

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2018**

**Tereza Černá**



**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B 5345

**Tereza Černá**

Studijní obor: Ortotik protetik 5345R026

**TECHNOLOGIE VÝROBY TRANSFEMORÁLNÍCH LŮŽEK**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Mgr. Rita Firýtová

PLZEŇ 2018





### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 29. 3. 2018

.....

vlastnoruční podpis

## **Poděkování**

Děkuji Mgr. Ritě Firýtové za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů.

## **ANOTACE**

Příjmení a jméno: Tereza Černá

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Technologie výroby transfemorálních lůžek

Vedoucí práce: Mgr. Rita Firýtová

Počet stran – číslované: 77

Počet stran – nečíslované: 11

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 33

Klíčová slova: transfemorální lůžko, výroba, technologie, ortotik – protetik, podélně oválné lůžko, příčně oválné lůžko.

Souhrn: Tato bakalářská práce se zabývá technologií výroby transfemorálních lůžek. Cílem je shromáždit a popsat technologické postupy, které se využívají při výrobě protéz po amputaci ve stehně. Práce je rešeršního typu. Obsahuje stručný vývoj transfemorálních lůžek, popis základních materiálů a mechanismů ulpění. Největší část práce se věnuje procesu výroby transfemorálních lůžek.



## **ANNOTATION**

Surname and name: Tereza Černá

Department: Department of Rehabilitation Sciences

Title of thesis: Production technology of transfemoral sockets

Consultant: Mgr. Rita Fírýtová

Number of pages – numbered: 77

Number of pages – unnumbered: 11

Number of appendices: 5

Number of literature items used: 33

Keywords: transfemoral, socket, production, technology, orthotics – prosthetic, ischial containment socket, quadrilateral socket

Summary: This bachelor thesis is focused on production technology of transfemoral sockets. The aim is to collect and describe the technological procedures used in the production of amputations in the thigh. The bachelor is a research type. It contains an evolution of transfemoral sockets, a description of the basic materials and adhesion mechanisms. The largest part of the work is focused on the process of transfemoral sockets production.

# OBSAH

Úvod .....	10
1 Cíle práce.....	12
2 Biomechanika.....	13
2.1 Anatomické orientační body .....	13
2.2 Biomechanická situace na amputované končetině.....	15
3 Vývoj transfemorálních lůžek .....	18
4 Současné technologie a materiály .....	20
4.1 Linery.....	23
4.1.1 Silikon – SIL.....	23
4.1.2 Kopolymer – TPE.....	24
4.1.3 Polyurethan – PUR .....	24
4.2 Systémy připojení .....	24
4.2.1 Mechanické připojení .....	24
4.2.2 Podtlakový systém.....	25
4.3 Doporučené kombinace .....	26
5 Vyšetření pacienta.....	28
5.1 Včasné protézování.....	29
5.2 Kontraindikace protézování .....	29
5.3 Anamnéza .....	30
5.3.1 Vyšetření kontraktury v kyčelním kloubu.....	32
5.4 Protetometrie.....	33
5.4.1 Snímání měrných podkladů .....	33
5.4.2 Měření na pahýlu .....	33
5.4.3 Měření na zdravé končetině.....	34
5.4.4 Měrný list.....	34
6 Technologie výroby negativu stehenního lůžka.....	35
6.1 Výroba negativu lůžka s oporou o hrbol kosti sedací.....	36
6.2 Výroba negativu lůžka se zachycením o hrbol kosti sedací .....	38
6.3 Výroba negativu lůžka se zachycením rámu kosti sedací.....	42
6.4 Výroba negativu lůžka pomocí SIT-Cast zařízení .....	45
6.5 TF design .....	51
6.6 3D Scanning.....	52
7 Technologie výroby pozitivu lůžka.....	53
7.1 Postup korekce podélně oválného lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací .....	53

8	Technologie výroby zkušebního lůžka.....	57
8.1	Zkušební sádrové lůžko .....	57
8.1.1	Modelace sádrového negativu podélně oválného lůžka .....	57
8.2	Testovací lůžko z termoplastu .....	61
8.3	Hluboké tažení zkušebního lůžka .....	61
9	Stavba stehenní protézy.....	64
9.1	Základní stavba .....	64
9.2	Statická zkouška .....	65
9.3	Dynamická zkouška.....	65
10	Technologie výroby definitivního lůžka .....	67
11	Diskuze .....	75
	Závěr.....	77
	Seznam literatury.....	78
	Seznam zkratk.....	81
	Seznam tabulek.....	82
	Seznam obrázků.....	83
	Přílohy .....	86

# ÚVOD

Protézové lůžko je proximálním biomechanickým spojovacím kusem podpůrného protetického systému, které musí přenášet zbývající řídicí pohyby přímo a beze ztrát.

Transfemorální lůžko představuje podstatnou, ne – li nejdůležitější součást protézy. Cílem vybavení je vytvoření optimálního lůžka. Jak již bude dále podrobně popsáno, existují různé koncepty uspořádání návrhu lůžka. Aby bylo možné posoudit kvalitu a funkcionalitu lůžka, poskytuje pomoc norma ISO/DIS 13405–2 tím, že formuluje všeobecné požadavky na pahýlové lůžko.

Problematika vybavování pacientů po transfemorální amputaci je velice složitá. Proto je velmi důležité, aby protetik profesionálně vyhodnotil situaci, která bude pozitivně ovlivňovat celkový fyzický a psychický stav pacienta. Ortotik – protetik během optimální technologie výroby lůžka využívá znalosti z oblasti anatomie, fyziologie a biomechaniky.

Ortopedická protetika je perspektivní a rychle se vyvíjející obor, který ve prospěch tělesně postižených pacientů využívá nejen nejnovější poznatky medicíny, ale i poznatky z jiných vědních oborů (biochemie – zpracování plastů, mikroelektronika – konstrukce mikroprocesorů protézových kolen). Rozvoj materiálů a technologických postupů zaznamenal v současné době obrovský vzestup. Nelze však opomenout fakt, že počátky protetického historického vývoje pocházejí z období Starověkého Egypta před našim letopočtem.

V České republice se technologické postupy předávají prostřednictvím školení pořádaných firmami, které se zabývají obchodní činností protetických součástí. Kvalifikovaní ortotici – protetici vedou teoretické přednášky, které se následně uvádějí do praxe, kde se můžou zájemci prakticky seznámit s danou technologií. Dále jednou ročně vychází odborný časopis zprostředkovávající nové poznatky a moderní postupy. Nelze však porovnávat kvantitu české a cizojazyčné odborné literatury. Situace v zahraničí je mnohem příznivější, i když mnoho knih je pouhou reedicí starších publikací a obsahují postupy neodpovídající moderním technologiím výroby. O současných postupech a materiálech se dnes dozvídáme z německých a anglických odborných knih, článků a časopisů. V takovém případě je odborník bez jazykových dovedností odkázán pouze na skromný počet zdrojů v českém jazyce nebo na zprostředkované informace ze školení. A proto jsem se rozhodla, že formou literární rešerše z cizojazyčné literatury sepišu nejpoužívanější postupy technologie výroby transfemorálních lůžek. Cílem této práce je rozšířit zdroje informací

prostřednictvím zpracování literatury dané problematiky do českého jazyka. Tato práce by měla především poskytnout pomoc při výrobě transfemorálního lůžka. (Brozmanová 1990; Wetz, 2009)

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem této teoretické bakalářské práce je popsat postup technologie výroby transfemorálních lůžek. Formou literární rešerše vypracovat ucelený a přehledný text, který by měl být velkým přínosem pro studenty oboru ortopedická protetika, nebo pro ortotiky – potetiky v praxi. Tato práce by měla poskytnout systémově shromážděné informace daného tématu v českém jazyce, a tím i rozšířit zdroje zaměřující se na problematiku protetiky dolních končetin.

Pro dosažení cíle je nutno splnit následující body:

1. Dlouhodobý sběr informací, zdrojů a odborné literatury
2. Analýza získaných dat
3. Metodické zpracování faktů přehledným a logickým způsobem

Tyto výsledky budou uceleny, diskutovány a shrnuty v závěru práce.

## 2 BIOMECHANIKA

### 2.1 Anatomické orientační body

Výroba lůžka je velmi individuální a musí být přizpůsobená pacientovi, přičemž je nutné zohlednit mnoho vlivů. Mimořádně rozmanité individuální podmínky na pahýlu vyžadují od ortotika – protetika komplexní anatomické znalosti a provedení podrobné anamnézy pacienta. (Wetz, 2009)

#### Kost sedací – os ischii

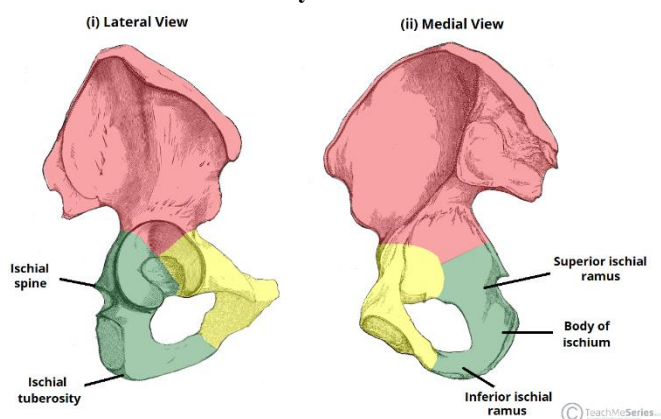
Os ischii společně s os ilium (kost kyčelní) a os pubis (kost stydká) tvoří pevným spojem os coxae (kost pánevní). Os coxae je kloubně připojena k os sacrum (kost křížová) a vpředu je ve sponě stydké spojena s druhostrannou pánevní kostí. Vzniká tak uzavřený útvar pelvis neboli pánev.

Os ischii se skládá ze dvou složek: corpus ossis ischii – tělo tvořící zadní část acetabula, a ramus ossis ischii, rameno pokračující dopředu. S ramus inferior ossis pubis vytváří ramus ischiopubicus.

Tuber ischiadicum, hrbol sedací, je rozšířen a vyvýšen v místě, kde corpus ossis ischii a ramus ossis ischii přecházejí. Hrbol je dobře hmatatelný při flektovaném stehně.

Na tuber ischiadicum a těsně při něm začínají m. gemellus inferior, m. quadratus femoris a svaly zadní skupiny stehna (dlouhá hlava m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus)

Obrázek 1 Orientační body kosti sedací



Zdroj: Fidoe, 2018

## Kost stehenní – os femoris

Femur, kost stehenní, je největší a nejsilnější kost těla, která je ve většině svého rozsahu krytá mohutnou svalovou vrstvou a je tedy z větší částí nehmatná. Rozeznávají se čtyři hlavní části: caput femoris, hlavice kosti stehenní, collum femoris, krček kosti stehenní připojující hlavici k tělu kosti, corpus femoris, tělo kosti stehenní, a condyli femoris, kondyly kosti stehenní – rozšířené kloubní hrboly pro spojení s tibií.

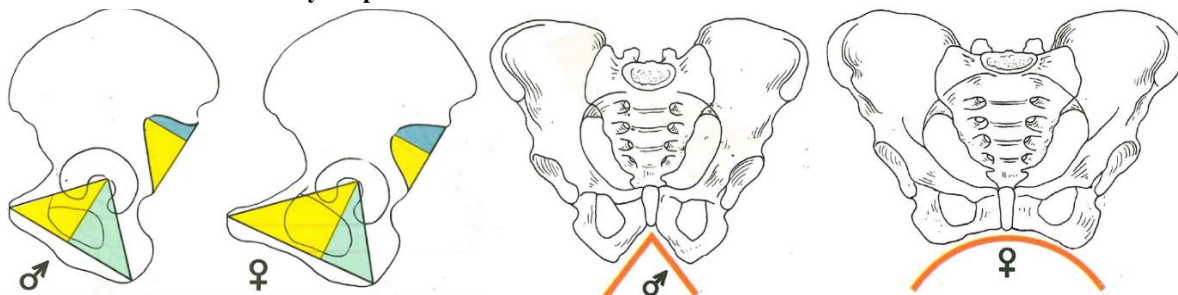
Corpus femoris představuje diafýzu kosti. Na horním konci vybíhá ve dva hrboly – trochantery. Trochanter major, velký chocholík, umístěný laterokraniálně a je vždy hmatný. U hubených lidí prominuje na povrch těla, u obézních je v typické vkleslé jamce. Jamka je vtažena proto, že nad povrchem trochanteru je málo tukového vaziva vzhledem k okolí, a podkožní vazivo je pevněji fixováno k periostu. Trochanter minor, malý chocholík se nachází dorzomediálně. Tělo sbíhá od trochanteru šikmo mediokaudálně a je lehce prohnuté. Na trochanter major se upíná m. gluteus medius, m. gluteus minimus a m. piriformis. Na trochanter minor se upíná m. iliopsoas.

## Pohlavní rozdíly na pánvi

Rozdíly se najdou v rozměrech a jejich vztazích (indexech) i ve znacích tvarových. Obecně jsou všechny transversální pánevní rozměry, zevní i vnitřní, větší u ženy. Pro rozlišení pohlaví (podle kostry) jsou však významnější tvarové rozdíly.

Symphysis pubica (symfýza) je u ženy nižší (asi 4,5 cm), než u muže (5 cm). Dolní ramena kostí stydkých u muže a u ženy sbíhají v různém úhlu a tvaru, a proto vpředu při symfýze vytvářejí angulus pubicus – ostřejší úhel u muže, nebo arcus pubicus – tupý úhel se širokým obloukovitým spojením u ženy. U pánve ženy je tento úhel 90°- 100° a u pánve muže 75°- 80°. (Čihák,2009)

Obrázek 2 Pohlavní rozdíly na pánvi



Zdroj: Čihák, 2009



## Trigonum femorale

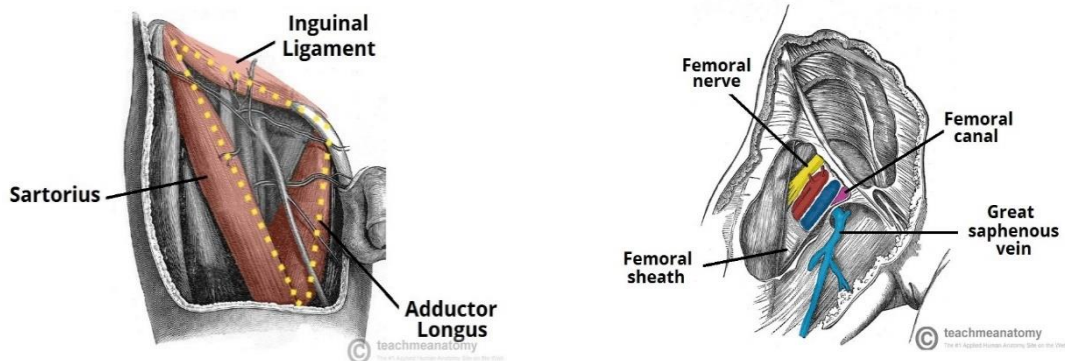
Femorální trojúhelník je dutá oblast předního stehna. Jedná se o trojúhelníkovitý útvar ohraničený proximálně tříselným vazem (ligamentum inguinale), mediálně průběhem m. adductor longus a laterálně průběhem m. sartorius, který je zabudován do fascia lata. Vrchol protáhlého trojúhelníku směřuje distálně.

Femorální trojúhelník obsahuje některé z hlavních neurovaskulárních struktur dolní končetiny, které jsou přístupné poměrně snadno. Je tedy oblastí jak anatomického, tak klinického významu.

Obsah femorálního trojúhelníku:

- Femorální nerv, nervus femoralis – motoricky inervuje svaly přední skupiny stehna. Sensitivní inervace probíhá přes přední stranu stehna, kůže na přední a vnitřní straně kolenní krajiny a kůže na přední vnitřní straně bérce a části hřbetu nohy
  - Femorální tepna – zodpovídá za většinu arteriálního zásobení dolní končetiny.
  - Femorální žíla – vena saphena magna (velká dutá žíla) se vlévá do femorální žíly uvnitř trojúhelníku. Velká dutá žíla je hlavní povrchovou žílou dolní končetiny.
  - Femorální kanál – struktura, která obsahuje hluboké lymfatické uzliny a cévy.
- (Jones, 2017)

Obrázek 3 Hranice a obsah femorálního trojúhelníku



Zdroj: Jones, 2017

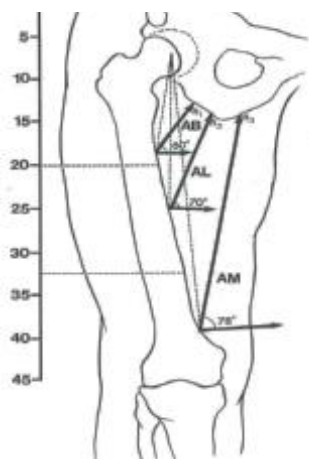
## 2.2 Biomechanická situace na amputované končetině

Stav svalů má rozhodující vliv na výsledné motorické vlastnosti pahýlu a tím i na kvalitu ovládání protézy. Veškeré zachovalé svaly pahýlu by měly být zafixovány nebo spojeny se svými antagonisty do svalové smyčky. (Wetz, 2009)

U většiny transfemorálně amputovaných je mechanická a anatomická stavba narušena, protože residuální část femuru kosti již není anatomicky vyrovnaná vůči tibii a osa diafýzy femuru je v porovnání s kontralaterální končetinou v abdukci. To je způsobeno tím, že při konvenční transfemorální amputaci dojde ke ztrátě hlavní části úponu adduktorových svalů, zejména adductoru magnus, který má úpon na mediodistální třetině femuru. Jakmile dojde ke ztrátě tohoto připojení, femur se posune do abdukce, poněvadž systém abduktorů má relativně neúčinnou opozici.

Ze tří adduktorových svalů (m. adductor magnus, m. adductor longus a m. adductor brevis) má momentové rameno m.adductoru magnus nejlepší mechanické výhody.

**Obrázek 4** Ramena momentů sil tří adduktorových svalů AB-adductor brevis, AL-adductor longus, AM-adductor magnus

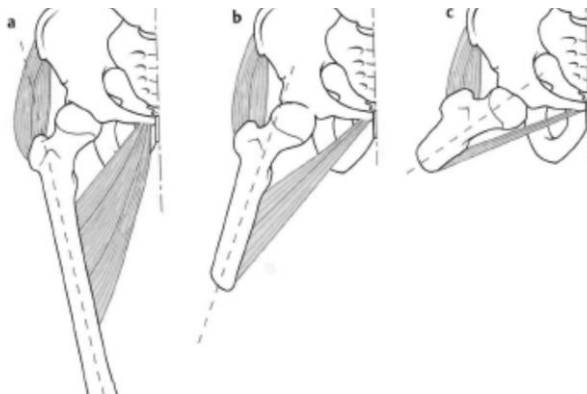


Zdroj: Smith,2007

M. adductor magnus má třikrát až čtyřikrát větší průřez a objem než m. adductor longus a brevis dohromady. Příčný řez aductorem magnus v době amputace tudíž vede k hlavní ztrátě průřezové plochy svalu, redukcí efektivního ramene momentu síly a až 70 % ztrátě tahu adduktoru. Tato kombinace vede k celkové ochablosti adduktorové síly stehna a následné abdukci zbytkového femuru. Kromě toho vede ztráta extenzorové části adductoru magnus ke snížení extenční síly kyčle a k větší pravděpodobnosti vzniku flekční kontraktury (Smith, 2007).

