



Posudek habilitační práce MUDr. Maroše Hrubiny, Ph.D.

„Osteosyntéza zlomenin horného konce stehnové kosti s použitím dlahy s dynamickou (sklznou) skrutkou (DHS) a analýza komplikací“

Autor předložil habilitační práci o celkovém rozsahu 96 stran samotné práce a 13 příloh ve formě publikovaných výsledků. Po formální stránce sestává habilitační práce ze dvou hlavních částí: teoretické části, která se věnuje přehledu klasifikace, diagnostiky a léčby zlomenin proximálního femuru a praktické části, v níž se autor zabývá použitím implantátů DHS. Podstatnou částí práce tvoří přílohy, které jsou publikovány převážně v angličtině a recenzovaných periodikách.

Aktuálnost zvoleného tématu.

Autor si zvolil téma, jehož významnost si uvědomuje každý traumatolog, neboť zlomeniny proximálního femuru jsou běžná poranění v klinické praxi. Tyto zlomeniny se vyskytují převážně jako nízkenergetická poranění u starších osob nebo poranění mladších osob u dopravních nehod. I když se jedná o poměrně běžné indikace, jejich léčba není do dnešní doby uspokojivě vyřešena. Aktuálnost tématu je možné doložit v následujících oblastech:

- Starší lidé jsou nejrychleji rostoucí věkovou skupinou na světě a roční počet zlomenin femuru kloubu poroste s pokračujícím stárnutím populace. Když incidence zlomenin kyčle zůstane nezměněná, očekává se, že počet zlomenin kyčelního kloubu na celém světě vzroste z 1,7 milionu v roce 1990 na 6,3 milionu v roce 2050. Za předpokladu, že se výskyt zlomenin souvisejících s věkem zvýší o pouze o 1 % ročně, počet zlomenin femuru ve světě v roce 2050 dosáhne 8,2 milionu [Sambrook P, Cooper C. Osteoporosis. Lancet. 2006].
- Navzdory moderním implantátům je míra komplikací a úmrtnosti stále vysoká [Deng J a kol. OTA Int 4:e087].
- Nejčastěji používanými implantáty jsou kortikální kompresní šrouby (CCS) a dynamický sklzní šroub (DHS), které vykazují lepší výsledky u dislokovaných a laterálních zlomenin a menší míru odstranění implantátu. Téma práce tak popisuje často používané implantáty a to zvyšuje klinický dopad předložené práce.

Teoretická část práce

V teoreticko-přehledové části autor prokázal hlubokou znalost oblasti traumatologie proximálního femuru. Za přínosnou pokládám také část práce věnující se problematice vývoje pohledů na léčbu zlomenin. Tato část práce je psána velice poutavě s uvedením technického principu jednotlivých řešení. V další části práce autor jasně a přehledně popisuje klasifikaci zlomenin femuru. V oblasti navzájem se překrývajících a doplňujících klinických specifikací se autor pohybuje s velkou erudicí, kterou mohl získat jedině na základě intenzivní klinické praxe. Faktický popis typů zlomenin doplňuje vhodně zvolenými mikazuistikami z vlastního archivu.

Výzkumná část habilitační práce

Habilitační práce je koncipována jako soubor retrospektivních studií rozsáhlého souboru pacientů ošetřených prostřednictvím implantátů DHS. Cílem práce je identifikovat příčiny selhání implantátů. Vzhledem k mechanickému poškození implantátů a primární biomechanické funkci DHS, byla pro pochopení příčin selhání využita napěťově-deformační biomechanická analýza.

Vhodnost zvolených metod

Autor ve své práci využil smíšený přístup, kde kombinuje výsledky retrospektivních studií a biomechanické analýzy. Tento přístup není v traumatologii běžný, ale z biomechanického pohledu je více než vhodný. Z pohledu biomechanického modelu je výzkum autora založen na aplikaci metody konečných prvků pro studium napěťové odezvy při silovém zatížení proximálního femuru. Tato metoda je v literatuře dobře popsána je považována za

zlatý standard analýzy vlivu umístění a tvaru implantátu na zatížení okolní kosti. V případě traumatologických implantátů byla uvedena metoda vhodně zvolená s ohledem na geometrickou složitost problému, který omezil použití analytických přístupů. Alternativou k metodě, kterou využil autor by bylo použití experimentálních metod jako je například fotoelasticimetrie. Tyto metody ale představují značné zjednodušení na dvourozměrný model a nebylo by tak možné studovat anteroposteriální umístění šroubu, jak autor prezentuje. Mírnou výtkou by mohlo být použití lineárně elastického modelu pro modelování kosti, když je známo, že kost se chová jako viskoelastoplastický materiál. Na druhé straně je nutno přiznat, že není známá metodika, která by umožnila spolehlivě přiřadit tyto materiálové vlastnosti femuru, které by dostatečně popsali variabilitu viskozity kosti v celém objemu. Pro hodnocení rozložení napětí v implantátu a v kosti autor využívá redukované napětí HMM. Tento přístup je v literatuře běžně používán, i když jeho validita pro anizotropní spongiózní kost je sporná. Bez znalosti anisotropie kosti ale není možné vhodně využít jiná kritéria porušení. Výhodnou model, který ve své práci autor publikoval, je především jeho přehlednost a možnost snadné aplikace pro různou geometrii pacienta a pozici, případně konstrukci implantátu. Numerický model v práci především slouží pro diagnostiku kritických oblastí systému kost implantát. Z pohledu metodiky tak je možné konstatovat, že práce využívá moderní metody biomechanické analýzy. Metody jsou vhodně zvolené pro dosažení klinicky relevantních výsledků.

