



## **Středoškolská technika 2022**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **Náhrady kolenního kloubu**

**Jan Lochovský**

Gymnázium Zikmunda Wintra Rakovník  
náměstí Jana Žižky 186, 269 01 Rakovník

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Rakovníku dne 14. prosince 2021

---

Jan Ločovský

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat paní Mgr. Romaně Parkmanové za pomoc, vedení a rady při vypracování této ročníkové práce. Dále bych rád poděkoval kolektivu firmy ProSpon s.r.o. Kladno, především panu Františkovi Tůmovi za pomoc a ochotu při sbírání podkladů a za umožnění prohlídky firmy a panu Bc. Miroslavovi Videckému za zprostředkování osobní účasti na operaci a panu Jakubovi Dobrovolnému za pomoc při praktické části.

## **Anotace**

Tato práce se zabývá variantami totálních endoprotéz kolenního kloubu. První část je zaměřena na obecné informace a teoretické poznatky, konkrétně na historii endoprotéz, obecnou stavbu a materiály endoprotéz, anatomii kloubu, kineziologii kolenního kloubu, nejčastější indikace a kontraindikace a nejčastější choroby vedoucí k operaci. Druhá část obsahuje popis jednotlivých endoprotéz a jejich využití společně s popisem jejich implantace. Na to navazuje shrnutí způsobů a průběhu rehabilitace. Ve třetí části je popsán postup tvorby a 3D tisku vlastní protézy.

## **Klíčová slova**

Koleno; endoprotéza; rehabilitace

## **Annotation**

This thesis deals with variants of total knee endoprosthesis. The first part is focused on general information and theoretical knowledge, specifically on history of endoprosthesis, general structure and used materials of endoprosthesis, anatomy of knee joint, most common indications and contraindications and most common diseases that leads to operation. Second part includes description of individual endoprosthesis and their usage with description of their implantation. Followed by summary of rehabilitation process and its methods. Third part consists of description of the process of creating and 3D printing my own prosthesis.

## **Keywords**

Knee; endoprosthesis; rehabilitation

## Obsah

1	Úvod .....	8
2	Historie .....	9
3	Materiály a konstrukce náhrad .....	10
3.1	Femorální komponenty .....	10
3.2	Tibiální vložka .....	10
3.3	Tibiální komponenta .....	10
3.4	Doplňující součástky .....	10
3.5	Kostní cement .....	11
3.6	Náhrady na míru .....	11
4	Anatomická stavba kolenního kloubu .....	12
4.1	Kostní součásti .....	12
4.2	Měkké tkáně .....	12
4.3	Postavení kloubu .....	13
5	Pohyby kolenního kloubu .....	14
6	Indikace .....	16
6.1	Indikace náhrady kolenního kloubu .....	16
6.2	Kontraindikace implantace náhrady kolenního kloubu .....	16
6.3	Choroby .....	17
6.3.1	Osteoartróza kolenního kloubu (gonartróza) .....	17
6.3.2	Zánětlivé revmatické choroby .....	17
6.3.3	Aseptická nekróza .....	17
6.3.4	Nádorová onemocnění kolenního kloubu .....	17
7	Modulární neonkologická náhrada .....	18
7.1	Operace .....	18
8	Modulární onkologická náhrada .....	22
8.1	Operace .....	22
9	Revizní operace kolenního kloubu .....	24
9.1	Instrumentarium .....	24
9.1.1	Technika použití instrumentária .....	25
9.2	Femorální resekce .....	25
9.3	Femorální dřík .....	26
9.4	Tibiální resekce .....	27
9.4.1	Varianta bez použití tibiálního dříku .....	28
9.4.2	Varianta s použitím tibiálního dříku .....	28
9.5	Nastavení tibiální rotace .....	29
9.6	Montáže zkušebních a originálních komponent .....	30

9.6.1	Montáž zkušebních komponent .....	30
9.6.2	Implantace originálu .....	32
10	Znehybňující náhrada .....	33
10.1	Operace .....	33
11	Fyzioterapie při aloplastice .....	35
11.1	Předoperační péče – Fáze 1 .....	35
11.1.1	Edukace .....	35
11.1.2	Kineziologický rozbor .....	35
11.1.3	Goniometrie .....	35
11.1.4	Aktivní cvičení v uzavřených kinematických řetězcích .....	36
11.1.5	Aktivní cvičení v otevřených řetězcích .....	36
11.1.6	Nácvik chůze o berlích .....	36
11.2	Pooperační péče – Fáze 2 .....	36
11.2.1	Cvičení na motodlaze .....	37
11.2.2	Polohování .....	37
11.2.3	Kryoterapie .....	37
11.2.4	Izometrická cvičení .....	37
11.2.5	Elektroterapie .....	37
12	3D modelování a tisk .....	39
13	Závěr .....	41
14	Literatura .....	42
15	Internetové zdroje .....	44
16	Seznam obrázků .....	45

# 1 ÚVOD

Totální endoprotéza kolenního kloubu (TEP), taktéž označována *artroplastika* (rekonstrukční operace kloubu) nebo *aloplastika* (úplná či částečná rekonstrukce kloubu), je zákrok, při němž je nahrazen kloub celý nebo jeho část, jehož cílem je obnovit anatomickou stavbu dolní končetiny, vrátit stabilitu kloubu, přiblížit se původní funkčnosti končetiny a zbavit pacienta bolesti. Implantace je dnes jedním z nejčastějších ortopedických zákroků. Cílem práce je zmapovat možnosti, které tento způsob léčby může poskytovat a přiblížit několik variant jejího provedení, poodhalit způsob výroby, popsat práci schovanou za každou operací, uvést průběh rehabilitace a závěrem se pokusit o vlastní návrh TEP. Nejčastějšími pacienty, pro které je implantace endoprotézy indikována jsou pacienti trpící artrózou kolenního kloubu, která jim způsobuje velké bolesti a omezuje pohyblivost kloubu. Právě proti těmto symptomům je endoprotéza jednou z nejúčinnějších zbraní. Představuje cestu k návratu do běžného života, ke každodenním aktivitám, například sportu. Indikace implantátu je stále ještě závislá na životnosti materiálů, ale s každým dnem se blíží k dalšímu a dalšímu prodloužení a tím se snižuje věk, vhodný pro operaci. Jako ale každý zákrok i tento má svá rizika, pacient s nimi musí být seznámen před operačním výkonem, avšak v porovnání s přínosem operace jsou pro většinu pacientů jen formalitou, o které ví. Po zákroku však musí pacient počítat s omezeními po dobu rehabilitace, kterou je potřeba pro bezproblémový návrat do aktivního života podstoupit. Po zvážení všech pro a proti je pro drtivou většinu pacientů podstoupení implantace totální endoprotézy kolenního kloubu tou přijatelnější variantou, po které se mohou dočkat kvalitnějšího a lepšího života bez bolesti.

## 2 HISTORIE

Už během 19. století se lékaři snažili objevit způsob, jak ulevit od bolesti a obnovit pohybu schopnost kloubu postiženého artrózou. Většina prvopokusů byla spíše experimenty, které zatím nepřinášely značný rozvoj.

První pokus o totální endoprotézu kolenního kloubu byl proveden v roce 1890, jednalo se o tzv. Gluckovu náhradu. Šlo o první kompletní nahrazení kolenního kloubu a velkého kloubu vůbec. „Kloub zničený zánětem byl nahrazen protézou ze slonové kosti, femorální a tibiální část byly tvořeny poniklovanými hřeby, sádrou, kalafunou a protéza fixována pemzou.“ [1] Na tento úspěšný pokus, závěsné endoprotézy, navázali až v roce 1947 bratři Judetové. Robert a Jean stojí za vznikem náhrady z akrylové pryskyřice, která ovšem musela být krátce po implantaci vyjmuta, jelikož způsobovala kožní nekrózu a dál už používána nebyla. Podobný princip, avšak s jinými materiály, zvolil Walldius, jehož modely byly nadále upravovány a zdokonalovány dalšími autory (Shierse, Mc Keever). Roku 1952 přichází Walldius s konstrukčním řešením celkové náhrady. Do konce roku 1954 vychází publikace o zkušenostech s totální náhradou závěsného typu od Shierse. V ní se objevuje hodnocení prvních zkušeností s CoCrMo (kobalt-chrom-molybdenovými) náhradami. Tento typ náhrad se také objevuje v publikaci z roku 1973, která uvádí data získaná na území tehdejší Československé socialistické republiky. Roku 1960 lékař Mc Keever jako první provedl náhradu pouze tibiální části za použití destiček ze slitiny CoCrMo. [1][2][24]

V dalším vývoji se objevují endoprotézy nahrazující jen část kolenního kloubu, následují endoprotézy jejichž části nejsou pevně spojené, čímž umožňují návrat k téměř plnému rozsahu pohybu. Významným pokrokem se ukázalo být i zvýšení pozornosti vůči zachování vazů v kloubním pouzdře, jelikož první implantáty byly charakteristické jednoduchými geometrickými tvary, které po implantaci narušovaly anatomickou stavbu kolene a způsobovaly často poškození měkkých tkání. Průkopníkem anatomických modelů se stává roku 1971 Frank Gunston se svým polycentrickým modelem. Vzhledem ke stavbě implantátů, používaným materiálům a malé kontaktní ploše, na kterou působila velká soustředěná síla, docházelo často k uvolnění endoprotézy a možnému poškození stavby kosti. Proto se neustále pracovalo a pracuje na pevnějších materiálech, vhodnějších designech, nových technologiích, jednodušší kompletaci a mnoha dalších detailech. [3]

V dnešní době se téměř neustále využívá tzv. stavebnicových endoprotéz. Femorální komponenty jsou z pravidla ze slitin kobaltchromu, tibiální komponenty se běžně vyrábí ze slitin titanu a mezi ně se zpravidla dává polyethylenová vložka. Upevnění implantátů je buď cementované, nebo necementované. V České republice byla první endoprotéza vyvinuta pod vedením prof. Rybky a doc. Vavříka ve spolupráci s firmou WalterMotorlet v roce 1984. [4]

Jde o čím dál častější operace, jejichž počet se přibližuje počtu voperovaných kyčelních náhrad. U nás se začíná objevovat v 80. letech po uspokojivém rozvoji kyčelních implantátů. Pro většinu pacientů znamená podstoupení operace zpravidla návrat k normálnímu používání kloubu, jelikož indikaci TEP předchází v naprosté většině případů silné bolesti a značné omezení pohybu kloubu. Po implantaci většinou pacienti pocítují úlevu od bolesti a vrací se jim plná hybnost kloubu. [4]



## 3 MATERIÁLY A KONSTRUKCE NÁHRAD

Všechny moderní náhrady se obecně skládají z femorální komponenty a tibiální komponenty, u některých typů se nadále vyskytují tibiální vložky, popřípadě jiné doplňující součástky. Pro tuto práci jsem zvolil několik náhrad od jednoho z výrobců, konkrétně od společnosti ProSpon s.r.o., ačkoliv jsou různé konstrukce a různě využívané, jsou vyráběny podobným způsobem a ze stejných materiálů. Následující informace proto platí pouze pro zmíněného výrobce, u jiných se výroba může lišit. Z většiny se implantáty vyrábí v předem daných velikostech, které pokrývají škálu dostatečně širokou pro většinu dospělé populace.

### 3.1 Femorální komponenty

I přes různé tvary, téměř všechny femorální komponenty (a femorální vložky) jsou vyráběny ze slitiny „CoCrMo“ [11] (Kobalt-Chrome-Molybden), malá část z nich se tiskne ze slitin titanu. CoCrMo je bioaktivní materiál, s vysokou odolností proti korozi a s dobrými mechanickými vlastnostmi. Často se používá i do kyčelních náhrad. Nejdůležitější vlastností je biokompatibilita = materiály takto označené mohou být vloženy do živé tkáně a nevyvolávají negativní či nežádoucí účinky. I přes to se u některých pacientů může objevit nežádoucí reakce, a proto se u nich používá tzv. bioaktivní povlak (CrW), který vytvoří vrstvu mezi slitinou a tkání. Komponenta se vytváří z tyčí na CNC obráběcích strojích. [22]

### 3.2 Tibiální vložka

Tibiální vložka je tzv. kluznou plochou a tím pádem i nejproblémovější částí implantátu. Dalo by se říct, že díky této vložce je životnost náhrad pro koleno 10-15 let. Tibiální vložka je nejvíce namáhána při posuvném pohybu kloubu. Vyrábí se z „UHMWPE“ [11] (nízkotlaký vysokomolekulární polyethylen). Mezi přední vlastnosti materiálu patří vysoká pevnost, netoxičnost, odolnost vůči koncentrovaným kyselinám, louhům a dalším organickým látkám a velice nízký koeficient tření. Což je velmi výhodné pro jeho účely. [20]

### 3.3 Tibiální komponenta

Stejně jako u femorální komponenty i tibiální komponenta má velké rozdíly mezi modely. Vyrábí se ze slitiny „Ti6Al4V“ [11] (slitina titanu, hliníku a vanadia), samotný titan nemá vhodné mechanické vlastnosti – je měkký. Titanové slitiny jsou dnes již standardním biokompatibilním materiálem, sloužícím pro účely dlouhodobých implantátů i u jiných zákroků. Další výhodou těchto slitin je možnost zarostení kostí, kvůli fixaci. Předností je i vysoká mechanická síla, kompatibilita s ostatními kovy a odolnost vůči korozi. Někteří z pacientů mohou trpět alergickou reakcí na vanad, proto se používá bioaktivní povlak (CrW). Ti6Al4V je zároveň široce rozšířen díky možnosti použití jako materiál k 3D tisku, pomocí kterého se komponenty také vyrábějí. [21]

### 3.4 Doplňující součástky

Dříky, čepy, podložky, šrouby a tibiální podložky jsou zpravidla vyráběny ze stejné slitiny jako tibiální komponenta – Ti6Al4V, použití jednotlivých součástí závisí na modelu implantátu, nebo typu zákroku. Zpravidla jsou tištěny na 3D tiskárně. [10]

### 3.5 Kostní cement

Je to rychle tuhnoucí polymer skládající se z prášku a kapaliny. „Prášková část: poly (methylakrylát, methylmetakrylát), oxid zirkoničitý (rentgen kontrastní látka), benzoylperoxid, chlorofylová přísada (slouží k optickému označení v místě operace), gentamicin sulfát (pouze v označeném výrobku). Tekutá část: methylmetakrylát, N, N-dimethyl-p-toluidin.“ [21] Používá se pro cementované modely, zajišťuje pevné ukotvení implantátu a přenos veškerých tlaků způsobených pohyby na kost. Některé z variant nepotřebují cementové ukotvení, díky jemné mřížce, skrz kterou proroste kost.

### 3.6 Náhrady na míru

Někteří, zvláště dětské pacienti ale i pacienti s rozsáhlejším poškozením kloubu potřebují náhradu specifické velikosti a konstrukce. U takových pacientů se při výrobě postupuje odlišně.