Ve frontální rovině s každým centimetrem zkrácení přicházíme o páku adduktorů. Oproti tomu zůstávají pelvitrochanterické abduktory (m. gluteus medius a minimus) zachovány, dokonce i v situaci, kdy už nezůstanou zachovány žádné adduktory. Čím je pahýl kratší, tím větší je abdukční postavení, ve kterém si pahýl najde svoji „soukromou“ rovnováhu.

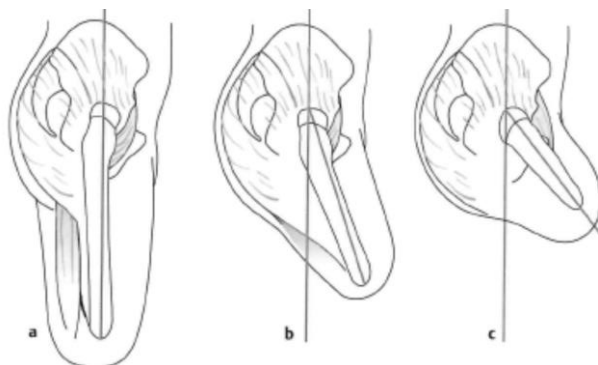
**Obrázek 5 Závislost abdukční polohy na délce pahýlu**



Zdroj: Baumgartner, 2008

V sagitální rovině je situace podobná. Nejsilnější flexor kyčelního kloubu m. iliopsoas zůstává nepostížen. Jeho antagonisté m. gluteus maximus a flexory kolenního kloubu ztrácejí účinnou páku. M. iliopsoas táhne za malý trochanter do flekčního postavení, dokud nenajde pahýl svou novou rovnováhu.

**Obrázek 6 Závislost flekční polohy na délce pahýlu**



Zdroj: Baumgartner, 2008

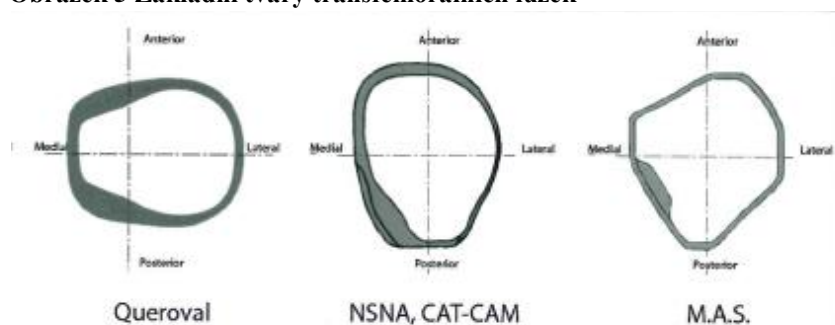
Výsledek vybavení se zlepšuje v závislosti na splnění předpokladů kladených na pahýl amputovaného. Hovoří se o “zralosti pahýlu pro protézu” Svalová situace po amputaci má rozhodující vliv na výsledné motorické vlastnosti pahýlu a tím i na kvalitu ovládní protézy. (Baumgartner, 2008)

### 3 VÝVOJ TRANSFEMORÁLNÍCH LŮŽEK

Diskuze o správném fyziologickém tvaru pahýlového lůžka jsou vedeny již v historických publikacích Schedea (1919), Mommsena (1918), Riedla (1915) a Suchiera (1915). Literatura v tomto období již obsahovala pokyny a doporučení pro správný tvar „pahýlového trychtýře“ dle J.G.Heineho (1811), M.C.Eichlera (1836) a Karpinskyho (1881). Přehled pak přináší Knoche a kol. v roce 2005. V roce 1915 poprvé Suchier vyžadoval u návrhu pahýlového lůžka tvar zachycující trochanter kvůli zvýšení bezpečnosti pacienta. To, že musí tvar lůžka zcela vyhovovat fyziologické funkci svalstva pahýlu, zdůrazňují autoři: Schede (1919) a Gocht (1917). Schede zastává názor, že v době, kdy převažoval tvar lůžka s oporou o hrbol kosti sedací, docházelo vlivem opory k posunutí středu otáčení kyčle dozadu, což mělo za následek vytváření lordózy, atrofie svalstva a kontraktury. Dále uvádí, že s každým napřimováním pánve vyskytující se při chůzi obzvláště u svalnatých pacientů, dochází k vtahování hrbolu kosti sedací z opory do pahýlového lůžka a naopak. Lůžko s oporou o hrbol kosti sedací z výše zmíněných důvodů odmítá. S požadavkem na vytvoření ventrální lůžkové řasy (frontální peloty), která bude tlačit pahýl dozadu na oporu kosti sedací za účelem zamezení posouvání hrbolu kosti sedací, však Görlach (1928) a Glasewald (1928) našli teoretické odůvodnění příčně – oválného lůžka. Po zavedení „ulpívacího lůžka“ v roce 1933 a používání tuhých materiálů (např. dřevo, plast) pro výrobu pahýlového lůžka, se stále častěji objevují problémy s pahýlovými lůžky s oporou hrbolu kosti sedací. J.Schnur (1952) poté vysvětluje škodlivost funkce opory o hrbol kosti sedací z hlediska biomechanického. Tyto vlivy zahrnují mimo jiné: zvýšení otlaků, blokování v poslední fázi kroku, pseudoartrotický účinek, vznik posuvného momentu a následně vředů na okraji protézy. Proto již tehdy podporoval vývoj „misky“ pro hrbol kosti sedací. I Habermann poukázal v r. 1958 na problémy tohoto tvaru pahýlového lůžka. C.W. Radcliffe v roce 1977 ovšem potvrdil příčně – ovláné lůžko a diferencoval 3 typy. Pahýlové lůžko pro měkký pahýl, pahýlové lůžko pro pahýly se středně silnou muskulaturou a pahýlové lůžko se silnou muskulaturou. Oproti tomu v r. 1974 Lehneis představil nový systém APO – lůžko (anterior – posterior – oval) na bázi lůžka NSNA (normal shape – normal alignment) od Longa. Na to navázal Sabolich a v roce 1985 představil nový skeletární systém Contured Adducted Trochanteric – Controlled Alignment Method, dnes známý pod zkratkou CAT-CAM. Následně byl vyvinut systém pahýlového lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací, který svým spíše anatomickým podélně-oválným tvarem neutiskuje měkké tkáně. Přenesením zátěže pomocí měkkých tkání a známé třibodové opory proximálního okraje pahýlového

lůžka má zabraňovat bočním sklouzávání protézy při zachycování zátěže a má udržovat femur v lůžku v jeho fyziologické addukční poloze. Nervový svazek tkáně v trigonum femorale tak má být sotva vystavovaný zvýšenému tlaku a přenášení zátěže z končetiny na pánev již nemá probíhat přes kost sedací nýbrž přes anatomický kyčelní kloub, čím by se měl vyřešit i problém naklápění pánve při dosednutí na hrbol kosti sedací. V roce 1985 představili Christopher Hoyt a kol. na University of California Los Angeles první naučitelný didakticky vypracovaný koncept této techniky pahýlového lůžka. V r. 1987 Kaphingst po studijní cestě podal v Německu poprvé zprávu o této technice pahýlového lůžka SCAT-CAM a CAT-CAM a o prvních opatrných zkouškách vybavení. O dva roky později podává Kogegei zprávu o prvních zkušenostech s tímto novým tvarem lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací a vypracoval strukturovanou, didakticky zpracovanou techniku pro výuku a zavedl pojem „podélně oválné lůžko“. Botta přebírá tuto novou **techniku a již** rok poté diskutuje o tom, zda je ještě příčně – oválné lůžko obhájitelné. Pro jednoznačné vymezení různých filozofií pahýlového lůžka razí Fitzlaff a Kaphingst pojem „lůžko se zachycením hrbolu kosti sedací“. Označení „lůžko se zachycením hrbolu kosti sedací“ a „podélně – oválné“, která se dnes používají jako synonyma, představují obdobu označení „lůžko s oporou o hrbol kosti sedací“ a „příčně – oválné“. Uznávané kapacity v oblasti protetiky (např. Habermann, Pohlig, Botta) přijímají výhody nového biomechanického konceptu pahýlových lůžek se zachycením hrbolu kosti sedací a následně používají téměř výhradně tento typ lůžka. Poslední vývoj tvaru transfemorálního lůžka byl zaznamenán v roce 2001, kdy Marlo Ortiz představuje M.A.S. lůžko (Marlo Anatomical Socket). I tento systém zaznamenal řadu modifikací a nejčastěji je dnes označován jako anatomické lůžko. (Wetz, 2009)

**Obrázek 5** Základní tvary transfemorálních lůžek



Zdroj: Otto Bock archiv

## 4 SOUČASNÉ TECHNOLOGIE A MATERIÁLY

Cílem vybavení je vytvoření optimálního lůžka. Existují různé koncepty uspořádání návrhu lůžka. Při posuzování kvality a funkcionality lůžka za účasti pacienta poskytuje pomoc norma ISO/DIS 13405–2, tím že formuluje všeobecné požadavky na pahýlové lůžko takto:

1. Podpora: pahýlové lůžko má přebírat axiální síly pro zachycení zátěže.
2. Stabilizace: pahýlové lůžko má převzít horizontální síly k řízení protézy.
3. Ulpění: pahýlové lůžko má vytvářet ulpívací sílu mezi pahýlem a protézou. (Wetz, 2009)

Síly přenášené z pahýlu na protézu nebo obráceně, které se přenášejí ze země přes protézu na pahýl, se člení takto:

- tlakové síly (vlivem vertikálního zatížení, které způsobuje pacient)
- tahové síly (ve švihové fázi)
- ohybové momenty (medio – laterální, antero – posteriorní)
- točivé momenty (převážně v kloubech)
- torzní momenty (kolem vertikální osy)

Tyto síly se vyskytují z důvodu fyzikálních zákonů, nelze jim zabránit ani je jednoduše „zrušit“ a to ani pomocí nejlepší protézy. Umění praktika pak spočívá v tom, jak umí rozložit dávkování těchto sil, tyto síly odvést, protichůdné síly vykompenzovat nebo působení těchto sil (tlak atd.) fyziologicky co nejvíce zachytit. (Kaphingst,2002)

Pro zredukování těchto pohybů využíváme ulpívací mechanismy, které pomáhají udržet pahýl ve stehenním lůžku:

- Ulpění vlivem komprese měkkých částí
- Ulpění vlivem podélného elastického napětí
- Ulpění vlivem adhezního tření
- Ulpění vlivem pasivního vzpříčení tkáně
- Ulpění vlivem rozpětí svalstva
- Ulpění vlivem podtlaku
- Ulpění vlivem pomocných zařízení

(Půlpán, 2011)

### **Ulpění vlivem komprese měkkých částí**

V místě požadované fixace provedeme zúžení průřezu, to působí na stlačitelné struktury podkoží elasticky komprimačně. Největší část tohoto zúžení se však projeví ne komprimací, nýbrž vytlačení objemu. Pahýl se sestává z velkého množství buněk, které nemají povahu stlačitelné pružiny, ale miniaturní bubliny s pružnými stěnami naplněné kapalinou. Jak je ale známo z fyziky, kapaliny nejsou stlačitelné. Zúžení průřezu tedy podmiňuje vytlačení objemu tukové, kožní a svalové tkáně distálním a proximálním směrem. Příkladem může být proximální okraj příčně – oválného pahýlového lůžka, kde se provádí obvodová redukce. Pahýl se vtáhne pod toto zúžení, kde musí být dostatek prostoru pro objem tkáně vytlačené distálním směrem. Tím je lůžko fixováno na svém místě. Tento systém bohužel v místě zúžení narušuje oběh, a proto je potřeba ho využívat jen velmi opatrně, a to především u amputací z důvodů cévních komplikací.

### **Ulpění vlivem podélného elastického napětí**

Kosterní svalstvo lze aktivně stahovat a natahovat. V podélném směru je možné sval modelově zachycovat jako elastickou tažnou pružinu. Metoda zatahování svalového objemu do lůžka natahuje muskulaturu v podélném směru (distálně) elasticky proti vlastní vratné síle. Díky adheznímu tření mezi pokožkou a stěnou lůžka vzniká za uvedených předpokladů elastické „ukotvení“, které zajišťuje pahýl v lůžku působením proti tíhové síle.

### **Ulpění vlivem adhezního tření**

Mezi hladkou stěnou lůžka a pokožkou je součinitel adhezního tření. Ten mimo jiné závisí na obsahu vlhkosti v pokožce. Suchá pokožka má nízký koeficient tření, vlhká pokožka vysoký. Vlivem nadměrného pocení však vzniká mezi pokožkou a stěnou lůžka kapalinový film, který adhezní tření místy zvyšuje. Požadovanou adhezi lze určit volbou kontaktního materiálu pahýlového lůžka. V zásadě platí, že čím kratší pahýl tím je třeba větší adheze. Naopak u velmi dlouhých pahýlů může přílišná adheze znemožnit sundání protézy.

### **Ulpění vlivem pasivního vzpříčení tkáně**

Lůžka pro kolenní exartikulace a lůžka bérceových protéz lze mechanicky „zavěsit“ na pahýl nebo téměř „zaaretovat“ pomocí suprakondylární objímky. To ale však není u typické stehenní amputace tak jednoduché. Přesto je možné účelovým vytvarováním stěny lůžka vytvořit konkávní kapsy, do kterých se umístí vtlačená tkáň. Již bez aktivní kontrakce postižených svalových skupin mohou tyto kapsy (např. distálně od opěry pro hrbol kosti sedací) působit jako biomechanické „ukotvení.“

### **Ulpění vlivem rozpětí svalstva**

Účelovým vytvarováním lůžka se vytvoří korýtka pro svalstvo, do kterých mají být cíleně umístěny skupiny svalstva. Aktivní kontrakce, a tím i snaha o zkrácení svalstva při současném zvětšení obvodu, zesiluje přítlačný tlak na stěnu lůžka a radiální rozpětí zesiluje efekt biomechanického „ukotvení“ pahýlu v lůžku. Tento systém lze použít jen za předpokladu kvalitního svalstva na pahýlu a vždy jen jako pomocný. Svaly v kontrakci lze udržet jen po omezenou dobu, ale pokud by došlo ke svalové únavě, neměl by amputovaný šanci udržet lůžko na svém místě.

### **Ulpění vlivem podtlaku**

Z hlediska modelu lze pahýl v lůžku protézy přirovnat ke kluznému pístu ve válci. Distální objem lůžka se hermeticky odblokuje od vnějšího světa, když se uzavře zátkou nebo ventilem. Každým dalším vniknutím pahýlu do lůžka distálním směrem se zmenší objem pod pahýlem a podle Boyleova a Mariotteova zákona ( $p \times v / t = \text{konst.}$ ) se zvýší tlak. Obráceně se zase zvýší každým pohybem pahýlu vycházejícím z lůžka kraniálním směrem objem pod pahýlem, a tím se sníží tlak – vytvoří se tedy „podtlak“. Stisknutím ventilu se přizpůsobí tlak v distálním objemu lůžka atmosférickému tlaku okolního prostředí. Během chůze kolísá tlak ve fázi zatížení a odlehčení vlivem pístového pohybu pahýlu v lůžku mezi pozitivní a negativní hodnotou tlaku kolem neutrální hodnoty. Pozitivní hodnoty tlaku působí jako „zachycovače rázů“ a podporují venózní tok zpět, zároveň však působí proti připojení. Negativní hodnoty tlaku způsobí „přisávací efekt“, což zajišťuje stabilitu pahýlu v lůžku, bohužel ale také způsobuje tvorbu distálních edémů, pokud je pod distálním koncem pahýlu příliš prostoru. Pokud tedy chceme použít pasivního podtlaku k fixaci lůžka na pahýlu a použijeme automatický ventil, je nutný přesný plný kontakt v distální oblasti. Pak nám fixace pomocí podtlaku umožní naopak oběh podpořit. Dnes máme také možnost využít aktivního podtlaku, který vytváří pumpa vložená do konstrukce protézy. Tímto systémem máme možnost dosáhnou až pětikrát většího ulpění lůžka na pahýlu a zároveň aktivně ovlivnit objem pahýlu. Tento systém lze však využít pouze v kombinaci s vnitřním lůžkem z materiálu, který umožňuje tečení a který nám pomůže dokonale roznést tlakové síly.

### **Ulpění vlivem pomocných zařízení**

Pokud nelze z nejrůznějších důvodů použít některý z výše uvedených mechanismů připojení, musí se přistoupit k zavěšení protézy pomocí ulpívacích přípravků, jako je



ramenní závěs, Slezská bandáž a pánevní pásy. Ortopedický technik bude chtít všeobecně prokázat kvalitu vyrobeného lůžka tím, že se takových pomocných zařízení vzdá. Byla by to však falešná ješitnost, kdyby se nezpřístupnilo využití takovýchto bandáží zejména u geriatriků, pacientů při prvním vybavení nebo v jiných problematických případech (Kaphingst, 2002). Současnými zástupci moderních zařízení jsou například aretační zámky Shuttle Lock nebo vtahovací systémy KISS Lanyard Systems. (Kaphingst, 2002).

Optimální stehenní lůžko by mělo využívat více ulpívacích mechanismů (min. 3). Může se snadno stát, že některý mechanismus přestane fungovat a amputovaný by měl mít možnost i tak protézu používat nebo alespoň bezpečně dojít ke svému ortotikovi-protetikovi. Například u ulpívacích transfemorálních lůžek často kombinujeme podélné elastické pnutí, adhezi a podtlak.

## **4.1 Linery**

Liner působí jako „druhá kůže“ mezi pohyblivou měkkou tkání pahýlu (svaly, tkáně, kůže) a lůžkem z pevných materiálů. Tím se snižuje pohyb a tření mezi kůží a stehenním lůžkem. Zároveň redukuje síly působící v lůžku protézy během chůze.

Liner spojuje pahýl s protézou, tlumí citlivost pokožky a zmírňuje problémy v tlakových oblastech. Výběr správného lineru je nezbytný pro zajištění správné funkčnosti protézy a pro pohodlí pacienta.

### **4.1.1 Silikon – SIL**

Je odolný a snadno se čistí. Materiál zajišťuje největší adhezi a kompresi pahýlu, tím vytváří vysokou stabilitu lůžka. Silikon je vhodný pro pahýl s pevnou tkání, dobrým kožním krytím a bez prominujících kosterních struktur, neboť nedostatečně polstruje dané problémové oblasti. Pot je „odpařován“ skrze materiál, ale pouze v místech, kde pokožka a liner jsou v bezprostředním kontaktu. Je-li tomu naopak, v prostoru mezi silikonem a kůží se nahromadí pot, který se přemění v agresivní látku působící lokální kožní potíže u pacientů. Tento liner je určen pro pacienty s úrovní aktivity 1-3.

