

Distribuce otěrových částic UHMWPE v periprotetických tkáních u TEP kyčelního kloubu

Distribution of UHMWPE Wear Particles in Periprosthetic Tissues of Total Hip Replacements

D. POKORNÝ¹, M. ŠLOUF², F. VESELÝ¹, P. FULÍN¹, D. JAHODA¹, A. SOSNA¹

¹ I. ortopedická klinika 1. LF UK a FN Motol, Praha

² Ústav makromolekulární chemie Akademie věd ČR, Praha

³ Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK, Praha

⁴ Katedra biochemie Přírodovědecké fakulty UK, Praha

Na práci se podíleli: J. Běláček³, I. Landor¹, E. Zolotarevová⁴, S. Popelka¹

ABSTRACT

INTRODUCTION

Information on the distribution of UHMWPE wear particles around joint replacements is essential for the understanding of aseptic loosening of implants.

MATERIAL AND METHODS

Samples of soft tissue from around total hip arthroplasty (THA), which had a typical appearance of polyethylene granuloma, were collected from the places corresponding to the radiological zones of Gruen and DeLee. The samples were taken from 45 patients (group N1). Since the samples varied in macroscopic appearance and/or the technique of processing, a sub-group of 15 more uniform samples (group N2) were collected by the first author in order to ensure the maximum reliability. The samples were examined for the extent of tissue damage and the amount of particles in each zone.

The comprehensive orthopaedic evaluation of tissue damage was carried out as follows: the first author studied the joint replacement revision protocol and pre-operative radiograph in each patient. He evaluated the degree of damage in each zone and wrote down the results in the form of an ordered series according to increasing damage (relational statement). This ordered series was called orthopaedist's statement (OS).

The amount of particles in each zone around THA was assessed by the IRc method developed in the laboratory of the second author. IRc method yielded numbers that were proportional to the volume of biologically active particles with size 0.1–10 µm in given zones. The set of numbers from IRc method for each individual case of THA was ordered in a series (relational statement). This ordered series was called a measurement statement (MS) and could be directly compared with orthopaedist's statement (OS).

The OS's and MS's for each patient were statistically evaluated, independently for each group (N1=45, N2=15), and two hypotheses were tested: a) distribution of particles in various zones around THA is uniform, b) there is an agreement between OS and MS.

RESULTS

The number of UHMWPE wear particles in different periprosthetic zones within each patient was significantly different in both groups (N1 and N2) at the significance level of $P=0.001$. The OS's and MS's were identical at the significance level $P=0.05$. Moreover, maximum amount of particles was found in zones III and 7 in 40 patients out of 45.

DISCUSSION

Polyethylene wear debris is considered one of the major causes of THR failures. However, neither national nor international literature has provided a study that would show a statistically significant relationship between the numbers of wear particles in individual zones and the extent of tissue damage in these zones. This is most probably due to the fact that four independent methods had to be developed in order to compare OS's and MS's: 1) accurate technique of tissue sampling during THA revisions, 2) accurate method of isolating wear particles from the tissues collected, 3) efficient, reliable and reproducible quantification of UHMWPE particles and 4) correct method of statistical analysis for comparison of the orthopaedist's statements and the measurement statements for all patients involved.

CONCLUSION

The distribution of wear particles in the periprosthetic tissues of THA is not uniform, i.e. the amount of wear particles of each patient varies from zone to zone. The extent of tissue damage in each zone, as assessed by the orthopaedic surgeon (OS), was in a good agreement with the volume of 0.1–10 µm particles obtained by IRc measurement (MS) of the zone. We have provided conclusive evidence that the highest number of particles is accumulated in zone III and zone 7. As the number of particles the zones varies and the greatest damage is repeatedly found in areas with the highest particle numbers, it can be concluded with certainty that wear particles are one of the main causes of aseptic joint implant failure.

Key words: total hip replacement, polyethylene wear, aseptic loosening.

ÚVOD

Objev UHMWPE a jeho zavedení do klinické praxe při vývoji „low friction arthroplasty“ představují zásadní mezník ve výsledcích léčby pacientů s destrukcí velkých kloubů. Řadu let panující entuziasmus však byl postupně v průběhu let redukován vzhledem k problémům, které otěr polyetylen (PE) vyvolal. Tkáňová reakce na částice PE byla deklarována jako příčina složitějšího procesu, vedoucího k inhibici činnosti osteoblastů a aktivaci činnosti osteoklastů. Výsledkem je pak vznik kostních defektů v okolí jednotlivých komponent endoprotéz, který vede k nestabilitě a uvolnění kloubních náhrad. Distribuce otěrových částic podléhá hydrodynamickým zákonům při migraci do tzv. efektivního kloubního prostoru – effective joint space (10).

