

**MASARYKOVA  
UNIVERZITA**

LÉKAŘSKÁ FAKULTA

**Význam all-poly tibiálních  
komponent v současné totální  
náhradě kolenního kloubu**

Habilitační práce

LUBOŠ NACHTNEBL

I. ortopedická klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Brno 2025



**MUNI**  
**MED**

## Bibliografický záznam

**Autor:** Luboš Nachtnebl  
Lékařská fakulta  
Masarykova univerzita  
I. ortopedická klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

**Název práce:** Význam all-poly tibiálních komponent v současné totální náhradě kolenního kloubu

**Rok:** 2025

**Počet stran:** 87

**Klíčová slova:** kolenní náhrada, artroplastika, endoprotéza, all-poly, tibia

## Bibliographic record

**Author:** Luboš Nachtnebl  
Faculty of Medicine  
Masaryk University  
First Department of Orthopaedic Surgery, St. Anne's University  
Hospital and Faculty of Medicine, Masaryk University, Brno,  
Czechia

**Title of Thesis:** The significance of all-poly tibial components in modern total  
knee arthroplasty

**Year:** 2025

**Number of Pages:** 87

**Keywords:** knee replacement, arthroplasty, endoprosthesis, all-poly, tibia

## Anotace

Totální náhrada kolenního kloubu (TKA) je dnes rutinním chirurgickým zákrokem, který se vyznačuje vynikajícími dlouhodobými výsledky. Klíčovým faktorem pro úspěšnost operace je správný výběr typu implantátu. Celopolyethylenové (AP) tibiální komponenty, poprvé použité při TKA v 60. letech s nástupem kondylárních náhrad kolene, představovaly průlom v této oblasti. V 80. letech však začaly dominovat implantáty s kovovým podkladem (MB), které se díky své modularitě staly zlatým standardem. Přestože používání AP komponent následně pokleslo, tyto implantáty stále prokazují vynikající míru přežití při TKA. V kontextu rostoucího tlaku na snižování nákladů ve zdravotnictví nabízejí AP komponenty významné úspory, aniž by slevovaly z kvality klinických výsledků. Jsou ideální zejména pro primární, nekomplikované TKA u starších nebo méně aktivních pacientů, kde poskytují spolehlivé a efektivní řešení.

Tato habilitační práce si klade za cíl komplexně zhodnotit klinické výsledky, dlouhodobou míru přežití implantátů, četnost reoperací, výskyt komplikací a také ekonomické a biomechanické aspekty spojené s použitím AP tibiálních komponent u pacientů podstupujících TKA.

Habilitační práce jednoznačně potvrzuje, že AP tibiální komponenty představují spolehlivou a ekonomicky výhodnou alternativu při TKA. Naše dlouhodobé klinické sledování, realizované na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně, přináší cenné a přesvědčivé důkazy o vysoké míře přežití AP CR implantátů, které dosahují výborné funkční výsledky. Tyto výsledky jsou nejen srovnatelné, ale v některých ohledech dokonce převyšují hodnoty uváděné v zahraniční literatuře. AP tibiální komponenty by měly být standardní volbou u nekomplikovaných primárních TKA, zejména u starších pacientů. Při správné indikaci dokážou poskytovat spolehlivé klinické výsledky, dlouhodobou funkčnost a významné ekonomické výhody. Tyto vlastnosti činí AP komponenty nástrojem při zajištění udržitelnosti zdravotní péče, zejména v podmínkách rostoucí poptávky po kvalitních a finančně dostupných léčebných postupech.

## Abstrakt

Totální náhrada kolenního kloubu (TKA) patří mezi nejčastější ortopedické zákroky díky své schopnosti zajistit vynikající dlouhodobé klinické výsledky. Úspěch tohoto zákroku však významně ovlivňuje správná volba implantátu. Celopolyethylenové (AP) tibiální komponenty, zavedené v 60. letech 20. století, hrály klíčovou roli v počátcích TKA. S nástupem implantátů s kovovým podkladem (MB), které nabízely modularitu a flexibilitu při implantaci, jejich využití postupně klesalo. Přestože AP komponenty ustoupily do pozadí, moderní výzkumy potvrzují jejich výhodnost zejména v kontextu rostoucích nároků na ekonomickou efektivitu zdravotní péče. Jsou ideální volbou pro nekomplikované TKA, zvláště u starších a méně aktivních pacientů, u nichž poskytují spolehlivé výsledky při nižších nákladech.

Cílem této práce bylo komplexně zhodnotit klinické výsledky, dlouhodobou míru přežití, biomechanické vlastnosti a ekonomické aspekty AP tibiálních komponent. K tomu byla provedena systematická analýza odborné literatury zahrnující 18 studií publikovaných mezi lety 2005 a 2024. Tyto studie byly doplněny retrospektivní analýzou klinických dat z I. ortopedické kliniky Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně. Zde byly hodnoceny výsledky implantace AP komponent P.F.C. Sigma a Nexgen typu CR, včetně parametrů jako dlouhodobé přežití implantátů, funkční výsledky dle KSS (American Knee Society Score) a rozsah pohybu (ROM).

Výsledky analýzy ukázaly, že AP tibiální komponenty dosahují dlouhodobého přežití přes 98 % v horizontu deseti let, což je plně srovnatelné a v některých případech dokonce lepší, než u MB komponent. Kromě toho AP komponenty vykazují nižší riziko komplikací jako je aseptické uvolnění a zajišťují stabilní biomechanické vlastnosti, které podporují periprotetickou kostní tkáň. Ekonomické analýzy dále ukázaly významné nákladové úspory při použití AP komponent bez negativního dopadu na klinické výsledky.

Závěry této studie potvrzují, že AP tibiální komponenty představují spolehlivou, efektivní a ekonomicky výhodnou alternativu při primární TKA. Při správné indikaci zajišťují dlouhodobou funkčnost, nízké riziko komplikací a významné úspory, což z nich činí důležitý nástroj pro udržitelnou zdravotní péči v podmínkách rostoucí poptávky po kvalitních a cenově dostupných léčebných postupech.

## Abstract

Total knee arthroplasty (TKA) is one of the most common orthopedic procedures, known for its ability to deliver excellent long-term clinical outcomes. The success of this procedure is significantly influenced by the choice of implant. All-polyethylene (AP) tibial components, introduced in the 1960s, played a pivotal role in the early development of TKA. However, their use declined with the advent of metal-backed (MB) implants, which offered modularity and intraoperative flexibility. Despite this shift, modern research highlights the benefits of AP components, particularly in the context of increasing demands for cost-effective healthcare. These components are an ideal choice for uncomplicated TKA, especially in older and less active patients, providing reliable outcomes at lower costs.

This study aimed to comprehensively evaluate the clinical outcomes, long-term survival rates, biomechanical properties, and economic aspects of AP tibial components. A systematic review of the literature was conducted, analyzing 18 studies published between 2005 and 2024. This review was complemented by a retrospective analysis of clinical data from the First Department of Orthopedic Surgery, St. Anne's University Hospital in Brno. The evaluation included outcomes of AP components such as the P.F.C. Sigma and Nexgen CR types, focusing on parameters like implant survival, functional outcomes measured by the American Knee Society Score (KSS), and range of motion (ROM).

The results demonstrated that AP tibial components achieve a long-term survival rate exceeding 98% over a ten-year period, which is comparable to or, in some cases, superior to MB components. Furthermore, AP components were associated with a lower risk of complications, such as aseptic loosening, and provided stable biomechanical properties that support periprosthetic bone health. Economic analyses also revealed significant cost savings with AP components without compromising clinical outcomes.

This study concludes that AP tibial components represent a reliable, efficient, and economically advantageous alternative for primary TKA. When appropriately indicated, they ensure long-term functionality, a low risk of complications, and substantial cost savings, making them a critical tool for sustainable healthcare in the face of increasing demand for high-quality and affordable medical procedures.



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem habilitační práci na téma **Význam all-poly tibiálních komponent v současné totální náhradě kolenního kloubu** zpracoval sám. Veškeré prameny a zdroje informací, které jsem použil k sepsání této práce, byly citovány v textu a jsou uvedeny v seznamu použitých pramenů a literatury.

V Brně 20. ledna 2025

.....  
Luboš Nachtnebl



## Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval mému příteli a mentorovi doc. MUDr. Tomáši Tomášovi, Ph.D. za podporu a odborné rady k mé habilitační práci. Dále děkuji MUDr. Vasileiosovi Apostolopoulosovi, Ph.D. za skvělou spolupráci jak klinickou, tak vědeckou. Velmi si vážím jeho schopností zvláště v publikačních aktivitách. Mé díky náleží také Ing. Petru Boháčovi a Ing. Petru Marciánovi, Ph.D., kteří výrazně napomáhali odbornými radami při biomechanických studiích. V neposlední řadě bych rád poděkoval mé rodině, zvláště pak manželce Kristině a dětem Dominice, Terezce a Michalovi, za podporu a pochopení, které mi projevovali.



## Obsah

<b>Seznam obrázků</b>	<b>13</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>15</b>
<b>Seznam pojmů a zkratek</b>	<b>16</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>17</b>
1.1 Předmluva.....	17
1.2 Historie designů a materiálů TKA.....	18
1.3 Polyethylen a moderní cross-linked polyethylen.....	20
1.4 Popis moderních AP implantátů .....	23
1.5 Způsoby hodnocení výsledků TKA .....	24
<b>2 Review literatury</b>	<b>28</b>
2.1 Metodika.....	28
2.2 Přežití implantátů .....	34
2.3 Klinické výsledky a rozsah pohybu.....	37
2.4 Důvody selhání a míra komplikací .....	41
2.5 Ekonomické aspekty implantátu .....	44
<b>3 Naše klinické výsledky</b>	<b>46</b>
3.1 Soubor pacientů a metodika .....	46
3.2 Přežití implantátu .....	50
3.3 Klinické výsledky AP (KSS a ROM).....	52
3.4 Důvody selhání AP CR.....	60
3.5 Ekonomická analýza Nexgen AP CR.....	61
3.6 Deformačně-napěťová analýza AP CR .....	62
<b>4 Diskuze</b>	<b>69</b>
4.1 Přežití implantátu .....	69
4.2 Klinické výsledky .....	70
4.3 Důvody selhání implantátu .....	72
4.4 Ekonomické zhodnocení .....	73

4.5	Biomechanické zhodnocení .....	74
4.6	Limitace .....	75
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>77</b>
	<b>Použité zdroje</b>	<b>79</b>
	<b>Vědecko-výzkumné aktivity vztahující se k habilitační práci</b>	<b>84</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Znázornění rentgenového snímku pacienta s TKA AP CR z naší kliniky .....	24
Obrázek 2 Prisma flowchart výběrového procesu.....	30
Obrázek 3 Věková distribuce pacientů při implantaci P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	48
Obrázek 4 Věková distribuce pacientů při implantaci Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	49
Obrázek 5 Celkové kumulativní přežití implantátů AP CR v dlouhodobém sledování na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně .....	50
Obrázek 6 Kumulativní přežití implantátů P.F.C. AP CR v dlouhodobém sledování na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně .....	51
Obrázek 7 Kumulativní přežití implantátů Nexgen AP CR v dlouhodobém sledování na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně .....	51
Obrázek 8 Distribuce KS pacientů s AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	52
Obrázek 9 Distribuce FS pacientů s AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně .....	53
Obrázek 10 Distribuce KS pacientů s P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně .....	54
Obrázek 11 Distribuce FS pacientů s P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	55
Obrázek 12 Distribuce KS pacientů s Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	56
Obrázek 13 Distribuce FS pacientů s Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	57
Obrázek 14 Distribuce maximální flexe pacientů s P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	59
Obrázek 15 Distribuce maximální flexe pacientů s Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	60
Obrázek 16 Model zatížení Deformačně-napěťové analýzy AP CR (převzato z Apostolopoulos V., et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on periprosthetic tibia using the finite element method. Comput Methods Programs Biomed. 2022;220:106834. doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834 URL: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260722002164">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260722002164</a> ).....	63
Obrázek 17 Kontaktní tlaky na povrchu AP tibiální komponenty .....	65
Obrázek 18 Výsledky napěťové analýzy AP tibiální komponenty.....	66
Obrázek 19 Výsledky ekvivalentního přetvoření v objemu spongiózní kostní tkáně tibie (převzato z Apostolopoulos V., et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on periprosthetic tibia using the finite element method. Comput Methods Programs Biomed. 2022;220:106834.	

doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834 URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260722002164>).....67

Obrázek 20 Výsledky ekvivalentního přetvoření v objemu spongiózní kostní tkáň

tibie v sagitální i frontální rovině – věková analýza (převzato z Apostolopoulos

V., et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on

periprosthetic tibia using the finite element method. Comput Methods Programs

Biomed. 2022;220:106834. doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834 URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260722002164>).....68



## Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled zahrnutých studií .....	31
Tabulka 2 Přehled dat o přežití AP a MB zahrnutých studií .....	36
Tabulka 3 Přehled klinických výsledků a ROM pro AP a MB zahrnutých studií .....	39
Tabulka 4 Přehled komplikací vedoucích k reoperaci AP a MB zahrnutých studií.....	42
Tabulka 5 Charakteristika souboru dlouhodobě sledovaných pacientů s AP TKA na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně .....	46
Tabulka 6 Shrnutí KSS výsledků AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.....	58
Tabulka 7 Důvody selhání AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně .....	61

## Seznam pojmů a zkratek

TKA – Totální náhrada kolenního kloubu

AP – Celopolyethylenové neboli all-poly

MB – S kovovým podkladem neboli metal-backed

CR – Cruciate retaining

ROM – Rozsah pohybu

KSS – American Knee Society Score

KS – Knee score

FS – Function score

UHMWPE – Ultravysokomolekulární polyethylen

HXLPE – Highly cross-linked polyethylene

HSS – Hospital for Special Surgery

KAT – Knee Arthroplasty trial

OKS – Oxford Knee Score

PS – Posterior stabilized

WOMAC –Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index

SF – Short Form Health Survey

QALY – Quality-adjusted life years

USD – Americký dolar

CT – Výpočetní tomografie

MPa – Megapascal

με – microstrain

# 1 Úvod

## 1.1 Předmluva

Totální náhrada kolenního kloubu (TKA) je dnes běžnou operační metodou s vynikajícími dlouhodobými výsledky. Cílem tohoto zákroku je odstranění bolesti, zlepšení rozsahu pohybu (ROM) a zajištění stability kolenního kloubu. V posledních letech dochází k nárůstu počtu primárních náhrad kolenního kloubu, což vede i ke zvýšenému počtu revizních operací. Počet implantací kolenních náhrad se nyní blíží množství totálních náhrad kyčelního kloubu. Zároveň se průměrný věk pacientů, jimž je doporučena kolenní endoprotéza, posouvá směrem k mladším věkovým skupinám, které mají vyšší požadavky na pohybovou aktivitu a zátěž. Tato situace klade zvýšené nároky na dlouhodobou životnost kloubních náhrad. Současně se v důsledku stárnutí populace stále častěji operují pacienti starší 80 let, z nichž mnozí zůstávají velmi aktivní<sup>1</sup>.

Správná volba typu implantátu je klíčová pro úspěšný výsledek operace. Celopolyethylenové (AP) tibiální komponenty jsou při TKA používány již od doby vzniku kondylární totální náhrady kolene v 60. letech. První studie však uváděly selhání těchto tibiálních implantátů kvůli aseptickému uvolnění způsobenému nedostatečnou fixací vedoucí k mikropohybu a rozkladu rozhraní mezi kostí a cementem. Na počáteční neuspokojivé výsledky měly vliv i chyby při operaci, které vedly k nesprávnému vyrovnání implantátu a nedostatečnému napětí měkkých tkání společně s nevhodnou tloušťkou polyethylénu<sup>2</sup>.

V následujících desetiletích studie založené na dvourozměrné analýze konečných prvků ukázaly, že acetabulární komponenty s kovovým podkladem snižují celkové zatížení implantátu<sup>3</sup>. Podobná vyšetření tibiálních komponent s kovovým podkladem (MB) při TKA prokázala lepší rozložení zátěže na spongiózní kost pod implantátem. MB implantáty rovněž přinesly modulární konstrukci, intraoperační flexibilitu, možnost fixace bez cementu a možnost izolované výměny polyethylénu, podobně jako u totální náhrady kyčle<sup>4</sup>. Tyto vlastnosti, spolu s výrazným vlivem výrobců, vedly k tomu, že se MB implantáty v 80. letech staly zlatým standardem.

Přestože četnost používání AP komponent poklesla, stále vykazují vynikající přežívání při TKA. Dosud nebylo prokázáno, že by přežívání MB implantátů bylo lepší než přežívání implantátů AP<sup>5</sup>. Zvýšené využívání MB implantátů rovněž přineslo vyšší náklady a komplikace, které se u AP implantátů nevyskytovaly<sup>6</sup>. Se současným tlakem

na snižování nákladů ve zdravotnictví může použití AP komponentů přinést značné úspory při rostoucím počtu TKA, aniž by došlo ke snížení kvality klinických výsledků, zejména v případě primární nekomplikované TKA u starších nebo méně aktivních pacientů<sup>6,7</sup>.

### 1.2 Historie designů a materiálů TKA

Od počátku 19. století se lékaři snažili řešit problémy spojené s postiženými klouby, jejich bolestivostí a omezením pohybu. První pokusy směřovaly k úlevě od bolesti a obnově funkce kloubů. V roce 1826 provedl anglický chirurg Barton osteotomii mandibuly u pacienta se ztuhlým temporomandibulárním kloubem a vytvořil tak pakloub. Tento postup inspiroval i další lékaře. V oblasti kolenního kloubu se objevily pokusy o interpoziční plastiky, kdy byly při resekcii kloubu vkládány tkáně jako mezi-vrstvy, aby zabránily jeho opětovnému ztuhnutí. Verneuil (1963) a Ollier (1986) například použili sval jako interpozitum, čímž zamezili reankylóze kloubu. Murphy v roce 1913 popsal úspěšné artroplastiky kolenního kloubu u pacientů s ankylózou, kde jako výplň použil fascii a tukovou tkáň. Následující experimenty s fasciálními transplantáty nebo vepřovými měchýři měly však smíšené výsledky.

V roce 1940 popsal Campbel jako první použití kovového materiálu k rekonstrukci kolenního kloubu. Pokryl femorální kondyly destičkou, kterou připevnil šroubem k femuru. Přestože tento postup nezaznamenal okamžitý úspěch, otevřel cestu dalším experimentům s kovovými implantáty. McKeever v polovině 50. let vyvinul techniku náhrady tibiálního plató chromkobaltovou destičkou, která měla odpovídající biomechanické vlastnosti a stabilizovala kolenní kloub. V roce 1960 jeho techniky publikoval Elliot. McKeever zdůrazňoval důležitost konstantního přenosu napětí mezi kostí a implantátem a provedl celkem 76 implantací s úspěšností až 98 %.

Další variantou hemiartroplastiky byla destička, kterou v roce 1958 vyvinul McIntosh. Ta nahrazovala obě tibiální platá a dosahovala dobrých klinických výsledků s více než 70 % úspěšností po třech až pěti letech. O desetiletou studii se pak zasloužili Platt a Pepler (1969), kteří zjistili, že implantace modelovaných plastických femorálních kondylů přinesla 60% úspěšnost v úlevě od bolesti. V Československu byla vyvinuta hemiartroplastika Huporal od profesora Huraje, která se však masově neujala.

S příchodem 80. let a implantací typu St. Georg od autorů Wentzensena a Welleho byly dosaženy dobré výsledky u pacientů do 60 let věku, u nichž byly implantovány

tzv. „sáňové“ implantáty pro unilaterální artrózu kolene. V tomto období se také objevila první závěsná totální endoprotéza, kterou v roce 1951 navrhl Waldius. Jednalo se o akrylovou protézu, kterou později vylepšil závěsným kloubem. Tato endoprotéza byla úspěšná zejména u pacientů se sedavým životním stylem, u aktivnějších jedinců však docházelo k uvolnění implantátu nebo zlomeninám.

Další vývoj v konstrukci TKA vedl k tzv. kondylárním náhradám. Tyto náhrady zlepšily ROM, zejména díky možnosti zachování postranních vazů. Byly navrženy tak, aby respektovaly anatomii kolenního kloubu a minimalizovaly kostní resekci, což umožnilo lepší přípravu pro případné revize. Freeman-Swansonova náhrada byla jedním z prvních pokusů o vytvoření kondylární náhrady, která zahrnovala varianty s možností zachování nebo odstranění zkřížených vazů. Navzdory výhodám se objevily i problémy, jako například nerespektování femoropatelního skloubení.

V roce 1973 John Insall představil kondylární náhradu s tzv. totálním tibiálním plató. Polyetylenová tibiální komponenta měla dvě konkávní plochy a centrální výstupek, který zvyšoval stabilitu kloubu. V roce 1978 Insall s Burnsteinem přidali k této konstrukci zadní stabilizaci, která imitovala funkci zadního zkříženého vazů. Tento typ endoprotézy však zvyšoval nároky na fixaci tibiální komponenty a vedl k syndromu „patella clunk,“ kdy docházelo k zachycení hypertrofické tkáně v oblasti pately.

Snaha o vytvoření co nejnatomičtější kondylární náhrady vedla ke konstrukci tzv. „meniskové“ kolenní náhrady, kdy mezi femur a tibií byly vloženy pohyblivé polyetylenové vložky. Tento typ implantátu umožňoval rotační i translační pohyb, čímž se velmi přiblížil fyziologickému pohybu kolenního kloubu.

V sedmdesátých a osmdesátých letech se začaly objevovat plně polyetylenové tibiální komponenty, kdy byla tibiální vložka vyrobena výhradně z polyetylenu bez kovového základu. Tyto AP konstrukce byly jednodušší, měly méně komponent a byly považovány za méně náchylné k opotřebení a komplikacím, jako je aseptické uvolnění. Díky tomu se začaly ve zdravotnictví rychle prosazovat, zejména u starších nebo méně aktivních pacientů, kteří vyžadovali nižší zátěžové nároky.

Během osmdesátých a devadesátých let se AP TKA staly velmi populární, zejména díky své jednoduchosti a slibným klinickým výsledkům. Ukázalo se, že tyto komponenty jsou cenově dostupnější a vykazují nižší míru osteolýzy a uvolňování u specifických skupin pacientů. Přesto s rostoucí popularitou MB v devadesátých letech začaly AP TKA ustupovat do pozadí. MB komponenty totiž výrobci vylepšili, čímž údaj-

ně zajistili lepší rozložení zátěže a podporu kostí, což mělo podle teorií prodloužit životnost implantátů u aktivnějších pacientů. V důsledku toho se AP TKA začaly využívat především u starších pacientů s nižšími nároky na pohybovou aktivitu.