### **4.1.2 Kopolymer – TPE**

Kopolymer je vysoce elastický. Obsahuje minerální olej šetrný k pokožce, který se během používání postupně uvolňuje. Proto je velmi vhodný pro pahýly se suchou kůží. Snadno se čistí, nelze ho však sterilizovat vysokou teplotou, neboť tento materiál je termoplastický. Liner se ale může díky termoplasticitě individuálně přizpůsobit tvaru pahýlu. Liner se nasadí na sádrový pozitiv a vloží do horkovzdušné trouby s teplotou 60° na 3 hodiny. Změna se ustálí po vystydnutí materiálu natáhnutém na sádrovém pozitivu. Kopolymer snižuje pocení po celé délce pahýlu, včetně oblastí, kde kůže a liner nejsou v kontaktu. Tento liner je určen pro pacienty s aktivitou 1-3 a s různými tvary pahýlů. U transfemorálních amputací je zřídka kdy používán.

### **4.1.3 Polyurethan – PUR**

Zajišťuje rovnoměrné rozložení tlaku a nabízí přesné a pohodlné uchycení díky nejvyšší viskoelasticitě. Optimální tlumení nárazů činí tento materiál vhodným pro citlivé, kostnaté a zjizvené pahýly. Stejně jako kopolymer je termoplastický, tudíž i tento typ lineru lze individuálně přizpůsobit tvaru pahýlu. Polyurethan pot vstřebává, tím zvyšuje vlastní hmotnost během užívání, při kterém dochází i k nasávání nečistot. Údržba lineru spočívá v každodenním čištění. V optimálních případech pacient vlastní alespoň dva linery, neboť po očištění lineru musí být důkladně vysušený před dalším užíváním. Liner je určen pacientům s různou úrovní aktivity. (Otto Bock. a, 2005)

## **4.2 Systémy připojení**

### **4.2.1 Mechanické připojení**

#### **Vtahovací systém**

Pomocí zásuvného systému uživatel vtahuje pahýl do lůžka pomocí popruhu. Systém výrazně snižuje rotační i pístové pohyby v lůžku. Široký zatahovací řemen usnadňuje do značné míry nasazování protézy v sedě. Proto je mimořádně vhodný pro geriatrické pacienty a pro pacienty s nízkým stupněm aktivity.

### **Mechanický zámek**

Při vybavení mechanickým zámkem je liner na distálním konci opatřen trnem (tzv. pin), který se při nasazování zasune do zámku, a tak propojí pahýl s protézou. Systém se snadno odemkne pomocí jednoduchého mechanismu. U stehenních protéz se tento systém používá pouze u pacientů s nízkou úrovní aktivity. Při větší zátěži dochází ke vzniku nežádoucím pístovým a rotačním pohybům v lůžku. (Otto Bock. a, 2005)

### **4.2.2 Podtlakový systém**

Systémy odstraňují přebytečný vzduch mezi linerem/pokožkou pahýlu a lůžkem. Udrží protézu bezpečně na svém místě. Podtlak je buď generován ventilem (pasivní) nebo čerpadlem (aktivní).

#### **Pasivní podtlakový systém**

Tento systém se nejčastěji sestává z měkkého lineru/pokožky pahýlu a jednocestného ventilu. Díky jednocestnému ventilu, který je umístěn v distální části, se za pomoci váhy uživatele odvede vzduch z pahýlového lůžka ven. Při využití lineru musí být použit ProSeal Ring k vytvoření vzduchotěsného těsnění v proximální části lůžka. Taktéž firma Össur nabízí pro pasivní podtlakový systém silikonové liny Iceross Seal – In, které jsou opatřené Seal – In koružky obvykle v distální části lineru a speciální povrchovou úpravou, která zajišťuje adhezi. V druhém případě těsnění zastává adheze mezi kůží pahýlu a lůžkem. Tento systém zajišťuje bezpečnost, stabilitu a snížení pístového pohybu v lůžku. Vždy je zapotřebí plně kontaktní lůžko. Využívá se u stehenních protéz pro nízký až střední stupeň aktivity. (Össur, 2017)

#### **Aktivní podtlakový systém**

Aktivní podtlakový systém využívá pumpu ve spojení s jednocestným ventilem. Prakticky veškerý vzduch mezi linerem/pokožkou pahýlu a lůžkem je odstraněn a systém je aktivní při každém kroku, který reguluje hladinu podtlaku v definovaném rozsahu. Výsledkem je zvýšená přilnavost lůžka ve srovnání s pasivním podtlakem. Systém snižuje smykové síly působící v lůžku a zlepšuje prokrvení pahýlu. Díky silnému podtlaku může pacient lépe vnímat podkladový terén a cítit se tak bezpečněji. Je zapotřebí plně kontaktní lůžko. Při využití lineru musí být použit ProSeal Ring k vytvoření vzduchotěsného těsnění v proximální části lůžka. V druhém případě těsnění zastává adheze mezi kůží pahýlu

a lůžkem. Využívá se jak u bérkových, tak stehenních protéz, zejména pro střední až vysoký stupeň aktivity. (Otto Bock. a, 2005)

### **4.3 Doporučené kombinace**

Praktickým doporučením je kombinace lineru, popřípadně pokožky pahýlu, a mechanismem připojení. Doporučení jsou založena na vlastnostech lineru (kůže) a požadavcích odpovídajících mechanismů. Vlastní výroba lůžka a správná kombinace lineru (kůže) a závěsného mechanismu jsou zásadní pro úspěch protetické péče.

Předepsané kombinace představují obecná doporučení. Skutečné vybavení je vždy přizpůsobeno uživatelským potřebám. (Otto Bock. a, 2005)

**Tabulka 1 Doporučené kombinace**

	<b>SIL + mechanické připojení</b>	<b>Kůže + pasivní podtlak</b>	<b>PUR + aktivní podtlak</b>
<b>charakteristika</b>	Během švihové fáze celková hmotnost protézy zatahuje za liner. Proto silikon v kombinaci s mechanickým připojením (zámek, zatahovací systém) musí vykazovat vysokou přilnavost. Protéza na pahýlu drží díky vysoké adheze mezi linerem a pahýlem.	Kůže působí jako těsnění v lůžku protézy. Ventil slouží jako zavěšovací mechanismus, který udržuje protézu na pahýlu díky podtlaku.	Polyuretan přebírá ochranou funkci. S pomocí aktivního podtlaku zajišťuje rotační stabilitu a vysokou adhezi protézy na pahýlu.
<b>výhody</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dobré ulpění</li> <li>- Snadná hygiena</li> <li>- Dobrá životnost</li> <li>- Pacient může nasadit protézu během sezení.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dobré prokrvení</li> <li>- Cena</li> <li>- Nejvyšší propriocepce umožňující kvalitní řízení protézy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dobrá kontrola sil</li> <li>- Podporuje prokrvení</li> <li>- Kontrola objemu pahýlu</li> <li>- Dokonalý kontakt s protézou</li> </ul>
<b>nevýhody</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Přetížení na distálním konci</li> <li>- Vysoká komprese</li> <li>- Atrofie pahýlu</li> <li>- Vyšší rotační a pístové momenty sil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vyšší náročnost při nasazování pomůcky</li> <li>- Uživatel musí stát při nasazování protézy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutné precizní provedení práce</li> <li>- Cena</li> <li>- Časová náročnost</li> </ul>

Zdroj: Otto Bock a.

## 5 VYŠETŘENÍ PACIENTA

Protéza dolní končetiny je ortopedická pomůcka, která nahrazením chybějící části končetiny umožňuje uživateli stabilitu a bipedální chůzi za poskytnutí funkční jistoty, spolehlivosti a přiměřeného estetického krytí defektu. Kvalitu chůze a ovladatelnost protézy ovlivňují zejména tyto faktory:

- Výška amputace, tj. počet fyziologických kloubů (hlezenní, kolenní, kyčelní), které je třeba nahradit mechanickým kloubem.
- Délka pahýlu (čím delší je pahýl, tím snadnější je ovládnutí protézy).
- Jednostranná nebo oboustranná amputace dolních končetin.
- Stav zachované dolní končetiny (opěrná schopnost, pohyblivost, bolestivost, stavy po operacích a úrazech, poškození periferních nervů apod.).
- Stav potřebných horních končetin pro používání berlí, upínání protézy a běžné denní činnosti (současná amputace horní končetiny, vrozená vada, porucha hybnosti z různých příčin).
- Celková tělesná kondice pacienta závisící na věku (kardiovaskulární choroby, stupeň onemocnění, pro které byla indikována amputace, např. cukrovka, nádor aj.).
- Věk pacienta.
- Duševní stav pacienta a schopnost spolupracovat s protetikými a rehabilitačními pracovníky (orientace, schopnost rozeznat hrozící nebezpečí apod.).
- Úroveň regulačních mechanismů vzpřímeného postoje (u jednostranně amputovaného chybí podněty z receptorů na amputované končetiny, u oboustranně amputovaného chybí tyto podněty zcela. Při současné slepotě a poruše polohocitu nejsme v současnosti schopni nahradit regulaci udržování rovnováhy a vzpřímeného postoje).
- Prostředí, ve kterém se pacient nachází (úroveň okolního terénu, množství schodů, možnost pomoci rodinných příslušníků apod.). (Brozmanová,2009)

## 5.1 Včasné protézování

Čím dříve je pacient po amputaci schopen používat protézu, tím úspěšněji překonává pooperační fyzické i psychické problémy a tím menší je ztráta dynamického stereotypu chůze. Proto zkrácení času mezi amputací a první aplikací protézy urychluje návrat samostatnosti pacienta i jeho aktivního zařazení do běžného života či pracovního procesu.

Jelikož nejúčinnější možností formování pahýlu je závislá na jeho funkci, tj chůze, vyřizujeme pacienta takovým typem protézy, který toto umožňuje. Pahýl v krátkém čase po amputaci obvykle nenabývá definitivního tvaru, proto musíme zvolit protézu, jejíž lůžko se dá co nejjednodušeji a nejrychleji přizpůsobit změnám pahýlu. Protézu, kterou lze aplikovat již několik dní nebo týdnů po amputaci, nazýváme prvovybavením.

Včasné protézování dává možnost vybavit pacienta provizorní protézou bezprostředně po odstranění stehů a po ústupu pooperačního edému. Základní podmínkou je však dobrý zdravotní stav pacienta, funkční zdatnost zachované končetiny (schopnost pohybu s berlemi) a chuť spolupracovat s protetickými a rehabilitačními pracovníky. Neméně důležitá je spolehlivá funkce protézy (maximální funkční podobnost s definitivní protézou), rychlá možnost jejího sestavení, resp. zhotovení a ekonomická výhodnost (možnost opakovaného použití některých protézových částí). Pro tyto podmínky nejednou ustupuje do pozadí estetická stránka protézy a preciznost její konstrukce (chybění doplňků samozřejmých na definitivní protéze). (Brozmanová,2009)

## 5.2 Kontraindikace protézování

- Dočasné: reverzibilní onemocnění pahýlu (patologický edém, nezahojená operační rána, bolestivé neurómy, osteofyty apod.), kontraktury, výrazná obezita, stavy po úrazech a operacích zachované končetiny atd.
- Trvalé:
  - o absolutní: ireverzibilní onemocnění kardiovaskulárního systému těžšího stupně, klidová dyspnoe (dušnost), výrazná nestabilita následkem úplného vyřazení mechanismů regulujících vzpřímené postavení trupu (slepot a poruchy polohocitu), některé druhy nemocí centrální a periferní nervové soustavy (ztráta orientace pacienta, špatná spolupráce), výrazná stařecká kachexie a jiné (např. ztráta možnosti úchopu berlí, vrozenou vada nebo ochrnutí horních končetin)

- relativní: fixované kontraktury, částečné vyřazení ústrojí pro regulaci vzpřímeného stoje, onemocnění s očekáváním krátkého žití, některé postižení zachované končetiny nebo celkové postižení organismu.

V každém případě je třeba postupovat individuálně, po zvážení všech možností, souvislostí, perspektiv a okolností. (Brozmanová,2009)

### 5.3 Anamnéza

Ortopedickoprotetické vyšetření musí být důkladné jak ze strany lékaře, který po prvním vyšetření indikuje nejvhodnější pomůcku vzhledem ke konkrétní situaci pacienta, tak ze strany protetiky, který využívá informace k plánování protetických potřeb a služeb. (Hadraba,1971)

Úvod vyšetření tvoří získávání anamnestických údajů od pacienta. Rozhovor s pacientem nebo s jeho příbuznými či blízkými se snažíme vést v příjemném prostředí, kde nás neruší přítomnost jiných osob a nadměrný hluk. Také spěch narušuje „důvěrný“ kontakt mezi protetikem a pacientem, který je k získání informací důležitý.

Základní pravidla odběru anamnézy:

- rozhovor vedeme v klidném prostředí, kde nás neruší další personál ani zbytečný hluk
- na pacienta si vyčleníme dostatek času, abychom se vyvarovali spěchu, který může vést jak k opomenutí důležitých informací, tak ke ztrátě důvěry pacienta
- otázky klademe ve formě, kterou je schopen dotyčný pochopit, tj. přizpůsobujeme je jeho mentální úrovni
- otázky neklademe sugestivně. Otázka by neměla obsahovat zároveň i odpověď, kterou tímto pacientovi podsouváme. Příkladem takto nevhodně volené otázky je např.: „Bolí Vás to jen když jdete do schodů?“, vhodnější je se pacienta zeptat: “ Kdy se tyto bolesti dostavují?“
- obtíže pacienta nikdy nebagatelizujeme, i když se zdají být z našeho pohledu banální. Pacient tyto obtíže může vnímat zcela odlišně a mohlo by dojít ke ztrátě důvěry.
- laické výrazy uvádíme v uvozovkách tak, jak je uvedl pacient. Nenahrazujeme je výrazy odbornými.



- všímáme si „řeči těla“, která nám, aniž by pacient promluvil, může poskytnout cenné informace (typ chůze, vyhledávání úlevové polohy, dýchání atd.) (Hloch, 2014)

V rozhovoru s pacientem odebrává lékař nejdříve údaje o závažných změnách zdravotního stavu pokrevních příbuzných. Tato rodinná anamnéza je velmi cenná při vyšetřování pacientů s vrozenými vadami (ne každá vrozená vada je však dědičná). Zajímají nás i údaje o dalších chorobách příbuzných, jako je tuberkulóza, cukrovka, krvácivost, duševní či pohlavní nemoci apod.

Údaje týkající se přímo zdravotního stavu vyšetřovaného od dětství až po současné připojené onemocnění tvoří osobní anamnézu. Mnohdy jsou i vodítkem při volbě protetických komponentů (přecitlivělost na materiály z plastu, výskyt ekzémů, špatná hojivost ran při cukrovce, poruchy citlivosti kůže při neurologických onemocněních, kardiovaskulární nedostatečnost aj.).

V sociální a pracovní anamnéze zjišťujeme, v jakých podmínkách pacient žije a pracuje, zda je vůbec schopen pracovat a v jakém zařazení. V případě imobilních pacientů se informujeme o možnostech péče rodinnými příslušníky, o geografických podmínkách v nejbližším okolí (rovný nebo hornatý terén), jakož i o architektonických bariérách v bytě či okolí (schody, úzké dveře apod.). Též jsou důležité informace o sociálně-ekonomické situaci, kdy musíme zohlednit, jestli bude uživatel schopen dopláct pomůcky potřebné k správnému chodu protézy. Popřípadě přizpůsobit volbu materiálů a komponentů při výrobě pomůcky nebo informovat pacienta o možnostech sociálního poradenství v rámci sociálního systému

Část anamnézy – nynější onemocnění – zahrnuje všechny údaje týkající se nemoci, pro kterou se pacient dostal na oddělení ortopedické protetiky. U amputovaných pacientů se informujeme o příčině amputace, jejím datu i dalších souvislostech. Zde nám kromě ústních údajů pomáhá i zdravotnická dokumentace (hlášení o amputaci zaslané zdravotnickým zařízením, kde byla provedena nebo zdravotní karta pacienta).

Při vyšetření celkového fyzického stavu pacienta si všímáme stavby těla (obezita, celkový vzhled apod.). Protetik by měl upřednostňovat biologický věk před kalendářním., sledujeme pacientův způsob lokomoce (chodí bez pomůcky, s berlemi, s podporou doprovázejících osob na vozíku), jeho držení těla (přílišný předklon hlavy či trupu), obratnost a odvalu při chůzi, ale také zdravé části těla. Registrujeme, jak mohou přidružená onemocnění negativně ovlivnit používání ortopedické pomůcky (poškození horních končetin potřebných k nasazování protézy).

Po celkovém vyšetření protetik provádí lokální vyšetření pahýlu pohledem a pohmatem (aspekci a palpaci). Pohledem vyšetřuje stav kůže (barva, vyrážky, odřeniny aj.), uložení a kvalitu jizvy. Pohmatem zjišťuje teplotu kůže, povrchovou i hloubkovou citlivost, otoky, bolestivá místa, jakož i pohyblivost kožního krytu oproti hlouběji ležícím strukturám. U diabetických pacientů musíme počítat se sníženou citlivostí (neuropatií) a pokrevním. Je třeba zvýšit pozornost na oblast třísel, kde v mnoha případech je proveden by pass, neboli vytvoření náhradního řečiště pomocí vlastní odebrané žíly nebo pomocí umělé protézy. Lůžko protézy zde nesmí způsobovat velký tlak, který by při používání protézy mohl později podnítit nežádoucí potíže. Stav jizev u pacientů s diabetes mellitus se též nemůže podceňovat. Pahýly s otevřenými jizvami obsahující hnisavé látky lze protézovat, ale pouze za dodržení kvalitní hygieny. Pacienti po traumatických a polytraumatických úrazech velmi často trpí vztaženými jizvami, a proto tuto část vyšetření uplatňujeme především při výběru lineru, který nabízí nejlepší ochranu pro tento typ pahýlu. (Brozmanová,2009)

### **5.3.1 Vyšetření kontraktury v kyčelním kloubu**

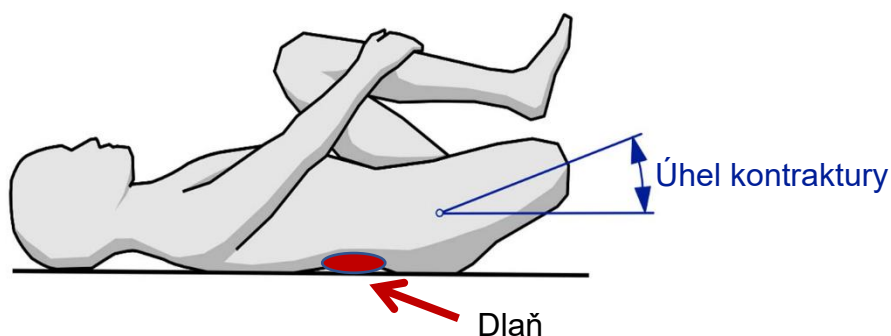
K bezprostřední přípravě podkladů pro přípravu ortopedické pomůcky patří vyšetření rozsahu kloubní pohyblivosti. Individuální stavba stehenní protézy vyžaduje nejen základní znalosti anatomie člověka, ale také vysokou úroveň znalostí biomechaniky, popř. funkce pahýlového lůžka. Potíže spojené s realizací těchto poznatků v praxi se v důsledku chybného postavení pahýlu amputovaného často ještě umocní.