Díky tomu, že se již řadu let v každodenní klinické praxi setkáváme se závažnými problémy, které jsou způsobeny tzv. polyetylenovými granulomy, zaměřili jsme svoji pozornost na jejich morfologii, zejména na obsah a množství UHMWPE částic v nich obsažených.

Hlavním cílem této práce bylo potvrdit obecně klinicky pozorovanou zásadní tezi: *Souvisí přítomnost a množství biologicky aktivních otěrových částic PE v okolních periprotetických tkáních s množstvím osteoagresivního granulomu a mírou poškození skeletu v okolí TEP?* Motivací byla zejména skutečnost, že škodlivost otěrových částic PE je v odborné literatuře všeobecně přijímána (2, 3, 5, 6, 7, 14, 15), ale práce korelující poškození v zónách v okolí TEP s množstvím částic v těchto zónách prakticky neexistují (9, 11–13). Lze se domnívat, že je to způsobeno především komplexní a multioborovou povahou problému. Při podrobnějším rozboru vyplývá, že řešení nutně vyžaduje úzkou spolupráci několika rozdílných pracovišť – ortopedického, biochemického, fyzikálně-chemického a matematicko-statistického, které musí vyřešit dílčí kroky.

V našich předchozích studiích jsme nejprve optimalizovali metodiku odběru a izolace vzorků (11, 13). Poté jsme zdokonalovali techniku kvantifikace otěrových částic od relativně nepřesné metody LSc založené na rozptylu světla (9, 13), přes přesnou, ale časově velmi náročnou metodu SEMq spočívající v semiautomatické analýze elektronových mikrofotografií (11) až k závěrečné rychlé a přesné metodě IRC založené na automatické analýze infračervených spekter (12,). Průběžně se nám dařilo sbírat experimentální doklady, že distribuce částic v jednotlivých zónách v okolí TEP je velmi nerovnoměrná i to, že pravděpodobně souvisí s množstvím částic v těchto zónách (11, 12, 13,). Na závěr jsme vyvinuli originální statistickou metodiku a přistoupili ke statistickému vyhodnocení všech dosud nasbíraných vzorků (celkem 45 pacientů), což je obsahem této práce.

MATERIÁL A METODA

Odběr vzorků

V období let 2004–2008 jsme v rámci prospektivní zaslepené studie na I. ortopedické klinice 1. LF UK v Praze při 78 reoperacích TEP kyčelního kloubu shro-

máždili 308 vzorků typického polyetylenového granulomu. Ve všech případech šlo o standardně sterilizovaný UHMWPE dle výrobního postupu daného implantátu, v žádném případě nešlo o UHMWPE zesíťovaný (cross-linkovaný) či jinak modifikovaný.

Finální výběr případů pro tuto studii byl prováděn následujícím způsobem:

