

Univerzita Karlova v Praze

**Fakulta tělesné výchovy a sportu**

**Výroba transtibiální protézy TSB s využitím lineru a podtlakového systému  
u pacientů s diabetem**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.**

Vypracoval:

**Maher Debs**

Praha, srpen 2015

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 20. srpna 2015

.....

podpis diplomanta

## **Evidenční list**

Souhlasím se zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými parametry.

Jméno a příjmení :                      Fakulta / katedra :                      Datum vypůjčení:                      Podpis: \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat doc. PaedDr. Dagmaře Pavlů, CSc. za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Dále expertům týmu z firmy Otto Bock, kteří mi poskytli cenné informace k výrobě transtibiální protézy s podtlakovým systémem a firmě Sanomed, zejména panu Čapkovičovi, který mi umožnil zde absolvovat odborné praxe.

## **Abstrakt**

**Název:** Výroba transtibiální protézy TSB s využitím lineru a podtlakového systému u pacientů s diabetem.

**Cíle:** Má práce se skládá z části obecné, která podává stručný přehled jednotlivých kroků léčby po stránce chirurgické, rehabilitační a protetické u diabetického pacienta s transtibiální amputací. V části speciální popisují různé typy pahýlových lůžek a jejich odlišnost v uchycení na pahýlu k určení správného typu pahýlového lůžka pro diabetického pacienta s transtibiální amputací. Popisují různé typy linerů a podtlakový systém. Na závěr popisují výrobu dané TSB protézy.

**Metody:** Moje práce je teoretickou studií, s cílem analýzy a následné syntézy aktuálních poznatků k řešené tématice. V mé práci jsem vycházel z poznatků odborných seminářů, dále využívám metodu neformálního rozhovoru s expertem jednotlivých protetických firem a dostupné odborné literatury.

**Výsledky:** Lůžko s jednocestným ventilem je vhodnou alternativou pro amputaře s diabetem a zajišťuje dokonalý komfort. Zabraňuje tvorbě otlaků a odřenin, zvyšuje prokrvení daného pahýlu.

**Klíčová slova:** transtibiální protéza, pahýlové lůžka, bérceová protéza, podtlakový systém, TSB, výroba transtibiální protézy, liner.

## **Abstract**

**Title:** Production transtibial prosthesis TSB using a liner and vacuum system in patients with diabetes.

**Target work:** My work consists of a general part which provides a brief overview of each step of treatment after the surgery, rehabilitation and prosthetic diabetic patient with transtibial amputation. In a special section describes the different types of stubs sockets, and their difference the attachment to stump for determining the type of administrative stub beds for diabetic patients with transtibial amputation. I describe the various types of liners and vacuum system. Finally, I describe the production of the TSB prosthesis.

**Methods:** My work is theoretical studies to analysis and subsequent synthesis of current knowledge to solving issues. In my work, I relied on the findings of expert seminars, as well as the method I use an informal chat with an expert prosthetic individual companies and the available literature.

**Result:** Stub socket with a one-way valve is a suitable alternative for amputees with diabetes and provides perfect comfort. Prevents the formation of calluses

**Keywords:** transtibial prosthesis stubs sockets, Lower thigh prosthesis, vacuum systém, TSB, production transtibial protesís, liner.

## Obsah

1.	Úvod .....	10
2.	Metodika práce .....	10
2.1.	Cíl práce .....	10
2.2.	Úkoly práce .....	10
2.3.	Metoda práce .....	11
3.	Obecná část .....	12
3.1.	Rozvoj protetiky na našem území .....	12
3.2.	Diabetes mellitus (úplavice cukrová) .....	12
2.2.1.	Syndrom diabetické nohy .....	13
3.3.	Amputační výkon .....	14
3.3.1.	Amputace v podkolení .....	15
3.3.2.	Úpravy amputačního pahýlu .....	15
3.3.3.	Pooperační ošetření .....	16
3.3.4.	Fantomovév pocity a bolesti .....	16
3.4.	Pooperační rehabilitace .....	17
3.4.1.	Polohování pahýlu .....	17
3.4.2.	Bandážování pahýlu .....	18
3.4.3.	Péče o jizvu .....	20
3.4.4.	Otužování pahýlu .....	21
3.4.5.	Masáž pahýlu .....	21
3.4.6.	Otužování pomocí pomůcek .....	21
3.4.7.	Příprava a nácvik chůze o berlích a typy chůze .....	22
3.4.7.1.	Chůze po schodech .....	23
3.4.7.2.	Časté chyby při chůzi .....	23
3.4.7.3.	Metodické pokyny pro nácvik chůze .....	23
3.5.	Rozdělení aktivity pacienta dle systému MOBIS® .....	24
4.	Speciální část .....	25
4.1.	Typy pahýlových lůžek transtibiální protézy a jejich uchycení na pahýlu .....	26
4.1.1.	Pahýlové lůžko protézy UKB .....	26
4.1.2.	Pahýlové lůžko protézy PTB .....	26
4.1.3.	Pahýlové lůžko protézy PTS .....	27

4.1.4.	Pahýlové lůžko protézy KBM .....	27
4.1.5.	Pahýlové lůžko protézy TSB .....	27
4.2.	Využití lineru u pacientů s transtibiální amputací .....	28
4.2.1.	Silikon linery .....	28
4.2.2.	Polyuretan linery .....	29
4.2.3.	Kopolymer linery .....	30
4.3.	Podtlakový systém u transtibiální protézy .....	31
4.4.	Transtibiální protéza .....	32
4.4.1.	Biomechanika pahýlového lůžka u transtibiální protézy .....	33
4.4.2.	Zatížitelné oblasti .....	34
4.4.3.	Nezatížitelné oblasti .....	35
4.4.4.	Biomechanika uložení pahýlu .....	35
4.5.	Výroba transtibiální protézy TSB s využitím lineru a podtlakového systému.....	36
4.5.1.	Získání sádrového negativu .....	36
4.5.2.	Zhotovení sádrového modelu.....	38
4.5.3.	Výroba zkušebního pahýlového lůžka .....	38
4.5.4.	Počáteční stavba transtibiální protézy a její příprava ke zkoušce ...	39
4.5.4.1.	Biomechanika stvby protézy .....	39
4.5.4.	Zkouška protézy .....	40
4.5.5.	Dokončení výroby prtézy .....	41
4.5.6.	Předání protézy .....	42
5.	Výsledky .....	42
6.	Diskuse .....	43
7.	Závěr .....	43
8.	Použité zdroje .....	45
9.	Přílohy .....	45



## Seznam zkratek a cizích slov

DKK .....	dolní končetiny
HKK .....	horní končetiny
KBM .....	Kondylen Bettung Münster
MOBIS® .....	je zkratka (Mobility System ) pro systém mobility
PTB .....	patellar tendon Bearing socket
PTS .....	patella tendon-supracondylaris suspension sockets
TSB .....	tendon-supracondylar Bering socket
UKB .....	Unterhalb kondylen Bettung
WHO .....	World Health Organization 2005
Adaptér .....	zařízení rozšiřující původní použití
Adheruje .....	srůstá
Ateroskleróza .....	kornatění
Etiologie .....	příčina
Facilitace .....	stimulace
Kondylen Bettung Münster .....	kondylární lůžko vyrobené v Münsteru
Modulární .....	stavebnicový, sestavitelný z typizovaných částí
Periost .....	Okostice
Unterhalb des Knies Bettung .....	podkolení lůžko

## **1. Úvod**

Díky stálému rozvoji v technologii vznikají nové a nové materiály, které mají vliv na výrobu a vývoj jednotlivých typů protéz a pahýlových lůžek. Použitím kompozitních materiálů jako je uhlík, kevlar a různé lehčené slitiny kovů, získáme u protéz pevnost a lehkost. Polyuretany a silikony poskytují komfort pahýlu v pahýlovém lůžku.

V bakalářské práci se zaměřuji na transtibiální protézu, typy pahýlových lůžek a výrobu bérce protézy s podtlakovým systémem. Má práce je rozdělena na dvě části, obecnou a speciální.