Pojem kontraktura se může dle lékařského slovníku překládat jako trvalé zkrácení svalů nebo měkkých částí a s tím související omezení funkce a pohybu kloubů. Možnost, jak zjistit postavení kyčelního kloubu, nabízí Thomasova zkouška, která se používá při cíleném vyšetřování kontraktury často postižených svalů jako m. rectus femoris a m. iliopsoas. Zkoušku provádíme u ležícího pacienta na tvrdé podložce tak, že uvedeme končetinu v kyčelním kloubu do maximální pasivní flexe pro vyrovnání bederní lordózy. Za normálních okolností může při tom druhá končetina zůstat v kyčli natažená. Pokud dochází ke kontraktuře nebo k extenčnímu deficitu, tak druhá končetina v extenzi nezůstane. Úhel mezi podložkou a femurem určuje velikost kontraktury. Výsledek pak můžeme ještě jednou zkontrolovat, když je pacient v stoji. Uchopíme femur a posuneme pahýl do addukované polohy dozadu (aktivace skupiny vazů v kyčelním kloubu). Druhou ruku drží

technik přiloženou na křížovou kost. Jakmile dojde při vedení femuru k pohybu křížové kosti, znamená to, že bylo dosaženo dorazu a tím i maximální možné extenze.

Terapeutické opatření v případě nefixované kontraktury spočívá v první řadě v intenzivní fyzioterapeutické léčbě pacienta. K tomu patří mj. již profylakticky správné uložení pahýlu, manuální metody protahování a různé aktivní a pasivní cviky. (Siebel, 2006)

**Obrázek 6** Vyšetření flexe pahýlu



Zdroj: vlastní

## 5.4 Protetometrie

Protetometrie se zabývá obecnými i speciálními vyšetřovacími metodami, měřícími pomůckami a zařízeními, které napomáhají správné výrobě a aplikaci všech druhů ortopedických pomůcek. Patří sem pomůcky od jednoduché páskové míry až po složitá elektronická zařízení testující jednotlivé úseky pohybových funkcí. Protetometrické pomůcky umožňují snímání měrných podkladů z pacienta i z pomůcky, usnadňují přesné snímání měř a objektivizují statické i dynamické hodnoty. (Brozmanová,2009)

### 5.4.1 Snímání měrných podkladů

Míry jsou nejčastěji odebírány pomocí stáčecího měřítka (krejčovského metru), které se používá především při odběru obvodových a délkových měř. Posuvné měřítko (šuplera) se využívá při měření délkových měř. Goniometr je potřebný k určení úhlu v kloubech.

### 5.4.2 Měření na pahýlu

Vzdálenost mezi hrbolem kosti sedací a vrcholem pahýlu nám určuje délku pahýlu. Posuvným měřítkem naměříme vzdálenost mezi hrbolem kosti sedací a trochanterem. Tato míra se označuje jako medio – laterální míra (dále ML). Další délkovou mírou je anterio – posteriorní míra (dále AP), která znázorňuje vzdálenost mezi hrbolem kosti sedací a úpony adduktorů. Šuplera musí být během měření v transverzální rovině. (Hadraba,1971)

**Obrázek 7 Měření ML míry**



Zdroj: Otto Bock. c.

Z obvodových měř se odebírání obvod pahýlu ve výši úponů adduktorů, ve středu pahýlu a 5 cm nad jeho vrcholem. (Učík, 1969)

### **5.4.3 Měření na zdravé končetině**

Vzdálenost mezi hrbolem kosti sedací a podložkou určuje orientační délku protézy. Tuto vzdálenost měříme ve stoje. K zjištění délky bércového dílu naměříme úsek mezi kolenní štěrbinou a podložkou. K této míře vždy přičítáme minimálně 20 mm, abychom dosáhli kompromisního bodu otáčení na protéze, který se nejvíce přibližuje přirozené kolenní ose. Z obvodových měř nás zajímá obvod bérce uprostřed jeho délky a nad kotníky. Abychom byli schopni vybrat správnou velikost protézového chodidla, je zapotřebí si změřit délku chodidla od paty k nejdelšímu prstu na noze. Též můžeme vytvořit obkres chodidla a poté změřit vzdálenost mezi nejvzdálenějšími body. (Učík, 1969)

### **5.4.4 Měrný list**

Správné míry a údaje jsou důležitým a nezbytným předpokladem pro výrobu pomůcky. Jednotlivé míry, délkové a obvodové, se zapisují do měrných listů. Vzor viz. příloha 5.

Měrné listy poskytují čtoucímu záruku, že je zachován jednotný postup, že míry jsou při případném přeměření navzájem srovnatelné a že je kdokoliv bude odečítat stejným jednotným způsobem a shodně je hodnotit. Míry odebíráme jak na amputované, tak na zdravé noze. (Hadraba, 1971)

## 6 TECHNOLOGIE VÝROBY NEGATIVU STEHENNÍHO LŮŽKA

Základními kroky při zhotovování stehenní protézy jsou:

- a) správné tvarování stehenního lůžka,
- b) optimální stavba protézy.

Tvar stehenního lůžka má při posuzování kvality protézy významnou roli, přičemž je důležité správné tvarování dosedacího věnce a vytvoření co nejpřesnějšího a nejtěsnějšího kontaktu mezi povrchem pahýlu a stěny lůžka. Cílem je maximálně možné zamezení důsledků pseudoartrózy mezi pahýlem a lůžkem protézy. (Brozmanová,2009)

I když při tvarování lůžka je třeba vždy pamatovat na individuální zvláštnosti při protézování pacientů se stehenní amputací, následkem vývoje jsou doporučovány dva typy lůžek:

1. Lůžko využívající opory o hrbol kosti sedací
2. Lůžko využívající zachycení hrbolu kosti sedací (Wetz, 2009)

### **Příprava povrchu těla pro sejmutí sádrového otisku**

Je nutno izolovat kožní povrch, aby se sádra k němu nepřilepila, neboť jinak je při snímání nebezpečí jeho poškození ve formě oděrek, hlavně na místech ochlupených, čímž je otevřena cesta možné infekci. Kromě toho by snímání sádrového negativu bylo bolestivé a nepříjemné. Je řada způsobů, jak vhodně připravit povrch kůže pro sádrování. Můžeme si vybrat mezi vazelínou, mazlavým mýdlem a textilní izolací (trikot). (Hadraba,1971)

### **Sádrování**

Obecně se výchozí poloha při snímání otisku řídí druhem vyráběné pomůcky a fyzického stavu pacienta. Pomůcka by však měla být sádrována v takové poloze, ve které bude následně nošena. Pacient udržuje vzpřímený postoj pomocí opěr. Hlava v je v přímém hledu. (Hadraba,1971)

Úkolem sádrování je zachycení přesného tvaru pahýlu a přenesení orientačních bodů do sádrového pozitivu. Pomocí sádrových obinadel formujeme sádrový negativ. Obinadla dělíme na elastická a pevná. Pevná obinadla udávají pevnost negativu. Longety neboli překládané vrstvy pevného obinadla přes sebe, se používají k vyztužení sádrového negativu. Dále se v praxi používají elastická sádrová obinadla, která jsou výhodná při získávání přesného reliéfu, ovšem práce s nimi je obtížnější, neboť je nutno při přikládání těchto

obinadel střídavě nezvyšovat tenzi, aby pak nedošlo k přemodelování a změně přirozených kontur těla. Sádrová obinadla se před použitím zvolna ponořují do vody.

Předtím, než půjdeme pacienta sádrovat, provedeme krátké orientační vyšetření. Ověřujeme opěrné body a nosné plochy, díky nimž bude pomůcka na dané části těla zachycená nebo opřená. Je dobré tato vyšetření doplnit slovním vysvětlením, co a proč provádíme, abychom pacienta nepřekvapili pro něj neobvyklým chováním. Dále je nutno zakreslit na sádrované části těla orientační body a bolestivá místa. Na pahýlu si pohmatem najdeme velký trochanter, konec a průběh stehenní kosti a následně pomocí inkoustové tužky označíme. Obkres se při sádrování obtiskne do sádrového negativu. (Hadraba,1971)

### **Možnosti sádrování**

Z ruky – podélně oválné lůžko, příčně oválné lůžko, anatomické lůžko

Pomocí sádrovacího zařízení SIT – Cast – podélně oválné lůžko, anatomické lůžko.

## **6.1 Výroba negativu lůžka s oporou o hrbol kosti sedací**

Lůžko s oporou o hrbol kosti sedací se nazývá také lůžkem příčně – oválným nebo kvadrilaterálním (Hall, 1964). Podobně ještě existují varianty jako např. srdcovitý nebo perineální tvar, které mají přes mírné tvarové rozdíly všechny účelné tvarování s cílem umístit hrbol kosti sedací na dorzální okraj lůžka. Tam se má přenášet tělesná hmotnost amputovaného na protézu. Aby hrbol kosti sedací nesklouzával do pahýlového lůžka, tak je zapotřebí zatlačit na svalstvo kyčelních extenzorů v prostoru pod sedací kostí a naproti tomu vytvořit ve frontální oblasti lůžka opěrné ložisko tzv. frontální peloty. Proto musí mít lůžko zajišťující oporu o hrbol kosti sedací co nejužší perineum a nejširší laterální část tak, aby se svalstvo vytlačilo z mediální oblasti do laterální. V zásadě není vytlačení měkkých částí v příčně-oválném lůžku zcela bezproblémové, poněvadž se v oblasti frontální peloty nachází trigonum femoralis, ve kterém leží těsně pod pokožkou vedle nervu také vena a arteria femoralis a tím jsou také mimořádně ohroženy působením tlaků. Z ortopedicko – protetického hlediska je proto nutné respektovat několik zásad:

- Posazení na hrbol kosti sedací musí být vždy uspořádáno horizontálně tak, aby se zabránilo bočnímu sklouznutí sedací kosti na okraji protézy.
- Frontální okraj lůžka musí být výše (cca. 25 mm) na dorsální straně, aby se zmenšilo naklápění pánve dopředu.

- Oba okraje lůžka musí být mimořádně zaoblené, aby se tlak na vytěsněné svalstvo, úpony šlach a femorální trojúhelník rozložil na co největší plochu.
- Při extenčním deficitu pahýlu musí být přizpůsoben průběh opěry o hrbol kosti sedací v horizontální rovině a frontální průběh lůžka frontální pelotě.

Poněvadž nelze dosáhnout pevného spojení mezi pahýlem a lůžkem, dochází ke vzniku tzv. pseudoartrózy. Dále se zde uvádí, že je v oblasti hrbolu kosti sedací zapotřebí nosná plocha ca. 15 cm<sup>2</sup>, aby se zamezilo vzniku bolestivého tlaku nad 4 N/cm<sup>2</sup>. Chyby, které může udělat protetik při výrobě lůžka s oporou o hrbol kosti sedací, a které byly očividně také často dělány, pragmaticky popisuje jak Ploetz (1956), tak i Kuhn (1956).

Kuhn spatřuje hlavní problém v zachycení tělesné hmotnosti. Pokud není hmotnost správně rozložena, tak dochází k poruchám krevního oběhu, otokům pahýlu, atrofii svalstva a vzniku vředů v důsledku městnání krve. Dále je důležité, aby v místě dosednutí hrbolu kosti sedací v přední stěně lůžka bylo dostatečné opěrné ložisko. V tomto ohledu lze dosáhnout rovnováhy velmi obtížně. Jinak dochází k potížím v důsledku tlaku, potížím při sezení a poruchám prokrvení velmi zřídka.

Přes zdánlivou převahu používání pahýlového lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací jsou pacienti stále ještě vybavováni pahýlovými lůžky s oporou na hrbolu kosti sedací, které také odborná veřejnost ještě akceptuje. (Wetz, 2009)

### **Postup sádrování**

Připravený pacient v trikotu po celou dobu sádrování stojí na zdravé končetině v krátkých bradlech nebo je opřen o berle. Protetik označí hrbol kosti sedací (tuber os ischii) a horní okraj velkého chocholíku (trochanter major). Vyzve pacienta, aby postupně stáhl svaly a technik tužkou prokreslí okraje dosedacího věnce. Linie probíhá přes šlachu přitahovačů (adduktorů) do třísla (inquiry), kde běží současně s Poupartovým vazem vzhůru pod přední horní trn kyčelní směrem k velkému chocholíku, přičemž okraj věnce mine velký chocholík ve výši minimálně 2 cm nad ním. Pak čára sleduje sestupující snopce velkého svalu hýžd'ového (mm. glutei maximi) a přechází do rýhy hýžd'ové (gluteální) pod hrbol kosti sedací (tuber ischiadicum) a vrací se zpět podél vzestupného ramene kosti stydké (ramus ascendes ossis pubis) ke šlaše přitahovačů. Nakonec se nesmí zapomenout zakreslit všechna bolestivá místa.

Sádrové obinadlo se může vinout na pahýl vějířovitě, anebo na něj klást sádrové longety. Dáváme přednost usazení tří longet (v oblasti přitahovačů, ohýbačů a mezi odtahovače a natahovače kyčle) po prvních cirkulárních a osmičkových túrách. V této etapě

se soustředíme pouze na modelaci dosedacího věnce a teprve po jeho správném vytvarování pokračujeme v sádrování na pahýlu dolů.

Při modelaci sádrového věnce se pravá ruka (u levostranného pahýlu stehenního) umístí zezadu proti stehnu, prsty probíhají horizontálně pod sedací rýhou a tlačí dopředu a nahoru proti levé ruce. Tím se vymodeluje zadní okraj a opora pro hrbol kosti sedací (tuber os. Ischii), které mají převzít část tlaku. Přední strana, a to její horní okraj se modelují tlakem levé ruky. Oba dva palce modelují přitom masiv velkého chocholíku (trochanteru major) a tlačí sádro k tělu. Pomocí tohoto hmatu, nazývaného též „Gochtův hmat,“ získáme čtyřrohý, napříč lehce oválný tvar věnce. Při dosádrování distálního konce pahýlu se zatlačí pahýl rukama do tvaru trojúhelníku s vrcholem do strany, kde leží kost sedací. Je opět nutno zdůraznit nezbytnost nejprve se seznámit a orientovat se na pahýlu (o možnostech a místech vynaložení tlaku). Přes vlhký sádrový obvaz to již nebude možné.

Po úplném ztvrdnutí sádry, při zcela uvolněném svalstvu, se negativ stáhne z pahýlu. Okraje se oříznou podle tvaru a vnitřní stěna se pokryje vrstvou sádrové hmoty. Při nanášení sádry se účelný tvar negativu ještě více zdůrazní. Nyní se negativ zesílí na žádanou tloušťku zevním ovinutím sádrovými obinadly. Účelnou úpravou těsnicího věnce se z negativu stává sádrová objímka. (Hadraba,1971)

## **6.2 Výroba negativu lůžka se zachycením o hrbol kosti sedací**

Lůžko využívající zachycení hrbolu kosti sedací, které se díky svému tvaru také nazývá podélně oválným lůžkem, je založeno na zcela jiné filozofii než lůžko s oporou o hrbol kosti sedací. Tělesná hmotnost nemá být přenášena na sedací kost bodově přes kost nýbrž plošně po celé ploše pahýlu, jako kdyby pahýlové lůžko obsahovalo nějaký hydrostatický systém. To umožňuje uložit pahýl jeho anatomickým tvarem do pahýlového lůžka, aniž by došlo k nějakému nefyziologickému vytlačení svalstva. Pro lepší vedení protézy ve švihové fázi a pro zamezení pístového pohybu tedy posouvání a naklápění lůžka laterálním směrem se hrbol kosti sedací podpírá mediálně. Při tom má velký význam především shoda úhlů hrbolu kosti sedací a příslušného zachycení sedací kosti. Jako opěrné ložisko opory hrbolu kosti sedací slouží laterální subtrochanterní opora a velkoplošná frontální opora měkkých tkání. Tím má dojít k vystředění reakčních sil působících od podložky na kyčelní kloub. Již Habermann (1958) a později Botta (2003) upozornili na význam shody mezi objemem pahýlu a objemem pahýlového lůžka. Bolesti a poškození tkáně na vstupní úrovni pahýlového lůžka nejsou vyvolány pouze tlakem nýbrž i tlakem



v kombinaci s třením. Blokováním pomocí kostěné tkáně, ke kterému dojde zachycením na ramu a působením subtrochanterní opěry, sice podélně-oválné lůžko sníží pseudoartrózu mezi pahýlem a lůžkem, ale nemůže ji však zcela zamezit, poněvadž k ulpění pahýlového lůžka dojde pomocí měkkých tkání pahýlu. Podle vlastnosti a množství měkké tkáně na kostěné části může pohyb femuru v pahýlovém lůžku vypadat silněji nebo slaběji. Tento problém však bývá u pahýlového lůžka s oporou na hrbolu kosti sedací silnější než u pahýlového lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací.

Úpravy pahýlového lůžka se zachycením tuberu se označují jako Narrow M-L, NSNA, CAT-CAM nebo ischial-containment (dále IC) nebo v poslední době mimořádně aktuálně lůžko M.A.S. (Marlo Anatomic Socket), při čemž filozofie návrhu pahýlového lůžka výše jmenovaného je založena nejen na zachycení hrbolu kosti sedací, ale současně i ramu (Gottinger 2005). V zásadě platí pro všechny modifikace pahýlového lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací stejné principy:

- současně dojde k zachycení dorzomediální části kosti sedací v pahýlovém lůžku
- hrbol kosti sedací se nevyužívá k vertikální opoře
- měkké části převezmou hydrostatickou funkci přenosu zatížení pomocí stabilizace
- v A-P směru. (Wetz, 2009)

### Postup sádrování

Připravený pacient v trikotu po celou dobu sádrování stojí na zdravé končetině v krátkých bradlech nebo je opřen o berle. Protetik označí velký chocholík (trochanter major) a průběh stehenní kosti.

**Obrázek 8 Obejmutí na hrbolu kosti sedací**



Zdroj: Otto Bock, b

Tvarování obejmutí na hrbolu kosti sedací:

Zasuneme ruku z frontální mediální strany do rozkroku.

Pootočíme ruku o 45°, bříška prstů se posunou nahoru a dlaň lehce klesne.

Provedeme supinaci dlaně o 45°. Prsty obepínají ramus ossis ischi.

**Obrázek 9** Ovinnutí pahýlu obinadly



Zdroj: Otto Bock, b

Podle velikosti pahýlu si připravíme 2 až 3 sádrová obinadla 15x200 cm.

Ovineme obinadla od distálního konce až k trochanteru, aniž bychom vyvíjeli tlak. Na laterálních měkkých tkáních vytvarujeme do sádrového negativu anteriorně a posteriorně podél femuru řídicí oblast.

**Obrázek 10** Tvarování distálního konce pahýlu



Zdroj: Otto Bock, b

Přiložíme laterálně ruku 5 cm od konce femuru. Povedeme ruku tak, aby sledovala tvar pahýlu a držela pahýl v mírné addukci. Mediálně přiloženou rukou vytvarujeme měkké tkáně konce pahýlu okolo konce femuru laterálním směrem. Necháme sádro ztuhnout.