Od začátku nového tisíciletí se však zájem o AP TKA začal opět obnovovat, protože dlouhodobé studie potvrdily jejich odolnost a úspěšnost, která je v některých případech srovnatelná nebo dokonce lepší než u MB. Výzkumy ukazují, že all-polyetylenové komponenty mohou snižovat riziko osteolýzy a mají nižší míru revizí u vybraných skupin pacientů, což vyvolává otázky ohledně dosud preferované převahy kovových komponent. Významné studie zkoumaly tyto výsledky podrobně a některé dokonce naznačují, že all-polyetylenové TKA jsou nejen kvalitní, ale i nákladově efektivní.

Historie AP TKA odráží posuny v klinické praxi, které byly ovlivněny zlepšováním designu, pokroky v operačních technikách a dlouhodobými klinickými výsledky. Tento trvající zájem je patrný i v aktuálních studiích, včetně těch v naší sbírce, které zkoumají, kdy a u jakých pacientů je použití celopolyetylenových komponent optimální<sup>8-12</sup>.

### 1.3 Polyethylen a moderní cross-linked polyethylen

Ultravysokomolekulární polyethylen (UHMWPE) je speciální druh polyethylenu s dlouhými uhlíkovými řetězci, jehož vlastnosti jej činí ideálním materiálem pro kloubní náhrady. Díky své dlouhé řetězcové struktuře se UHMWPE vyznačuje vysokou odolností proti otěru a velkou pevností při nárazu. Je biokompatibilní, nabízí kluzký povrch s nízkým třením a lze jej relativně snadno vyrábět. Proto je UHMWPE považován za zlatý standard v totálních kloubních náhradách. Přestože je UHMWPE široce používán, existují určité obavy týkající se jeho dlouhodobého působení v těle. Mezi tyto problémy patří negativní účinky částic polyethylenu na kloubní tkáň a možnost únavového opotřebení či fraktur komponent způsobených oxidační degradací<sup>13</sup>.

Aseptické uvolnění je často příčinou revizních operací kolenních náhrad. Tato selhání implantátů jsou způsobena opotřebovanými částicemi na mikroskopické úrovni, které vedou k periprotetickému zánětu a aktivaci fagocytózy. Částice opotřebení vznikají při delaminaci povrchu a adhezivním nebo abrazivním opotřebením polyethylenu. Delaminace je důsledkem tlakových a tahových sil, které vedou k tvorbě prasklin pod povrchem polyethylenu. Tyto trhliny se při dalším zatížení šíří, což způsobuje uvol-

ňování vloček materiálu. Adhezivní a abrazivní opotřebení nastává přímo na kloubních površích, kde volně pohybuující se částice vyvolávají zánět a následnou osteolýzu. Tento proces může nakonec vést k periprotetické osteolýze a následnému uvolnění implantátu. Volné radikály uvnitř PE komponenty mohou rovněž způsobit oxidační degradaci polyethylenu, což přispívá k delaminaci, adhezivnímu a abrazivnímu opotřebení polyethylenu<sup>14</sup>.

UHMWPE je základním materiálem pro výrobu jak konvenčního polyethylenu, tak highly cross-linked polyethylene (HXLPE) s vyšším stupněm ozáření. Strukturně tento materiál napodobuje povrch přirozených kloubů díky kombinaci polokrystalického a amorfního stavu. Obsahuje méně křížově propojených řetězců, což vede k produkci opotřebovaných částic a následné osteolýze. Aby se snížil počet částic polyethylenu, první generace HXLPE byla ozařována pro tvorbu volných radikálů a následně tepelně upravena, aby se maximalizovalo propojení. Tento proces zvyšuje odolnost proti opotřebení díky křížovému propojení, avšak polyethylen se tím stává křehčí, s nižší odolností proti únavovým trhlinám a větším rizikem šíření prasklin. Dále ozáření nutné pro výrobu HXLPE snižuje oxidační odolnost materiálu v těle a zkracuje jeho životnost<sup>15</sup>.

Druhá generace HXLPE je pokročilou formou UHMWPE, který se široce využívá v moderních TKA. Tento materiál byl vyvinut s cílem zvýšit odolnost proti opotřebení a prodloužit životnost polyethylenových implantátů, zatímco minimalizuje nevýhody spojené s první generací HXLPE. Druhá generace HXLPE je vyráběna pomocí pokročilých křížově propojujících procesů. První generace HXLPE byla ozařována za účelem vytvoření vazeb mezi polymerními řetězci, což však často vedlo ke vzniku volných radikálů, které mohly následně reagovat s kyslíkem a degradovat materiál v průběhu času. Druhá generace HXLPE tento problém řeší zavedením metod, které tyto volné radikály snižují nebo eliminují, čímž zvyšují stabilitu a odolnost materiálu<sup>14,15</sup>.

Jednou z nejběžnějších metod stabilizace druhé generace HXLPE je přidání antioxidantů, zejména vitamínu E. Vitamín E působí jako silný "lapač" volných radikálů, což snižuje riziko oxidační degradace. Díky tomu je polyethylen odolnější vůči opotřebení, což výrazně prodlužuje životnost implantátu. Stabilizace pomocí antioxidantů zlepšuje mechanické vlastnosti, aniž by se snížila flexibilita materiálu. Druhá generace HXLPE může také podstoupit proces sekvenčního žíhání, kdy je materiál tepelně upravován v několika fázích. Tento proces efektivněji zarovná molekulární řetězce, snižuje volné radikály a zvyšuje krystalinitu materiálu. Lepší krystalinita poskytuje odolnější a méně opotřebitelný povrch bez křehkosti, která by mohla být výsledkem některých forem ozařování<sup>13-15</sup>.

Dalším moderním přístupem u druhé generace HXLPE je technika prostorově selektivního křížového propojení (selective surface cross-linking technique), kdy se propojení soustředí na povrch polyethylenu, kde dochází k největšímu opotřebení. Toto specifické propojení povrchu optimalizuje odolnost proti opotřebení, aniž by ohrozilo pružnost a pevnost vnitřního jádra, čímž se zvyšuje jak odolnost, tak životnost materiálu. Studie ukazují, že druhá generace HXLPE produkuje méně opotřebovacích částic než konvenční polyethylen první generace HXLPE. To je zásadní pro TKA, protože opotřebené částice mohou způsobovat zánět, což vede k periprotetické osteolýze a uvolnění implantátu. Nižší míra opotřebení přispívá k delší životnosti implantátu a menšímu počtu komplikací souvisejících s poškozením tkání částicemi<sup>15,16</sup>.

Druhá generace HXLPE nabízí lepší mechanickou pevnost a odolnost vůči únavovým prasklinám ve srovnání se svými předchůdci. To je obzvláště důležité u TKA, kde implantát čelí značné opakované zátěži. Zvýšená odolnost vůči prasklinám znamená, že implantát je méně náchylný k selhání pod stresem, což přispívá k větší odolnosti a nižšímu riziku delaminace nebo poškození povrchu. Klinické studie přinesly slibné výsledky s druhou generací HXLPE v oblasti kloubních náhrad. Pacienti s implantáty vyrobenými z tohoto materiálu obecně vykazují nižší míru revizí a méně komplikací spojených s opotřebením polyethylenu. U TKA se použití druhé generace HXLPE promítlo do déletrvajících a odolnějších implantátů, které vyhovují rostoucím požadavkům populace potřebující náhrady kloubů<sup>15</sup>.

Pokračující vývoj druhé generace HXLPE má za cíl zvýšit životnost implantátů a snížit komplikace v TKA a dalších kloubních náhradách. Díky pokroku v oblasti křížového propojení a antioxidačních technologií představuje druhá generace HXLPE významné zlepšení v oblasti ortopedického materiálového inženýrství. Tento materiál stanovil nový standard v trvanlivosti a spolehlivosti kolenních implantátů a zůstává předmětem dalšího výzkumu a inovací s cílem dále zdokonalit vlastnosti opotřebení a mechanické vlastnosti pro ještě delší životnost a spokojenost pacientů<sup>15</sup>.

Řada studií porovnávala in vitro vlastnosti opotřebení mezi konvenčním polyethylem a HXLPE. První generace HXLPE vykazovala menší částice a nižší míru opotřebení ve srovnání s konvenčním polyethylem. Druhá generace HXLPE pak prokázala lepší mechanické vlastnosti, zejména odolnost vůči únavovým trhlinám, ve srovnání s první generací HXLPE. Zvláště přidání vitamínu E jako antioxidantu ve druhé generaci HXLPE přispělo ke snížení míry opotřebení, zvýšení pevnosti a odolnosti proti delaminaci<sup>7,17,18</sup>.



## 1.4 Popis moderních AP implantátů

Pokroky v materiálových vědách, designu a operačních technikách zlepšily výkon a životnost AP implantátů, čímž se staly atraktivní možností pro určité skupiny pacientů. Moderní AP TKA implantáty jsou obvykle vyráběny z druhé generace HXLPE, který dále snižuje opotřebení. Design AP zjednodušuje strukturu implantátu – monoblok, což může snížit riziko mechanických komplikací<sup>7</sup>.

### 1.4.1 Press Fit Condylar (P.F.C.) Sigma AP TKA (DePuy Synthes)

P.F.C. Sigma TKA byla nejčastěji implantovanou protézou kolene v Anglii a Walesu, představovala 34,9 % všech TKA provedených v roce 2006. Byla vyvinutá společností DePuy, skupiny Johnson&Johnson. Implantát P.F.C. Sigma byl představen v roce 1997 a je modifikací osvědčené protézy, která vykazovala přežívání v rozmezí 90–95 % za 10 let. U kolene P.F.C. Sigma byla trochleární rýha prohloubena a přepracována, aby se zvýšila kontaktní plocha mezi patelou a femurem a snížila se smyková síla působící na patelu<sup>19-21</sup>.

Systém P.F.C. Sigma TKA, zejména s použitím AP tibiálních komponent, získal pozornost díky své odolnosti a efektivitě. AP komponenta v systému PFC Sigma, která je cementovaná a fixed-bearing, dosahuje srovnatelných výsledků s tradičními kovově vyztuženými návrhy. Studie často uvádějí vysokou míru přežití a dlouhotrvající funkční výsledky u AP komponent PFC Sigma, které se osvědčují v průběhu času a často vykazují příznivé výsledky i více než deset let po operaci. Tento systém se tak jeví jako spolehlivá volba pro ortopedy zvažující použití AP komponent v náhradě kolenního kloubu, protože nabízí snížené náklady a zjednodušený design při zachování klinické účinnosti<sup>19,20</sup>.

Na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně máme rozsáhlé zkušenosti se systémem P.F.C. Sigma AP, s jeho implantací jsme začali v roce 1999, přičemž zpočátku byl indikován u pacientů starších 75 let. Vzhledem k vynikajícím výsledkům a snadné a rychlé operační technice jsme postupně snižovali věkovou hranici pro jeho použití<sup>21</sup>.

### 1.4.2 Nexgen AP TKA (Zimmer)

Systém Nexgen Complete Knee Solution je široce využíván v oblasti TKA, vyvinutý společností Zimmer Biomet. Jeho přítomnost v národních registrech kloubních náhrad a klinických studiích podtrhuje jeho význam v praxi náhrad kolenního kloubu po

celém světě. Uveden na trh byl koncem 90. let a stal se jedním z nejrozšířenějších a klinicky ověřených systémů totální náhrady kolenního kloubu na světě. Systém nabízí širokou škálu možností, včetně designů s uchováním křížového vazy – cruciate retaining (CR) a se stabilizací zadního zkříženého vazy – posterior stabilized (PS), stejně jako metody fixace pomocí cementu a bez cementu. AP varianta Nexgen je klíčovým cementovaným implantátem systému NexGen Complete Knee Solution<sup>5,22</sup>.

### 1.5 Způsoby hodnocení výsledků TKA

Měření klinických a funkčních výsledků jsou zásadní pro hodnocení kvality TKA u pacientů. Bylo vyvinuto několik hodnotících systémů pro posuzování výsledků TKA. Kromě těchto skórovacích systémů je důležité posoudit ROM a provést radiografické snímkování TKA



**Obrázek 1. Znázornění rentgenového snímku pacienta s TKA AP CR z naší kliniky**

Nejvíce rozšířený je American Knee Society Score (KSS). Skórovací systém KSS z roku 1989 je hodnocen klinikem a skládá se ze dvou částí: Skóre kolene (Knee score – KS) a Funkčního skóre (Function score – FS). KS hodnotí samotný kloub a přiřazuje maximálně 100 bodů na základě ROM (1 bod za každých 5°, maximum 125°), stability (mediální/laterální (15 bodů) a předozadní (10 bodů)) a bolesti (50 bodů), přičemž

jsou odečítány body za extenzní deficit, kontrakturu flexe a nesprávné postavení (pokud je osa nohy  $< 5^\circ$  nebo  $> 10^\circ$  na rentgenovém vyšetření). Maximální skóre 100 bodů představuje dobře zarovnané koleno s  $125^\circ$  pohybu, téměř žádnou předozadní ani mediolaterální nestabilitou a bez bolesti. FS hodnotí vzdálenost chůze (50 bodů) a schopnost vyjít schody (50 bodů) s odečtem bodů za používání pomůcky při chůzi. Pacient, který může chodit neomezeně a nemá problémy s vycházením schodů, dosáhne maximálního FS 100 bodů. V listopadu 2011 publikovala Knee Society svůj nový skórovací systém KSS, který slouží k hodnocení objektivních klinických údajů, ale také očekávání a spokojenosti pacientů a funkce kolene při různých fyzických aktivitách před a po TKA. Přesto původní KSS vytvořený Insallem a kol. zůstává nejpopulárnějším systémem pro většinu ortopedů. Skórovací systém KSS je tedy hybridním nástrojem, který zahrnuje hodnocení klinikem i pacientem hlášené výsledky<sup>23,24</sup>.

Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) je široce používaný nástroj pro hodnocení TKA. Tento dotazník měří klíčové oblasti, které jsou ovlivněny problémy s kolenem: bolest, ztuhlost a fyzická funkce. WOMAC obsahuje 24 otázek, které poskytují komplexní pohled na to, jak problémy s kolenem ovlivňují každodenní život. Sekce bolesti se zaměřuje na nepohodlí při konkrétních aktivitách, jako je chůze, stání nebo používání schodů. Sekce ztuhlosti hodnotí, jak je koleno během dne tuhé, zatímco sekce fyzické funkce se zaměřuje na omezení při aktivitách jako je ohýbání, stoupaní po schodech nebo vstávání ze židle. Skórování dotazníku WOMAC je jednoduché a poskytuje jasný přehled o příznacích pacienta. Pacienti hodnotí každou otázku na stupnici, obvykle od 0 do 4, kde 0 znamená žádné obtíže nebo bolest a 4 označuje extrémní obtíže nebo bolest. Tento výsledek lze sledovat v průběhu času, aby bylo možné zjistit, jak se příznaky mění s léčbou, což je velmi cenné pro pacienty i lékaře při hodnocení pokroku a celkového zlepšení po TKA<sup>25,26</sup>.

Dalšími skórovacími systémy pro hodnocení TKA jsou Hospital for Special Surgery (HSS) skóre, Oxford Knee Score (OKS) a Short Form Health Survey (SF, jako SF-12 nebo SF-36), které se běžně používají k hodnocení výsledků TKA. HSS skóre, vyvinuté Hospital for Special Surgery v roce 1976, je především klinicky spravovaný skórovací systém používaný k hodnocení bolesti kolene, funkce, ROM a síly svalů po TKA. Zaměřuje se na mechanické a funkční aspekty kolenního kloubu poskytující komplexní hodnocení pooperačních výsledků. Skórovací systém se skládá z následujících šesti částí: bolest (30 bodů), funkce (22 bodů), ROM (18 bodů), svalová síla (10 bodů), deformita flexe kolene (10 bodů) a stabilita (10 bodů). OKS je pacientem hlášený nástroj specificky navržený pro pacienty po náhradě kolenního kloubu. Skládá se z 12 otázek týkajících se bolesti a fyzické funkce, což jej činí jednoduchým a zaměřeným na paci-

entovu perspektivu. OKS se běžně používá k hodnocení spokojenosti pacienta a zlepšení v každodenních činnostech po TKA. Dotazník SF, jako je SF-12 nebo SF-36, měří celkovou kvalitu života související se zdravím. Zahrnuje otázky o fyzickém a duševním zdraví, čímž hodnotí celkový dopad TKA na pohodu pacienta. Dotazník SF poskytuje vhled do vlivů náhrady kolene na kvalitu života přesahujících pouze kolenní specifické výsledky. Tyto nástroje společně poskytují komplexní pohled na výsledky TKA, pokrývají jak klinické, tak pacientem hlášené aspekty a zahrnují specifickou funkci kolene, celkové zdraví a kvalitu života<sup>27-29</sup>.

ROM je klíčovým faktorem při hodnocení úspěšnosti a funkčnosti TKA. ROM označuje úhel pohybu, kterého může kloub dosáhnout, a obvykle se měří ve stupních flexe (ohnutí) a extenze (narovnání). Optimální ROM je nezbytný pro vykonávání každodenních činností, jako je chůze, stoupaní po schodech, sezení a vstávání ze židle. Požadovaný ROM po TKA se liší podle potřeb pacienta, ale obecně platí, že 0° (plná extenze) je ideální narovnání kolene, což umožňuje stabilní stání a efektivní chůzi. 90° flexe je nutných k provádění základních aktivit, jako je sezení nebo stoupaní po schodech. 110–120° flexe je považováno za výborné, což umožňuje pokročilejší činnosti jako je vstávání z nízké židle nebo dřep. ROM se obvykle měří pomocí goniometru, jednoduchého nástroje, který určuje úhel flexe a extenze. Ortopedi a fyzioterapeuti často hodnotí ROM během procesu zotavování, aby sledovali pokrok a přizpůsobili rehabilitační cvičení podle potřeby. Dosažení dobrého ROM je nezbytné pro úspěšný výsledek TKA, protože přímo ovlivňuje schopnost pacienta vykonávat každodenní úkony a zlepšuje celkovou kvalitu života.

Hodnocení životnosti implantátů při TKA je zásadní pro stanovení dlouhodobého úspěchu zákroku a pochopení toho, jak dobře implantát funguje v průběhu času. Životnost implantátu se měří tím, jak dlouho zůstává funkční, aniž by bylo nutné provádět revizní operaci. Analýza přežití používá statistické metody k odhadu času do selhání implantátu, obvykle udávané jako procento implantátů, které zůstávají funkční v určitých časových intervalech. Vyšší míra přežití v delších časových úsecích ukazuje na lepší trvanlivost implantátu. Míra revize, tedy procento implantátů, které je nutné vyměnit, je dalším klíčovým ukazatelem. Nižší míra revizí naznačuje lepší přežití implantátu, zatímco vyšší míra revizí může indikovat problémy s konstrukcí implantátu, operační technikou nebo faktory souvisejícími s pacientem. Kumulativní přežití implantátu označuje procento implantátů, které po určitém období od operace stále fungují efektivně. Tento ukazatel je důležitý při hodnocení životnosti a odolnosti lékařských implantátů. Kaplan-Meierova analýza se často používá k výpočtu kumulativních mír přežití. Tento statistický přístup odhaduje pravděpodobnost přežití v čase

a zohledňuje data pacientů, kteří byli ztraceni při sledování (cenzurovaná data). Události selhání jsou obvykle definovány jako revizní operace nebo selhání implantátu. Každá taková událost snižuje míru přežití. Procento přežití se počítá v konkrétních intervalech po 1, 5, 10, 15 letech. Vysoké míry přežití ukazují na odolné implantáty. Míry přežití mohou být srovnávány mezi různými typy implantátů nebo demografickými skupinami pacientů<sup>30</sup>.

Identifikací a pochopením příčin selhání TKA mohou ortopedi podniknout kroky k prevenci podobných problémů u budoucích pacientů. Rozpoznání vzorců selhání, jako jsou běžné komplikace, například aseptické uvolnění, infekce nebo nesprávné umístění implantátu, umožňuje operátorům zdokonalit své techniky a učinit rozhodnutí volby implantátů. Pochopením příčin selhání TKA může vést k menšímu počtu komplikací, delší životnosti implantátů a lepší kvalitě života pacientů podstupujících TKA. Údaje o příčinách selhání poskytují cennou zpětnou vazbu i pro výrobce implantátů a výzkumníky, kteří na jejich základě mohou navrhovat odolnější a stabilnější implantáty, které budou vyhovovat širším potřebám pacientů.

## 2 Review literature

Zpočátku se u TKA používaly AP tibiální komponenty s dobrými výsledky. Kromě klinických výhod se vyznačovaly i nízkou pořizovací cenou. Přestože byly AP komponenty zpočátku populární, koncem 70. a začátkem 80. let 20. století se objevily určité nevýhody. U AP tibiálních komponent bylo pozorováno zvýšené opotřebenění polyethylenu, zejména v mediální části, což bylo výraznější v případech varózního špatného postavení kolene. Tyto problémy vedly k poklesu jejich používání během 90. let a dnes tvoří AP komponenty pouze 1 % všech TKA celosvětově<sup>5-7</sup>.

V současnosti je téma TKA s AP tibiálními komponentami opět aktuální díky jejich ekonomické výhodnosti a technologickému pokroku, který zlepšil odolnost vůči opotřebenění. AP komponenty jsou cenově dostupnější než MB varianty, což je přínosné jak pro systémy zdravotní péče s omezenými zdroji, tak i pro rozvojové země. Novější studie navíc ukazují, že tyto komponenty vykazují nižší míru komplikací a nižší potřebu reoperací. Přesto se však používají omezeně, což vyvolává otázky ohledně jejich širšího využití a dlouhodobé účinnosti. Současný výzkum se proto zaměřuje na jejich potenciál konkurovat moderním MB implantátům.

Cílem této systematické přehledové studie je zhodnotit klinické výsledky, přežití implantátů, míru reoperací, výskyt komplikací a ekonomické aspekty AP tibiálních komponent u pacientů, kteří podstoupili náhradu kolenního kloubu a případně je srovnat s MB komponentami.

### 2.1 Metodika

Byla provedena přehledová studie literatury s cílem identifikovat a analyzovat relevantní publikace na téma AP tibiálních komponent u TKA. Komplexní průzkum byl proveden v databázích PubMed, Medline a Google Scholar za použití kombinací klíčových slov, jako jsou „knee“, „arthroplasty“, a „all-polyethylene“. Průzkum zahrnoval období od roku 2005 až do roku 2024.

### 2.1.1 Kritéria

K zařazení do přehledu musely být články publikovány v recenzovaném časopise. Dále byly články hodnoceny z hlediska relevance s důrazem na klinické výsledky (např. ROM, přežití implantátů, výskyt komplikací) nebo ekonomické aspekty AP implantátů. S ohledem na jazykové schopnosti autora byly zahrnuty články publikované v angličtině a češtině.

Kritéria pro zařazení:

1. Všechny studie s úrovní důkazu I-III, které popisují výsledky primární totální náhrady kolenního kloubu (TKA) s použitím AP TKA.
2. Studie s minimální dobou sledování jeden rok.
3. Studie, které byly publikovány jako kompletní rukopisy s dostupnými daty v angličtině.
4. Studie, které mají jasně definovaná výstupní kritéria s daty prezentovanými nebo převoditelnými na průměrné a standardní odchylky.