V obecné části se zabývám stručným popisem historie protetiky na našem území, stručným popisem samotné nemoci diabetes mellitus, amputačními chirurgickými výkony a následnou rehabilitační péčí. Dále jak správně polohovat pahýl, pečovat o pahýl, jizvu a jeho příprava na protézu a nácvik chůze. Je zde seznámení s klasifikačním systémem od firmy Otto Bock, známý jako MOBIS® . (25)

Speciální část se zaměřuje po stránce protetické na stručný popis typů pahýlových lůžek a jejich odlišnost v uchycení na pahýlu k určení správného typu pahýlového lůžka pro diabetického pacienta s transtibiální amputací. Dále se zaměřuje na typy linerů a podtlakový systém u transtibiální protézy. Na závěr popisují jednotlivé fáze výroby transtibiální protézy TSB a biomechaniky s ní spojené.

## **2. Metodika práce**

### **8.1. Cíl práce**

Cílem mé práce je podat ucelený přehled k určení správného typu pahýlového lůžka s využitím lineru a podtlakového systému, vhodný pro pacienta s diabetem. V mé práci jsem čerpal z poznatků a informací získaných z odborných lékařských a zdravotnických publikací, ze zkušeností našich a zahraničních protetických odborníků. Na závěr popisují výrobu transtibiální protézy TSB.

Stanovil jsem následné body k splnění cíle mé práce.

## **2.2. Úkoly práce**

- Shromáždit potřebná data a odbornou literaturu a její prostudování;
- odborné konzultace daných poznatků s kapacitami ve svém oboru, našich i zahraničních pracovišt';
- sběr fotografií a informací k dané problematice z internetu;
- popis jednotlivých typů lůžek a popis samotné výroby dané bérceové protézy;
- vytvoření stručného přehledu výsledků mé práce.

## **2.3. Metoda práce**

Má práce je teoretickou studií, s cílem analýzy a následné syntézy aktuálních poznatků k řešené tématice. V mé práci jsem vycházel z poznatků odborných seminářů, školících modulů uskutečněných v různých protetických zařízeních, dále využívám metodu neformálního rozhovoru s experty jednotlivých protetických firem. Vycházím z dostupné odborné literatury, časopisů a internetových zdrojů. Tato práce podává stručný přehled jednotlivých kroků léčby po stránce lékařské a protetické u pacienta s transtibiální amputací a jeho protézování. Ve své práci se pokouším vyzdvihnout některé problematiky, na které by se měl protetický technik zaměřit, pro správné navrzení a výrobu samotné protézy. Proto jsou v mé práci dvě části, obecná a speciální.

V obecné části se zabývám stručným popisem historie protetiky na našem území, nemocí diabetes mellitus (syndrom diabetické nohy), amputačními chirurgickými výkony a následnou individuální rehabilitační péčí u pacienta s transtibiální amputací, kde je nedílnou součástí správné polohování pahýlu, péče o samotný pahýl a jizvu, příprava na protézu, nácvik chůze o berlích. Seznámení s klasifikačním systémem od firmy Otto Bock, známý jako MOBIS®.

Ve speciální části se zabývám samotnou problematikou správné volby transtibiálního lůžka a následné protézy pro pacienta s diabetem. V průběhu patnácti let mého působení na nejmenované protetice, jako protetický technik jsem absolvoval mnoho odborných seminářů v organizaci FOPTO i mimo ni, dále jsem se zúčastnil školících modulů uskutečněných v různých protetických zařízeních a speciálních praxí v protetickém zařízení při mém studiu. Narazil jsem na velký počet transtibiálních protéz s nevyhovujícími pahýlovými lůžky, kde se dosti často opomíjí samotná podstata

dané problematiky u pacientů s diabetem a zaměřuje se za jiné traumatické poranění, končící následnou amputací končetiny. V této části analyzují jednotlivé typy pahýlových lůžek, typy linerů a podtlakový systém. Na závěr popisují výrobu transtibiální protézy s podtlakovým systémem u pacientů s diabetem.

### **3. Obecná část**

#### **3.1. Rozvoj protetiky na našem území**

Protézy se na našem území vyráběly a vyvíjely v tak zvaných lazaretech pro mrzáky, dále se tato zařízení zhumanizovala a dostala název ortopedická protetika. Tato zařízení (oddělení) se stala nedílnou součástí krajských nemocnic, které zastřešoval primář. (15)

V roce 1980 došlo k výraznému rozvoji protéz zásluhou doc. MUDr. Ivana Hadraby, CSc. a MUDr. Eduarda Cmunta, když se uskutečnilo první setkání s firmou Otto Bock. Jejich specialisté nás seznámili s novou technologií a novými materiály. Otto Fruzinsky z firmy Otto Bock předvedl Modulární protézu, která je sestavena z typizovaných částí a laminátového lůžka. Tato modulární protéza postupně začala vytlačovat zastaralé typy dřevěných a kožených protéz. Nesmíme opomenout na Jiřího Kaisera, který má velký podíl na rozšíření této technologie. (15)

#### **3.2. Diabetes mellitus (úplavice cukrová)**

Je to časté onemocnění, které postihuje naši populaci. Diabetes je chronické onemocnění, které se vyskytuje, když slinivka břišní neprodukuje dostatek inzulínu nebo když tělo nemůže efektivně využívat inzulín, který produkuje. Inzulín je hormon, který reguluje hladinu cukru v krvi. U neléčených pacientů s hyperglykemií nebo zvýšenou hladinou krevního cukru, v delším časovém horizontu, dochází k vážnému poškození mnoha systémů v těle:

- Diabetes zvyšuje riziko onemocnění srdce a cévní mozkové příhody. V mezinárodní studii 50% lidí s diabetem umírá na kardiovaskulární onemocnění.
- Diabetes v kombinaci se sníženým průtokem krve a neuropatie v dolních končetinách zvyšuje pravděpodobnost tvorby vředů, infekce a následné špatné hojení, což často končí amputací dané končetiny.

- Diabetická retinopatie je hlavní příčinou slepoty, kdy dochází v důsledku dlouhodobého akumulovaného poškození malých krevních cév v sítnici. Jedno procento světové slepoty lze připsat diabetu.
- Diabetes je jednou z hlavních příčin selhání ledvin. (28)

Rozeznáváme dva typy diabetu:

1. Typ: se vyznačuje snížením až vymizením sekrece inzulínu. Příčinou je zánik B-buněk (beta) Langerhansových ostrůvků. Onemocnění je spojeno s přítomností tří vzájemně provázaných faktorů:
  1. genetickými předpoklady,
  2. autoimunitou - kde dochází k likvidaci B-buněk vlastním imunitním systémem,
  3. faktory zevního prostředí – ty se jeví jako spouštěcí mechanismy autoimunitního procesu. Mohou to být některá banální infekční virová onemocnění, různé chemické a toxické látky. (11)
2. Typ: u kterého je etiologie neznámá a objevují se dvě základní poruchy:
  1. porucha inzulínové sekrece, ta se projevuje nedostatečnou sekrecí inzulínu do krve,
  2. neschopností periferních tkání odpovídat na inzulín - **inzulinová rezistence**.  
V krvi pacientů bývá zvýšená hladina inzulínu (hyperinzulinémie), která sama o sobě vede k obezitě, zvýšení hladiny lipidů v krvi, hyperurikémii (zmnožení kyseliny močové a jejich solí v krvi), hypertenzi a výraznému riziku ischemické choroby srdeční. (11)

Diabetes se projevuje poruchou metabolismu cukru, ale i tuku a proteinů. Tyto patologické nálezy působí negativně na celý organismus (v pankreatu, v cévním systému a v ledvinách). (11)

### 3.2.1. Syndrom diabetické nohy

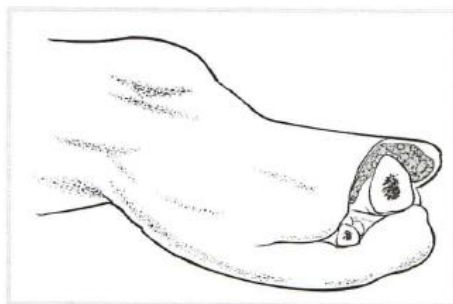
Podle WHO je syndrom diabetické nohy definován jako ulcerace nebo destrukce tkání na nohou diabetiků spojená s neuropatií a s různým stupněm ischemie a velmi často i s infekcí. (19)

Infekce diabetických ulcerací je nejčastějším důvodem pro hospitalizaci pacientů se syndromem diabetické nohy a v mnoha případech je i hlavní příčinou amputaci. (19)