Z nemocnice přijde CT a rentgenový snímek. Z CT se pomocí programu vytvoří 3D model ve velikosti 1:1, pomocí kterého se navrhuje nejvhodnější protéza. Druh se určuje podle typu poškození, věku pacienta nebo potřeb pacienta. Velikost se navrhuje pomocí perokresby promítnuté na model 1:1. Mezi další kroky patří revize předchozího postupu znovu perokresbou, tentokrát na rentgenový snímek. Když vše sedí, pak je možné vytvořit výkres a ten poslat do výroby. Někdy pro lepší porozumění je třeba vytisknout 3D model z plastu a dle něj se následně rozhodovat.

## 4 ANATOMICKÁ STAVBA KOLENNÍHO KLOUBU

Kolenní kloub neboli *Articulatio genus*, je složený kloub, který se skládá z femuru, tibie a pately. Mezi styčnými plochami se nachází kloubní menisky. Toto vše je chráněno kloubním pouzdrém z měkkých tkání: šlach, synoviální membrány a vazů, z nichž některé se nacházejí i uvnitř kloubu. Kloubní pouzdro je vyplněno synoviální tekutinou. V některých případech se v kloubu mohou nacházet i tzv. bursy, které se tvoří na místech, která jsou pod velkým tlakem, nebo v místech vysokého tření. [5]

### 4.1 Kostní součásti

Femur (os femoris) - kost stehenní, největší a nejsilnější kost v těle. Stavba: *caput femoris* – hlava kosti, *collum femoris* – krček – spojuje hlavičku s tělem, *corpus femoris* – tělo, *condyli femoris* – plochy kondylů slouží jako styčné kloubní plochy pro spojení s tibíí, *condylus medialis* (vnitřní), *condylus lateralis* (zevní), *fossa intercondylaris* - vzadu – odděluje kondyly od sebe, *facies patellaris* - vpředu, spojuje oba kondyly, prohnutá [5]

Tibia - kost holenní. Stavba: proximální část, je tvořena dvěma širokými kloubními hrboly, *condylus medialis* – vnitřní, oválný, prohloubený, *condylus lateralis* – zevní, menší, téměř nevyhloubený, *condyli tibiae* - mediální styčná plocha je oválná a vyhloubená, laterální styčná plocha je kruhovitá, menší a téměř rovná, *facies articularis superior* – styčná plocha pro kondyly femuru, *Facies articularis fibularis* – styčná plocha pro fibulu, *corpus tibiae* – tělo kosti, distální část – vyúsťuje v *malleolus medialis* (vnitřní kotník)[5]

Patela – česka, je sesamská kost uchycena ve šlaše svalu (čtyřhlavý stehenní). Stavba: *basis patellae*: je proximální (bližší ke středu) širší část kosti, *apex patellae*: je distální (okrajový) užší špičatá část, *facies anterior*: (přední plocha česky) je kryta šlachou *quadriceps femoris* (čtyřhlavý sval stehenní), *facies articularis*: (zadní, plocha kloubu) přiléhá k *facies patellaris* femuru a je tam obalena silnou chrupavkou. [5]

### 4.2 Měkké tkáně

Menisky – útvary z vazivové chrupavky. Funkce: vyrovnávání nestejných kloubních ploch a zvětšování pohyblivosti kloubu. Stavba: cípy menisků-konce srpů, obvod menisků – spojen s kloubním pouzdrém, *meniscus lateralis*: mezi mediálním kondylem femuru a mediální částí kloubní plochy tibie, větší, méně pohyblivý než laterální, *meniscus medialis*: mezi laterálním kondylem femuru a laterální částí kloubní plochy tibie, je spojen rozdvojeným nitrokloubním vazem (ligamentem) *ligamentum meniscofemorale*,

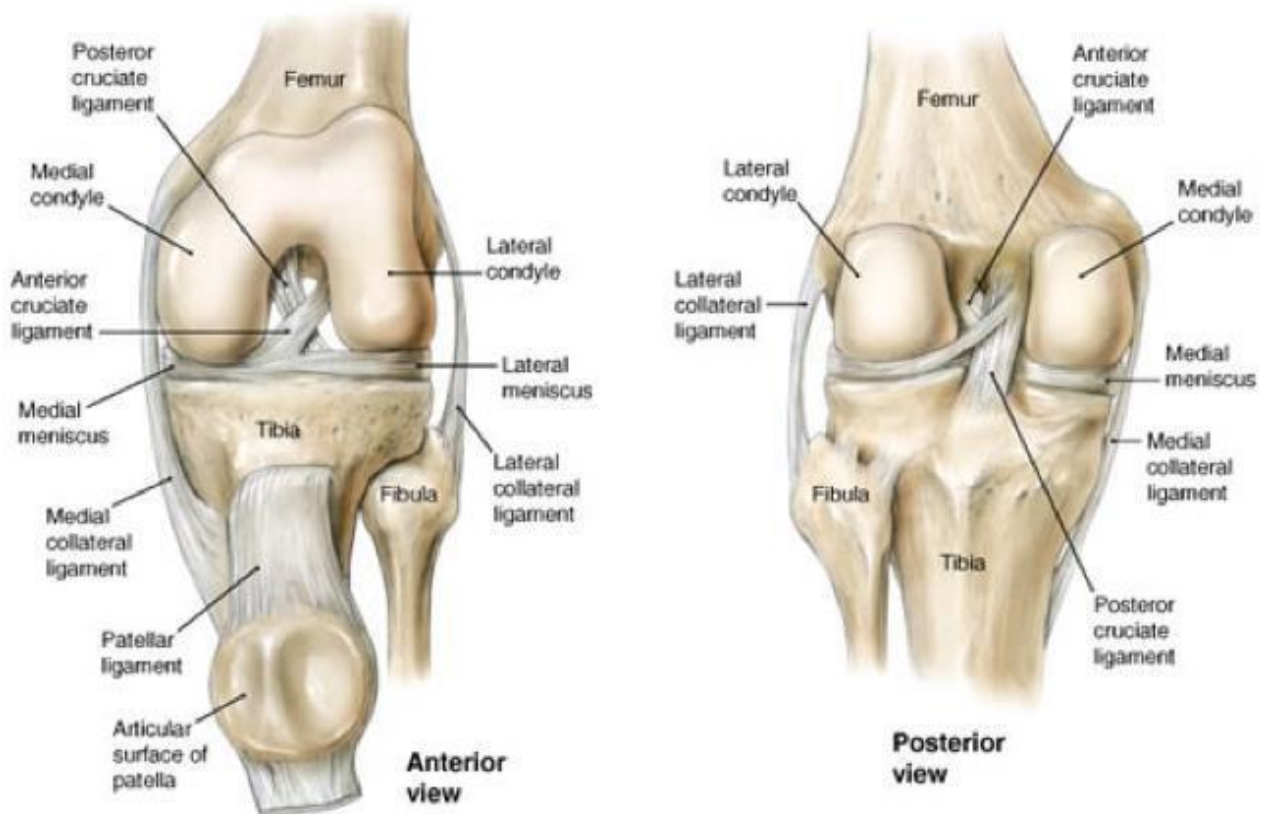
Vazy – Vazy kloubního pouzdra - Ventrální: šlacha *quadriceps femoris*, spojena s *Patella*, *ligamentum patellae*, *retinacula patellae*, Po stranách pouzdra: *ligamenta collateralia mediale et laterale*, *ligamentum collaterale fibulare et tibiale*. Dorzální: (*ligamentum popliteum obliquum*, *ligamentum popliteum arcuatum*) . Vazy nitrokloubní: *Ligamenta cruciata genus* – zkřížené kolenní vazy, *ligamenta cruciata anterior et posterior*, *Ligamentum transversum genus* – vpředu mezi menisky, *Ligamentum meniscofemorale posterius et anterius*[5]

Bursy – *Bursae mucosae*

### 4.3 Postavení kloubu

Styk kondylů femuru a tibie je téměř v horizontální rovině; tibie ve stoje míří svisle dolů (distálně), zatímco femur je od vertikály odkloněn tak, že s osou tibie tvoří zvenku otevřený úhel: fyziologický abdukční úhel – v rozmezí 170-175° (u žen menší, kvůli širší pánvi).

Běžně se používá úhel doplňující do vertikály tzv. Q-úhel (z angl. quadriceps angle); je to zároveň úhel, který svírá osa tahu čtyřhlavého svalu stehenního (*m. quadriceps femoris*) a osa *ligamentum patellae*. Tento úhel by neměl být větší než 10° u mužů a 15° žen [5]



Obr.1 – Knee anatomy [29]

## 5 POHYBY KOLENNÍHO KLOUBU

Základní postavení kolenního kloubu je plná extense (narovnané). Při extensi jsou napjaty všechny vazivové útvary na zadní straně kloubu a postranní vazy, femur, tibie a menisky na sebe pevně doléhají. Toto postavení se nazývá: „uzamknuté koleno“.

Základními pohyby jsou flexe a extense.

Poměry styčných ploch, menisky a kloubní vazy sami přidávají k flexi a extensi další pohyby, takže přesun z flexe do extense a zpět je dosti složitý a probíhá takto (obr. 2):

1. Počáteční rotace – tibie se točí dovnitř, je spojena s flexí během prvních 5° pohybu. Osa této rotace se nachází přibližně na laterálním kondylu, takže laterální kondyl se otáčí, mediální kondyl se posouvá. Tento pohyb se nazývá „odemknutí kolena“. (Méně patrná rotace doprovází flexi až do 30°.)

2. Valivý pohyb – nastává po počáteční rotaci v meniskofemorálním kloubu – femur se valí po meniscích a plochách tibie.

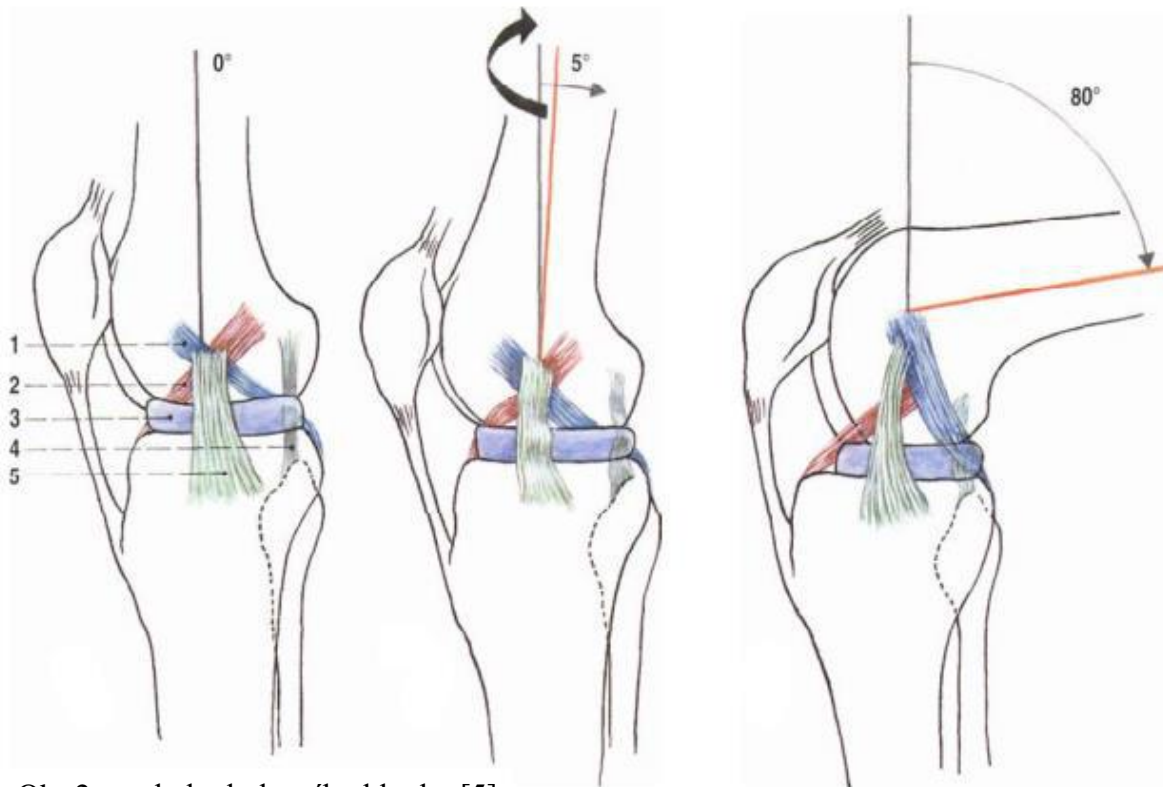
3. Posuvný pohyb – dokončení flexe. V konečné fázi flexe (kvůli většímu zakřivení kondylů femuru je plocha styku s tibií značně menší) mění menisky kolem femuru svůj tvar (obr. 3) a společně s kondyly se posouvají po tibií dorzálně. Finální fáze flexe je posuvný pohyb v meniskotibiálním kloubu.

Při extensi jde celý děj opačně: extense začíná posuvným pohybem vpřed, následuje valivý pohyb femuru po kondylech a končí „závěrečnou rotací“ tibie ven (tedy opačným směrem, než počáteční rotace), vyústující v opětovné „uzamknutí“ kolenního kloubu.

Flexi zajišťují zkřížené vazy, které zároveň brání nežádoucí rotaci. Rozsah flexe kolenního kloubu je mezi 130-160°. Aktivně lze provést flexi jen do 140°, protože při tomto úhlu pohybu na sebe narazí svaly stehna a lýtka a flexe nemůže aktivně pokračovat dále; zbývajících 20° flexe lze dosáhnout pasivně, např. při dřepu, (hmotnost těla stlačí svaly). Extense po uzamknutí kloubu může ještě pokračovat o asi 5° do tzv. hyperextense.

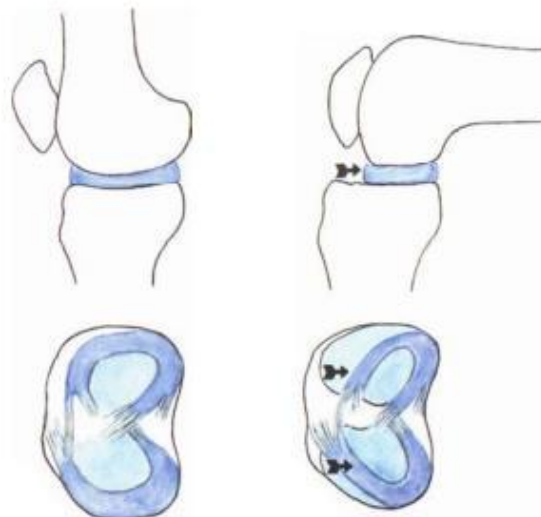
Sdružené rotace jsou rotace počáteční a rotace závěrečná. Samostatné rotace jsou možné jen za flexe (odemknutý kloub). Rotace se dějí převážně v meniskotibiálním styku (současně s posunem menisků).

Rozsah posunu je větší u menisku laterálního. Při násilných rotačních pohybech (při úrazech) je proto vždy více ohrožen méně pohyblivý mediální meniskus. [5] [15]



Obr.2 – pohyby kolenního kloubu [5]

1,2- postranní vazy  
 3- meniskus  
 4,5 postranní vazy



Obr.3 - pohyb menisků při flexi [5]

## 6 INDIKACE

### 6.1 Indikace náhrady kolenního kloubu

Mezi hlavní příčiny, kvůli kterým je nutné indikovat endoprotézu patří: osteoartróza kolenního kloubu (gonartróza) nereagující na konzervativní léčbu, poškození kolenního kloubu zánětlivým revmatickým onemocněním (artritida), nádorové onemocnění kolenního kloubu, poúrazové stavy kolenního kloubu (nitrokloubní zlomeniny), systémová onemocnění postihující pohybový aparát (hemofilie), aseptická nekróza a v malém zlomku případů i vrozené vady.