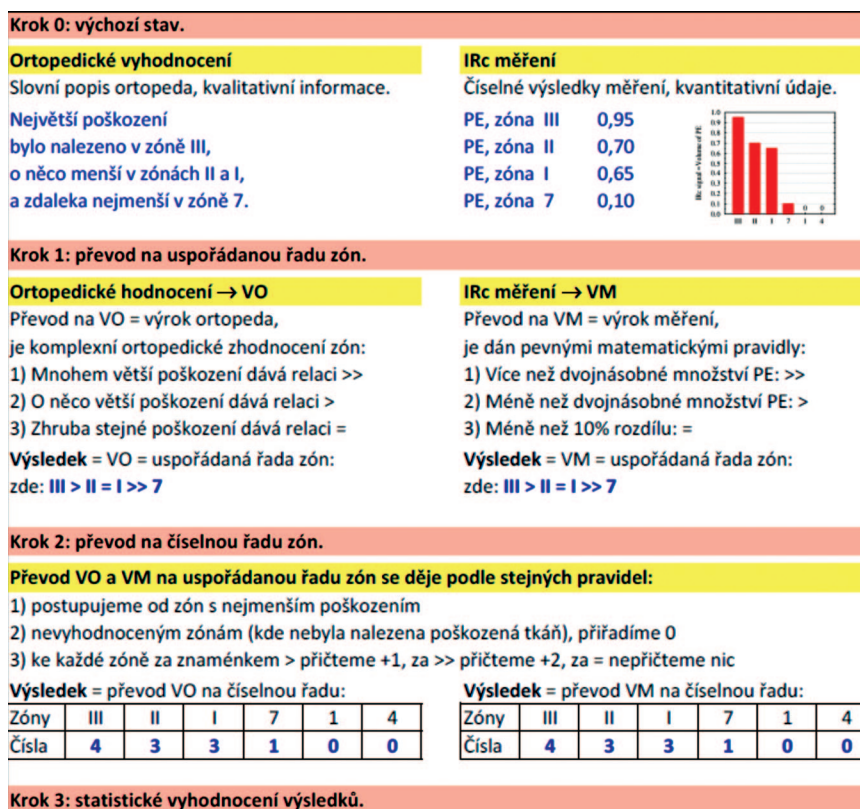
Zařazeno bylo 45 pacientů (označeno jako skupina N1), kteří v uvedeném období podstoupili první revizní operaci TEP kyčelního kloubu a u nichž bylo příčinou reoperace opotřeбенé UHMWPE jamky s typickým aseptickým uvolněním implantátu. Typy implantátů jsou uvedeny v tabulce 1.

Šlo o výkony po sobě jdoucí, kde odběry provedl osobně některý ze spoluautorů, seznámený s technikou odběru podle dohodnutých kritérií. Při průběžných schůzkách řešitelů projektu nicméně členové skupiny z Přírodovědecké fakulty UK, kteří se zabývali izolací částic, opakovaně upozornili na značně rozdílný makroskopický vzhled vzorků. Další praktická odlišnost spočívala ve skutečnosti, že byly vzorky sbírány po dobu několika let, takže se průběžně vyvíjely a zdokonalovaly izolační techniky, jak dokumentováno v našich studiích z tohoto období (11–13). Výše zmíněná fakta se projevila v praxi tak, že jen u podskupiny 15 pacientů, označené v dalším textu jako N2, bylo možno garantovat zcela identické podmínky odběru tkání, izolace i kvantifikace otěrových částic. Vzorky pacientů ve skupině N2 odebíral pouze hlavní autor práce a v průběhu celého zpracování a vyhodnocení se neobjevila jakákoliv nejasnost či nepřesnost, která by omezovala platnost výroků. Do dalšího zpracování včetně závěrečného statistického vyhodnocení vstoupila celá skupina N1, ale stejné testy byly pro jistotu a maximální možnou zpětnou kontrolu aplikovány i na podskupinu N2. Identické výsledky závěrečného statistického vyhodnocení (viz dále) potvrdily, že odlišnosti mezi celou skupinou N1 a její podskupinou N2 nebyly ze statistického hlediska významné.

U pacientů byla odebrána anamnéza s důrazem na vyloučení jiných příčin uvolnění (zejména septického), evidován byl předoperační rtg snímek. Při operaci byly odebrány vzorky patologického granulomu v zónách, které odpovídají zónám na rtg snímku dle Gruena a DeLee (4) I, II, III, 1., 4. a 7. Navíc byla přidána zóna 0 (vzorky odebrané z okolí krčku dřívku TEP, kde se často nachází velké množství granulomu). Vzhledem k nesystematičnosti odběrů v této zóně však nebyly výsledky ze zóny 0 zahrnuty do statistického vyhodnocení. Do operační vložky pak byl detailně popsán lokální nález,

Tabulka 1

Aesculap PE /Centrament	4
Balgrist/CF30	2
Duraloc/Enduron	3
MIL	3
Poldi	20
Walter Motorlet	12
WM/Poldi	1



Obr. 1. Názorné schéma převodu získaných hodnot na výrok měření a výrok ortopeda

množství patologického granulomu a rozsah osteolýzy. Další technika evidence a zpracování vzorků byla popsána v předchozí naší publikaci (8).

Ortopedické vyhodnocení rozsahu poškození: výrok ortopeda

Vyhodnocení ortopedického nálezu probíhalo na pracovišti hlavního autora a bylo odtajněno až na společném jednání hlavního autora se spoluautory, kteří provedli chemické zpracování vzorků a měření technikou IRc.