**Obrázek 11** Příprava longety



Zdroj: Otto Bock, b

Připravíme 4 vrstvou sádrovou longetu:

Šířka: 20 cm.

Délka: podle proximálního obvodu pahýlu.

Namočíme sádrovou longetu do vody. Střed longety si položíme na tvarovací ruku.

**Obrázek 12** Zavedení longety



Zdroj: Otto Bock, b

Do druhé ruky uchopíme posteriorně visící konec longety. Zavedeme longetu tvarovací rukou z anteriorní strany do rozkroku směrem k hrbolu kosti sedací. Druhou rukou přiložíme longetu z posteriorní strany okolo pahýlu směrem k trochanteru major. Sádrová longeta musí končit 10 cm nad trochanterem major.

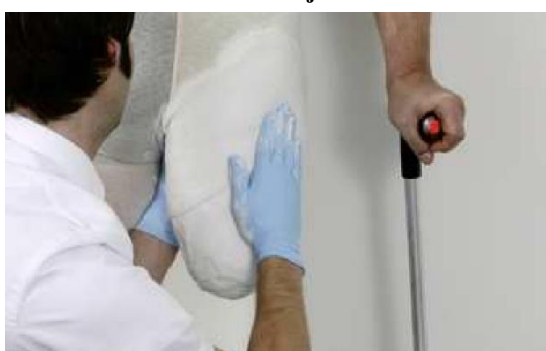
**Obrázek 13 Spojení konců longety**



Zdroj: Otto Bock, b

Vytvarujeme sádrové obinadlo na pahýlu z posteriorní strany. Pak vezmeme anteriorní část longety a natáhneme ji od šlachy adduktorů až k trochanteru, kde se oba konce longety spojí.

**Obrázek 14 Provedení obejmutí hrbolu kosti sedací**



Zdroj: Otto Bock, b

Tvarovací rukou provedeme přítlak na hrbolu kosti sedací a vytvarujeme uložení. Druhou ruku přidržujeme na protější straně laterálně podél femuru. Přitom umístíme špičky prstů distálně od trochanteru major a držíme pahýl v addukci. Necháme sádro ztuhnout.

**Obrázek 15 Sádrový negativ**



Zdroj: Otto Bock, b

Přestříhneme ochranný trikot v oblasti ramen a sejmeme sádrový negativ z pahýlu.

Volitelně: Vymodelujeme a vyzkoušíme sádrový negativ pro kontrolu objemu.

### 6.3 Výroba negativu lůžka se zachycením rámu kosti sedací

Anatomické lůžko M.A.S. (Marlo Anatomical Socket), též nazýváno IRC lůžko (ischial ramus containment), poskytuje amputovanému výjimečný komfort a rozsah pohybu. Anatomická lůžka zachycují větve kosti stydké za účelem zajištění stability ve frontální rovině, aniž by vznikaly nějaké koncentrované tlaky při přenesení váhy. Kromě neomezeného rozsahu pohybu kyčle hlásí pacienti používající anatomické lůžko lepší komfort sezení, vyšší stabilitu a zvýšenou propriocepci v porovnání s jinými TF lůžky.

#### Rozdíl mezi IC lůžkem a lůžkem M.A.S.®

Snížením posteriorního průběhu okraje lůžka se dosahuje lepší kosmetiky na hýždích. Poněvadž v takovém lůžku téměř chybí gluteální opora nebo zachycení, je pak mnohem snazší zachytit hrbol kosti sedací a část větve kosti stydké (ramus inferior ossis pubis). Pro zajištění lepší rotační kontroly se upravuje oblast femorálního trojúhelníku lůžka tak, aby měla podobné tvary jako klasické kvadrilaterální (modifikované příčně-oválné) lůžko. Mediální zachycení může být více anteriorně než u typického IC lůžka a proximálně – anteriorní stěna je agresivně snížena, aby umožnila plný rozsah aktivního a pasivního pohybu kyčle. Jedním z hlavních rozdílů mezi IC lůžkem a M.A.S.® lůžkem je, že IC lůžko plně obklopuje hrbol kosti sedací a sedací kost. Na rozdíl od toho je u konstrukce lůžka M.A.S. zachycení pánve co nejvíce anteriorně nad mediální stranou větve kosti stydké. Toto vede k vynikajícímu zachycení během střední stojné fáze, čímž se zvýší stabilita ve frontální rovině. Při sádrování je důležité upozornit na to, že část zachycující větve kosti stydké by měla sahat dostatečně daleko do perineální oblasti v porovnání s technikou úchopu u CAT – CAM lůžka. Výška zachycujícího "ucha" je typicky 2–3.5 cm proximálně k hrotu ischia, zatímco šířka nepřesahuje 5-6 cm. Ucho by mělo mít symetrický tvar.

Existují 3 základní zásady, které jsou zásadně důležité pro vytvoření úspěšného lůžka. Pro dobrý konečný výsledek se ortotik – protetik musí zaměřit na každou zásadu postupně. První zásadou je trojrozměrná shoda. Kontury komplexu větve kosti stydké musí být v mediálním "uchu" lůžka přesně zachycené podle kontur pánve pacienta. Základním konceptem této konstrukce je zachytit větve kosti stydké, aniž by na ni narážela. Je bezpodmínečně nutné, aby úhel mezi IRC a středovou linií pánve byl v sádrovém odlíku přesně zachycen a přenesen do pahýlového lůžka. Průměrná velikost tohoto úhlu je 30–35° u mužů a 35–45° u žen, ačkoli existují pacienti, u nichž je tento úhel ostřejší či tupější. Komfort pacienta je založen na shodě mezi úhlem ramu a stěnou mediálního zachycení.

Sklon ucha mediálního zachycení směrem ke středové linii by měl být 10-15°, aby se zabránilo nárazům na IRC.

Šířka dolní plošiny zachycení je proměnlivá od 0,6- 3,5 cm podle tonusu adduktorových svalů. Stěna dolního zachycení se mísí a přechází do mediálně – proximální stěny lůžka a zajišťuje protilehlou sílu tak, že v případě aktivace adduktorů se lůžko mírně posune směrem ke středové linii. Tímto se snižuje tlak na IRC, když dojde ke kontrakci svalů během střední stojné fáze. Klinickým cílem je rozprostřít celkové síly v celém pahýlovém lůžku natolik, aby pacient nedokázal vnímat žádný lokalizovaný tlak na IRC během statického stoje s podporou na dvou končetinách. Aby se dosáhlo dlouhodobého úspěšného výsledku, musí být IRC zachycen v lůžku M.A.S. takovým způsobem, aby jakýkoli tlak působící na IRC byl pod prahovou úrovní vnímanou pacientem.

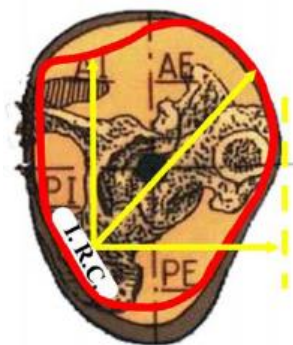
Obrázek 16 Středová linie pánve



Zdroj: vlastní

Druhou zásadu představuje vyvážení 3 proximálních vektorů síly, které jsou nezbytně důležité k tomu, aby IRC "plaval" v uchu zachycení, když není váha přenesena na ramus. Vektor A-P síly je anatomickým rozměrem od hrbolu kosti sedací k anteriorní ploše šlach adduktorů. Vektor skeletální M-L síly je měřen z mediální strany ramu v úrovni hrbolu kosti sedací k subtrochanterové oblasti femuru. Ale mít tyto dva rozměry správné, nestačí k tomu, aby se stabilizoval IRC uvnitř ucha zachycení. Vektor diagonální M-L síly se měří kolmo na úhel IRC, z mediální strany ramu v úrovni hrbolu kosti sedací ke svalu m. rectus femoris na anterolaterální straně pahýlu. Až když tyto A-P, M-L a D-M-L vektory jsou přesně vyváženy, bude IRC během chůze "plavat" uvnitř mediálního ucha. I velmi malé změny u některého z těchto rozměrů mohou mít výrazný vliv na polohu IRC uvnitř oblasti zachycení pahýlového lůžka. Tyto 3 vektory sil jsou klíčovými určovacími činiteli anatomického tvaru lůžka, které musí být v souladu nejen s pánevními kostmi pacienta, ale také s jeho svalovými konturami.

Obrázek 17 Vektory sil v anatomickém lůžku



Zdroj: Wetz, 2009

Až když máme řádnou rovnováhu mezi 3 vektory sil, aplikujeme hodnoty mírného napětí, abychom vytvořili jakési hydrostatické přenesení zátěže na celé ploše.

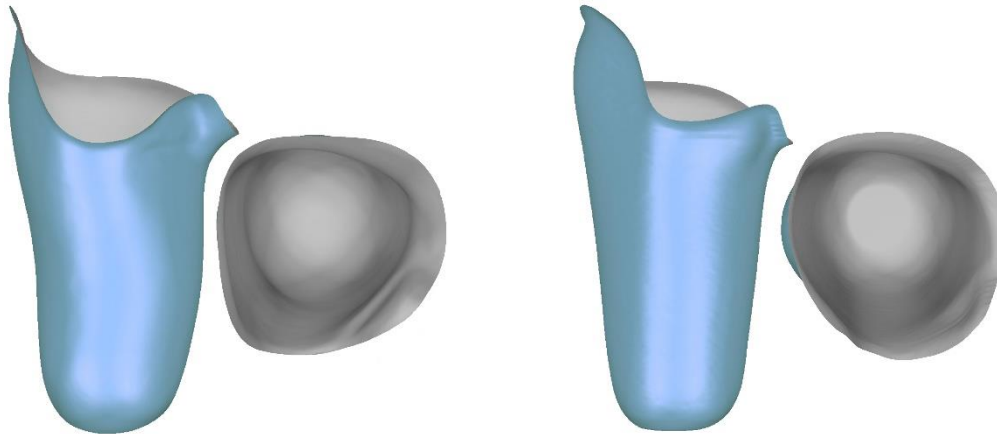
### **Průběh okrajů pahýlového lůžka**

Průběh okrajů u IC pahýlového lůžka je obvykle proximálně od úrovně kosti sedací. Mediální stěna je všeobecně snížena, aby se vyhnula tlaku na ramus a posteriorní stěna zajišťuje určitou míru gluteální podpory. U lůžka typu M.A.S.® jsou posteriorní a anteriorní stěny pod úrovní kosti sedací. V typickém případě je posteriorní průběh okrajů pahýlového lůžka 1,5 cm pod sedací kostí u mužů a 3 cm u žen. Anteriorní průběh okrajů lůžka je o 6 mm výše, než je úroveň horního předního kyčelního trnu (spina iliaca anterior superior). Proximální anteriorní laterální kontura je kritická, poněvadž primární medio – laterální stabilita je odvozena od zarovnané polohy mezi mediálním ramem a anteriorní laterální stěnou pahýlového lůžka.

U tohoto pahýlového lůžka platí, že buď sedí přesně nebo nesedí, neexistuje žádná poloviční cesta. Technik obvykle potřebuje v jednoduchých případech vyrobit 2-3 kontrolní lůžka, než se mu podaří dosáhnout toho, aby M.A.S.® lůžko správně sedělo. U složitých případech je zapotřebí vyrobit kontrolních lůžek ještě více.

Téměř všichni amputovaní ve stehně mohou potenciálně těžit z konstrukce lůžka M.A.S. Jediné dvě výjimky představují pacienti, kteří jsou zvyklí na tvar svého starého lůžka, které nechtějí měnit, a kteří nedokážou poskytnout přesnou zpětnou vazbu. V případě zcela přesně zachycujícího pahýlového lůžka je zapotřebí dobrá komunikace mezi amputovaným a protetikem, aby se dosáhlo dlouhodobě dobrého výsledku. Značné kolísání objemu pahýlu ztěžují udržení komfortního výsledku. (Göttinger, 2005)

**Obrázek 18** Porovnání anatomického a podélně oválného lůžka



Zdroj: vlastní

#### **6.4 Výroba negativu lůžka pomocí SIT-Cast zařízení**

Použití přístroje SIT – Cast umožňuje systematické sádrování transfemorálního lůžka se zachycením kosti sedací. Zařízení obsahuje pneumatickou jednotku a sádrovací formy, které jsou k dispozici ve čtyřech velikostech a v levostranném, či pravostranném provedení. Formy slouží k optimálnímu rozložení měkkých a kostních tkání v proximální části pahýlu. Forma je navržena tak, aby byla flexibilnější v oblasti ramu kosti sedací. Strana a velikost jsou vyznačeny v dolní části každé formy. Pneumatický systém s tlakovým měřidlem umožňuje přizpůsobení kontaktního tlaku femorální peloty na laterální stranu pahýlu.

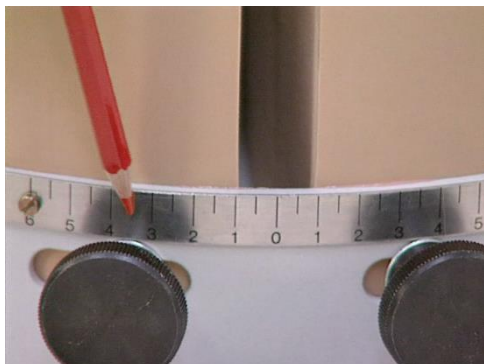
**Obrázek 19** SIT – Cast zařízení



Zdroj: Otto Bock. c.



**Obrázek 20 Nastavení sádrovací formy**



Zdroj: Otto Bock, c

K nastavení vhodné sádrovací formy změříme šířku pánve a M-L míru na subtrochanterické úrovni. Zabezpečíme formu v rámu přístroje a nastavíme šířku rozpětí. Této míry dosáhneme rozdílem subtrochanterické míry pánve pacienta a dvojnásobné M-L míry. Uchopovací šrouby označují rozpětí na stupnici. V tomto případě to je sedm centimetrů.

**Obrázek 21 Kontrola výšky**



Zdroj: Otto Bock, c

Pomocí pánevní vodováhy nastavíme výšku přístroje tak, aby pánev byla vyrovnaná. Označíme nastavenou výšku na sádrovacím stojanu. Následně přizpůsobíme polohu a výšku femorální peloty. Pelota vyvíjí tlak na laterální stranu pahýlu v oblasti pod velkým trochanterem a zároveň kopíruje linii stehenní kosti. Připojíme SIT – Cast ke vzduchotechnice.

**Obrázek 22 Označení orientačních bodů**

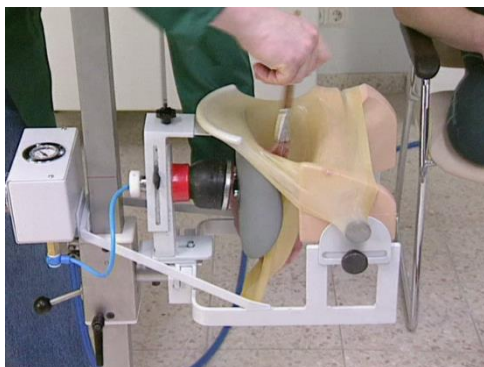


Zdroj: Otto Bock, c

Před sádrováním označíme velký trochanter a průběh kosti stehenní na ochranném trikotu. Odebereme obvodové míry.



**Obrázek 23 Izolace návleku**



Připevníme gumový návlek na zařízení a potřeme vazelínou.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 24 Odsádrování distální části pahýlu**



Připravíme dvě 3 vrstvé sádrové longety:

Šířka 15 cm.

Délka: podle velikosti distální části pahýlu.

Longety aplikujeme na distální část pahýlu v mediolaterálním a anterioposteriorním směru.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 25 Umístění laterální longety**



Připravíme 4 vrstvou sádrovou longetu:

Šířka: 15 cm.

Délka: podle délky od hřebenu kosti pánevní k distální části pahýlu.

Longetu aplikujeme na laterální část pahýlu od trochanteru směrem k distální části.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 26 Umístění cirkulární longety**



Zdroj: Otto Bock, c

Připravíme 4 vrstvou sádrovou longetu:

Šířka: 15 cm.

Délka: podle proximálního obvodu pahýlu.

Střed longety si položíme na ruku. Do druhé ruky uchopíme posteriorně visící konec sádrové longety.

Zavedeme longetu rukou z anteriorní strany do rozkroku směrem k hrbolu kosti sedací. Druhou rukou přiložíme longetu z posteriorní strany okolo pahýlu směrem k trochanteru major.

**Obrázek 27 Ovinutí pahýlu obinadly**



Zdroj: Otto Bock, c

Podle velikosti pahýlu si připravíme 1 až 2 sádrová obinadla 15x200 cm. Ovineme obinadla od distálního konce až k proximální části pahýlu, aniž bychom vyvíjeli tlak.

**Obrázek 28 Zabezpečení perlonové hadice**



Zdroj: Otto Bock, c

Natáhneme přes sádrová obinadla perlonovou hadici o dvojnásobné délce pahýlu tak, aby jedna polovina perlonové hadice přesahovala distální konec pahýlu.

**Obrázek 29 Nastavení výšky zařízení**



Zdroj: Otto Bock, c

Nastavíme stojan na označenou pozici výšky a zároveň pomocí perlonové hadice vtahujeme pahýl směrem dolů a mírně do addukce.

**Obrázek 30 Zapnutí tlaku**



Zdroj: Otto Bock, c

Nastavíme kontaktní tlak v rozmezí 0,8 až 1,5 baru v závislosti na stavu pahýlu.

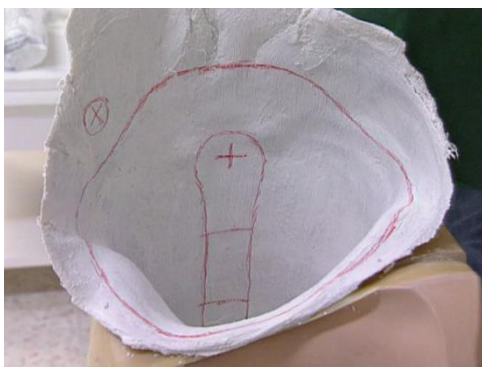
**Obrázek 31 Vyznačení trochanteru**



Zdroj: Otto Bock, c

Vyznačíme dvěma prsty velký trochanter a druhou rukou zatlačíme na oblast mediálního hýžďového svalu. Necháme sádro ztuhnout.

