

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Josef Sýkora

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Josef Sýkora

Studijní obor: Ortotik-Protetik (5345R026)

**TYPY LŮŽEK PŘI EXARTIKULACI V KOLENNÍM
KLOUBU**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Pavel Černý, Ph. D.

PLZEŇ 2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta zdravotnických studií

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Josef SÝKORA**
Osobní číslo: **Z18B0157P**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Ortotik – protetik**
Téma práce: **Typy lůžek při exartikulaci v kolenním kloubu**
Zadávající katedra: **Katedra rehabilitačních oborů**

Zásady pro vypracování

Zpracovat seznam odborné literatury na vybrané téma
Stanovit cíl kvalifikační práce
Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS
Popsat metodiku praktické části
Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce
Dodržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS
Dodržet citační norm

Rozsah bakalářské práce:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

BAUMGARTNER, R., Amputation und Prothesenversorgung, 3.vyd. Stuttgart: Thieme, 2008, 469 s. ISBN 978-3-13-136153-0
ČIHÁK, R., Anatomic 1. 1.vyd. Praha: Avicenum, 1987. 456 s. 08-102-87
PŮLPÁN, R., Základy protetiky, 1.vyd. Praha: Epimedia Publishing, 2011, 104 s., ISBN 978-80-260-0027-3
HADRABA, I., Stavba protetických pomůcek, 1.vyd. Brno: Idvzp, 1993, 129 s., ISBN 80-7013-138-1
BROŽMANOVÁ, B., Ortopedická protetika, 1.vyd., Martin: Osveta, 1990, 480 s., ISBN 80-217-0133-1
BACHURA, Marek a Vladan PRINC, Využití podtlaku v proctlika: DK. Ortopedická protetika. 2008/15. ISSN: 1212-6705

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Černý, Ph.D.**
Katedra rehabilitačních oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. června 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2021**



PhDr. Lukáš Štich, MBA
děkan

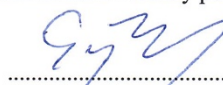


Mgr. et Mgr. Václav Beránek
vedoucí katedry

Čestné prohlášení:

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

V Plzni dne 11.4. 2021



.....
vlastnoruční podpis

Abstrakt

Příjmení a jméno: Josef Sýkora

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Typy lůžek při exartikulaci v kolenním kloubu

Vedoucí práce: Ing. Pavel Černý, Ph.D.

Počet stran – číslované: 76

Počet stran – nečíslované: 19

Počet příloh: 0

Počet titulů použité literatury: 26

Klíčová slova: exartikulace, pahýlové lůžko, klasické lůžko, lůžko plně kontaktní s podtlakem

Souhrn:

Tato práce pojednává o typech lůžek pro exartikulační pahýl. Práce je rozdělena na dvě části. Teoretická část pojednává o amputaci jako takové, následně jsou rozebírány výhody a nevýhody exartikulace v kolenním kloubu, poté je důraz kladen na pahýlová lůžka, respektive na lůžko klasické a na lůžko plně kontaktní s podtlakem.

Praktická část se věnuje technologické výrobě lůžka klasického a lůžka plně kontaktního s podtlakem. Detailně popisuje jednotlivé kroky a obsahuje fotodokumentaci. Je popsán proces sádrování, získání pozitivu a jeho redukce, hluboké tažení, stavba protézy se zkušebním lůžkem, dynamická zkouška protézy a laminace finálního lůžka.

Abstract

Surname and name: Josef Sýkora

Department: Rehabilitation Sciences

Title of thesis: Types of sockets for disarticulation in knee joint

Consultant: Ing. Pavel Černý, Ph.D.

Number of pages – numbered: 76

Number of pages – unnumbered: 19

Number of appendices: 0

Number of literature items used: 26

Keywords: disarticulation, stump socket, classical socket, fully compacted socket with under pressure

Summary:

This thesis discusses types of sockets for disarticulation stumps. This bachelor's thesis is divided into two parts. The first part is theoretical one and discusses amputation, after that are there advantages and disadvantages of disarticulation in knee joint, and also accenting of sockets of stumps, especially classical socket and fully compacted socket with under pressure.

The second part - practical one is dedicated to technological production of classical socket and fully compacted socket with under pressure. There are described all steps of production and also photographs of it in this bachelor's thesis. Author describes process of plastering, gaining of positive and its reduction, deep traction, construction of prosthesis with trial socket, dynamical checking of prosthesis and lamination of final socket.

Poděkování

Děkuji Ing. Pavel Černý, Ph.D. za odborné vedení práce a poskytování rad. Dále děkuji Bc. Vladanovi Princovi za poskytnutí odborných materiálů a Bc. Tomášovi Tykalovi za cenné rady při praktické části.

OBSAH

ÚVOD	11
TEORETICKÁ ČÁST	13
1 AMPUTACE	14
1.1 Definice amputace.....	14
1.2 Historie amputace.....	15
1.3 Indikace k amputaci	15
1.4 Dělení amputací	16
1.4.1 Dle typu.....	16
1.4.2 Dle úrovně.....	16
1.5 Rozhodnutí o výši amputace	17
1.6 Komplikace amputací.....	17
2 EXARTIKULACE V KOLENNÍM KLOUBU	18
2.1 Anatomie kolenního kloub.....	18
2.2 Exartikulace.....	18
2.2.1 Historie exartikulace v kolenním kloubu	19
2.2.2 Výhody exartikulace	19
2.2.3 Nevýhody exartikulace.....	19
2.2.4 Technika exartikulace	19
2.2.5 Biomechanická situace na amputované končetině.....	20
3 LŮŽKA	22
3.1 Klasické lůžko	23
3.2 Plně kontaktní lůžko s podtlakem	25
PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE.....	28
4.1 Hlavní cíl.....	28
4.2 Úkoly.....	28
5 VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	29
6 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU.....	30
7 METODIKA PRÁCE.....	31
8 KAZUISTIKA.....	32
9 TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ	33
9.1 Klasické lůžko.....	33
9.1.1 Příprava na sádrování.....	33
9.1.2 Protetometrie	33
9.1.3 Sádrování.....	37
9.1.4 Proces v sádrovací místnosti a získání pozitivu	41
9.1.5 Hluboké tažení	45

9.1.6	Stavba ve stavěcím stojanu	47
9.1.7	Zkouška na pacientovi.....	50
9.1.8	Přenášecí aparát.....	52
9.1.9	Distální čepička	55
9.1.10	Laminace finálního lůžka	57
9.1.11	Korekce upevňovací kotvy.....	61
9.1.12	Druhá laminace	62
9.1.13	Finální úpravy laminátového lůžka	65
9.2	Lůžko plně kontaktní s podtlakem	67
9.2.1	Příprava na sádrování.....	67
9.2.2	Sádrování.....	69
9.2.3	Protetometrie	72
9.2.4	Proces v sádrovací místnosti a získání pozitivu	74
9.2.5	Hluboké tažení	78
9.2.6	Stavba ve stavěcím stojanu	81
9.2.7	Zkouška zkušebního lůžka s pacientem	83
9.2.8	Přenášecí aparát.....	85
9.2.9	Laminace finálního lůžka	86
9.2.10	Korekce upevňovací kotvy.....	89
9.2.11	Druhá laminace	91
9.2.12	Finální úpravy laminátového lůžka	92
10	INTERPRATACE VÝSLEDKŮ	95
10.1	Sádrování.....	95
10.2	Opracování pozitivu	95
10.3	Distální čepička	95
10.4	Ulpění na pahýl	95
	DISKUZE.....	96
	ZÁVĚR	97
	SEZNAM OBRÁZKŮ	98
	SEZNAM TABULEK.....	104
	SEZNAM LITERATURY	105

ÚVOD

Protetika je poměrně malý obor, který je zaměřen na vytváření umělých náhrad částí lidského těla. Tyto náhrady se nazývají protézy. Indikací pro samotnou protézu je amputace, jak už na dolní končetině, tak i na končetině horní. V posledních letech se protetika vyvíjí poměrně rychlým tempem. Díky různým technologiím a širšímu zájmu, je vývoji pomůcek a technik věnována daleko větší pozornost než kdy dříve. Na tomto pokroku se podílí také mezinárodní spolupráce odborníků a firem. Právě díky tomuto propojení se obor může rozrůstat dál.

Tato práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část je rozdělena do tří kapitol. Jako první je pozornost věnována samotnému pojmu amputace, její definici, historii a typům. Následuje druhá kapitola, která je zaměřena přímo na podrobné vysvětlení exartikulace a anatomie kolenního kloubu. Třetí kapitola obsahuje stěžejní pojem této práce a tím jsou pahýlová lůžka. Práce detailně popisuje dva typy pahýlových lůžek. Jako první je uvedeno klasické lůžko a jako druhé lůžko plně kontaktní s podtlakem.

Druhou částí je již zmíněná praktická část, která byla zpracována na pacientovi s exartikulací v kolenním kloubu. Zhotoveny byly dvě již zmíněná lůžka v teoretické části. Jako první je představený postup zpracování lůžka klasického a následně podrobný popis vyhotovení lůžka plně kontaktního s podtlakem.

V historii nebyla exartikulace v kolenním kloubu prováděna z důvodu obtížného technického řešení protetického vybavení a byly uváděny i pooperační komplikace. V posledních letech, kdy na trh s protetickým vybavením přišly polycentrické kolenní klouby, byl tento fakt vyvrácen a na exartikulační pahýl se začalo nahlížet jako na velice dobrý a plně zatížitelný pahýl. Vzhledem k faktu, že při této amputaci je zachována celá plocha femuru, je distální část pahýlu zcela zatížitelná a délka kosti vede k rotační stabilizaci celé protézy. Na začátcích výroby těchto lůžek nebyly dostupné žádné materiály, které by nahrazovaly linery, které známe dnes. Proto byly používány tkané punčošky, které působily jako ochrana pro přímý kontakt pahýlu a lůžka. Vzhledem i k dobám, kdy ještě nebyly dostupné podtlakové systémy, jak už pasivní, tak i aktivní, ulpění pahýlu k lůžku byly používány metody mechanické. Mechanické ulpívání mělo svoje nevýhody a svalstvo v oblasti stehna atrofovalo.

Protéza pro exartikulační pahýl v kolenním kloubu má svoje lůžko. Lůžek je celá řada, ale v posledních desetiletích se nejčastěji vyrábí lůžko plně kontaktní s pod tlakem. Pro tento typ lůžka je specifický liner, který spojuje pahýl a samotné lůžko. Tyto linery se vyrábí z mnoha materiálů, ať už to jsou různé silikonové směsi, nebo polyuretany.

Tato práce je zaměřena na výrobu klasického lůžka a lůžka plně kontaktního s pod tlakem a je směřována na technologický postup. Vzhledem k malému množství literatury v českém jazyce by tato práce mohla být nápomocná pro studenty středních, ale vysokých škol.

TEORETICKÁ ČÁST

1 AMPUTACE

1.1 Definice amputace

K objasnění pojmu amputace můžeme najít velké množství definic od různých odborníků. Významově se však nijak výrazně neliší. Amputaci tedy lze definovat jakožto odstranění periferní části těla. Nejčastěji se jedná o odstranění horní nebo dolní končetiny. Méně časté jsou amputace nosu nebo ucha. Tento zákrok vždy vede k nevratné funkční a kosmetické změně (Janíková, Zelenková, 2013).

Chirurgické odejmutí části končetiny může v mnoha případech zachránit pacientovi život. Na druhou stranu ale také přináší obrovskou změnu ve všech oblastech života (Zeman, Krška, 2011).

Při amputaci končetiny dochází k narušení dosavadního stavu. Organismus je zbaven proprioreceptorů uložených v pokožce, které umožňují vnímat polohu a pohyby těla, v souvislosti s tím dochází k narušení rovnováhy a koordinace. Proto je velmi důležité cvičení a dostatečná pohybová aktivita, která napomůže k fyzickému vyrovnání se s amputací (Lockette, Keyes, 1994).

Vzhledem k tomu, že je amputace považovaná za jeden z nejradiálnějších léčebných postupů, je samozřejmé, že by se při každém jednotlivém případě mělo postupovat individuálně. Zřetel by měl být brán nejen na stav končetiny a fyzický stav pacienta, ale také na stav psychický (Zeman, Krška, 2011).

Při péči o pacienta, který si prošel takto náročnou životní zkouškou jako je amputace, je zásadní zapojení tzv. interdisciplinárního týmu. Jemuž rozumíme jakožto spojení mnoha odborníků z lékařského i nelékařského prostředí a stejně tak rodiny a přátel. Blízcí pacienta jsou nezbytní především jako psychická podpora (Kolář, 2009).

Jak uvádí Kolář: „Stav po amputaci končetin vyžaduje komplexní terapeutický přístup, obsahující poznatky a postupy ortopedie, ortotiky, neurologie, terapie bolesti, sociální a pracovní rehabilitace a psychologie.“ (Kolář et al., 2009, s. 533).

Amputace sama o sobě není diagnózou, vždy je přítomno nějaké prvotní trauma nebo onemocnění (Baumgartner, 2008).

1.2 Historie amputace

Původ pojmu amputace tkví v latinském slově *amputo*, čemuž v překladu můžeme rozumět jako „ořezávat“. Amputace je považována za jeden z nejstarších chirurgických zákroků v dějinách. Už v 5. století př. n. l. popsal Hippokrates tři hlavní důvody neboli indikace k amputaci. Jako první uvedl odstranění neúčinných částí končetin, dále snížení invalidity a v neposlední řadě záchranu života. V historii se však objevily i případy amputací, které nebyly provedeny z léčebného hlediska. Důvodem amputovat zdravému jedinci končetinu mohlo mít za účel potrestání jedince nebo jako určitý rituál dané kultury. Je samozřejmé, že v průběhu doby došlo k velkým pokrokům jak v lékařské, tak technické oblasti (Sosna, Vavřík, Krbec & Pokorný, 2001).

Nejdříve se prováděly amputace gilotinové neboli cirkulární, bez použití anestezie. Při poranění končetiny se nejdříve muselo zastavit krvácení buďto zaškrcením pahýlu nebo ponořením pahýlu do horkého oleje. Až v roce 1837 byla publikována moderní metoda lalokové amputace, a to včetně podvazu cév s využitím muskulokutánních laloků k vytvoření měkkého krytu pahýlu (Dungl a kol., 2005).

Obecně největší rozvoj vždy přinášelo válečné období právě kvůli velkému množství zranění vyžadující amputaci nějaké části těla. Stejně tak dlouhá je i historie výroby protetických pomůcek (Sosna, Vavřík, Krbec & Pokorný, 2001).

1.3 Indikace k amputaci

Příčin amputací je mnoho, v České republice však převládají amputace z vaskulárních důvodů, traumatické amputace a za třetí operace pro osteosarkom (Talpová, 2011).

1. **Trauma** – v případě devastujícího poranění, při kterém není možná rekonstrukce poškozených struktur. Spadá sem například autonehoda, pracovní úraz, střelné zranění a další.
2. **Infekt** – jiným způsobem neléčitelná akutní infekce a předchází se tak rozšíření infekci dál do těla.
3. **Tumor** – následkem rakovinných buněk v kosti nebo končetině, vyskytuje se spíše u mladších osob.
4. **Nervová onemocnění** – poranění nervů, které nelze vyléčit jinak.
5. **Kongenitální anomálie** – v případě, že malformovaná končetina dostatečně neplní svoji funkci a není možná žádná léčba.
6. **Cévní onemocnění** – nejčastěji se jedná o diabetickou angiopatii s infekční diabetickou gangrénou, nebo jde o arteriální insuficienci.

1.4 Dělení amputací

Amputace se obecně dělí do dvou skupin: a) čas odejmutí b) úroveň odejmutí. Rozhodnutí o místě, tedy úrovni, ve které má být vykonána amputace je naprosto zásadní pro další fungování pacienta. Výška amputace je ovlivněna především poraněním končetiny s tím, že jsou obecně sestavena základní hlediska, díky kterým se lékaři snadněji rozhodují. Optimálně se rozhoduje v tomto pořadí: patologické, anatomické, chirurgické a protetické možnosti, vedle toho se nikdy nesmí opomíjet také osobnost pacienta (Brozmanová, 1990).

1.4.1 Dle typu

V tomto případě mluvíme o amputacích primárních, sekundárních a někdy také terciárních. **Primární** amputace je nejčastěji způsobená traumatem a je nutné provést zákrok co nejrychleji po úrazu. Jako **sekundární** amputace se označuje stav vyžadující amputaci z důvodu ohrožení života jako např. postupující nekrózy končetiny, hnisavé kloubní stavy s příznaky celkové intoxikace organismu (Hadraba, 2006). Někteří autoři dodávají ještě **terciární** amputaci, při které se v první řadě zajišťují základní životní funkce a v okamžiku, kdy je pacient stabilizován a schopen velké zátěže, přichází na řadu amputace (Paneš, 1993).

1.4.2 Dle úrovně

Úroveň amputace označuje místo, ve kterém dochází k odejmutí části končetiny. Úroveň stanovuje lékař, jehož cílem je zachovat co nejvýhodnější úroveň pro následné protetické vybavení pacienta. Amputace může být unilaterální neboli jednostranná nebo bilaterální (oboustranná) (Půlpán, 2011).

Zde je podrobné dělení amputací dle úrovně:

- Amputace chodidla
 - o amputace přednoží
 - o amputace dle Lisfranca
 - o amputace dle Choparta
 - o amputace dle Symea a Pirogova
- Transtibiální amputace – bércová
 - o amputace v distální třetině holenní kosti
 - o amputace ve střední třetině holenní kosti
 - o amputace v proximální třetině holenní kosti
- Exartikulace v kolenním kloubu
- Transfemorální amputace – stehenní

- amputace v distální třetině stehna
- amputace ve střední třetině stehna
- Exartikulace v kyčelním kloubu
- Vyšší úrovně
 - Hemipelvektomie – amputace v polovině pánve
 - Hemikorporektomie – amputace v polovině trupu

(Heim & Kaphingst, 2002)

1.5 Rozhodnutí o výši amputace

U každého pacienta je rozhodnutí zcela individuální. Kromě rozsahu postižení je zásadní také stav jednotlivých tkání:

- **Kožní kryt** – multioborová spolupráce s plastickými chirurgy
- **Svaly** – je nutné brát ohled na zachování vitálních svalů, k tomu slouží zásady „4C“ v překladu kontraktilita, barva, vlasečnicové krvácení a konzistence (v angličtině – contractility, color, capillary bleeding, consistency).
- **Nervová tkáň** – v některých případech mohou nastat neurotrofické defekty
- **Cévní zásobení** – tepenné nebo žilní krvácení, historicky nejhojnější indikace
- **Možnosti protetického vybavení** – před amputací je vhodné délku pahýlu zkonzultovat s protetikem. Obecně platí, že čím delší bude pahýl, tím méně bude energeticky náročná chůze pro pacienta (Dungl, 2014).

Díky správnému rozhodnutí o výši amputace by mělo být zaručené dobré hojení rány a optimální možnost rehabilitace (Zeman, 2004).