Komplexní ortopedické vyhodnocení probíhalo vždy následovně: hlavní autor, který se 15 let věnuje aktivně operativě TEP, vždy prostudoval u jednotlivého pacienta operační vložku a předoperační rtg snímek. Na základě těchto údajů zapsal do formuláře pořadí jednotlivých zón (ve které zóně byla osteolýza a množství granulomu největší, menší, nejmenší atd.). Navíc zaznamenal i upozornění, pokud v některé zóně byla osteolýza či množství granulomu mimořádně velké nebo naopak téměř stejné jako v ostatních lokalizacích, a to podle metodiky popsané v předchozí práci „Nová metoda kvantifikace otěrových částic UHMWPE v okolí kloubních náhrad“ (8). V dalším textu je výše popsané vyhodnocení dané reimplantace ve formě uspořádané řady zón podle rozsahu poškození nazýváno **výrok ortopeda = VO**. Ze slovního, čili čistě kvalitativního popisu, jsme tedy dostali uspořádanou řadu zón, čili *semikvantitativní* údaj, který bylo možno dále statisticky vyhodnocovat.

Izolace a kvantifikace otěrových částic metodou IRc: výrok měření

Vzorky poškozených tkání, odebírané z poškozených zón v okolí TEP, byly předávány do biochemické laboratoře, kde proběhla izolace otěrových částic pomocí kyselé hydrolýzy (11). Výsledkem izolací byly PE částice o rozměrech 0,1–10 µm, zachycené na polykarbonátových membránách (12). Částice s těmito rozměry jsou obecně považovány za biologicky neaktivnější (11, 12). Membrány s PE částicemi byly vstupem pro námi vyvinutou metodu IRc, jejímž primárním výsledkem byla čísla udávající relativní (a po případné kalibraci a přepočtu i absolutní) objemy částic PE v jednotlivých zónách v okolí TEP. Kvantitativní číselné údaje byly nicméně pro účely srovnání s ortopedickým vyhodnocením převedeny na semikvantitativní uspořádanou řadu zón, kterou dále nazýváme **výrok měření = VM**, jak je popsáno v naší předchozí práci (8).

Srovnání výroků ortopeda a výsledků měření

Cílem studie bylo objektivně porovnat a posoudit korelaci mezi stupněm poškození v jednotlivých zónách v okolí TEP s množstvím částic v těchto zónách. Stupeň poškození tkání byl stanoven pomocí ortopedického vyhodnocení a množství částic v jednotlivých zónách bylo stanoveno pomocí námi vyvinuté metody IRc. Obě metody vyhodnocení (ortopedické zhodnocení i metoda IRc) byly popsány výše. Odděleně byl hodnocen celkový soubor N1 (n=45) a z něj vyčleněná skupina případů N2 (n=15).

Pochopitelně jedinou skutečně vědecky průkaznou cestou k získání objektivních informací bylo provedení analýzy dat pomocí matematické statistiky. Hlavním praktickým problémem při srovnávání ortopedického vyhodnocení a výsledků měření byla již několikrát zdůrazněná skutečnost, že ortopedické vyhodnocení je slovní neboli kvalitativní, zatímco výsledky metody IRc jsou číselné neboli kvantitativní. V prvním kroku byly tudíž jak ortopedické vyhodnocení, tak IRc měření převedeny na společnou, semikvantitativní škálu, uspořádanou řadu zón, což bylo jednak detailně popsáno v naší předchozí práci (8), jednak stručně popsáno v předchozím textu. Připomeňme, že řada zón uspořádaná na základě ortopedického vyhodnocení se nazývá *výrok ortopeda* = VO, a řada zón uspořádaná na základě vyhodnocení metody IRc se nazývá *výrok měření* = VM. Náhorně je převod na VO a VM demonstrován na obr. 1 (v horní části).

Ve druhém kroku byly uspořádané řady zón převedeny na číselné řady. V tomto okamžiku už jsme mohli zacházet s výroky ortopeda (VO) i výroky měření (VM). Převod VO a VM na číselné řady probíhá podle následujících pravidel:

1. postupujeme od zón s nejmenším poškozením;
2. nevyhodnoceným zónám (kde nebyla nalezena poškozená tkáň) přiřadíme 0;
3. ke každé zóně za znaménkem > přičteme +1, k zóně za znaménkem >> přičteme +2, k zóně za znaménkem = nepřičteme nic, resp. přičteme +0.