Hlavním důvodem, vedoucím k doporučení operace, je bolest. Způsobená může být všemi z výše jmenovaných onemocnění a stavů. Následuje výrazné narušení fungování kloubu omezující celkovou pohyblivost a opory schopnost. V některých situacích nemusí pacient trpět většími bolestmi, ale jeho stav si náhradu kloubu vyžaduje, příkladem jsou nádorová onemocnění oblasti kolenního kloubu.

Totální endoprotéza kolenního kloubu je indikována pacientům, u kterých je kolenní kloub nevratně a závažně postižený artrózou, revmatickou destrukcí, nádorem či jinou chorobou a současně má pacient silné bolesti a omezení funkce kloubu. Důležitá ovšem je úroveň obtíží pro pacienta, a nejen rentgenový snímek. Pokud obtíže pacienta neodpovídají rentgenovému nálezů, je třeba doplnit další vyšetření jako CT, NMR a pokusit se vyloučit mimokloubní příčiny obtíží. [22]

### 6.2 Kontraindikace implantace náhrady kolenního kloubu

Proti možné operaci může mluvit přítomnost infekce, kdekoli v organismu – převážně kožní afekce v oblasti dolních končetin, mykózy, bércové vředy, infekce urogenitálního traktu, horních cest dýchacích i chrupu, závažná kardiopulmonální (srdečně-plicní) onemocnění zabraňující i svodné spinální anestezii, různá cévní onemocnění, ischemická onemocnění tepen dolních končetin, stavy po opakovaných flebotrombózách, pokročilá ateroskleróza, která znemožňuje pooperační spolupráci, jakékoliv postižení centrální nervové soustavy a stavy vedoucí ke kvalitativním poruchám vědomí, které znemožňují pooperační spolupráci nemocného, nedostatečná spolupráce pacienta nebo drogová závislost nemocného.

Případná neoperační léčba v současnosti neexistuje. Pro pacienty s těžším stupněm artrózy, není známá jiná možnost, jak se zbavit bolestí, nebo omezení funkčnosti kloubu. Konzervativní způsoby léčby sestávající se z režimových opatření: redukce váhy, rehabilitace, fyzikální léčba, chůze s oporou a farmakologických postupů, je zaměřena na pouhé zmírnění bolesti a tlumení zánětů. [23] [25]

## 6.3 Choroby

### 6.3.1 Osteoartróza kolenního kloubu (gonartróza)

Jedná se nezánettivé degenerativní onemocnění, které zapříčiňuje nadměrné opotřebování kloubních chrupavek, subchondrální sklerózu, tvorbu osteofytů, změny synovie vazů i svalů. Způsobuje bolest a omezení pohybu.

Příčiny výskytu: genetika, přetěžování, nadváha, vrozené vady kolena, artritida, úrazy, osová deformity. Příznaky: nemá celkový projev, hlavním příznakem je bolest – nejdříve tupá, postupně se zhoršuje. Intenzita nemusí odpovídat rtg nálezů z důvodu různých prahů bolesti, míry zatěžování apod.

Osteoartróza se dělí do 4 stupňů: 1. stupeň: lehké zúžení kloubní štěrbiny, tvorba drobných osteofytů, začínající subchondrální skleróza 2. stupeň: zřetelné zúžení kloubní štěrbiny, mnohočetné osteofyty, výrazná subchondrální skleróza 3. stupeň: kloubní štěrbina výrazně zúžená, osteofyty mohutné a mnohočetné, povrch kloubu je nerovný počínající deformitou kloubu 4. stupeň: kloubní štěrbina je vymizelá, velké osteofyty se sklerózou a cystami subchondrální kosti, pokročilá deformita kloubu až ankylóza kloubu

(Osteofyt – kostní výrůstek, který vzniká kolem kloubů postižených artrózou; subchondrální skleróza označuje proces poškození chrupavky v kloubech; deformita kloubu je chorobná změna tvaru a uspořádání kloubu; ankylóza kloubu – kloub zaniká a dochází ke srůstu kostí) [23] [15]

### 6.3.2 Zánětlivé revmatické choroby

Revmatoidní artritida - Nejrozšířenější ze zánětlivých chorob. - Kritéria diagnózy: ranní ztuhlost, bolest při pohybu, otok, symetrické kloubní zduření, rtg změny, pozitivní test na revmatoidní faktor, histologické změny v synovii a v uzlech. Jedná se o autoimunitní zánět, za iniciátora je pokládán nějaký mikrobiální patogen. Mezi anatomické změny mimo jiné patří: hypertrofie synovie a její hrubnutí, tvorba panusu (zbytnělá synoviální membrána) - pokrývá a odděluje chrupavku od výživy, tím ji ničí, reparace kloubu fibrózní tkání, vznik ankylózy. (Fibrózní tkáň – zvýšený poměr vaziva na úkor funkční tkáně; hypertrofie – zvětšení buněk, tkáň pracuje energeticky neúsporně)

Příznaky: variabilní, na kloubech klasické známky zánětu, kromě zarudnutí, hybnost je snižována, posléze vznikají deformity kloubů [23] [15]

### 6.3.3 Aseptická nekróza

Nekróza (odumírání) kosti jiného než infekčního původu, doprovázena ischemií (nedokrevnost) kosti [23]

### 6.3.4 Nádorová onemocnění kolenního kloubu

TEP kolenního kloubu je jednou z variant léčby nádorových onemocnění skeletu (Osteosarkomu). Nejčastěji se objevuje na dlouhých kostech dolní končetiny v oblasti kolenního kloubu. Nádor roste v kosti, kterou ničí a z ní se šíří do okolních měkkých tkání. [28]



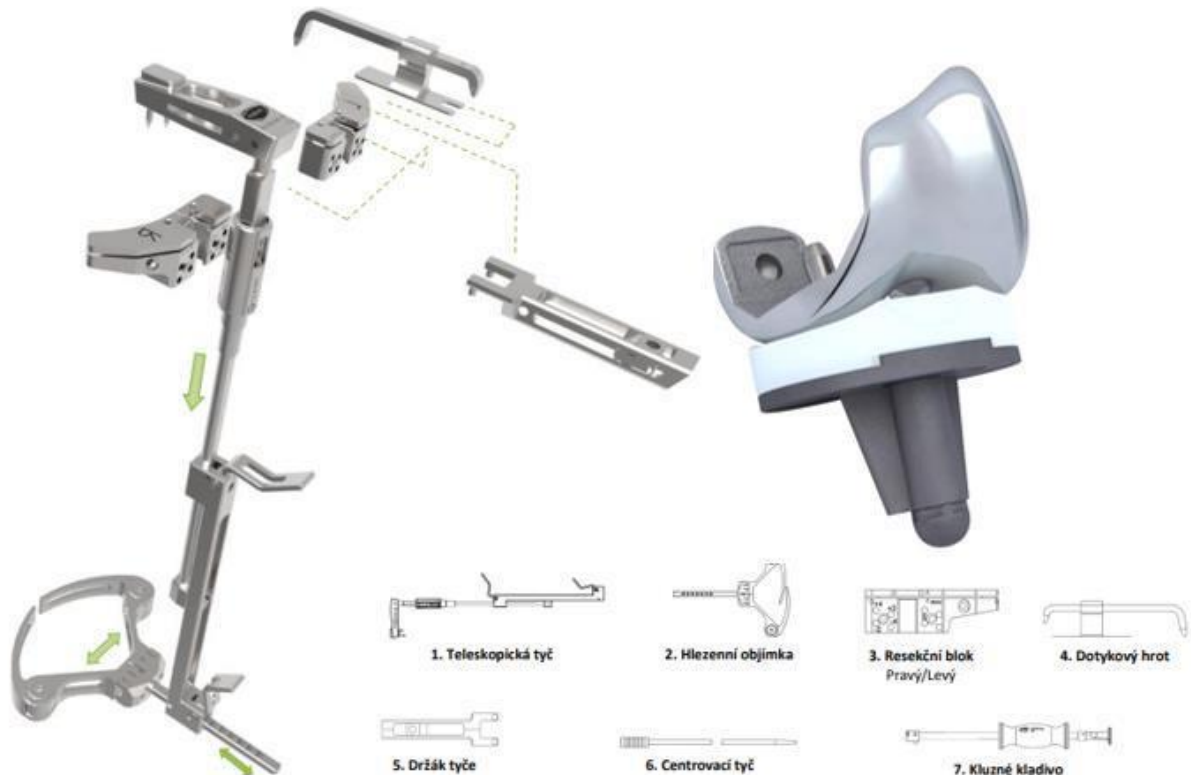
## 7 MODULÁRNÍ NEONKOLOGICKÁ NÁHRADA

První a zároveň nejpoužívanější ze zde zmíněných implantátů je modulární neonekologická náhrada. Konkrétní model se jmenuje Vektor, jedná se o modernizovanou verzi implantátu z roku 1979. Vzhledem k minimálnímu zásahu do stavby kloubu je pro většinu případů nejvhodnějším řešením. „Je tvořena 3 komponentami. Femorální komponenta z kobalt-chromu (pravé a levé provedení), tibiální komponenta ze slitiny titanu (symetrická pro obě strany), tibiální vložka z UHMWPE.“ [6] Jedná se o nejběžněji implantovanou endoprotézu. Indikuje se pro případy, kdy je kolenní kloub postižen artrózou. Běžně se operace provádí ve 3. nebo 4. fázi artrózy.

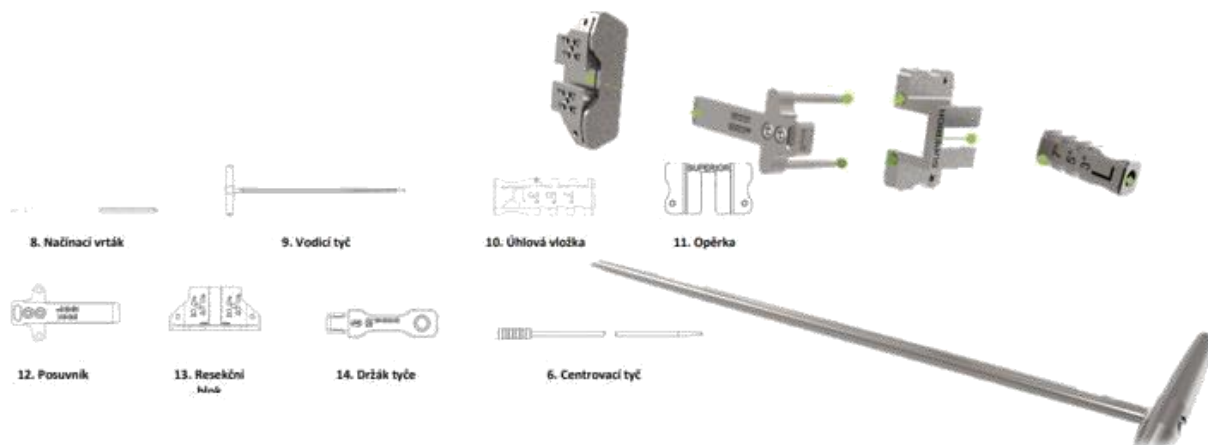
### 7.1 Operace

Přehled operačních kroků – krok 1: zaměření tibie, krok 2: tibiální resekce, krok 3: zaměření femuru, krok 4: distální řez, krok 5: extenční gap, krok 6: stanovení velikosti, krok 7: femorální resekce, krok 8: flekční gap, krok 9: trochleární resekce, krok 10: šablony, krok 11: dokončení tibie, krok 12: implantace [6]

Po otevření kolene a sestavení tibiálního cíliče (Obr. 4), se v „90° flexi“ [6] zaměřuje tibia, aby byla tibiální vložka ve správném postavení. Na proximálním konci cíliče je umístěn „resekční blok“, který je po správném nasazení upevněn zatlučením 2 pinů do kosti. Zbytek cíliče je rozmontován a po revizi správného posazení, je provedena resekce (oříznutí) podle štěrbin na resekčním bloku, pomocí resekční pily s velikostně odpovídající čepelí. [6]



Obr.4 – Montáž 1 Vektor [6]



Obr.5 – Montáž 2 Vektor [6]

Následně po sestavení femorálního cíliče (Obr. 5) a správném nastavení úhlu valgozity ( $3^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $7^\circ$ ) se noha uvede do flexe a vrtákem se otevře dřevěný kanál, pomocí femorálního cíliče se do dřevěného kanálu zavede vodící tyč. Nasadí se resekční blok, na kterém se nastaví požadovaná úroveň resekce, blok se zajistí 2 piny, odmontuje se zbytek cíliče a provede se resekce distálního femuru podle štěrbin na resekčním bloku, pomocí resekční pily s velikostně odpovídající čepelí. Dále se provede zhodnocení extenční štěrbin pomocí extenčního spaceru. Na tibií se upevní šablona odpovídající velikosti (k tibiálnímu držáku) a na ní se nasadí bloková distanční vložka (10-16 mm), kloub se uvede do maximální extenze a zkontroluje se napětí v postranních vazech. Správná velikost štěrbiny je, když obě resekované plochy těsně doléhají na vložku, pokud se do štěrbiny nevejde ani jedna z vložek je třeba provést dodatečnou resekci pomocí korekčního bloku.

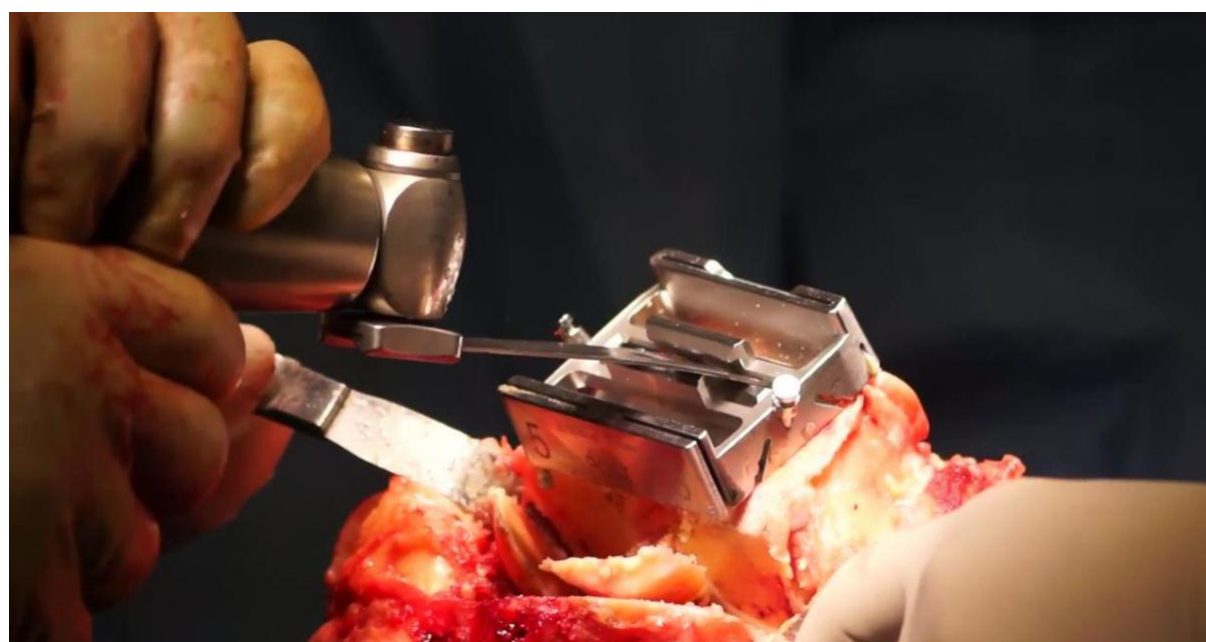
Jako další se určuje velikost femorální komponenty. Sestava (Obr. 6), dle ukazovátek (poslední celá číslice) se určí velikost komponenty. Pokračuje se s femorální resekci, podle měření se vybere odpovídající velikost a nasadí se resekční blok (musí dosedat). Správná velikost se ověří kovovou měrkou. Blok se upevní ke kolenu pinem. První se provádí dorzální a ventrální (zadní a přední) resekce (Obr.7), poté šikmé resekce. Odstraní se piny a kluzným kladivem se blok sejme. Následuje zhodnocení flexní štěrbin. Používá se blokový spacer složený z tibiální šablony, tibiálního držáku a distanční vložky. Kloub se uvede do  $90^\circ$  flexe, mezi resekce se zavede spacer, provede se kontrola napětí postranních vazů (min 10 mm). Pokud je mezi flexní a extenční štěrbinou velký rozdíl je možností přechod k menší femorální komponentě.