1.6 Komplikace amputací

Ne v každém případě proběhne amputace končetiny bez nějakých komplikací. Obecně komplikace vyskytující se ve spojení s amputací dělíme na lokální a celkové. Do celkových řadíme komplikace psychologické, morbiditu a mortalitu. Mezi lokální komplikace řadíme: hematom, kožní nekróza, rozestup rány, gangrénu, otok, kontrakturu a infekci. Vedle toho lze uvést ještě fantomovy pocity a bolesti (Dungl, 2014; Sosna, 2001).

2 EXARTIKULACE V KOLENNÍM KLOUBU

2.1 Anatomie kolenního kloub

Díky komplikované stavbě kloubu a jeho složité funkci lze z anatomického hlediska považovat kolenní kloub za nejsložitější kloub lidského těla. Řadíme ho mezi tzv. velké kloubní aparáty, jedná se o kloub složený. Je tvořen z několika prvků a každý má svoji specifickou funkci. Kolenní kloub se skládá ze tří kostí – femuru, tibie a pately. Dále se na jeho stavbě a funkci podílí kloubní pouzdro, menisky, svaly a vazy. Na kolenní kloub působí svaly stehna a svaly bérce. Stabilizaci a pohybům kloubu pomáhají dva svaly kyčelního kloubu (Dungl, 2005); (Tichý, 2008).

2.2 Exartikulace

„Exartikulace se od amputace liší pouze v tom, že periferie je odstraněna v linii kloubu.“ (Dungl, 2014, s. 117).

Na rozdíl od amputace v bérce a stehně nevyžaduje exartikulace přetnutí kostí a svalů. Při exartikulaci se zachová kost a dochází k přetnutí svalů pouze v úponech. To přináší pro pacienta výhodou například v tom, že nedojde k tak velkému narušení svalové rovnováhy jako při jiných amputacích. Distální pahýl kosti je tedy uzavřen a překryt chrupavkou. Díky tomu pak kondyly femuru u pahýlu v tomto případě „stojí“ v distální části lůžka protézy velmi podobně, jako „stály“ v původním stavu na kloubní ploše tibie (Heim, 2002).

Odejmutí končetiny v úrovni kolene bývá často indikováni v případě rozsáhlé infekce nebo gangrény, že by nedošlo k vytvoření laloků, které se jinak využívají pro hojení podkolenní amputace (Marshall & Stansby, 2010). Dalšími důvody exartikulace v koleni je nemožnost provedení bérce amputace, nezvladatelná infekce po endoprotéze kolenního kloubu a v ojedinělých případech také fixovaná flekční kontraktura u pacientů upoutaných na lůžko (Greitemann, 2017).

„Protézový kloub při kolenní exartikulaci dnes tvoří polycentrický kloub, který promítá střed otáčení kolene do přirozené polohy nebo dále dorsálně-proximálně, aniž by byl z důvodu mechanických důvodů neesteticky rozměrný.“ (Heim, 2002, s. 198).

V celkovém počtu amputací je exartikulace využívaná zřídka, představuje tak méně než 2 % všech amputací. (Behr a kol. 2009) Pacienti, kterým je indikována jsou víceméně mladí muži, u kterých je kladen důraz na spolehlivý, pevný, nosný pahýl. (Zeman, 2004)

2.2.1 Historie exartikulace v kolenním kloubu

První záznamy o exartikulaci v kolenním kloubu pocházejí už z 16. století. Stejně tak jako u drtivé většiny chirurgických zákroků se její popularita měnila v průběhu času. (Murdoch, 1968) Mezi odborníky, kteří se věnovali tématu exartikulace řadíme například tyto: Mazet, Batche, Spittler, McFaddin, Kjoble, Jansen, Burgess a Rogers, díky kterému se exartikulace dostala stala výrazně známější (Berka a kol., 2002).

Hlavním důvodem neoblíbenosti této techniky amputace byla náročnost nejenom operace ale i technického vybavení. Při protézování bylo problematické umístění kolenního kloubu u dlouhého stehenního pahýlu, dále boční upevnění dlah, které způsobovalo objemové rozšíření kolenní části protézy. Díky neustálé práci a zlepšování technik a možností získala exartikulace nový rozměr (Kaphingst, 2002).

2.2.2 Výhody exartikulace

Při exartikulaci v kolenním kloubu získává pahýl velmi kvalitní zátěžovou schopnost, díky tomu pahýl poskytuje pevné držení stehenní objímky protézy. Další výhodou je zachování dlouhé páky stehenních svalů, což umožňuje švihovou fázi chůze. V neposlední řadě stojí za zmínku délka pahýlu, která je dostatečná pro pohodlnější sezení, vstávání a snadnějšímu udržení rovnováhy. (Kubeš, 2005) U starších pacientů přináší exartikulace další výhodu, a to stabilitu ve stojné fázi díky přemístění středu otáčení dozadu a do výšky (Heim, 2002).

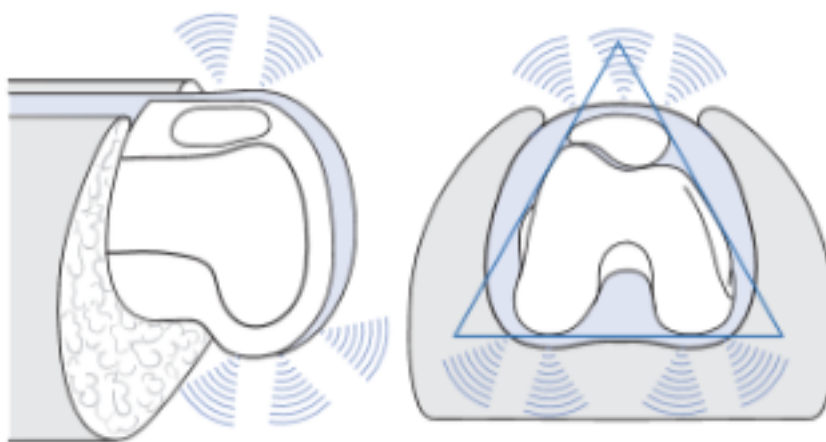
2.2.3 Nevýhody exartikulace

Samozřejmě, že vedle mnoha výše uvedených výhod má exartikulace v kolenním kloubu také své nevýhody. Jako první lze uvést především distální rozšíření pahýlu a také asymetrie délky stehenního segmentu na amputované končetině. Další nevýhodou je reálný střed rotace protetického kolenního kloubu a jeho nižší umístění oproti končetině zdravé. V případě jednodušších mechanických kloubů je obvyklý rychlejší švih protézy, který vnímá nejen pacient, ale je i viditelný pozorovatelem. Během vývoje technologií je tento problém řešen pomocí polycentrických a bionických kloubů. Z kosmetických důvodů je tato úroveň amputace používána méně (Krawczyk, 2014b).

2.2.4 Technika exartikulace

Exartikulaci v kolenu lze provést několika způsoby, nejčastěji se však provádí resekce kondylů v transverzální rovině s fixací pately. Exartikulace není považována za technicky příliš náročnou ani složitou, je rychlá a šetrná ke tkáním (Berka a kol., 2002). Při

tomto postupu se patela stává se svým kožním krytem náslapnou plochou a díky tomu je zachována funkce stehenních svalů (Kubeš, 2014). Nervově cévní svazek lze dobře ošetřit díky podélné lokalizaci operační rány. U klasického postupu jsou ponechány menisky a intaktní chrupavky kondylů. Ligamentum patellae je sešitý se zkříženými vazy (Čížek, 1989). Velký význam má správné umístění česky, její ideální poloha vede k trojúhelníkovému tvaru konce pahýlu (viz obr. 1). Ten se skládá ze dvou kondylů femuru a špice pately., který zajišťuje rotační stabilitu pohýlu (Janes, 1983).



Obr. 1 – Exartikulace v kolenním kloubu – trojúhelníkový tvar pahýlu (Baumgartner, 2008)

2.2.5 Biomechanická situace na amputované končetině

Jak uvádí norma ISO 8348-2:1993, úkolem pahýlového lůžka je přenos působících sil. Vzhledem k fyziologii těla a její zátěžové linii, na které dopadají síly od podložky probíhající přes dolní končetiny, vznikají horizontálně směřující momenty. Zátěžová linie těla je v ideálním případě umístěna uprostřed těla vůči těžišti pohybového aparátu ve výši pánve. Horizontální síly působící na pahýl při dynamické zátěži mohou vést k laterálním posunům pahýlového lůžka. Při tomto problému se pahýlové lůžko zanořuje do medioproximálních tkání stehna.

Vzhledem k těmto nepřilíš pozitivním vlivům je nutné dodržovat správné postupy již od začátku výroby pahýlového lůžka a reagovat na tyto aspekty. Samotná technika sádrování a celkový postup při výrobě lůžka musí mít jasně stanovený cíl, který zohlední tyto negativně působící síly. Cílem je tedy vytvoření co nejvíce biomechanicky příznivé lůžko tak, abychom se co nejvíce přiblížili fyziologické rovině pohybového aparátu.

U horizontálních sil působících na pahýl je velmi důležitá plocha, která je opěrná a vodící. Tato plocha se nazývá medioproximální a měla by se zohlednit při výrobě pahýlového lůžka. Tato část je složena z adduktorů a ve většině případech je kompletně zachovalá. Tato plocha fyziologicky poskytuje optimální součást, která antiteticky působí proti posunům v laterální rovině a umožňuje cílené a správné vedení kosti stehenní (femuru) v tkáni.

V neposlední řadě je nutné uvést, že na distální části pahýlu stojí laterální opora, která končí nad kostěným koncem pahýlu. V samotné výrobě lůžka je důležité zohlednit tvar a citlivost pahýlu. Pokud by toto zohledněno nebylo, hrozí přetížení laterálního kondylu a příslušných tlakových bodů.

3 LŮŽKA

Pahýlové lůžko je jednou ze dvou základních součástí každé protézy. Zachycení pahýlového lůžka na pahýl zajišťuje subjektivní komfort pro uživatele při pohybu i běžných denních aktivitách. Mechanické vlastnosti protézy jsou vedle toho zajištěny vyspělou technologií stavebních dílů. Při vhodném uspořádání stavebních dílů a přizpůsobení vůči každému jednotlivému tělu jsou zajištěny statické a dynamické vlastnosti protézy. Celkový stav protézy výrazně ovlivňuje výsledný funkční efekt a život pacienta s ní (Dungl, 2014). Baumgartner se vyjadřuje k pahýlovému lůžku velmi podobně, dle něj závisí kvalita celého protetického vybavení na pahýlovém lůžku, které musí přesně padnout danému pacientovi (Baumgartner, 2008).

Kvalita pahýlového lůžka má dopad na výsledný efekt a funkčnost celé protézy takovým způsobem, že je zavedena norma, která základní požadavky formuluje. Norma ISO/DIS 13405-2 uvádí tři všeobecné požadavky:

- a. **podpora** – PL musí přebrat axiální síly, aby došlo k přenesení zátěže
- b. **stabilizace** – PL musí převzít horizontální síly k řízení a ovládnutí protézy
- c. **ulpění** – PL má vytvářet ulpívací sílu mezi pahýlem a protézou, aby nedocházelo k nechtěným pohybům pomůcky (FOPTO, 2017)

Botta spolu s Baumgartnerem sestavili základní požadavky na lůžko KD protézy, které by měla splňovat každá protéza pro uživatele po exartikulaci. Pahýl by měl být v plném kontaktu s lůžkem ve stojné fázi i v sedu, to se dá vyřešit například vnitřním měkkým lůžkem. Důležitý je distální konec pahýlu v protéze plně zatížit a dbát na výšku lůžka, aby nezasahovalo do oblasti tuberu, což by mohlo ovlivnit rozsah pohybu v kyčli. Pro uživatele, který protézu bude využívat denně v běžném životě je zásadní snadná manipulace, kterou zajišťuje snadné nasazování a sejmutí protézy a také minimalizace rozměrů lůžka – šířka, délka a hmotnost. Dále je důležitá snadná údržba, hygiena lůžka a také cenová dostupnost (Krawczyk, 2014).

Typů lůžek pro exartikulaci v kolenním kloubu je poměrně málo. Vzhledem k faktu, že exartikulace v kolenním kloubu nebyla doporučována z důvodu nemožnosti protetického řešení, dnes tomu už tak není.

3.1 Klasické lůžko

Tento typ lůžka je Baumaisterem označováno jako Kontajnerové lůžko s částečným nebo průběžným vnitřním lůžkem a suprakondylárním vyložení. (Baumeister, 2016) Toto lůžko po exartikulaci v kolenním kloubu má svoje specifika. Svým vzhledem a provedením klade důraz na přesně vytvarované prostory v oblasti kondylární a suprakondylární na vnitřním povrchu lůžka. V případě, že v těchto oblastech není provedena žádná redukce, může docházet k pístovému pohybu a lůžko může sklouzávat z pahýlu. (Baumaister,2016) Tento typ pahýlu je plně zatížitelný, proto není nutné přesné vytvarování peloty přes hrbol kosti sedací (Dungl 2014).

U tohoto typu lůžka se klasickým způsobem využívá punčoška, která se natáhne na pahýl a tím pádem se stabilizují měkké okolní tkáně a při nasedání do protézy punčoška zabraňuje tkáním posunutí do vnitřního lůžka. Typů návlekových punčošek je celá řada. Používají se jak nylonové tkaniny, tak i povlakové froté punčošky o různé délce a tloušťce. Návlekové punčošky a jejich různé materiály mohou mít řadu výhod. Např. kopolymerové punčošky mohou díky svým elastickým znakům snížit stříhové síly, které působí na pahýl a snižují riziko otlaků z důvodu tlakových špiček. U elastických punčošek se zvyšuje předkomprese měkkých tkání a snižuje se ulpění. V případě použití této punčošky se projevuje efekt lehčího zpřístupnění do lůžka protézy (Bauimaister, 2016). Po natažení punčošky se na pahýl nasune lůžko WWS – vnitřní lůžko. Hlavní úkol zmíněného lůžka WWS je takový, že zajišťuje maximální fixaci mezi pahýlem a pahýlovým lůžkem. Důležitost vyložení v oblasti kondylů, které jsou nedílnou součástí měkkého lůžka WWS, spočívá ve správném vedení a ulpění na lůžko. Lůžko WWS se vyrábí z deskových pěnových materiálů typu EVA nebo PE (Bauimaister, 2016).

V případě klasického lůžka rozeznáváme dva typy měř. Kondylární a suprakondylární. Mezi těmito dvěma rozměry by měl být rozdíl minimálně 1,5 cm, ale u více atrofovaných pahýlů může být rozdíl i několik centimetrů více. Pokud je suprakondylární zachycení blíže kosti, tím lepší a kvalitnější je ulpění, vedení a stabilizace v pahýlovém lůžku. Pokud je tomu naopak, a suprakondylární zachycení je příliš volné, dochází k nejistotě a v nejhorším případě i k vyklouznutí pahýlu ve švihové fázi chůze z lůžka WWS (Bauimaister, 2016).

Z důvodu vysokého zatížení na měkké lůžko při každodenním nošení, by se lůžko mělo vyrobit v dostatečné celkové tloušťce cca 7 mm. Ovšem je nutné si uvědomit, že objem vnitřního lůžka ovlivňuje kosmetické provedení lůžka. Vyložení na distální ploše lůžka se zvyšuje tloušťka a tento fakt vede ke kosmetickým vadám, jako je například fyziologický

nepoměr mezi délkou stehna a délkou bérce (Bauimaister, 2016). Vzhledem k faktu, že lůžko bude nasazeno na pahýl, je důležité si uvědomit i další vlivy, které působí na měkké lůžko. Je tomu například pot, tělesné tuky, krev atd. Vzhledem k tomu, že spoje materiálů, ze kterých se toto měkké lůžko vyrábí, jsou lepené lepidlem, sterilizace není doporučována z důvodu odchlípnutí (Bauimaister, 2016).

Při výrobě lůžka se využívá technika tvrdé a měkké laminace s využitím podtlaku a tkanin, mezi které patří perlon, nylglass a karbon. Měkká laminace se provádí v úrovni proximální na straně lůžka z důvodu sezení. Měkký laminát působí pozitivně proti naklápění lůžka. Vzhledem k používaným materiálům jako je perlon, nylglass a karbon, flexibilita měkkých pryskyřic není dostatečná a potřebný efekt pro snížení pseudoartrózy mezi pahýlem a pahýlovým lůžkem je nepříliš velký. Tyto pryskyřice se jeví jako nepříliš tvarově stabilní, z důvodu termoplastických vlastností. Kvůli biomechanickým silám, které působí na lůžko (laminát) a každodennímu nošení, po delší době lůžko změní svůj původní tvar. Tento fakt se v budoucnu může projevit jako silně nepříznivý (Bauimaister, 2016).

Klasické lůžko se na protetických pracovištích začalo vyrábět kolem 60. let 20. století. V principu ulpění lůžka k pahýlu je důležité:

- komprese měkkých tkání,
- adhezivní ulpění,
- pasivní vzpříčení kostěných struktur
- aktivní vzpříčení měkkých tkání.

Tento typ lůžka funguje tak, že si pacient v první řadě nasadí (vtažením nebo vtlačáním) na pahýl měkké lůžko, které je vyrobeno z pěnového materiálu. Posléze dosedne do tvrdého laminátového lůžka. Vzhledem ke stavbě lůžka je důležité, aby měkké lůžko mělo kompaktní, válcový, nebo mírně konický tvar, aby bylo možné se do lůžka nasunout.

Spojení těchto systému měkkého lůžka a lůžka z laminátu má své výhody:

- Zmíněné komponenty jsou dostupné a vcelku levné
- Účinnost u dobře svalově pokrytých pahýlů

Ovšem u tohoto systému narážíme i na nevýhody:

- Podpora atrofických změn z důvodu komprese měkkých tkání

- Velice obtížná výroba u pacientů s trofickými pahýly
- Pístový pohyb při chůzi se v případě tohoto systému nelze zbavit. Po určitém časovém horizontu používání dochází k deformaci pěnového materiálu na vnitřní distální části lůžka. Tento jev vede ke vzniku „pseudoartrozy“ mezi lůžkem a pahýlem (Princ, 2019, ústní sdělení).

WWS lůžko umožňuje velmi obratně reagovat na všechny možné stavy pahýlu. V případě kostěných struktur a jejich oblastí, mohou být tyto prostory záměrně podporovány nebo naopak odlehčovány (Bauimaister, 2016).

3.2 Plně kontaktní lůžko s podtlakem

Tento typ lůžka byl vyvinut z předlohy lůžek pro transfemorální amputace. Podtlakové ulpění lůžka k pahýlu se hojně využívá právě u těchto zmíněných vybavení. Silikonové linery se začaly objevovat kolem 70. let 20. století, po příchodu na trh se tento typ ulpívání začal používat i u protéz transtibiálních, respektive u jejich lůžek. Linerů je nepřeberné množství, mezi oblíbené patří například silikový liner viz obr. 2.