Pro větší názornost je i druhý krok (převod VO a VM na číselné řady) schematicky naznačen na obr. 1 (ve střední části).

Ve třetím, posledním a klíčovém kroku proběhlo statistické vyhodnocení všech dvojic VO a VM pro celý soubor všech 45 pacientů (N1) a vybranou skupinu N2 (n=15). Statistické analýzy probíhaly v programech Excel (předzpracování dat) a SPSS 16,0. Vlastní statistické výpočty byly prováděny pomocí několikanásobných Friedmanových testů.

Byly testovány dvě statistické hypotézy:

- a) hypotéza 1: poškození v zónách a množství částic v zónách v okolí TEP je rovnoměrné;
- b) hypotéza 2: výroky ortopeda a výsledky měření se mezi sebou neliší.

Výsledkem statistického testování je potvrzení či zamítnutí hypotézy na určité hladině významnosti P. Číslo P udává pravděpodobnost (v intervalu 0-1; na procenta lze P převést vynásobením 100), že dostaneme daný výsledek, pokud je hypotéza pravdivá. Velmi zjednodušeně řečeno: čím nižší číslo P, tím průkaznější je testované tvrzení. Rovněž třetí krok (statistické testování) je schematicky znázorněn na obr. 1 (v poslední, dolní části).

Na závěr bychom měli zdůraznit, že oba procesy, tj. ortopedické vyhodnocení a měření množství částic v jednotlivých zónách, probíhaly nezávisle na sobě. Ortopedické vyhodnocení probíhalo na pracovišti prvního autora (I. ortopedická klinika 1. LF UK, FN Motol), zatímco měření množství částic probíhalo na pracovišti druhého autora (Ústav makromolekulární chemie AV

ČR), kde pracovníci pochopitelně neměli přístup ke jménům pacientů a dalším důvěrným informacím. Srovnání výsledků pak proběhlo na třetím, nezávislém pracovišti třetího autora této práce (Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK), kde se už pracovalo pouze s nezávisle předzpracovanými uspořádanými řadami zón.

VÝSLEDKY

Uvedeným vyhodnocením výsledků jsme získali pro všechny pacienty skupiny N1 sadu dvojic výroků ortopeda (VO) a výroků měření (VM). Tato sada výroků, ilustrovaná v tabulce 2 pro podskupinu N2, byla předmětem statistického vyhodnocení. V celém souboru N1 (n=45) bylo u 21 pacientů nalezeno maximum částic v okolí distálního pólu jamky, u 19 pacientů v okolí mediální plochy proximální části dřívku. V těchto bezprostředně navazujících zónách III a 7 tedy výrok měření nalezl maximum částic u 40 z 45 případů.

Statistické zhodnocení rozmístění částic v jednotlivých zónách v okolí TEP

Ověření 1. hypotézy – rovnoměrnost rozmístění částic v jednotlivých zónách v okolí TEP

Bylo prokázáno, že množství částic v jednotlivých zónách se statisticky významně liší. Závěry statistické analýzy lze shrnout následovně: jak výroky ortopeda (VO), tak výroky měření (VM) ukazují u celého souboru N1 i vybrané podskupiny N2, že v jednotlivých zónách jsou rozdílná množství částic; tuto skutečnost potvrdily výsledky Friedmanových testů prokazujících rozdílnost průměrných pořadí šestice měřených hodnot (I, II, III, 1, 4, 7) na hladině spolehlivosti $P = 0,001 = 0,1 \%$. Tudíž pravděpodobnost, že bychom dostali takto rozdílné množství částic v jednotlivých zónách, kdyby byly rozmístěny rovnoměrně, je pouze 0,1 %! První hypotéza je tedy vyvrácena.