### 3.3. Amputační výkon

Indikace k amputaci vychází z klinického nálezu charakterizovaného gangrénou, těžko tlumitelnou bolestí nebo neustupujícím septickým stavem. Většina výkonů i diabetiků by měla patřit mezi výkony plánované, kdy konzervativní léčbou dosáhneme ohraničení procesu infekce nebo nekrózy, aby úroveň amputace byla co nejnižší. Úroveň amputace je v tomto případě prakticky určena stavem cévního zásobování. Rozhodující je rozlišení proximálního a distálního cévního uzávěru a posouzení možnosti cévní rekonstrukce.(19)

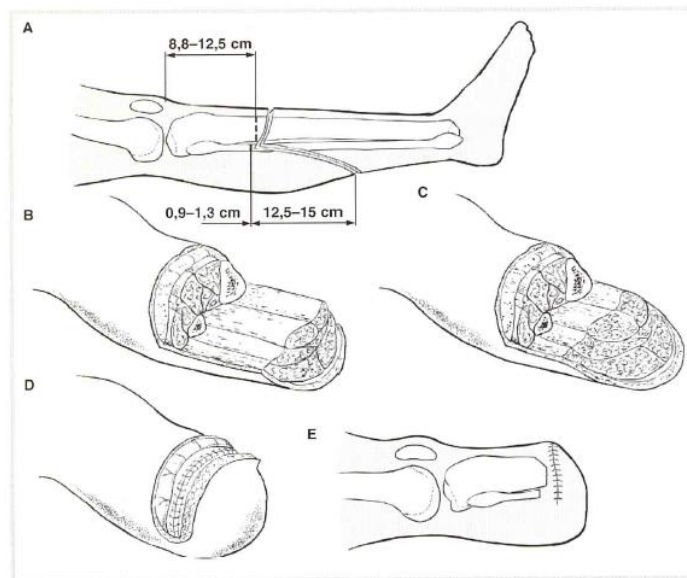
V případech, kdy je indikovaná amputace nohy a infekce je buď zcela vyřešena, nepřítomna, nebo jde-li o infekci ohraničenou, provádíme amputaci v jedné době, tedy s konečnou úpravou a primární suturou pahýlu. Jiná je situace u septického stavu, progresivní vlhké gangrény nebo flegmonózně se šířící infekce. V případě, že se nám nedaří zvládnout stav konzervativně nebo méně radikálními chirurgickými výkony dvoudobé amputace (open amputation). Metoda spočívá v ponechání otevřené drenáže pahýlu s nutností primárního odloženého stehu. Příprava laloků vychází ze zamýšlené úrovně amputace. Lalok je v operační ráně fixován inverzí (obr. 1). (19)



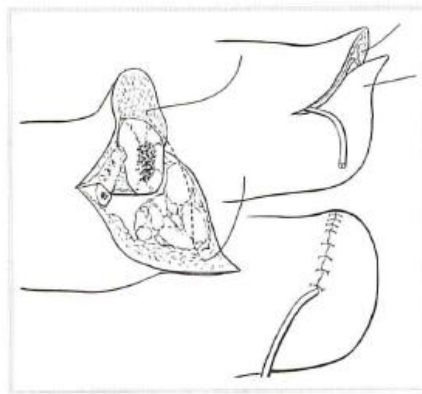
Obr. č. 1: Schéma otevřené amputace v bérce (19)

### 3.3.1. Amputace v podkolení

Amputace v podkolení se provádí na úrovni rozhraní střední a horní třetiny bérce (cca 12 – 17 cm distálně od mediální kloubní štěrbině dle celkové výšky pacienta), tedy v místech, kde můžeme vytvořit kvalitní dorzální lalok pro krytí pahýlu (obr. 2). Základní podmínkou je přijatelné cévní zásobení v úrovni amputace – podle Barnese minimální systolický tlak 70 mm Hg (při dopplerovském vyšetření). Velmi důležitá je myoplastická sutura periostu a fascie předního a zadního kompartmentu (obr. 3), (19)



Obr. č. 2: Schéma optimální úroveň amputace pod kolenem (19)

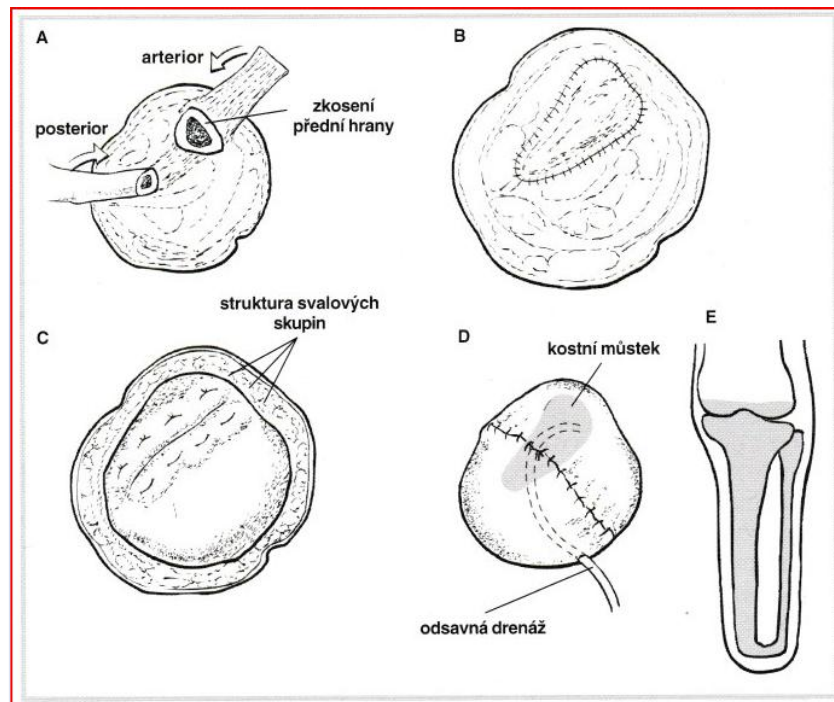


Obr. č. 3: Schéma myoplastické sutury při amputaci bérce (19)

### 3.3.2. Úpravy amputačního pahýlu

I při správně provedené amputaci v úrovni bérce nebo femoru mají někdy nemocní výrazné bolesti ve zbytku končetiny, která otéká a pahýl postupně atrofuje. Pro

tyto stavy navrhl Ertl osteomyoplastickou úpravu, která spočívá v preparaci nervových struktur, jejich povytažení resekci co nejvýše nad osteotomií tak, aby se zatáhly mimo nejvíce zataženou část pahýlu. Dlátem vyzvoříme na distálním konci pahýlu tibie i fibuly osteoperiosteální lalok, z něhož zformujeme můstek mezi oběma kostmi po zkrácení obou kostí. Přes tento můstek provedeme myoplastický steh svalových skupin. (11)



Obr. č. 4: Schéma osteomyoplastické úpravy pahýlu bérce dle Ertla (19)

### 3.3.3. Pooperační ošetření

Existují dva pooperační postupy na formování pahýlu. Prvním je použití rigidního obvazu, u diabetických pacientů je však tento postup nevyhovující z důvodu špatného přístupu k ráně a riziku otlaků. Proto se častěji u těchto pacientů používá měkký obvaz. (19)

### 3.3.4. Fantomové pocity a bolesti

Projevují se jako pálení kůže, křeče či bolesti v místech amputované části končetiny. Touto problematikou většinou trpí pacienti, kteří trpěli touto problematikou před amputací. Přestože byla daná příčina odstraněna, jsou stále v mozkové kůře ložiska



dráždění. Fantomové pocity (pacient stále cítí a vnímá amputovanou část) považujeme za normální pooperační stav. Zbavení fantomových bolestí je problematické a není vždy zaručeno. U daného pacienta je aplikovaná medikamentózní terapie, fyzioterapie, akupunktura, v horších případech i neurochirurgická revize pahýlu. (1,4)

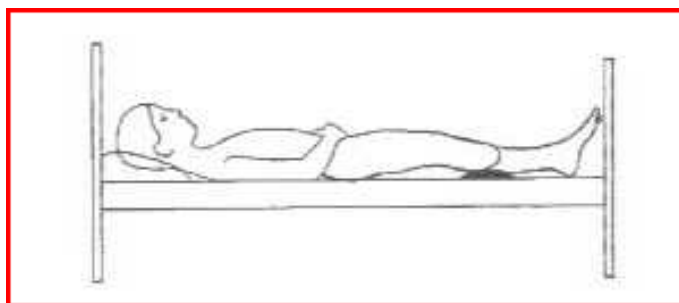
### **3.4. Pooperační rehabilitace**

S rehabilitací začínáme druhý den po operaci s cvičením na lůžku. S pacientem provádíme dechová cvičení, nacvičujeme sed na lůžku s extendovanou DK. Dále posilujeme HKK pomocí koziček a lůžkové hrazdičky, tím si pacienta připravujeme na pozdější chůzi o berlích. Dále se zaměříme na protažení a posílení DKK dle možností amputovaného pahýlu, danou instruktáž učíme pacienta. (13,8,21)

#### **3.4.1. Polohování pahýlu**

Na polohování pahýlu nesmíme zapomínat, díky polohování pahýlu předcházíme kontraktuře v kolenním kloubu. Tyto kontraktury by způsobily velké komplikace při nasazování protézy a samotné chůzi v protéze. Flekční kontraktura kolenního kloubu u amputované končetiny zabraňuje extenzi daného kolene a tím pádem nestabilitu při stoji a při přenášení těžiště z jedné končetiny na druhou při chůzi.