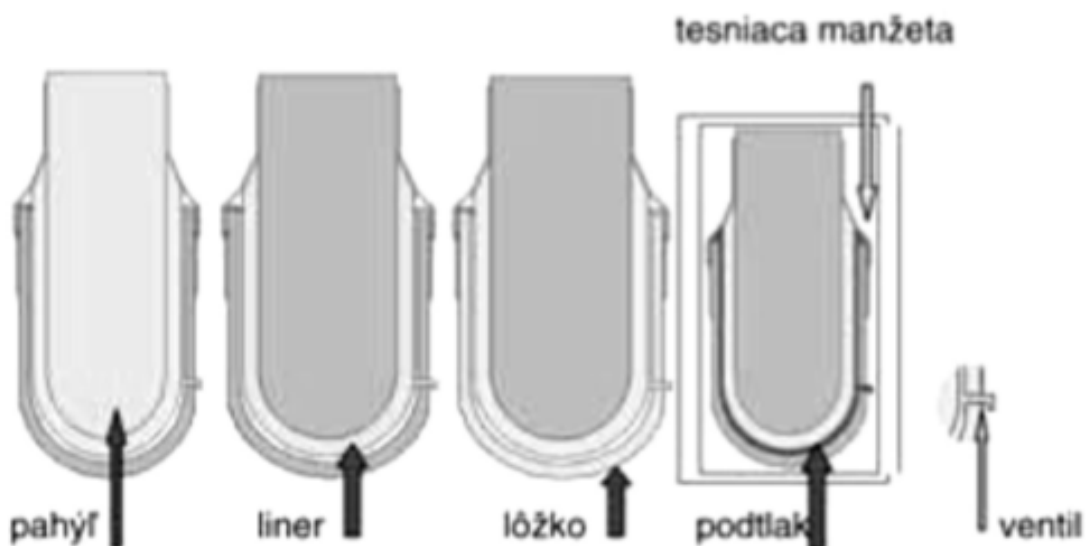
Obr. 2 – zdroj: www.ottobock.cz

S příchodem linerů se začalo pracovat na vylepšování lůžek po transtibiální amputaci a zaimplementování podtlakového systému do lůžka. V první řadě se jednalo o systémy pasivního podtlaku, ale postupem času se na trhu začaly objevovat i systémy podtlaku aktivního, dnes známého pod označením tzv. Harmony systému.

Vzhledem k faktu, že exartikulace v kolenním kloubu má z hlediska biomechanických vlastností spíše blíže k tranfemornálním amputacím, v praxi se však ukázalo, že protetické vybavení je svými specifiky bližší k amputacím transtibiálním. Tento typ uplívání lůžka k pahýlu byl zásadní pro modernizaci protetiky jako takové. Ulpění lůžka k pahýlu za pomoci podtlaku má z hlediska biomechaniky a anatomie mnoho výhod oproti lůžku klasickému, kdy je ulpění mechanické. Podtlakové systémy odstraňují tyto nedostatečnosti. Mezi tyto nežádoucí efekty patří hlavně atrofie svalstva. Mezi největší výhody tohoto ulpění patří zamezování tvorby otlaků, eliminace pístového pohybu v lůžku při chůzi a nepodpora vzniku atrofie svalstva.

Gelové návleky, neboli linery se vyrábí z mnoha materiálů. Počátkem, kdy tento systém spatřoval světlo světa, se nejvíce používal liner ze silikonových vláken, ovšem technologickým posunem se linery začaly vyrábět i z jiných gelových materiálů, jako například kopolymeru nebo polyuretanu. Tyto návleky jak silikonové, kopolymerové nebo polyuretanové, umožňují úměrné rozložení sil a tlaků uvnitř lůžka s tím rozdílem, že zajišťují maximální pohodlí a řízení protézy.

Princip podtlakového ulpění lůžka ukazuje obrázek č. 3.



Obr. 3 – zdroj: Bachura, Princ, Ortopedická protetika, 2008/15, s. 8.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

4.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem této práce je porovnat dva typy pahýlových lůžek, které jsou využívány po exartikulaci v kolenním kloubu. Pozornost je kladena na technologické zpracování lůžek a jejich rozdílů. Cílem je také popsat oba postupy výroby.

4.2 Úkoly

Pro dosažení stanovených cílů je nezbytné splnit tyto úkoly:

1. Sběr odborné literatury na dané téma
2. Stanovení kritérií pro výběr pacienta
3. Zajištění vhodného prostředí a pomůcek
4. Setkání s pacientem, sejmутí anamnézy, informování pacienta
5. Zhotovení pomůcek, dokumentace
6. Rozhovor s pacientem
7. Sepsání postupu zhotovení obou lůžek
8. Komparace technologického postupu

5 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Na základě stanovených cílů vznikly tři hlavní výzkumné otázky.

1. Čím se liší technologická výroba klasického a podtlakového lůžka?
2. Jaké jsou rozdíly v ulpění k pahýlu pro lůžko klasické a lůžko plně kontaktní s podtlakem?
3. Je měkké lůžko součástí jak klasického lůžka, tak lůžka plně kontaktního s podtlakem?

6 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Sledovaný soubor tvořil jeden pacient s exartikulací kolenního kloubu.

Kritérium pro výběr pacienta byla exartikulace v kolenním kloubu na DK, dále dlouhodobá zkušenost s oběma typy lůžek (klasické a plně kontaktní s podtlakem). Posledním kritériem byla doba minimálně 5 let od amputace (z důvodu sžití se s pomůckou). Vybraný pacient byl muž ve věku 44 s exartikulací provedenou v roce 2003. Se souhlasem pracoviště Protetika Plzeň s.r.o. byla práce po celou dobu prováděna v jejich prostorách v období únor-březen 2021.

7 METODIKA PRÁCE

Praktická část této práce byla zpracována na základě metody kazuistiky a rozhovoru s pacientem. Prvotní kontakt s pacientem proběhl telefonicky a domluvil se termín setkání. Při první schůzce byla sejmuta anamnéza pacienta a byl mu sdělen obsah naší spolupráce. Pacient souhlasil se zpracováním anamnézy a s použitím všech získaných informací do obsahu této práce. Celkově proběhlo 8 setkání, při kterých byly zpracovány dvě lůžka od úplného základu až do finální podoby.

8 KAZUISTIKA

Pohlaví: muž

Věk: 44 let

Výška: 178 cm

Váha: 116 kg

Diagnóza: Exartikulace v kolenním kloubu na pravé DK – trauma

Anamnéza: V roce 2003 z důvodu autonehody, kdy seděl jako spolujezdec, mu byla amputována dolní končetina v oblasti kolenního kloubu. Náraz byl tak silný, že poškodil i levou dolní končetinu, ale lékaři tuto končetinu dokázali zachránit. V dnešní době problémy s levou dolní končetinou nemá. Je zde patrná jen jizva. Na amputované končetině pociťuje cca jednou do půl roku fantomové bolesti, kdy nemůže usnout. Pacient žije v Plzni se svojí přítelkyní a obývají společně byt v bytovém domě. Tento bytový dům je vybaven výtahem, který tento pacient využívá. Pacient je velmi dobrý lyžař a vášnivý motorkář. Pacient lyžuje na obou lyžích, kdy využívá plně kontaktní lůžko s aktivním podtlakem a kolenní kloub C-Leg od firmy Otto Bock. V zaměstnání, kdy pacient pracuje na plný úvazek ve firmě Protetika Plzeň jako ortotik-protetik, využívá lůžko plně kontaktní s pasivním podtlakem. Ovšem v domácím prostředí je zvyklý na klasické lůžko.

9 TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ

9.1 Klasické lůžko

9.1.1 Příprava na sádrování

Pro správné provedení sádrovacího procesu je zapotřebí použít sádrovací stojan, sádrová obinadla (v tomto případě obinadla Gipsona), silonový návlek, perlonový trikot, metr, potravinářskou folii, posuvné měřítko, hadičku (na bezbolestné rozstříhnutí negativu), vazelínu, nůžky, inkoustovou tužku a nádobu s vodou. Pod místem, kde byl klient sádrován byly použity papírové role papíru, které zabránily znečištění okolního prostoru a místnosti tuhnoucí sádro. (viz obrázek č.).



Obr. 4 zdroj: vlastní

9.1.2 Protetometrie

Nedílnou součástí sádrovacího procesu je měření obvodů, roztečí a délek na pahýlu. V tomto případě se rozměry měřily od kolenní štěrbiny, kdy tento rozměr byl 52 cm. Tato míra je potřebná pro délku protézy. Pokud bychom tuto míru nezjistili, protéza by měla jinou délku než je délka na zdravé končetině a docházelo by k nesouměrné chůzi a vyvážení na DK. (i kvůli stavbě) Měřili se i obvody pahýlu, kdy první bod na pahýlu byl vzdálen 5 cm od distální části. Tyto části byly označeny fixou (viz. Obrázek č.) přímo na pahýlu klienta z důvodu přesného měření a nemožnosti chybování při přikládání metru. Tyto rozměry byly sepsány do jednotlivých bodů od 1. do 6.. Při měření je nutné dbát na správné přikládání metru. Metr při měření by neměl být příliš volný, ani příliš těsný. Tyto chyby by se projevíly při vytváření pozitivu.



Obr. 5 zdroj: vlastní



Obr. 6 zdroj: vlastní

Ke správnému výběru protetického chodidla bylo potřeba zjistit, jak velké je chodidlo na zdravé končetině. Tato hodnota byla zapsána do měrného listu (obrázek č.7). Velikost chodidla byla 28 cm.

ottobock.

Measurement Chart – KD
Lower Limb Amputation

Prosthetist/ Therapist	Date
Patient name	ID
Device number	Order number

Left
 Right
 Measurements with Liner
 Measurements without Liner

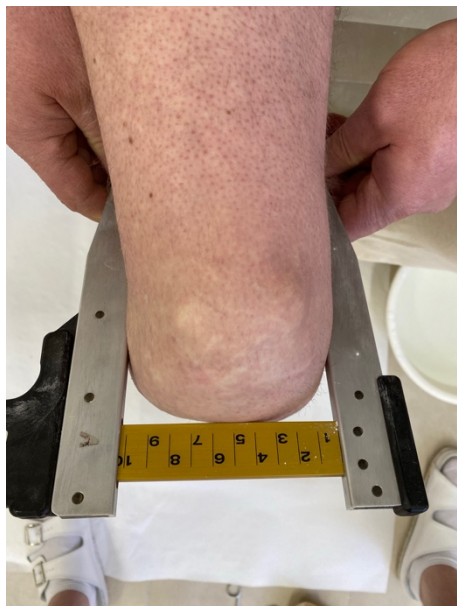
Foot length

Comments _____

© Ottobock, Ottobock, MA, 01-09-01-1077
Marketing MedicalCare Fotografická úprava

Obr. 7 zdroj: vlastní

U vytvoření tohoto lůžka jsou důležité i míry na distální části pažýlu. V tomto případě byly míry v medio-laterálním směru (viz. obrázek č. 8) a antero-posteriorním směru (viz. obrázek č.9) pažýlu. Míry se měřily v nejširším možném bodě. Rozměr medio-laterální byl 10,25 cm. Rozměr antero-posteriorní byl 11 cm.



Obr. 8 zdroj: vlastní



Obr. 9 zdroj: vlastní

Všechny tyto míry byly zapsáno do měrného listu. Dalším krokem v oblasti protetometrie bylo měření obvodů pažýlu, kde byly stanoveny referenční body (viz obrázek č. 5) odkud se míry měřily. První bod od distální části byl stanoven na 7 cm od začátku pažýlu, všechny ostatní byly v poměru 5 cm od dalších nejbližších bodů. Ve výsledku bylo stanoveno 6 obvodů pažýlu. Tyto rozměry byly:

Body na pahýlu (od distální části)	Obvody v cm
1.	36,5 cm
2.	36 cm
3.	38 cm
4.	42 cm
5.	48 cm
6.	56 cm

Tabulka č. 1



Obr. 10 zdroj: vlastní



Obr. 11 zdroj: vlastní

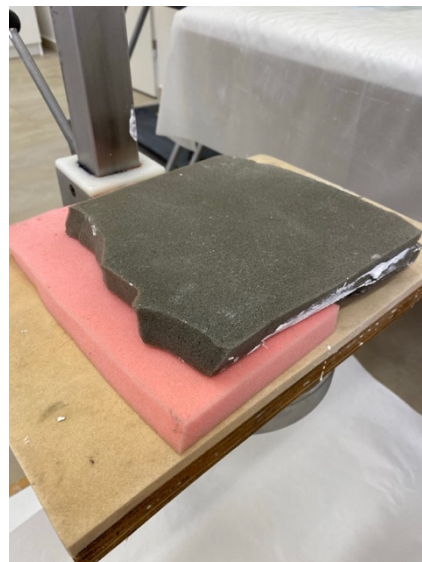
V dalším kroku, když byly zjištěny všechny potřebné míry a obvody, bylo zapotřebí nastavit správnou výšku sádrovacího stojanu. Pacient byl vyzván, aby se postavil na zdravou končetinu s tím rozdílem, že amputovanou končetinou neboli pahýlem, se má dotýkat podložky na sádrovacím stojanu. Tato podložka byla podložena měkkým materiálem, v tomto případě šlo o molitanové pláty čtvercového tvaru o tloušťce 1,5 cm (viz obrázek č.13).

Pomocí zdvihové páky na sádrovacím stojanu se nastavila správná výška, která byla zkontrolována jak ze sagitální, tak i z frontální roviny. Při tomto měření byl využit i rozměr od kolenní štěrbině k podložce, který byl měřen v rámci protetometrie při přípravě na

sádrování. Tento rozměr pomohl k základnímu nastavení sádrovacího stojanu. Bylo důležité, aby při tomto typu stoje byla rovnováha správně rozložena a pánev byla ve stejné rovině na obou stranách.



Obr. 12 zdroj: vlastní



Obr. 13 zdroj: vlastní

9.1.3 Sádrování

Samotný proces sádrování začínal tím, že byla připravena longeta ze sádrových obinadel. Délka longety se měřila přiložením sádrových obinadel nad laterální kondyl a nad mediální kondyl, kdy toto obinadlo procházelo přes distální část pahýlu (viz obrázek č. 14). Longeta vytvořila tvar písmene U. Po tomto kroku byla longeta vyztužena dalšími částmi sádrového obinadla, aby vytvořila trojí vrstvu. Tato longeta byla po delší straně rovnoměrně rozstříhána, z důvodu správného ulpění a vytvarování na distální část pahýlu (viz. Obrázek č. 15). Rozstříhy byly o velikosti 3 cm.



Obr. 14 zdroj: vlastní



Obr. 15 zdroj: vlastní

Další longety které byla zapotřebí pro sádrování byly na mediální straně, anteriorní straně, posteriorní straně a dorsální straně pahýlu. Tyto longety byla důležité pro udržení tvaru sádrovacího negativu při sesouvání odlitku z pahýlu. Všechny tyto longety byly z 3 vrstev sádrovacích obinadel, v tomto případě se jednalo o obinadla Gipsona.



Obr. 16 zdroj: vlastní

Všechny tyto zmíněné longety byly připraveny vedle sádrovacího stojanu. Dalším krokem byla separace pahýlu za použití vazelíny. Vazelíny nebylo zapotřebí velké množství. Na odseparovaný pahýl se navlékla silonová punčoška, která se před tímto procesem ještě namočila do vodní lázně. Na natažené silonce byly vystříženy malé otvory z důvodu nasazení plastové hadičky, která byla důležitá pro rozstřížení sádrového negativu.



Obr. 17 zdroj: vlastní



Obr. 18 zdroj: vlastní

Když byly tyto kroky úspěšně připraveny, longeta na distální část pahýlu se namočila do vodní lázně. Longeta byla zbavena přebytečné vody a byla přiložena na pahýl. Velký důraz byl kladen na správné obložení a vytvarování tak, aby nevznikaly nerovnosti (viz obrázek č.19). Pacient byl vyzván, aby se s touto longetou postavil na sádrovací stojan a co možná nejpřirozeněji stál (viz. Obrázek č.20). V tento moment byl hlídán stoj, důraz byl kladen především na to, aby pacient stál vzpřímeně, nezakláněl se, nebo naopak nepředkláněl. Když byl pacient ve stoji a byl upraven do správného postavení, v bodech, kde se nachází epikondyl lateralis a epikondyl medialis byl vyvinut tlak pomocí dlaně, abychom vytvořili tvarování do sádrového negativu. Tyto body byly drženy do té doby, než sádrová obinadla zatvrdla. Po tomto kroku byly naneseny longety z laterální, dorzální a frontální roviny. Tyto longety byly vyhlazeny na pahýl. Ve vodní lázni byly připravena sádrová obinadla. Tyto obinadla byla jen zlehka zbavena přebytečné vody a začal se proces sádrování.



Obr. 19 zdroj: vlastní



Obr. 20 zdroj: vlastní

Sádrová obinadla byla ovíjena z distální části pahýlu směrem vzhůru tak, aby vznikla taková vrstva sádrových obinadel, aby negativ vznikl v dostatečné tloušťce a mohl se bezpečně a neporušený sesunout z pahýlu pacienta. Velký důraz byl kladen na to, aby při tomto procesu nevznikaly nerovnosti a netvořily se tzv. faldy. Toho bylo docíleno tak, že se sádrová obinadla příliš neutahovala, různými směry se překlápěla a vyhlazovala se vodou. V momentě, kdy byl celý pahýl pokryt dostatečným množstvím sádrových obinadel byl vyvinut tlak na epicondylus lateralis a epicondylus medialis, respektive pár centimetrů nad těmito oblastmi a to z toho důvodu, že tento typ lůžka a jeho ulpění na pahýl spočívá v mechanické kompresi epicondylus lateralis a epicondylus medialis.



Obr. 21 zdroj: vlastní



Obr. 22 zdroj: vlastní

Sádrová obinadla zatvrdla po pár minutách. Pacient byl vyzván k sedu na lůžko, aby bylo možné sádrový otisk, negativ, sesunout z pahýlu. Oblasti, kde byla uložena gumová hadička, byly označeny inkoustovou tužkou. Linie vedla od distální části pahýlu až po proximální okraj lůžka. Tato linie byla vyznačena z toho důvodu, aby při rozstřížení lůžka nedošlo k nepříjemnostem či bolesti na pahýlu pacienta. Tato linie byla užitečná i k závěrečnému slepení sádrového negativu k sobě. Vzhledem k technice sádrování, kdy nevnikli žádný problém, tato linie nebyla zapotřebí vzhledem k tomu, že sádrový negativ byl za pomoci pacienta a jeho pohyblivé pately, sesunut bez nutnosti rozříznutí. Krouživými a horizontálními pohyby byl negativ sesunut a nebyl nijak poničen.



Obr. 23 zdroj: vlastní



Obr. 24 zdroj: vlastní

9.1.4 Proces v sádrovací místnosti a získání pozitivu

Sádrový negativ se s pacientem při procesu sádrování nikterak neupravoval. Pacient byl seznámen s postupem a přibližnou délkou trvání výroby protézy a bylo mu sděleno, že bude kontaktován, jakmile protéza bude připravena pro prvotní zkoušku.