Ověření 2. hypotézy – korelace mezi stupněm poškození tkáně a objemem otěrových částic v jednotlivých zónách

Tabulka 2

	Doba od implantace	Implantát	Výrok ortopeda	Výrok měření
1	27	Poldi	III >> 1	III >> 1
2	15	Poldi	III > II > I > 7	III > II > I = 7
3	11	WM/ Poldi	III = II = I >> 7 >> 1	III = II > I >> 7 > 1
4	9	Balgrist / CF 30	4 >> 7 = 1	4 >> 7 = 1
5	9	WM	III = 7 = 1 > II > I	III > 7 >> 1 >> I
6	11	WM	7 = III > II = 1	7 > III
7	13	WM/Poldi	II > III = I >> 7 > 1	II > III > I
8	9	J+J / Poldi	1 = 7 = III > II = I	1 > 7 > III = II > I
9	2	Poldi	7 > III >> II = I	7 >> III >> I
10	5	WM / Poldi	III > II > 1 = 7 = 4	III > II >> 1 > 7 >> 4
11	1	Poldi	III > II > I	III > II >> I
12	1	Poldi	7 > 1 > 4	7 >> 1 >> 4
13	7	J + J / Ultima	7 >> 1	7 >> 1
14	15	Poldi	III = II = I >> 1 = 4 = 7	III > II > I
15	4	Zweymuller	III > II > I	III >> II

Bylo prokázáno, že stupeň poškození tkání v dané zóně je úměrný množství otěrových částic v dané zóně. Závěry statistické analýzy lze shrnout následovně: hypotéza o homogenitě výroků ortopeda (VO) a výroků měření (VM) nebyla zamítnuta na hladině významnosti $P=0,05=5\%$. Tudíž pravděpodobnost, že bychom dostali tak dobrou shodu mezi VO a VM, kdyby mezi výsledky obou vyhodnocení nebyla souvislost, je menší než 5% . Druhá hypotéza je tímto potvrzena.

Souhrn výsledků z pohledu klinické praxe

Kombinací statistického vyhodnocení výsledků naznačeného v předchozích odstavcích lze dospět k následujícím, klinicky významným závěrům:

1. Rozložení částic v okolí TEP kyčelního kloubu je nerovnoměrné, tj. různé zóny prokazatelně obsahují různá množství částic.
2. Rozsah poškození tkání v dané zóně, odhadnutý z ortopedického vyhodnocení (neboli výrok ortopeda = VO) se velmi dobře shoduje se změřeným objemem otěru o velikosti částic $0,1\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$ v dané zóně (neboli výrokem měření = VM).
3. Jednoznačně jsme prokázali, že nejvíce částic velikosti $0,1\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$ se zpravidla hromadí v acetabulární zóně III a femorální zóně 7, což velmi dobře souhlasí s klinickou praxí.
4. Hlavní závěr: Jelikož se množství částic v jednotlivých zónách liší a největší poškození reprodukovatelně nacházíme v místech s největší relativním množstvím částic, lze potvrdit, že otěrové částice skutečně jsou jednou z hlavních příčin aseptického selhání kloubních náhrad.

DISKUSE

Jak jsme uvedli v předchozím textu, byli jsme skupinou autorů z Přírodovědecké fakulty UK upozorněni na skutečnost, že při zpracování vzorků se v některých případech jednalo makroskopicky o zcela odlišnou tkáň. Na společných pracovních schůzkách jsme analyzovali možné příčiny této skutečnosti. Zjistili jsme, že vzhled vzorků se i přes opakovanou instruktáž lišil u odběrů různými operatéry. Vzorky měly odlišný vzhled i strukturu. U 3 vzorků došlo při skladování v lednicích a jejich přenášení k částečnému setření označení na štítku. Rovněž technika filtrace byla v průběhu studie, která probíhala několik let, modifikována. Skutečnost, že se výsledky, získané oběma metodami filtrace mírně liší, byla zjištěna až později při společné schůzce. Pro zajištění spolehlivosti výroků a vědecké „čistoty“ práce jsme museli vyčlenit zcela homogenní spolehlivý soubor N2 ($n=15$) z celkového souboru N1.

Při vypracování prezentované metodiky autoři pečlivě diskutovali postup při hodnocení a vyslovení „výroku ortopeda“. Jedná se o kvalitativní hodnocení nálezu, získané posouzením více faktorů – peroperačních nálezů, rtg nálezů. Každý operatér zabývající se revizními operacemi alopasty jistě potvrdí skutečnost, že odebrat „veškerý“ patologický granulom nelze: jednak naprosto není přesně ohraničený, nemá přesný tvar, čas-

to v oblasti acetabulárního defektu se šíří i do oblasti nervově-cévních struktur a pánve. Změřit a zvážit množství granulomu tedy nelze. Nelze ani přesně ohraničit, kde končí zóna I a II, 1. a 7. Na a-p snímku kyčelního kloubu rovněž nelze naprosto přesně oddělit uvedené zóny ani vyjádřit přesný objem granulomu a osteolýzy. Proto nakonec bylo nezbytné expertní posouzení nálezu jediným ortopedickým chirurgem, který stanovil řadu „výrok ortopeda“. Subjektivní chyba pozorování jednoho hodnotitele ortopeda je tedy ve všech případech stejná.