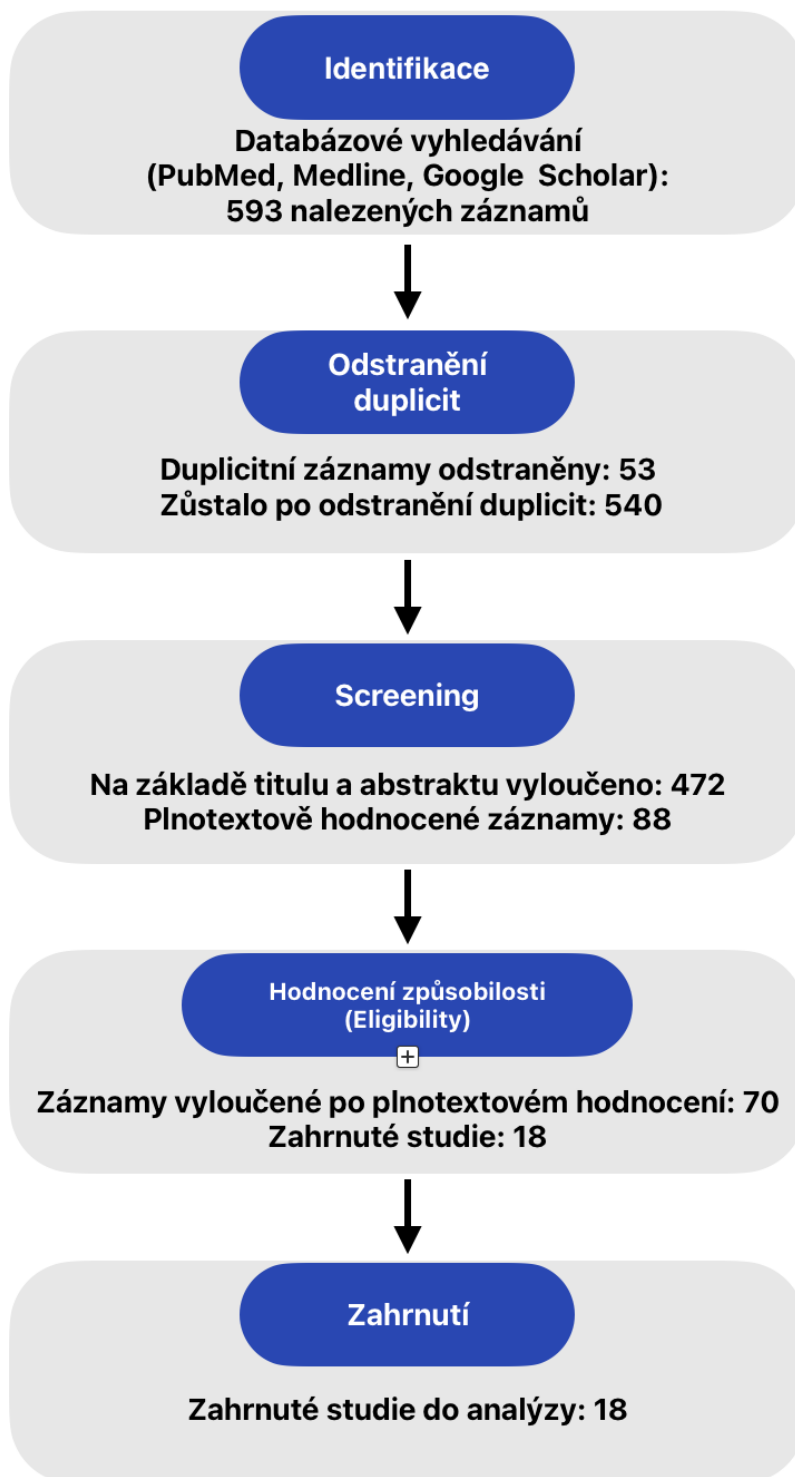
Kritéria pro vyloučení

1. Case reports nebo case series a zprávy.
2. Preklinické nebo zvířecí studie.
3. Studie s nekompletními nebo neextrahovatelnými daty.
4. Studie publikované v jiných jazycích než anglicky.

### 2.1.2 Výběrový proces

Po počátečním výběru 593 studií byly na základě kritérií relevance a kvalitativního hodnocení postupně vyřazeny studie nesplňující stanovené požadavky. Výsledkem tohoto procesu bylo zahrnutí 18 studií, které splňovaly všechna kritéria pro další analýzu a přehled.

## PRISMA FLOWCHART



Obrázek 2. Prisma flowchart výběrového procesu



### 2.1.3 Postup hodnocení

Všechny identifikované články byly nejprve prověřeny pro splnění kritérií relevance a poté analyzovány. Články byly zařazeny do přehledu na základě zkoumaného faktoru, což usnadnilo strukturované porovnání a interpretaci výsledků. Tabulka obsahuje informace o zahrnutých studiích zabývajících se problematikou AP TKA.

**Tabulka 1 Přehled zahrnutých studií**

Autory	Rok	Název	Časopis	DOI	Level of Evidence
Abdel et al. <sup>31</sup>	2018	A randomized controlled trial of fixed- versus mobile-bearing total knee arthroplasty	Journal of Bone and Joint Surgery	10.1302/0301-620X.100B7.BJJ-2017-1473.R1	Randomized controlled trial (Level I)
Bettinson et al. <sup>32</sup>	2009	All-Polyethylene Compared with Metal-Backed Tibial Components in Total Knee Arthroplasty at Ten Years	Journal of Arthroplasty	10.2106/JBJS.G.01427	Prospective comparative study (Level II)
Cheng et al. <sup>33</sup>	2011	Metal-backed versus all-polyethylene tibial components in primary total knee arthroplasty	Journal of Arthroplasty	10.3109/17453674.2011.618913	Meta-analysis (Level I)
Doran et al. <sup>7</sup>	2015	The Role of All-Polyethylene Tibial Components in Modern TKA	Journal of Bone and Joint Surgery	10.1055/s-0035-1551832	Retrospective cohort study (Level IV)
Gioe et al. <sup>34</sup>	2007	All-Polyethylene and Metal-Backed Tibial Components Have Similar Outcomes at 10 Years	Clinical Orthopaedics and Related Research	10.1097/01.blo.0000238863.69486.97	Randomized controlled trial (Level I)
Gudnason et al. <sup>35</sup>	2014	All-Polyethylene Versus Metal-Backed Tibial Components: An Analysis of 27,733 TKAs from	Journal of Bone and Joint Surgery	10.2106/JBJS.M.00373	Register-based cohort study (Level III)

		the Swedish Knee Arthroplasty Register			
Hamersveld et al. <sup>36</sup>	2018	Migration of All-Polyethylene Compared with Metal-Backed Tibial Components in Cemented TKA: A Randomized Controlled Trial	Acta Orthopaedica	10.1080/17453674.2018.1464317	Randomized controlled trial (Level I)
Hasan et al. <sup>37</sup>	2019	All-Polyethylene vs. Metal-Backed Posterior Stabilized TKA: 2-Year Results of a Randomized Radiostereometric Analysis	Acta Orthopaedica	10.1080/17453674.2019.1668602	Randomized controlled trial (Level I)
Hyldahl et al. <sup>38</sup>	2005	All-Polyethylene vs. Metal-Backed Tibial Components in TKA: A Randomized RSA Study	Acta Orthopaedica	10.1080/17453670510045354	Randomized RSA study (Level I)
Longo et al. <sup>39</sup>	2017	All-polyethylene versus metal-backed tibial component in total knee arthroplasty	Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy	10.1007/s00167-016-4168-0	Systematic review (Level III)
Mohan et al. <sup>40</sup>	2013	Monoblock All-Polyethylene Tibial Components Have Lower Early Revision Risk	Acta Orthopaedica	10.3109/17453674.2013.862459	Registry-based cohort study (Level II)
Muller et al. <sup>41</sup>	2006	Should We Reconsider All-Polyethylene Tibial Implants in TKR?	Journal of Bone and Joint Surgery	10.1302/0301-620X.88B12.17695	Randomized controlled trial (Level I)
Murray et al. <sup>42</sup>	2014	A randomised controlled trial of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of different knee prostheses: the Knee Arthroplasty Trial	Health Technology Assessment	10.3310/hta18190	Randomized controlled trial (Level I)

		(KAT)			
Nouta et al. <sup>43</sup>	2012	All-Polyethylene Tibial Components Are Equal to Metal-Backed Components: Systematic Review and Meta-Regression	Clinical Orthopaedics and Related Research	10.1007/s11999-012-2582-2	Meta-analysis (Level I)
Shen et al. <sup>44</sup>	2009	Survivorship Comparison of All-Polyethylene and Metal-Backed Tibial Components in Cruciate-Substituting TKA—Chinese Experience	International Orthopaedics	10.1007/s00264-008-0634-8	Cohort study (Level III)
Toman et al. <sup>45</sup>	2011	All-Polyethylene and Metal-Backed Tibial Components Are Equivalent with BMI of Less Than 37.5	Clinical Orthopaedics and Related Research	10.1007/s11999-011-2124-3	Retrospective cohort study (Level III)
Voigt et al. <sup>46</sup>	2011	Cemented All-Polyethylene and Metal-Backed Polyethylene Tibial Components Used for Primary Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials Involving 1798 Primary Total Knee Implants.	Journal of Bone and Joint Surgery	10.2106/JBJS.J.01303	Meta-analysis (Level I)
Yassin et al. <sup>47</sup>	2015	All-polyethylene tibial components are not inferior to metal-backed tibial components in long-term follow-up of knee arthroplasties.	European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology	10.1007/s00590-015-1645-y	Retrospective cohort study (Level III)

## 2.2 Přežití Implantátů

Na základě zahrnutých studií vykazují AP tibialní komponenty v náhradách kolenního kloubu srovnatelné přežití s MB komponentami.

### 2.2.1 Střednědobé přežití implantátů (3-9 let)

- Longo et al. (2017)

Longo et al. ve své 6-leté studii zjistili, že míra přežití AP komponent byla 98 %, zatímco MB komponenty měly míru přežití 98,1 %. Výsledky ukazují, že oba typy komponent jsou srovnatelné z hlediska přežití.

- Mohan et al. (2013)

Mohan et al. sledovali tříletou míru přežití AP komponent (99 %) a MB komponent (98 %). Studie ukázala, že AP komponenty mají nízkou míru revizí, což je srovnatelné s MB komponentami, zejména u mladších pacientů.

- Toman et al. (2011)

Toman et al. sledovali pacienty s různými BMI po dobu šesti let a zjistili, že míra přežití AP komponent byla 99 %, zatímco u MB komponent dosáhla 97 %. Studie podporuje použití AP komponenty u pacientů s nižším BMI.

- Shen et al. (2009)

Shen et al. sledovali pacienty v Číně po dobu 5,9 let. AP komponenty dosáhly míry přežití 93,55 %, zatímco MB komponenty měly míru přežití 93,75 %. Studie podporuje užití AP komponenty jako cenově dostupnou volbu pro rozvojové země.

- Bettinson et al. (2009)

Bettinson et al. provedli pětileté až osmileté sledování, při kterém AP komponenty dosáhly míry přežití 94,5 % a MB komponenty 96 %. Studie ukazuje, že MB komponenty mohou mít o něco vyšší míru přežití v střednědobém časovém horizontu.

## 2.2.2 Dlouhodobé přežití implantátů (>10 let)

- Abdel et al. (2018)

V desetileté studii Abdel et al. byla míra přežití AP komponent 94,7 % oproti 97,3 % u MB komponent. Výsledky naznačují, že MB komponenty mohou mít v dlouhodobém horizontu mírně vyšší míru přežití.

- Gioe et al. (2007)

Gioe et al. sledovali pacienty po dobu deseti let a zjistili míru přežití AP komponent 91,6 %, zatímco MB komponenty měly míru přežití 88,9 %. Tato studie ukazuje, že AP komponenty mohou dosahovat i vyššího dlouhodobého přežití ve srovnání s MB komponentami.

- Gudnason et al. (2014)

Desetileté sledování ve studii Gudnason et al. ukázalo míru přežití AP komponent 97,2 % a MB komponent 96,6 %. Výsledky podporují AP komponenty jako ekonomicky efektivní volbu s vysokou a srovnatelnou mírou přežití.

- Murray et al. (2014)

V rámci Knee Arthroplasty trial (KAT) dosáhly AP komponenty po deseti letech míry přežití 97 %, zatímco MB komponenty měly 99 %. Studie naznačuje, že MB komponenty mohou být lepší volbou pro pacienty.

- Nouta et al. (2012)

Studie Nouta et al. zahrnovala více než 12 500 pacientů s desetiletým sledováním, kde AP komponenty dosáhly míry přežití 97,5 %, zatímco MB komponenty měly míru přežití 97,3 %.

- Yassin et al. (2015)

V desetiletém sledování dosáhly AP komponenty míry přežití 96 %, zatímco MB komponenty vykazovaly 94 %. AP komponenta je považována za nákladově efektivní variantou s vyšším dlouhodobým přežitím.

Tabulka 2 Přehled dat o přežití AP a MB zahrnutých studií

Studie	Doba sledování	Míra přežití AP	Míra přežití MB
Abdel et al.	10 let	94.7 %	97.3 %
Bettinson et al.	5-8 let	94.5 %	96 %
Cheng et al.	5 let	Nespecifikováno, podobná	Nespecifikováno, podobná
Doran et al.	5 let	Nespecifikováno, podobná	Nespecifikováno, podobná
Gioe et al.	10 let	91.6 %	88.9 %
Gudnason et al.	10 let	97.2 %	96.6 %
Hamersveld et al.	2 roky	N/A	N/A
Hasan et al.	2 roky	N/A	N/A
Hyldahl et al.	2 roky	N/A	N/A
Longo et al.	6 let	98 %	98.1 %
Mohan et al.	3 roky	99 %	98 %
Muller et al.	2 roky	N/A	N/A
Murray et al.	10 let	97 %	99 %
Nouta et al.	10 let	97.5 %	97.3 %

Shen et al.	5.9 let	93.5 %	93.7 %
Toman et al.	6 roky	99 %	97 %
Voigt et al.	8 let	N/A	N/A
Yassin et al.	10 let	96 %	94 %

Tabulka obsahuje údaje o přežití AP a MB tibialních komponent. Většina studií ukazuje podobnou míru přežití obou typů komponent s drobnými rozdíly ve prospěch jedné nebo druhé komponenty, které však nejsou statisticky významné.

Celkově lze říci, že AP tibialní komponenty vykazují srovnatelnou nebo dokonce lepší míru přežití než MB komponenty v dlouhodobém horizontu, zejména u pacientů s nízkými fyzickými nároky a u starších pacientů.

## 2.3 Klinické výsledky a rozsah pohybu

### 2.3.1 Klinické Výsledky (KSS, WOMAC, HSS, OKS, SF)

Klinické výsledky a ROM po TKA jsou klíčové ukazatele úspěšnosti operace a kvality života pacientů. Mezi hlavní nástroje používané k hodnocení těchto výsledků patří škály, které měří bolest, funkční schopnosti a celkovou kvalitu života.

KSS je široce využívaný systém, který hodnotí bolest a funkci kolene po operaci. Skládá se ze dvou částí: první hodnotí samotný kloub (bolest, stabilita, ROM), zatímco druhá se zaměřuje na funkční schopnosti pacienta, jako je chůze a pohyb po schodech. KSS poskytuje celkový obraz o klinickém stavu pacienta po TKA.

WOMAC se používá k hodnocení pacientů s osteoartrózou a zaměřuje se na tři oblasti: bolest, ztuhlost a funkční omezení při běžných denních činnostech. Je oblíbený pro svou schopnost sledovat dlouhodobé změny v kvalitě života pacienta po TKA.

Dalším klíčovým hodnotícím nástrojem je SF, který měří celkovou fyzickou a psychickou kvalitu života pacientů. Tato škála se využívá nejen k hodnocení výsledků po operaci, ale i k celkovému posouzení celkového zdraví pacienta.

HSS, KSS a OKS jsou další systémy, které se zaměřují na hodnocení bolesti a funkce kolene. HSS skóre měří aspekty, jako je bolest, ROM a svalová síla, zatímco OKS je jednodušší nástroj zaměřený na pacientovu schopnost vykonávat běžné denní činnosti bez bolesti.

- Abdel et al. (2018): Tato studie uvádí průměrné hodnoty KSS 89,5 pro AP komponenty a 82,3 pro MB komponenty. Studie naznačuje mírně vyšší skóre pro AP komponenty.
- Gioe et al. (2007): Klinické skóre KSS bylo 83,6 u AP komponent a 81,9 u MB komponent. Rozdíly jsou minimální ve prospěch AP, což naznačuje, že oba typy komponent poskytují srovnatelné klinické výsledky z hlediska bolesti a funkce.
- Longo et al. (2017): Tato studie uvádí průměrné skóre KSS 82,4 pro AP komponenty a 81,3 pro MB komponenty. Přestože rozdíly nejsou statisticky významné, výsledky mírně favorizují AP komponenty. Tento fakt podporuje závěr, že oba typy tibiálních komponent mohou dosahovat srovnatelných klinických výsledků, což potvrzuje jejich vzájemnou zaměnitelnost v závislosti na indikacích a preferencích lékaře či pacienta.
- Muller et al. (2006): Výsledky této studie zahrnují SF-12 (35 vs. 33) a OKS (34 vs. 34) pro AP a MB komponenty. Hodnoty jsou velmi podobné, což naznačuje srovnatelné celkové zdraví a spokojenost pacientů s operací.
- Murray et al. (2014): Studie hodnotí SF-12 (49,9 vs. 48,1) a OKS (32,1 vs. 32,5) pro AP a MB komponenty, přičemž rozdíly mezi těmito hodnotami jsou minimální. To naznačuje, že oba typy komponent vedou ke srovnatelným klinickým výsledkům.
- Nouta et al. (2012): Klinická skóre KSS (85 vs. 84) a HSS (87 vs. 85) jsou u obou typů komponent téměř identická. Tato zjištění potvrzují, že AP i MB komponenty poskytují srovnatelnou úroveň funkčního zlepšení a míru úlevy od bolesti po operaci.
- Shen et al. (2009): Tato studie uvádí HSS 85,48 pro AP komponenty a 85,57 pro MB komponenty, což ukazuje na srovnatelnou funkčnost obou typů komponent u čínských pacientů.
- Voigt et al. (2011): Výsledky prezentují podobné skóre KSS a WOMAC pro oba typy komponent, což opět potvrzuje srovnatelné klinické výsledky.
- Yassin et al. (2015): KSS bylo 72 pro AP komponenty a 75 pro MB komponenty, což naznačuje nepatrný rozdíl ve prospěch MB komponent, ale stále v rámci přijatelného rozmezí.



### 2.3.2 Rozsah pohybu (ROM)

Kromě klinických výsledků je klíčovým faktorem také ROM. Zlepšení ROM po operaci je jedním z hlavních cílů operace a rehabilitace. Normální ROM v kolenu se pohybuje mezi 0 a 130 stupni. Pacienti po TKA obvykle dosahují významného zlepšení oproti předoperačnímu stavu.

- Abdel et al. (2018): ROM byl 110 stupňů pro oba typy komponent.
- Gioe et al. (2007): ROM byl také 110 stupňů pro AP i MB komponenty.
- Longo et al. (2017): ROM činil 104,5 stupně pro AP komponenty a 104,6 stupně pro MB komponenty. Tyto téměř identické hodnoty ukazují, že typ tibialní komponenty neovlivňuje významně ROM.
- Nouta et al. (2012): ROM byl 106 stupňů pro oba typy komponent.
- Shen et al. (2009): ROM dosáhl 102,24 stupně pro AP komponenty a 102,67 stupně pro MB komponenty, což jsou opět srovnatelné hodnoty bez významného rozdílu.
- Yassin et al. (2015): ROM byl 90 stupňů pro oba typy komponent, což potvrzuje, že oba typy komponent vedou k podobnému ROM i po delším sledování.

**Tabulka 3 Přehled klinických výsledků a ROM pro AP a MB zahrnutých studií**

Autory	Klinické Výsledky (KSS, WOMAC, SF,HSS, OKS)	ROM
Abdel et al.	KSS: 89.5 vs 82.3	110° vs 110°
Bettinson et al.	N/A	N/A
Cheng et al.	Nespecifikováno, podobná	Nespecifikováno, podobná
Doran et al.	Nespecifikováno, podobná	Nespecifikováno, podobná
Gioe et al.	KSS: 83.6 vs 81.9	110° vs 110°
Gudnason et al.	N/A	N/A
Hamersveld et al.	Nespecifikováno, podobná	Nespecifikováno, podobná
Hasan et al.	Nespecifikováno, podobná	N/A

Hyldahl et al.	HSS: 88 vs 88	N/A
Longo et al.	KSS: 82.4 vs 81.3	104.5° vs 104.6°
Mohan et al.	N/A	N/A
Muller et al.	SF-12: 35 vs 33 OKS: 34 vs 34	Nespecifikováno, podobná
Murray et al.	SF-12: 49.9 vs 48.1 OKS: 32.1 vs 32.5	Nespecifikováno, podobná
Nouta et al.	KSS: 85 vs 84 HSS: 87 vs 85	106° vs 106°
Shen et al.	HSS: 85.48 vs 85.57	102.24° vs 102.67°
Toman et al.	N/A	N/A
Voigt et al.	KSS: podobná WOMAC: podobná	N/A
Yassin et al.	KSS: 72 vs 75	90° vs 90°

Tabulka obsahuje srovnání klinických výsledků a ROM mezi AP a MB tibialními komponentami. Ve většině studií jsou klinická skóre (např. KSS, HSS, OKS) mezi AP a MB komponentami srovnatelná s drobnými odchylkami, které nejsou statisticky významné. Pooperační ROM je také obdobný pro oba typy implantátu, což ukazuje, že typ komponenty nemá zásadní vliv na ROM kloubu.

Na základě dostupných údajů lze konstatovat, že klinické výsledky a ROM u AP a MB tibialních komponent jsou velmi podobné. Většina studií uvádí srovnatelné klinické skóre pro oba typy komponent, přičemž rozdíly jsou minimální a často nevýznamné. ROM je ve většině studií na podobné úrovni pro AP i MB komponenty, což potvrzuje, že typ komponenty neovlivňuje významně dosažený ROM.

## 2.4 Důvody selhání a míra komplikací

### 2.4.1 Riziko aseptického uvolnění

Aseptické uvolnění znamená uvolnění implantátu bez přítomnosti infekce, obvykle v důsledku mechanických problémů nebo opotřebení.

Závěry sledovaných studií:

- Abdel et al. (2018): Míra aseptického uvolnění je u AP i MB komponent stejná, s hodnotou 0,6 % pro oba typy.
- Gioe et al. (2007): AP komponenty vykazaly nižší míru aseptického uvolnění (0 %) ve srovnání s MB komponentami (5,7 %), což naznačuje potenciální výhodu AP komponent v prevenci mechanických komplikací.
- Gudnason et al. (2014) a Longo et al. (2015): Obě studie hlásí mírně vyšší míru aseptického uvolnění u MB komponent, ale rozdíly nejsou statisticky významné.
- Mohan et al. (2013): Studie zjistila až o 49 % nižší riziko aseptického uvolnění u AP komponent ve srovnání s MB komponentami.