Jako další se připraví femorální drážka, poloha komponenty se určuje pomocí obrysové šablony. Šablona odpovídající velikosti se položí na distální a ventrální resekovanou část tak, aby doléhala. Připevní se alespoň 2 piny, podél drážky se z obou stran pilou/dlátem udělá drážka, která je následně odseknuta dlátem, případně je vytvořena zamáčknutím kosti impaktorem. (Obr.8)

Po vytvoření drážky se nasadí zkušební femorální šablona odpovídající velikosti resekci. Je možné využít femorálního doražeče. Přes femorální šablonu se vyvrtá otvor pro ukotvení femorální komponenty (Obr.9). [6]



Obr. 6 – Montáž pro určení velikosti femorální komponenty [27]



Obr. 7 – Femorální resekce [26]



Obr. 8 – Interkondylární resekce [27]



Obr. 9 – Vyvrtání otvoru pro fixaci femuru [27]

Velikost tibiální komponenty se určuje pomocí tibiálního držáku s tibiální šablonou. Pokud je pokrytí nedostatečné, je možné použít variantu „+“ (např. vel. 4 lze nahradit vel. 4+). Na tibiální šablonu se nasadí zkušební artikulární vložka, velikostně odpovídající femorální komponentě, její tloušťka se odhadne od tloušťky distančních vložek. Vyzkouší se plný rozsah pohybu, tibiální šablona se při tom dostane do správné pozice. Její poloha se označí elektrokauterem, nebo se připne piny. Tibiální držák se odebere a pomocí kluzného kladiva se odejme femorální šablona.

Pro dokončení tibie v 90° flexi, se připevní piny (pokud již tak nebylo učiněno), do otvorů se nasadí vrtací komín, který se kladivem dorazí. Do „komínu“ se vrtákem vyvrtá otvor pro tibiální dřík. Správná hloubka je na doraz vrtáku. Následně se do „komínu“ nasadí tibiální razník, kterým se vysekne místo pro anti rotační žebra, znovu až na doraz. Kluzným kladivem se uvolní vrtací komín a odejme se tibiální šablona.

„Ostrý“ implantát: první se nasazuje tibiální komponenta (plato), pokryje se vrstvou kostního cementu a nasadí se do již vytvořených otvorů. Tibiální plato se dorazí tibiálním doražečem a následně se odstraní přebytečný cement. Femorální komponenta se také pokryje kostním cementem a nasadí se na resekovanou kost tak, aby zapadla do připravených otvorů. Komponenta se dorazí femorálním doražečem a přebytečný cement se odstraní. Po zatuhnutí cementu (cca 10 minut) se na tibiální plato nasadí vložka odpovídající velikosti a správné tloušťky, připevní se šroubem pomocí momentového šroubováku. K dokončení operace se provede standardní rekonstrukce extenčního aparátu, založí se drenáž, operační rány se po vrstvách uzavřou a přiloží se krycí obvaz. [6]



Obr.10, Obr.11 – Femorální komponenta a distální vložka (vlastní. foto)

## 8 MODULÁRNÍ ONKOLOGICKÁ NÁHRADA

Některé stavy kloubu vyžadují rozsáhlejší zásah. Modulární náhrada je učena pro případy, kdy je nutné provést resekci distální části femuru nebo proximální části tibie. Jedním z takových stavů může být například nádor. Při takto rozsáhlé resekci je nutné přerušit všechny stabilizující vazy, z toho důvodu jsou obě části protézy spojeny pevným uzamčeným kloubem. „Endoprotéza je schopna flexe až do 120° a hyperextenze do 3°.“ [7] Femorální i tibiální komponenta obsahuje dřík tvořený na míru pacientovi. [7]

### 8.1 Operace

Zavádění endoprotézy (při náhradě části tibie)

Jako první se provádí zavádění femorální komponenty. Těsně nad *fossa intercondylaris* se pomocí hranatého bodce otevře dřevná dutina, do níž se zavádí vodící tyč s „TEMPLATE 1st“ (levý nebo pravý) která se následně upevňuje zaklepaním 2 hřebů skrz otvory v bloku. Do bloku se zasune „FEMUR STOPPER“ (Obr.12) pro distální řez a pomocí dláta nebo pily se naseknou nebo naříznou kondyly femuru.



Obr. 12 – FEMUR STOPPER  
[7]



Obr. 13 – TEMPLATE  
2nd [7]

Z vodící tyče se následně sundají šablony a nasadí se „TEMPLATE 2nd“, dle něj se pilou provede resekce přečnávajících částí kondylů v přední i zadní části. Po resekci se odstraní šablona i vodící tyč a pomocí rašple se zakulatí ostré hrany femuru.

Do připravené dutiny se zasune fréza „FEMUR“, pomocí ní se opracuje dřevový kanál pro zacementování. Pomocí vrtáku o průměru o 1 mm větším, než je průměr femorálního dříku se předvrtá kanál do dřevové dutiny. Připraví se kostní cement a femorální komponenta se zacementuje do vyvrtaného dřevového kanálu i na opracované plochy kondylů. Komponenta se dále doklepne pomocí zaražeče a kladiva do správné polohy.

Jako druhá se zavádí tibiální komponenta. V závislosti na rozsahu poškození tibie se provede odpovídající resekce. (Obr.14) Pomocí frézy se zarovná dosedací část tibie, frézou se dále

provede kuželové zahloubení dřívku. Vrtákem o průměru o 1 mm větším než je průměr implantované endoprotézy se navrtá kanál. (Obr.15)

Do připraveného kanálu se zacementuje tibiální komponenta, která se následně pomocí doražeče a kladiva doklepne do vyhovující pozice.

K zavedení kloubu se pomocí středícího vytahováku čepu našroubuje čep a vytáhne se skrz komponentu. Závěrem se pomocí šroubováku (3,5mm) zašroubuje čep. (Obr.17) [7][13]



Obr. 14 – Tibiální resekce [7]



Obr. 15 – Zahloubení pro dřívík [7]



Obr. 16 – Nasazená tibiální komponenta [7]



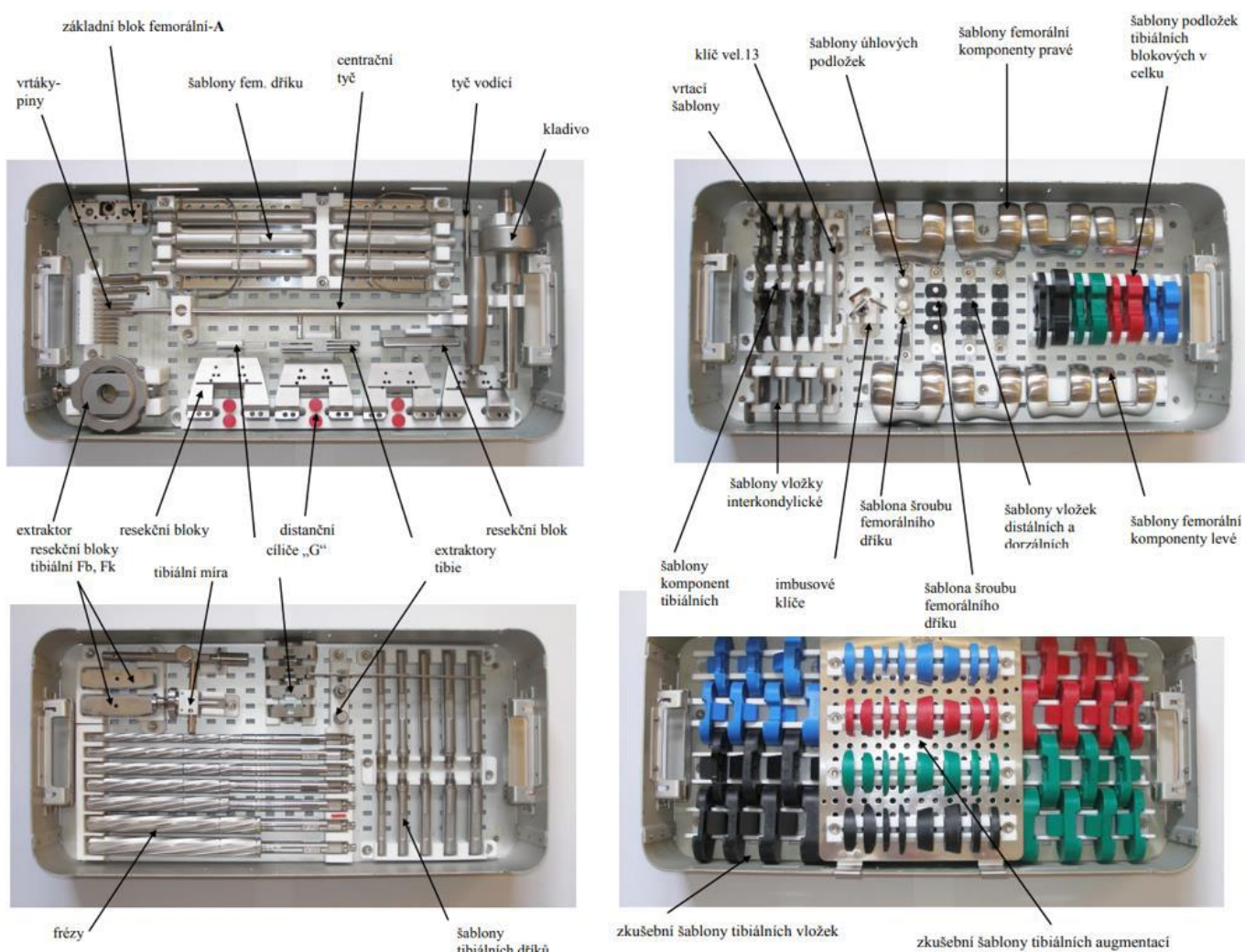
Obr. 17 – Kompletace implantátu [7]

## 9 REVIZNÍ OPERACE KOLENNÍHO KLOUBU

Revizní operace mají svá specifika, ale vyžadují na rozdíl od běžné implantace odlišný postup. Běžná implantace je v normálních podmínkách přesně definována. Revizní operace vyžadují podíl improvizace. Je to způsobeno různými úrovněmi a druhy poškození kostí, měkkých tkání, zničeného implantátu apod. Každopádně základní postupy jsou pro každý implantát a instrument doporučený. Úroveň dodržování dále uvedených postupů závisí na operátorovi. Následující postup a pořadí kroků je orientační, je spíše určen k instruování o kompletaci součástek revizního implantátu.

### 9.1 Instrumentarium

„4 kazety: 1. díly pro úpravu femuru, 2. zkušební prvky pro femur a tibií, 3. nástroje pro úpravu tibiie, 4. tibiální augmentace a vložky“ [8]



Obr. 18 – Instrumentarium [8]

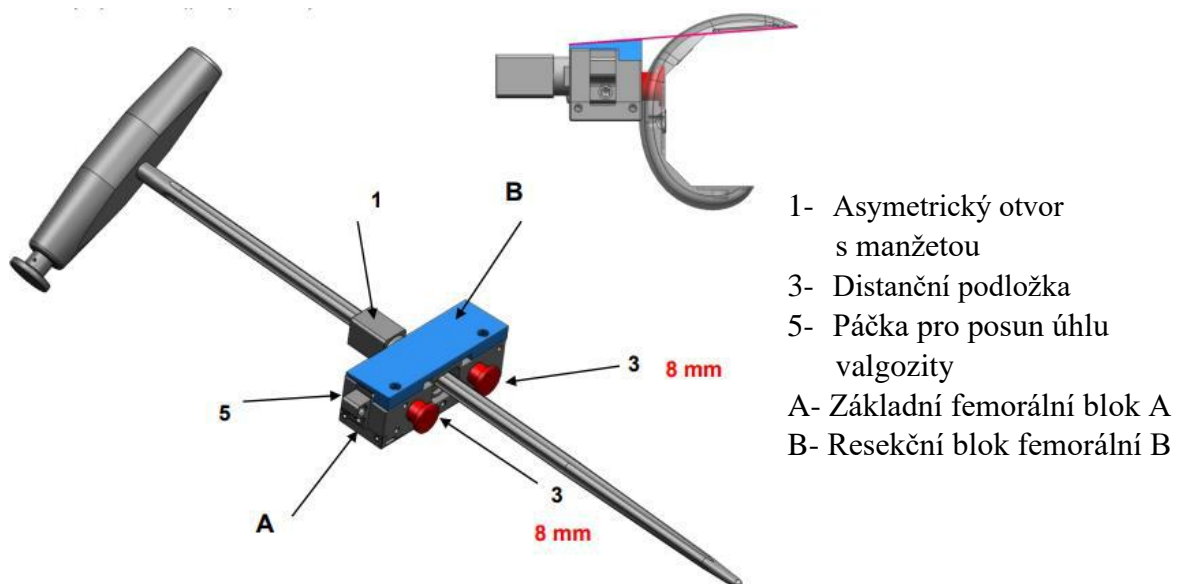
### 9.1.1 Technika použití instrumentária

Předpokladem je bezpečné sejmутí předchozího implantátu a vyloučení infekce. Za výchozí rovinu se považuje nejméně poškozená část kloubu. Následující pořadí je pouze orientační. Ne všechny procedury musí být nutné, záleží na uvážení operátora.