K získání pozitivu byly použity tyto nástroje a předměty: sádrovací obinadla, nůžky, voda, plastový kolík, stojan na sádrový negativ, hoblík, vyhlazovací mřížka, houbička, štětec, svěrák, sádra, ocelová tyč a stojan na vylévání sádrových negativů. Nutností pro vytvoření pozitivu byl i soupis všech změřených měř a obvodů pahýlu.



Obr. 25 zdroj: vlastní

Odlitek ze sádrových obinadel, tedy negativ, musel být nastaven sádrovými obinadly v oblasti proximálního okraje lůžka. A to z toho důvodu, aby byl získaný pozitivní odlitek delší než odlitek ze sádrových obinadel. Byl změřen obvod na okraji proximální části negativu. Tento rozměr byl 62 cm. Tento rozměr byl důležitý pro správné odříznutí sádrových obinadel, kdy tento postup byl shodný s tím, kdy se na klienta naměřovaly longety, neboli výztuže. Longeta o tomto rozměru měla čtyři vrstvy, kdy byla namočena do vodní lázně a byla nanesena na zmíněnou proximální část okraje sádrového negativu. Při nanášení longety na negativ byl použit stojan na sádrování. Longeta byla vyhlazena a bylo dbáno na správný sklon longety. Longeta byla nastavena správně a vytvářela tak prodloužení negativního odlitku. Tato longeta byla vyhlazena a za pomoci vody byla nasycena tak, aby zatvrdla bez vzniku děr.



Obr. 26 zdroj: vlastní



Obr. 27 zdroj: vlastní

Jakmile longeta zatvrdla, na vnitřní část negativu byla nanesena malá vrstva vazelíny. Alternativou pro vazelínu je např. klouzek, či mýdlová voda. Vazelína byla nanesena pomocí štětečku, kdy vazelíny nebylo použito příliš, neboť při použití většího množství by se vazelína obtiskla do pozitivního modelu.

Takto připravený negativ byl usazen do stojanu pro sádrové negativy a byla vybrána správně dlouhá ocelová tyč, která se nedotýkala žádných ze stěn negativu. Tyč byla nasazena na odlitek pomocí plastové svěrky, kdy se tato svěrka opírala o proximální hrany negativu.



Obr. 28 zdroj: vlastní

V kbelíku byla rozmíchána sádra v poměru 50:50. 50 dílců vody a 50 dílců sádry. Tato směs byla důkladně promíchána a byla vylita do připraveného sádrového negativu.

Při vylévání negativu bylo zkontrolováno, zda se na negativu nenachází díry a sádra neprotéká mimo tento odlitek. Ocelová tyč byla poupravena a lehce vysunuta vzhůru. Po odlití se všechny přebytečný vzduch, který se nacházel v rozmíchané sádre s vodou, pomocí poklepání na sádrový negativ dostal mimo odlitek a sádra se nechala samovolně zatvrdnout. Tento proces zatvrzení trval 2 hodiny.



Obr. 29 zdroj: vlastní



Obr. 30 zdroj: vlastní

Po zatvrdnutí sádry byly z pozitivu odříznuty sádrová obinadla pomocí vibrační pilky. V distální části pahýlu, kde se při sádrování zhotovovala nášlapná longeta, bylo sesunutí sádrových obinadel pracnější. Ocelová tyč, na které byl pozitiv umístěn, byla uchycena do svěráku. Pozitiv byl umístěn tak, aby se s ním co nejlépe manipulovalo v pohybu rotačním a předozačným.



Obr. 31 zdroj: vlastní



Obr. 32 zdroj: vlastní

Odlitek byl zbaven zbytků sádrových obinadel, respektive jejich sádrových částic, která se nalepila na model. Tyto zbytky sádry byly odstraněny klasickým nožem, rašplí a pořizem. V tento moment byl pozitiv připraven na redukci.

Redukce pozitivu začínala strhnutím hran na proximálním okraji lůžka tím stylem, aby nebyla porušena kontinuita a byl zachován tvar a objem výlitku. Po těchto začátečních úpravách se na odlitku vyhotovila síť, která byla nápomocná pro redukci, aby v každém poli, byla redukce co nejúměrnější. Tato síť byla nakreslena pomocí inkoustové tužky. Výchozí body, které byly shodné s body jako při sádrování, byly vyhloubeny pomocí hrotu a tyto body ještě vymalovány inkoustovou tužkou.



Obr. 33 zdroj: vlastní

Patela byla také vyznačena inkoustovou tužkou a při redukci bylo dbáno na to, aby nedocházelo k její velké redukci. Ve vyznačených bodech byly měřeny hodnoty obvodu metrem od firmy Otto Bock, kdy tento metr byl totožný jako při sádrování. Tyto hodnoty byly následující:

Body	Hodnoty při sádrování	Hodnoty na odlitku	Potřebné hodnoty na odlitku
1.	36,5 cm	37 cm	36,6 cm
2.	36 cm	38,9 cm	38,5 cm
3.	38 cm	42,5 cm	41,6 cm
4.	42 cm	48,5 cm	47 cm
5.	48 cm	55 cm	53,3 cm
6.	56 cm	61,5 cm	69 cm

Tabulka č. 2

Odlitek byl opracován na tyto požadované rozměry pomocí rašple a vyhlazovací mřížky. V oblasti pately a epikondylů bylo dbáno na co nejmenší úpravu, neboť pacientův pahýl byl v těchto místech choulostivý na pohmat a byl kostnatý. Rozteč mezi medio-laterální stranou kondylů byla upravena na požadovaných 10,25 cm a rozteč antero-posterióvá byla upravena na 11 cm. V těchto zmíněných oblastech byla i jizva, která byla zcela zhojená, ale řez byl patrný.

Vyhlazení pomocí vyhlazovací mřížky bylo provedeno v celé ploše odlitku a vznikl nám kvalitní model, který byl bez nerovností a děr, které by se při hlubokém tažení plastu zohlednily ve zkušebním lůžku.

9.1.5 Hluboké tažení

Takto připravený model byl usazen do silikonového kruhu s otvorem, specifický právě pro hluboké tažení plastů. Lůžko bylo usazeno o 180° naopak, aby distální část směřovala vzhůru a rozehrátý plast byl natažen co nejlépe.

Na model byla natažen silonový návlek, který byl utěsněn v proximální části a přehnut tak, aby co nejlépe kopíroval tvary modelu a byl co nejvíce natažen. Šev silikonového návleku byl umístěn na distální část modelu.

Ve spodní části silikonového kruhu, jenž byl usazen do svěráku, byla připojena hadice s podtlakovým systémem, která sloužila pro dokonalé přilnutí tepelně upraveného plastu k modelu.

Horkovzdušná pec byla rozeřhřáta na 170°C. V moment, kdy teplota v horkovzdušné peci dosáhla požadovaných hodnot, tedy 170°C, byla do pece umístěna plastová deska ThermoLyn Steiff o tloušťce 15 mm. Tento plast byl ještě ukotven do rámu pro hluboké tažení.

ThermoLyn Steiff se v horkovzdušné peci nahřívá cca 1 hodinu. Po tomto časovém rozmezí bylo kontrolováno, zda je plast rovnoměrně a důkladně rozeřhřátý. V tomto případě byl plast teplem prověšený a to v poměru 2/3 s porovnáním délky s připraveným modelem.

Z důvodu nepopálení byly použity tkané rukavice a aparát, na kterém byl rozeřhřátý plast, byl vysunut z horkovzdušné pece a aparát byl otočen o 180° od polohy, ve které byl tento plast v peci. Takto otočený plast byl nasazen na připravený model.

Při hlubokém tažení bylo dbáno na to, aby na distální části modelu byl plast co nejvíce roztažen do stran, a aby na této části nevznikaly tlusté části plastu neúměrné k tloušťce plastu na proximálním okraji lůžka.



Obr. 34 zdroj: vlastní



Obr. 35 zdroj: vlastní

Rozehřátý plast na distální části modelu byl vytlačen a nechal se samovolně sesunout na okraj lůžka. V tento moment byl zapnut podtlak, který vysál všechny přebytečný vzduch mezi modelem a rozehřátým plastem. Výsledkem bylo plynulé a hladké přilnutí plastu k modelu. Přebytečný plast, který se nacházel pod silikonovým kruhem byl odříznut. Natažený plast byl nechat vychladnout.



Obr. 36 zdroj: vlastní



Obr. 37 zdroj: vlastní

V momentě, kdy byl plast zcela vychladnutý a nedocházelo k deformacím, byl plast vibrační pilou odříznut tak, aby vzniklo zkušební lůžko ale s dostatečnou rezervou v proximální části. Tato rezerva byla důležitá pro následné odzkoušení na pacientovi. Kdybychom tuto skutečnost vynechali a lůžko bylo příliš krátké, nebylo by cesty zpět a proces by se musel opakovat. Lůžko bylo tedy vyříznuto v požadované délce a pomocí brusného papíru na rotační brusce bylo lůžko zbroušeno a zbaveno přebytečných a nechtěných ostrých hran. Toto broušení probíhalo jak na vnitřní straně okraje lůžka, tak i na vnější straně okraje lůžka. Následně byl okraj lůžka zbroušen i silikonovým brouskem, který byl taktéž nasazen na rotační brusku. Tímto brouskem bylo dosaženo hladké a příjemné prostředí na proximálním okraji lůžka.

9.1.6 Stavba ve stavěcím stojanu

U tohoto klienta byly vybrány komponenty od firmy Otto Bock. Jednalo se kolenní kloub 3R60 a chodidlo Trias. Všechny tyto komponenty mají svoje specifické požadavky pro stavbu ve stavěcím aparátu.

Zbroušené lůžko bylo usazeno do stavěcího stojanu pomocí rozpěrných tyček, které se nachází v horní části stavěcího aparátu. Pomocí šroubovací tyče bylo lůžko upevněno tak, aby

se lůžko nenaklápělo a neposouvalo. Vzhledem k vybraným komponentům, se na dolní části stavěcího aparátu vybrala magnetická podložka, která byla specifická jak pro svoji velikost (stejná velikost jako je udávána na spodní části chodidla), v tomto případě se jednalo o velikost číslo 27 s pravostranným určením. Chodidlo bylo usazeno s vyvýšeným podpatkem 10 mm, které bylo nastaveno již na stavěcím aparátu a chodidlo bylo předsunuto o 30 mm frontálně. Chodidlo bylo pomocí suchého zipu, který je zabudován ve stavěcím stojanu, upevněno tak, aby byl znemožněn pohyb a posun, který by byl nežádoucí pro stavbu jako takovou.

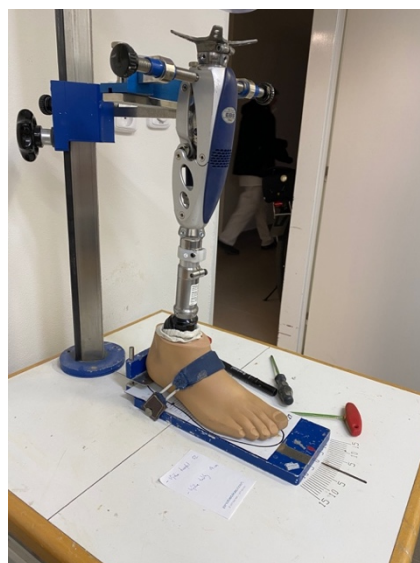
Kolenní kloub 3R60 byl nasazen do stavěcího aparátu pomocí šroubovacích trnů. Tento typ kolenního kloubu měl na svém povrchu důlky (šrouby), které jsou specifické právě pro správnou stavbu pomůcky. Do těchto důlků byly rovnoměrně zašroubovány právě zmíněné trny a kolenní kloub byl zachycena a upevněn tak, aby nebyl možný jakýkoliv posun.

Výška po distální část pomůcky byla stanovena na 52 cm. Tento rozměr byl změřen při procesu sádrování, kdy výška od kolenní štěrbině na zdravé noze směrem k podložce byla právě zmíněných 52 cm. Vzhledem ke všem komponentům a jejich výšce, byl trubkový posuvný adaptér o délce 14 cm nasazen na chodidlo Trias a na kolenní kloub 3R60. Uchycení na tyto komponenty bylo pomocí pyramidového spoje, který je specifický právě pro firmu Otto Bock.

Vzhledem k faktu, že kolenní kloub 3R60 nebyl dodán s exartikulační kotvou, byla použita kotva klasická, specifická pro TT protézy, nebo TF protézy. Tato kotva 4R111 byla nasazena na horní pyramidový systém na kolenním kloubu 3R60.



Obr. 38 zdroj: vlastní



Obr. 39 zdroj: vlastní

Takto připravená stavba pokračovala a lůžko, které bylo upevněno v horní části stavěcího aparátu bylo sesunuto směrem ke kotvě. Upevňovací kotva potřebovala úpravu, neboť tvary na lůžku se neshodovaly s novou upevňovací kotvou. Kotva byla upravována až poté, kdy stavba byla provedená správně. Tento krok byl nejdůležitější částí celé stavby pomůcky. Lůžko bylo upraveno do 5° addukce, flexe byla 3° a rotace lůžka byla 3° ventrálně. Všechny tyto parametry byly zkontrolovány pomocí statického laserového paprsku.



Obr. 40 zdroj: vlastní



Obr. 41 zdroj: vlastní

Následně byla upravena upevňovací kotva. Tato kotva měla 4 části, které se daly nahýbat tak, aby dokonale kopírovaly linie pahýlového lůžka. Tato kotva je vyrobena ze směsi oceli, proto je její úprava snadná a bezproblémová. Samotný proces nahýbání upevňovací kotvy trval zhruba 20 minut. Po dosažení požadovaných tvarů byla kotva připravená na upevnění na lůžko samotné.



Obr. 42 zdroj: vlastní



Obr. 43 zdroj: vlastní

V tomto případě byla kotva upevněná na lůžko směsí, která se skládala z orthocrylu a sádry v sypké směsi. Do této směsi byl ještě přidán tvrdící prášek, který zajistil bezproblémové ztuhnutí po pár minutách.

Při rozmíchání těchto komponentů, tedy orthocrylu, sádry a tvrdícího prášku, bylo lůžko pomocí stavěcího aparátu nadzvednuto a tato směs byla nanesena na pacičky na upevňovací kotvě. Lůžko bylo sneseno na upevňovací kotvu a přebytečná lepicí směs byla odebrána. Tato směs se nechala zatvrdnout a tato protéza se zkušebním plastovým lůžkem byla připravena na zkoušku na pacientovi.

9.1.7 Zkouška na pacientovi

Pacient byl pozván na zkoušku v řádném termínu. Při příchodu a rozhovoru byl seznámen s komponenty, které obsahovala protéza. Byl zmíněn kolenní kloub 3R60 a chodidlo 1C30 Trias od firmy Otto Bock.

U zkoušky protézy byl použit L.A.S.A.R. Posture, který dokonale ukazuje rozložení váhy jak na zdravé končetině, tak i na amputované, když je vybavena protézou a také průběh zátěžové line. Klient byl vyzván, aby se na tento přístroj postavil v co možná nejpřirozenějším postoji.

Při zkoumání rozložení váhy a poměru zatížení nebyly zjištěny žádné odchylky.



Obr. 44 zdroj: vlastní



Obr. 45 zdroj: vlastní

V tento moment byl pacient vyzván, aby se s protézou prošel na připraveném chodníku, podél kterého bylo postavené zábradlí. Toto zábradlí bylo využito pro případ, kdyby pacient ztratil rovnováhu, nebo by se z nějakého jiného důvodu potřeboval opřít nebo podržet.

Pacient byl vyzván, aby všechny poznatky jako je například tlačení v lůžku, neprodleně hlásil. Všechny tyto skutečnosti byly zohledněny a model na finální lůžko byl upraven. Lůžko v patelární oblasti bylo těsnější. Vzhledem k tomu bylo nutné, lůžko ještě poupravit. Toto poupravení bylo minimální, nebylo zapotřebí vytvářet další zkušební lůžko.

Kromě tohoto nedostatku, který byl v patelární oblasti, byl ještě nedostatek v oblasti laterální straně lůžka, kdy si pacient stěžoval na těsnost. Tento nedostatek byl řešen horkovzdušnou pistolí. Místa, kde bylo lůžko těsnější, byly nahřáty a v menší míře rozšířeny tak, aby co nejlépe vyhovovaly pahýlu. Tento proces byl vcelku časově náročný, neboť bylo nutné, aby lůžko celé vychladlo před další zkouškou.

Po vychladnutí bylo lůžko opět zkušeno na pacientovi, zda je v pořádku a místa, která byla těsnější, byla již pro nošení protézy optimální. Pacient souhlasil a byl vyzván, aby se znovu prošel po chodníku.



Obr. 46 zdroj: vlastní



Obr. 47 zdroj: vlastní

Zkouška proběhla úspěšně a nebyly shledány nedostatky. Provedení stavby bylo vyhovující a pacientovi se na pomůcce chodilo dobře.

9.1.8 Přenašecí aparát

Vzhledem k faktu, že stavba bylo provedená dobře a zkouška proběhla úspěšně, pro laminaci a přenesení všech poloh, které byly odzkoušené, byl pro přenos těchto poloh využit přenašecí aparát. Tento aparát sloužil pro stejné postavení kolenního kloubu 3R60, chodidla Trias 1C30 a polohy pahýlového lůžka.

V první řadě bylo zapotřebí z protézy odšroubovat chodidlo Trias tak, abychom pro další sešroubování dostali stejnou polohu, jako při zkoušce protézy. To bylo docíleno tím, že šrouby, které se nacházely mezi chodidlem Trias a posuvným adaptérem, byly povoleny jen dva ze čtyř. Tyto šrouby byly označeny lihovým fixem.

Takto odstrojená protéza, která obsahovala jen lůžko a kolenní kloub, byla přišroubována na přenašecí aparát, kdy do lůžka byl vsunut díl s otvory pro laminování, respektive pro zapojení podtlakového systému.



Obr. 48 zdroj: vlastní



Obr. 49 zdroj: vlastní

V dalším kroku byla zhotovena longeta ze sádrových obinadel, která byla změřena po obvodu proximálního okraje lůžka. Tato longeta sloužila pro prodloužení sádrového pozitivu, kdy toto prodloužení bylo z hlediska laminace nezbytnou součástí. Přenašecí aparát byl otočen o 180° a namočená longeta byla nanesena na proximální okraj lůžka a nechala se zatvrdnout.



Obr. 50 zdroj: vlastní



Obr. 51 zdroj: vlastní

Po zatvrdnutí longety byl přenášeč aparát znovu otočen o 180° a lůžko bylo vylito sádrou, která byla rozmíchaná v poměru 50:50 s vodou. Při vylévání sádrou bylo dbáno na to, aby se sádra vylévala jen a pouze do lůžka, neboť při nešťastné manipulaci mohlo dojít k vylití sádry do kolenního kloubu. Po vylití sádrou bylo z lůžka zapotřebí vyklepat přebytečný vzduch, který by na pozitivu vytvořil nerovnosti.