Polohování provádíme v leže na zádech, podložením distální části pahýlu. Necháme pasivně působit vlastní váhu končetiny a gravitaci na extenzi kolenního kloubu nebo může pacient aktivně provádět extenzi v kolenním kloubu. (21,13)



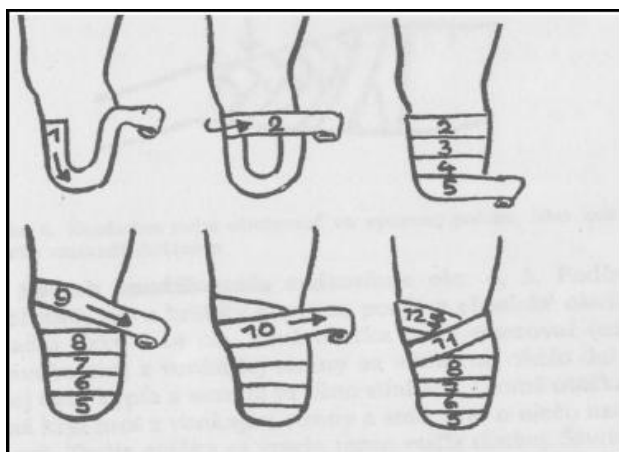
Obr. č. 5: polohování pacienta vleže na zádech (13)

### 3.4.2. Bandážování pahýlu

Po zahojení pooperační rány provádíme bandážování pahýlu pomocí elastického obinadla. Tvar pahýlu není předem dán a není definitivní, proto je nutné pahýl formovat do lehkého kónusu. Zejména pro zmírnění pooperačního otoku a pro pozdější nasazování protézy. (20)

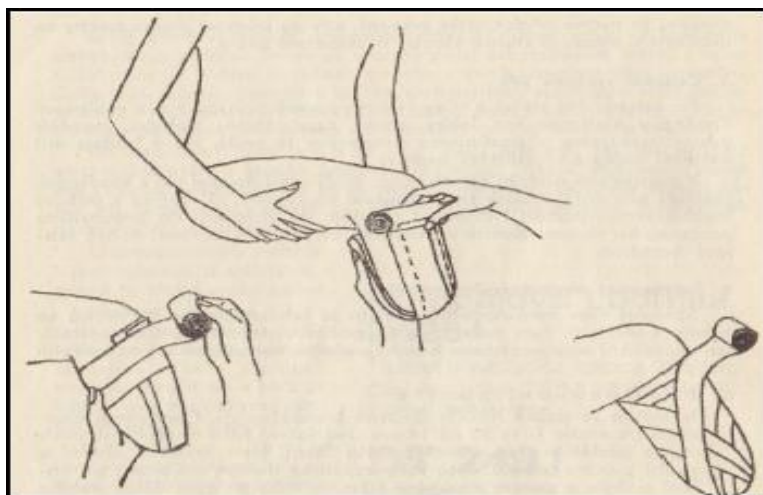
Máme 4 typy bandážování transtibiálního pahýlu:

1. Začínáme jedním podélným tahem přes vrchol pahýlu, potom zajistíme jednou otáčkou při kořenu pahýlu předchozí vrstvu obinadla. Dále postupujeme třemi otáčkami ke konci pahýlu, a opět třemi otáčkami obinadla postupujeme vzhůru ke kořenu pahýlu. Na konci použijeme osmičkový nebo spirálový systém sahající nad kolenní kloub zakončující otáčky obinadla. (17)



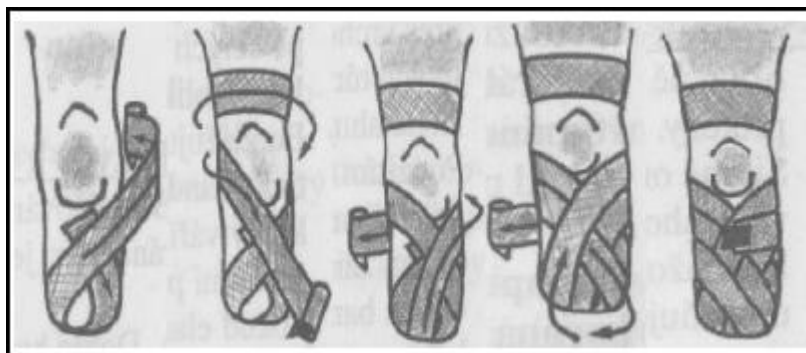
Obr. č. 6: Způsob 1. bandážování pahýlu (17)

2. Začínáme třemi podélnými tahy obinadla přes vrchol pahýlu, tím zakryjeme přední a zadní stranu pahýlu. Potom dvěma otáčkami zajistíme při kořenu pahýlu předchozí tři vrstvy obinadla. Dále dlouhými šikmými tahy jdoucí přes celou délku pahýlu přitahujeme okraj, tak abychom docílili kónického tvaru amputačního pahýlu. (20)



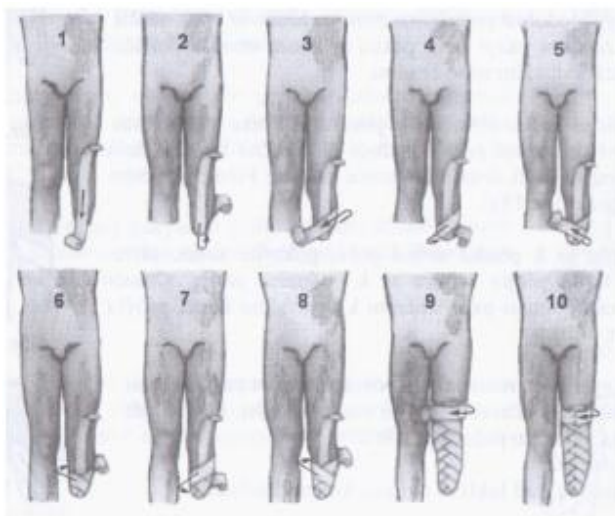
Obr. č. 7: Způsob 2. bandážování pahýlu (20)

3. Začínáme bandážování z přední strany pahýlu směrem k jednomu rohu pahýlu, dále obtočíme obinadlo přes zadní stranu směrem k přední straně přes roh pahýlu. Další otáčku vedeme šikmým směrem vzhůru za koleno, tím vznikne na přední stěně překřížení obinadla. Obinadlem provedeme jednu celou otáčku nad kolenem (nad čéškou) a vracíme se otáčkou křížící se za kolenem zpět na přední stranu pahýlu. Obinadlem se dostaneme na nepokrytou kůži na opačné straně rohu pahýlu. Obinadlo obtočíme kolem zadní strany k přední stěně pahýlu. Při otáčkách zakrýváme holou kůži pahýlu. Dále pokračujeme otáčkou šikmo vzhůru za koleno. Pokračujeme překřížením obinadla na přední straně, směřujeme na opačný roh pahýlu, přičemž překrýváme holou kůži. Potom se otočkou přes zadní stranu vrátíme k přední stěně druhého rohu pahýlu, kde překřížíme a pokračujeme opět k zadní straně pahýlu. Pokračujeme v bandážování tvořící na přední straně pahýlu písmeno „X“ až do úplného obvázání a zakrytí kůže a pahýlu. Nakonec zajistíme konec obinadla pod předchozí otáčky. (18)



Obr. č. 8: Způsob 3. bandážování pahýlu (18)