V širším souboru N1 pacientů máme i 5 pacientů, u nichž indikací k reoperaci bylo uvolnění tenkého přímého zdrsňeného dříku CF 30 (Sulzer Allopro) a dříku Centrament (Aesculap). U těchto dříků se jako příčina aseptického uvolnění uplatní zřejmě nesoulad v mechanických vlastnostech zdrsňeného přímého dříku, cementového pláště a femuru. Proto výsledek naší metody u případů, u kterých primární indikací revizní operace nebyla polyetylenová choroba, jsme očekávali s napětím. A skutečně, u těchto případů, kde výrok ortopeda definoval uvolnění především v zónách 4., 7. a 1. i výrok měření konstatoval, že UHMWPE částic je obecně podstatně méně.

Dalším pokusem, který měl sloužit k ověření metodiky a zaslepení celého týmu, byl odběr a předání tkáně z okolí cervikokapitální endoprotézy, která pro bolest musela být konvertována na totální. Tento vzorek byl bez upozornění předán ke zpracování. Již kolektiv v chemické laboratoři PřF UK konstatoval jiný vzhled tkáně a nakonec byl při měření IRc vyřazen, neboť vykazoval absenci částic.

Elfick (1) provedl podobnou analýzu okolních tkání TEP kyčelního kloubu. Podle svého schématu, ale v podobném smyslu, odebíral „měkké tkáně“. Neuvádí přesně, zda šlo pouze o tkáň typického vzhledu polyetylenového granulomu. Vzorky získal u 33 reoperací TEP. K měření použil metodu laserové difrakční analýzy. Z rozsáhlé studie plynou tyto závěry:

- nebyly zjištěny významné rozdíly v distribuci částic u různých typů endoprotéz;
- schopnost částic UHMWPE migrovat z místa otěru je nepřímě úměrná jejich velikosti;
- částice větší než $50\text{ }\mu\text{m}$ nemají tendenci migrovat z místa vzniku;
- počet částic v různých periprotetických oblastech se liší velmi málo – naše studie v tomto bodě došla k opačnému závěru;
- tkáň, kde histologicky byly zjištěny známky reakce na cizí těleso obsahovaly více než 109 polyetylenových částic;
- nebyla zjištěna závislost mezi průměrem hlavice TEP a množstvím otěrových částic.

Je pozoruhodné, že otěrové částice jsou v poslední době považovány za jednu z hlavních příčin selhání kloubních náhrad, ale v dostupné domácí ani světové literatuře se autorům této práce nepodařilo nalézt žádnou studii, která by souvislost mezi množstvím otěrových částic v jednotlivých zónách a poškozením tkání v jednotlivých zónách vědecky prokazovala.

ZÁVĚR

1. Rozložení částic v okolí TEP kyčelního kloubu je nerovnoměrné, tj. různé zóny prokazatelně obsahují různá množství částic.

2. Rozsah poškození tkání v dané zóně, odhadnutý z ortopedického vyhodnocení (neboli výrok ortopeda = VO) se velmi dobře shoduje se změřeným množstvím částic o velikosti 0,1–10 µm v dané zóně (neboli výrokem měření = VM).

3. Jednoznačně jsme prokázali, že nejvíce částic s velikostí 0,1–10 µm se zpravidla hromadí v zónách III a 7. To koresponduje s klinickým pozorováním (v těchto zónách zpravidla dochází k nejvyššímu poškození kosti).

4. Hlavní závěr: Jelikož se množství částic v jednotlivých zónách liší a největší poškození reprodukovatelně nacházíme v místech s největší relativním množstvím částic, lze potvrdit, že otěrové částice skutečně jsou jednou z hlavních příčin aseptického selhání kloubních náhrad.