Obr. 52 zdroj: vlastní



Obr. 53 zdroj: vlastní

Lůžko bylo rozříznuto dvěma podélnými řezy vibrační pilou. Plastové zkušební lůžko tak mohlo být sesunuto, neboť při tomto řezu došlo k rozevření a bezproblémovému sesunutí lůžka z modelu.



Obr. 54 zdroj: vlastní

Vzhledem k zásahu pozitivního modelu vibrační pilou, bylo nutné z malé části model upravit tak, aby při laminaci na modelu nebyly žádné nerovnosti. Proto byla připravena nasycená sádra s vodou a pomocí štětce byly tyto nerovnosti vyplněny.



Obr. 55 zdroj: vlastní



Obr. 56 zdroj: vlastní

9.1.9 Distální čepička

Tento typ lůžka je specifický pro svojí distální čepičku z měkkého materiálu na dně lůžka. V tomto případě se jednalo o pedilin o tloušťce 2 cm, který byl nahřátý v peci a zroušen přímo tak, aby kopíroval co možná nejlépe pozitivní model.

Z pedilinového plátu byl vystřižen čtverec o velikostech 25x25 cm s požadovanou tloušťkou 2 cm. Tento vystřižený plát byl dán na 10 minut do horkovzdušné pece a byl nahřátý tak, aby při této tepelné úpravě změnil svoje vlastnosti a mohl být co nejlépe vytvarovány na distální část modelu.



Obr. 57 zdroj: vlastní



Obr. 58 zdroj: vlastní

Po vychladnutí tato čepička držela svůj tvar, ale musela být zbroušena na model tak, aby co nejlépe kopírovala povrch modelu. Proto byly přebytečné části distální čepičky odštířeny. Distální čepička, jak již bylo zmíněno, potřebovala co nejlépe zabrousit. Pomocí brusného papíru a molitanového brousku bylo docíleno požadovaných hran, které krásně kopírovaly tvar modelu.



Obr. 59 zdroj: vlastní



Obr. 60 zdroj: vlastní

Takto zbroušená distální čepička byla nasazena na model a bylo opět zkontrolováno, zda kopíruje požadované linie na pozitivním modelu. Zbroušení proběhlo bez problémů a čepička byla na modelu nasazena.



Obr. 61 zdroj: vlastní



Obr. 62 zdroj: vlastní

9.1.10 Laminace finálního lůžka

Model byl připraven na první laminaci, kdy byly zapotřebí tyto komponenty: perlon trikot, nylglass tkanina, karbonová tkanina, orthocryl laminiehartz, tvrdící prášek, silinová punčoška, PVA folii a podtlakový systém, který vysává vzduch z prostor laminace.



Obr. 63 zdroj: vlastní

V první řadě bylo zapotřebí rozmočit PVA folii. Toho bylo docíleno tak, že tkané plátno bylo vymáčáno ve vodní lázni a do tohoto mokrého plátna byla usazena PVA folie, která byla o rozměrech 100x27 cm. Z důvodu, že se jednalo o první laminaci, bylo zapotřebí tyto folie rozmočit rovnou dvě. Tyto rozmočené folie byly zabaleny v tkaném plátnu a nechaly se nasytit vodou. Tento proces trval 20 minut.

Při čekání na rozmočení folie byla na připravený model natažena silonová punčoška, která odseparovala model a PVA folii. Šev této punčošky byl uložen tak, aby co nejméně zasahoval do laminace.

První rozmočená folie byla nanesena na model a byla co nejvíce natažena. Folie byla na distální části podvázána provázkem a ještě více stažena. Folie ve spodní části byla utěsněna lepicí páskou tak, aby při laminaci neunikal vzduch a v laminačním prostoru vzniklo vakuum. Zbytek folie byl ustrížen nůžkami.

Následně byly na model nataženy vrstvy perlonové tkaniny o šířce 15 cm, kdy tato tkanina byla natažena ve dvou vrstvách. Tyto vrstvy byly opět podvázány v dolní části přenašecího aparátu. Po perlonové tkanině byl na model natažen i nylglass trikot, tedy tkanina

obsahující skelná vlákna. Tato tkanina byla taktéž ve dvou vrstvách o šířce 15 cm. Nylglassová tkanina by neměla z důvodu obsazení skelných vláken být v přímém kontaktu jak s pokožkou, tak s PVA folií, kdy by hrozilo protržení folie. Proto byl přes nylglass natažen ještě jednou perlon ve dvojité vrstvě. Následně na model, respektive na distální část, byla vlepena karbonová tkanina, která byla přilepená rozprašovacím lepidlem. Tato karbonová výztuha byla v oblastech, kam byla přilepena kotva. Tato karbonová tkanina byla důležitá pro vznik požadované tvrdosti a tuhosti, z důvodu největšího zatížení lůžka. Posléze byla nasazena poslední vrstva silikonové punčošky. Všechny tyto tkaniny byly důkladně zavázány v dolní části přenášečícího aparátu.



Obr. 64 zdroj: vlastní



Obr. 65 zdroj: vlastní

Následně byla na model natažena druhá PVA folie, která byla rozmočená v tkaném plátnu. Tato folie byla důsledně vyšponována a zalepena lepící páskou v nejnižším možném bodě na přenášecím aparátu. Folie se v horní části nijak nepodvazovala, neboť do této folie byl naléván připravený laminát.



Obr. 66 zdroj: vlastní



Obr. 67 zdroj: vlastní

Následně byl na stole v laminovací místnosti rozmíchán laminátový roztok. Tento roztok obsahoval Orthocryl Laminiehartz od firmy Otto Bock, tvrdící prášek, kdy byly použity 3 odměrky na 100 ml Laminiehartzu a bílá barva specifická právě pro laminaci, taktéž od firmy Otto Bock. Laminátový roztok byl důkladně rozmíchán ve dvou kelímkách, kdy tyto kelímky bylo plné do svých $\frac{3}{4}$. Celkový objem laminačního roztoku byl 400 ml a bylo použito 12 odměrek tvrdícího prášku.

Na přenášecí aparát byly připojeny hadičky, které zajišťovaly mezi jednotlivými vrstvami PVA folie podtlak a celkové vakuum. Tento podtlak byl před samotnou laminací odzkoušen, zda funguje správně a zda ve spojích, které byly utěsněny lepící páskou, neuchází vzduch. Vše bylo utěsněno perfektně.

Laminační roztok byl vlit do horního oka poslední vrstvy PVA folie a horní okraj PVA folie byl podvázán tak, aby při otočení o 180° na přenášecím aparátu nevytékal laminát a zůstal mezi jednotlivými vrstvami PVA folie.



Obr. 68 zdroj: vlastní



Obr. 69 zdroj: vlastní

Po samotném zavázání PVA folie byl zapnut podtlakový systém a model umístěný na přenášečím aparátu byl otočen o 180° tak, aby distální část modelu směřovala k zemi. V první řadě bylo zapotřebí z laminačního roztoku vytlačit všechen přebytečný vzduch. To bylo docíleno tím, že na roztok v PVA folii byl vyvinut takový úměrný tlak, že se vzduch samovolně dostal vzhůru a byl vytlačen pomocí podtlakového systému. Při tomto procesu bylo dbáno na to, aby se při tomto zákroku PVA folie nepotrhlá. Následně byl celý model posypán klouzkem pro bezproblémové a hladké prosycování všech tkanin.

Laminát byl díky podtlakovému systému samovolně vytlačován směrem k proximálnímu okraji lůžka, ovšem tento podtlakový systém nebyl natolik silný, aby se laminace obešla bez pomoci lidské ruky. Proto byly použity odštířky perlonového triku, pomocí kterých byl laminát vytlačován směrem k hornímu okraji lůžka tak, aby každý centimetr byl co nejlépe prosycen laminačním roztokem. Při tomto procesu bylo dbáno na to, aby se PVA folie nepotrhlá. Jakmile se laminační roztok dostal do požadovaných výšin, tedy na horní okraj modelu, vytlačování laminačního roztoku směrem k hornímu okraji lůžka bylo přerušeno.

Opět bylo kontrolováno samotné prosycení všech míst na modelu. Pokud vše bylo dostatečně prosyceno, laminát byl směřován opačným směrem, tedy na distální část modelu. Na distální část vznikla bulka přebytečného laminátu, která byla podvázána tak, aby již nezasahovala do modelu jako takového. To bylo docíleno tím, že laminát byl podvázána a

odseparován flexibilní a natahovací lepicí páskou. Model byl opět otočen o 180° stupňů tak, aby distální část modelu směřovala vzhůru.



Obr. 70 zdroj: vlastní

9.1.11 Korekce upevňovací kotvy

Při zatuhnutí laminačního roztoku, kdy tento proces trval necelé 2 hodiny, byla sundána poslední vrstva PVA folie, kdy na konci byla bambule ztvrdlého laminačního roztoku. Do přenášečeho aparátu byl pomocí závitů přišroubován posuvný adaptér, na kterém byl uchycen i kolenní kloub a kotva pro spojení komponentů a lůžka protézy. Vzhledem k tomu, že na modelu přibyla distální čepička z varioformu, změnil se tvar a kotva nekopírovala linie tak, jako na zkušebním lůžku. Byla zapotřebí její úprava, tedy nahýbání kotvy a celková její korekce.

Z důvodu laminace byla na distální části utvořena nerovnost, která musela být zbroušena tak, aby se kotva ve svém středu nedotýkala těchto nerovností. Distální část odlaminovaného lůžka byla zbroušena na rotační brusce pomocí smirkovacího papíru.



Obr. 71 zdroj: vlastní

Po zbrúšení byla přiložena kotva na spojení lůžka a všech ostatních komponentů. Kotva byla ještě upravena tak, aby co nejlépe kopírovala tvar odlaminovaného lůžka. Po tomto procesu byla kotva upevněna na lůžko pomocí kitu, který obsahovala Orthocryl, tvrdící prášek a sádku. Na pacičky bylo nanášeno jen malé množství tohoto lepidla, neboť samotná druhá laminace kotvu dostatečně upevnila.



Obr. 72 zdroj: vlastní



Obr. 73 zdroj: vlastní

9.1.12 Druhá laminace

Po zatvrdnutí byl opět odšroubován kolenní kloub 3R60 a model byl připraven na druhou laminaci. Na závit na upevňovací kotvě byl našroubován dummy kroužek od firmy Otto Bock, který zajišťoval nevniknutí laminačního roztoku do prostor upevňovací kotvy, respektive její závitové části. Do prostor mezi lůžko a upevňovací kotvu byl nasunut dakron, který zajišťoval při laminačním procesu důkladné prosycení těchto prostor a tuhost mezi lůžkem a upevňovací kotvou.

Na lůžko byl nasunut nyglass trikot, který byl v dvojité vrstvě. Následně byla nasunuta karbonová tkanina, která byla přítomna až do 1/3 velikosti lůžka od distální části. Karbon byl použit proto, aby zajistil co možná největší tuhost právě v distální části lůžka z důvodu největších působících sil mezi lůžkem a upevňovací kotvou. Následně byl na lůžko nasunut perlon trikot, taktéž ve dvojité vrstvě. Na perlon trikot byl ještě nasunut textilový dekor, který na výsledném lůžku působil jako designový prvek.

Následně byla na lůžko natažena PVA folie, která byla ponechána v namočené tkanině, aby byla co možná nejflexibilnější. Tato folie byla v dolní části uchycena na přenášeč aparát pomocí flexibilní lepicí pásky a bylo zajištěno těsnění pro podtlakový systém. Podtlakový systém byl zapnut a bylo odzkoušeno, zda systém funguje bezproblémově a nikde neuchází vzduch.

Na stole v laminační místnosti byl rozmíchán laminační roztok, který obsahoval Orthocryl Laminiehartz, tvrdící prášek a bílou barvu. Objem tohoto roztoku byl 250 ml a bylo použito 7,5 odměrky tvrdícího prášku. Tento roztok byl důkladně rozmíchán a byl nalit do horního oka PVA folie.



Obr. 74 zdroj: vlastní

Po vylití laminačního roztoku do folie, byl na konci folie zavázán uzel, aby laminační roztok nevytéká z folie. Model byl otočen v přenášečím aparátu o 180° a celé lůžko bylo posypáno klouzek pro bezproblémové nasycování všech tkanin. Z laminátu byl vytlačen všechen přebytečný vzduch pomocí odsávacího systému.



Obr. 75 zdroj: vlastní

Všechny tkaniny byly prosycovány laminačním roztokem až po proximální okraj modelu. V momentě, kdy laminační roztok dosáhl požadované úrovně, tedy horní okraj lůžka, bylo zkontrolováno, zda jsou všechny tkaniny prosyceny rovnoměrně. Laminační roztok byl posléze směřován směrem k distální části lůžka, kdy bylo dbáno na to, aby mezi upevňovací kotvou a lůžkem bylo co možná nejméně přebytečného laminátu, ale naopak, aby tyto oblasti byly prosyceny důkladně z důvodu dakronové tkaniny mezi upevňovací kotvou a lůžkem. Laminační roztok byl podvázán lepicí flexibilní páskou. Tím bylo docíleno toho, že se laminát již nedostával do míst modelu. Následně byl laminační roztok nechán zatvrdnout.



Obr. 76 zdroj: vlastní

Po zatvření laminačního roztoku lůžko vyžadovalo úpravu, respektive jeho vyříznutí do požadovaného tvaru. Tvar byl již určen lůžkem zkušebním, které bylo vylito sádrou, na které byla nanesena longeta. Tato longeta vytvořila okraj, který byl patrný na odlaminovaném modelu. Lůžko bylo odříznuto v jeho horním okraji a na distální části. Následně bylo vyšroubován dummy kroužek, který sloužil jako ochrana proti zatékání laminátového roztoku do prostoru upevňovací kotvy, respektive jejího závitu.

Takto vyříznuté lůžko bylo pomocí tažné síly sesunuto. Vzhledem ke tvaru modelu se ztvrdlá sádra držela v dolních okrajích lůžka. Pomocí pneumatického kladiva byla všechna sádra, která se nacházela v lůžku, odebrána.



Obr. 77 zdroj: vlastní



Obr. 78 zdroj: vlastní

9.1.13 Finální úpravy laminátového lůžka

Laminátové lůžko vyžadovalo finální úpravy na brusírně. Bylo zapotřebí zbrousit horní okraj lůžka tak, aby všechny nerovnosti byly zahlazeny a lůžko mohlo být bezproblémově nošeno a pacient se o lůžko nemohl pořezat. Pomocí brusného papíru na ramenní brusce byly hrany okraje lůžka zbrouseny a následně vyhlazeny molitanovým nástavcem, který byl taktéž nasazen na ramenní brusku. Tyto hrany byly přikládány k brusnému papíru v úhlu 45°. Následně byly zbrouseny distální části lůžka, kdy u upeňovací kotvy, respektive u začátku závitů, byly zbytky zatvrzelého laminátu.



Obr. 79 zdroj: vlastní

Takto upravené lůžko bylo zašroubováno ke kolennímu kloubu ve stejném poměru, jako na lůžko zkušební. Toho bylo docíleno stejným dotažením závitů, které byly mezi lůžkem a kolenním kloubem. Stejně se postupovalo i s chodidlem a jeho uchycením ke kolennímu kloubu. Výsledná protéza byla předána pacientovi a nebyla nijak upravována.



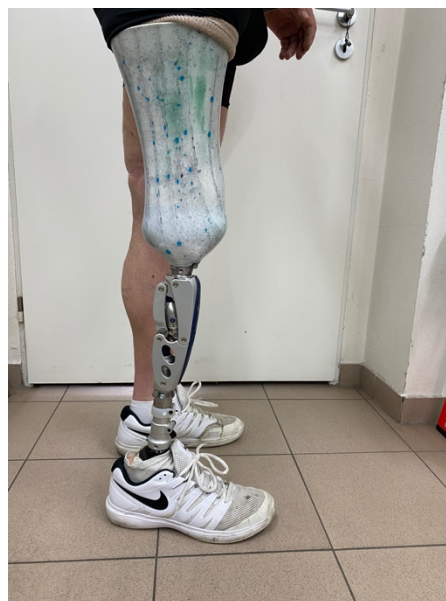
Obr. 80 zdroj: vlastní



Obr. 81 zdroj: vlastní



Obr. 82 zdroj: vlastní



Obr. 83 zdroj: vlastní

9.2 Lůžko plně kontaktní s podtlakem

9.2.1 Příprava na sádrování

Tento typ lůžka se vyznačuje svými specifiky při získávání měrných podkladů. V porovnání s klasickým lůžkem a jeho sádrování se liší jen málo. Při sádrovacím procesu je zapotřebí použít sádrovací stojan, sádrová obinadla (v tomto případě se jednalo o obinadla Gipsona), perlonový trikot, posuvné měřítko, silikonový návlek (liner), inkoustovou tužku, nádobu s vodou, gumový podtlakový návlek a vývěvu na vytvoření podtlaku. Největším rozdílem je fakt, že při sádrování toho typu lůžka je využíván liner a vývěva na odsávání vzduchu z okolí sádrových obinadel a pahýlu pacienta.



Obr. 84 zdroj: vlastní

Pacient byl vyzván, aby se posadil na lůžko a byl mu nasazen liner, v tomto případě se jednalo o liner od firmy Otto Bock. Byl připraven gumový návlek, který byl vystlán textilem v jeho distální části. Tento proces byl aplikován z toho důvodu, aby nástavec, který odsává vzduch z okolí pahýlu a sádrových obinadel, se nedostal do kontaktu s gumovým povrchem manžety a vzduch mohl být bezproblémově odsáván.



Obr. 85 zdroj: vlastní

Ve vodní lázni byla namočená silonová punčoška, která se následně nasunula na pahýl, na kterém byl již liner.

V následujícím kroku byly připraveny longety. První longeta byla měřena od mediálního kondyly do laterálního kondyly. Tato longeta měla 4 vrstvy a byla připravena vedle sádrovacího stojanu. Následně byly měřeny 4 longety, ze zadní strany pahýlu, z přední a z laterální a mediální strany. Tyto longety měly 4 vrstvy. Všechny tyto zmíněné longety byly připraveny vedle sádrovacího stojanu.



Obr. 86 zdroj: vlastní

9.2.2 Sádrování

Následně byla na silikonový návlek natažena silinová punčoška, která byla namočená ve vodní lázni. Pacient byl v sedu a longeta, která byla určena pro distální část pahýlu, byla namočená do vodní lázně a přiložena na pahýl. Sádrová obinadla byla vyhlazena na pahýlu a pacient byl vyzván, aby se postavil na sádrovací stojan. Bylo kontrolováno, aby pacient stál co možná nejpřirozeněji a aby se nepředkláněl ani nezakláněl. Po zatvrdnutí sádrových obinadel, respektive distální longety, vznikl otisk distální části pahýlu.