4. Překryjeme obinadlem přední stranu pahýlu. Dále vedeme otáčku přes vrchol pahýlu a šikmo po zadní straně směrem na přední stranu k druhému rohu opačné strany pahýlu. Otáčkou pokračujeme přes zadní stranu, kde dochází ke křížení obinadla. Ze zadní strany pahýlu vedeme otáčku zpět na přední stranu k opačnému rohu pahýlu. Postupně otáčkami vytvoříme klasový vzhled bandážování. Takto postupujeme až nad koleno, kde připevníme konec obinadla. (18)



Obr. č. 9: Způsob 4. bandážování pahýlu (18)

### 3.4.3. Péče o jizvu

Nesmíme opomenout péči o samotnou jizvu. Již v časném stádiu hojení lze jizvy ošetřovat manuální měkkou technikou. Jemně masírovat okolí jizvy a po odstranění stehů lze provést přímo masáž jizvy. Strečink (protahování) provádíme mezi palci nebo používáme tzv. „metodu céčka nebo esíčka“. Jizvu nesmíme roztahovat, aby nedocházelo k oddalování okrajů operační rány. U hlubokých jizev můžeme využít tlaku na hluboké vrstvy metodou tzv. ischemické komprese spoušťových bodů tj. léčby velkým tlakem. Tlačíme při ní bříškem prstu na jizvu proti podkladu takovou silou, aby se nehtové lůžko odkrvilo - zbělalo a tlak ponecháme působit cca 15 sekund. Poté povolíme a prst přesuneme na vedlejší část jizvy a postup opakujeme. Přes jizvu tedy prstem nepřejíždíme, pouze tlačíme. Tímto způsobem promasírujeme celou jizvu. Další vhodnou metodou je i míčkování nebo masáž jizvy pomocí facilitačních míčků. U jizvy lze manuální měkkou technikou obnovit vzájemnou posunlivost všech vrstev, kterými

jizva prochází, tzn. kůže, podkoží, povrchové a hluboké fascie. V případě jizvy v blízkosti kosti lze obnovit i posunlivost periostu. Zásadou je postupovat od povrchových vrstev k vrstvám nejhlubším. Při terapii kterékoliv vrstvy využíváme fenoménu bariéry. Terapie začíná relaxačním hlazením jizvy a jejího okolí. Následuje protažení jizvy a kůže v okolí ve všech směrech, následně se protahuje pojivová řasa v podkoží a uvolňují se jednotlivé vrstvy měkkých tkání. Po protažení kůže a jizvy můžeme u pacienta krátkodobě aplikovat horkou rolku, což je nahřátý ručník smotaný do ruličky. U jizvy, která adhezuje ke kosti, následuje uvolnění od periostu. Na závěr znovu provádíme hlazení jizvy a okolí. (14,6)

#### **3.4.4. Otužování pahýlu**

Cílem je adaptace pahýlu na tlak pahýlového lůžka vzniklý působením váhy dané části těla pacienta na samotnou protézu. Je důležité zlepšit cirkulaci krevního oběhu v oblasti vrcholu pahýlu, pro lepší hojení jizvy a vytváření zpětné vazby - vnímání podnětů z pahýlu. Otužování pahýlu si provádí pacient sám např. masáží pahýlu, otužováním pomocí pomůcek. (13, 10, 21)

#### **3.4.5. Masáž pahýlu**

Krátce po chirurgickém zákroku je pahýl velice přecitlivělý, proto ze začátku provádí pacient poklepovou masáž prsty, později celou rukou a postupně přidáváme i tepání, kde přidáme na intenzitě hrubého naklepávání všech svalových skupin. Přecházíme na kompletní klasickou masáž. (13, 21)

#### **3.4.6. Otužování pomocí pomůcek**

V této fázi k otužování pahýlu používáme pomůcky:

1. sprchování ostrou sprchou, střídáním teplé a studené vody;
2. kartáčování a poklepávání jemným kartáčkem;
3. otírání suchou žínkou nebo houbou;
4. míčkování pomocí soft míčků;
5. akupresurní pomůcky, kde se pacient snaží zatěžovat distální část pahýlu, aby se pomalu adaptoval na budoucí zátěž. Postavíme se a pahýl tlačíme do polštáře tak, aby byly obě pánevní kosti v rovině. Později přecházíme na tvrdší podklad

např. stolička vystlaná froté ručníkem, stolička a rohož, nádoba s pískem.  
(13, 10, 21)

### 3.4.7. Příprava a nácvik chůze o berlích a typy chůze

Začínáme nacvičovat u pacienta, který zvládl:

- sedět na lůžku se spuštěným bérce; pacient musí zvládnout sedět na lůžku bez obtíží a nevolnosti minimálně 15 min;
- stoj u lůžka; pacient zvládá jistý stoj s lehkou oporou přidržením se o čela lůžka nebo berle, pacient se dále orientuje v prostoru.

Berle používáme z počátku k zajištění stability pacienta při stoji a nácviku chůze.

Typy chůze dělíme na:

- a) čtyřdobou: 1. doba – levá (pravá) berle  
2. doba – pravá (levá) berle  
3. doba – protézovaná končetina mezi berle  
4. doba - krok zdravou končetinou před berle
- b) třídobou: 1. doba - obě berle současně  
2. doba - protézovaná končetina mezi berle  
3. doba - krok zdravou končetinou před berle
- c) dvoudobou: 1. doba - obě berle a protézovaná končetina mezi berle současně  
2. doba - krok zdravou končetinou před berle

Dvoudobou chůzi využijeme při jednostranné opoře (hůl, francouzská hůl).

Dvoudobou chůzi dělíme na:

- chůze přísunem; tuto chůzi nacvičujeme u prvoamputáři, nebo u starších pacientů, kde ji používají na krátký přesun po hladké podlaze doma. Vždy klademe pacientovi důraz na zachování trojúhelníkové opory: levá (pravá) berle – pravá (levá) berle – DK.

- švihová chůze; provádíme oběma berlema, které klademe současně dopředu a pak následně prokmiň celého těla před berle. (8)

#### **2.4.7.1. Chůze po schodech**

Chůze do schodů; vykročíme nejdříve zdravou DK – amputovaná končetina – obě berle.

Chůze ze schodů; nejdříve obě berle – amputovaná končetina – zdravá končetina. (8)

#### **2.4.7.2. Časté chyby při chůzi**

Tyto chyby je nutno ihned zpočátku odstranit, aby později nepřešli do špatného stereotypu chůze.

- a) kladení chodidla; končetinu pokládáme patou na zem a dbáme na správné odvinutí chodidla a odraz ze špičky, dané chodidlo je v zevní rotaci cca 15°. Větší rotace je následkem omezení pohybu v hlezenním kloubu.
- b) délka kroků; krok oběma dolními končetinami musí být stejně dlouhý (s odlehčenou i zdravou DK). Nemocný má tendenci dělat dlouhý krok postiženou končetinou a zdravou přisunout nebo jen nepatrně předsunout. Při této chybě při nácviku vždy zkracujeme krok postiženou končetinou.
- c) další chybou je, že nemocný chodí se skloněnou hlavou a dívá se těsně před sebe. Náprava – napřímít trup, správně se vzepřít a dívat se při chůzi dále před sebe.
- d) nesmí se věšet na podpažní berle (možnost poškození axiálního plexu – parézy nebo hyperestezie).
- e) při nesprávné výšce berlí – vytahování ramen a po nich následující vertebrogenní obtíže.
- f) nesmí chodit cirkumdukci a pomocí elevace pánve. (8)

#### **2.4.7.3. Metodické pokyny pro nácvik chůze**

Velmi důležité je správné zabezpečení nemocného při nácviku chůze před pádem – tj. držení nemocného a kontrola jeho pohybů (vychýlení trupu). Proto je vhodné i provádět nácvik chůze před zrcadlem.

Stojíme za nemocným a kontrolujeme si jeho pohyb fixací za pánev – naše ruka je na přední straně spině. Rytmus naší chůze musí být totožný s rytmem chůze nemocného. Při nácviku můžeme ev. lehkým dotykem do podkolenní jamky nohy nemocnému pomoci k flexi a posunu postižené končetiny dopředu.

Při chůzi po chodbě se snažíme chodit co nejtěsněji u stěny (nechodíme po prostředku chodby), abychom v případě nejvyšší nouze mohli pacienta opřít o stěnu.