Celkově většina studií naznačuje, že riziko aseptického uvolnění je u AP komponent buď srovnatelné s MB komponentami, nebo mírně nižší, což může být důležité pro pacienty s nízkou až střední fyzickou aktivitou.

### 2.4.2 Riziko infekcí

Infekce po náhradě kolenního kloubu je závažnou komplikací a často vede k revizi implantátu. Ačkoliv je její výskyt ovlivněn velkým množstvím ostatních faktorů, může být ovlivněn i výběrem vhodného implantátu.

Závěry sledovaných studií:

- Abdel et al. (2018): U AP komponent nebyly zaznamenány žádné infekce, zatímco u MB komponent se vyskytla infekce v 0,6 % případů.
- Bettinson et al. (2009) a Gudnason et al. (2014): Obě studie hlásí nižší míru infekce u MB komponent, ale rozdíly jsou malé a nejsou statisticky významné.
- Shen et al. (2009): U AP komponent byla míra infekce 2,9 %, což bylo vyšší než u některých jiných studií, ale vzorek byl malý a mohl být ovlivněn specifickými faktory pacientů.

- Yassin et al. (2015): U této studie nebyly u AP komponent zaznamenány žádné infekce, zatímco u MB komponent byla míra infekce 1 %.

Z analýzy vyplývá, že rozdíly v míře infekce mezi AP a MB komponentami nejsou konzistentní napříč všemi studiemi, ale obecně se zdá, že riziko infekce je nízké pro oba typy komponent.

### 2.4.3 Míra opotřebení

Opotřebení tibiální komponenty může vést k tvorbě částic, které mohou způsobit osteolýzu nebo zánětlivou reakci. Některé studie uvádějí, že AP komponenty vykazují nižší míru opotřebení. Výhodou AP komponent je absence kovových spojů, které mohou vést k vyššímu opotřebení polyethylenu u MB komponenty, tzv. „backside wear“.

- Doran et al. (2015) a Hasan et al. (2019): Obě studie uvádějí nižší opotřebení polyethylenu u AP komponent ve srovnání s MB komponentami.
- Longo et al. (2015): Tato studie zjistila, že AP komponenty vykazují srovnatelné opotřebení s MB komponentami. Rozdíl byl pouze 0.15% ve prospěch AP komponent.
- Murray et al. (2014): U AP komponent bylo pozorováno menší opotřebení v dlouhodobém horizontu.

Výsledky naznačují, že AP komponenty mohou mít výhodu v nižší míře opotřebení, což může být důležité pro prevenci komplikací souvisejících s uvolněním implantátu a osteolýzou.

**Tabulka 4 Přehled komplikací vedoucích k reoperaci AP a MB zahrnutých studií**

Studie	Míra aseptického uvolnění (%)	Míra infekce (%)	Míra opotřebení (%)
Abdel et al.	0.6 % vs 0.6 %	0 % vs 0.6 %	N/A
Bettinson et al.	3.2 % vs 3 %	2.6 % vs 0.6 %	N/A
Cheng et al.	Srovnatelná	0.35 % vs 0.3 %	Srovnatelná

Doran et al.	Srovnatelná	Srovnatelná	Nižší u AP
Gioe et al.	0 % vs 5.7 %	1.9 % vs 1.9 %	N/A
Gudnason et al.	2.4 % vs 1.9 %	1 % vs 0.9 %	Srovnatelná
Hamersveld et al.	N/A	N/A	N/A
Hasan et al.	0.8 %	N/A	Nižší u AP
Longo et al.	2 % vs 1.85 %	N/A	Nižší u AP
Hyldahl et al.	N/A	N/A	Srovnatelná
Mohan et al.	49% nižší u AP	0%	Nižší u AP
Muller et al.	Srovnatelná	N/A	Srovnatelná
Murray et al.	Srovnatelná	Srovnatelná	Nižší u AP
Nouta et al.	Srovnatelná	Srovnatelná	N/A
Shen et al.	0 %	2.9 % u AP	N/A
Toman et al.	0 % vs 2 %	0 % vs 2 %	N/A
Voigt et al.	Srovnatelná	N/A	Srovnatelná
Yassin et al.	0.5 % vs 1 %	0 % vs 0 %	N/A

Tabulka porovnává míru nejčastějších komplikací u AP a MB tibialních komponent. Na základě těchto studií lze konstatovat že AP komponenty mají srovnatelnou nebo nižší míru aseptického uvolnění ve srovnání s MB komponentami. Míra infekce je

u obou typů komponent nízká a rozdíly mezi AP a MB komponentami jsou zanedbatelné. AP komponenty vykazují obecně nižší míru opotřebení než MB komponenty, což může být například důležité pro dlouhodobou stabilitu implantátu. Výsledky těchto studií naznačují, že AP tibiální komponenty jsou z hlediska rizik aseptického uvolnění, infekcí a opotřebení přinejmenším srovnatelné, ne-li výhodnější než MB tibiální komponenty.

## 2.5 Ekonomické aspekty implantátu

Obecně literatura uvádí, že AP tibiální komponenty jsou ve srovnání s MB komponentami levnější zhruba o 15–30 % na jednotku. Tento rozdíl závisí na konkrétním zdravotním systému a geografické oblasti. AP komponenty jsou konstrukčně jednodušší, protože nepoužívají kovový základ. Tím dochází k nižším výrobním nákladům, což se promítá do nižší ceny implantátu. AP nevyžaduje různé náhradní díly a zamykací mechanismy, což snižuje náklady na skladování a logistiku ve zdravotnických zařízeních. AP mají obecně nízkou míru revizí v některých populacích pacientů, například u starších pacientů nebo pacientů s nižšími fyzickými nároky, což přispívá k dlouhodobým finančním úsporám.

Murray et al. provedli ekonomickou analýzu porovnávající AP a MB tibiální komponenty, která ukázala, že AP implantáty jsou méně nákladné než MB, avšak s nižší účinností měřenou v quality-adjusted life years (QALY). Podle britského zdravotního systému NHS AP komponenty ušetří přibližně 10 liber na pacienta, avšak snižují QALY o 0,293. Na základě těchto desetiletých dat doporučuje studie MB komponenty jako efektivnější volbu z hlediska poměru nákladů a přínosů (cost-effectiveness).

Na druhé straně Yassin et al. zdůrazňují, že AP komponenty přinášejí významné úspory na úrovni nemocnic díky jednodušší logistice (AP implantáty nevyžadují rozsáhlé zásoby náhradních dílů) a nižším výrobním nákladům. Studie uvádí, že AP implantáty snižují náklady o přibližně 30 % ve srovnání s MB, přičemž zachovávají minimálně stejnou efektivitu. Podobně Toman et al. zmiňují, že AP komponenty jsou nákladově výhodnější než MB, zejména pro pacienty s BMI pod 37,5. Studie zjistila, že použití AP implantátů může přispět ke snížení celkových nákladů na primární TKA operace. Konkrétně Toman et al. odhadují úsporu 300–729 amerických dolarů na operaci ve srovnání s MB, což potvrzují i dřívější studie. Gioe et al. například uvádějí finanční úsporu 675–729 USD na pacienta.

Celkově výsledky ukazují, že AP tibiální komponenty představují ekonomicky výhodnou alternativu s minimálním kompromisem v klinické účinnosti, což je zvláště důležité v prostředí s omezenými rozpočty nebo u pacientů s nižšími nároky na fyzickou aktivitu.

Vzhledem k tomu, že náhrady kolenních kloubů patří mezi nejčastější ortopedické zákroky, celkové náklady na implantáty jsou pro nemocnice významnou položkou. Nižší pořizovací cena AP kloubních náhrad znamená významnou úsporu pro nemocnice, což může ulevit finančnímu tlaku na veřejné zdravotní systémy a pojišťovny. Nižší náklady na AP umožňují zdravotnickým zařízením poskytovat více operací v rámci omezeného rozpočtu. V praxi to znamená, že více pacientů může mít přístup k náhradě kolenního kloubu, což zkracuje čekací doby a rozšiřuje dostupnost péče.

Se stárnutím populace a s nárůstem potřeby náhrad kolenních kloubů je udržitelná péče stále důležitější. Nižší cena AP pomáhá zvládat rostoucí poptávku, což podporuje dlouhodobou finanční stabilitu zdravotnických systémů. V systémech, kde nemocnice nebo zdravotnické organizace hospodaří s omezenými rozpočty, mohou levnější AP komponenty přinést významné úspory. Snížené náklady umožňují lepší alokaci prostředků a případné investice do jiných oblastí zdravotní péče.

## 3 Naše klinické výsledky

### 3.1 Soubor pacientů a metodika

Pro zhodnocení výsledků AP komponent na naší klinice jsme provedli komplexní analýzu, zaměřenou na implantáty P.F.C. Sigma a Nexgen typu CR. Hodnotili jsme věkovou distribuci pacientů, dlouhodobé přežití implantátů, funkční výsledky podle KSS a ROM. Dále jsme se zabývali vlivem implantace AP tibiálních komponent na periprotetickou kostní tkáň pomocí deformačně-napěťové analýzy.

Na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně máme s implantací totální náhrady kolenního kloubu s AP tibiální komponentou dlouholeté zkušenosti. Implantace P.F.C. Sigma AP jsme zahájili již v roce 1999, původně u pacientů nad 75 let. Díky vynikajícím výsledkům a jednoduché, rychlé operační technice jsme postupně tuto věkovou hranici snížili. V letech 1999–2010 jsme implantovali celkem 911 totálních náhrad kolenního kloubu typu P.F.C. Sigma s AP tibiální komponentou, přičemž dlouhodobé sledování absolvovalo 323 pacientů.

Dále bylo od ledna 2005 do května 2021 provedeno 410 totálních náhrad kolenního kloubu s využitím implantátů NexGen CR AP. U těchto pacientů jsme zhodnotili přežití implantátů a důvody selhání. Dlouhodobého sledování se účastnilo 175 pacientů, u nichž jsme hodnotili funkční výsledky.

**Tabulka 5 Charakteristika souboru dlouhodobě sledovaných pacientů s AP TKA na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně**

	<b>Celkem</b>	<b>P.F.C.</b>	<b>Nexgen</b>
<b>Počet (n)</b>	498	323	175
<b>Pohlaví (n)</b>			
<b>Ženy</b>	316	215	101
<b>Muži</b>	182	108	74
<b>Věk (roky)</b>	72.74	71,3	75.4
<b>Follow-up (roky)</b>	10.41	12.8	6.01

#### 3.1.1 Zhodnocení souboru

Výsledky jsme zhodnotili na základě klinického vyšetření a dotazníkového šetření pomocí skórovacího systému KSS. Pravidelné kontroly probíhaly 6 týdnů po operaci, následně po 3 a 6 měsících a po 1 roce. Další kontroly probíhají každé 2 roky. Míru



přežití implantátu jsme stanovili pomocí Kaplan-Meierovy kumulativní křivky. Jako selhání považujeme explantaci tibiální komponenty.

### 3.1.2 Operační technika

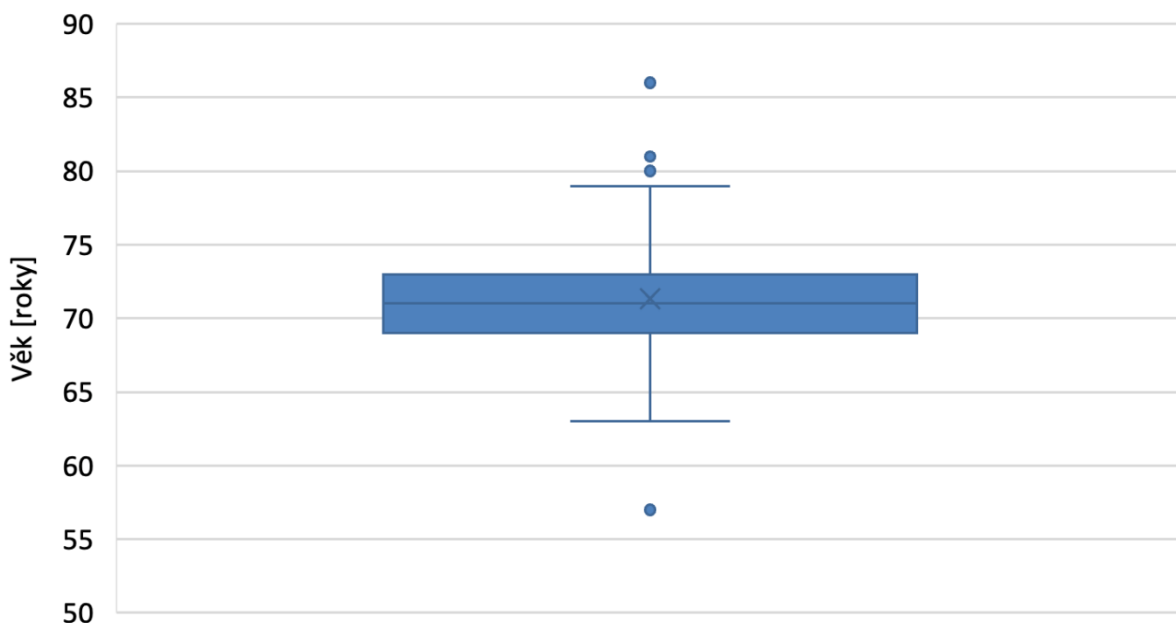
Ve všech případech byla použita stejná chirurgická technika jako u standardní implantace TKA CR, která se běžně provádí na naší klinice. Všichni pacienti byli operováni v bezkrevném poli. Ke kolennímu kloubu byl zvolen standardní mediální parapatelární přístup. K dosažení osového postavení byla využita technika mechanical alignment. Kostní cement byl aplikován na resekovaný povrch tibie a femuru, stejně jako na samotný implantát. Česka byla ošetřena cheilektomií a denervací bez primární náhrady česky. K operaci bylo použito odpovídající instrumentarium; pro femorální komponentu byl použit intramedulární cílicí nástroj, zatímco pro resekci tibie byl použit extramedulární zaměřovač. Prevence tromboembolické nemoci byla zajištěna miniheparinizací během 4–5 perioperačních dnů, po které byli pacienti převedeni na perorální antikoagulační léčbu na minimálně 2 týdny. Pacienti byli také chráněni standardní antibiotickou profylaxí na 24 hodiny pooperačně.

### 3.1.3 Věková distribuce pacientů při implantaci

Graf zobrazuje věkovou distribuci pacientů při implantaci P.F.C. AP CR formou krabicového grafu. Většina pacientů, znázorněná v interkvartilovém rozpětí, se nachází ve věkové skupině přibližně 68 až 74 let. Medián věku je 71 let, což znamená, že polovina pacientů byla mladší a polovina starší tohoto věku. Průměrný věk při implantaci činil 71.3 let.

Celkové věkové rozmezí je širší – nejmladší pacient měl při implantaci 57 let a nejstarší 87 let. Graf tak naznačuje, že většina pacientů při implantaci P.F.C. AP CR byla kolem věku 71 let (medián), s menším počtem pacientů mimo toto rozmezí.

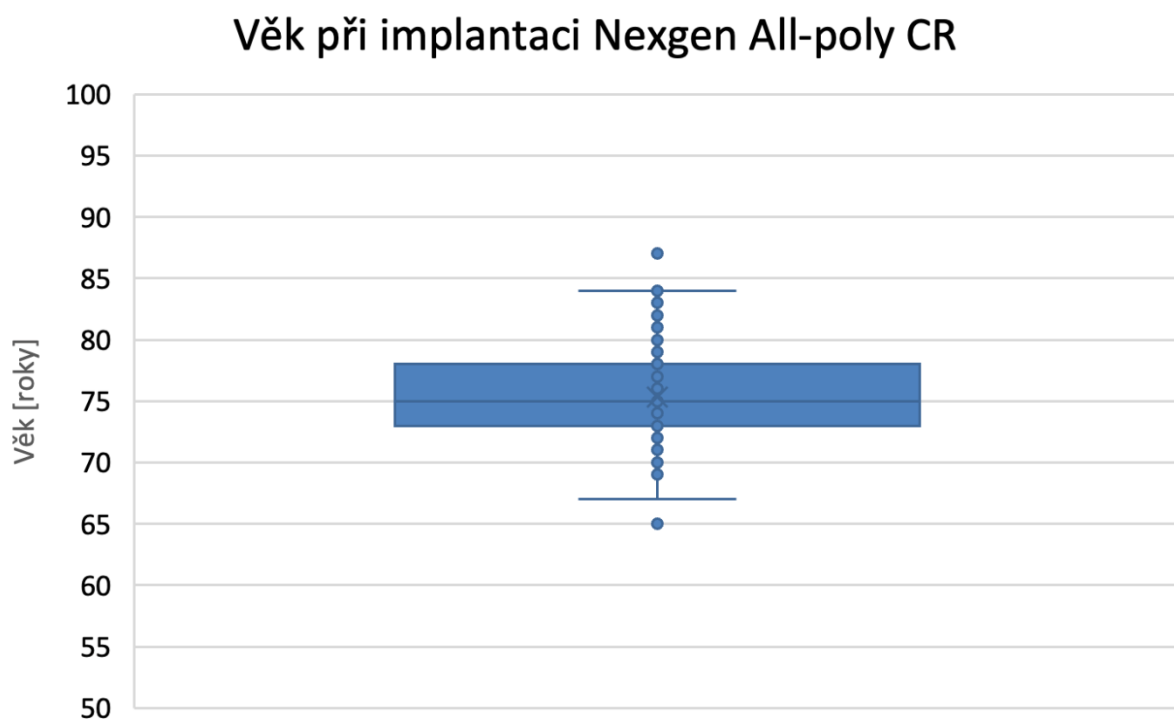
## Věk při implantaci P.F.C. All-poly CR



**Obrázek 3** Věková distribuce pacientů při implantaci P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Graf zobrazuje věkovou distribuci pacientů při implantaci Nexgen AP CR pomocí krabicového grafu. Většina pacientů, znázorněná v rámci interkvartilového rozpětí, se pohybuje ve věkové skupině přibližně od 73 do 78 let. Medián věku je umístěn kolem středu tohoto rozpětí (76 let), což značí, že polovina pacientů byla mladší a polovina starší než tento věk. Průměrný věk při implantaci činil 75,4 let.

Věkové rozmezí je širší – nejmladší pacient měl při implantaci 65 let a nejstarší 87 let. Tento graf naznačuje, že většina pacientů při implantaci Nexgen AP CR byla ve věku kolem 75 let, s menším počtem pacientů mimo toto rozmezí.

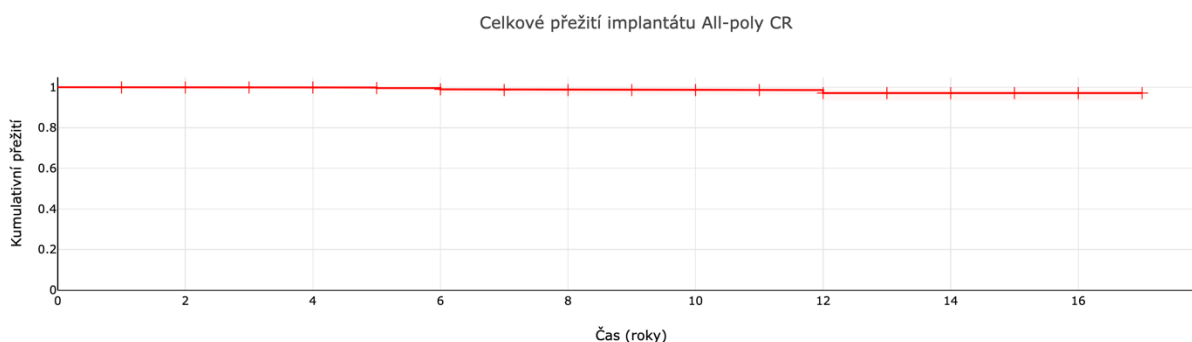


Obrázek 4 Věková distribuce pacientů při implantaci Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

### 3.2 Přežití implantátu

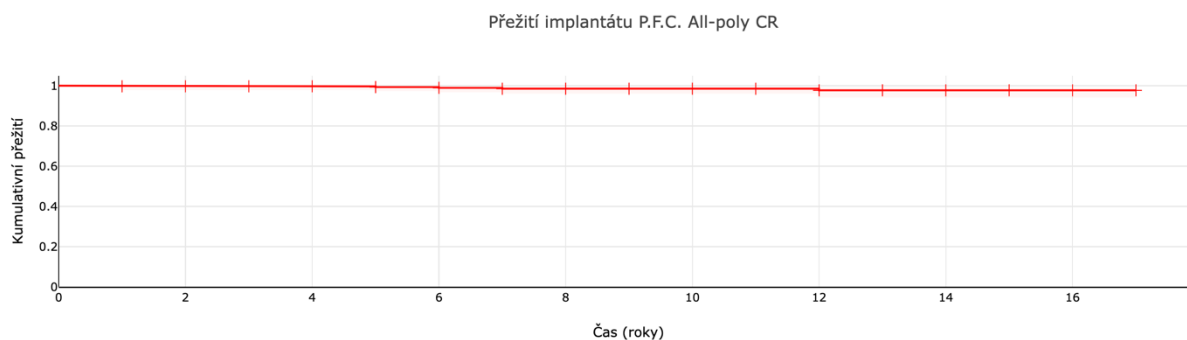
Obrázek zobrazuje kumulativní roční přežití implantátů AP CR v dlouhodobém sledování (17 let). Na počátku, během prvních čtyř let, je přežití implantátu velmi vysoké – dosahuje 99,86 %, což ukazuje na minimální počet selhání. V pátém roce dochází k mírnému poklesu na 99,58 % a v šestém roce míra přežití klesá na 98,94 %.

Od sedmého do jedenáctého roku zůstává přežití na hodnotě 98,59 % bez významných poklesů. Ve dvanáctém roce nastává další pokles na 97,11 %, kde se míra přežití ustálí a zůstává stabilní až do konce sledovaného období. Tato data celkově potvrzují vysokou dlouhodobou spolehlivost implantátu.