Výsledky práce

Autor ve své práci dosáhl několika zajímavých výsledků propojením biomechanického a klinického výzkumu:

- Porovnáním klinických výsledků a numerické predikce autor v podstatě verifikoval navržený biomechanický model. Tento výsledek je velice cenný a poskytnutím vazby mezi klinickými daty a numerickým model autor otevřel cestu k použití uvedeného modelu také pro další studie.
- Z praktického hlediska jsou důležité studie popisující četnost a důvody selhání DHS implantátu. Kromě klinického přínosu přináší tyto studie také možnost návrhu úpravy operačního postupu, instrumentária nebo samotného implantátu tak, aby se předcházelo selháním.
- Autor se ve své práci systematicky věnuje problematice implantátu DHS s ohledem na celou životnost implantátu včetně nutné reoperace. Popisem klinických případů tak vzniká databáze, která umožní výběr nejčastějších selhání a jejich další důkladnou analýzu.

Formální stránka práce.

Po jazykové stránce je habilitační práce přehledně zpracována. Po grafické stránce jsou vhodně zvoleny a prezentovány klinické případy, i když v důsledku tisku nejsou vždy rozlišitelné podstatné detaily. Tímto nedostatkem netrpí elektronická verze práce. Z formálního hlediska je mírným nedostatkem komentování článku I, které se vyskytuje na jiném místě práce než komentování dalších časopiseckých výstupů. Z pohledu čitelnosti by bylo vhodné tyto komentáře sloučit a označit jako samostatnou část práce.

Význam habilitační práce pro rozvoj vědy.

Za přínos habilitační práce k rozvoji vědního oboru považují:

- vytvoření validovaného modelu DHS implantátů
- identifikace kritické pozice implantátů
- získání původních informací o příčinách selhání implantátů na základě rozsáhlé retrospektivní studie a jejich analýzu prostřednictvím biomechanického modelu
- vytvoření souboru publikací, které se dané problematice systematicky věnují. Z přínosnou považují především publikaci *Surgical and Radiologic Anatomy*. - roč. 38, č. 5 (2016), která se věnuje nejen napětí v samotném implantátu, ale detailně analyzuje také zatížení okolní kosti v závislosti na způsobu umístění implantátu
- získání značné odezvy od odborné veřejnosti, která se projevuje citováním článků autora, např. článek autora Hrubina M, Skoták M, Běhounek J. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca*. 2010 Oct;77(5):395-401. byl v době psaní posudku citován již 49 krát.

Význam habilitační práce pro praxi.

Předložená práce je unikátní komplexním přístupem ke studované problematice. Autor ve své práci systematicky a objektivně vyhodnocuje své zkušenosti získané v klinické praxi a přetváří je do souboru doporučení, které se vyskytují především v částech diskuzí a závěrech předložených publikací. Přínos pro praxi je jasně shrnut v kapitole 12 předložené práce. Za zásadní přínos pro praxi pokládám:

- jasnou identifikaci kritické pozice nosného šroubu v proximální části krčku
- možnost podstatného snížení klinických komplikací změnou operačního postupu zaměřeného na eliminaci možných chyb
- vytvoření klinického doporučení pro peroperační změnu biomechanicky nevhodné primární implantace
- v nezanedbatelné míře poskytuje výzkum autora také zpětnou vazbu pro výrobce implantátů, která mu umožní zlepšit jejich konstrukci, tak také pro výuku chirurgů

Dotazy na autora:

- V roce 2018 byl představen systém řešení zlomenin krčku femuru (FNS; DePuy-Synthes, Zuchwil, Švýcarsko), který se zakládá na biomechanických studiích. Jaký je Váš názor na tento systém a jaké je jeho srovnání se systémem DHS?
- Kde vidíte možnosti technického zlepšení konstrukce systému DHS včetně instrumentária?
- V poslední době se v oblasti implantátů do popředí dostává aditivní výroba. Myslíte, že by mělo význam vyrábět individuálně traumatologické implantáty, zejména v případě revize, např. dlahy tvarované individuálně podle CT pacienta v oblasti proximálního femuru?

Závěr:

Předložená habilitační práce MUDr. Maroše Hrubiny, Ph.D. představuje cenný příspěvek k pochopení mechanismů selhání léčby zlomenin proximálního femuru systémem DHS. Na závěr práce konstatuji, že autor zvolil téma, které je aktuální, prokázal excelentní přehled ve studované problematice, koncipoval svůj výzkum komplexně, využil moderní metody analýzy včetně pokročilého biomechanického modelu, verifikoval navržený matematický model, obohatil poznání v oblasti traumatologie a biomechaniky identifikací kritických pozic implantátu a byl schopný své znalosti formulovat jako klinická doporučení. Na základě uvedených skutečností a po úspěšné obhajobě habilitační práce doporučuji, aby MUDr. Marošovi Hrubinovi, Ph.D. byl udělen titul docenta v oboru chirurgie.

V Praze dne 26.10. 2022



prof.Ing. Svatava Konvičková,CSc.

Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
FS ČVUT v Praze