

METHODOLOGY OF THE PASSIVE RESISTANCE MEASUREMENT AT THE HIP PROSTHESES

METODIKA MĚŘENÍ PASIVNÍCH ODPORŮ U TOTÁLNÍCH NÁHRAD KYČELNÍCH KLOUBŮ

Svatava KONVIČKOVÁ

Methodology of the passive resistance was developed at Faculty of Mechanical Engineering of CTU Prague. The testing device was designed with the regard of the International Standard ISO 6474, which deals with implants for surgery ceramic materials based on alumina. The testing device allowed a swinging motion of the ceramic ball in the tested cup in the range of $\pm 25^\circ$. Developed methodology was used for various series of measurement and all the measurements confirmed the correctness of obtained results.

1) Úvod

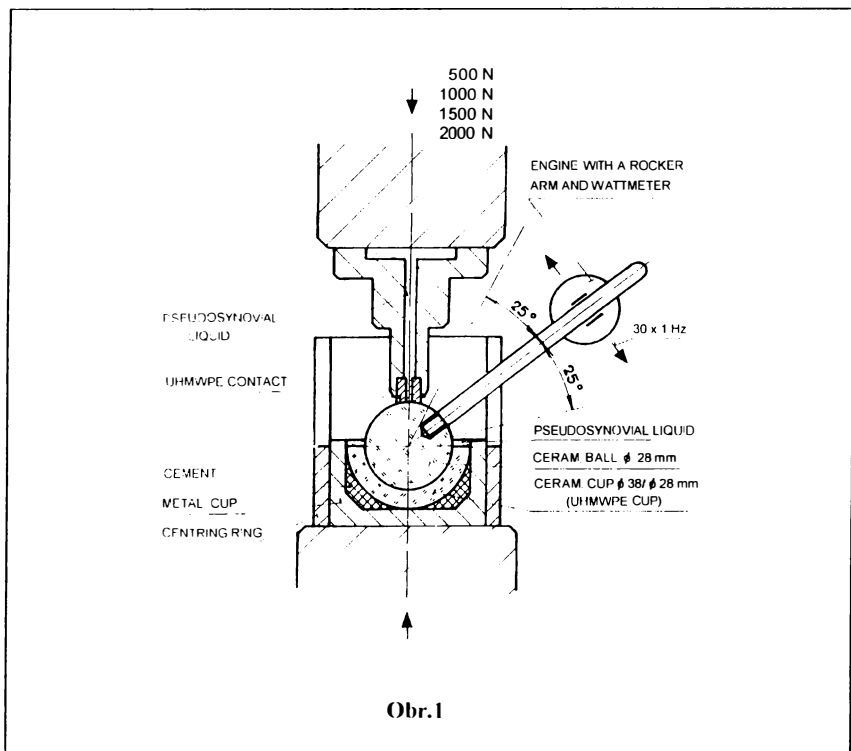
Metodika měření pasivních odporů byla vyvinuta na katedře pružnosti a pevnosti fakulty strojní ČVUT Praha v souvislosti s vývojem nového typu jamky pro totální náhrady kyčelních kloubů. Tento nový typ kyčelní jamky tzv. sendvičová jamka, je tvořena polyetylenovou jamkou s keramickou vložkou. Keramická vložka (Al_2O_3) byla do konstrukce kyčelních endoprotéz zavedena z toho důvodu, že třecí dvojice keramika-keramika výrazně snižuje otěr polyetylenu, který se významnou měrou podílí na vytváření polyetylenového granulomu s toxickým efektem, který je příčinou osteolýzy a postupné destrukce kostí a následného uvolnění endoprotézy. Polyetylen pak v nové konstrukci jamky svým tlumícím účinkem nahrazuje pružné účinky chrupavky.

Zavedení nového typu sendvičové jamky do klinické praxe předcházela řada experimentů i výpočtů (např. výpočet kontaktních tlaků MKP).

Hlavním faktorem pro porovnání dosud užívaných typů endoprotéz polyetylen-keramika s nově vyvinutým typem náhrady, tvořených třecí dvojicí keramika-keramika jsou pasivní odpory.

2) Návrh měřicího zařízení

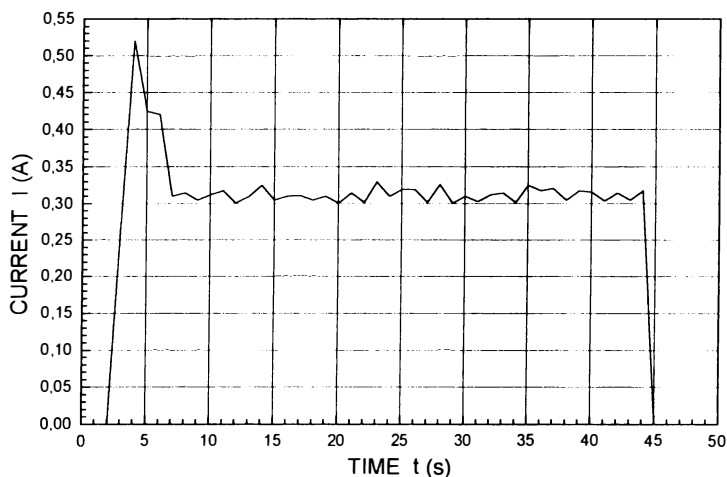
Měřicí zařízení bylo navrženo na základě požadavků International Standard ISO 6474, který určuje zkoušky pro keramické implantáty na bázi kysličníku hlinitého. Zařízení měření pasivních odporů bylo navrženo tak, aby bylo možné měřit keramické jamky různých výrobních tolerancí a porovnat je s dosud užívanými jamkami polyetylenovými. Schema tohoto zařízení je na obr. č. 1