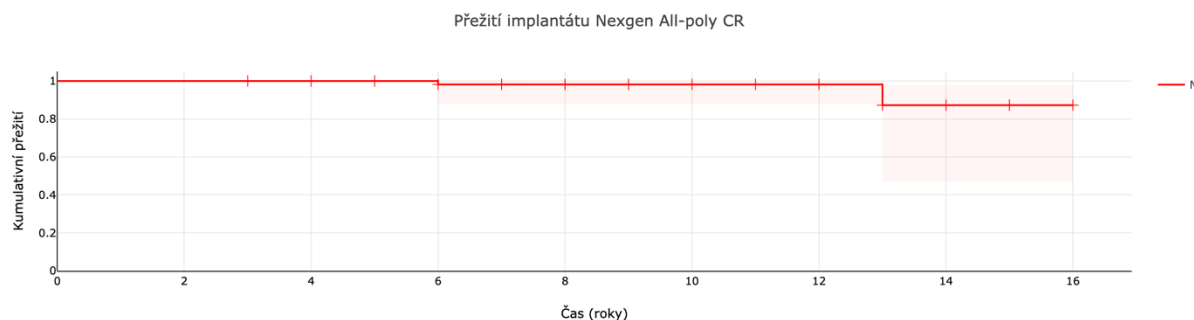
**Obrázek 5 Celkové kumulativní přežití implantátů AP CR v dlouhodobém sledování na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně**

Graf zobrazuje kumulativní míru přežití implantátu P.F.C. AP CR v dlouhodobém sledování. Až po 13 letech sledování je míra přežití 98,5 %, což naznačuje, že pouze velmi malé procento implantátů selhalo během tohoto období. Celkově tento výsledek potvrzuje vynikající dlouhodobou trvanlivost implantátu P.F.C. AP CR, s minimálním poklesem přežití až po více než deseti letech.



**Obrázek 6 Kumulativní přežití implantátů P.F.C. AP CR v dlouhodobém sledování na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně**

Graf zobrazuje kumulativní míru přežití implantátu Nexgen AP CR v dlouhodobém sledování. V prvních čtyřech letech zůstává přežití implantátu na úrovni 100 %, což znamená, že nedošlo k žádným selháním. Od pátého do jedenáctého roku se přežití stabilizuje na 98,21 %, což naznačuje jen několik málo případů selhání. Po dvanáctém roce však nastává výraznější pokles na 87,3 %, způsobený jedním selháním v této pozdější fázi, kdy je již sledovaný soubor menší (pouze 9 pacientů).



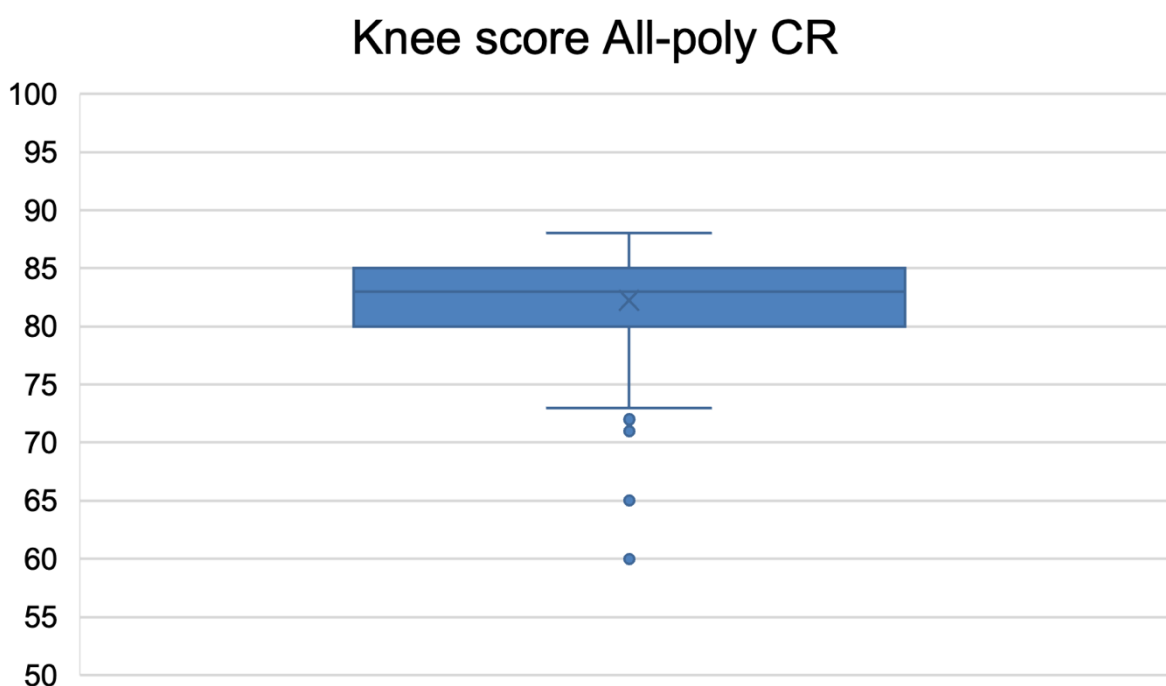
**Obrázek 7 Kumulativní přežití implantátů Nexgen AP CR v dlouhodobém sledování na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně**

### 3.3 Klinické výsledky AP (KSS a ROM)

#### 3.3.1 Klinické výsledky AP CR (KSS)

Graf znázorňuje funkční výsledky implantátu AP CR měřené pomocí KSS. Většina pacientů dosahuje výsledků mezi 80 a 85 body, což je znázorněno interkvartilovým rozpětím (modrý obdélník). Průměr výsledků činí 82,2 bodů, což naznačuje, že většina pacientů dosahuje dobrých funkčních výsledků. Medián výsledků je blízko průměru (82 bodů), což naznačuje, že polovina pacientů dosáhla skóre nad touto hodnotou a polovina pod ní.

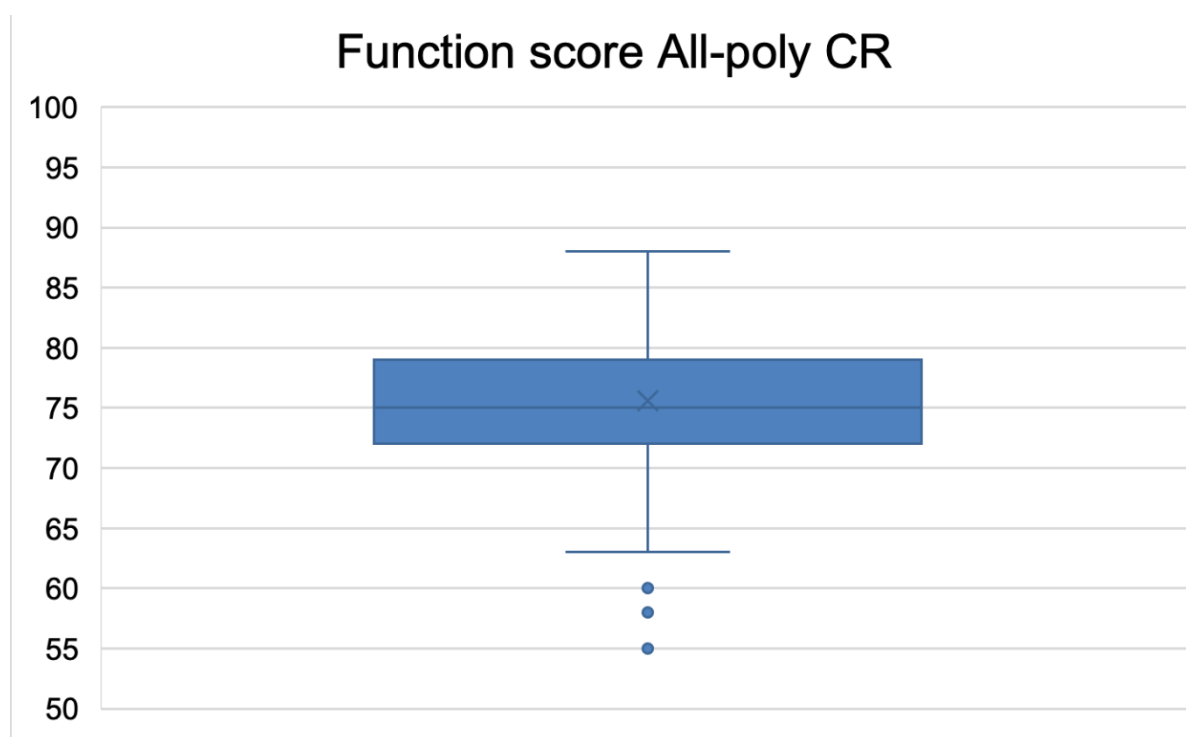
Několik odlehlých hodnot je patrných pod 70 body, s nejnižší hodnotou kolem 60 bodů u pacienta s varizací tibiální komponenty – ovšem z důvodu polymorbidity nebyl revidován a nedošlo k replantaci implantátu. Tyto odlehlé hodnoty představují pacienty s nižšími funkčními výsledky po implantaci. Celkově však graf ukazuje, že většina pacientů s implantátem AP CR dosahuje skóre blízkého 82 bodům, což naznačuje dobré funkční výsledky.



Obrázek 8 Distribuce KS pacientů s AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Graf znázorňuje funkční výsledky implantátu AP CR měřené pomocí FS. Většina pacientů dosahuje výsledků mezi 70 a 80 body, což je znázorněno interkvartilovým roz-

pětím (modrý obdélník). Průměr výsledků je 75,6 bodů, což naznačuje, že většina pacientů dosahuje solidních funkčních výsledků. Medián výsledků se nachází blízko průměru (75 bodů), což ukazuje na rovnoměrné rozložení výsledků mezi pacienty. Několik odlehlých hodnot je patrných pod 65 body, přičemž nejnižší dosahuje kolem 55 bodů u již zmiňovaného pacienta s varizací tibiální komponenty. Tyto odlehlé hodnoty představují pacienty s nižšími funkčními výsledky po implantaci. Celkově však graf ukazuje, že většina pacientů s implantátem AP CR dosahuje skóre kolem 75 bodů, což ukazuje dobré funkční výsledky po operaci.



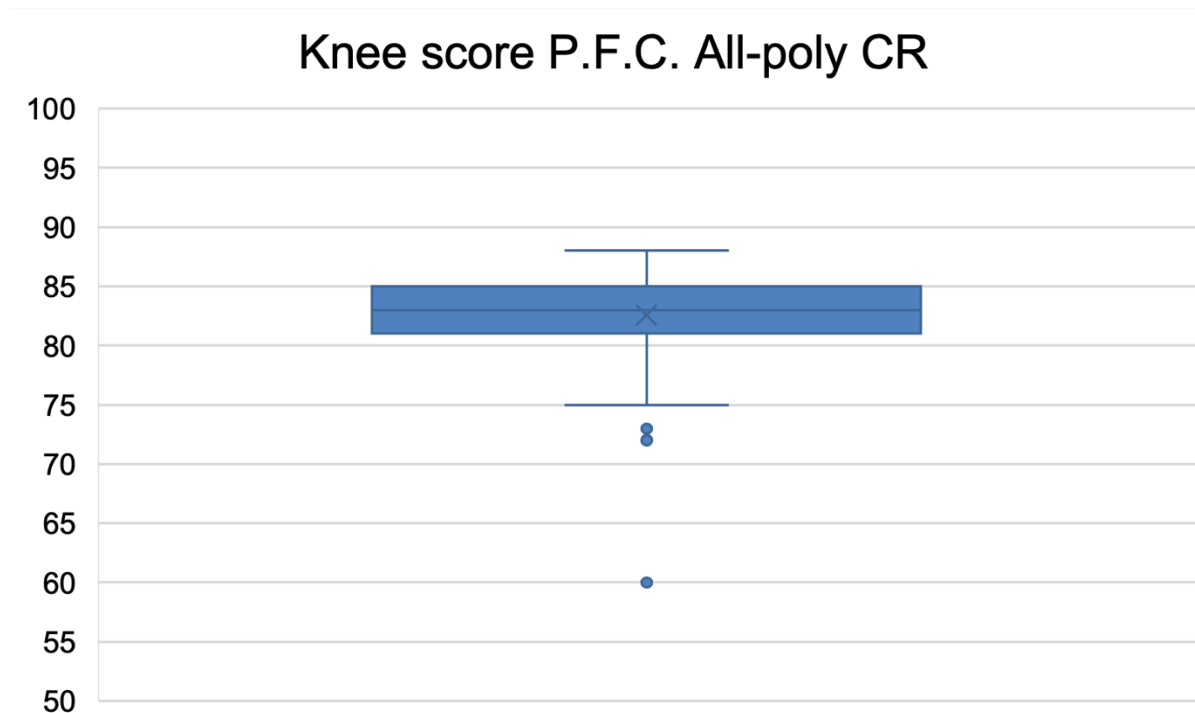
Obrázek 9 Distribuce FS pacientů s AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

### 3.3.2 Klinické výsledky P.F.C. AP CR (KSS)

Graf znázorňuje výsledky implantátu P.F.C. AP CR měřené pomocí KS. Většina pacientů dosáhla výsledků mezi 80 a 90 body, což je zobrazeno v interkvartilovém rozpětí (modrý obdélník). Medián skóre se pohybuje kolem 85 bodů, což znamená, že polovina pacientů dosáhla skóre nad touto hodnotou a polovina pod ní.

Pod 75 body se vyskytuje několik odlehlých hodnot, přičemž jeden extrémní případ dosahuje skóre kolem 55 bodů. Tyto odlehlé hodnoty představují pacienty s nižšími funkčními výsledky po implantaci. Celkově však graf ukazuje, že většina pacientů

s implantátem P.F.C. AP CR dosahuje vysokého skóre, což naznačuje dobré funkční výsledky.

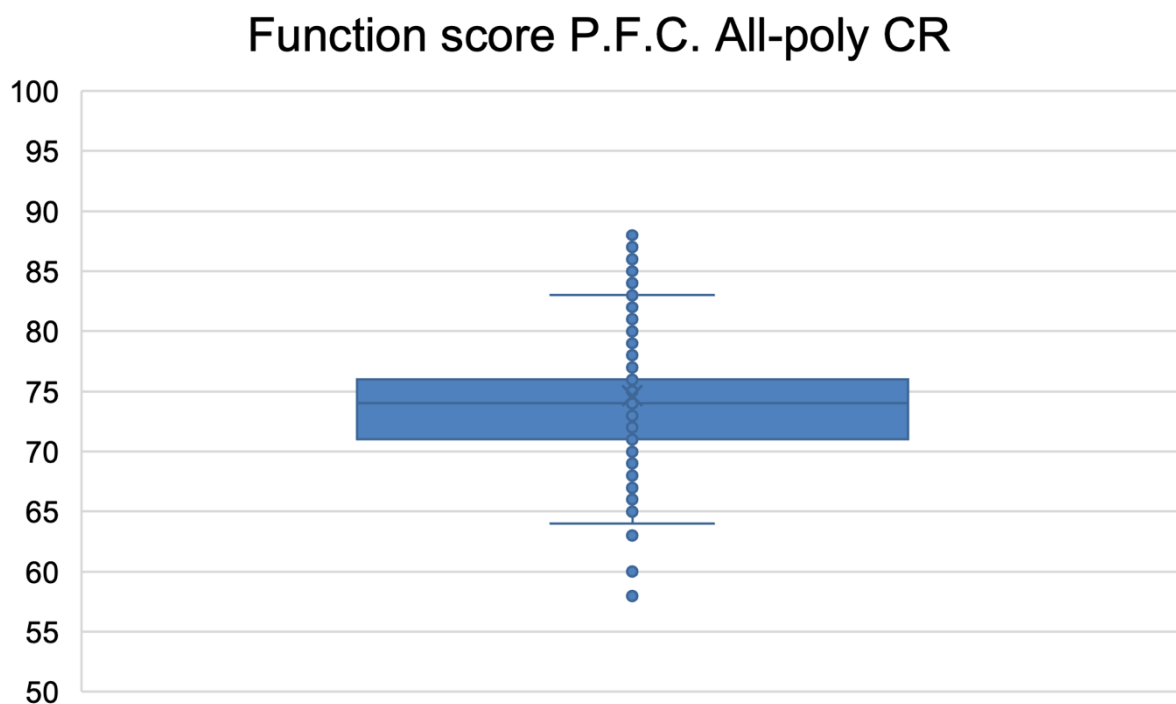


**Obrázek 10** Distribuce KS pacientů s P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Graf znázorňuje FS pro implantát P.F.C. AP CR. Většina pacientů dosahuje skóre mezi 70 a 80 body, což je zobrazeno v interkvartilovém rozpětí (modrý obdélník), přičemž medián leží kolem 75 bodů.

Odlehlé hodnoty jsou pod 70 body, s několika pacienty dosahujícími skóre kolem 60 bodů a jednou extrémní hodnotou poblíž 50. Tyto odlehlé hodnoty indikují jednotlivce s nižšími funkčními výsledky. Celkově však graf ukazuje, že většina pacientů dosahuje solidního funkčního skóre po implantaci P.F.C. AP CR.





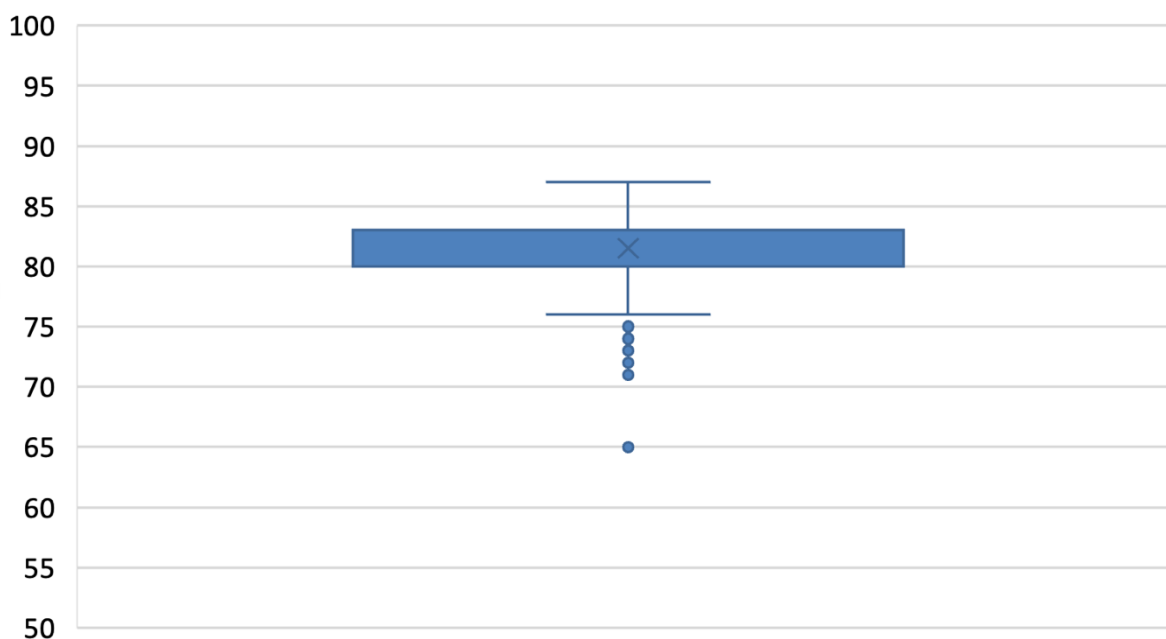
**Obrázek 11** Distribuce FS pacientů s P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

### 3.3.3 Klinické výsledky Nexgen AP CR (KSS)

Graf ukazuje výsledky měření funkčního stavu kolene pomocí KS u pacientů s implantátem Nexgen AP CR. Většina pacientů dosáhla skóre mezi 80 a 85 body, což je znázorněno interkvartilovým rozpětím (modrý obdélník), s mediánem přibližně kolem 82 bodů.

Několik odlehlých hodnot je patrných pod 80 body, což ukazuje na pacienty s nižšími skóre. Nejnižší odlehlá hodnota dosahuje přibližně 60 bodů, což svědčí o méně uspokojivém funkčním výsledku u tohoto pacienta. Celkově však většina pacientů dosahuje dobrých funkčních výsledků po implantaci Nexgen AP CR, jak naznačuje jejich skóre v rozmezí 80–85 bodů.

## Knee score Nexgen All-poly CR



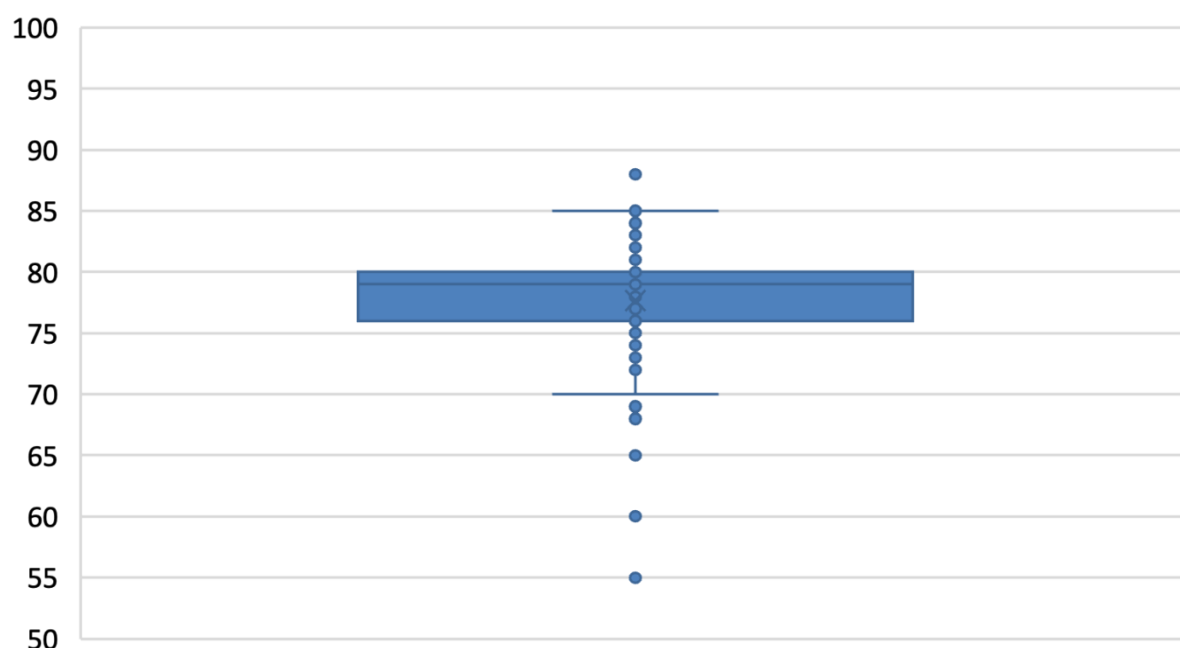
Obrázek 12 Distribuce KS pacientů s Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Graf zobrazuje rozdělení funkčního skóre pacientů s implantátem Nexgen AP CR. Většina pacientů dosáhla skóre mezi 75 a 80 body, což představuje interkvartilové rozpětí – tedy rozmezí, v němž se nachází centrálních 50 % hodnot. Medián funkčního skóre, který je znázorněn křížkem uvnitř tohoto rozpětí, činí přibližně 78 bodů. To znamená, že polovina pacientů dosáhla skóre vyššího než 78 bodů a polovina nižšího, což naznačuje obvyklý funkční výsledek pro většinu pacientů.

Rozsah hlavních hodnot sahá od 70 do 85 bodů, což ukazuje, že většina pacientů má skóre v tomto rozmezí. Několik pacientů dosáhlo nižších hodnot pod 70 body, což jsou tzv. odlehlé hodnoty. Nejnižší z těchto hodnot se pohybuje kolem 55 bodů, což naznačuje výrazně horší funkční výsledek pro tohoto pacienta ve srovnání s ostatními.