Při nácviku chůze do schodů stojíme za nemocným, jednou rukou se přidržujeme zábradlí a druhou rukou kontrolujeme pohyb trupu nemocného – držení na spině. Při chůzi ze schodů jdeme před nemocným (z psychologického hlediska – snížit vidění hloubky na celou délku schodiště). Opět jednou rukou se přidržujeme zábradlí a druhou rukou fixujeme pánev nemocného. Pozor – velmi nebezpečné jsou pády dozadu na hlavu! Další stupeň nácviku chůze po schodech je ten, že nemocný se sám jednou rukou drží zábradlí a v druhé ruce má berli, o kterou se opírá, ale také ještě druhou berli. Nesmíme zapomínat ani na nácvik jí na eskalátorech. (8)

U oboustranně amputovaných nacvičujeme jízdu výtahem – důležitý prvek pro výcvik rovnováhy (rozjezd a zastavení rychlovýtahu). (8)

U osob, které pro svoji lokomoci musí po celý život používat berle, nacvičujeme „školu pádů“. Je to nutné, aby takto postižený „uměl“ padnout – odhodit berle a pád zmírnit na pokrčených horních končetinách, ev. do judistického kotoulu. A neméně důležité je také umět ze země samostatně vstát. Touto školou prochází postižení zejména v rehabilitačních ústavech. (8)

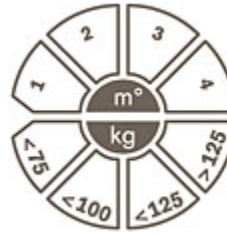
### **3.5. Rozdělení aktivity pacienta dle systému MOBIS®**

Je to systém mobility pacienta, podle kterého protetik správně vybere jednotlivé komponenty pro výrobu dané protézy. Každá protéza musí splňovat kritéria kvality a individuality. Proto firma Otto Bock vypracovali klasifikační systém, který staví potřeby postiženého člověka k zlepšení kvality jeho života. (25)

U toho to systém jsou čtyři základní Stupně aktivity a čtyři hmotnostní třídy:



- (< 75 kg)
- (< 100 kg)
- (<125 kg)
- (>125 kg)



Obr. 10: MOBIS® – The Otto Bock Mobility System (25)

Na (obrázku 15) rozeznáváme v horní polovině stupně aktivity pacienta a spodní polovině hmotnost pacienta, tyto dvě poloviny nám určují, jaký komponent modulárního systém je vhodný pro daného pacienta. (25)

Stupně aktivity pacienta:

1. AKTIVITA 1 (chůze v interiéru): kde pacient používá protézu pro účely přesunu v interiéru nebo k chůzi. Doba či délka trasy po rovném povrchu, zbavena překážek, je velmi omezená a krátká z důvodu odpovídající stavu pacienta.
2. AKTIVITA 2 (omezená chůze v exteriéru): pacient je schopen překonávat různé překážky (prahy, obrubníky, schody, nerovné podlahy) při menší rychlosti, doba a délka je stále omezena a závislá na fyzické a psychické zdatnosti pacienta.
3. AKTIVITA 3 (neomezená chůze v exteriéru): pacientovi nedělá problém se pohybovat rychlou či pomalou chůzí nebo proměnlivou rychlostí, při které překonává překážky ve volném prostranství. S porovnáním nehendikepovaného jedince je omezení jen nepodstatné. Pacient je schopen vykonávat své povolání, aktivity, při kterých není daná protéza vystavena nadměrnému namáhání.
4. AKTIVITA 4 (neomezená chůze v exteriéru s mimořádně vysokými nároky): pacient se pohybuje v exteriéru bez omezení. Doba a délka trasy nejsou omezené, dále protéza odolává velkým nárokům fyzické zdatnosti pacienta při vykonávání sportovních aktivit. (25)

## **4. Speciální část**

### **4.1. Typy pahýlových lůžek transtibiální protézy a jejich uchycení na pahýlu**

Jedná se o exoskeletové transtibiální protézy, které dělíme na dvě hlavní skupiny:

- dlouhé bércevé protézy vybavené bočními dlahami a stehenní objímkou, jako je (UKB - dřevěná, UKB - hliníková, UKB - kožená). Díky novým technologiím se stávají uměleckou historií;
- krátké bércevé protézy bez stehenních objímek, jako jsou (např. PTB, PTS, KBM, TSB). (7, 15, 13)

#### **4.1.1. Pahýlové lůžko protézy UKB**

Byly to protézy Unterhalb des Knies Bettung se stehenní objímkou, které se vyráběly z přírodních materiálů, jako je hliník, dřevo nebo kůže. Tyto protézy se skládaly ze stehenního a bércevého dílu, chodidla a postranních dlah, které byly navzájem spojeny obloučky. Stehenní díl je tvořen z vybandážované kožené stehenní objímky. Součástí bércevého dílu bylo pahýlové lůžko, zakončené chodidlem. Ve většině případů pahýlové lůžko nemělo dno a pokračovalo lýtkovou částí, která byla zakončena hlezenním špalkem, na které se připevňovalo chodidlo. Tyto protézy byly velmi těžké a k udržení na pahýlu bylo zapotřebí dobře utažené stehenní objímky. Následkem byla hyperatrofie měkkých tkání v oblasti stehna, po dlouhém užívání vznikaly patologické tvary stehna v oblasti stehenní objímky. Tyto protézy jsou ještě používány v rozvojových zemích. Nástupem nových technologií a materiálů se od těchto protéz ustupuje. (7, 16, 13, 24, 23)

#### **4.1.2. Pahýlové lůžko protézy PTB**

Toto byla první krátká bércevá protéza s opřením o ligamentum patellae, bez využití stehenní objímky. Lůžko u PTB bylo mediálně a laterálně tvarované výše než

jak bylo zvykem u UKB. Fixace proti sklouznutí z pahýlu pacienta zajišťovala osmičková nebo kruhová bandáž nad patelou. (7, 13, 15)

#### **4.1.3. Pahýlové lůžko protézy PTS**

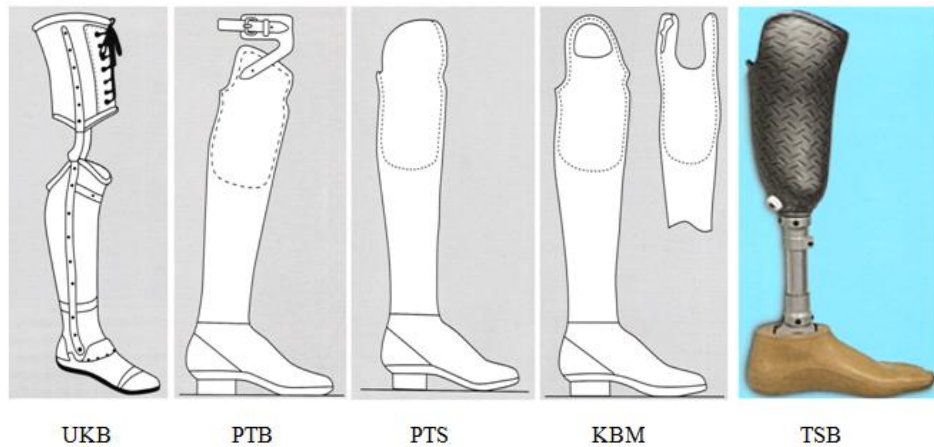
Tato protéza se odlišuje od PTB kompletním začleněním celé pately v zachycení zátěže a s opřením na ligamentum patellae, kde dochází k přenesení části sil přes laterofrontální plochy amputovaného pahýlu. Horní lem protézy nahrazuje osmičkovou nebo kruhovou bandáž. (7, 15, 19)

#### **4.1.4. Pahýlové lůžko protézy KBM**

Na rozdíl od protézy PTB tato protéza obepíná epicondylus medialis et lateralis, tím fixuje danou protézu k amputovanému pahýlu. Protéza svírá anatomickou strukturu kondylů femuru pomocí „ucha“ protézy. Z frontální části kolena kopíruje protéza postavení pately a tím se zabrání pístovému pohybu nebo sklouzávání protézy z amputovaného pahýlu. Tento způsob se označuje jako suprakondylární objímka. Tento typ se nejčastěji užívá v protetice u transtibiálních amputací. (7, 15, 13)

#### **4.1.5. Pahýlové lůžko protézy TSB**

Tato protéza vychází z předešlých typů kontaktních transtibiálních protéz. Liší se v technologii získávání negativního odlitku. Je to kombinace dvou technik sádrování pahýlového lůžka, kde se využívá klasické sádrování i podtlakové sádrování současně. Při zpracování pozitivu se snažíme o celkovou rovnoměrnou redukci na objemu daného pozitivu, zhruba o 4 až 5%. Pahýlové lůžko obsahuje měkký liner, který tak zajistí komfort pahýlu a zároveň zabraňuje vzniku otlaků a odřenin. (13, 7, 15)