**Obrázek 32 Hotový sádrový negativ**



Jakmile sádra ztvdne, snížíme tlak a výšku přístroje. Přestříhneme ochranný trikot v oblasti ramen a sejmeme sádrový negativ z pahýlu. Značky byly přeneseny do sádrového negativu. Nakreslíme okraj lůžka. Volitelně: Vymodelujeme a vyzkoušíme sádrový negativ pro kontrolu objemu

Zdroj: Otto Bock, c

## 6.5 TF design

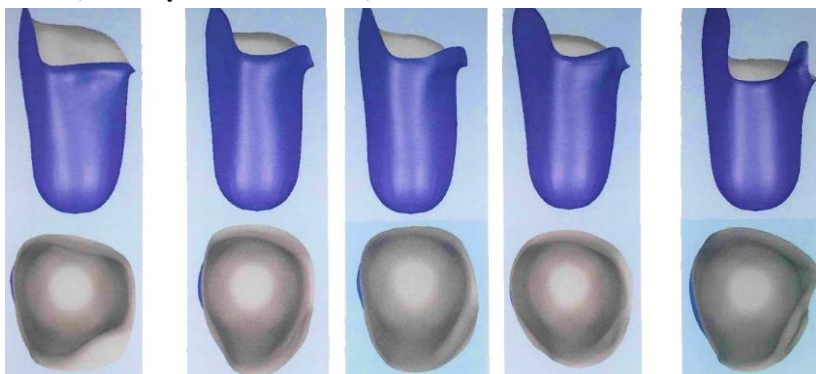
Firma Otto Bock provedla inovaci programu pro návrh stehenních lůžek, který představuje jednu z nejmodernějších technologií v oblasti individuálního návrhu pahýlových lůžek. Tato technologie je vynikající alternativou k technice sádrování pro moderní typ uložení pahýlu a stavby protézy. Software nabízí technikovi možnost vytvářet a současně zpracovávat veškerá data pro zkušební a provizorní pahýlové lůžko. Navíc tento program umožňuje provádět výběr komponent pro stavbu stehenních protéz. Po ukončení výběru stavebních dílců jednoduše data uložíte a zašlete e-mailem přímo na odd. Service Fabrication firmy Otto Bock. Firma pak na základě vámi zadaných rozměrů vyrobí pahýlové lůžko z termoplastického plastu.

Před zahájením práce s programem TF design nejprve změřte pahýl pacienta. Jednotlivé hodnoty si poznamenejte pro pozdější zadání do programu. Poněvadž je každý tvar pahýlového lůžka založen na poměrně malém počtu rozměrů, je pečlivé braní měř o to důležitější. Pro získání spolehlivých hodnot se doporučuje měření jednou nebo dvakrát zopakovat. Míry se určují dle pokynů formuláře. Další krok práce se softwarem zahrnuje: zadání údajů o pacientovi, zadání specifikace pahýlového lůžka, automatické vytvoření trojrozměrného obrazu lůžka, manuální úprava vzhledu pahýlového lůžka, výběr pokynů pro výrobu a možností pro objednávku a zaslání objednávky.

Výhodami této technologie čisté a snadné provedení práce. Časová náročnost je znatelně nižší jak na straně pacienta, tak protetika. Vhodné pro protetiky s nižšími zkušenostmi sádrování.

Avšak program nese s sebou i nevýhody. Kvůli dopravě se mohou náklady zvýšit a protetik nemůže před objednávkou zkontrolovat pomocí zkoušky na pacientovi dané lůžko. (Otto Bock i,2004)

**Obrázek 33 TF design lůžka, zleva: kvadrilaterální l., tvarované SIT-Cast l., střední SIT-Cast l., dámský tvar SIT-Cast l., anatomické lůžko**



Zdroj: Otto Bock archiv

## 6.6 3D Scanning

3D scanning je mladá, špičková technologie, která nachází své uplatnění i v protetice – ortotice. Tento nově přijatý proces je méně náchylný k lidské chybě a rychlejší než předchozí technologie, takže je ideální metodou pro přesné a efektivní zachycení obrazu. Poskytuje bezkontaktní, neinvazivní snímání částí těla pacienta s maximální komfortem. Nasnímaná data se upravují v speciálním programu a odesílají do výrobního centra, kde se virtuální data pomocí 3D tiskáren zhmotňují. Výrobek je následně poslán odesílateli dat. (Creaform, 2017).



## 7 TECHNOLOGIE VÝROBY POZITIVU LŮŽKA

Přesnou kopii pahýlu, na které již lze upravovat a zkoušet pomůcku, můžeme získat až po vylití negativního sádrového odlitku řídkou sádrovou hmotou. Předtím však dobře vysušený negativ vysypeme práškovým mastkem nebo vytřeme vazelínou, aby se sádra nespojila s původní sádrovou formou. Vsadíme trubku do negativu a vylijeme sádrou. Po ztvrdnutí sádry a vyjmutí negativu získáme pozitivní sádrový odlitek, který je kopií pahýlu.

V případě, že proběhla zkouška po vymodelování sádrového negativu, korekce modelu probíhá v menším rozsahu. V opačném případě se korekce sádrového pozitivu provádí dle platných postupů podle typu lůžka a vzhledem k individuálním podmínkám pacienta.

### 7.1 Postup korekce podélně oválného lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací

Obrázek 34 Redukční koeficienty



Zdroj: Otto Bock. e

Vypočítáme konečné rozměry pomocí obvodových měr naměřených na pacientovi a redukčních koeficientů. Rozdělíme sádrový pozitiv od nejvyšší obvodové míry na tři díly a redukujeme takto:

horní třetina: 6%

prostřední třetina: 3%

dolní třetina: 0%

Obrázek 35 Zredukování ML míry



Zdroj: Otto Bock. e

Vyrovnáme M-L míru zredukováním na laterální straně. Dosedací plochu hrbolu na mediální straně jen vyhladíme.

**Obrázek 36 Přiklopení laterální oblasti nad trochanterem**



Zdroj: Otto Bock. e

Laterální oblast nad trochanterem se přiklopí mediálním směrem v úhlu 15-20° tak, aby pevně přiléhala na gluteus medius. Výška okraje by měla být 8 až 12 cm nad trochanterem.

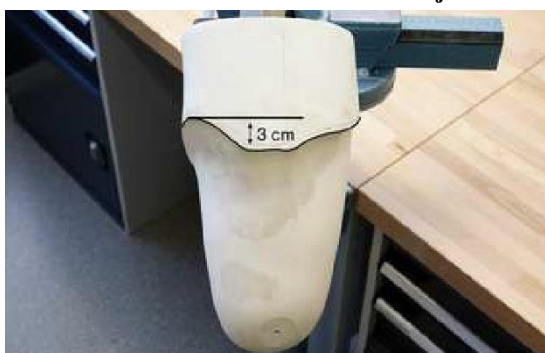
**Obrázek 37 Otisk ruky v sádrovém pozitivu**



Zdroj: Otto Bock. e

Na fotografii je vyobrazen otisk rukou v sádrovém pozitivu a průběh okraje lůžka.

**Obrázek 38 Kontura mediálního okraje lůžka**



Zdroj: Otto Bock. e

Přizpůsobíme konturu mediálního okraje pahýlového lůžka s ohledem na následující body. Aby se zabránilo vyklouznutí hrbolu kosti sedací z pahýlového lůžka, okraj obejmutí hrbolu kosti sedací je min. 3 cm od dolní hrany hrbolu kosti sedací. Aby mohl ramus ossis ischii vystupovat z pahýlového lůžka bez kontaktu, mediální okraj obejmutí hrbolu kosti sedací klesá o 1 cm pod dolní hranu hrbolu kosti sedací.

**Obrázek 39 Kontura anteriorního okraje lůžka**



Zdroj: Otto Bock. e

Zredukujeme plošně sádrový pozitiv v anteriorní oblasti. Okraj lůžka probíhá 3-5 cm nad trochanterem major a s délkou pahýlu se mění. Čím je pahýl kratší, tím vyšší musí být anteriorní okraj lůžka. V posteriorní oblasti vytvoříme opěrnou plochu, aby se dosáhlo požadované redukce.



**Obrázek 40 Kontura posteriorního okraje lůžka**



Posteriorní průběh okraje lůžka leží cca 2 cm pod trochanterem major. Gluteální svalstvo ponecháme volné. Případně nastavíme okraj lůžka nanesením sádry.

Zdroj: Otto Bock. e

**Obrázek 41 Řídící oblast**



Vymodelujeme femorální sponu v řídicí oblasti. Vytvarujeme zejména řídicí žlábk spony femuru posteriorně od trochanteru major.

Zdroj: Otto Bock. e

**Obrázek 42 Odlehčení distálního konce femuru**



Zesílíme sponu femuru pro dodatečné odlehčení konce femuru ve střední oblasti pahýlu. Tlaková pelota na tělo femuru končí distálně několik centimetrů od konce femuru. Tím se odlehčí kostěný konec pahýlu.

Zdroj: Otto Bock. e

**Obrázek 43 Vyhlazený sádrový model**



Ponecháme konec pahýlu tak, jak je okopírovaný ze sádrového negativu. Opracujeme všechny strany sádrového modelu a vyhladíme sádrový model.

Přípevníme dummy dle doporučení výrobce.

Zdroj: Otto Bock. e

Otvor ventilu, obvyklý u kontaktních lůžek, by měl ležet centrálně v nejnižším bodě dna lůžka. Poloha vnější díry ventilu je závislá na pacientovi a lze ji umístit na libovolném místě. U velmi dlouhých pahýlů je nutno dávat přednost laterální poloze z důvodu lepší možnosti vtažení mediálních měkkých tkání. (Kaphingst, 2002)

## 8 TECHNOLOGIE VÝROBY ZKUŠEBNÍHO LŮŽKA

Zkušební lůžko je zhotoveno za účelem kontroly tvarového zachycení, provedení statické a dynamické zkoušky. Lůžko z termoplastického plastu lze využít po omezenou dobu jako lůžko diagnostické. V současné době se využívají dvě možnosti vyzkoušení lůžka.

### 8.1 Zkušební sádrové lůžko

Zde musí být použito techniky modelování přímo podle účelu lůžka na sádrovém negativu. Výhodou je cenově levný materiál. Nevýhoda této techniky je, že nelze provést dynamickou zkoušku. Přesnost tvaru lze kontrolovat pouze pomocí kontrolních vývrtů (lůžko je neprůhledné). Po dosažení optimálního tvaru se vyrobí sádrový model, na který se natáhne zkušební lůžko z termoplastu pro provedení statické a dynamické zkoušky a následného časově omezeného testování protézy. (Kaphingst, 2002)

#### 8.1.1 Modelace zkušební sádrového negativu podélně oválného lůžka

Obrázek 44 Odstranění přebytečných částí



Vyznačíme průběh okraje lůžka na sádrovém negativu a odstříhneme přebytečné části.

Zdroj: Otto Bock, c

Obrázek 45 Vyznačení zón



Rozměr mezi hrbolem kosti sedací a trochanterem v případě potřeby vyrovnáme pomocí sádry v oblasti trochanteru na požadovanou ML míru. Dosedací plochu hrbolu na mediální straně jen vyhladíme. Anteriorní a posteriorní zóny jsou po celé délce negativu vyplněny sádrou do požadovaného podélně oválného tvaru.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 46 Zpevnění sádrového negativu**



Zpevníme vnější proximální část negativu nanesením sádry.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 47 Doplnění posteriorní oblasti**



Doplníme sádrou anteriorní a posteriorní oblast negativu na naměřené obvodní míry pahýlu.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 48 Úprava laterální oblasti**



Laterální oblast nad trochanterem se doplní sádrou mediálním směrem v úhlu 15-20° tak, aby pevně přiléhala na gluteus medius. Výška okraje by měla být 8 až 12 cm nad trochanterem.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 49 Hotové zkušební lůžko**



Zdroj: Otto Bock, c

Opracujeme a vyhladíme všechny strany sádrového negativu. Použijeme sádrový obvaz k posílení vnějšího okraje negativu.

**Obrázek 50 Kontrola obvodů**



Zkontrolujeme obvod a vyvrtáme otvory do sádrového negativu.

**Obrázek 51 Kontrola objemu**



Zdroj: Otto Bock, c

Provedeme zkoušku lůžka pomocí sádrového stojanu, který je nastavený tak, aby byla pánev pacienta vyrovnaná. Strana amputace po dobu zkoušky by měla být dostatečně zatížena (>35 % tělesné hmotnosti). Vyvrtané otvory slouží ke kontrole objemu lůžka a zatížení pahýlu.

**Obrázek 52 Kontrola distální části lůžka**



Zkontrolujeme, zda je lůžko v plném kontaktu v distální části lůžka.

Zdroj: Otto Bock, c

**Obrázek 53 Kontrola průběhu lůžka**



Zkontrolujeme průběh okraje lůžka. Po dosažení optimálního tvaru vyrobíme sádrový model, na který natáhneme zkušební lůžko z termoplastu.

Zdroj: Otto Bock, c



## 8.2 Testovací lůžko z termoplastu

Výhodou této technologie je výroba průhledného testovacího lůžka, kde lze tvar dosednutí dobře posoudit. Změny je nutno provést zbrúšením a/nebo termoplastickým přetvarováním. Objemové chyby (nadměrnou šířku) lze odstranit např. vstříknutím Alginatu. Při závažných nedostatcích v přesnosti tvaru by se mělo vždy vyrobit zkušební lůžko nové.

Nevýhodou je vyšší cena, jelikož se do konečné výroby lůžka musí často vyrobit více zkušebních lůžek. (Kaphingst, 2002)

## 8.3 Hluboké tažení zkušebního lůžka

Vyberte vhodnou tloušťku desky podle obvodu a délky modelu. Čím delší model, tím silnější musí být deska. Pro pahýl, který je dlouhý cca 25 cm, vyberte desku tl. 15 mm. Předehřejte horkovzdušnou pec na teplotu vhodnou pro zpracování materiálu dle doporučení od výrobce. Sloupněte ochranné fólie z obou stran a upněte desku do natahovacího rámu. Natahovací rám položte na stojánek do předehřáté pece. V infračervené peci se počítá s dobou ohřevu jedna minuta na milimetr tloušťky materiálu.

### Obrázek 54 Příprava modelu na hluboké tažení



Zdroj: Otto Bock. f

Upevníme sádrový model na těsnicí kotouč. Na sádrovém modelu polohujeme laminační pomůcku se šroubem, ale ještě ji neutahujeme. Necháme nasáknout hadicovou punčošku v separační kapalině a natáhneme ji na sádrový model. Podvážeme punčošku na šroubu laminační pomůcky ventilu tak, aby bylo zajištěno správné vytvarování laminační pomůcky ventilu ve zkušebním lůžku. Utáhneme šroub v laminační pomůcce ventilu. Zkontrolujeme funkci odsávacího zařízení.

**Obrázek 55** Natahování termoplastu na model



Zdroj: Otto Bock. f

Vyjmeme termoplast pomocí termoizolačních rukavic z nahřívací pece, když je prověšen o 1/3 délky modelu. Aby byla zaručena rovnoměrná tloušťka stěny lůžka, zvětšíme vyklenutí plastové desky hřbetem ruky zevnitř směrem ven. Potom vložíme plastovou desku ještě jednou do nahřívací pece na cca 2 min. Natahovací rám s klenbou nahoře potom natáhneme na sádrový model.

**Obrázek 56** Vmasírování plastu z natahovacího rámu



Zdroj: Otto Bock. f

Když je natahovací rám cca 5 cm nad těsnicím kotoučem vakua, vmasírujeme plast rukama z natahovacího rámu směrem k sádrovému modelu. Tím se zabrání příliš malé tloušťce stěny v proximální oblasti pahýlového lůžka. Zapneme vývěvu a pomalu zvyšujeme podtlak. Vytvarujeme plast podle tvarů sádrového modelu tak, aby dosedal na laminační pomůcku ventilu.

**Obrázek 57** Průběh okraje lůžka



Zdroj: Otto Bock. f

Necháme plast vychladnout. Vypneme vývěvu. Přeneseme průběh okraje lůžka, linie pohybu vpřed a svislé linie ze sádrového pozitivu.



**Obrázek 58 Zkušební lůžko z termoplastu**



Zdroj: Otto Bock. f

V místě šroubu laminační pomůcky ventilu vyvrtáme díru v pahýlovém lůžku. Vyšroubujeme fixační šroub. Pomocí stlačeného vzduchu sfoukneme lůžko z modelu přes otvor po fixačním šroubu. Pokud nelze lůžko sejmout pomocí stlačeného vzduchu, model vytlučeme. Nesmí však dojít k poškození vnitřní stěny lůžka. Zbrousíme průběh okraje pahýlového lůžka na brusce a hrany zaoblíme.

## 9 STAVBA STEHENNÍ PROTÉZY

Jedná se o prostorové uspořádání jednotlivých dílů protézy vůči sobě a vůči tělu pacienta.

Rozlišujeme následující kroky stavby protézy:

- Základní stavba: sestavení protézy ve stavěcím zařízení.
- Statická zkouška: stavba protézy u stojícího pacienta s respektováním biomechaniky stavby ve frontální i sagitální rovině.
- Dynamická zkouška: stavba protézy respektující zásady seřízení ve frontální i sagitální rovině u chodícího pacienta.

Protetik musí dokonale znát zásady a doporučení výrobce pro stavbu jednotlivých dílů a jejich seřízení. (Krawczyk, 2011)

### 9.1 Základní stavba

Posuňte střed chodidla 30 mm před stavební linii (dbejte na dodržení doporučení pro stavbu kolenního kloubu a chodidla). Nastavte efektivní výšku podpatku plus 5 mm a zevní postavení chodidla ( $7^\circ$ ).

Polohujte referenční bod stavby (u monocentrických kloubů = osa otáčení; u polycentrických kloubů = obvykle horní přední osa) vůči stavební linii podle doporučení pro stavbu kolenního kloubu (u polycentrických vede stavební linie obvykle horní přední osou, u monocentrických dochází k posunutí vůči referenčnímu bodu v rozmezí 5 až -15 mm). Dbejte na dodržení správné míry vzdálenosti kolene od podložky a zevní polohy kolene (cca.  $5^\circ$ ). Doporučené sagitální polohování referenčního bodu stavby: 20 mm nad kolenní štěrbinou (neboť kompromisní bod otáčení na druhé noze je 20 mm nad kolenní štěrbinou).

Připojte chodidlo ke kolennímu kloubu pomocí trubkového adaptéru.

Vyznačte laterálně na pahýlovém lůžku střed pomocí jednoho středového bodu na proximální straně a jednoho středového bodu na distální straně. Spojte oba body čarou vedenou od okraje lůžka až ke konci lůžka. To samé proveďte na přední straně lůžka.

V sagitální rovině polohujte lůžko tak, aby stavební linie procházela středovým bodem na proximální straně. Nastavte flexi lůžka na  $3-5^\circ$ . Přitom je však nutné respektovat individuální situaci (např. kontraktury kyčelního kloubu, které vyšetřujeme pomocí Thomasova testu) a rozměr obvykle od hrbolu sedací kosti k podložce.

Ve frontální rovině polohujte lůžko tak, aby stavební linie procházela středovým bodem na proximální straně. Nastavte addukci lůžka na 7°. Přitom je však nutné respektovat individuální situaci.

Připojte pahýlové lůžko k modulárnímu kolennímu kloubu pomocí adaptéru.

## 9.2 Statická zkouška

Po provedení základní stavby vyobrazených stehenních protéz ve stavěcím zařízení se provede statická optimalizace stavby pomocí L.A.S.A.R. Posture. Pro dosažení dostatečné bezpečnosti (stability) při současném lehkém zahájení švihové fáze postupujte takto.

Pro změření zátěžové linie se amputovaný postaví nohou s protézou na siloměrnou desku L.A.S.A.R. Posture a druhou nohou na desku pro kompenzaci výšky. Přitom by měla být strana protézy dostatečně zatížena (>35 % tělesné hmotnosti).