Celkově graf ukazuje, že většina pacientů s implantátem Nexgen AP CR dosahuje dobrého funkčního skóre mezi 75 a 80 body, přičemž několik jednotlivců vykazuje nižší výsledky, zatímco nejvyšší skóre se drží kolem 85 bodů.

## Function score Nexgen All-poly CR



Obrázek 13 Distribuce FS pacientů s Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

### 3.3.4 Shrnutí KSS výsledků AP CR

Průměrné skóre KS v celém souboru dosahuje hodnoty 82,23 s odchylkou  $\pm 3,48$ . Pokud jde o jednotlivé typy implantátů, pacienti s P.F.C. dosáhli průměrného skóre 82,55 ( $\pm 3,47$ ), zatímco pacienti s Nexgen 81,51 ( $\pm 3,40$ ). Výsledky ukazují, že obě skupiny mají velmi podobná skóre KS, přičemž P.F.C. vykazuje jen nepatrně vyšší průměr než Nexgen. Průměrné FS v celém souboru činí 75,56 s odchylkou  $\pm 5,30$ . Pacienti s implantátem P.F.C. dosáhli průměrného FS 74,65 ( $\pm 5,35$ ), zatímco u pacientů s implantátem Nexgen bylo FS mírně vyšší s průměrem 77,65 ( $\pm 4,57$ ). To naznačuje, že implantát Nexgen může poskytovat lepší funkční výsledky než P.F.C.. Oba typy implantátů vykazují srovnatelné výsledky v hodnocení funkčnosti kolenního kloubu, přičemž Nexgen může mít nepatrnou výhodu v oblasti celkové funkční kapacity pacienta.

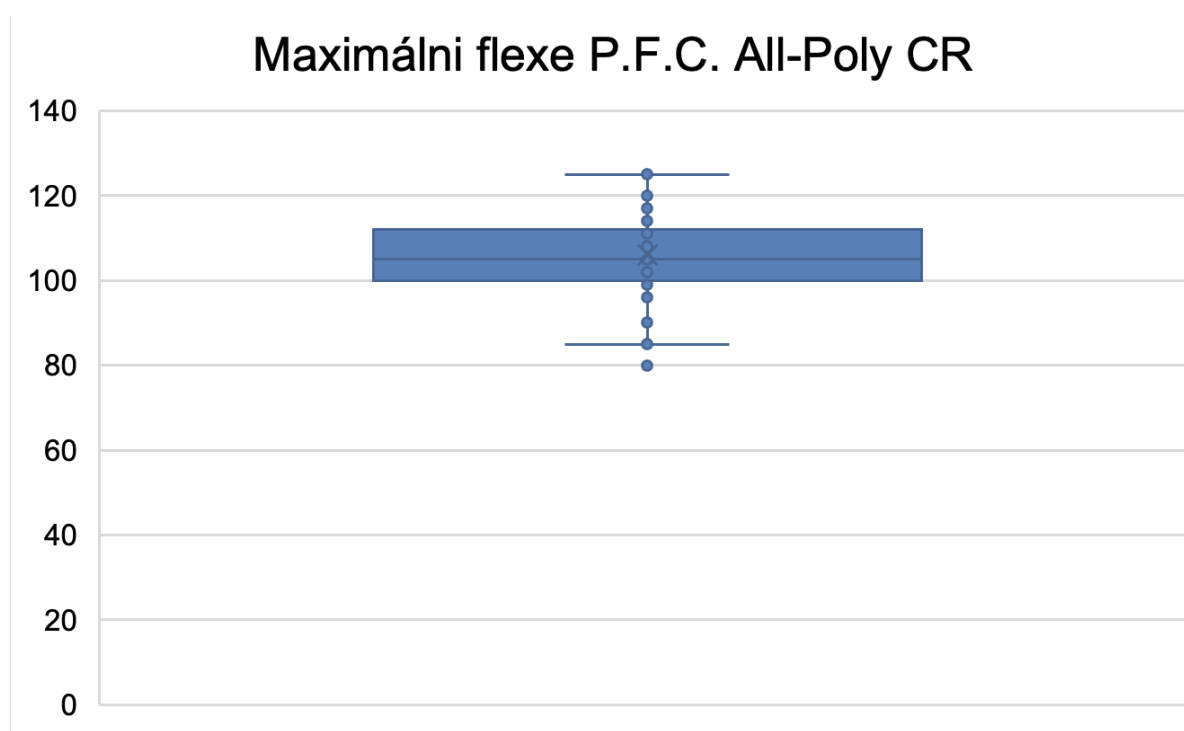
**Tabulka 6 Shrnutí KSS výsledků AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně**

	<b>Celkem, N=498</b>	<b>P.F.C., N=323</b>	<b>Nexgen, N=175</b>
<b>KS</b>	82.23 ( $\pm 3.48$ )	82.55 ( $\pm 3.47$ )	81.51 ( $\pm 3.40$ )
<b>FS</b>	75.56 ( $\pm 5.30$ )	74.65 ( $\pm 5.35$ )	77.65 ( $\pm 4.57$ )

### 3.3.5 Rozsah pohybu (ROM) AP CR

Graf zobrazuje maximální flexi kolene (v úhlech) u pacientů s implantátem P.F.C. AP CR. Většina hodnot maximální flexe se pohybuje v interkvartilovém rozpětí mezi 100 a 115 stupni, což je znázorněno modrým obdélníkem. Medián flexe, tedy střední hodnota, se nachází přibližně na 100 stupních, což znamená, že polovina pacientů dosahuje flexe nad tuto hodnotu a polovina pod ni. Rozsah hodnot sahá od přibližně 95 do 125 stupňů, přičemž několik bodů mimo tento rozsah představuje odlehle hodnoty. Horní odlehle hodnoty dosahují přibližně 135 stupňů, zatímco dolní se pohybují kolem 85 stupňů, což značí menší pohyblivost u těchto pacientů.

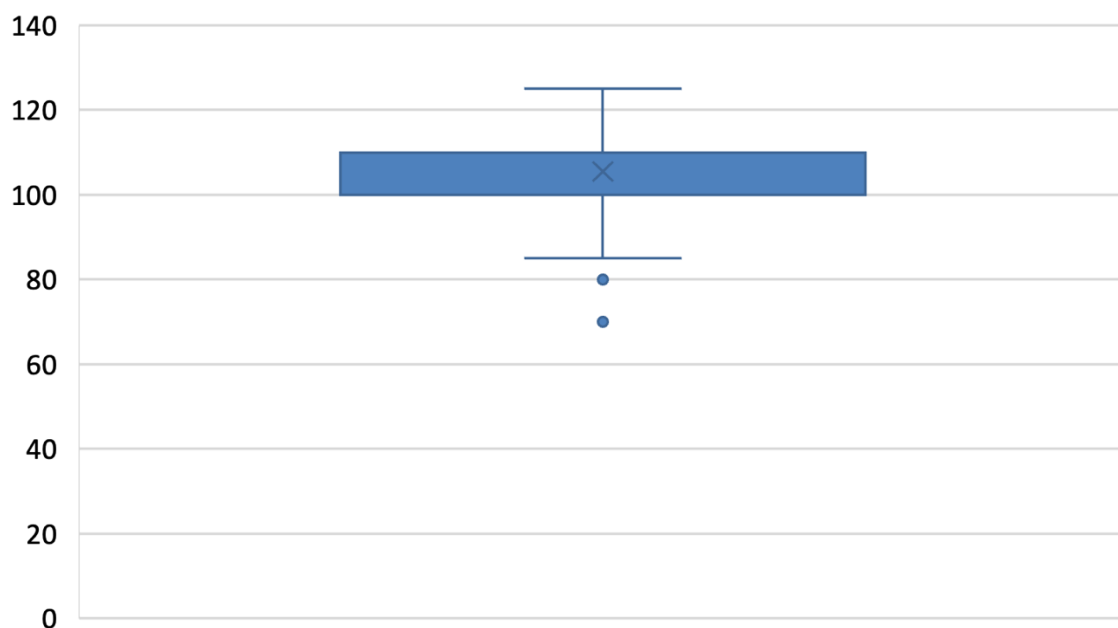
Celkově graf ukazuje, že většina pacientů dosahuje dobré flexe, což naznačuje solidní pohyblivost kolene po implantaci P.F.C. AP CR. Nižší hodnoty naznačují omezenou flexi u několika pacientů.



**Obrázek 14** Distribuce maximální flexe pacientů s P.F.C. AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Graf zobrazuje maximální flexi kolene (v úhlech) u pacientů s implantátem P.F.C. AP CR. Většina hodnot maximální flexe se pohybuje v rozmezí 100 až 115 stupňů, což je znázorněno modrým obdélníkem, který představuje interkvartilové rozpětí. Medián flexe, znázorněný křížkem uvnitř obdélníku, činí přibližně 110 stupňů. Tento medián ukazuje, že polovina pacientů dosahuje flexe nad touto hodnotou a polovina pod ní. Rozsah hodnot mimo interkvartilové rozpětí sahá od 85 do 125 stupňů. Dvě odlehle hodnoty pod 85 stupni naznačují omezenější pohyblivost u těchto pacientů. Celkově graf ukazuje, že většina pacientů s implantátem Nexgen AP CR dosahuje dobré flexe kolene.

### Maximální flexe Nexgen All-Poly CR



Obrázek 15 Distribuce maximální flexe pacientů s Nexgen AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

### 3.4 Důvody selhání AP CR

Tabulka představuje přehled důvodů selhání u AP CR, přičemž uvádí počet případů a jejich procentuální zastoupení z celkového počtu implantátů daného typu.

U implantátu typu AP, s celkovým počtem 733 implantací, byla zaznamenána infekce v sedmi případech, což odpovídá 0,95 %. Jeden případ periprotetické zlomeniny (0,14 %) a jeden případ selhání femorální komponenty (0,14 %) byly rovněž zaznamenány. Nebyly však zaznamenány žádné případy aseptického uvolnění ani nestability.

U implantátu Nexgen AP CR, také s 410 implantacemi, byla infekce přítomna ve dvou případech (0,49 %). Zaznamenána byla také jedna periprotetická zlomenina (0,24 %) a jeden případ selhání femorální komponenty (0,24 %), zde nedošlo k žádným případům aseptického uvolnění ani nestability.

U implantátu PFC AP CR s celkovým počtem 323 implantací se infekce objevila v pěti případech, což představuje 1,55 %. U tohoto typu implantátu nebyly zaznamenány žádné případy periprotetické zlomeniny, aseptického uvolnění, nestability ani selhání femorální komponenty.

Tabulka 7 Důvody selhání AP CR na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Důvod selhání	Celkem, N = 733	Nexgen, N = 410	P.F.C., N=323
Infekce	7 (0.95%)	2 (0.49%)	5 (1.55%)
Periprotetická zlomenina	1 (0.14%)	1 (0.24%)	0 (0%)
Aseptické uvolnění	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Nestabilita	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Femorální "overstuffing"	1 (0.14%)	1 (0.24%)	0 (0%)

### 3.5 Ekonomická analýza Nexgen AP CR

Podle údajů od výrobce je cena endoprotézy Nexgen AP CR ve srovnání s jejím MB ekvivalentem výrazně nižší. Cena kompletní AP endoprotézy, včetně femorální komponenty, je o 28 % nižší než cena Nexgen MB CR. Pokud porovnáme pouze tibiální komponenty, je AP o 47 % levnější než kovová podložka s polyethylenovým plateau. Pro představu: za stejný rozpočet by se místo 19 implantátů MB mohlo implantovat 27 Nexgen AP CR.

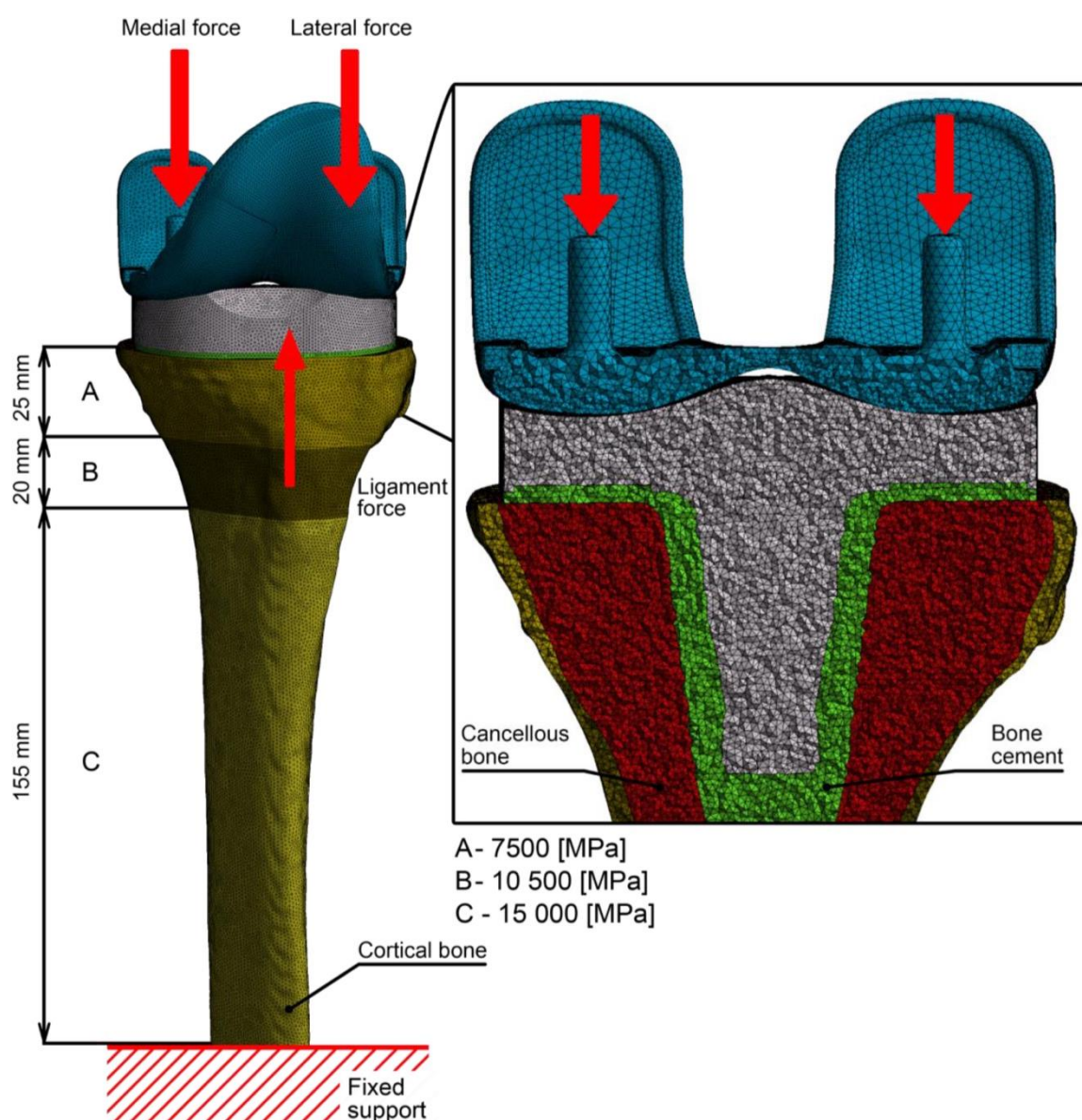
## 3.6 Deformačně-napěťová analýza AP CR

Cílem této studie bylo analyzovat deformačně-napěťové stavy, které vznikají po implantaci totálních kolenních náhrad AP, a jejich dopad na kostní tkáň tibie pomocí výpočetního modelování. Výpočetní modelování umožňuje simulovat podmínky, které by byly experimentálně těžko dosažitelné kvůli nefyziologickému zatížení, a přispívá k optimalizaci návrhu nebo chování jednotlivých komponent<sup>48</sup>.

### 3.6.1 Metodika

K řešení této problematiky byl využit software ANSYS® Academic Research Mechanical, Release 21.2 (Swanson Analysis, Inc., Houston, PA, USA). Geometrické modely tibie byly vytvořeny na základě dat z výpočetní tomografie (CT) reprezentativního pacienta s gonartrózou 3. stupně podle klasifikace Kellgren-Lawrence. Modely geometrie byly postaveny na základě totální kolenní náhrady Nexgen AP CR. Tyto modely implantátu a kostního cementu byly následně umístěny do modelů kostních tkání tibie. Model zatížení vycházel z maximálního zatížení kolenního kloubu, které nastává v cyklu chůze během fáze stání na natažené opěrné noze. Síla působící na kolenní kloub v této fázi je 3,5násobkem hmotnosti pacienta, přičemž 70 % této síly působí na mediální straně kloubu a 30 % na laterální straně<sup>49-51</sup>.





Obrázek 16 Model zatížení Deformačně-napěťové analýzy AP CR (převzato z Apostolopoulos V., et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on periprosthetic tibia using the finite element method. *Comput Methods Programs Biomed.* 2022;220:106834.

doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834 URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260722002164>)

Obrázek ilustruje model zatížení kolenního kloubu s totální endoprotézou AP, který simuluje zatížení během fáze chůze, kdy je opěrná noha natažená. V tomto modelu zatížení odpovídá síla působící na kolenní kloub 3,5 násobku hmotnosti pacienta.

Síla je rozdělena tak, že 70 % zatížení působí na mediální stranu kloubu a 30 % na laterální stranu, jak naznačují červené šipky označené jako „Medial force“ a „Lateral force“<sup>50</sup>. Kromě těchto sil zde působí i „Ligament force“, což představuje sílu od vazů. Obrázek dále ukazuje vrstvy kostních tkání v oblasti tibie. Tato část obsahuje různé typy kostních tkání s rozdílnými moduly pružnosti:

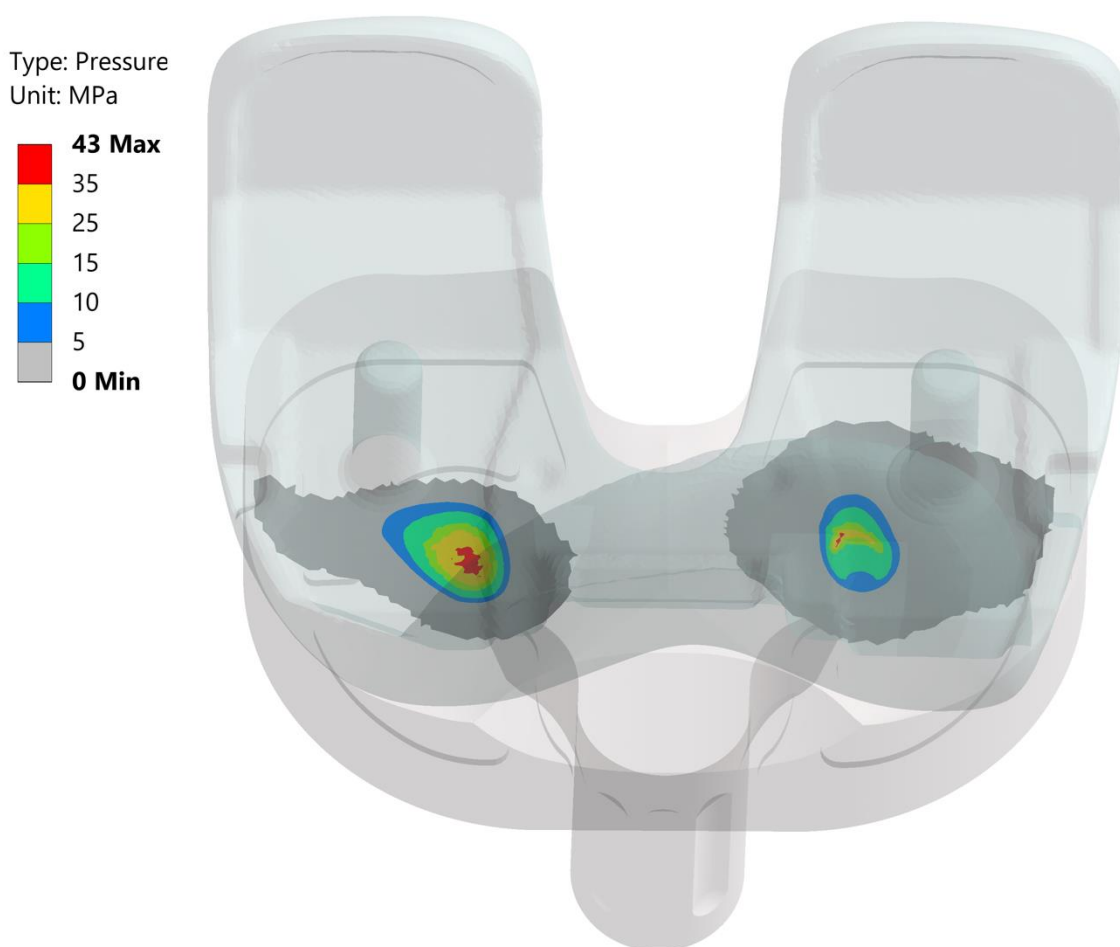
- **A:** Tkáň s modulem pružnosti 7500 MPa.
- **B:** Tkáň s modulem pružnosti 10 500 MPa.
- **C:** Tkáň s modulem pružnosti 15 000 MPa.

Model rovněž zahrnuje oblasti kortikální (kompaktní) kosti a spongiózní (trámčité) kosti, stejně jako kostní cement, který zajišťuje stabilitu implantátu. V dolní části tibie je pak pevná opora („Fixed support“), která simuluje fixaci dolního konce modelu. Tento model tak poskytuje realistický náhled na rozložení napětí a deformací při zatížení kolenního kloubu.

### 3.6.2 Kontaktní tlaky

Obrázek zobrazuje výsledné kontaktní tlaky na povrchu kolenní náhrady implantátu vyjádřené v MPa. Barevná škála na levé straně ukazuje různé úrovně tlaku, kde:

- **Červená barva** představuje nejvyšší tlak, dosahující až 43 MPa.
- **Žlutá a zelená barva** označují střední hodnoty tlaku v rozmezí přibližně 15–35 MPa.
- **Modrá a světle modrá barva** představují nižší tlaky, kolem 5–10 MPa.
- **Šedá barva** značí minimální nebo nulový tlak.