## 9.2 Femorální resekce

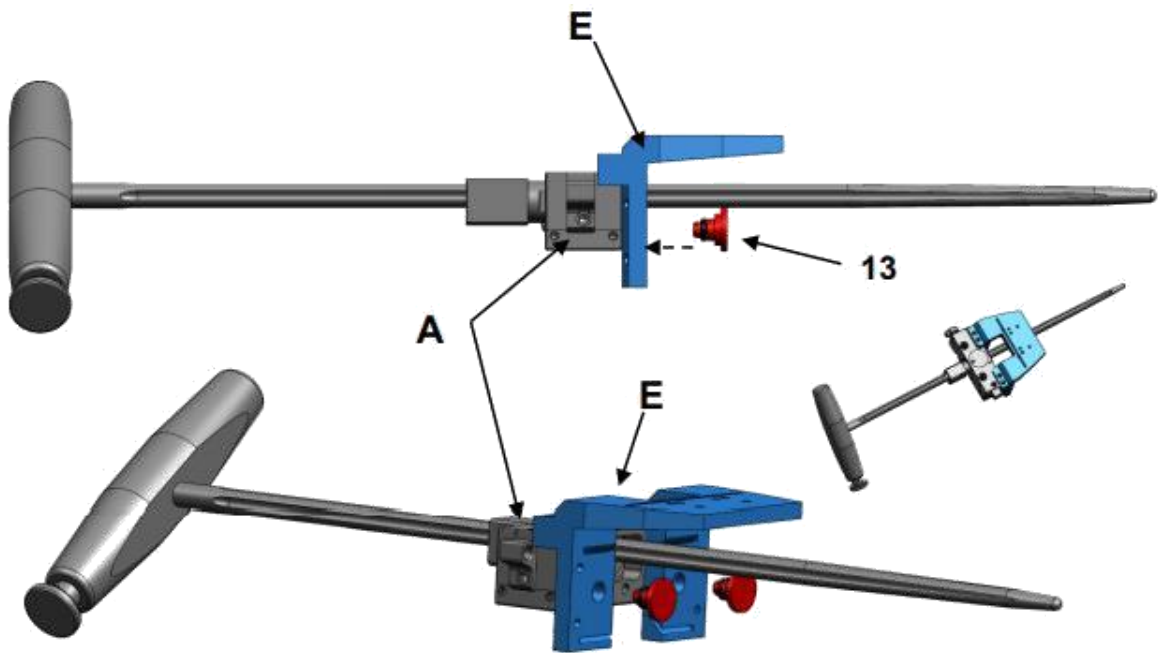
Pomocí centrální tyče a základního femorálního bloku A a předvrtaného otvoru se nastaví úhel valgozity a tyč se zavede proximálně do femuru. Blok A lze v případě nutnosti doplnit vhodnou distanční podložkou. Na blok A se nasadí resekční blok femorální frontální B, v této fázi je vhodné si zvolit zevní rotaci femuru. Pro řezání se blok pevně fixuje piny. (Obr.19)

Následně se sejme blok B a nasadí se resekční blok distální C. Ten umožňuje několik úrovní distální resekce nezávisle pro oba kondyly, mediální i laterální. Blok se fixuje 2 piny, má 3 sloty (úrovně resekce), Inter, 4 mm a 8 mm. Navíc jde blok posunout celý, pomocí přesunutí pinů o +2 mm a -2 mm (celkový rozsah 12 mm). Obecně platí, že čím menší je nutná resekce, tím lépe. Pokud je defekt větší než 12 mm, je nutné použít kostní štěpy. Pokud je zasažen epikondyl s úponem kolaterálního vazy, revizní náhradu nelze indikovat. Je nutné použít model Alterna. Po úspěšné resekci se odstraní blok C a na blok A se z dorzální strany nasadí resekční blok dorzální D. Blok D je opatřen 2 mm nejdorzálněji symetrickými sloty a 3 asymetrickými (4, 6, 8 mm). Toto rozložení umožňuje rotaci bloku o 180°. Po dorzální resekci se odstraní blok D a nasadí se resekční blok interkondylární E, který se pomocí kolíků usadí na blok A. Blok E se před resekci fixuje minimálně 2 piny ve 2 rovinách, za zvýšené opatrnosti se vytáhne vodící tyč s blokem A a provede se výřez pro interkondylickou vložku (při minimálním poškození blok E není třeba). [8]



Obr. 19 – Montáž bloků A,B [8]

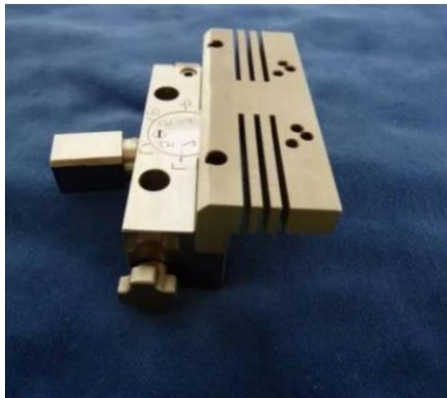




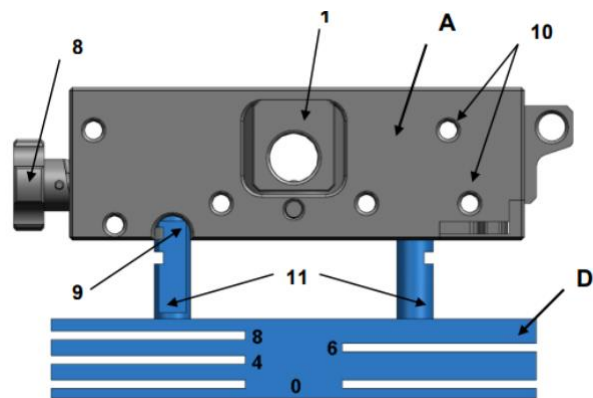
Obr. 20 - Montáž bloků A, E + 13- distanční podložka [8]

### 9.3 Femorální dřík

Použití femorálních dříků je alternativní. Nezbytné jsou, pokud je pevné usazení femorální komponenty nemožné v důsledku rozsáhlejšího femorálního defektu nebo pokud je stupeň vazové nedostatečnosti vysoký natolik, že způsobuje významné přetížení mechanické stabilizace kolena. Zavádění probíhá před femorální resekcí.

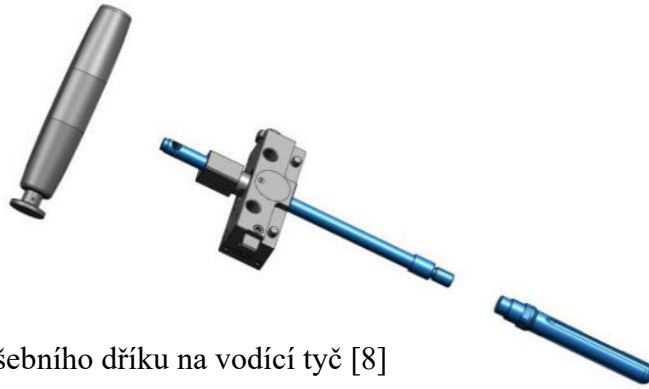


Obr. 21 – Blok D [8]



Obr. 22 – Montáž bloků A,D [8]

Nejvhodnější vstup do femorálního kanálu se nachází přesně ve středu diafýzy, před použitím 1. frézy je vhodné vstup otevřít dlátem a nastavit směr kanálu. Průměr fréz je 10–22 mm po 2 mm. Pro femur jsou nejideálnější dříky 130 nebo 170 mm. Pro obě délky jsou na frézách vyznačeny rysky. Průměr fréz se postupně zvětšuje, až dojde ke kortikálnímu kontaktu, v tu chvíli se nasadí zkušební dřík souhlasné velikosti s frézou na vodící tyč a zavede se do dutiny.



Obr. 23 - Nasazení zkušebního dříku na vodící tyč [8]

Pokračuje se s ostrým dříkem a po jeho zavedení se na vodící tyč nasadí resekční blok A a provádí se femorální resekce. (Obr.23)

Pravidla pro aplikaci: „Je vhodné mít připravené snímky minimálně 2/3 diafýzy femuru ve 2 rovinách. Optimální je rozhodnout o použití na začátku operace. Primárně se předpokládá použití necementovaných dříků, v nouzi je lze fixovat cementem. Necementovaný dřík vyžaduje dostatečnou styčnou plochu, nejlépe několik cm. Protože suprakondylická oblast neposkytuje dostatečnou oporu, dřík se volí co nejdelší s ohledem na anatomii femuru. Krátký dřík je varianta pouze v nouzové situaci.“ [8] Při problému s usazením je vhodné využít zkušební dříku ke korekci a kontrole na rtg. Ostré necementované dříky jsou o 1 mm větší než poslední použitý vrták odpovídající velikosti, ostré dříky mají navíc od zkušebních podélné břity pro ukotvení a jejich zavedení musí být přesné, jelikož břity neumožňují dodatečnou korekci. [8]

## 9.4 Tibiální resekce

Tibiální resekce může proběhnout před nebo po femorální resekci, obě varianty jsou možné. Posloupnost kroků závisí na rozhodnutí operátéra, vliv může mít míra a typ poškození nebo poškození po sejmutí původního implantátu. Postup se liší dle toho, zda je třeba užití tibiálního dříku, či nikoliv. Pravidla pro aplikaci dříků jsou stejná jako u femorální komponenty. Rozdílem je jen obvyklá délka dříku a to 80 mm. Delší dříky vzhledem ke stavbě tibie mohou působit problémy jak při implantaci, tak později po operaci.

Po usazení se pomocí dláta, nebo razníku upraví prostor pro křídélka tibiální komponenty. Následně se upraví předozadní posun bloku F, aby odpovídal přednímu okraji tibie. „Blok F se používá ve 2 variantách Fb a Fk. Blok Fb má symetrické horizontální sloty pro řezy cílené na úpravu lůžka. Blok Fk má asymetrické sloty šikmé pro klínové augmentace.“ [8] Úroveň resekce se nastaví pomocí pilového listu zavedeného do příslušného slotu a nastavením výšky aretačním šroubem. Blok má několik otvorů pro piny, které umožňují fixaci a následnou resekci bez zbylé montáže. Blok Fk lze v případě potřeby otočit o 180° stupňů. [8]

### 9.4.1 Varianta bez použití tibiálního dříku

Používá se montáž viz. Obr. 24

17- základní tyč

18- maketa tibiální komponenty

19- otvory pro extraktor

20- pojezdová hlava

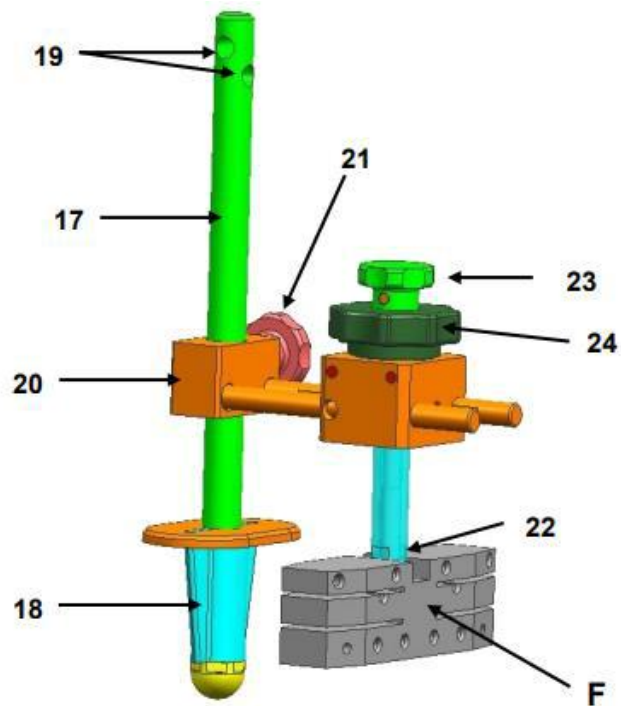
21- aretační šroub výškového nastavení

22- kolík

23- aretační šroub

24- matice pro jemný výškový

posun F – tibiální resekční blok F

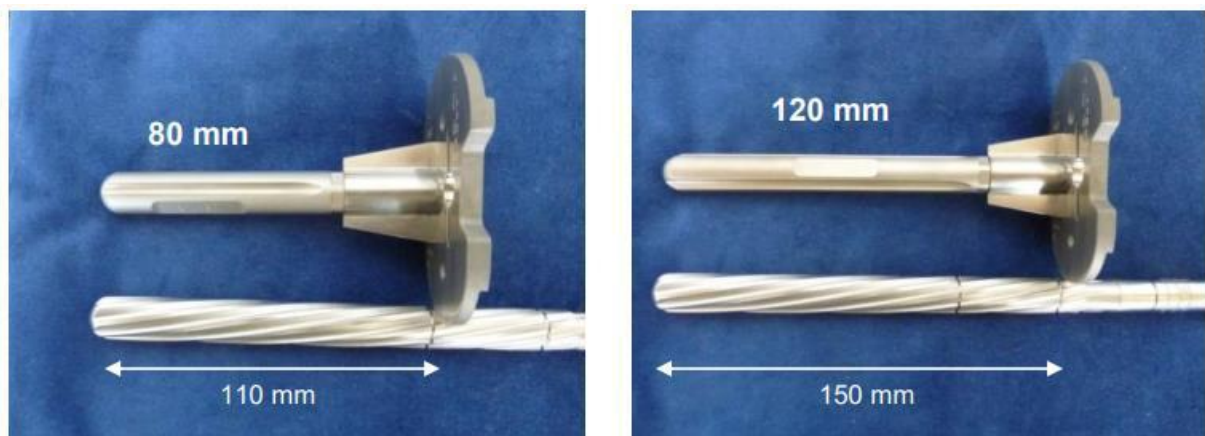


Obr. 24 – Montáž bez dříku [8]

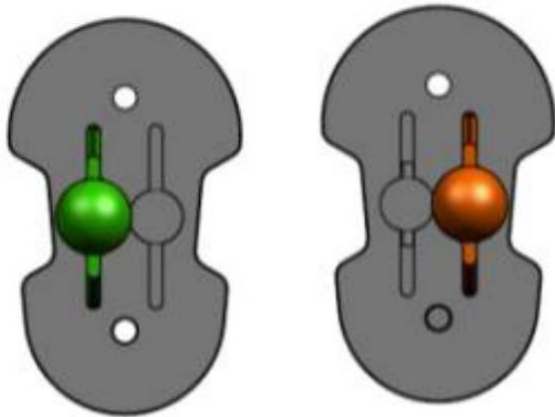
### 9.4.2 Varianta s použitím tibiálního dříku

Pro dřík se pomocí fréz předvrtá otvor do tibie. Na tibií se používají obvykle 80mm dříky, 120 mm ve speciálních případech. Pro správnou hloubku zanoření se využije ryska na fréze.

