

EXPERIMENTÁLNÍ VÝZKUM MODELU
STEHENNÍ KOSTI S OSAZENOU
ENDOPROTÉZOU

Jitka Jírová, Ľubomír Gajdoš

Ústav teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, Praha

Stanislav Beznoska, Josef Tuzar

POLDI - SONP Kladno

Náhrada kloubů spolu s pokrokem v léčení přináší do ortopedické chirurgie jevy dosud neznámé. Stále častěji se projevují nepříznivé účinky dlouhodobého působení rigidních kovových implantátů, které se aplikují při použití kostního cementu. Příliš tuhý dík endoprotézy přejímá veškeré zatížení a jen velmi málo je zatěžována kortikální kost proximálního femuru a důsledkem toho vzniká resorpce kostní tkáně v oblasti malého trochanteru vyplývající z lokální nečinnosti. Tím dochází k přetížení kostního cementu, k jeho porušení, což je primární příčinou uvolnění díku endoprotézy.

Nové pohledy na tyto problémy byly získány v Bostonu na Massachusetts General Hospital a Harvard Medical School tensometrickým měřením napětí na povrchu kosti v horních částech femurů, které měly neporušenou hlavici a byly sledovány změny, ke kterým dochází po implantaci totální endoprotézy. Pozoruhodným výsledkem této studie bylo změření snížených hodnot přetvoření pod límcem endoprotézy v oblasti malého trochanteru, vyplývající ze zasazení rigidní endoprotézy. Snížení deformací v této oblasti bylo značné, u několika případů z řady experimentů dosahovalo přetvoření nulové hodnoty.

Z biologického hlediska je snaha vyloučit použití kostního cementu, který při tuhnutí způsobuje termické poškození živé tkáně a představuje určité nebezpečí svými toxickými účinky při dlouhodobém umístění v lidském organismu.

V posledních letech je zkoumána možnost náhrady kloubů pomocí izoelastických endoprotéz, jejichž mechanické vlastnosti by respektovaly kostní elasticitu a aplikace by byla

možná bez použití kostního cementu. Přechodem od tuhé endoprotézy k endoprotéze izoelastické je nový typ protézy kyčelního kloubu, jejíž dřík je tvořen pěti pruty o délce 200 mm a o průměru 4,5 mm. Pruty jsou tvarovány tak, že při zavedení do dřeňového kanálu vyvolávají v důsledku předpětí svým tlakem pružné klínové spojení dříku se stehenní kostí. Je dosaženo větší pružnosti dříku, lepší přizpůsobivosti tvaru dřeňového kanálu a tím i snadnějšího osazování ve stehenní kosti bez použití kostního cementu. Předpokládáme, že po osazení této endoprotézy do dřeňového kanálu dojde k příznivějšímu přenosu sil přes hlavici a límec endoprotézy do kostní tkáně proximálního femuru, než je tomu u cementovaných rigidních endoprotéz. Cílem naší práce bylo změřit napětí na povrchu stehenní kosti po osazení endoprotézy. ~~Pro-~~ tože se jedná pouze o kvalitativní posouzení průběhu napětí, nahradili jsme v první fázi skutečnou stehenní kost modelem, který byl vyroben z laminátové pryskyřice, jejíž pružnostní charakteristiky se blíží charakteristikám kostní tkáně. Tvar modelu byl vyroben dle chirurgické rašple pro úpravu dřeňového kanálu, takže členěný dřík je osazen do naprosto shodného otvoru jako u skutečné stehenní kosti, neboť svým tvarem vlastně odpovídá předvrtané kostní dutině.

Pro experimentální výzkum byl spodní konec modelu s osazenou endoprotézou pevně zalit do ocelového přípravku tak, že osa modelu svírala se svislou osou úhel 11° . Ocelový přípravek byl spojen s pevnou podstavou takovým způsobem, že mohl volně pojíždět po vodorovné rovině. Síla byla přenášena do endoprotézy přes upravenou polyetylenovou kyčelní jamku, ve které se mohla hlavice volně pootáčet. Z hlediska statického působení představoval tento typ okrajových podmínek soustavu staticky určitou, zajišťující svislou zatěžovací sílu procházející středem kulové hlavice protézy. Tím bylo dosaženo i přesného měření síly. Zdrojem síly byl elektromechanický trhačí stroj Testatron fy Wolpert. Experiment probíhal při kvazistatickém zatěžování do velikosti síly 1000 N.

Vypracovaná metoda je založena na použití extenzometru pro měření povrchových deformací. V daném případě byl použit

extensometr DSA 10/20 fy Schenck, který pracuje na principu snímání odporových změn tensometrů přilepených na pružný prvek extensometru/měrná základna $l_0 = 10$ mm, max. prodloužení $\Delta l = \pm 2$ mm/. Pomocí extensometru bylo postupně měřeno přetvoření v 25ti místech povrchu modelu. Extensometr byl umísťován ve směru hlavních přetvoření, který je znám z dřívějších studií prováděných pomocí reflexní fotoelasticimetrie. Měření přetvoření bylo postupně realizováno v pěti úrovních modelu. Prvá úroveň byla pod límcem endoprotézy, pátá v úrovni konce dřívku, další tři byly rozmístěny pravidelně po povrchu modelu. Na všech úrovních byly hodnoty přetvoření měřeny ve čtyřech bodech po obvodu a na první úrovni v šesti bodech. Extensometr byl přes universální můstek KWS/6T-5 HBM napojen na souřadnicový zapisovač BAK 4T ARITMA, který graficky zaznamenával závislost síla-deformace. Celý experiment probíhal při rychlosti 0,34 mm/min a vzhledem k snadné manipulaci s použitým extensometrem se nám tento způsob měření naprosto osvědčil, protože odpadla nutnost lepení tensometrů, což zabere značně času při přípravě experimentu. Současně jsme chtěli vypracovat metodu pro měření na skutečné kosti, kdy lepení tensometrů by bylo náročné nejen časově, ale i na použité tensometry, lepidlo, vyrovnávací a krycí lak.

Naměřené hodnoty v jednotlivých místech prokázaly, že model kostní dutiny spojený s endoprotézou spolupůsobí jako interaktivní systém. Nejzajímavější výsledky jsou v horní části, kde jsme sice zjistili menší hodnoty napětí, než ve střední části dřívku, to ovšem přesně odpovídá průběhu napětí od zatěžovací síly, neboť ohybový moment je v tomto místě největší.