Stavba se přizpůsobí výhradně prováděním změny plantární flexe tak, aby zátěžová linie (laserová linie) probíhala referenčním bodem stavby podle doporučení pro stavbu kolenního kloubu (u polycentrických cca 35 mm, u monocentrických cca 40 mm). Dále obvykle prochází středem protézového chodidla (v závislosti na doporučení od výrobce), středem otáčení kyčelního kloubu a středem ramene.

Ve frontální rovině vede zátěžová linie středem chodidla a kolena. Následně probíhá přes SIAS a prsní bradavky. (Otto Bock g)

## 9.3 Dynamická zkouška

Základem dynamického seřízení je analýza obrazu chůze a oprava chyb stavby zjištěných při zkouškách chůze s protézou. Při tom má značný význam vyjádření názoru pacienta. Samotný tento subjektivní názor však není dostatečným kritériem pro optimalizaci stavby protézy, neboť pacient má často sklon k akceptování a kompenzaci vad stavby bez námitek jakožto určitého druhu protézového systému. Zkoušky chůze a dynamické seřizování se neomezují na naklánění, posouvání a otáčení stavebnicových dílů v plném rozsahu, nýbrž vyžadují navíc jasné rozlišení i chybných návyků chůze, které s příslušným vybavením protézy nemají nic společného a které nelze jednoduše odstranit seřízením.

Jak zkušenosti ukazují, mohou se pacienti tyto chybné obrazy chůze odnaučit i po dlouhých letech po amputaci, pokud je k tomu poskytnuta příslušná osvěta a vysvětlení. (Kaphingst, 2002)

Při chůzi se zaměřujeme zejména na následující nastavení a případně je korigujeme:

- Flekční polohu pahýlového lůžka zkontrolováním symetrie délky kroku (sagitální rovina)
- Addukční postavení pahýlového a m-l polohování lůžkového adaptéru (frontální rovina)
- Rotační polohu osy otáčení kolenního kloubu a zevní rotaci protézového chodidla (transversální rovina) (Otto Bock. g.)

## 10 TECHNOLOGIE VÝROBY DEFINITIVNÍHO LŮŽKA

Jedná se o lůžko finální, které je vyrobeno z materiálů, které nemění své fyzikální vlastnosti během dlouhodobého užívání. Dle současných standardů se používají tyto varianty:

- Kompozitní lůžko, přímý kontakt s pokožkou
- Rámové kompozitní lůžko, vnitřní lůžko – termoplast, přímý kontakt s pokožkou
- Rámové kompozitní lůžko, vnitřní lůžko – HTV silikon, přímý kontakt s pokožkou
- Kompozitní s linerem, vtaňovací systém
- Kompozitní s linerem, mechanická aretace
- Kompozitní s linerem, podtlakový systém

Přesné provedení je vždy na ortotikovi – protetikovi, který nese odpovědnost za správnou funkčnost lůžka.

Následující postup popisuje doporučené kroky výroby definitivního lůžka s otvorem pro ventil. Použití jiných laminačních pomůcek je popsáno v příručkách daného výrobce. Výběr materiálů a počet vrstev se musí individuálně přizpůsobit dle potřeby pacienta.

Výroba finálního lůžka nastává užitím přenosového zařízení, díky kterému lze převzít optimální nastavení stavby, která byla provedena na zkušebním lůžku, pro definitivní lůžko. (Ortopedická protetika, 2017)

**Obrázek 59** Upevnění lůžka



Zdroj: Otto Bock. h

Pro zachování montážní pozice adaptérů povolíme jen dva nejvíce zašroubované stavěcí šrouby. Odšroubojeme pahýlové lůžko nad protézovým kolenním kloubem. Upevníme pahýlové lůžko v adaptérovém kroužku pomocí namontovaných adaptérů. Zasuňme dvoucestnou odsávací trubku až na doraz (svařené body) do držáku odsávací trubky.

**Obrázek 60 Vyrovnání lůžka v sagitální rovině**



Zdroj: Otto Bock. h

Vyrovnáme pahýlové lůžko na adaptérovém kroužku přenosového zařízení. Dvoucestná odsávací trubka stojí centrálně a svisle v pahýlovém lůžku.

**Obrázek 61 Vyrovnání lůžka ve frontální rovině**



Zdroj: Otto Bock. h

Dvoucestnou odsávací trubku vyrovnáme i ve frontální rovině.

**Obrázek 62 Nastavení dorazu**



Zdroj: Otto Bock. h

Polohujeme výškový doraz na přenosovém zařízení a utáhneme jej. Zakryjeme šrouby na adaptérovém kroužku lepící páskou, aby se nezměnilo nastavení. Nyní je systém uzavřen.

**Obrázek 63 Nastavení lůžka obinadly**



Zdroj: Otto Bock. h

Otočíme přenosové zařízení o 180°. Nastavíme lůžko pomocí sádrových obinadel. Necháme sádro zatvrdnout. Otočíme přenosové zařízení zpět. Dáváme pozor na to, aby odsávací otvory dvoucestné odsávací trubky zůstaly volné a neucpaly se sádro. Odizolujeme pahýlové lůžko separačním prostředkem a vylijeme lůžko sádro.

Po zaschnutí sádry odšroubujeme pahýlové lůžko pod laminační kotvou a vyjmeme jej z přenosového zařízení. Uvolníme pahýlové lůžko ze sádry. Sejmeme laminační kotvu z pahýlového lůžka. Pokud by si pacient chtěl zkušební protézu zase odnést, pracujeme dále s druhou laminační kotvou

Pokud není sádrový pozitiv ještě suchý a nehodláme vybavit protézu vnitřním lůžkem, nalakujeme sádrový model bezbarvým lakem. Vnitřní lůžko, které se vyrábí pomocí techniky hlubokého tažení, je lůžko pružných vlastností, které se vsazuje do pevného vnějšího lůžka protézy ve tvaru modelu. Tím vznikne lůžko zachovávající si objem, které je ale v omezené míře tvarově přizpůsobitelné pohybům svalstva, a které umožňuje pacientům pomocí taktilní zpětné vazby také určitý kontakt pahýlu s vnějším světem. Největší výhodou vnitřního lůžka je poskytování komfortu pro pacienta zejména v oblasti mediálního okraje lůžka. Těž zvyšuje adhezi, a tím i kontakt mezi pahýlem a protézou. (Kaphingst, 2002)

Výroba definitivního lůžka pokračuje upnutím sádrového modelu s dvoucestnou trubicí do svěráku. Poté model přetáhneme hadicovou punčoškou a následně ji podvážeme na laminační pomůcku tak, aby byla punčoška hladká.

**Obrázek 64 Armování**



Zdroj: Otto Bock. ch

Natáhneme jednu změkčenou PVA fólii na sádrový model. Podvážeme fólii mezi prvním a druhým otvorem odsávací trubky a zapneme vývěvu. Přetáhneme a podvážeme následující vrstvy: 2 vrstvy perlonové trikotýnové hadice.

**Obrázek 65 Karbonový pás na mediální straně**



Zdroj: Otto Bock. ch

Následující vrstvy pokládáme mírně s odsazením a upevňujeme oboustrannou lepicí páskou, aby nevnikly žádné hrany. Položíme 3 vrstvy jednosměrného karbonového pásu od mediální strany k laterální.

**Obrázek 66 Karbonový pás na laterální straně**



Zdroj: Otto Bock. ch

Vrstvy končí cca 1 cm distálně od okraje pahýlového lůžka.

**Obrázek 67 Cirkulární karbonový pás**



Zdroj: Otto Bock. ch

Polohujeme následující vrstvy: 2 vrstvy jednosměrného karbonového pásu cirkulárně cca 1 cm distálně od okraje pahýlového lůžka. Polohujeme oba konce pásu v oblasti obejmutí kosti sedací.

**Obrázek 68 Polohování karbonové tkaniny na distálním konci pahýlu**



Zdroj: Otto Bock. ch

Polohujeme následující vrstvy: 3 vrstvy karbonové tkaniny na distálním konci modelu.

**Obrázek 69 Polohování karbonové tkaniny v oblasti hrbolu kosti sedací**



Zdroj: Otto Bock. ch

Upevníme následující vrstvy mozaikovitě v oblasti hrbolu kosti sedací: 3 vrstvy karbonové tkaniny. Poté přetáhneme model 2 vrstvami perlonové hadice s podvázáním na distálním konci modelu.



**Obrázek 70** Poloha modelu při laminování



Zdroj: Otto Bock. ch

Nalijeme laminační pryskyřici do odměrného kelímku. Volitelně přidáme pigment (3 % celkové hmotnosti laminační pryskyřice) a rozmícháme. Natáhneme jednu změkčenou PVA fólii přes armovaný model. Podvážeme PVA fólii pod druhým otvorem odsávací trubky. Na distálním konci zavážeme fólii pro kontrolu těsnosti. Zapneme vývěvu. Smícháme laminační pryskyřici s tvrdidlem (max. 3 % celkové hmotnosti laminační pryskyřice). Nalijeme laminační pryskyřici do otvoru PVA fólie, potom otvor fólie vzduchotěsně podvážeme. Sklopíme sádrový pozitiv z vertikální polohy dolů asi o 130°. Takto může vzduch unikat z laminační pryskyřice směrem k odsávacím kanálkům. Jakmile se vrstvy tkanin nasáknou laminační pryskyřicí až k proximálnímu okraji pahýlového lůžka, otočíme sádrový pozitiv zase zpět do výchozí polohy.

**Obrázek 71** Rovnoměrné vmasírování laminátu



Zdroj: Otto Bock. ch

Rovnoměrně vmasírujeme laminační pryskyřici do vrstev, přebytečnou pryskyřici ponecháme na distálním konci a podvážeme. Necháme 20–25 min laminační pryskyřici vytvrdit. Po vytvrdnutí pryskyřice stáhneme PVA fólii a zdrsíme laminát smirkovým papírem. Tak se zajistí adheze pro druhou fázi laminování.

**Obrázek 72 Polohování laminační kotvy**



Zdroj: Otto Bock. h

Upevníme definitivní lůžko po zalaminování první vrstvy do přenosového zařízení. Připevníme laminační kotvu zašroubováním dvou stavěcích šroubů, které jsme použili při vyjmutí lůžka z přenosového zařízení po zkopírování lůžka. Vyrovnáme laminační kotvu do nové polohy.

**Obrázek 73 Zafixování laminační kotvy**



Zdroj: Otto Bock. h

Zafixujeme laminační kotvu pomocí směsi z pryskyřice, sádry a tvrdidla. Při lepení dodržujeme výškový doraz na přenosovém zařízení a poté jej utáhneme. Po ztvrdnutí lůžko vyjmeme a kosmeticky upravíme přebroušením.

**Obrázek 74 Upevnění laminační pomůcky na adaptér**



Zdroj: Otto Bock. ch

Upevníme vhodnou laminační pomůcku na adaptér a zabezpečíme šrouby adaptéru silikonovým separačním prostředkem.

**Obrázek 75 Polohování karbonové tkaniny na ramena kotvy**



Zdroj: Otto Bock. ch

Při laminování druhé vrstvy nepoužíváme žádnou podkladovou fólii. Obě vrstvy se musí spolu vzájemně spojit. Následující vrstvy polohujeme mírně s odsazením a upevňujeme oboustrannou lepicí páskou, aby nevznikly žádné hrany: 2 vrstvy karbonové tkaniny na ramena kotvy.

**Obrázek 76 Polohování karbonové hadice**



Zdroj: Otto Bock. ch

**Obrázek 77 Finální laminace**



Zdroj: Otto Bock. ch

**Obrázek 78 Vmasírování laminátu**



Zdroj: Otto Bock. ch

Natáhneme následující vrstvy: 2 vrstvy karbonové pletené hadice. Natáhneme první vrstvu karbonové pletené hadice přes laminát až do středu pahýlového lůžka. Podvážeme karbonovou pletenou hadici pod stavěcím šroubem a ohrneme ji tak, aby sahala přes ramena kotvy

Přetáhneme 2 vrstvy perlonové hadice. Nalijeme laminační pryskyřici do odměrného kelímku. Volitelně přidáme pigment (3 % celkové hmotnosti laminační pryskyřice) a rozmícháme. V případě použití dekorační látky, kterou natáhneme na vrstvy perlonové hadice, použijeme laminační pryskyřici bez barevných přísad. Natáhneme jednu změkčenou PVA fóliovou přes laminát. Podvážeme PVA fólii pod druhým otvorem odsávací trubky. Na distálním konci zavážeme PVA fólii kvůli kontrole těsnosti. Zapneme vývěvu. Smícháme laminační pryskyřici s tvrdidlem (max. 3 % celkové hmotnosti laminační pryskyřice). Zopakujeme postup lití podle prvního laminačního postupu.

Stáhneme PVA fólii. Vyznačíme průběh okraje pahýlového lůžka. Vyvrtáme otvor v místě šroubu laminační pomůcky ventilu. Vyjmeme šroub, vzniklým otvorem vženeme stlačený vzduch a sejmem lůžko z modelu. Pokud nelze lůžko sejmut popsaným způsobem, vytlučeme model z lůžka. Nesmí dojít k poškození vnitřní stěny lůžka.

Odstraníme laminační pomůcku a zrousíme průběh okraje pahýlového lůžka na brusce. Hrany zaoblíme.

**Obrázek 79** Finální lůžko



Zdroj: Otto Bock. ch

Definitivní lůžko připojíme zpět ke kolennímu kloubu a povolené dva šrouby utáhneme. Během předání protézy pacientovi probíhá kontrolní statická a dynamická zkouška. Před definitivním předáním protézy se z bezpečnostních důvodů všechny šroubové spoje na protéze zalepují lepidlem proti samovolnému uvolnění a utahují momentovým klíčem na doporučený moment síly dle výrobce.

## 11 DISKUZE

Na základě výše zpracovaných dat je patrné, že kromě biomechanických aspektů je výroba lůžka velmi individuální a musí být přizpůsobená každému pacientovi zvlášť. Rozmanité rysy na pahýlu vyžadují od ortotika – protetika komplexní znalosti v oblasti anatomie, fyziologie a biomechaniky. Základ pro výrobu pomůcky tvoří podrobné provedení anamnézy, správná technika snímání měř, systematický postup při analýze tvaru zachycení pahýlu, uskutečnění správného technologického postupu při výrobě transfemorálního lůžka a také respektování kritérií stavby protézy. Uživatel především očekává plnou funkčnost a bezpečnost protézy. To znamená, že lůžko musí být vždy na pahýlu dobře zafixováno, aby umožňovalo dostatečné vedení protézy.

Z dosažených výsledků s dostupnou literaturou o dané problematice vyplývá, že v protetické praxi se upřednostňují modernější technologické postupy pro výrobu podélně oválného lůžka. Přestože neexistuje ucelený text popisující kompletní postup technologií výroby nejpoužívanějších typů transfemorálních lůžek, řada odborných článků a publikací dostupných převážně v německém a anglickém jazyce zveřejňuje některé teoretické postupy a doporučení pro jednotlivé fáze výroby transfemorálních lůžek. Přístup k informacím taktéž umožňují školení pořádaná protetickými firmami. Kvalifikovaní ortotici – protetici vedou teoretické přednášky, které následně uvádějí do praxe, kde se můžou zájemci prakticky seznámit s danou technologií. Školení jsou velice užitečná a potřebná k prohlubování a zvyšování kvalifikace ortotika – protetika. Velmi efektivní a často ortotiky-protetiky používané východisko při výrobě stehenního lůžka je program TF Design od firmy Otto Bock Health Care. Tato technologie nabízí protetikům v mnoha případech vhodné řešení při vybavování pacientů. I když tento software nemá ve svém virtuální světě konkurenci, ani za příchodu 3D scannerů, které při výrobě transfemorálního lůžka zatím nenacházejí své uplatnění, nikdy nemůže zcela nahradit manuální zpracování technologických postupů provedené ortotikem- protetikem.

Jak jsem již výše zmínila, během volby typu lůžka se upřednostňuje plně kontaktní podélně oválné lůžko, popřípadě anatomické lůžko. Technologické postupy podélně oválného lůžka jsem zpracovávala a čerpala z technických informací. Tyto informace teoreticky a graficky znázorňují postup jednotlivých fází technologie výroby na základě lety ověřených postupů, znalostí a dovedností vycházejících z nejcennějších zdrojů literatury k dané problematice. Během praxe jsem se setkala s různými modifikacemi jednotlivých postupů, které byly využívány z důvodů nutnosti individualizace. Každopádně technické

informace obsažené v mé práci představují základní východisko pro technologické postupy při výrobě podélně oválného lůžka.

Technické informace zabývající se výrobním postupem příčně oválného lůžka, jsou velice těžko dosažitelné a zastaralé. Z dostupných článků a studií vycházejících z praktických poznatků jasně vyplývá, že lůžko s oporou hrbolu kosti sedací nepřírodně zatěžuje pahýl pacienta a v mnoha případech způsobuje pseudoartrózu. Příčně oválné lůžko by tak mělo být používáno jen v krajních případech, zejména pokud dlouholetý uživatel tohoto typu lůžka neakceptuje modernější provedení. Jestliže pacient s velmi problematickým pahýlem nesnese přenesení zátěže přes celou plochu pahýlu, též se se volí příčně oválné lůžko poskytující oporu hrbolu kosti sedací. Ortotik protetik by měl vždy upřednostňovat moderní technologické postupy k výrobě lůžka se zachycením hrbolu kosti sedací nebo rámu kosti sedací.

Dnešní doba nabízí různé technologie zpracování podélně oválného lůžka a každá z nich má své výhody a nevýhody. Avšak přesné provedení je vždy na ortotikovi – protetikovi, který nese odpovědnost za správnou funkčnost lůžka, a proto je důležité se neustále sebevzdělávat a sledovat nové poznatky, postupy a technické možnosti. Protéza je nedílnou součástí pacienta, která má významný vliv na celkový fyzický a psychický stav. Proto je velmi důležité, aby protetik profesionálně vyhodnotil situaci, která bude pozitivně ovlivňovat zdravotní kondici pacienta.

Na závěr bych chtěla podotknout, že protetik může pilně prostudovat mnoho technologických postupů, článků a odborné literatury, ale pokud nepochopí základní biomechanické principy lidského těla, nikdy nemůže docílit optimální kompenzační pomůcky zajišťující bezpečnost a funkčnost jejich uživatelům. Tento problém by mohlo vyřešit doplnění uceleného odborného textu pojednávající o biomechanických aspektech u uživatelů transfemorálních protéz.

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zpracovat dostupné informace a vytvořit ucelený text pojednávající o současných technologiích výroby transfemorálních lůžek. Bakalářská práce by mohla být přínosná pro středoškolské a vysokoškolské vzdělávání v oboru ortotik-protetik a pro odbornou veřejnost poskytující péči amputovaným pacientům.

Dlouhodobým shromažďováním zdrojů a odborné literatury s následnou konzultací s odborníky na danou problematiku jsem zpracovala informace do ucelené formy, která obsahuje pouze nejpoužívanější technologie při výrobě transfemorálních lůžek.