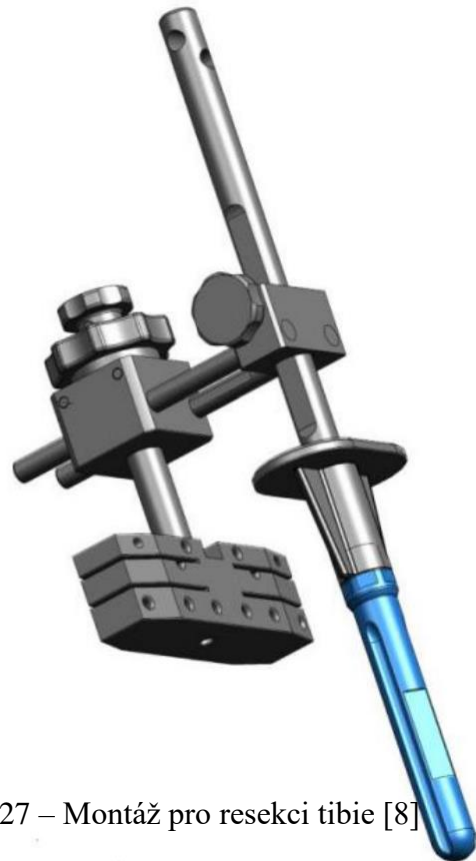
Po vyvrtání otvoru vhodné hloubky, se z makety tibiální komponenty odstraní koncový šroub a nasadí se na ni odpovídající délka zkušební dříku. (Obr.25) Kompletní montáž se zavede do vyvrtaného otvoru a provedou se nutné resekce. (Obr. 27)



Obr. 25 – Dříky a vrtáky [8]



Obr. 26 – Možnosti postavení dříku [8]



Obr. 27 – Montáž pro resekci tibie [8]

## 9.5 Nastavení tibiální rotace

V závislosti na vývoji operace, ale zpravidla již při zahájení tibiální resekce, se nastavuje vhodná rotace a poloha křidélek tibiálního dříku. Je možné tento postup provést až po úpravě tibie, zpravidla pokud se provádí tibiální augmentace. Součástí je i úprava lůžka tibie. Je možné upravit předozadní posun. (Obr.28) Tibiální plato se přiloží na opracovanou tibií, pokud to lze, razník se přiloží přes šablonu, většinou se ale používá volně bez šablony.

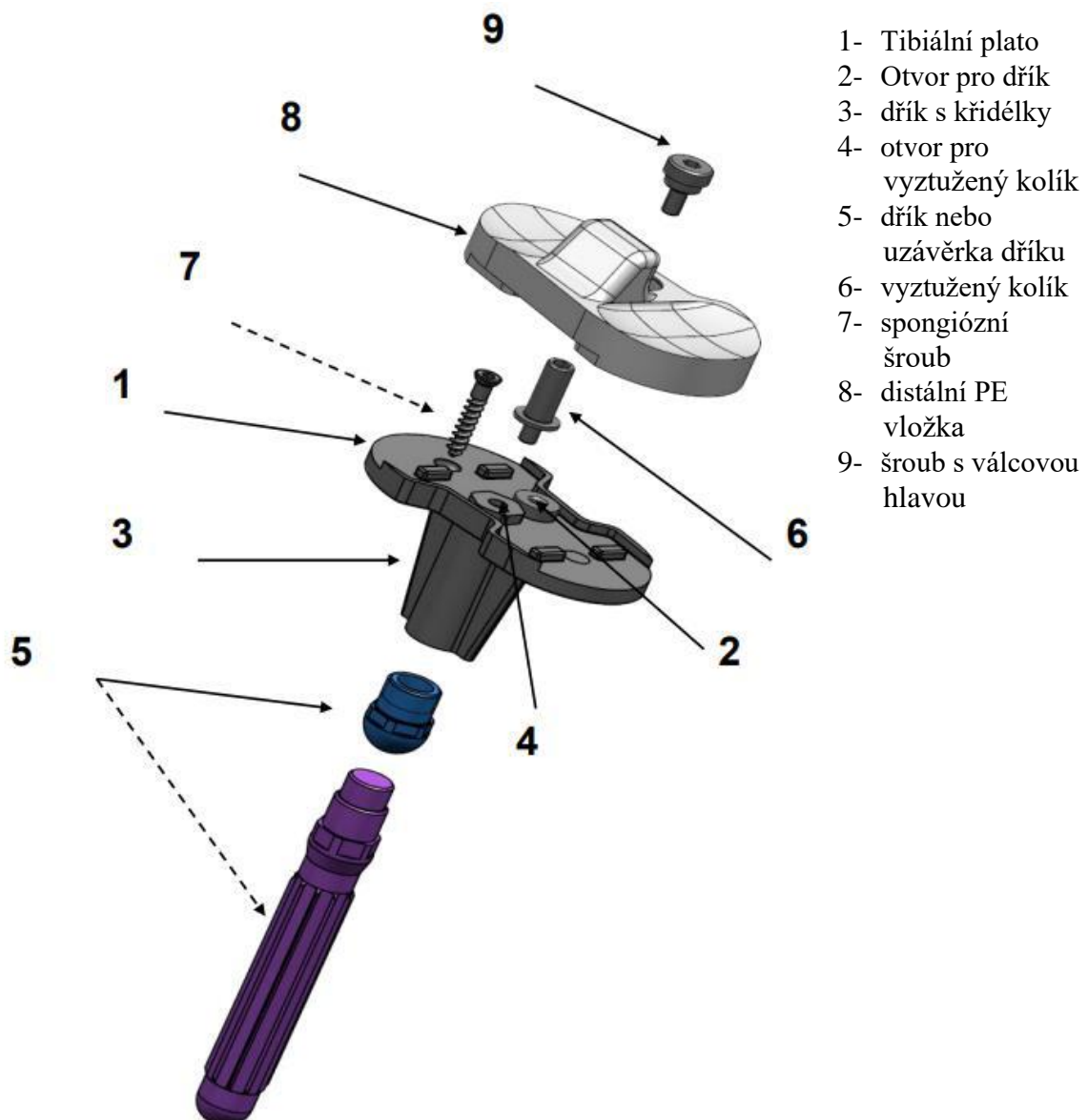


Obr. 28 – Úprava předozadního posunu tibie [8]

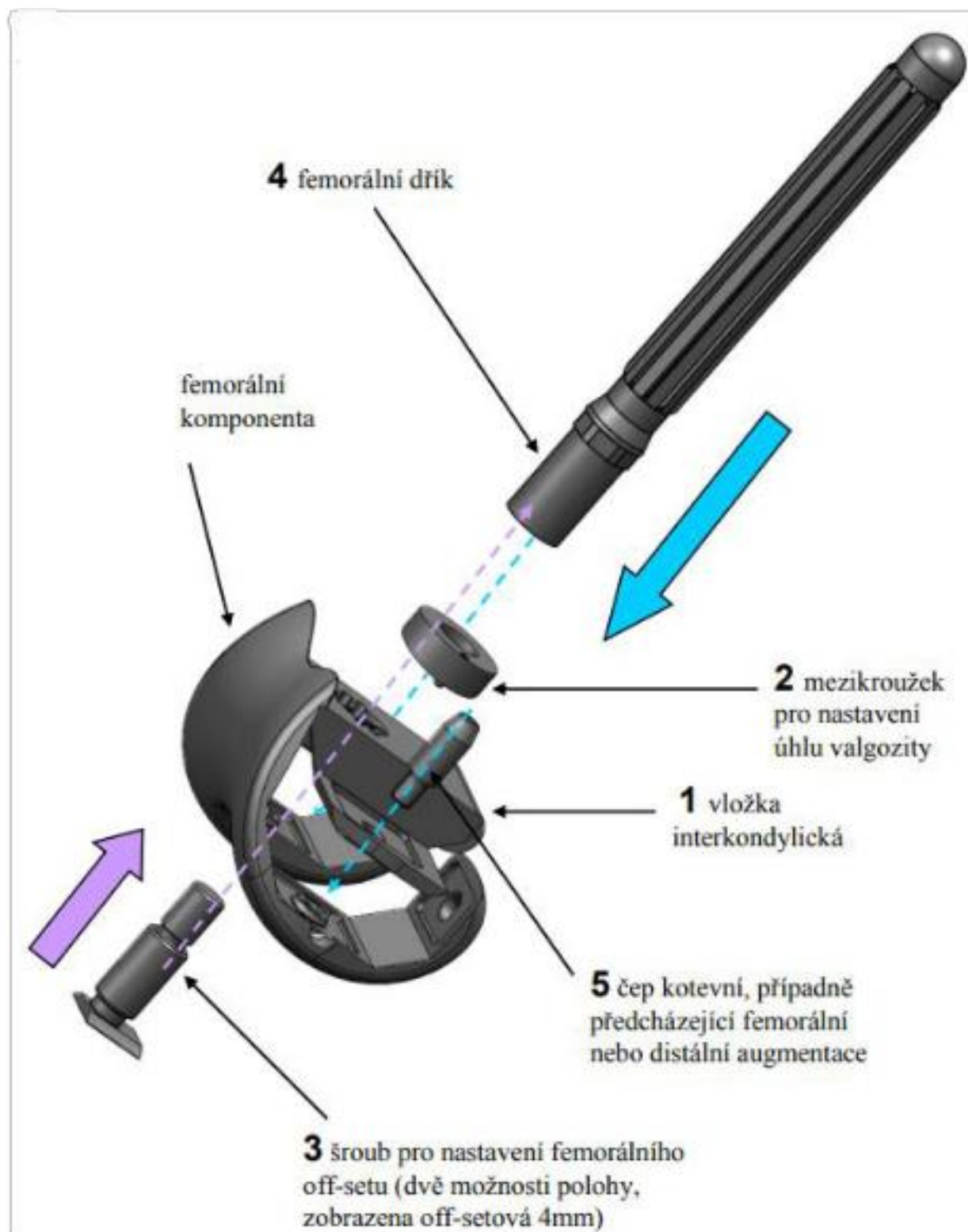
## 9.6 Montáže zkušebních a originálních komponent

### 9.6.1 Montáž zkušebních komponent

Před finální implantací je důležité složit a vyzkoušet kompletně sestavený zkušební implantát i se všemi augmentacemi a dříky. Je nutné zrevidovat usazení proti kosti, stabilitu kloubu ve flexi i extenzi a správnou rotaci komponent. Je na místě zkontrolovat i postavení a kluznost pately. Zkušební implantát se skládá ze stejných částí jako ostrý a sestavuje se v pořadí: tibiální plato a dřík, nasazení polyethylenové vložky, skrz kterou je zašroubován šroub s válcovou hlavou, (Obr. 29) následuje nasazení interkondylické vložky, asymetrického mezikroužku, který je umístěn pomocí offsetového šroubu a připojen ke dříku, na nějž se připevňuje femorální komponenta (Obr. 30)



Obr. 29 - Sestavení tibiální komponenty [8]



Obr. 30 – Sestavení femorální komponenty [8]

## 9.6.2 Implantace originálu

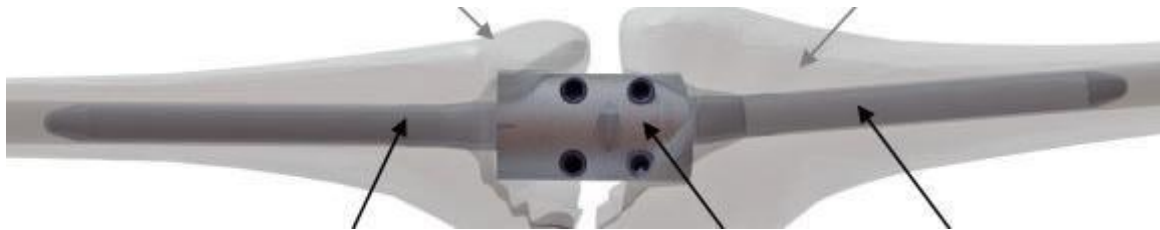
Jelikož břity ostrého tibiálního dřívku nedovolují dodatečnou korekci rotace a tím pádem správné zavedení může být složité, používá se pro zjednodušení cílič G. (Obr.31,32) S pomocí ploché části na horní straně cíliče je možné implantát rovnou dorazit. [8]



Obr. 31 a 32 – Cílič G [8]

## 10 ZNEHYBŇUJÍCÍ NÁHRADA

Vícedílný implantát, Alterna, který chirurgicky znehybňuje kloub, se indikuje v případech selhání revizního implantátu, je možné ho použít i při selhání primoimplantátu, pokud by revizní náhrada neplnila funkci optimálně. Takovým případem může být výrazná porucha stability nebo defekt kostního lůžka. Implantát neumí vnitřní kompresi a jeho použití pro primoimplantaci je tím pádem omezené. Samotná artrodéza je složena ze 2 dřívků a dvoudílné spojovací hlavy. Hlava z titanové slitiny má v sobě otvory pro fixační šrouby. [9] [12]



Obr. 33 – Alterna [9]

### 10.1 Operace

Operace probíhá v bezkrví, aby se zabránilo bakteriémii. Před nafouknutím turniketu se neodsává krev, zároveň je na místě před rouškováním zkontrolovat pozici turniketu, jelikož je občas nutné otvor rozšířit proximálně. Pokud to lze, využívá se původní kožní řez, předchází se tak komplikacím. Pokud se na kolenu nachází více jizev volí se ta nejlépe zahojená nebo ta co leží laterálněji.

Přehled operačních kroků – Extrakce původního implantátu, příprava femorálního a tibiálního kanálu, sestavení zkušebního implantátu, sestavení ostrého implantátu, implantace

Krok 1: Extrakce původního implantátu a spaceru. Pokud se v kolenu nachází celý původní implantát nebo jeho zbytek, je třeba velice opatrně uvolnit původní díly a zbavit oblast zbytků kostního cementu. Používá se extraktorů z originálního instrumentária, běžně určených k sejmutí zkušebních komponent. K odstranění veškerého cementu se využívá jemných dlátek, lžiček, popřípadě frézy. Po očištění místa od zbytků implantátu a cementu se pečlivě odstraní odumřelá tkáň, vyčistí se všechna ložiska hnisu a odstraní se typické růžovofialové granulace z dutin. Opakovaně je prostor proléván fyziologickým roztokem, ideálně pulzní laváží. Krok 2: Příprava tibiálního a femorálního kanálu

Jako první se pomocí zubaté lžičky, frézy, případně zpětnými háčky odstraní vazivová tkáň a granulace. Následně se pomocí frézy s T madlem upraví tibiální a femorální kanál na velikost o 2-3 mm větší, než bude mít používaný dřív. Závěrem se kanály vypláchnou fyziologickým roztokem.

Krok 3: Sestavení zkušebního implantátu

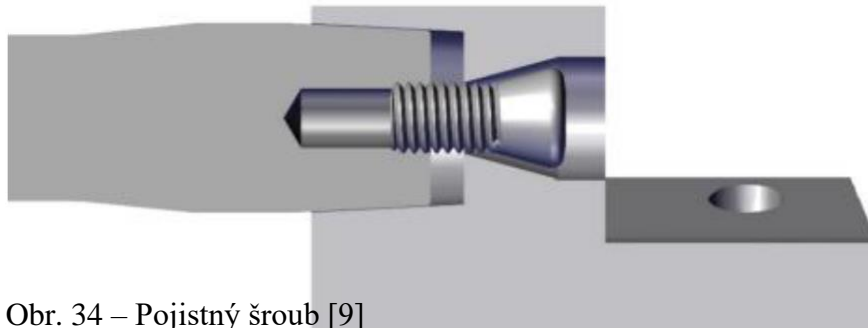
Po určení velikosti femorálního a tibiálního dřívku je ještě nutné zvolit velikost spojovací hlavičky. Pokud je defekt mezi kostmi menší než 50 mm je třeba pomocí zahlubovací frézy nebo dláty upravit kostní lůžko.