Jak je z obr. č. 1 patrné, zkušební zařízení umožňovalo kývavý pohyb keramické koule ve zkušební jamce v rozmezí $\pm 25^\circ$. Tento pohyb byl vyvozován klikovým mechanismem poháněným stejnosměrným elektromotorem typu K7A3 IP40, 24V, 0,5A, 0,64Nm, 45 l/min. Zkušební zařízení bylo namontováno do elektrodynamického stroje AMSLER, což je vysokofrekvenční pulsátor do 10 tun, u něhož byla využita jeho statická část s nastaveným rozsahem 10 N - 10 kN. Zatěžovací stroj umožňoval plynulé zatěžování osovou silou a její měření. Mazání třecích ploch bylo realizováno vtekáním mazového media do oblasti kontaktu horního zatěžovacího elementu a keramické koule a dále byl zajištěn dostatek mazového media ve styku koule-jamka.

3) Měřicí řetězec

Pro porovnání pasivních odporů jednotlivých měřených dvojic jamka-hlavice byla zjišťována spotřebovaná energie pro vyvození kývavého pohybu po dobu 35 sec. Stejnoseměrný elektromotor byl napájen konst. napětím 24V z tvrdého zdroje ALU 310 - ZPA Košice, takže stačilo měřit pouze protékající proud do elektromotoru. Součástí měřicího řetězce byl digitální multimetr M 4630 CR firmy Metex, s nastaveným rozsahem pro stejnosměrný proud 1-20A s možností automatického odečtu a registrace měřených hodnot řídicím počítačem. Pro řídicí počítač byl vypracován program, umožňující odečet a uložení měřených hodnot s frekvencí 3 měření za vteřinu. Ukázka závislosti průběhu proudu na čase je na obr. č. 2.



Obr.2

Ze závislosti protékajícího proudu v čase je patrná počáteční špičková hodnota proudu, která je způsobena ztrátami v rozeběhu měřicího zařízení. Tato počáteční špičková hodnota proudu nebyla do hodnocení zahrnuta a pro posouzení velikosti pasivních odporů byla uvažována až velikost ustáleného proudu od 5 sec. Z takto získané závislosti proudu na čase byla integrací spočtena spotřebovaná energie pro posouzení pasivních odporů.

4) Mazací medium

Dominantní otázkou pro posouzení velikosti pasivních odporů jednotlivých měřených vzorku je otázka použitého mazacího media a jeho reologických vlastností. V této oblasti byl na katedře pružnosti a pevnosti proveden široký výzkum, v tomto příspěvku jsou prezentovány jen konečné výsledky.

Pro měření pasivních odporů jednotlivých vzorků byla na základě předchozího výzkumu použita směs ve složení:

1. Riengerův roztok
2. kyselina hyaluronová (v ředění 1,5 mg na 1cm³)
3. proteoglykony z hovězí chrupavky (v ředění 1,5 mg na 1cm³)
4. 0,1% roztok hydroxyethylcelulozy

Dynamická viskozita této mazací směsi byla $\eta = 1,713$ mPas při rychlostním spádu 7 cm/sec a teplotě 23°C.

Dynamická viskozita této pseudosynoviální tekutiny při teplotě 36°C a rychlostním spádu 7cm/sec byla $\eta = 1,235$ mPas.

5) Vlastní měření

- a) Zkoušená jamka byla zatmelena do zkušebního zařízení.
- b) Do jamky potřené mazacím mediem byla vložena keramická koule.
- c) Ve zkušebním stroji byl proveden dotek opěrného elementu bez osového zatížení. Kontaktní plocha mezi opěrným elementem a koulí byla trvale mazána.
- d) Po spuštění počítače byl uveden do pohybu mechanismus zkušebního zařízení a bylo provedeno měření po dobu 35 sec.
- e) Postup byl opakován při postupném zvyšování osové síly do max. hodnoty 2000 N. Pro každý zatěžovací stupeň bylo měření opakováno 3x a zaznamenána průměrná hodnota z těchto 3 měření.
- f) Pro stejnou jamku byl celý postup opakován pro další 2 poledníkové pozice jamky pootočené po 120
- g) Ze získaných diagramů závislosti proudu na čase byly integrací vypočteny hodnoty energií, charakterizujících pasivní odpory v závislosti na osovém zatížení.
- h) Pro každou trojici, která je charakterizována určitým zatížením byla vypočtena průměrná hodnota a jejich spojením získána výsledná závislost.

6) Závěr

Použitá metodika byla aplikována na různé serie měření pasivních odporů a na základě těchto výsledků je možné konstatovat, že použitá metodika zajišťuje reprodukovatelnost výsledků při opakovaných měřeních. Pasivní odpory jsou u všech zkoušených dvojic při

nulovém zatížení prakticky stejné a pohybují se v rozmezí 240 - 250 Ws a to pro různé druhy mazání, různé průměry vzorků i různé materiály vzorků. To svědčí o tom, že navržené zkušební zařízení zajišťuje spolehlivou reprodukovatelnost výsledků a je pro výzkum výrobních tolerancí kyčelních náhrad zcela vyhovující.

Literatura :

- [1] Valenta J.: Biomechanics, Elsevier 1994, New York
- [2] Ravaglioli A., Krajewski A.: Bioceramics Chapman and Hall, London 1992
- [3] Tateishi T., Ushida T., Ito A., Hyodo K.: Research and Development of Advanced Ceramic Hip Joint Nitrided Titanium Alloy Stem and Zirconia Ball Head, Ceramica Acta n. 1/95



Svatava Konvičková, Ing. CSc.

ČVUT-fakulta strojní Praha

Technická 4, 166 07 Praha 6

tel. 2435 2511 Fax 2431 0292