Obr. 87 zdroj: vlastní



Obr. 88 zdroj: vlastní

Po zatvrdnutí sádrového obinadla, respektive distální longety, byl pacient vyzván, aby se i s longetou posadil na lůžko. Distální longeta nebyl na pahýl nijak opevněna, proto byla longeta při přenášení váhy a posazování přidržována, aby se nesesunula a zůstala na místě, kde byla umístěná.

Pacient byl usazen a distální longeta zůstala na svém místě. V tento moment byly namočeny všechny ostatní longety, tedy longeta na přední, zadní, mediaální a laterální. Sádrování muselo probíhat co nejrychleji, protože při nasunutí gumové manžety a zapnutí podtlakového systému, longety a sádrová obinadla nemohly být ztvrdlá. Proto bylo postupováno velice rychle.

Předtím, než byly longety dány do vodní lázně, do vodní lázně byly také dány sádrová obinadla Gipsona, která se nechala nasytit vodou.

Longety byly nasazeny na pacientův pahýl v sedu a byly vyhlazeny tak, aby držely na svém místě.



Obr. 89 zdroj: vlastní

Jak bylo zmíněno, bylo nutné postupovat velice rychle, aby při nasazení gumové manžety a zapnutí podtlakového systému, a sádrová obinadla nebyla v moment zapnutí již zatvrdlá. Proto nebylo váháno a sádrová obinadla byla nanesena na pahýl a celý objem pahýlu byl ovinut sádrovými obinadly. Sádrová obinadla byla vyhlazena pomocí namočených rukou a na takto ovinutý pahýl byla nasazena ještě tkanina, která separovala sádrová obinadla a gumovou manžetu. která byla navlečena hned po této tkanině. Gumová manžeta byla připojena na podtlakový systém pomocí gumové hadičky.



Obr. 90 zdroj: vlastní



Obr. 91 zdroj: vlastní

V momentě, kdy byla gumová manžeta nasazena na pahýl, byl zapnut podtlakový systém, neboli vývěva. V tento okamžik byl pacient vyzván, aby se znovu postavil do sádrovacího stojanu a stál co možná nejpřirozeněji. Horní okraj lůžka byl pomocí tkaniny uvázán tak, aby neunikal vzduch a mezi sádrovacími obinadly a gumovou manžetou vznikl podtlak.



Obr. 92 zdroj: vlastní



Obr. 93 zdroj: vlastní

Sádrová obinadla byla nechána za působení podtlakového systému zatvrdnout. Zatvrzení trvalo přibližně 2 minuty. Pacient byl vyzván k posedu na lůžko, kdy vývěva byla vypnuta a gumová manžeta byla sesunuta z pahýlu. Pod gumovou manžetou byla tkanina, která byla taktéž sesunuta. Zatvrdnutá sádrová obinadla byla pomocí kroucení a pohybu nahoru a dolů sesunuta z lůžka.



Obr. 94 zdroj: vlastní



Obr. 95 zdroj: vlastní

9.2.3 Protetometrie

Obvody a míry na pacientovi byly odebírány až odsádrování. Všechny tyto míry odebírány s nazazeným linerem. První míra, která byla odebrána byla míra od kolenní šterbiny na zdravé končetině až k zemi, tedy k podložce. Tato míra byla 52 cm. Tato míra zapsána do měrného listu.

Posléze byly měřeny rozteče kondylů, respektive mediolaterální a anterioposteriový rozměr. Mediolaterální rozměr byl změřen a měl hodnotu 12,5 cm, anterioposteriový měl rozměr 13,5 cm.



Obr. 96 zdroj: vlastní



Obr. 97 zdroj: vlastní

Všechny tyto hodnoty byly zapsány do měrného listu, specifického právě pro exartikulaci v kolenním kloubu. Následně byly měřeny hodnoty obvodu pahýlu, taktéž s nasazeným linerem. První hodnota byla vzdálena 5 cm od distální části pahýlu.



Obr. 98 zdroj: vlastní



Obr. 99 zdroj: vlastní

Tyto změřené hodnoty byly následující:

Označení bodu (od distální části) měřené po 5ti cm	Hodnota v cm
1.	42 cm
2.	39,5 cm
3.	41 cm
4.	46,5 cm
5.	52 cm
6.	57 cm

Tabulka č. 3

Sádrování proběhlo bez problémů a samotný sádrový negativ měl požadované rozměry. Uvnitř negativu byla vkreslena patela pomocí inkoustové tužky, a obkres byl posléze přenesen na pozitiv.



Obr. 100 zdroj: vlastní

9.2.4 Proces v sádrovací místnosti a získání pozitivu

Sádrový negativ potřeboval úpravy. Pro tyto úpravy byly zapotřebí tyto nástroje a předměty: sádrová obinadla, nůžky, voda, plastový kolík, stojan na sádrovací negativ, hoblík, vyhlazovací mřížka, houbička, štětec, svěrák, sádra, ocelová tyč a stojan na vylévání sádrových negativů. Součástí byl i náhled do měrného listu, kde byly uvedeny všechny potřebné rozměry.



Obr. 101 zdroj: vlastní

Sádrový negativ byl usazen na stojan na sádrovací negativy, kdy distální část negativu směřovala směrem vzhůru. Tento negativ musel být nastaven sádrovými obinadly, respektive longetou z toho důvodu, aby vznikl odlitek, který bude vyšší než sádrový negativ. To bylo docíleno sádrovou longetou. Tato longeta byla změřena tak, že byl změřen rozměr horního okraje negativu, kdy tato hodnota byla 68 cm. Ve stejné délce byla naměřena sádrová obinadla, kdy tato obinadla byla ve 4 vrstvách.

Tato longeta byla namočená do vodní lázně a všechna přebytečná voda byla zbavena z této longety. Longeta byla nanášena na horní okraj negativního otisku a byla vyhlazena tak, aby co nejlépe přilnula na sádrový negativ. Za pomoci vody a postupného vyhlazování bylo docíleno zdárného výsledku. Při nanášení této longety bylo dbáno na to, aby prodloužení negativu bylo co nejvíce přiblíženo fyziologickému postavení a prodloužení se na proximálním okraji negativu nezužovalo.



Obr. 102 zdroj: vlastní

Longeta byla vyhlazena pomocí vody a ve spoji mezi negativem a sádrovým obinadlem bylo dbáno na to, aby tato část byla co možná nejlépe utěsněna z důvodu nevytékání sádry při vylévání negativu. Takto nastavený sádrový negativ byl sesunut ze sádrového stojanu, který je specifický pro sádrové negativy. Vnitřní strana negativu byla vymazána malou vrstvou vazelíny. Této vazelíny nebylo použito příliš z toho důvodu, aby na vzniklém pozitivním modelu se vazelína neobtiskla do modelu a nevznikly mastné a nerovnoměrné nerovnosti. Takto vymazaný sádrový negativ byl usazen do stojanu na vylévání sádrových negativů. Následně do tohoto negativu byla vsunuta ocelová tyč, která byla uchycena v plastovém kolíku. Tento kolík se opíral o proximální okraj sádrového negativu.



Obr. 103 zdroj: vlastní

Vedle sádrovacího stojanu na negativy byl rozmíchán sádrový roztok, který se skládal ze sádrového prášku a vody. Tento poměr byl 50:50. Pomocí metly byl tento roztok důkladně rozmíchán a vlit do sádrového negativu. Jakmile byla sádra vлита do sádrového negativu, ocelová tyč byla o pár centimetrů vysunuta vzhůru. Ze sádrového negativu byl vyhnán přebytečný vzduch, který by na sádrovém modelu vytvořil důlky a nerovnosti. Vzduch byl vyhnán pomocí poklepání na sádrový vylitý negativ.



Obr. 104 zdroj: vlastní



Obr. 105 zdroj: vlastní

Sádra se v sádrovém negativu nechala samovolně zatvrdnout. Tento proces trval přibližně 2 hodiny. Po 2 hodinách, kdy sádra zatvrdla, byl sádrový negativ vylitý sádrovou vyndán ze sádrového stojanu a všechny sádrová obinadla byla sundána z modelu. Longeta, která byla umístěna na horním okraji sádrového negativu, byla sesunuta jako první. Všechna ostatní sádrová obinadla byla rozříznuta vibrační pilkou. Posléze byla tyto obinadla odloupena od modelu. Vznikl pozitiv, který vyžadoval další úpravy a hlavně redukci.



Obr. 106 zdroj: vlastní

Při úpravách pozitivu se začalo s proximálním okrajem lůžka, kdy byly strženy všechny nerovnosti pomocí hoblíku a rašple. Všechny sádrové zbytky, které byly nalepeny na modelu byly zahlazeny a odloupnuty pomocí nože a hoblíku. Řez, který vznikl z důvodu rozříznutí sádrových obinadel, byl vyplněn nasycenou sádrou, která byla zhotovena v malém gumovém kelímku. Tato sádra byla na pozitiv nanesena pomocí štětce a vyhlazena pomocí vody.

Pozitiv byl opět měřen ve stejném poměru, jako byl měřen pahýl pacienta při procesu sádrování. Byly měřeny obvody, které byly následující:

Body	Hodnoty při sádrování v cm	Hodnoty na odlitku v cm	Potřebné hodnoty na odlitku v cm
1.	42 cm	45 cm	44 cm
2.	39,5 cm	41, 5 cm	40,5 cm
3.	41 cm	43 cm	42 cm
4.	46,5 cm	49 cm	47,5 cm
5.	52 cm	54,5 cm	52,5 cm
6.	57 cm	60 cm	58 cm

Tabulka č. 4

V prvních 3 bodech byla redukce stanovena na 2 %, zbylé oblasti od bodů 3 až 6 byly zredukovány o 3 %. Pozitiv byl opracován za pomoci hoblíku, špachtle a vyhlazovací mřížky. V oblasti epikondylů a pately bylo dbáno na co nejmenší úpravu, neboť pacientův pahýl byl v těchto místech kostnatý a citlivý na pohmat.

Vyhlazení pozitivu pomocí vyhlazovací mřížky proběhlo v celé ploše odlitku a bylo dosaženo kvalitního modelu, který byl bez nerovností a děr, které by se v procesu hlubokého tažení plastu promítly do zkušební lůžka.

9.2.5 Hluboké tažení

Takto připravený model byl usazen do silikonového kruhu s otvorem na gumovou trubku, která zajišťovala mezi modelem a plastem kvalitní odsátí přebytečného vzduchu a kvalitní přilnutí rozehřátého plastu na model. Lůžko bylo otočeno do tohoto kruhu o 180° naopak tak, aby distální část modelu směřovala směrem vzhůru. Na takto připravený model byla natažena silikonová punčoška, na kterou byl ještě nanesen silikonový sprej. Tento sprej zajišťoval, aby se rozehřátý plast nenalepil na model.



Obr. 107 zdroj: vlastní



Obr. 108 zdroj: vlastní

Horkovzdušná pec byla rozehřáta na 170 °C a do pece byla vsunuta plastová deska ThermoLyn Steiff o tloušťce 15 mm. Tento plast byl ještě vsunut do aparátu, který je specifický právě pro hluboké tažení plastů. Tento plast byl v horkovzdušné troubě nahříván přibližně jednu hodinu. Správně nahřátý plast byl po hodině prohnutý směrem k zemi v poměru 1/3 s porovnáním s připraveným modelem. Z důvodu nepopálení, byla plastová deska vysunuta z horkovzdušné pece pomocí tkaných rukavic. Tato plastová deska byla otočena o 180° tak, aby prohnutá strana kopírovala distální část modelu. Takto otočený plast byl nasazen na připravený model. Velký důraz byl kladen na rovnoměrné roztažení plastu, kdy byl vyvíjen tlak na distální stranu modelu a v těchto místech byl plast co nejvíce roztahován. Posléze se plastová deska nechala samovolně, pomocí gravitace, sesouvat směrem k zemi. Jakmile deska dosáhla okraje silikonového kruhu, bylo zapnuto odsávání. Plast se díky tomuto odsávání přilnul k pahýlu a vytvořil tak neopracované plastové lůžko. Všechnen přebytečný plast, který se nacházel pod silikonovým kruhem byl odříznut pomocí nože. Takto natažený plast se nechal zcela vychladnout.



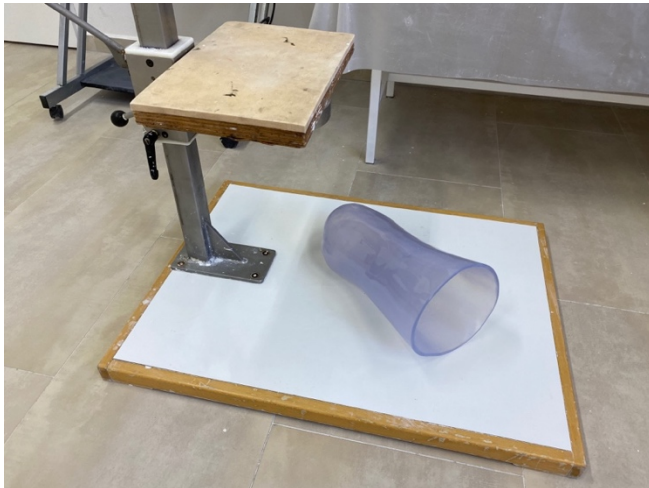
Obr. 109 zdroj: vlastní

V momentě, kdy byl plast zcela vychladnutý a nedocházelo k jeho deformacím, byl plast odříznut vibrační pilou. Tento řez vedl lehce pod okrajem modelu. Plast byl sesunut z modelu a pomocí brusného papíru na rotační brusce bylo lůžko zbaveno všech oštěpků a nechtěných a přebytečných ostrých hran. Hraný lůžka byly posléze zkoušeny také silikonovým trnem, který zajistil hladké a příjemné prostředí na všech okrajích zkušebního lůžka.



Obr. 110 zdroj: vlastní

Takto opracované zkušební lůžko bylo odzkoušeno na sádrovacím stojanu, kdy byl pacient vyzván, aby si s linerem lůžko nasadil na pahýl. Do lůžka v jeho distální část byla vyvrtána dírka, která zajišťovala vytlačení vzduchu z prostor zkušebního lůžka. Tato dírka zajišťovala plynulé nazutí lůžka na pahýl. Dírka v vnější strany lůžka byla při nasunutí na pahýl utěsněna lepící flexibilní páskou a tento zalepený otvor nahrazoval podtlakový systém, který byl plánován do laminátového lůžka.

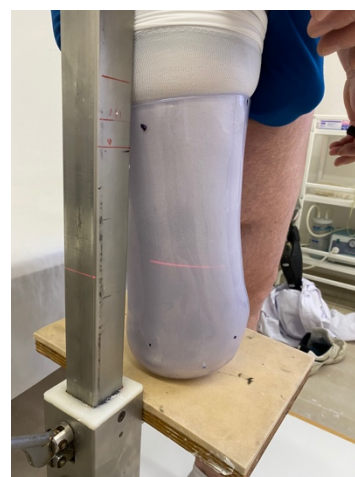


Obr. 111 zdroj: vlastní

Lůžko bylo kontrolováno, zda na pahýlu sedí bezproblémově a zda se pacient v tomto lůžku cítí komfortně a lůžko ho nikde netlačí. Velký důraz byl kladen na prostory epikondylů a pately. Lůžko nepotřebovalo žádné úpravy a pacient se v tomto lůžku cítil komfortně. Následně bylo zapotřebí si na lůžku označit body středu lůžka, které byly důležité při samotné stavbě protézy ve stavěcím aparátu.



Obr. 112 zdroj: vlastní



Obr. 113 zdroj: vlastní

Body byla označena i plocha z laterální strany lůžka, kdy bylo lůžko rozděleno paprskem na dvě poloviny. Tyto body posléze byly nápomocné při stavbě protězy ve stavěcím aparátu.

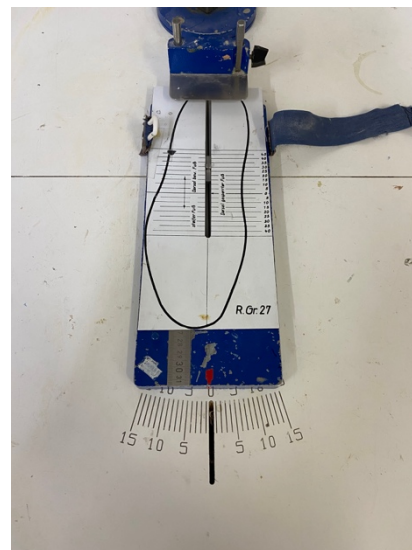
9.2.6 Stavba ve stavěcím stojanu

K tomuto typu lůžka byly vybrány jedny z nejlepších komponentů, které se nachází na trhu. Jednalo se kolenní kloub Genium od firmy Otto Bock a chodidlo s označením 1C50 Taleo. Všechny tyto komponenty mají svoje specifika pro stavbu protězy.

V první řadě bylo zkušební lůžko upevněno do stavěcího stojanu rozpěrnými tyčkami, které se nacházeli v horní části stavěcího aparátu. Tyto rozpěry byly utaženy tak, aby se lůžko nehýbalo a bylo zafixováno. Následně byla vybrána správná magnetová podložka specifická pro nastavování chodidla. Tato podložka bylo o velikosti 27 (stejná velikost jako byla udávaná velikost chodidla) s pravostranným určením.



Obr. 114 zdroj: vlastní



Obr. 115 zdroj: vlastní

Chodidlo bylo ve stavěcím aparátu vyvýšeno o 5 mm a bylo posunuto o 30 mm frontálně. Chodidlo bylo upevněno do stavěcího aparátu pomocí suchého zipu, aby nedocházelo k jeho posunům, které by vedly k nežádoucím účinkům při samotné stavbě protězy.

Kolenní kloub Genium od firmy Otto Bock byl nasazen do stavěcího aparátu pomocí šroubovacích trnů, kdy na povrchu toho kloubu byly důlky, které jsou specifické jak pro správné ukotvení ve stavěcím aparátu, tak pro linie, které jsou důležité pro určování flekčního postavění při stavění protězy. Do těchto důlků byly rovnoměrně zašroubovány trny, které se nacházely na stavěcím aparátu. Jak bylo zjištěno při sádrování, respektive při protetometrii, vzdálenost od kolenní šterbiny k podložce byla 52 cm. Vzhledem k vybraným komponentům

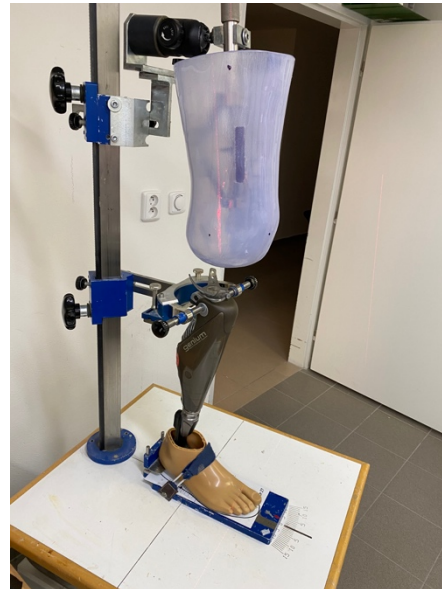
nebylo možné na pomůcku přidávat jakékoli trubkové adaptéry, které by prodlužovali samotnou pomůcku. Při snesení kolenního kloubu Genium k chodidlu 1C50 byla naměřena výška 52 cm. Kolenní kloub byl uchycen k chodidlo Taleo pomocí pyramidového zámku, který měl 4 závitů. Tyto závitů byly utaženy všechny rovnoměrně.