Obrázek 17 Kontaktní tlaky na povrchu AP tibiální komponenty

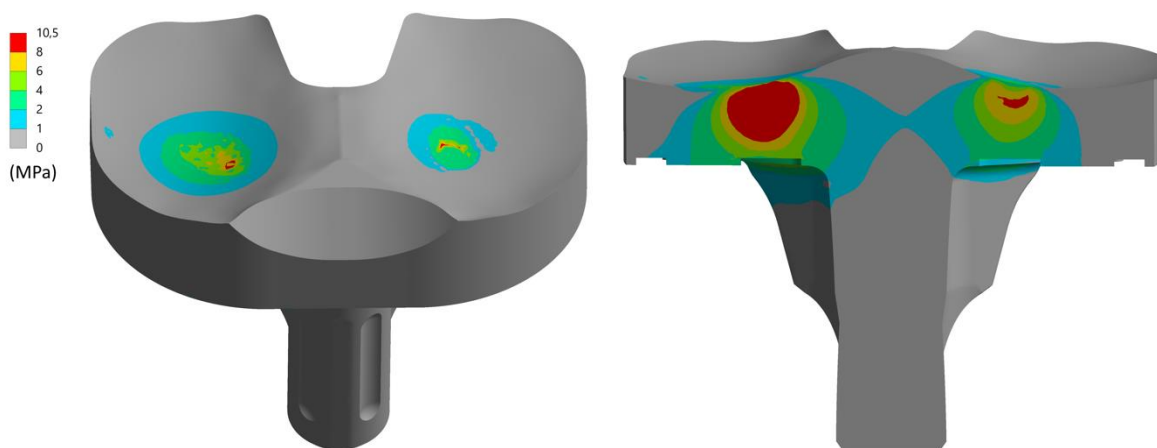
Kontaktní tlaky jsou koncentrovány převážně ve střední části obou stran kolenního kloubu (mediální i laterální), přičemž nejvyšší tlak (červená oblast) se vyskytuje ve středu kontaktní plochy na mediální straně. Tato oblast představuje místo s největší zátěží, což odpovídá vyššímu procentu zatížení na mediální straně kloubu (70 %), jak bylo zmíněno v předchozích modelech zatížení.

### 3.6.3 Napěťová analýza AP tibiální komponenty

Obrázek znázorňuje rozložení napětí na tibiální AP komponentě TKA. Barevná škála v levé části obrázku ukazuje různé hodnoty napětí vyjádřené v MPa:

- **Červená barva** představuje oblasti s nejvyšším napětím, až 10,5 MPa.

- **Žlutá a zelená barva** označují střední hodnoty napětí v rozmezí 4–8 MPa.
- **Modrá a světle modrá barva** představují nízké napětí, přibližně do 2 MPa.
- **Šedá barva** značí minimální nebo nulové napětí.



Obrázek 18 Výsledky napětové analýzy AP tibiální komponenty

Na levém obrázku, pohledu shora, jsou oblasti nejvyššího napětí (červená) koncentrovány v kontaktních oblastech na mediální i laterální straně tibiální komponenty, což naznačuje místa s největším zatížením během chůze. Na pravém obrázku, který ukazuje průřez tibiální komponentou, je patrné, že vysoké napětí se rozkládá nejen na povrchu, ale zasahuje i do struktury komponenty, zejména v místech přenosu zatížení.

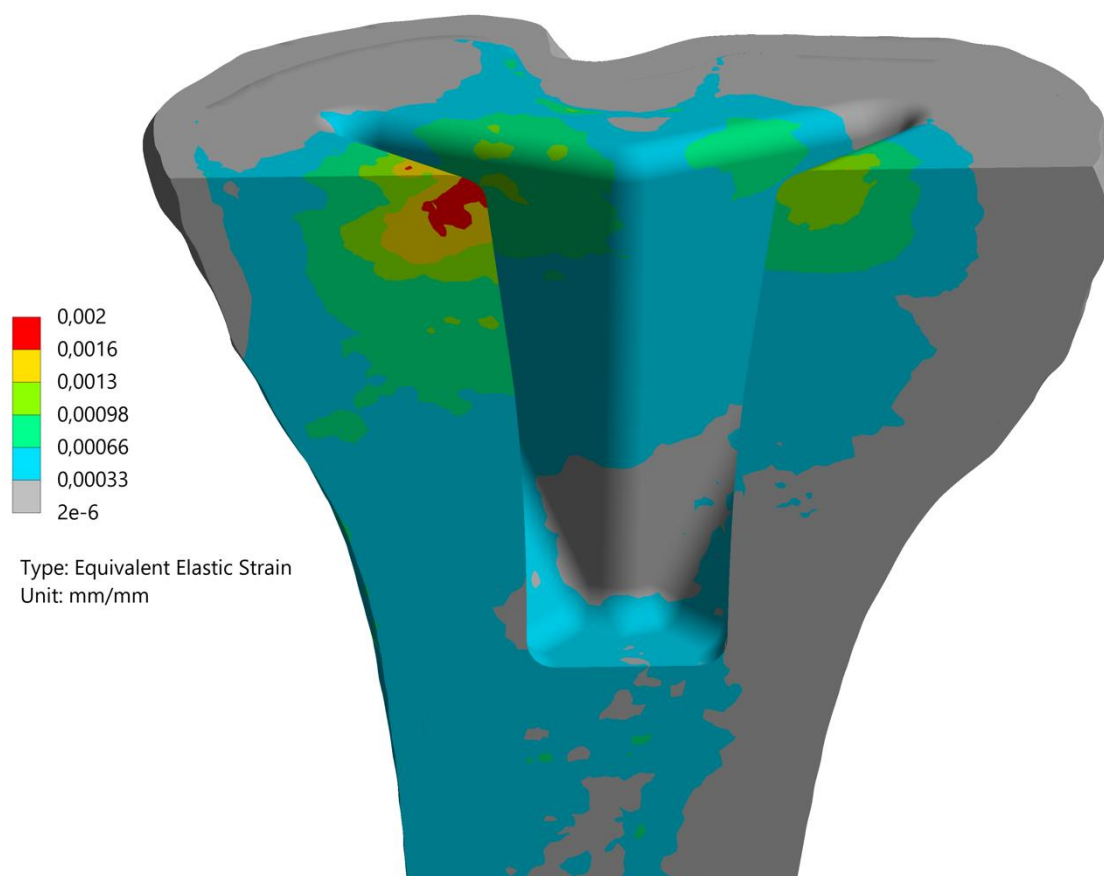
Celkově tento obrázek ukazuje, kde dochází k největšímu namáhání tibiální AP komponenty. Tyto oblasti vysokého napětí jsou klíčové pro analýzu možného opotřebení nebo poškození komponenty.

### 3.6.4 Přetvoření kostní tkáně tibie

Obrázek znázorňuje rozložení ekvivalentního přetvoření v tibiální části kolenního kloubu. Barevná škála na levé straně ukazuje hodnoty přetvoření, měřené v jednotkách mm/mm:

- **Červená oblast** představuje nejvyšší hodnoty přetvoření, což indikuje oblasti s největší deformací pod zatížením.

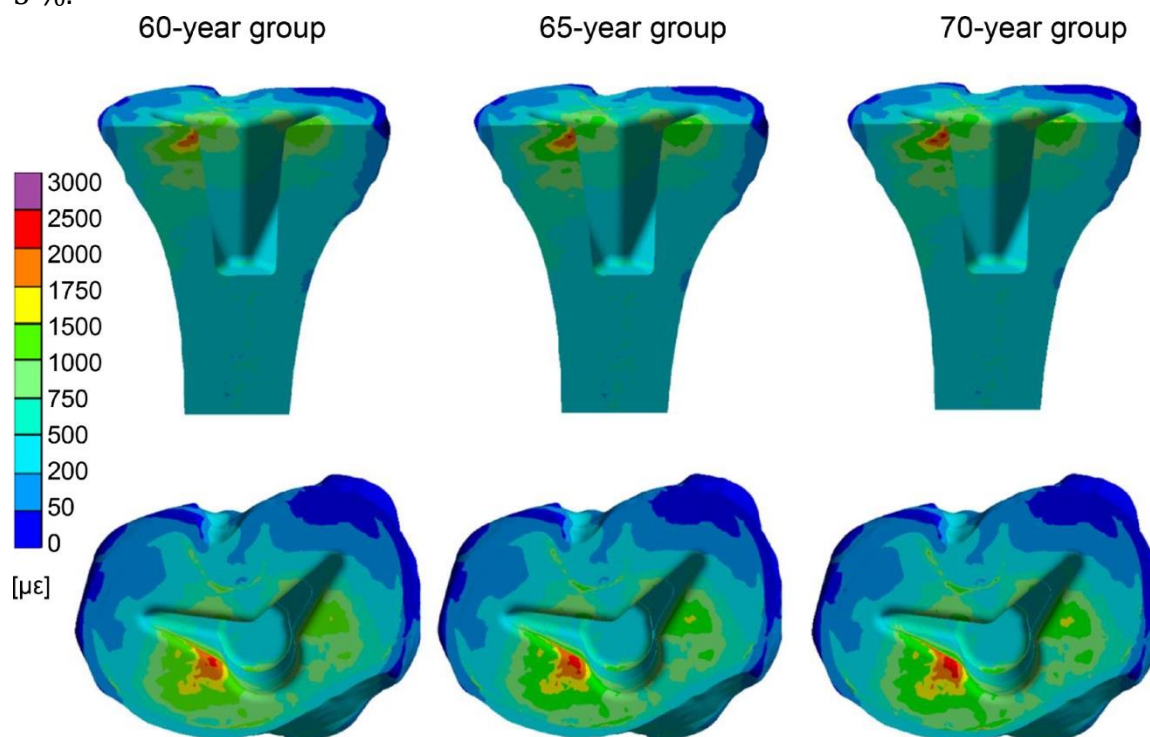
- **Oranžová a žlutá** značí středně vysoké hodnoty přetvoření.
- **Zelená a modrá** ukazují nižší hodnoty přetvoření.
- **Šedé oblasti** označují minimální nebo téměř nulové přetvoření.



**Obrázek 19** Výsledky ekvivalentního přetvoření v objemu spongiózní kostní tkáně tibie (převzato z Apostolopoulos V., et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on periprosthetic tibia using the finite element method. *Comput Methods Programs Biomed.* 2022;220:106834. doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260722002164>)

Ve většině objemu spongiózní kostní tkáně je hodnota ekvivalentního přetvoření v rozmezí od 200–2700  $\mu\epsilon$ . Tyto hodnoty napětí indukují modelování a remodelaci kosti. Nejvyšší naměřená hodnota deformace byla 2910  $\mu\epsilon$ . Největší přetvoření je lokalizováno v blízkosti horních kontaktních ploch, kde implantát přenáší zatížení na kostní tkáň tibie, především na mediální straně. Tato místa vykazují červené a oranžové oblasti, což znamená, že zde dochází k největšímu přetvoření pod vlivem zatíže-

ní. Mezi modely kostí ve věkových skupinách 60 a 70 let nebyl žádný významný rozdíl v indukované mechanické odezvě a rozdíl oproti věkové skupině 65 let byl menší než 3 %.



**Obrázek 20** Výsledky ekvivalentního přetvoření v objemu spongiózní kostní tkáně tibie v sagitální i frontální rovině – věková analýza (převzato z Apostolopoulos V., et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasties on periprosthetic tibia using the finite element method. *Comput Methods Programs Biomed.* 2022;220:106834.

doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834 URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260722002164>)

Shrnutí: pomocí analýzy metodou konečných prvků jsme ukázali, že TKA s AP komponentami u pacientů ve věku 60–70 let vykazuje podobnou indukovanou mechanickou odezvu na maximální možné zatížení, které se objevuje během cyklu chůze. S ohledem na omezení *in silico* navrhuje, že AP komponenty by mohly být také použity na kosti s mechanickými vlastnostmi zkoumaných věkových kategorií. Naše výsledky mohou vést k častější implantaci TKA s AP komponentami u mladších pacientů. Za definovaných podmínek zatížení se očekává, že implantace TKA s AP komponentami bude indukovat modelování a remodelaci periprotetické oblasti tibie.

## 4 Diskuze

### 4.1 Přežití implantátu

Naše dlouhodobé výsledky sledování přežití AP CR implantátů na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně ukazují velmi vysokou míru přežití, která je srovnatelná, nebo dokonce vyšší než výsledky uvedené ve studiích naší review. Text shrnuje a porovnává naše zjištění s daty z mezinárodních studií o střednědobém (3–9 let) a dlouhodobém (>10 let) přežití AP a MB komponent, což poskytuje hlubší náhled do úspěšnosti různých druhů implantátů v dlouhodobém horizontu.

#### 4.1.1 Střednědobé přežití implantátu (3–9 let)

V rámci střednědobých výsledků, tedy v období do 9 let po implantaci, se naše zjištění shodují nebo překonávají výsledky ostatních autorů. Longo et al. (2017) ve své šestileté studii zaznamenali míru přežití AP komponent na úrovni 98 %, což svědčí o vysoké stabilitě těchto implantátů během prvních let po operaci. Tento výsledek je v souladu s našimi zjištěními, která ukazují přežití implantátů na úrovni 99,86 % během prvních čtyř let, s mírným poklesem na 99,58 % v pátém roce a na 98,94 % v roce šestém.

Další studie, Mohan et al. (2013), se zaměřila na tříletou míru přežití AP komponent, která dosahovala 99 %, rovněž prokazuje, že AP komponenty jsou stabilní a mají nízkou míru revizí, srovnatelně s MB komponentami, zejména u mladších pacientů. Toto zjištění podporuje názor, že AP implantáty jsou vhodnou volbou pro různé věkové skupiny. Ve studii Toman et al. (2011), která sledovala pacienty s různými hodnotami BMI po dobu šesti let, dosáhly AP komponenty míry přežití 99 %, zatímco u MB komponent přežití dosáhlo 97 %. Studie Toman et al. doporučuje AP komponenty zejména pro pacienty s nižším BMI. V porovnání s našimi výsledky dosahuje šestileté přežití podobných hodnot.

Shen et al. (2009) sledovali pacienty v Číně po dobu 5,9 let, přičemž AP komponenty dosáhly míry přežití 93,55 %, zatímco MB komponenty měly přežití 93,75 %. Výsledky studie Shen et al. naznačují, že AP komponenty mohou být cenově dostupnou volbou pro rozvojové země, kde náklady často hrají významnou roli. Studie Bettinson et al. (2009), která zahrnuje sledování v rozmezí pěti až osmi let, uvádí přežití AP komponent 94,5 % a MB komponent 96 %. Tyto míry přežití jsou však nižší než naše data, která ukazují přežití nad 98 % ve stejném časovém horizontu. V našem případě se

však zdá, že AP implantáty nejenže nabízejí cenově dostupnou variantu, ale i velmi vysokou míru přežití.

#### **4.1.2 Dlouhodobé přežití implantátu (>10 let)**

Naše dlouhodobé výsledky, pokrývající sledování až do 17 let po implantaci, ukazují, že AP CR implantáty mají dlouhodobě vysokou míru přežití. V prvních deseti letech zůstává přežití nad 98 %, což je srovnatelné nebo vyšší než výsledky uvedené v zahraniční literatuře.

Studie Abdel et al. (2018) uvádí desetiletou míru přežití AP komponent na úrovni 94,7 %, zatímco MB komponenty dosáhly 97,3 %. Podobně studie Gudnason et al. (2014), která zaznamenala přežití AP komponent na 97,2 % po deseti letech, se blíží našim hodnotám, přičemž naše výsledky vykazují mírně vyšší přežití implantátu. Murray et al. (2014), v rámci Knee Arthroplasty Trial, zjistili desetiletou míru přežití AP komponent na úrovni 97 %, zatímco MB komponenty měly přežití 99 %. Studie Nouta et al. (2012), zahrnující více než 12 500 pacientů s desetiletým sledováním, zjistila přežití AP komponent na úrovni 97,5 %, což odpovídá naší míře přežití kolem 98 %.

Gioe et al. (2007) uvádějí po deseti letech přežití AP komponent na úrovni 91,6 %, což je výrazně nižší než naše výsledky. Dlouhodobá studie Yassin et al. (2015) ukazuje přežití AP komponent na úrovni 96 % po deseti letech, což je opět o něco nižší než naše stabilní míra přežití až do jedenáctého roku. Celkově lze říci, že naše dlouhodobé sledování AP CR implantátů na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně potvrzuje vysokou úroveň přežití implantátu, které je v mnoha případech vyšší než uvedené v zahraničních studiích.

## **4.2 Klinické výsledky**

Naše klinické výsledky vykazují podobnou úroveň funkčního zlepšení, měřenou pomocí KSS a dalších skóre, jako jsou SF-12 a OKS, ve srovnání s hodnotami uvedenými v literatuře. Průměrné KSS v naší kohortě pro AP komponenty dosahuje 82,23 bodů, s mediánem 82, což odpovídá hodnotám z různých studií. Například studie Abdel et al. (2018) uvádí průměrné KSS 89,5 pro AP komponenty a 82,3 pro MB, zatímco Gioe et al. (2007) a Longo et al. (2017) zaznamenaly hodnoty kolem 82–83 bodů. Studie Nouta et al. (2012) a Yassin et al. (2015) rovněž uvádějí srovnatelné hodnoty KSS (85



vs. 84 a 72 vs. 75), což ukazuje na obdobné výsledky jako v naší kohortě, kde se KSS stabilně pohybuje mezi 80–85 body.

Průměrné FS v našich výsledcích dosahuje hodnoty 75,56 bodů s mediánem 75, což je rovněž v souladu s hodnotami v literatuře. Studie Murray et al. (2014) a Muller et al. (2006) uvádějí skóre kolem 75–77 bodů, což podporuje srovnatelné výsledky z hlediska funkční kapacity. Podobně Shen et al. (2009) a Voigt et al. (2011) zaznamenali hodnoty FS mezi 70 a 80 body, čímž naše průměrné výsledky spadají do obdobného rozmezí, které zajišťuje solidní funkční výsledek. Celkově naše výsledky potvrzují srovnatelné funkční výsledky obou typů komponent – AP i MB – z hlediska funkčnosti a pohyblivosti, přičemž AP komponenty mohou vykazovat mírně vyšší subjektivní spokojenost pacientů. Tento rozdíl je patrný zejména u FS, kde implantát Nexgen dosahuje mírně lepších výsledků v naší skupině, což může naznačovat drobnou výhodu v oblasti celkové funkce.

Dosažený ROM pro implantáty PFC AP CR a Nexgen AP CR ukazují na podobnou výkonnost obou systémů, přičemž odpovídá údajům z literatury. Medián ROM je pro oba typy implantátů 100 stupňů, zatímco interkvartilové rozpětí se pohybuje mezi 100 a 115 stupni. Tyto hodnoty jsou plně srovnatelné s publikovanými daty, jako například studie Abdel et al. (2018) a Gioe et al. (2007), které uvádějí medián 110 stupňů. Studie Nouta et al. (2012), Longo et al. (2017) a Shen et al. (2009) rovněž uvádějí podobné hodnoty mediánu a interkvartilového rozpětí v rozsahu 102–106 stupňů, což potvrzuje konzistenci našich výsledků s klinickými standardy.

Celkový ROM u našich pacientů je 95–125 stupňů, přičemž horní odlehlé hodnoty dosahují až 135 stupňů, což naznačuje výjimečně dobrou pohyblivost u některých pacientů. Dolní odlehlé hodnoty kolem 85 stupňů odrážejí omezenější pohyblivost, která je běžná u pacientů s komplikovanější rehabilitací nebo horším předoperačním stavem. Tyto výsledky jsou v souladu s literaturou, například Yassin et al. (2015), kteří hlásí medián ROM 90 stupňů u pacientů s horší pohyblivostí. Naše horní hodnoty však naznačují, že některým pacientům se podařilo dosáhnout mimořádně dobrého výsledku, což může být důsledkem kvalitní rehabilitace nebo individuálních faktorů. Naše data potvrzují, že implantáty PFC AP CR i Nexgen AP CR dosahují srovnatelných výsledků a zajišťují pacientům kvalitní ROM po operaci. Oba typy implantátů splňují klinické standardy uvedené v literatuře, přičemž většina pacientů dosahuje ROM v rozmezí běžných hodnot.

### 4.3 Důvody selhání implantátu

Naše výsledky ukazují, že aseptické uvolnění nebylo u žádného z hodnocených implantátů (Nexgen AP CR a PFC AP CR) zaznamenáno, což svědčí o vysoké dlouhodobé stabilitě těchto implantátů v klinické praxi. Tato zjištění jsou v souladu se závěry Abdel et al. (2018), kteří uvádějí srovnatelnou míru aseptického uvolnění u AP a MB komponent (0,6 %). Důležitý kontrast však přináší studie Gioe et al. (2007), která dokumentuje nulové riziko aseptického uvolnění u AP komponent, zatímco u MB komponent bylo zaznamenáno 5,7 %. Významnou výhodu AP komponent potvrzuje také Mohan et al. (2013), který popisuje o 49 % nižší riziko uvolnění ve srovnání s MB komponentami. Naše výsledky tedy přispívají k důkazům o spolehlivosti AP designů v prevenci aseptického uvolnění.

Co se týče rizika infekcí, naše data ukazují míru infekcí u AP implantátů na úrovni 0,95 % celkově pro AP, 0,49 % pro Nexgen AP CR a 1,55 % pro PFC AP CR. Tato čísla odpovídají rozmezí uváděnému v literatuře, kde Abdel et al. (2018) nepozorovali infekce u AP komponent, zatímco u MB komponent byla míra 0,6 %. Shen et al. (2009) však popisují vyšší incidenci infekcí u AP komponent (2,9 %), což by mohlo být způsobeno specifickými faktory pacientů ve studii. Ačkoliv některé studie, jako Bettinson et al. (2009), popisují nižší výskyt infekcí u MB komponent, rozdíly nejsou statisticky významné.

Výsledky týkající se opotřebení tibiálních komponent potvrzují předpokládané výhody AP implantátů. Studie Doran et al. (2015) a Hasan et al. (2019) jednoznačně uvádějí nižší opotřebení polyethylenu u AP komponent ve srovnání s MB komponentami, což je připisováno absenci kovových spojů a eliminací „backside wear“. Naše data, která neprokazují žádné případy mechanických komplikací spojených s opotřebením, tuto výhodu AP komponent potvrzují. Podobně Murray et al. (2014) popisují nižší míru opotřebení u AP komponent, což dlouhodobě snižuje riziko komplikací, osteolýzu periprotetické kosti a následné aseptické uvolnění implantátu.

Celkově jsou naše výsledky v souladu s literaturou, která podporuje použití AP implantátů díky jejich nižšímu riziku aseptického uvolnění a opotřebení. Tyto vlastnosti je činí vhodnou volbou pro širokou škálu pacientů, zejména těch s nižší až střední fyzickou aktivitou.

## 4.4 Ekonomické zhodnocení

Naše ekonomické zhodnocení implantátů Nexgen CR potvrzují závěry dostupné literatury, která se zabývá rozdíly mezi AP a MB tibiálními komponentami z hlediska nákladů a efektivity. V několika oblastech existuje významná shoda, zatímco v některých detailech se setkáváme s odlišnostmi.

Pokud jde o cenové rozdíly, naše zhodnocení ukazují, že kompletní endoprotéza Nexgen AP CR je o 28 % levnější než její MB ekvivalent, a samotná tibiální komponenta AP je dokonce o 47 % levnější. Tento rozdíl umožňuje provádět o 42 % více operací za stejný rozpočet (27 AP oproti 19 MB implantátům). Tyto hodnoty jsou v souladu s literaturou, například Yassin et al. uvádí 30% snížení nákladů na AP ve srovnání s MB, zatímco Toman et al. a Gioe et al. zaznamenali úsporu pouze 300–729 USD na operaci včetně dalších souvisejících nákladů. Naše konkrétní procentuální údaje se však mohou lišit, což může být odrazem rozdílů v cenách jednotlivých výrobců nebo regionálních podmínek.