Kapitoly jsou chronologicky sestavené podle osvědčených výrobních postupů. Při výběru optimálního lůžka vycházíme z precizně odebrané anamnézy a vyšetření pacienta. Protetik se v této oblasti nemůže soustředit pouze na pahýl, nýbrž i na celkový psychický a fyzický stav pacienta. Výběr moderních materiálů a technologií nabízí řadu kombinací pro nejlepší ulpění lůžka na pahýlu. Nejčastější kombinace jsem sepsala do praktické tabulky. Následná kapitola popisuje technologie výroby sádrového negativu základních tvarů lůžek nebo využití velmi úspěšného programu TF Design. Výroba sádrového pozitivu patří mezi nejobtížnější část, která vyžaduje od ortotika – protetika preciznost a znalost biomechanicky pahýlu. Stavba protézy vychází z doporučení výrobců protetických komponentů. Kapitola popisující výrobu finálního lůžka obsahuje základní principy, které musí být dodrženy, avšak ostatní kritéria (počet vrstev materiálů atd.) se mohou lišit na základě individualizace.

Problematika vybavování pacientů v oblasti femuru je obtížná a doufám, že tato práce přispěje k jejímu zkvalitnění a dovede ortotiky-protetiky k zamyšlení nad tím, jak by mohli doplnit a zlepšit své znalosti a dovednosti. Tato práce má mimo jiné pomoci začínajícím kolegům, kteří již nebudou muset vyhledávat odborné informace, které jsou většinou dostupné v cizím jazyce.

## SEZNAM LITERATURY

BAUMGARTNER, R., *Amputation und Prothesenversorgung*. 3.vyd. Stuttgart: Thieme, 2008. ISBN 978-3-13-136153-0

BAUMGARTNER, BOTTA, R.P., *Amputation und Prothesenversorgung der unteren Extremität*. Stuttgart: Enkle Verlag, 1995.

BOTTA, P., Určení objemu a tvaru stehenních pahýlů a jeho význam pro návrh pahýlového lůžka. *Ortopedická protetika*, 2003, roč. 5, č. 9, s. 28-32. ISSN 1212-6705

BROZMANOVÁ, B., *Ortopedická protetika*, 1.vyd., Martin: Osveta, 1990. ISBN 80-217-0133-1

CREAFORM3D. *Creaform announces strategic oem agreement with Otto Bock*. [online]. Canada, 2017 [cit.2017-12-05]. Dostupné z: <https://www.creaform3d.com/en/news/creaform-announces-strategic-oem-agreement-ottobock>

FIDOE, Sophie. *The hip bone*. TeachMeAnatomy.info [online]. 2018 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://teachmeanatomy.info/pelvis/bones/hip-bone/>

ČIHÁK, R., *Anatomie I*. 2.vyd. Praha: Avicenum, 1987. ISBN 80-7169-970-5

GOCHT, H., *Orthopädische Technik*, Stuttgart: Enke, 1917.

GÖRLACH, R., *Elemente der Orthopädischen Technik*, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1928.

GÖTTINGER, F. *Erfahrungen mit der M.A.S. Technologies*. Orthopädie-Technik. 2005.

HADRABA, I., KŘIVÁNEK, F., KRAUS J., *Sádrovací technika v ortopedické protetice*. 1971. Praha: Výzkumné protetické pracoviště, 1971.

HALL, C.B., *Prosthetic socket shape as related to anatomy in lower extremity amputees*, Clin.Orthop. Relat. Res. 37, 1964.



HLOCH, Ondřej. *Odběr anamnézy*. Propedeutika [online]. 11. srpna 2014 [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://new.propedeutika.cz/?p=106>

JONES, O. *The femoral triangle*. TeachMeAnatomy.info [online]. 22 December, 2017 [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://teachmeanatomy.info/lower-limb/areas/the-femoral-triangle/>

KAPHINGST, W., *Protetika*, Praha: FOPTO, 2002.

Ortopedická protetika: *Standardy současných protetických pomůcek*. Federace ortopedických protetiků technických oborů, 2017, (20). ISSN 1212-6705.

Össur. *Prosthetic solutions*. Katalog. 2017

Otto Bock. a. *Individual solutions for you*, 2005. Příručka 646A271=GB-02-1205

Otto Bock. b. *Výroba TF sádrového negativu*. Technické informace OK3079 Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

Otto Bock. c. *Sit – Cast*. Příručka 646DV14

Otto Bock. d. *Otto Bock TF Design*. Příručka 647H374 – 300 – 10.04 – PR

Otto Bock. e. *Modelování TF sádrového pozitivu*. Technické informace OK3104 Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

Otto Bock. f. *Hluboké tažení zkušebního TF lůžka*. Technické informace OK3105 Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

Otto Bock. g. *Doporučení pro stavbu modulárních TF protéz dle MOBIS®*. Plakát 646F219=CS-10-1210

Otto Bock. h. *Přenos polohy TF adaptéru*. Technická informace OK3107. Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

Otto Bock. ch. *Laminování definitivního TF lůžka*. Technická informace OK3106. Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

Otto Bock. i. *TF Design*. Příručka. 2004

PLOETZ, E., *Typische Fehler beim Bau von Oberschenkelkunstbeinen*, Ergebnisse eines vom Bundesministerium für Arbeit am Jahre, 1956, Durchgeführten Preisausschreibens

PŮLPÁN, R., *Základy protetiky*, 1.vyd. Praha: Epimedia Publishing, 2011. ISBN 978-80-260-0027-3

SIEBEL, B., Flekční kontraktura v kyčelním kloubu a návrh tvaru proximálního okraje pahýlového lůžka. *Ortopedická protetika*. 2006, (13), 3-10. ISSN 1212-6705

SMITH, D.G., MICHAEL, J.W., BOWKER, J.H., *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies*, 3.vyd. Rosemont: AAOS, 2007. ISBN 0-89203-313-4

UČÍK, Otakar. *Protézy horních a dolních končetin*, Praha: Spofa – Výzkumné pracoviště, 1969

WETZ, H.H., LINKEMEYER, L., WUHR, J., DRERUP, B., *Klassifikation von Schaftsystemen und Stumpfbettungen*, Sonderbeilage Orthopädie-Technik 02, 2009

## **SEZNAM ZKRATEK**

3D – trojdimenzionální

AP – Anterio – Posteriorní

APD – Diagonálně Anterio – Posteriorní

CAT-CAM – Contured Adducted Trochanteric – Controlled Alignment Method

HTV – High-Temperature Vulcanisation

IC – Ischial-Containment

IRC – Ischial Ramus Containment

KISS – Keep It Simple Suspension

L.A.S.A.R – Laser Assisted Static Aligment Reference

MAS – Marlo Anatomical Socket

ML – Medio – Laterální

NSNA – Normal Shape – Normal Alignment

PUR – Polyurethan

PVA – Polyvinylalkohol

SIAS – Spina Iliaca Anterior Superior

SIL – Silikon

SIT-Cast – Supported Ischium Trochanteric Casting

TF – Transfemoral

TPE – Thermoplastic Elastomer

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Doporučené kombinace .....	27
--------------------------------------	----

## SEZNAM OBRÁZKŮ

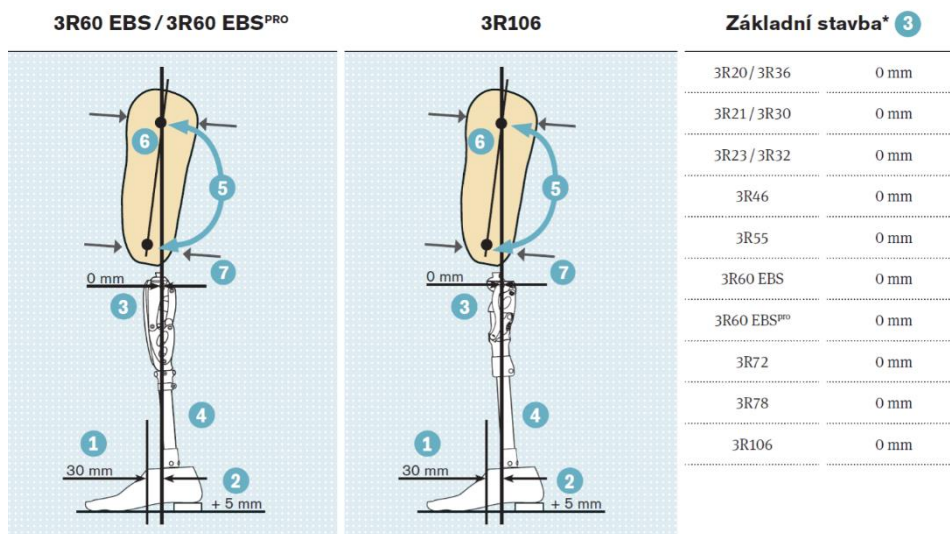
Obrázek 1	Orientační body kosti sedací	13
Obrázek 2	Pohlavní rozdíly na pánvi	14
Obrázek 3	Hranice a obsah femorálního trojúhelníku	15
Obrázek 4	Ramena momentů sil tří adduktorových svalů AB-adductor brevis, AL-adductor longus, AM-adductor magnus	16
Obrázek 5	Základní tvary transfemorálních lůžek	19
Obrázek 6	Vyšetření flexe pahýlu	33
Obrázek 7	Měření ML míry	34
Obrázek 9	Obejmutí na hrbolu kosti sedací	39
Obrázek 10	Ovinnutí pahýlu obinadly	40
Obrázek 11	Tvarování distálního konce pahýlu	40
Obrázek 12	Příprava longety	40
Obrázek 13	Zavedení longety	40
Obrázek 14	Spojení konců longety	41
Obrázek 15	Provedení obejmutí hrbolu kosti sedací	41
Obrázek 16	Sádrový negativ	41
Obrázek 17	Středová linie pánve	43
Obrázek 18	Vektory sil v anatomickém lůžku	44
Obrázek 19	Porovnání anatomického a podélně oválného lůžka	45
Obrázek 20	SIT – Cast zařízení	45
Obrázek 21	Nastavení sádrovací formy	46
Obrázek 22	Kontrola výšky	46
Obrázek 23	Označení orientačních bodů	46
Obrázek 24	Izolace návleku	47
Obrázek 25	Odsádrování distální části pahýlu	47
Obrázek 26	Umístění laterální longety	47
Obrázek 27	Umístění cirkulární longety	48
Obrázek 28	Ovinutí pahýlu obinadly	48
Obrázek 29	Zabezpečení perlonové hadice	48
Obrázek 30	Nastavení výšky zařízení	49
Obrázek 31	Zapnutí tlaku	49
Obrázek 32	Vyznačení trochanteru	49

Obrázek 33 Hotový sádrový negativ .....	50
Obrázek 34 TF design lůžka, zleva: kvadrilaterální l., tvarované SIT-Cast l, střední SIT-Cast l., dámský tvar SIT-Cast l., anatomické lůžko.....	51
Obrázek 35 Redukční koeficienty .....	53
Obrázek 36 Zredukování ML míry.....	53
Obrázek 37 Přiklopení laterální oblasti nad trochanterem .....	54
Obrázek 38 Otisk ruky v sádrovém pozitivu .....	54
Obrázek 39 Kontura mediálního okraje lůžka.....	54
Obrázek 40 Kontura anteriorního okraje lůžka .....	54
Obrázek 41 Kontura posteriorního okraje lůžka.....	55
Obrázek 42 Řídící oblast .....	55
Obrázek 43 Odlehčení distálního konce femuru .....	55
Obrázek 44 Vyhlazený sádrový model.....	55
Obrázek 45 Odstranění přebytečných částí .....	57
Obrázek 46 Vyznačení zón.....	57
Obrázek 47 Zpevnění sádrového negativu .....	58
Obrázek 48 Doplnění posteriorní oblasti.....	58
Obrázek 49 Úprava laterální oblasti .....	58
Obrázek 50 Hotové zkušební lůžko.....	59
Obrázek 51 Kontrola obvodů .....	59
Obrázek 52 Kontrola objemu .....	59
Obrázek 53 Kontrola distální části lůžka.....	60
Obrázek 54 Kontrola průběhu lůžka.....	60
Obrázek 55 Příprava modelu na hluboké tažení.....	61
Obrázek 56 Natahování termoplastu na model.....	62
Obrázek 57 Vmasírování plastu z natahovacího rámu .....	62
Obrázek 58 Průběh okraje lůžka.....	62
Obrázek 59 Zkušební lůžko z termoplastu .....	63
Obrázek 60 Upevnění lůžka .....	67
Obrázek 61 Vyrovnání lůžka v sagitální rovině .....	68
Obrázek 62 Vyrovnání lůžka ve frontální rovině .....	68
Obrázek 63 Nastavení dorazu.....	68
Obrázek 64 Nastavení lůžka obinadly .....	68
Obrázek 65 Armování .....	69

Obrázek 66 Karbonový pás na mediální straně .....	69
Obrázek 67 Karbonový pás na laterální straně.....	70
Obrázek 68 Cirkulární karbonový pás.....	70
Obrázek 69 Polohování karbonové tkaniny na distálním konci pahýlu .....	70
Obrázek 70 Polohování karbonové tkaniny v oblasti hrbolu kosti sedací.....	70
Obrázek 71 Poloha modelu při laminování .....	71
Obrázek 72 Rovnoměrné vmasírování laminátu .....	71
Obrázek 73 Polohování laminační kotvy.....	72
Obrázek 74 Zafixování laminační kotvy .....	72
Obrázek 75 Upevnění laminační pomůcky na adaptér.....	72
Obrázek 76 Polohování karbonové tkaniny na ramena kotvy.....	72
Obrázek 77 Polohování karbonové hadice .....	73
Obrázek 78 Finální laminace .....	73
Obrázek 79 Vmasírování laminátu .....	73
Obrázek 80 Finální lůžko .....	74

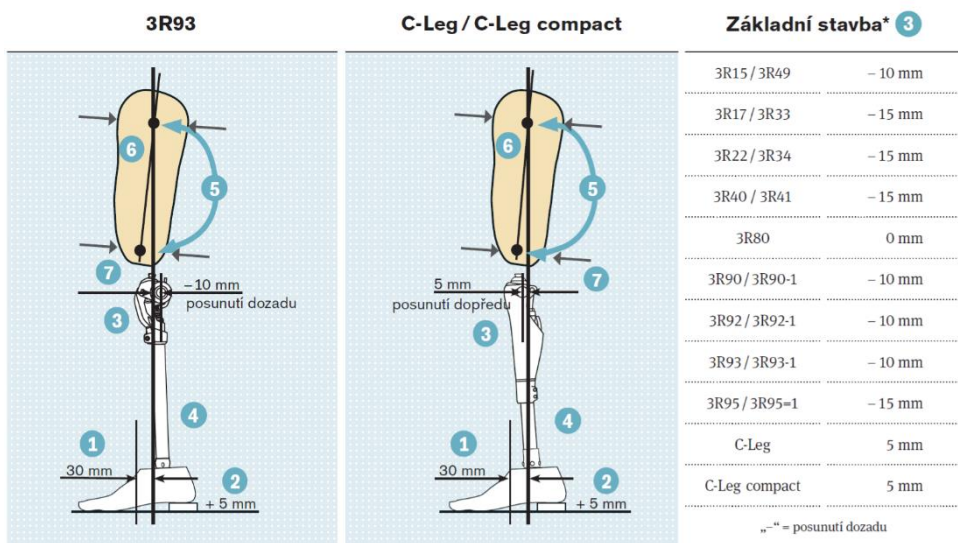
# PŘÍLOHY

## Příloha 1 Doporučení pro stavbu modulárních TF protéz dle MOBIS – polycentrické klouby



Zdroj: Otto Bock g

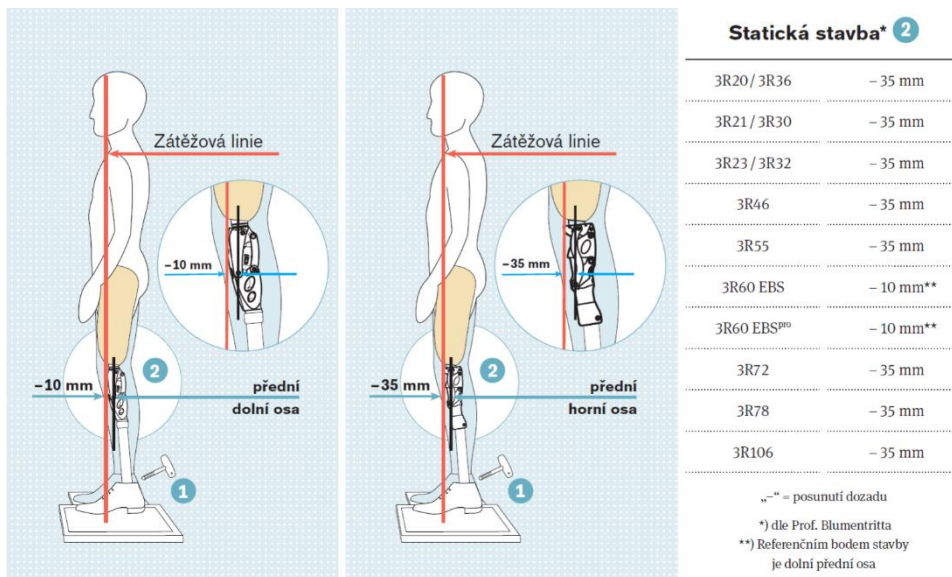
## Příloha 2 Doporučení pro stavbu modulárních TF protéz dle MOBIS – monocentrické klouby



Zdroj: Otto Bock g

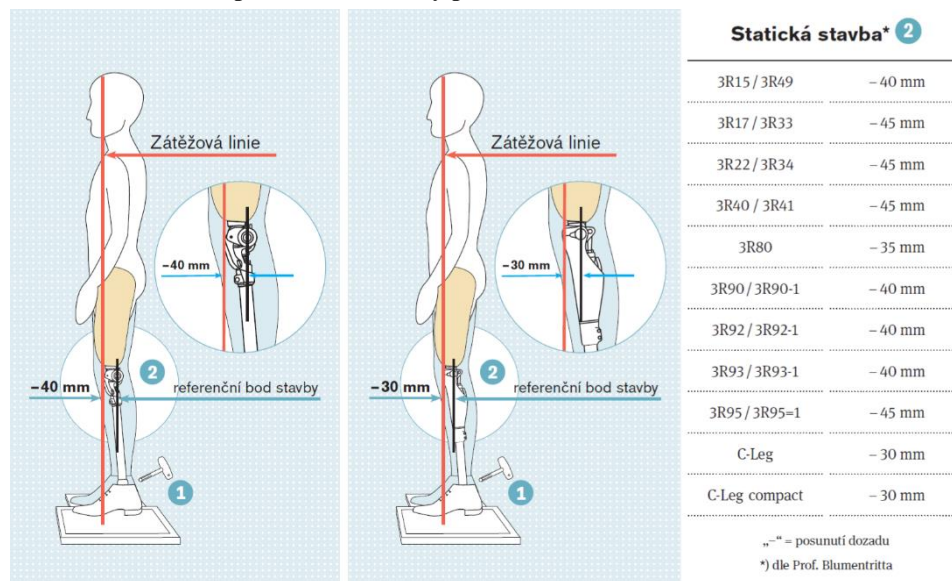


### Příloha 3 Statická optimalizace stavby pomocí L.A.S.A.R Posture – polycentrické klouby



Zdroj: Otto Bock g

### Příloha 4 Statická optimalizace stavby pomocí L.A.S.A.R Posture – monocentrické klouby



Zdroj: Otto Bock g