Následující sestavení zkušebního implantátu proběhne zašroubováním zkušebních dřívků do zkušebních hlavic. Je třeba počítat s minimální délkou hlavičky 50 mm. (150 mm dřív + 50 mm hlava) Aplikace zkušebního implantátu začíná zavedením femorální části do femorálního kanálu, následuje zavedení tibiální části a spojení obou částí zkušební hlavičky šrouby. Části musí být zavedené tak, aby výřez v jedné z hlavic seděl do výřezu v druhé. Součástí tohoto kroku je i zaznačení správné polohy pro ostrý implantát. Pomocí tibiálního cíliče a rysky po straně zkušební tibiální hlavy se vyznačí ryska na kosti.



#### Krok 4: Sestavení ostrého implantátu

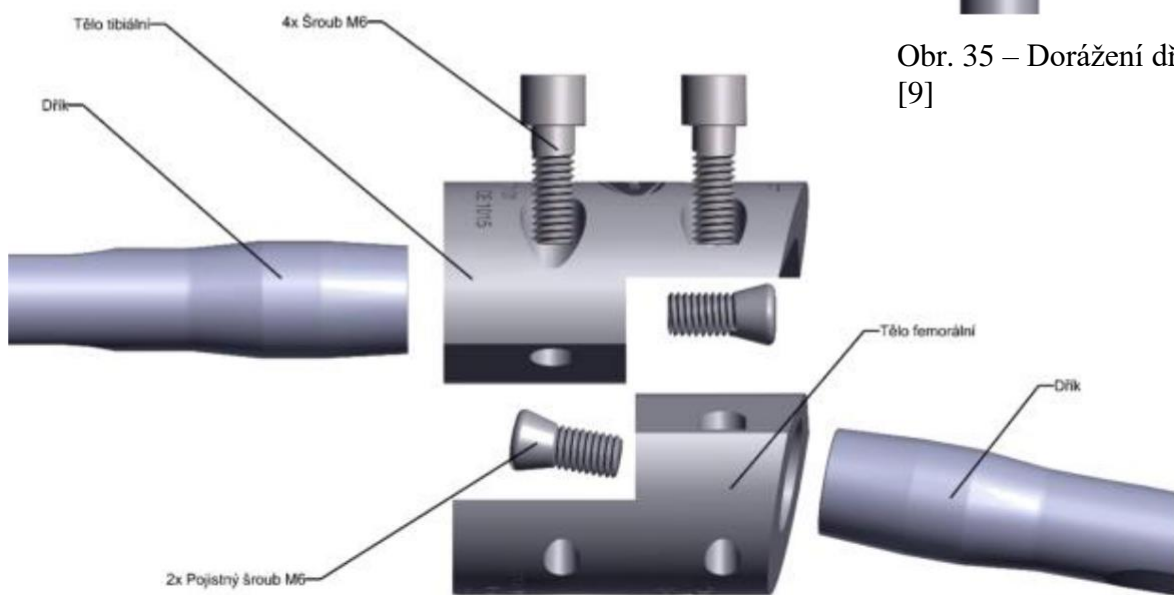
Podle zkušebnímu implantátu se sestaví odpovídající ostrý. Dřík je spojený s tělem hlavice pojistným šroubem. (Obr.34) Hlavice s dříkem se následně na narážecím stolku pomocí narážecí čepičky a kladiva dorazí několika údery (Obr.35) a dotáhne se pojistný šroub.



Obr. 34 – Pojistný šroub [9]



Obr. 35 – Dorážení dříku [9]



Obr. 36 – Kompletace implantátu [9]

#### Krok 5: Implantace

Po přípravě operačního pole, ale před samotnou implantací, se doporučuje na chvíli uvolnit turniket a zastavit krvácení – po implantaci to může být obtížné. Poté se znovu zavede turniket a pole se vyčistí a provede se výplach fyziologickým roztokem.

Do femorálního kanálu se pomocí zavaděče vtlačí cementová zátka, Kanál se vyplní kostním cementem a zavede se tibiální a femorální část. Závity a styčné plochy hlavice na obou částech musí zůstat neznečištěné kostním cementem. Femorální komponenta sedí trojúhelníkovým výřezem do výřezu v tibiální části. Pro správnou polohu se použije ryska z kroku 3, podle které se určí správná rotace implantátu. Po sesazení obou částí se vzájemně spojí 4 šrouby. Utahují se křížovým způsobem. Kloub se zahradí kostním cementem a po jeho zatuhnutí se uvolní turniket, zastaví se zdroje krvácení, aplikuje se drén a rána se po vrstvách zavře. [9]

# 11 FYZIOTERAPIE PŘI ALOPLASTICE

Úkolem rehabilitace je zlepšení kvality funkce kloubu z pohledu celkového vnímání pacienta a co nejrychlejší návrat ke každodenním aktivitám. Za úspěšnou rekonvalescencí stojí mimo samotné operace několik fází rehabilitační péče, začínajících již v době předoperační a končících návratem k běžnému fungování přibližně 3 až 6 měsíců po operaci.

## 11.1 Předoperační péče – Fáze 1

Předoperační příprava je zahájena získáním termínu operace.

Předoperační péče zahrnuje tyto cíle: edukace, ošetření postiženého kloubu, analýza svalové síly a svalové rovnováhy, zjištění rozsahu pohybu, nácvik chůze s odlehčením, nácvik chůze s oporou o podpažní berle a nácvik sebeobsluhy.

Ne vždy tato péče probíhá přímo v zařízeních, často je nutné, aby se pacient připravil v domácím prostředí. Úspěšná operace je podložena předoperačním základem, jehož součástí je tým složený z ortopeda, fyzioterapeuta, ošetřovatelů, ergoterapeuta a součástí bývá i sociální pracovník. Každý z nich se podílí na úspěšnosti operace. [14] [22]

### 11.1.1 Edukace

Pacient je seznámen s náležitostmi operačního výkonu, cílem rehabilitace a fázemi léčby. Je důležité, aby pacient pochopil, že jeho aktivní zapojení do procesu je nezbytné. Je vhodné, aby po této fázi dosáhl změn v životním stylu, výběru vhodných pohybových aktivit ale i úpravy domácího prostředí. Vhodné pohybové aktivity pomáhají udržet fyzickou kondici, případně umožňují snížení hmotnosti. Správná edukace napomáhá i k porozumění principům chování, které zvyšuje životnost endoprotézy, rozeznání vhodné zátěže nebo odlehčení opotřebených kluzných ploch. Příkladem rizikových aktivit mohou být aktivity v kleče, hlubokém dřepu nebo aktivity zahrnující skákání. [14] [22]

### 11.1.2 Kineziologický rozbor

Kineziologický rozbor se skládá ze sledování výrazné asymetrie, odklonění od běžného postavení a svalové nevyváženosti. Pro kolenní kloub je nejdůležitější, jestli je kloub v semiflexi, varozitě nebo valgozitě, (nohy do O nebo do X). Postavení má přímý dopad na průběh operace. Rozbor je prováděn ve třech směrech zpředu, z boku, zezadu. [14] [22]

### 11.1.3 Goniometrie

Goniometrie hodnotí rozsah pohybu z extenze do flexe v kolenním kloubu. Zjišťuje se pomocí goniometru. Běžným pravidlem je, že se provádí i měření rozsahu pohybu pro kyčelní a hlezenní kloub, pro další klouby se měření provádí jen pokud je důvodné podezření, že mohou působit jistá omezení. U kolenního kloubu se goniometr přiloží k laterální oblasti kloubní štěrbině a srovnává se s druhou stranou končetiny. [14]

### 11.1.4 Aktivní cvičení v uzavřených kinematických řetězcích

Jedná se o nejužívanější formu posílení svalů. Pojem uzavřený kinematický řetězec označuje aktivní pohyb kloubu s tím, že jeho dva sousední kloub jsou fixované. Pro lepší fungování kolenního kloubu a zapojení mediální a laterální hlavy čtyřhlavého stehenního svalu v kontrakci se nejčastěji užívá oboustranných symetrických a asymetrických cviků. Do symetrických cviků se může řadit například podřep, vstávání ze sedu či současný tlak obou končetin do gymnastického míče (Obr.37). Mezi asymetrické cviky se dá zařadit jízda na rotopedu nebo střídání flexe a extenze s patou tlačící do overballu (Obr.38). [14]



Obr. 37 – Cvičení s gymnastickým míčem [14] Obr. 38 – Cvičení s overballem [14]

### 11.1.5 Aktivní cvičení v otevřených řetězcích

Cvičení v otevřených řetězcích označuje pohyb v kloubu, který nemění postavení v ostatních kloubech. Pro příklad se může jednat o propínání a pokrčování kolene v sedu s vyvěšenými nohama nebo flexe a extenze v poloze vleže na zádech nebo břiše. Toto cvičení se převážně užívá pro zvětšení rozsahu pohybu a zapojení a koordinaci svalů. [14]

### 11.1.6 Nácvik chůze o berlích

Součástí předoperační péče by měla být také snaha terapeuta naučit pacienta tzv. třídobou chůzi o podpažních berlích. (berle, operovaná končetina mezi berle, neoperovaná před berle) [14] [22]

## 11.2 Pooperační péče – Fáze 2

Pooperační fáze rehabilitace začíná 1-2 dny po operaci. Prvních 8-48 hodin pacient tráví na JIP, po 24-48 hodinách je možné odstranit drény, tím se zahajuje pooperační fáze rehabilitace. [22]

Úkolem pooperační fáze je předcházet komplikacím, působit proti tvorbě srůstů a kontraktur, potlačovat bolest, zmenšit otok, obnovovat rozsah pohybu, navrátit psychickou pohodu a samostatnost. Průměrná délka hospitalizace je 11-13 dní, tou dobou se provádí extrakce stehů. Některé pacienty je vhodné přesunout na lůžkové oddělení, kde mohou prodloužit kontrolovanou rehabilitaci na 2-4 týdny. Po uplynutí 6-12 týdnů je možné postupně odkládat berle, toto je velice individuální fáze. Po 12 týdnech se provádí kontrola rtg obrazu.

Konkrétní obsah rehabilitace je tvořen pro potřeby každého pacienta individuálně. Závisí na typu operačního výkonu, typu užití endoprotézy a samotného doporučení operátora. Cíle

rehabilitace je možné shrnout obecnými standardy: primárním cílem je předcházet případným komplikacím. Dbá se na polohování operované končetiny. Provádí se dechová a kondiční cvičení, včetně cvičení neoperovaných končetin. Dodržuje se opatření pro prevenci tromboembolické nemoci. Využívá se synergistického efektu izometrických cvičení. [16] [17]

Pacient se zvedá z lůžka 2. - 3. den po operaci. Pod vedením fyzioterapeuta je sledován stav operační rány, součástí této doby je i silný pocit bolesti a otok, který se zdravotníci snaží snižovat. Do pozornosti se také dostává případné zarudnutí, zvýšené teploty nebo potivost, které mohou být známkami infekce, tromboembolické nemoci nebo například plicní embolie. Hlavní zaměření v této fázi je na zvyšování funkčního rozsahu pohybu kloubu. [14] [22]

### **11.2.1 Cvičení na motodlaze**

Motodlaha slouží k rozhýbání kolenního kloubu po operaci, to znamená obnovení rozsahu pohybu v kloubu, a tím přispívá k urychlení průběhu rehabilitace. S jejím používáním se začíná co nejdříve po operaci. (Obr. 40) Samotné cvičení předchází mnoha komplikacím, urychluje hojení a zkracuje nutnost pobytu v nemocnici. [14]

### **11.2.2 Polohování**

Polohování končetiny do zvýšené polohy mimo jiné zmírňuje bolest, předchází srůstům a kontraktům. Pokud je rána ve stavu, kdy nehrozí žádné komplikace, končetinu lze polohovat v poloze na břicho, jinak se k této poloze přistupuje až po zlepšení stavu, popřípadě po vynětí stehů. [14]

### **11.2.3 Kryoterapie**

Kryoterapie je oblíbenou volbou pro svou účinnost proti otokům a úlevě od bolesti. Provádí se přiložením chladícího sáčku přes obvaz na ránu. Je důležité věnovat pozornost tomu, aby nevznikaly omrzliny. Pro každého pacienta je tudíž délka jedné kryoterapie rozdílná. [14]

### **11.2.4 Izometrická cvičení**

Cvičení s úkolem posílení čtyřhlavého stehenního svalu, hýžd'ového svalstva a hamstringů předcházejí atrofii a pohybovým omezením. Po edukaci tato cvičení probíhají bez asistence což zvyšuje aktivní zapojení pacienta. [14]

### **11.2.5 Elektroterapie**

Má za úkol pomoci čtyřhlavému stehennímu svaly k aktivaci a předejít atrofii. Aktivují se svalové jednotky čtyřhlavého stehenního svalu pomocí elektrické stimulace. (Obr. 39) [14]



Obr. 39 – Elektroterapie [32]



Obr. 40 – Motodlaha [31]

## 12 3D MODELOVÁNÍ A TISK

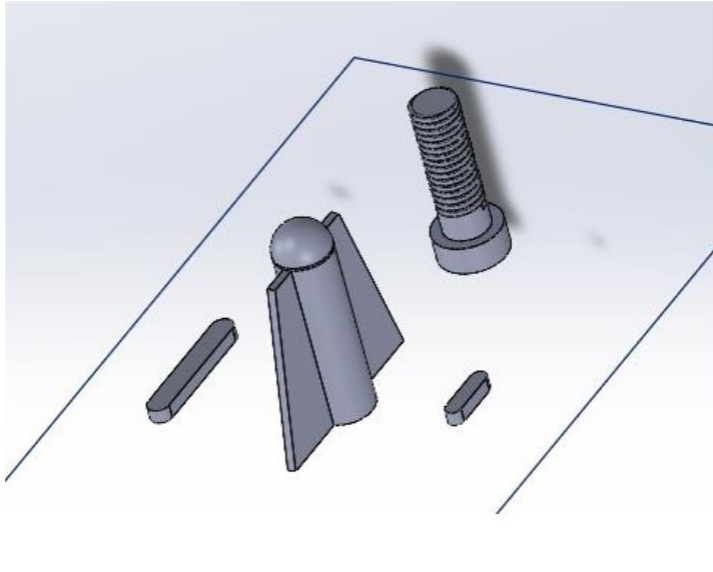
Součástí práce je i návrh a vymodelování vlastního modelu endoprotézy (program: SOLIDWORKS™). Výchozím materiálem byl katalog ProSpon – Náhrady kolenního kloubu – Knee replacements: Vektor

Podle katalogu jsme společně s Jakubem Dobrovolným načrtli nejprve na papír a poté do programu jednoduchou 2D skicu pro každou z částí modelu. Tyto jednoduché skici bylo následně nutné upravit do správných velikostí podle katalogu. Pomocí nástroje přidání vysunutí jsme vytvořili objem tělesa, opět s ohledem na poměry velikostí. Za použití dalších nástrojů jsme následně odebírali materiál z jednotlivých oblastí. Nejprve místa, která budou zcela prázdná a poté jsme podle předlohy upravovali zbylý materiál a vyhlubovali jednotlivé části, aby model dostal požadovaný tvar ve všech směrech. Po získání vyhovujícího tvaru jsme postupně začali začišťovat rohy a zaoblovat vyhloubení distální vložky a vytvořili závit na šroubu. V této chvíli jsme pomocí upravení staženého modelu femuru a vyříznutím části z celkového modelu vytvořili femorální komponentu. Poslední fází modelování bylo složení všech částí dohromady do jednoho modelu a po vyzkoušení, zda jsou díly ve správných velikostech, jsme je poskládali do plochy 20x20cm a připravili soubor k vytisknutí.