Ekonomická efektivita a dopad na dostupnost péče jsou další oblastí, kde se naše zkušenosti shodují s literaturou. Nižší cena AP umožňuje nemocnicím zvládnout větší počet operací v rámci omezených rozpočtů, což zvyšuje dostupnost péče a zkracuje čekací doby. Tento závěr potvrzují také Toman et al. a Yassin et al., kteří zdůrazňují, že ekonomické výhody AP designu přispívají k efektivnímu využití prostředků a širší dostupnosti péče, zejména v systémech s omezenými zdroji. Na druhé straně Murray et al. upozorňují na nižší účinnost AP v oblasti kvality života (QALY), ale stále je považují za ekonomicky výhodnější. Z hlediska dlouhodobých implikací potvrzuje tyto zkušenosti i literatura, že nižší náklady na AP komponenty podporují udržitelnost péče, umožňují efektivní alokaci prostředků a přispívají k dlouhodobé finanční stabilitě zdravotnických systémů. Tento aspekt je klíčový vzhledem k rostoucí poptávce po náhradách kolenních kloubů v souvislosti se stárnutím populace. Kombinace těchto poznatků může být užitečná pro rozhodování o volbě mezi AP a MB komponentami v různých klinických a ekonomických kontextech.

## 4.5 Biomechanické zhodnocení

Nejvyšší hodnoty deformace kostní tkáně byly zaznamenány u varianty s AP komponentou v oblasti tibiálního řezu a jeho okolí. Ve většině periprotetické kostní tkáně se deformace pohybuje v rozmezí odpovídajícím běžné fyziologické zátěži, která podporuje modelaci a remodelaci kosti. Tato zjištění naznačují, že použití AP komponenty by mohlo snížit riziko aseptického uvolnění implantátu, a to i u pacientů ve středním věku. Výsledky ukazují, že zatížení kostní tkáně je podobné při implantaci AP komponent mladším pacientům, než je běžná praxe.

Studie Thompsona a kolegů zjistila, že MB komponenty mohou vést k větší ztrátě kostní hmoty v oblasti spongiózní kosti tibie ve srovnání s AP komponentami. Autoři také poukazují na výhodnější rozložení deformace a napětí při použití AP komponent. Ve srovnání s naší studií se však liší modelové parametry – jejich geometrie a vlastnosti kosti byly založeny na CT datech zdravého muže, což není typický pacient s TKA. Jejich model navíc používal méně prvků a předpokládal homogenní vlastnosti spongiózní kosti.

Naopak Brihault a kolegové popsali vyšší koncentraci napětí a větší mikropohyby na rozhraní při implantaci AP komponent ve srovnání s MB komponentami, což by mohlo vést k větším mechanickým účinkům na kost, riziku bolesti a selhání implantátu. Tyto výsledky se liší od našich zjištění, což může být způsobeno rozdílným přístupem k modelování, například použitím homogenního materiálu spongiózní kosti a výrazně menším počtem prvků v jejich modelech. Navíc interpretovali výsledky na základě procentuálních hodnot napětí, nikoli na základě deformací, což neumožňuje detailní analýzu změn kostní tkáně podle mechanostatické teorie.

Naše modely vycházely z CT dat různých věkových skupin pacientů, což zahrnovalo i starší pacienty s pokročilou artrózou a vyšším rizikem komplikací. Geometrie byla vytvořena na základě CT snímků reprezentativního pacienta, přičemž kontakt mezi kostním cementem a tibií byl modelován jako plně spojený, což odpovídá běžné praxi. Simulace navíc zahrnovaly pouze jedno maximální zatížení, které odpovídá největšímu zatížení během chůze.

## 4.6 Limitace

Přestože je práce komplexní a obsahuje podstatná zjištění, nelze přehlednout určité limitace, které je třeba při hodnocení výsledků zohlednit.

Jedním z hlavních omezení práce je výběr literatury. Práce zahrnuje pouze studie publikované v recenzovaných časopisech a dostupné v angličtině nebo češtině. Tento jazykový filtr může vylučovat relevantní výzkumy publikované v jiných jazycích, což ovlivňuje komplexnost přehledu. Další limitací je časové období vyhledávání (2005–2024), které nezahrnuje starší studie, jež by mohly přinést užitečné historické perspektivy. Výběr zahrnutých studií je navíc omezen přísnými kritérii, jako je minimální doba sledování jeden rok a dostupnost dat v plné podobě. Tento přístup eliminuje potenciálně relevantní zdroje, které by mohly poskytnout další vhled. Z metodologického hlediska práce čelí výzvám spojeným s heterogenitou zahrnutých studií. Variabilita v použitých metodách měření klinických výsledků, jako je přežití implantátů, ROM nebo míra komplikací, může ovlivnit spolehlivost a konzistenci závěrů. Například rozdíly v definici selhání implantátu nebo v metodách hodnocení klinických výsledků (např. KSS, WOMAC, HSS) mohou znesnadnit přímé srovnání mezi jednotlivými studii.

Ekonomické aspekty, které práce zdůrazňuje jako klíčový přínos AP implantátů, mohou být rovněž zkresleny rozdíly v nákladech na zdravotní péči mezi jednotlivými zeměmi. Ekonomické hodnocení je silně ovlivněno místními podmínkami, dostupností materiálů a operačními náklady, což omezuje generalizaci závěrů na globální úroveň. Technologické pokroky v designu a výrobě AP implantátů, které práce zmiňuje, mohou rovněž představovat limitaci. Zatímco moderní materiály, jako je druhá generace HXLPE, přinášejí snížené riziko opotřebení, mohou se mezi jednotlivými výrobci lišit, což ovlivňuje výsledky jednotlivých studií. Rovněž není dostatek dat o tom, jak se tyto nové technologie osvědčují v dlouhodobém horizontu.

Použití pouze dvou typů implantátů - NexGen a PFC AP CR - představuje významné omezení studie. Toto omezení může ovlivnit generalizovatelnost výsledků, protože neodráží širokou škálu dostupných implantátů na trhu. Různé implantáty mohou mít odlišné designové vlastnosti, materiálové složení a klinické výsledky. Zaměření pouze na tyto dva typy implantátů může vést k neúplnému pochopení celkového výkonu AP tibiálních komponent v totální náhradě kolenního kloubu. Pro komplexnější a reprezentativnější závěry by bylo vhodné zahrnout širší spektrum implantátů od různých výrobců.

Omezené zkušenosti s použitím AP tibiálních komponent u mladých pacientů představují důležitou limitaci, která ovlivňuje možnost jejich širšího použití. Většina studií, které se zabývají AP tibiálními komponentami, se zaměřuje na starší nebo méně aktivní pacienty. U těchto pacientů se očekává menší fyzická zátěž na implantáty, což může pozitivně ovlivnit jejich přežití a klinické výsledky. Naopak u mladších a aktivnějších pacientů může být riziko selhání implantátů vyšší, zejména kvůli vyšším biomechanickým nárokům. Pro validní doporučení by byly potřeba studie zahrnující dlouhodobé sledování mladších pacientů a srovnání s jinými typy implantátů, aby se lépe porozumělo jejich vhodnosti a spolehlivosti v této skupině.

Použití dříků a řešení kostních defektů je u AP tibiálních komponent omezené kvůli jejich designu a nedostatku modularity. Tyto komponenty jsou vhodnější pro nekomplikované primární náhrady kolenního kloubu u pacientů bez závažných kostních defektů. Pro řešení komplexnějších případů, jako jsou závažné deformity nebo kostní defekty, jsou preferovány MB implantáty s možností použití dříků, augmentů a kostních štěpů, které poskytují lepší biomechanickou stabilitu a flexibilitu.

## 5 Závěr

Habilitační práce „Význam all-poly tibiálních komponent v současné totální náhradě kolenního kloubu“ představuje důkladnou analýzu využití AP komponent, která vychází z přehledu literatury, klinických dat a vlastních zkušeností autora.

Habilitační práce potvrzuje, že AP tibiální komponenty představují spolehlivou a ekonomicky výhodnou možnost při TKA. Naše dlouhodobé klinické sledování na I. ortopedické klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně přináší cenné důkazy o vysoké míře přežití AP CR implantátů a jejich funkční účinnosti, které jsou srovnatelné nebo dokonce lepší než hodnoty uváděné v zahraniční literatuře.

AP tibiální komponenty by měly být standardně zvažovány u nekomplikovaných primárních TKA, zejména u starších pacientů. Při správné indikaci mohou poskytovat spolehlivé klinické výsledky, dlouhodobou funkčnost a ekonomické výhody, čímž přispívají k udržitelnosti zdravotní péče v podmínkách rostoucí poptávky.





## Použité zdroje

1. Shichman I, Roof M, Askew N, et al. Projections and Epidemiology of Primary Hip and Knee Arthroplasty in Medicare Patients to 2040-2060. *JBJS Open Access*. 2023;8(1):e22.00112. doi:10.2106/JBJS.OA.22.00112
2. Apel DM, Tozzi JM, Dorr LD. Clinical comparison of all-polyethylene and metal-backed tibial components in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 1991;(273):243-252.
3. Ritter MA, Keating EM, Faris PM, Brugo G. Metal-backed acetabular cups in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(5):672-677.
4. Murase K, Crowninshield RD, Pedersen DR, Chang TS. An analysis of tibial component design in total knee arthroplasty. *J Biomech*. 1983;16(1):13-22. doi:10.1016/0021-9290(83)90042-8
5. Apostolopoulos V, Nachtnebl L, Mahdal M, et al. Clinical outcomes and survival comparison between NexGen all-poly and its metal-backed equivalent in total knee arthroplasty. *Int Orthop*. Published online April 18, 2023. doi:10.1007/s00264-023-05772-3
6. Goe TJ, Maheshwari AV. The All-Polyethylene Tibial Component in Primary Total Knee Arthroplasty: *J Bone Jt Surg*. 2010;92(2):478-487. doi:10.2106/JBJS.I.00842
7. Doran J, Yu S, Smith D, Iorio R. The Role of All-Polyethylene Tibial Components in Modern TKA. *J Knee Surg*. 2015;28(05):382-389. doi:10.1055/s-0035-1551832
8. Insall J, Scott WN, Ranawat CS. The total condylar knee prosthesis. A report of two hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61(2):173-180.
9. Scott RD, Thornhill TS. Press-fit condylar total knee replacement. *Orthop Clin North Am*. 1989;20(1):89-95.
10. Gunston FH. Polycentric knee arthroplasty. Prosthetic simulation of normal knee movement. *J Bone Joint Surg Br*. 1971;53(2):272-277.
11. Freeman M, Todd R, Bamert P, Day W. ICLH arthroplasty of the knee: 1968--1977. *J Bone Joint Surg Br*. 1978;60-B(3):339-344. doi:10.1302/0301-620X.60B3.681410
12. RYBKA, V., VAVŘÍK, P.: *Počátky Vývoje Náhrad Kolenního Kloubu. Alopastika Kolenního Kloubu*. Arcadia; 1993.

13. Bistolfi A, Giustra F, Bosco F, et al. Ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) for hip and knee arthroplasty: The present and the future. *J Orthop*. 2021;25:98-106. doi:10.1016/j.jor.2021.04.004
14. Wilhelm SK, Henrichsen JL, Siljander M, Moore D, Karadsheh M. Polyethylene in total knee arthroplasty: Where are we now? *J Orthop Surg*. 2018;26(3):230949901880835. doi:10.1177/2309499018808356
15. Sheridan GA, Clesham K, Garbuz DS, Masri BA. Highly cross-linked polyethylene (HXLPE) is equivalent to conventional polyethylene (CPE) in total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *The Knee*. 2021;33:318-326. doi:10.1016/j.knee.2021.10.005
16. Gkiatas I, Karasavvidis T, Sharma AK, et al. Highly cross-linked polyethylene in primary total knee arthroplasty is associated with a lower rate of revision for aseptic loosening: a meta-analysis of 962,467 cases. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022;142(6):1177-1184. doi:10.1007/s00402-021-03887-z
17. Siskey RL, Yarbrough RV, Spece H, Hodges SD, Humphreys SC, Kurtz SM. In Vitro Wear of a Novel Vitamin E Crosslinked Polyethylene Lumbar Total Joint Replacement. *Bioengineering*. 2023;10(10):1198. doi:10.3390/bioengineering10101198
18. Baxter RM, MacDonald DW, Kurtz SM, Steinbeck MJ. Characteristics of highly cross-linked polyethylene wear debris in vivo. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2013;101(3):467-475. doi:10.1002/jbm.b.32902
19. Clayton RAE, Amin AK, Gaston MS, Brenkel IJ. Five-year results of the Sigma total knee arthroplasty. *The Knee*. 2006;13(5):359-364. doi:10.1016/j.knee.2006.06.003
20. Ranawat AS, Rossi R, Loreti I, Rasquinha VJ, Rodriguez JA, Ranawat CS. Comparison of the PFC Sigma fixed-bearing and rotating-platform total knee arthroplasty in the same patient: short-term results. *J Arthroplasty*. 2004;19(1):35-39. doi:10.1016/j.arth.2003.08.010
21. Nachtnubl L, Tomáš T, Apostolopoulos V, Pazourek L, Mahdal M. [Long-Term Results of Total Knee Replacement Using P.F.C. Sigma System with an All-Polyethylene Tibial Component]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2021;88(6):412-417.
22. Zimmer Biomet, NexGen® CR-Flex and LPS-Flex Knees, 2016.
23. Ewald FC. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop*. 1989;(248):9-12.

24. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop*. 1989;(248):13-14.
25. Barber-Westin SD, Noyes FR. Rating of Athletic and Daily Functional Activities. In: *Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes*. Elsevier; 2017:1211-1221. doi:10.1016/B978-0-323-32903-3.00043-3
26. Bae SC, Lee HS, Yun HR, Kim TH, Yoo DH, Kim SY. Cross-cultural adaptation and validation of Korean Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) and Lequesne Osteoarthritis Indices for Clinical Research. *Osteoarthritis Cartilage*. 2001;9(8):746-750. doi:10.1053/joca.2001.0471
27. Zhang Z, Chai W, Zhao G, et al. Association of HSS score and mechanical alignment after primary TKA of patients suffering from constitutional varus knee that caused by combined deformities: a retrospective study. *Sci Rep*. 2021;11(1):3130. doi:10.1038/s41598-021-81285-6
28. Torres-Claramunt R, Leal J, Hinarejos P, Pelfort X, Puig L. Correlation Study Between KSS, WOMAC and SF-36 Scores in Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty in a Spanish Speaking Population. *J Arthroplasty*. 2013;28(6):950-953. doi:10.1016/j.arth.2012.10.012
29. Tay ML, Monk AP, Frampton CM, Hooper GJ, Young SW. Associations of the Oxford Knee Score and knee arthroplasty revision at long-term follow-up. *ANZ J Surg*. 2023;93(1-2):310-315. doi:10.1111/ans.18286
30. Biau DJ, Hamadouche M. Estimating implant survival in the presence of competing risks. *Int Orthop*. 2011;35(2):151-155. doi:10.1007/s00264-010-1097-2
31. Abdel MP, Tibbo ME, Stuart MJ, Trousdale RT, Hanssen AD, Pagnano MW. A randomized controlled trial of fixed- versus mobile-bearing total knee arthroplasty: a follow-up at a mean of ten years. *Bone Jt J*. 2018;100-B(7):925-929. doi:10.1302/0301-620X.100B7.BJJ-2017-1473.R1
32. Bettinson KA, Pinder IM, Moran CG, Weir DJ, Lingard EA. All-Polyethylene Compared with Metal-Backed Tibial Components in Total Knee Arthroplasty at Ten Years: A Prospective, Randomized Controlled Trial. *J Bone Jt Surg-Am Vol*. 2009;91(7):1587-1594. doi:10.2106/JBJS.G.01427
33. Cheng T, Zhang G, Zhang X. Metal-backed versus all-polyethylene tibial components in primary total knee arthroplasty: A meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *Acta Orthop*. 2011;82(5):589-595. doi:10.3109/17453674.2011.618913

34. Gioe TJ, Stroemer ES, Santos ERG. All-polyethylene and Metal-backed Tibias Have Similar Outcomes at 10 Years: A Randomized Level II Evidence Study. *Clin Orthop*. 2007;455:212-218. doi:10.1097/01.blo.0000238863.69486.97
35. Gudnason A, Hailer NP, W-Dahl A, Sundberg M, Robertsson O. All-Polyethylene Versus Metal-Backed Tibial Components—An Analysis of 27,733 Cruciate-Retaining Total Knee Replacements from the Swedish Knee Arthroplasty Register. *J Bone Jt Surg*. 2014;96(12):994-999. doi:10.2106/JBJS.M.00373
36. Van Hamersveld KT, Marang-Van De Mheen PJ, Nelissen RGHH, Toksvig-Larsen S. Migration of all-polyethylene compared with metal-backed tibial components in cemented total knee arthroplasty: A randomized controlled trial. *Acta Orthop*. 2018;89(4):412-417. doi:10.1080/17453674.2018.1464317
37. Hasan S, Marang-Van De Mheen PJ, Kaptein BL, Nelissen RGHH, Toksvig-Larsen S. All-polyethylene versus metal-backed posterior stabilized total knee arthroplasty: similar 2-year results of a randomized radiostereometric analysis study. *Acta Orthop*. 2019;90(6):590-595. doi:10.1080/17453674.2019.1668602
38. Hyldahl H, Regnér L, Carlsson L, Kärrholm J, Weidenhielm L. All-polyethylene vs. metal-backed tibial component in total knee arthroplasty—a randomized RSA study comparing early fixation of horizontally and completely cemented tibial components: Part 1. Horizontally cemented components: AP better fixated than MB. *Acta Orthop*. 2005;76(6):769-777. doi:10.1080/17453670510045354
39. Longo UG, Ciuffreda M, D'Andrea V, Mannering N, Locher J, Denaro V. All-polyethylene versus metal-backed tibial component in total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(11):3620-3636. doi:10.1007/s00167-016-4168-0
40. Mohan V, Inacio MCS, Namba RS, Sheth D, Paxton EW. Monoblock all-polyethylene tibial components have a lower risk of early revision than metal-backed modular components: A registry study of 27,657 primary total knee arthroplasties. *Acta Orthop*. 2013;84(6):530-536. doi:10.3109/17453674.2013.862459
41. Muller SD, Deehan DJ, Holland JP, et al. Should we reconsider all-polyethylene tibial implants in total knee replacement? *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88-B(12):1596-1602. doi:10.1302/0301-620X.88B12.17695
42. Murray DW, MacLennan GS, Breeman S, et al. A randomised controlled trial of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of different knee prostheses: the Knee Arthroplasty Trial (KAT). *Health Technol Assess*. 2014;18(19). doi:10.3310/hta18190

43. Nouta KA, Verra WC, Pijls BG, Schoones JW, Nelissen RGHH. All-polyethylene Tibial Components are Equal to Metal-backed Components: Systematic Review and Meta-regression. *Clin Orthop*. 2012;470(12):3549-3559. doi:10.1007/s11999-012-2582-2
44. Shen B, Yang J, Zhou Z, Kang P, Wang L, Pei F. Survivorship comparison of all-polyethylene and metal-backed tibial components in cruciate-substituting total knee arthroplasty—Chinese experience. *Int Orthop*. 2009;33(5):1243-1247. doi:10.1007/s00264-008-0634-8
45. Toman J, Iorio R, Healy WL. All-polyethylene and Metal-backed Tibial Components Are Equivalent With BMI of Less Than 37.5. *Clin Orthop*. 2012;470(1):108-116. doi:10.1007/s11999-011-2124-3
46. Voigt J, Mosier M. Cemented All-Polyethylene and Metal-Backed Polyethylene Tibial Components Used for Primary Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials Involving 1798 Primary Total Knee Implants. *J Bone Jt Surg*. 2011;93(19):1790-1798. doi:10.2106/JBJS.J.01303
47. Yassin M, Garti A, Weissbrot M, Ashkenazi U, Khatib M, Robinson D. All-polyethylene tibial components are not inferior to metal-backed tibial components in long-term follow-up of knee arthroplasties. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2015;25(6):1087-1091. doi:10.1007/s00590-015-1645-y
48. Apostolopoulos V, Tomáš T, Boháč P, et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on periprosthetic tibia using the finite element method. *Comput Methods Programs Biomed*. 2022;220:106834. doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834
49. Marcián P, Borák L, Zikmund T, et al. On the limits of finite element models created from (micro)CT datasets and used in studies of bone-implant-related biomechanical problems. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;117:104393. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104393
50. Completo A, Simões JA, Fonseca F, Oliveira M. The influence of different tibial stem designs in load sharing and stability at the cement–bone interface in revision TKA. *The Knee*. 2008;15(3):227-232. doi:10.1016/j.knee.2008.01.008
51. Gray HA, Taddei F, Zavatsky AB, Cristofolini L, Gill HS. Experimental Validation of a Finite Element Model of a Human Cadaveric Tibia. *J Biomech Eng*. 2008;130(3):031016. doi:10.1115/1.2913335

---

## Vědecko-výzkumné aktivity vztahující se k habilitační práci

Nachtnebl L, Tomáš T, Apostolopoulos V, Pazourek L, Mahdal M. [Long-Term Results of Total Knee Replacement Using P.F.C. Sigma System with an All-Polyethylene Tibial Component]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2021;88(6):412-417.

Apostolopoulos V+, Nachtnebl L+, Mahdal M, et al. Clinical outcomes and survival comparison between NexGen all-poly and its metal-backed equivalent in total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2023. doi:10.1007/s00264-023-05772-3

Nachtnebl L, Apostolopoulos V, Mahdal M, Pazourek L, Brančík P, Valoušek T, Boháč P, Tomas T. (2023). Implant Preference and Clinical Outcomes of Patients with Staged Bilateral Total Knee Arthroplasty: All-Polyethylene and Contralateral Metal-Backed Tibial Components. *Journal of Clinical Medicine.* doi:10.3390/jcm12237438

Apostolopoulos V, Boháč P, Marcián P, Nachtnebl L, Mahdal M, Pazourek L, Tomáš T. (2024). Biomechanical comparison of all-polyethylene total knee replacement and its metal-backed equivalent on periprosthetic tibia using the finite element method. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* doi:19. 10.1186/s13018-024-04631-0

Nachtnebl L, Tomáš T, Rapi J, Emmer J, Valoušek T. (2022). Mid-Term Results of Unicompartmental Knee Replacement Using Oxford Phase III System. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca.* 89. 332-338. doi:10.55095/achot2022/053

Apostolopoulos V, Tomáš T, Boháč P, Nachtnebl L.\*et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on periprosthetic tibia using the finite element method. *Comput Methods Programs Biomed.* 2022;220:106834. doi:10.1016/j.cmpb.2022.106834

---