Obr. 11: Přehled typů lůžek transtibiálních protéz (15)

## 4.2. Využití linerů u pacientů s transtibiální amputací

Liner je pahýlový návlek. Tyto návleky mají ochránit samotný pahýl pacienta před kožními defekty a otlaky, dále mají poskytovat maximální komfort při nošení protézy. Linery dělíme podle složky, ze které jsou vyrobeny: silikon liner, polyuretan liner, kopolymer liner. V mé práci jsem se zaměřil na linery od firmy Otto Bock. (27, 30, 31)

### 4.2.1. Silikon linery

- jsou nejvhodnější pro Shuttle Lock Systems (mechanické zámky pro tln)
- jsou vhodné pro transtibiální amputace
- mají dobré ulpívací vlastnosti na pokožce
- mají dobrou snášenlivost s kůží pacienta
- vysoká elasticita
- jednoduché čištění daného návleku
- jsou odolní vůči vodě, potu a povětrnostním podmínkám

Od firmy Otto Bock používáme různé typy silikon linerů podle stavu amputovaného pahýlu (měkkých tkání). (27, 30, 31)

*Silikon liner (6Y40 -6Y41 - 6Y42)* je vhodný pro pahýly, které disponují dostatkem měkkých tkání a bez kožní problematiky. (27, 30, 31)

*Silikongel liner 6Y70* se doporučuje pro pahýly s průměrným až špatným krytím měkkou tkání. kde liner zajišťuje pohodlnou jistotu chůze a stání. (27, 30, 31)



Obr 12: Typy silikon linerů (27)

#### 4.2.2. *Polyuretan linery*

- častěji se používají v podtlakových systémech
- mají schopnost tlumení nárazů
- dobré rozložení tlaků, vlastnost plovoucího efektu, kde se PU přemisťují v tlakových bodech
- je zde dobrá snášenlivost s pokožkou pacienta
- mají dlouhodobou životnost
- jednoduchá manipulace při nasazování na pahýl
- polyuretany používáme u problémových pahýlů (27, 30,31)

*Technogel liner 6Y60 – 6Y61* je vhodný pro pacienty s nižším až středním stupněm aktivity dle klasifikačního systému MOBIS®. Velké využití tohoto lineru je u citlivých pahýlů s kostěnými prominencemi a u pacientů se střední atrofii až hyperatrofií měkkých tkání a u silně zjizvených pahýlů. (27)

*Profile liner 6Y510 -6Y611* je anatomicky přetvarovaný, vhodný pro mírně kónický tvar pahýlu, poskytuje vyšší komfort hlavně při častém sezení, je vhodný pro pacienty se sedavým zaměstnáním. Jeho zesílená tibiální část a zeslabená lýtková část redukuje nežádoucí tlak v těchto oblastech. (27, 30, 31)

*Simplicity liner 6Y520 – 6Y521* je vhodný pro pacienty s válcovitým tvarem pahýlu a citlivou distální částí pahýlu. Tento liner disponuje pevně zesílenou distální částí až 5cm, která poskytuje velký komfort pro pacienta jak při chůzi, tak při stání. (27)

*Custom liner TEC 6Y400 – 6Y400=M – 6Y416* je zvláště anatomicky tvarovaný a vyrábí se individuálně na pacienta dle měrných podkladů a negativu, nebo pouze dle měrných podkladů. Tento typ lineru se používá u problematických tvarů amputovaného pahýlu, kde je velké zastoupení kostěnými prominencemi, flekční kontraktury v kolenní amputovaného pahýlu od 15° až po 35°, převaha jizevnaté tkáně a distální přecitlivělost pahýlu, u velkých měrných obvodů 31cm  $\geq$  80cm, nebo nestandardních délek pahýlu  $\geq$ 30cm. (27, 30, 31)



Obr 13: Typy polyuretan linerů (27)

#### 4.2.3. *Kopolymer linery*

- časté využití u transtibiálních protéz s podtlakovým systémem
- mají schopnost tlumení nárazu při chůzi
- snižují nežádoucí tření, tlaky a zatížení pokožky pacienta
- jsou napuštěné minerálními oleji, které pozitivně působí na pokožku
- jsou termoplastické, dobře se vytvarují na pahýlu (27, 30, 31)

*Copolymer Liner 6Y90/6Y91* poskytuje vysoký komfort pahýlu, díky minerálním olejům má zklidňující a hojivý účinek na pokožku. Tepelně se dá tvarovat na pahýlu pacienta, jeho distální část disponuje 8mm – 12mm tlustou stěnou, která proximálně přechází do 5mm tloušťky. (27, 30, 31)

*Derma Seal kolenní manžeta* se používá nejen u podtlakových systémů, dá se využít u všech pahýlových lůžek mimo UKB, kde zpevňuje kolenní kloub jako kolenní bandáž. Dobře přilne na protézové lůžko a na pokožku pacienta, neomezuje pohyb v koleni díky vysoké elasticitě. (27, 30, 31)



Obr 14: Typy kopolymer linerů (27)

#### 4.3. Podtlakové systémy u transtibiálních protéz

Podtlakový systém s kombinací lineru a těsnící nákolenkou zajistí přísátí pahýlového lůžka k amputovanému pahýlu pacienta, a toto dokonalé ulpění je bez náznaků pseudoartrózy pahýlového lůžka. Tato technika zlepšuje prokrvení pahýlu, eliminuje kolísání v objemu pahýlu v průběhu dne, dále umožňuje snadné sundávání a nasazování pahýlového lůžka. Tyto výhody předurčují toto vybavení především pro pacienty s cévní problematikou, jako jsou diabetici. Podtlakový systém zajistí jistotu při chůzi, zamezuje vzniku otlaků a odřenin. Hovoříme o podtlakovém systému Harmony® (30, 31)

## Podtlakový systém Harmony®

Podtlakový systém Harmony® je moderní uzávěrový systém. Zajišťuje, aby byla protéza dolní končetiny bezpečně spojená s pahýlem. Aktivní podtlakové systémy odčerpají prakticky veškerý vzduch mezi linerem a pahýlovým lůžkem, čímž regulují podtlak v definovaném rozsahu. Systém se individuálně přizpůsobí potřebám a úrovni aktivity příslušného uživatele. Kromě bezpečného spojení, mezi pahýlovým lůžkem a protézou, stabilizuje systém objem pahýlu. Vysoké ulpění také zlepší ovládání protézy.

Systém Harmony® je k dispozici jako mechanická pumpa Harmony® P3, která reguluje podtlak v každém kroku podle kadence kroků a zatížení pomocí funkčního kroužku. Je vhodný pro transtibiální amputace. Elektronická pumpa Harmony® E2 trvale reguluje podtlak v cyklech, podle individuálního nastavení. (27, 30, 31)



Obr 15: Bércová protéza s Harmony® systémem (27)

### 4.4. Transtibiální protézy

Protetik při navrhování (vybírání) transtibiální protézy podléhá několika podmínkám:

a) *Fyziologické a patofyziologické podmínky*

Fyziologické - vypovídají o celkovém stavu pacienta po stránce fyzické a psychické jako je:

- věk



- pohlaví
- přetrvávající onemocnění (nervové, oběhové, metabolické, ortopedické).

