371: 10–27, 2000.
2. BODEN, S.D., KANG, J., SANDHU, H., HELLER, J.G.: Use of recombinant human bone morphogenetic protein-2 to achieve posterolateral lumbar spine fusion in humans: a prospective, randomized clinical pilot trial. Spine, 27: 2662–2673, 2002.
3. DROBNY, G.P., LONG, J.R., KARLSSON, T., SHAW, W., POPHAM, J., OYLER, N., BOWER, P., STRINGER, J., GREGORY, D., MEHTA, M., STAYTON, P.S.: Structural studies of biomaterials using double-quantum solid-state NMR spectroscopy. Ann.Rev. Phys.Chem., 54: 531–571, 2003.



4. DUFFY, P.J., MASRI, B.A., GARBUS, D.S., DUNCAN, C.P.: Evaluation of patients with pain following total hip replacement. *J.Bone Jt Surg.*, 87-A: 2566–2575, 2005.
5. FILIP, M., VESELSKÝ, P., STRNAD, Z., LANÍK, P.: Náhrada meziobratlové ploténky pomocí keramické protézy při léčbě degenerativních onemocnění páteře. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 62: 226–231, 1995.
6. GRIFFITH, L.G.: Polymeric biomaterials. *Acta Mater.*, 48: 263–277, 2000.
7. HERT, J.: Wolffův transformační zákon po 100 letech. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 57: 465–476, 1990.
8. LEGEROS, R.Z.: Properties of osteoconductive biomaterials: calcium phosphates. *Clin. Orthop.*, 395: 81–98, 2002.
9. MANIAR, R.N., TODD, R.C., ROBINSON, S., CRITCHLEY, M.: Uptake of <sup>99m</sup>Tc-MDP after uncemented hip arthroplasty. A quantitative analysis of findings around the femoral component in asymptomatic patients. *J.Bone Jt Surg.*, 79-B: 123–128, 1997.
10. MRÁČEK, J.: Algická reakce kostní tkáně při aplikaci bioaktivní sklokeramiky BAS-0. In: HOUDEK, L. (ed.): Kniha abstrakt: Vnárodní kongres ČSOT 2. 5.–5. 5. 2001 Praha. Praha, Galén 2001, 142.
11. MUSCHLER, G.F., NAKAMOTO, C., GRIFFITH, L.G.: Engineering principles of clinical cell-based tissue engineering. *J.Bone Jt Surg.*, 86-A: 1541–1558, 2004.
12. OSWALD, S.G., VAN NOSTRAND, D., SAVORY, C.G., CALLAGHAN, J.J.: Threephase bone scan and indium white blood cell scintigraphy following porous coated hip arthroplasty: a prospective study of the prosthetic tip. *J. Nucl. Med.*, 30: 1321–1331, 1989.
13. SMETANA, V., SCHEJBALOVÁ, A., MRÁČEK, J.: Naše zkušenosti s využitím bioaktivní sklokeramiky BAS-0 při artrodézách v oblasti hlezna. *Acta Chir.orthop. Traum.čech.*, 65: 176–179, 1998.
14. SOLCHAGA, L.A., DENNIS, J.E., GOLDBERG, V.M., CAPLAN, A.I.: Hyaluronic acid-based polymers as cell carriers for tissue-engineered repair of bone and cartilage. *J.Orthop.Res.*, 17: 205–213, 1999.
15. ŠPONER, P., URBAN, K.: Léčba juvenilních kostních cyst exkochleací a výplní bioaktivním sklokeramickým materiálem BAS-0. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 71: 214–219, 2004.
16. ŠPONER, P., URBAN, K., KARPAŠ, K.: BAS-0 bioactive glass-ceramics as a bone graft substitute in the treatment of the bone cysts. In: DUHAIME, D.L. (ed.): Abstract book – SICOT/SIROT XXII World Congress 2002, Montreal, Sorelcomm 2002, 657.
17. ŠPONER, P., URBAN, K., KARPAŠ, K., URBANOVÁ, E.: Závěrečná zpráva o řešení programového projektu podpořeného Interní grantovou agenturou Ministerstva zdravotnictví ČR – Sledování a porovnání osudu biologických a syntetických materiálů transplantovaných a implantovaných do kostních defektů. Registrační číslo: IGA MZ ČR: ND6853-3/2001, 2003.
18. ŠTULÍK, J., KRBEC, M., VYSKOČIL, T.: Použití biokeramiky při ošetřování zlomenin TL páteře. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 69: 288–294, 2002.
19. TEHRANZADEH, J., GUBERNICK, I., BLAHA, D.: Prospective study of sequential technetium-99m phosphate and gallium imaging in painful hip prostheses (comparison of diagnostic modalities). *Clin. Nucl. Med.*, 13: 229–236, 1988.
20. URBAN, K.: Použití bioaktivní sklokeramiky v léčení zlomenin tibiálního platu. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 69: 295–301, 2002.
21. URBAN, K., ŠPONER, P.: Možnost náhrady kostní tkáně. *Lék. Zpr. LF UK Hradec Králové*, 49: 259–267, 2004.
22. URBAN, K., URBANOVÁ, E.: Sledování postupu vhojování bioaktivní sklokeramiky v okolí acetabula po revizní operaci endoprotézy kyčle pomocí scintigrafie. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 65: 11–16, 1998.

MUDr. Pavel Šponer, Ph.D.,  
Smetanova 719,  
551 01 Jaroměř

Práce byla přijata 2. 3. 2006.