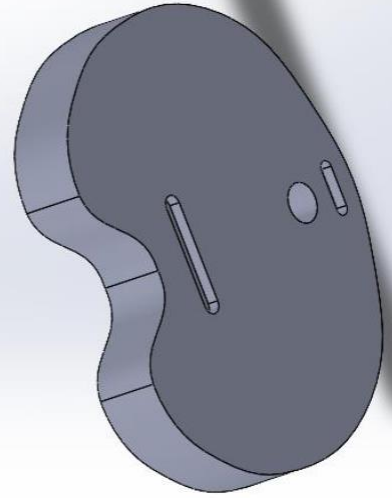
Tisk jsme se rozhodli nechat udělat na zakázku. Vytisknutý model bylo ještě nutné očistit od nedokonalostí z tisku a také manuálně doopracovat pomocí ruční frézy, jehly a nože. Nakonec jsme model začistili smirkovým papírem a vyhladili ostré hrany. Bohužel femorální komponenta se při přechodu na novou verzi programu poškodila a tím pádem nemohla být vytištěna.



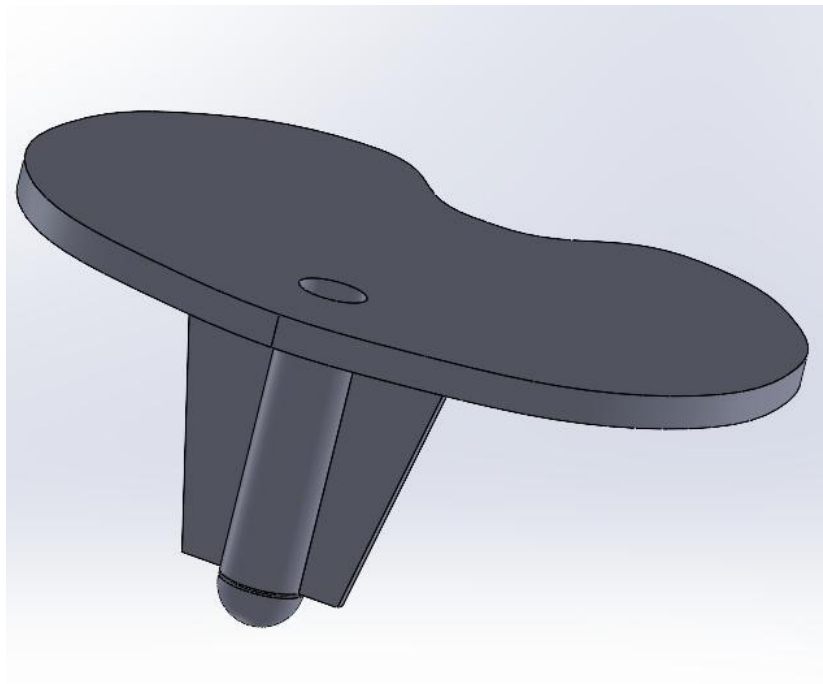
Obr. 41 – Vytisknutý model (vlastní foto)



Obr. 42 – dřík + šroub + výřez distanční vložky (vl. foto)



Obr. 43 – distální vložka (vl. foto)



Obr. 44 – tibiální plato + dřík (vl. foto)

## 13 ZÁVĚR

V rámci své ročníkové práce jsem se zabýval variantami totální endoprotézy kolenního kloubu. Prvním z cílů bylo najít a ukázat jaké možnosti je tento zákrok schopen poskytnout. K jeho dosažení bylo nejdříve zapotřebí stanovit teoretické poznatky z oblasti anatomie, kineziologie, historie TEP kolenního kloubu a dostupné literatury týkající se materiálů. Z těchto poznatků jsem mohl vytvořit úvodní teoretický podklad, z něž lze vycházet při čtení následujících kapitol.

Pro další z cílů, přiblížit základní varianty TEP kolenního kloubu, jsem využil operačních manuálů a osobní účasti na jedné z implantací, pomocí čehož jsem byl schopen, pro 2 základní varianty, poskládat postupy jejich implantace, společně s obecnými popisy jednotlivých druhů TEP kolenního kloubu, které obsahují informace o indikacích a případných komplikacích s náhradou spojených. Součástí tohoto oddílu je i kapitola o revizní operaci, kde jsou stanoveny běžné postupy při nefunkčnosti nebo poškození primoimplantátu. Následuje varianta TEP kolenního kloubu jako implantátu, který je aplikován při selhání všech předešlých a uzamyká pohyblivost kloubu.

Předposledním cílem bylo shrnutí průběhu rehabilitace, ve kterém se nachází průprava pacienta od vyšetření stanovující indikaci, přes předoperační přípravu, samotnou operaci, až po pooperační rehabilitaci, jak v nemocnici, tak následně v domácím prostředí. A úplným závěrem je popis tvorby vlastního modelu TEP kolenního kloubu, který bohužel není kompletní, jelikož femorální komponentu nebylo z technických důvodů možno vytisknout.

Celkově je práce zaměřena více na sbírání poznatků a shromáždění co nejvíce informací o TEP kolenního kloubu a jejich skládání, než na praktickou část. Mým původním úmyslem bylo více se věnovat praktické části, ale vzhledem k malému množství informací a značným problémům s jejich získáváním, jsem se rozhodl změnit obsah práce na více informativní. S ohledem na odbornost a konkrétní ráz informací, které jsem potřeboval nalézt, jsem musel používat přímo dokumenty od výrobce, které jsou určené pro lékaře a jiný odborný personál. Musím přiznat, že rozsah obsahu by mohl být širší a podrobnější, pokud bych měl více času a o trochu více zdrojů, ale i přesto doufám, že použité informace budou schopny přiblížit a pomoci ukázat čeho je medicína v tomto ohledu schopna.



## 14 LITERATURA

- [1] BEZNOSKA, S. – ČECH, O. – LÖBL, K.: Umělé náhrady lidských kloubů, Biomechanické, materiálové a technologické aspekty, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n.p
- [2] DUNGL, P. – PAVLANSKÝ, R. – PODŠKUBKA, A. Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca: Naše zkušenosti s aloplastikou kolenního kloubu, 1982, roč. 49, č. 1, s. 49-62. ISSN: 0001-5415
- [3] VAVŘÍK, Pavel a Vratislav RYBKA. Aloplastika kolenního kloubu. Praha: Arcadia, 1993. Thovt. ISBN 80-901423-9-7.
- [4] KOUDELA, Karel. Ortopedie. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0654-.
- [5] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED, ilustroval Ivan HELEKAL. Praha: Grada, 2004. ISBN isbn80-7169-970-5.
- [6] PROSPON. *Operační technika Vektor: Totální náhrada kolenního kloubu*. 2019.
- [7] PROSPON. *Operační technika – Modulární náhrada kolenního kloubu: Totální náhrada kolenního kloubu*. 2019.
- [8] VAVŘÍK, Pavel. *Operační technika revizní náhrady kolenního kloubu MEDIN Modulár: Podkladový materiál pro operační kurzy ProSpon, spol. s r.o.* Kladno, 2020.
- [9] PROSPON. *Operační technika – Alterna: Cementovaná artrodéza kolenního kloubu*. 1. Kladno, 2016.
- [10] PROSPON. *Náhrady kolenního kloubu – Knee replacements: Modulár revizní*. Nové Město na Moravě, 2017.
- [11] PROSPON. *Náhrady kolenního kloubu – Knee replacements: Vektor*. Nové Město na Moravě, 2018.
- [12] PROSPON. *Náhrady kolenního kloubu – Knee replacements: Artrodéza*. Nové Město na Moravě, 2017.
- [13] PROSPON. *Onkologické implantáty*. Nové Město na Moravě, 2015.
- [14] KOUDELA, Karel, Karel KOUDELA a Jana KOUDELOVÁ. *Primoimplantace totální náhrady kolenního kloubu*. Praha: Axonite s.r.o, 2016. Medicinae peritus. ISBN 978-80-88046-06-6.
- [15] SOSNA, Antonín. *Základy ortopedie*. Praha: Triton, 2001. ISBN 80-7254-202-8.
- [16] MAXEY, Lisa a Jim MAGNUSSON, ed. *Rehabilitation for the Postsurgical Orthopedic Patient*. 3rd ed. California: Mosby, 2013. ISBN 978-0-323-07747-7.
- [17] KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

## 15 SEZNAM CITACÍ

Strana 9 – [1] BEZNOSKA, S. – ČECH, O. – LÖBL, K.: Umělé náhrady lidských kloubů, Biomechanické, materiálové a technologické aspekty, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n.p

Strana 10 – [11] PROSPON. *Náhrady kolenního kloubu – Knee replacements: Vektor*. Nové Město na Moravě, 2018.

Strana 11 – [21] MARCINKOVÁ, Helena. Míchání kostních cementů aneb Jak nejlépe zamíchat. *Zdraví.Euro* [online]. 2009, 9. 7. 2009, 1 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/michani-kostnich-cementu-aneb-jak-nejlepe-zamichat-435462>

Strana 17 – [6] PROSPON. *Operační technika Vektor: Totální náhrada kolenního kloubu*. 2019.

Strana 22 - [7] PROSPON. *Operační technika – Modulární náhrada kolenního kloubu: Totální náhrada kolenního kloubu*. 2019.

Strana 24 - [8] VAVŘÍK, Pavel. *Operační technika revizní náhrady kolenního kloubu MEDIN Modulár: Podkladový materiál pro operační kurzy ProSpon, spol. s r.o. Kladno, 2020.*

Strana 27 - [8] VAVŘÍK, Pavel. *Operační technika revizní náhrady kolenního kloubu MEDIN Modulár: Podkladový materiál pro operační kurzy ProSpon, spol. s r.o. Kladno, 2020.*

## 16 INTERNETOVÉ ZDROJE

- [18] Lohberger, B., Stuehl, N., Glaenger, D. *et al.* CoCrMo surface modifications affect biocompatibility, adhesion, and inflammation in human osteoblasts. *Sci Rep* **10**, 1682 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58742-9>
- [19] Sonntag R, Reinders J, Gibmeier J, Kretzer JP (2015) Fatigue Performance of Medical Ti6Al4V Alloy after Mechanical Surface Treatments. *PLoS ONE* 10(3): e0121963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121963>
- [20] American Academy of Orthopaedic Surgeons, Cleveland Clinic, NIH, eOrthopod.com, National Institute for Health and Clinical Excellence (U.K.)
- [21] MARCINKOVÁ, Helena. Míchání kostních cementů aneb Jak nejlépe zamíchat. *Zdraví.Euro* [online]. 2009, **9. 7. 2009**, 1 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/michani-kostnich-cementu-aneb-jak-nejlepe-zamichat-435462>
- [22] JAHODA, David. *Náhrada kolenníhokloubu –edukační materiál pro pacienty* [online]. Praha, 2020 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: [https://www.iscare.cz/uploads/ckeditor/attachments/310/EM\\_OTR\\_02\\_-\\_Tota\\_lni\\_na\\_hrada\\_kolenn\\_ho\\_kloubu\\_-\\_EM\\_pro\\_pacienty\\_vyd\\_1\\_\\_003\\_.pdf](https://www.iscare.cz/uploads/ckeditor/attachments/310/EM_OTR_02_-_Tota_lni_na_hrada_kolenn_ho_kloubu_-_EM_pro_pacienty_vyd_1__003_.pdf). Edukační materiál. Klinické centrum Iscare.
- [23] BENEŠ, Jiří. *Otázky z Ortopedie, Traumatologie* [online]. In: . CZ, s. 66 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: [http://jirben2.chytrak.cz/materialy/orto,trauma\\_jb.doc](http://jirben2.chytrak.cz/materialy/orto,trauma_jb.doc)
- [24] *Historie oboru ortopedie trochu jinak* [online]. Praha, 2016 [cit. 2021-11-26]. Dostupné z: <https://www.lf2.cuni.cz/files/page/files/2016/hist.doc>
- [25] Totální endoprotéza kolenního kloubu. *WikiSkripta* [online]. CZ: Mefanet, 2021 [cit. 2021-9-14]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Totální\\_endoprotéza\\_kolenního\\_kloubu](https://www.wikiskripta.eu/w/Totální_endoprotéza_kolenního_kloubu)
- [26] *Vektor – Total Knee Replacement – oprating procedure* [video]. Medin s.r.o. CZ.
- [27] *Totální endoprotéza kolenního kloubu* [video]. Medin s.r.o. CZ.
- [28] Maligní nádory skeletu. *WikiSkripta* [online]. CZ: Mefanet, 2015 [cit. 2021-12-08]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Maligní\\_nádory\\_skeletu](https://www.wikiskripta.eu/w/Maligní_nádory_skeletu)

## 17 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr.1 – strana 13
- [29] Anatomy-Of-The-Knee. *Williamsima* [online]. CA [cit. 2021-11-28]. Dostupné z: <https://williamsima.com/injuries/knee-injuries-meniscus-acl/anatomy-of-the-knee/>
- Obr.2,3 – strana 15
- [5] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie. 2., upr. a dopl. vyd.* Ilustroval Milan MED, ilustroval Ivan HELEKAL. Praha: Grada, 2004. ISBN isbn80-7169-970-5.
- Obr.4,5 – strana 18,19
- [6] PROSPON. *Operační technika Vektor: Totální náhrada kolenního kloubu.* 2019. Obr.6,8,9 – strana 20, 21
- [26] *Totální endoprotéza kolenního kloubu* [video]. Medin s.r.o. CZ. Obr.7 – strana 20
- [27] *Vektor – Total Knee Replacement – oprating procedure* [video]. Medin s.r.o. CZ Obr.10,11 – strana 21; 41,42,43,44 – strana 39,40
- [30] Vlastní foto  
Obr.12,13,14,16,17 – strana 22,23
- [7] PROSPON. *Operační technika - Modulární náhrada kolenního kloubu: Totální náhrada kolenního kloubu.* 2019.  
Obr.18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32 – strany 24 až 32
- [8] VAVŘÍK, Pavel. *Operační technika revizní náhrady kolenního kloubu MEDIN Modulár: Podkladový materiál pro operační kurzy ProSpon, spol. s r.o.* Kladno, 2020.  
Obr.33,34,35,36 – strana 33,34
- [9] PROSPON. *Operační technika - Alterna: Cementovaná artrodéza kolenního kloubu. 1.* Kladno, 2016.
- [14] KOUDELA, Karel, Karel KOUDELA a Jana KOUDELOVÁ. *Primoimplantace totální náhrady kolenního kloubu.* Praha: Axonite s.r.o, 2016. Medicinae peritus. ISBN 978-80-88046-06-6.  
Obr.40 – strana 38
- [31] Fisiotek 3000 E. *Fysiomed: The Physio Company* [online]. [cit. 2021-12-08]. Dostupné z: <https://www.fysiomed.com/en/products/24970-fisiotek-3000-e>
- [32] Elektrotherapie. *Physiotherapie Bruggli Park* [online]. NEM [cit. 2021-12-08]. Dostupné z: <https://www.physio-brugglipark.ch/services/elektrotherapie/>