Literatura

- ELFICK, A.P., GREEN, S.M., KRIKLER, S., UNSWORTH, A.: The nature and dissemination of UHMWPE wear debris retrieved from periprosthetic tissue of THR. *J. Biomed. Mater. Res. A*, 65:95–108, 2003.
- GALLO, J., LANDOR, I., ČECHOVÁ, I., JAHODA, D.: Comparison of Hydroxyapatite-Coated Stems in Total Hip Arthroplasty after a Minimum 10-Years Follow-up. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 75:339–346, 2008.
- GALLO, J., MRÁZEK, F., PETŘEK, M.: Podíl imunogenetických faktorů na vzniku a rozvoji periprotetické osteolýzy. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 74:247–252, 2007.
- GRUEN, T.-A., MCNEICE, G.M., AMSTUTZ, H.C.: Modes of failure of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin. Orthop.*, 141:17, 1979.
- HRUBINA, M., BĚHOUNEK, J., SKOTÁK, M.: Střednědobé výsledky necementované jamky TEP kyčelního kloubu Ultima u primoimplantací. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 75:205–211, 2008.
- KOVANDA, M., HAVLÍČEK, V., HUDEC, J.: Předčasné aseptické uvolňování dřívku CF 30. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 74:59–64, 2007.
- LETOCHA, J., BĚHOUNEK, J., SKOTÁK, M.: Zkušenosti s použitím necementované jamky Beznoska typu „ježek“ na ortopedickém oddělení Nemocnice Pelhřimov. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 74:195–201, 2007.
- POKORNÝ D., ŠLOUF M., DYBAL J., ZOLOTAREVOVÁ E., VESELÝ F., JAHODA D., VAVŘÍK P., LANDOR I., ENTLICHER G., SOSNA A.: Nová metoda kvantifikace otěrových částic UHMWPE v okolí kloubních náhrad. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 76:374–381, 2009.
- POKORNÝ D., ŠLOUF M., HORÁK Z., JAHODA D., ENTLICHER G., EKLOVÁ S., SOSNA A.: Metodika sledování distribuce otěrových částic UHMWPE v okolních tkáních u TEP kyčelního kloubu. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 73:243–250, 2006.
- SCHMALZRIED, T.P., JASTY, M., HARRIS, W.H.: Periprosthetic Bone Loss in Total Hip Arthroplasty. Polyethylene Wear Debris and the Concept of the Effective Joint Space. *J. Bone Jt Surg.*, 74-A: 849–63, 1992.
- SLOUF, M., EKLOVA, S., KUMSTATOVA, J., BERGER, S., SYNKOVA, H., SOSNA, A., POKORNÝ, D., SPUNDOVA, M., ENTLICHER, G.: Isolation, Characterization and Quantification of Polyethylene Wear Debris from Periprosthetic Tissues around Total Joint Replacements. *Wear*, 262:1171–1181, 2007.
- SLOUF, M., POKORNÝ, D., ENTLICHER, G., DYBAL, J., SYNKOVA, H., LAPCIKOVA, M., FEJFARKOVA, Z., SPUNDOVA, M., VESELY, F., SOSNA, A.: Quantification of UHMWPE wear debris in periprosthetic tissues of hip arthroplasty: description of a new method based on IR and comparison with radiographic appearance. *Wear*, 265:674–684, 2008.
- SLOUF, M., SLOUFOVÁ, I., ENTLICHER, G., HORÁK, Z., KREJČÍK, M., ŠTĚPÁNEK, P., RADONSKÝ, T., POKORNÝ, D., SOSNA, A.: New fast method for determination of numbers of UHMWPE wear particles. *J. Mater. Sci.- Mater. Med.*, 15: 1267–1278, 2004.
- SOSNA, A., RADONSKÝ, T., POKORNÝ, D., VEIGL, D., HORÁK, Z., JAHODA, D.: Polyetylenová choroba. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.*, 70:6–16, 2003.
- WRIGHT, T.M., GOODMAN, S.B. (Eds.): *Implant Wear in Total Joint Replacement*. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Illinois, AAOS, 2001, 5–8.

Doc. MUDr. David Pokorný, CSc.,
I. ortopedická klinika 1. LF UK, FN Motol,
V úvalu 84,
Praha 5
E-mail: david.pokorny@LF1.cuni.cz

Barevná dokumentace byla dotována autory.

Práce vznikla v rámci řešení grantového projektu MŠMT 2B06096.