Tento kolenní kloub byl specifický pro stehenní amputace. Proto byla použita kotva klasická, která je specifická pro TT protézy, nebo zmíněné TF protézy. Tento kotvící mechanismus byl nasazen na horní pyramidový systém, který se nacházel na kolenním kloubu Genium od firmy Otto Bock.

Stavba pomůcky vyžadovala správné nastavení všech úhlů a os. V tomto případě bylo lůžko upraveno do 5° addukce a flexe byla upravena taktéž na 5°. Všechny tyto parametry byly kontrolovány pomocí statického laserového paprsku.



Obr. 116 zdroj: vlastní



Obr. 117 zdroj: vlastní

Následně bylo lůžko sesunuto směrem k upevňovací kotvě, která potřebovala úpravu, aby dokonale kopírovala linie pahýlového lůžka. Pomocí náčiní specifické pro nahýbání hliníkových upevňovacích kotev bylo dosaženo požadovaného výsledku a kotva kopírovala linie zkušebního plastového lůžka. Tento proces úpravy upevňovací kotvy trval 30 minut.

V momentě, kdy byla kotva připravena na upevnění ke zkušebnímu lůžku, byl rozmíchán tzv. kit. Tento tmel se skládal z Otrhocrylu, tvrdícího prášku a sádry. Této směs byla důkladně rozmíchána a nanášena na všechny 4 pacičky upevňovací kotvy.

Jakmile byly všechny 4 pacičky upevňovací kotvy pokryty na svém povrchu tímto kitem, lůžko bylo sesunuto směrem k upevňovací kotvě a tímto tmelem bylo lůžko spojeno s upevňovací kotvou. Následně byly vyplněny všechna nevyplněná místa, která nebyla pokryta tímto tmelem a lůžko bylo o pár milimetrů vysunuto vzhůru.



Obr. 118 zdroj: vlastní



Obr. 119 zdroj: vlastní

Kit byl pomocí dlaně vyhlazen tak, aby vznikl co nejhladší povrch bez ostrých hran, které by při zkoušce mohly způsobit poranění. Posléze se kit nechal zatvrdnout. Tento proces trval přibližně 30 minut.

9.2.7 Zkouška zkušebního lůžka s pacientem

Takto připravená protéza se zkušebním lůžkem byla připravena na zkoušku. Pacient byl seznámen s se všemi komponenty, které obsahovala protéza. Byl zmíněn bionický kloub Genium a chodidlo 1C50 Triton od firmy Otto Bock.

Tato zkouška začínala na přístroji L.A.S.A.R. Posture, který dokonale ukazoval rozložení váhy jak na zdravé končetině, tak i na amputované končetině s protézou. Pacient byl vyzván, aby se na tento přístroj postavil a stál co možná nejpřirozeněji. Při tomto vyšetření na přístroji nebyly shledány žádné odchylky, které by poukazovaly na špatně provedenou stavbu. Všechny linie a zatížení byly v normě.



Obr. 120 zdroj: vlastní



Obr. 121 zdroj: vlastní

V momentě, kdy byly zkontrolovány všechny linie a zatížení při použití L.A.S.A.R. Postru, byl pacient vyzván, aby se s protézou se zkušebním lůžkem prošel na připraveném chodníku, podél kterého bylo postavené zábradlí. Pacient byl vyzván, aby všechny nepříznivé aspekty, jako je např. tlačení, tlak nebo bolest, neprodleně hlásil. Nedostatky v lůžku nebyly sledovány. Při zatížení protézy, tedy v došlapu pacienta, byla očividná rotace kolenního kloubu ventrálně. Tento fakt byl řešen pomocí 4 závitů, které se nacházeli mezi kolenním kloubem a upevňovací kotvou. Dva závity, které byly laterálně a mediálně, byly utaženy a naopak povoleny. Laterální strana šroubovice byla utažena a naopak šroubovice, která se nacházela na mediální straně, byla povolena. Jednalo se o ½ závitu. Po této úpravě byl pacient znovu vyzván, aby se prošel na zkušebním chodníku a při došlapu tento negativní aspekt nebyl sledován.



Obr. 122 zdroj: vlastní



Obr. 123 zdroj: vlastní

9.2.8 Přenášečí aparát

Po úspěšné zkoušce, kdy lůžko a celková stavba protézy byla vyhovující, byl použit přenášečí aparát, který sloužil pro přenesení všech poloh a nastavení jednotlivých komponentů protézy. Do upevňovací kotvy, respektive do jejího závitu byl zašroubován adaptér, který měl na své distální části pyramidový čtverec, který sloužil k upevnění a dotažení do přenášečího aparátu. Následně byla na proximální část plastového lůžka nanesena longeta, aby výsledný pozitiv byl o pár centimetrů delší, než lůžko samotné. Trubka, která se nacházela na přenášečím aparátu a byla specifická pro sádrování, byla zasunuta do lůžka.



Obr. 124 zdroj: vlastní



Obr. 125 zdroj: vlastní

Takto připravené lůžko bylo připraveno na vylití sádrou. Proto byl přenášečí aparát otočen o 180° a bylo znovu zkontrolováno, zda se zasunutá tyč v lůžku nedotýká z některých stran lůžka. V sádrovací místnosti byla rozmíchána sádra s vodou v poměru 50:50 a tato směs byla vylita do plastového lůžka. Po vylití sádrou byl z lůžka vyklepán všechn přebytečný vzduch, který by sádrovém pozitivu vytvořil nerovnosti a drobné dírky. Tato sádrová směs zatvrzovala 2 hodiny.

Po této technologické pauze bylo plastové lůžko rozříznuto vibrační pilou od proximální části lůžka až po distální část lůžka horizontálním řezem. Plastové lůžko bylo pomocí roztažení sesunuto. Vzhledem k použití této techniky sesunutí lůžka, na pozitivu vznikly 2 řezy, které potřebovaly výplň sádrou.



Obr. 126 zdroj: vlastní



Obr. 127 zdroj: vlastní

Proximální okraj lůžka, kde byla longeta a prodloužení modelu, byly hrany pomocí rašple zahlazeny tak, aby nebyla potušena kontinuita pozitivu. Všechny ostré hrany byly upraveny pomocí pořizu. 2 řezy, které vznikly při sesouvání lůžka z modelu, byly zahlazeny pomocí sádry a vody. Vznikl model, který byl připravený na první laminaci.

9.2.9 Laminace finálního lůžka

Model byl připraven na první laminaci. Pro laminaci byly zapotřebí tyto komponenty: perlon trikot, nylglass tkanina, karbonová tkanina, orthocryl laminiehartz, tvrdící prášek, silinová punčoška, PVA folie a podtlakový systém, který odsává vzduch z prostor laminace.



Obr. 128 zdroj: vlastní

První laminace definitivního lůžka vyžadovala kvalitní přípravu. Proto byla v první řadě rozmočena PVA folie o rozměru 100x27 cm. To bylo docíleno tím, že tato folie byla zavinuta do mokrého plátna. Z důvodu toho, že se jednalo o první laminaci, zapotřebí byly 2 PVA folie. I tato druhá folie byla zabalena do tkaného plátna a nechala se nasytit vodou. Tento proces trval 20 minut.

Následně byla na model natažena silonová punčoška, která odseparovala model a PVA folii. Šev punčošky byl na distální části modelu umístěn tak, aby co nejméně zasahoval do samotné laminace finálního lůžka. Na model byla natažena první PVA folie a byla natažena co nejvíce k proximální hraně modelu. Folie byla podvázána provázkem a ještě více stažena tak, aby byla co nejvíce našponovaná. V proximální části byla folie podvázána a oblepena lepicí páskou, aby co nejlépe těsnila a mohlo vzniknout vakuum. Zbytek PVA folie byl ustřižen nůžkami.

Na PVA folii se začaly pokládat další vrstvy materiálu. Natažena byla perlonová tkanina o šířce 15 cm, kdy tato tkanina byla natažena ve dvou vrstvách. Všechny tyto vrstvy byly uvázány pod proximální částí modelu. Po perlonové tkanině byl na model natažen nylglass trikot, tedy tkanina, která obsahuje skelná vlákna. Tato tkanina byla taktéž v šířce 15 cm. Na nylglass byl ještě natažen perlon trikot ve dvojité vrstvě. Na takto připravený model byla ještě nanášena karbonová tkanina. Tato tkanina byla pouze na distální části modelu a to z důvodu pevnosti v těchto místech.



Obr. 129 zdroj: vlastní



Obr. 130 zdroj: vlastní

Tato karbonová tkanina byla na model upevněna postříkovým lepidlem. Posléze byla na model natažena poslední vrstva a tou byla silonka. Všechny tyto tkaniny byly důkladně uvázány v proximální části modelu. Na model byla následně natažena druhá PVA folie a byla důkladně vyšponována a na přenášečím aparátu byla zalepena lepicí páskou, aby při odsávání vzniklo vakuum. Následně byly připojené gumové hadičky a byl zapnut podtlakový systém.

Na stole byly připraveny dva kelímky pro rozmíchání laminačního roztoku. Pro rozmíchání tohoto roztoku byly použity komponenty orthocryl laminiehartz, tvrdící prášek a žlutá barva specifická pro laminaci. Roztok byl důkladně rozmíchán. Celkový objem tohoto roztoku byl 400 ml, a bylo použito 12 odměrek tvrdícího prášku. Následně byl tento roztok vlit do oka PVA folie a horní okraj byl podvázán tak, aby při otočení o 180° laminát nevytékal.



Obr. 131 zdroj: vlastní



Obr. 132 zdroj: vlastní

Po zavázání PVA folie byl zapnut podtlakový systém. V první řadě bylo nutné z laminačního roztoku vytlačit všechny přebytečný vzduch. To bylo docíleno tím, že na laminační roztok, který se nacházel v distální části modelu, byl vyvinut takový úměrný tlak, že se vzduch za pomoci podtlakového systému sám dostal vzhůru a byl vysán tímto systémem. Při tomto procesu laminování bylo dbáno na to, aby se PVA folie nepotrhal. Následně byl celý model posypán klouzkem pro bezproblémové a hladké prosycování tkanin laminačním roztokem.

Laminační roztok byl pomocí podtlakového systému samovolně vytlačován k proximálnímu okraji lůžka, ale tento systém nebyl dostatečně silný, aby byly všechny vrstvy nasyceny v dostatečném množství. Proto byly použity odstřížky z perlonové tkaniny a za pomoci ruční práce byl laminát vyháněn směrem k proximálnímu okraji modelu. Jakmile se laminační roztok dostal k proximální okraji modelu, vytlačování laminátu bylo přerušeno. V tento moment bylo kontrolováno samotné prosycení každého centimetru všech tkanin a všechen přebytečný laminát byl vytlačován k distální části modelu. Vzhledem k tomu, kam byl laminační roztok vytlačován, vznikla na distální části modelu bulka přebytečného laminátu, která byla podvázána, aby se tento roztok již nedostával do míst samotného modelu. To bylo docíleno tím, že tato bulka s přebytečným laminátem byla podvázána a podlepena flexibilní lepicí páskou. Následně byl model otočen o 180° tak, aby distální část modelu směřovala vzhůru.



Obr. 133 zdroj: vlastní



Obr. 134 zdroj: vlastní

9.2.10 Korekce upevňovací kotvy

Při zatuhnutí laminačního roztoku, kdy tento proces trval přibližně dvě hodiny, byla sesunuta PVA folie a laminát, který se držel v distální části modelu byl sesunut společně s PVA folií. Do přenášečícího aparátu byl pomocí závitů přišroubován kolenní kloub Genium i s upevňovací kotvou. Tato kotva i s kolenním kloubem byla vysunuta směrem k distální části modelu a kotva byla kontrolována, zda nevyžaduje další úpravu. Kotva na model neseděla a vyžadovala úpravu. Ještě před tímto procesem úpravy kotvy byl model, respektive jeho distální část, kde se nacházely přebytečné zbytky laminátu, zbrúšeny tak, aby upevňovací kotva dokonale kopírovala linie modelu.



Obr. 135 zdroj: vlastní

Po odbroušení přebytečného laminátu byla opět zkoušena upevňovací kotva, kdy potřebovala svoji úpravu. Z důvodu toho, že plastové lůžko na jeho distální části bylo o dost širší, než laminát, kotva potřebovala dotažení a v menší míře i nakroucení. Po těchto úpravách byla upevňovací kotva připravena na přilepení k modelu. Toto lepení bylo zajištěno orthocrylem, sádrou a tvrdícím práškem. Tato směs byla důkladně rozmíchána a nanesena na pacičky upevňovací kotvy. Posuvným adaptérem byla upevňovací kotva přilepena k modelu.



Obr. 136 zdroj: vlastní



Obr. 137 zdroj: vlastní

Lepidlo se nechalo zatvrdnout a šroubek, který spojoval kolenní kloub a lůžko byl povolen.

9.2.11 Druhá laminace

Po zatvrdnutí lepidla, které drželo kotvu v potřebné poloze byl model připraven na druhou, tedy finální laminaci. Do závitu na upevňovací kotvě byl našroubován dummy adaptér od firmy Otto Bock, který zajišťoval nevniknutí laminačního roztoku do prostor upevňovací kotvy, respektive do jejího závitu. Šroub který zajišťoval upevnění kotvy byl pokryt flexibilní gumou. Mezi kotvu a model byl vsunut dakron, neboť v těchto místech se nacházel nevyplněný prostor a zajistil důkladné prosycení a tuhost mezi lůžkem a upevňovací kotvou.

Na lůžko byl nasunut nylglass trikot v dvojité vrstvě o šířce 15 cm, poté perlon v dvojité vrstvě a následně byla nasunuta karbonová tkanina taktéž ve dvojité vrstvě. Všechny tyto tkaniny byly důkladně zavázány. Poslední vrstvou byla silonová punčoška.



Obr. 138 zdroj: vlastní



Obr. 139 zdroj: vlastní

Následně byla na model nasunuta a vyšponována PVA folie, která byla rozmočená. Tato folie byla v dolní části uchycena na přenášecí aparát a pomocí flexibilní lepicí pásky byla utěsněna. Byl zapnut podtlakový systém a vyzkoušeno, zda systém funguje správně a vzduch nikde neuchází.

Na stole v laminační místnosti byl rozmíchán laminační roztok, který obsahoval orthocryl laminiehartz, tvrdící prášek a zelenou barvu. Celkový objem tohoto roztoku byl 400 ml a bylo použito 12 odměrek tvrdícího prášku. Roztok byl důkladně rozmíchán a byl nalit do horního oka PVA folie.

Po vylití roztoku do PVA folie byl na konci folie zavázán uzel. Model byl otočen v přenášečím aparátu o 180° a celý model byl posypán klouzkem pro bezproblémové nasycování všech tkanin. Z laminátu byl vytlačen všechnen přebytečný vzduch.

Všechny tkaniny byly prosycovány laminačním roztokem až po proximální okraj modelu. V momentě, kdy se roztok dostal na požadovanou úroveň, tedy na proximální okraj, bylo kontrolováno, zda jsou všechny tkaniny rovnoměrně nasyceny. Následně byl roztok směřován směrem k distální části modelu. Laminační roztok byl podvázán lepící flexibilní páskou. Tím bylo docíleno toho, že se přebytečný laminát již nedostával do prostor modelu. Laminační roztok se nechal za pomoci podtlakového systému zatvrdnout.



Obr. 140 zdroj: vlastní



Obr. 141 zdroj: vlastní

9.2.12 Finální úpravy laminátového lůžka

Po zatvrdnutí laminátu bylo v proximální části lůžko vyříznuto pomocí vibrační pily v proximální části z modelu. V prostorách, kde se nacházel dummy kroužek, který byl našroubován na upevňovací kotvu, byl proveden také řez. Dummy bylo posléze vyšroubováno a lůžko bylo sesunuto z modelu pomocí tažné síly. Takovéto lůžko vyžadovalo úpravy.



Obr. 142 zdroj: vlastní



Obr. 143 zdroj: vlastní

Na proximální straně lůžka byla vidět rýha, dle které lůžko mělo být zbrušeno. Tato rýha ukazovala, jak vysoké bylo lůžko zkušební. Na distální části, respektive na upevňovací kotvě musel být přístupný šroub, který sloužil pro zaaretování upevňovací kotvy a kolenního kloubu. Tato oblast byla zbrušena na rotační brusce. Lůžko bylo na proximální straně zbrušeno do požadovaných délek a všechny hrany byly důkladně ošetřeny, aby při nasazování protézy nedošlo k poranění pacienta. Takto zbrušené lůžko bylo zašroubováno ke kolennímu kloubu ve stejném poměru, jako na lůžko zkušební. Toho bylo docíleno stejným dotažením závitů, které byly mezi lůžkem a kolenním kloubem. Stejně tak se postupovalo i s chodidlem a jeho uchycením ke kolennímu kloubu. Výsledná protéza byla předána pacientovi a nebyla nijak upravována.



Obr. 144 zdroj: vlastní



Obr. 145 zdroj: vlastní



Obr. 146 zdroj: vlastní



Obr. 147 zdroj: vlastní

10 INTERPRATACE VÝSLEDKŮ

Vzhledem k hlavnímu cíli porovnat dvě pahýlová lůžka se výsledky věnují popisu rozdílů při výrobě.

10.1 Sádrování

Lůžko klasické bylo sádrováno bez použití gumového návleku a podtlakového systému, který zajišťoval odsávání přebytečného vzduchu z oblastí mezi pahýlem a sádrovými obinadly.

Lůžko klasické bylo sádrováno bez použití lineru, proto byly hodnoty obvodů a roztečí užší než při sádrování pro lůžko plně kontaktní s pod tlakem. Lůžko klasické bylo sádrováno za použití textilní a silonové punčošky.

Lůžko klasické, když byly sádrová obinadla ovinuta kolem pahýlu, bylo specifické v tom, že byl vyvinut úměrný tlak na oblasti nad kondyly femuru, protože toto lůžko je specifické pro svoje mechanické ulpění za pomoci stlačení měkkých tkání.

Lůžko klasické po jeho jeho odsádrování, bylo obtížnější na sesunutí z důvodu vytvoření tzv. „bambule“ z důvodu komprese měkkých tkání nad oblastmi kondylů femuru.

10.2 Opracování pozitivu

Lůžko klasické, respektive pozitiv, vyžadoval větší redukci v oblastech nad kondyly femuru z důvodu mechanického ulpění na pahýl. Tato redukce byla odlišná v řádu jednotek procent.

10.3 Distální čepička

Klasické lůžko vyžadovalo WWS lůžko, které je specifické pro právě lůžko klasické. Toto lůžko, neboli distální čepička, byla vyrobena z měkkého materiálu a vyžadovala takovou úpravu, aby dokonale kopírovala distální část lůžka. Tato čepička nepatří do lůžka plně kontaktního s podtlakem, neboť vyměkčení u tohoto typu lůžka zajišťuje liner.

10.4 Ulpění na pahýl

V případě lůžka klasického je ulpění na pahýl zajišťováno mechanickým stlačením měkkých tkání nad oblastmi kondylů femuru. V případě lůžka plně kontaktního s pod tlakem je ulpění na pahýl zajišťováno pod tlakem, kdy je okolní vzduch vytlačován a mezi lůžkem a linerem je vytvořen podtlak

DISKUZE

Zpracování jednotlivých kroků k vytvoření dvou pahýlových lůžek odhalilo určité rozdíly při jejich výrobě.

Na začátku praktické části byly stanoveny tři výzkumné otázky. Zde je prostor k jejich zodpovězení.

1. Čím se liší technologická výroba klasického a podtlakového lůžka?

Největším rozdílem je proces sádrování pacienta. U lůžka klasického byla na pahýl natažena tkaná punčoška, která separovala pahýl a sádrová obinadla. V oblastech nad kondyly femuru byl vyvinut takový tlak, aby se do sádrového negativu obtiskly místa pro mechanické ulpění. Na rozdíl od sádrování lůžka plně kontaktního s podtlakem, kdy byl proces sádrování prováděn s linerem a podtlakovým systémem, nebylo nutné tvarovat oblasti nad kondyly femuru z důvodu jiného systému ulpění k pahýlu.

2. Jaké jsou rozdíly v ulpění k pahýlu pro lůžko klasické a lůžko plně kontaktní s podtlakem?

Lůžko klasické se vyznačuje mechanickým ulpěním k pahýlu, což znamená stlačení měkkých tkání nad oblastmi kondylů femuru. Dlouhodobější nošení může vyvolat atrofii svalstva. Lůžko plně kontaktní s podtlakem je specifické pro svoje ulpění k pahýlu pomocí podtlaku, který může být jak pasivní, tak i aktivní.

3. Je měkké lůžko součástí jak klasického lůžka, tak lůžka plně kontaktního s podtlakem?

Klasické lůžko, které obsahovala protéza s kolenním kloubem 3R60, bylo nošeno s tkanou punčoškou. Kontakt distální části pahýlu s laminátovým a tvrdým lůžkem nemohl být pro pacienta příjemný. Proto byla vytvořena distální čepička, která absorbovala všechny tvrdé nárazy a tlumila je. V případě lůžka plně kontaktního s podtlakem nebylo zapotřebí vytvářet měkké lůžko z toho důvodu, že protéza byla nošena s linerem, který byl v dostatečné tloušťce, aby dokázal absorbovat všechny síly působící na distální část pahýlu.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo porovnání klasického lůžka a lůžka plně kontaktního s podtlakem pro protézy pro exartikulaci v kolenním kloubu. Lůžka byla popisována z technologického pohledu. Vzhledem k faktu, že se v české literatuře nevyskytují skoro žádné publikace, byl jsem odkázán na zkušenější kolegy, kteří mi radili a také na zahraniční literaturu, která je převážně v německém jazyce.

Bylo zjištěno, že lůžko klasické má oproti lůžku plně kontaktnímu s podtlakem jiné ulpění k pahýlu. Mechanické ulpění má řadu nevýhod, ale z hlediska užití má i svoje výhody. Tento typ ulpívání na pahýl není vhodný pro aktivní pacienty, kteří jsou zvyklí například s protézou lyžovat, trekovat, nebo dělat jiné aktivní sporty. Mechanické uplívání spočívá v kompresi měkkých tkání nad kondyly femuru a tento jev může vést až k atrofii svalstva, pokud je toto lůžko nošeno dlouhodobě. V případě, že se jedná o aktivního pacienta, který využívá naplno protézu plně kontaktní s podtlakem, v úvahu připadá klasické lůžko pro domácí nošení. Při výrobě lůžka bylo dbáno na správné redukci míst, kde je zapotřebí působit kompresně a tento fakt byl přenesen do výsledného lůžka.

Naopak lůžko plně kontaktní je vhodné pro aktivní pacienty, kteří jsou zvyklí s protézou sportovat. Typ ulpění na pahýl je zajišťován podtlakem, ať už aktivním, nebo pasivním. Rozdíly v těchto systémech nejsou zanedbatelné. Pasivní podtlak funguje na bázi vytlačování přebytečného vzduchu z prostor lůžka a lineru za pomoci došlapování. Proto, aby tento pasivní podtlak fungoval správně, musí pacient nejdříve udělat pár kroků a okolní vzduch pomocí ventilu vytlačit z lůžka ven. Aktivní podtlak funguje podobně, ale s tím rozdílem, že podtlak zajišťuje po celou dobu nošení protézy a pomocí elektronického systému je vzduch z lůžka protézy vytlačován takřka nonstop. Tento typ podtlaku je vhodný pro sportování, nebo pro náročnou práci.

Dynamika vývoje nových technologií je v našem oboru velmi rychlá, proto je důležité se neustále vzdělávat. Vzhledem k tomu že je moje celá rodina v tomto oboru, kdy můj děda byl jeden z prvních majitelů protetické firmy, mám k protetice jako takové obrovský vztah.

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č. 1 Exartikulace v kolenním kloubu- trojúhelníkový tvar pahýlu
- Obrázek č. 2 Liner od firmy Otto Bock
- Obrázek č. 3 Princip fungování lineru v lůžku
- Obrázek č. 4 Potřebné věci k sádrování
- Obrázek č. 5 Body na pahýlu
- Obrázek č. 6 Měření od kolenní štěrbiny
- Obrázek č. 7 Měrný list
- Obrázek č. 8 Rozteč mediolatelární
- Obrázek č. 9 Rozteč anteriopoteriový
- Obrázek č. 10 Měření obvodů pahýlu
- Obrázek č. 11 Měření obvodů pahýlu
- Obrázek č. 12 Nastavení výšky sádrovacího stojanu
- Obrázek č. 13 Vyměkčení na sádrovacím stojanu
- Obrázek č. 14 Měření longety
- Obrázek č. 15 Nastřižení longety
- Obrázek č. 16 Měření longety
- Obrázek č. 17 Namazání pahýlu vazelínou
- Obrázek č. 18 Nasunutí gumové hadičky
- Obrázek č. 19 Přiložení longety na distální část pahýlu
- Obrázek č. 20 Vyšlápnutí distální longety
- Obrázek č. 21 Nanesení sádrovacích obinadel
- Obrázek č. 22 Tvarování negativu
- Obrázek č. 23 Označení negativu
- Obrázek č. 24 Sesouvání negativu z pahýlu
- Obrázek č. 25 Věci potřebné pro získání pozitivu
- Obrázek č. 26 Prodlužovací longeta

- Obrázek č. 27 Nahnutý negativ s longetou
- Obrázek č. 28 Vymazaný negativ vazelínou připravený na vylití sádrou
- Obrázek č. 29 Zbavení se přebytečné vzduchu poklepáním
- Obrázek č. 30 Vylitý negativ sádrou
- Obrázek č. 31 Zatvrdlý pozitiv
- Obrázek č. 32 Pozitiv
- Obrázek č. 33 Měření obvodů pozitivu
- Obrázek č. 34 Hluboké tažení rozehrátého plastu
- Obrázek č. 35 Roztažení plastu v distální části modelu
- Obrázek č. 36 Odřezávání přebytečného plastu
- Obrázek č. 37 Natažené zkušební lůžko
- Obrázek č. 38 Upevněné chodidlo ve stavěcím aparátu
- Obrázek č. 39 Nasazená upevňovací kotva
- Obrázek č. 40 Kontrola stavby pomocí statického laseru ze strany
- Obrázek č. 41 Kontrola stavby pomocí statického laseru z předu
- Obrázek č. 42 Upravená upevňovací kotva
- Obrázek č. 43 Upravená upevňovací kotva
- Obrázek č. 44 Kontrola zatížení z předu
- Obrázek č. 45 Kontrola zatížení zezadu
- Obrázek č. 46 Zkouška protézy při chůzi
- Obrázek č. 47 Zkouška protézy při chůzi
- Obrázek č. 48 Lůžko v přenášečím aparátu
- Obrázek č. 49 Zasunutá tyč v lůžku
- Obrázek č. 50 Prodlužovací longeta
- Obrázek č. 51 Prodlužovací longeta
- Obrázek č. 52 Zkušební lůžko vylité sádrou
- Obrázek č. 53 Zkušební lůžko vylité sádrou
- Obrázek č. 54 Rozříznuté zkušební lůžko

- Obrázek č. 55 Model vyžadující úpravu
- Obrázek č. 56 Model po úpravě
- Obrázek č. 57 Přilnutí distální čepičky
- Obrázek č. 58 Přilnutí distální čepičky
- Obrázek č. 59 Zbroušení distální čepičky brusným papírem
- Obrázek č. 60 Zbroušení distální čepičky molitanem
- Obrázek č. 61 Zbroušená distální čepička
- Obrázek č. 62 Zbroušená distální čepička
- Obrázek č. 63 Potřebné věci na laminaci
- Obrázek č. 64 Vrstva karbonových vláken na distální části
- Obrázek č. 65 Poslední silikonová vrstva
- Obrázek č. 66 PVA folie
- Obrázek č. 67 Laminační roztok
- Obrázek č. 68 Nalévání laminačního roztoku
- Obrázek č. 69 Prosycování laminačního roztoku
- Obrázek č. 70 Nasycené tkaniny a podvázání laminačního roztoku
- Obrázek č. 71 Broušení přebytečného laminátu v distální části
- Obrázek č. 72 Nalepení upevňovací kotvy
- Obrázek č. 73 Nalepení upevňovací kotvy
- Obrázek č. 74 Natažená PVA folie
- Obrázek č. 75 Nasycování tkanin laminačním roztokem
- Obrázek č. 76 Nasycené tkaniny a podvázání laminačního roztoku
- Obrázek č. 77 Linie pro odříznutí
- Obrázek č. 78 Linie pro odříznutí
- Obrázek č. 79 Korekce distální části lůžka
- Obrázek č. 80 Výsledná protéza
- Obrázek č. 81 Výsledná protéza
- Obrázek č. 82 Protéza na pacientovi

- Obrázek č. 83 Protéza na pacientovi
- Obrázek č. 84 Potřebné věci k sádrování
- Obrázek č. 85 Gumový návlek s tkaninou
- Obrázek č. 86 Připravené longety
- Obrázek č. 87 Longeta pro distální část
- Obrázek č. 88 Vyšlápnutí distální longety
- Obrázek č. 89 Nanášení longet
- Obrázek č. 90 Ovíjení sádrových obinadel
- Obrázek č. 91 Natažení gumového návleku
- Obrázek č. 92 Utěsnění gumového návleku
- Obrázek č. 93 Kontrola sádrových obinadel a odsávání
- Obrázek č. 94 Sesunutí gumového návleku
- Obrázek č. 95 Sesunutí negativu z pahýlu
- Obrázek č. 96 Měření rozteče
- Obrázek č. 97 Měření rozteče
- Obrázek č. 98 Měření obvodů pahýlu
- Obrázek č. 99 Měření obvodů pahýlu
- Obrázek č. 100 Vnitřní strana negativu
- Obrázek č. 101 Věci potřebné pro získání pozitivu
- Obrázek č. 102 Prodlužovací longeta
- Obrázek č. 103 Vymazaný negativ připravený na vylití sádrou
- Obrázek č. 104 Vylévání sádrou
- Obrázek č. 105 Vyklepání přebytečného vzduchu
- Obrázek č. 106 Pozitiv
- Obrázek č. 107 Model připravený na hluboké tažení
- Obrázek č. 108 Model připravený na hluboké tažení
- Obrázek č. 109 Zkušební lůžko bez úprav
- Obrázek č. 110 Zkušební lůžko bez úprav

- Obrázek č. 111 Příprava na statickou zkoušku
- Obrázek č. 112 Kontrola lůžka pomocí statického laseru z předu
- Obrázek č. 113 Kontrola lůžka pomocí statického laseru zezadu
- Obrázek č. 114 Upevněné lůžko ve stavěcím aparátu
- Obrázek č. 115 Magnetová podložka
- Obrázek č. 116 Linie ze strany
- Obrázek č. 117 Linie ze strany
- Obrázek č. 118 Nalepení upevňovací kotvy
- Obrázek č. 119 Nalepení upevňovací kotvy
- Obrázek č. 120 Statická zkouška na pacientovi
- Obrázek č. 121 Statická zkouška na pacientovi
- Obrázek č. 122 Dynamická zkouška protézy
- Obrázek č. 123 Dynamická zkouška protézy
- Obrázek č. 124 Prodlužovací longeta
- Obrázek č. 125 Prodlužovací longeta
- Obrázek č. 126 Zkušební lůžko vylité sádrou
- Obrázek č. 127 Sesunutí zkušební lůžka z modelu
- Obrázek č. 128 Věci potřebné pro laminaci
- Obrázek č. 129 Uvázaná první PVA folie
- Obrázek č. 130 Karbonová tkanina na distální části
- Obrázek č. 131 Nalévání laminačního roztoku
- Obrázek č. 132 Prosysování laminačního roztoku
- Obrázek č. 133 Nasycené tkaniny a podvázání laminačního roztoku
- Obrázek č. 134 Nasycené tkaniny a podvázání laminačního roztoku
- Obrázek č. 135 Broušení přebytečného laminátu v distální části
- Obrázek č. 136 Nalepení upevňovací kotvy
- Obrázek č. 137 Nalepení upevňovací kotvy
- Obrázek č. 138 Zašroubování dummy adaptéru

- Obrázek č. 139 Karbonová tkanina a silonový návlek
- Obrázek č. 140 Nasycené tkaniny a podvázání laminačního roztoku
- Obrázek č. 141 Nasycené tkaniny a podvázání laminačního roztoku
- Obrázek č. 142 Laminátové lůžko
- Obrázek č. 143 Vnitřní laminátové lůžko s okrajem
- Obrázek č. 144 Finální protéza
- Obrázek č. 145 Finální protéza
- Obrázek č. 146 Finální protéza na pacientovi
- Obrázek č. 147 Finální protéza na pacientovi

SEZNAM TABULEK

- Tabulka č. 1 Změřené hodnoty na pahýlu
- Tabulka č. 2 Hodnoty obvodů pro redukci pozitivu
- Tabulka č. 3 Změřené hodnoty na pahýlu
- Tabulka č. 4 Hodnoty obvodů pro redukci pozitivu

SEZNAM LITERATURY

- BAUMGARTNER, R., Amputation und Prothesenversorgung. 3.vyd. Stuttgart: Thieme, 2008. 469 s. ISBN 978-3-13-136153-0.
- BERKA, Ivan; HAVLÍČEK, Vladimír & JANÍČEK, Pavel. Exartikulace v kolenním kloubu a následné protetické řešení. *Ortopedická protetika*. 2002, 4(7), stránky 10-13. ISSN: 1212-6705.
- BROZMANNOVÁ, B., CMUNT, E., HADRABA, I., KOREŇ, J., *Ortopedická protetika*, Osveta, 1990.
- ČÍŽEK, K. 1989. Exartikulace v kolenním kloubu - chirurgické a protetické poznámky. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca*. 1989, 56(3), stránky 265-270. ISSN: 0001-5415.
- DUNGL Pavel a kol., *Ortopedie*, 1.vydání, Praha: Grada, 2005 ISBN 80-247-0550-8.
- DUNGL, Pavel a kol. *Ortopedie*. 2. přepracované vydání, Praha: Grada, 2014. ISBN: 978-80-247-4357-8.
- DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. 2. Praha: GRADA, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.
- FOPTO, *Ortopedická protetika (standarty, současných protetických pomůcek)*, 2017.
- GREITEMANN, Bernhard. Exartikulace v koleni a transkondylární amputace – operativní postupy, problémy, možnosti řešení. *Ortopedická protetika*. 2017/20. ISSN: 1212-6705.
- HADRABA, I., 2006. *Ortopedická protetika*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1296-8.
- HEIM., S.; KAPHINGST, W.: *Základy protetiky horních a dolních končetin* (překlad V. Voděra). Praha: FOPTO 2002. (Publikace původní práce 1991).
- HR, J; FRIEDLY, J; MOLTON, I; MORGENROTH, D; JENSEN, M.P. & SMITH, D.G. Pain and pain-related interference in adults with lower-limb amputation: Comparison of knee-disarticulation, transtibial, and transfemoral surgical sites. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 2009, 46(7), stránky 963-972.
- Janíková, E. & Zeleníková, R. (2013). *Ošetrovatelská péče v chirurgii: pro bakalářské a magisterské studium*. Praha: Grada.

- JANSEN, K. & JENSEN, Steen J. Operative technique in knee disarticulation. *Prosthetics and Orthotics International*. 1983, 7, stránky 72-74.
- KAPHINGST, W. *Protetika: Základy protetiky dolních a horních končetin*. Praha : Federace ortopedických protetiků technických oborů, 2002. str. 313.
- KRAWCZYK, Petr a Jiří ROSICKÝ. *Protetika 3: studijní opora*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2014b. str. 80. ISBN 978-80-7464-602-7.
- KUBEŠ, R. Amputace. In DUNGL, P. a kol. *Ortopedie*. Praha: Grada Publishing, 2005, s. 165 - 176, 1280 s. ISBN 80-247-0550-8.
- LOCKETTE, K. F., KEYES, A. M.: *Conditioning With Physical Disabilities*. USA Human Kinetics, 1994. ISBN 0-87322-614-3.
- MARSHALL, C., & STANSBY, G. (2010). Amputation and rehabilitation. *Surgery*. 28(6), 284- 287.
- MURDOCH, George. *Knee disarticulation amputation*. Bulletin of prosthetics research. [Online] c1968 [Citace: 6. červenec 2016] stránky 14-18.
- PANEŠ, V., 1993. Vybrané kapitoly z chirurgie, traumatologie, ortopedie a protetiky: učební text pro střední zdravotnické pracovníky. Olomouc: Epava. ISBN 8090147127.
- SOSNA, Antonín. *Základy ortopedie*. Praha: TRITON, 2001. ISBN 978-80-7254-202-4.
- TALPOVÁ, E. Rehabilitace u klienta po amputaci končetin. *Sestra*. Praha: Mladá fronta a.s. ISSN 1210-0404. 2011. roč. 21, č.6, s. 39-41.
- TICHÝ, M. *Dysfunkce kloubu V Dolní končetina*. Praha : Miroslav Tichý , 2008. 978-80-254-2251-9.
- ZEMAN, M. & KRŠKA, Z. (2011). *Chirurgická propedeutika* (3., přeprac. a dopl. vyd.[i.e. 4. vyd.]). Praha: Grada.
- ZEMAN, M., 2004. Speciální chirurgie. 2. vyd. Praha: Galén. ISBN 8072622609.

ÚSTNÍ SDĚLENÍ:

- Princ, V. – ortotik-protetik Mezinárodní školení Otto Bock, Hustopeče, 17.10.2019