Patofyziologické - vypovídají o stavu pahýlu:

- délka pahýlu
- technika amputace (poloha jizvy, stav myoplastiky a osteoplastiky)
- stav prokrvení pahýlu
- stav jizvy
- stav svalstva
- stav pokožky
- schopnost zatížitelnosti

b) *Biomechanické podmínky*

Jsou to požadavky na protézu ze strany pacienta a prostředí, ve kterém pacient žije:

- kosmetická protéza
- pracovní protéza pro všední využití např. v zaměstnání
- sportovní protéza

c) *Mechanické podmínky*

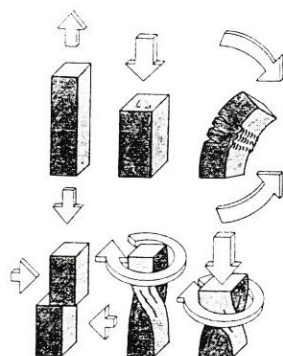
Jsou to veškeré fyzikální síly, které působí na protézu. (7, 29, 30, 31)

#### **4.4.1. Biomechanika pahýlového lůžka u transtibiální protetiky**

U pahýlu rozlišujeme dvě zásadní místa, která lze zatížit a místa, která nelze zatížit. Pro vytvoření ideálního pahýlového lůžka je nutno dané oblasti zohlednit. Špatná konstrukce a tvarování pahýlového lůžka, působení síly tlaku, tahu a torze, mohou velice ztížit nošení dané pomůcky. Proto se v protetice musíme zabývat těmito silami, které působí přenesením těchto sil z pahýlu na protézu, ta na zem a naopak. Dané síly dělíme na:

- síly tlakové - vertikální zatížení, které způsobuje pacient
- síly tahové - síly, které působí ve švihové fázi kroku
- ohybové momenty (medio-laterální, antero-posteriorní)

- točivé momenty (v kloubech)
- torzní momenty (otáčení kolem vertikální osy). (7, 29, 30, 31)

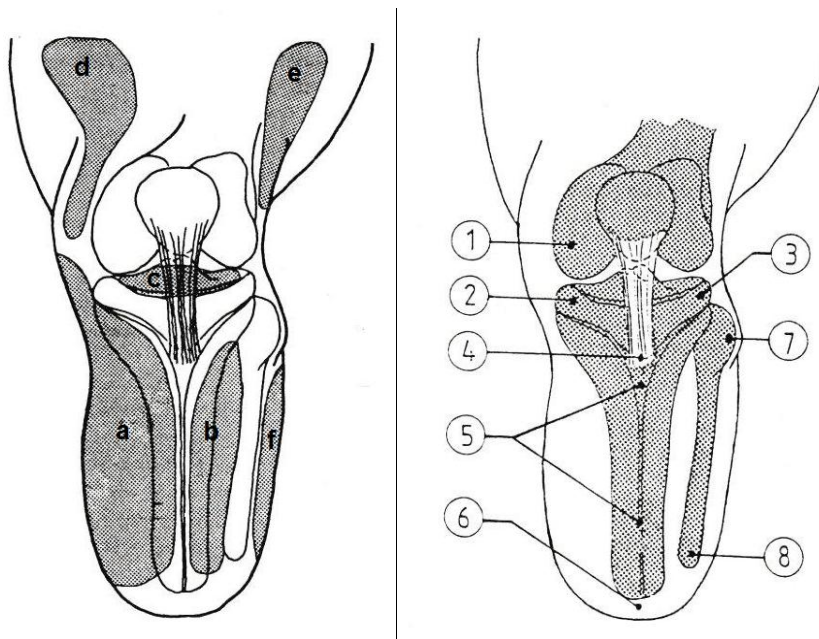


Obr. č. 16: Schéma znázornění působení sil na protézu a pahýl (7)

#### 4.4.2. Zatížitelné oblasti

Jedná se o místa, která jsou schopna snést maximální působení sil vyvinuté větším tlakem. Dané oblasti při ručním modelování pozitivu musíme dostatečně zredukovat. Zatížitelná místa jsou:

- celá area mediální plochy tibiae od hlavice až po konec pahýlu;
- celá area intertibiifibularis, opět od hlavice až ke kostěným koncům pahýlu tibiae a fibulae;
- ligamentum patellae, ne však její tuberositas tibiae a apex patellae, který se využívá u protézy PTB;
- area epicondylus medialis ossis femoris;
- area epicondylus lateralis ossis femoris;
- area laterodorsalis dorsalisfibule mimo caput fibulae a distální část fibulae;
- a oblast mm.gastroknemius, která není zobrazena na obr. 11. (7, 2)



Obr. 17: Zatížitelné plochy pahýlu (7) Obr. 18: Nezatížitelné plochy pahýlu (7)

#### 4.4.3. Nezatížitelné oblasti

Jsou to místa, ve kterých prominují kosti, na která musíme brát náležitou zřetel a následně dostatečně odlehčit při snímání sádrového negativu a později upravit daná místa na pozitivu. Nezatížitelná místa jsou:

1. condylus medialis ossis femoris jeho zaoblená část je hmatatelná při pokrčeném koleni
2. condylus medialis ossis tibiae
3. condylus lateralis ossis tibiae
4. tuberositas tibiae
5. margo anterior ossis tibiae
6. distální konec os tibiae
7. caput fibulae, zde prochází n. peroneus communis (fibularis communis) a to laterodistálně za hlavicí fibuly a dělí se na dvě konečné větve:
  - n. peroneus profundus (n. fibularis profundus), který inervuje (m. tibialis anterior, m. extensor digitorum Lotus, m. extensor digitorum brevis m. extensor hallucis Lotus m. extenzor hallucis brevis).
  - n. peroneus superficialis (n. fibularis superficialis), který inervuje (mm. Peronei).

Dlouhodobý tlak v této oblasti způsobí parézu svalů, které tyto nervy zásobují a distální konec os fibulae.

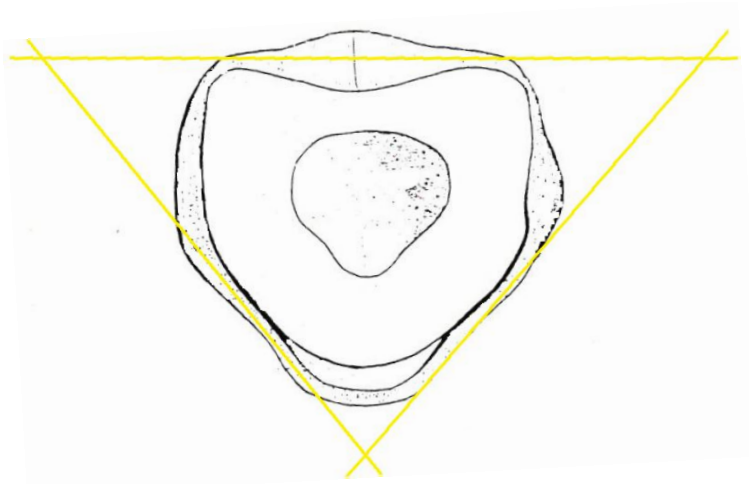
8. úpony flexoru kolene (m. biceps femoris z laterál str. a mm. emitendinosus et semimembranosus z mediální strany. (7, 2, 3, 9)

#### 4.4.4. Biomechanika uložení pahýlu

Transtibiální lůžko má zprostředkovat ulpívání protézy na pahýlu a přenášet síly (jak dynamické, tak statické) a pohyb. Tyto síly se přenášejí na styčné plochy mezi pahýlem pacienta a lůžkem transtibiální protézy, bez ohledu zda jsou statické či dynamického rázu. Pacient je vnímá jako tlak na pahýlu v místech, která jsou v kontaktu s lůžkem. Vezmeme-li v potaz rovnici:

$$\text{Tlak} = \frac{\text{Síla}}{\text{Plocha}} \qquad P = \frac{F}{A}$$

vyvodíme, že pokud chceme daný tlak snížit, je nutné zvětšit plochu působení daných sil v zatížitelných oblastech. Následně se dopracujeme k trojúhelníkovému tvaru pahýlového lůžka, který zároveň zabraňuje rotaci daného pahýlu v lůžku protézy. (7, 13)



Obr 19: Průřez trojúhelníkovým lůžkem protézy (7)

## 4.5. Výroba transtibiální protézy TSB s využitím lineru a podtlakového systému

### 4.5.1. Získání sádrového negativu

V první řadě musíme získat měrné podklady pacienta. Na měrný list zaznačíme mimo anamnézy, osobní údaje pacienta, obvodové a délkové míry. Na základě získaných měření si zvolíme správnou velikost lineru (návleku). Tato míra se často měří 4 – 5 cm proximálně od distální části pahýlu. Připravíme si nádobu s vlažnou vodou,



Obr 20: Měrné místo pro liner (7)

sádrová obinadla, inkoustovou tužku, liner, potravinářskou fólii, samolepicí pás, sádrovací latexový návlek a odsávací zařízení (vývěva). Odlehčíme prominentní místa (přední hrana tibie, hlavička fibuli, distální konec fibie a fibuli, dále laterální a mediální drsnatiny tibiální kosti ) na pahýlu samolepicí pěnovou páskou. Dále na pahýl navlékneme liner a vytlačíme vzduchové bubliny. Zkontrolujeme jeho zachycení na pahýlu. Pomocí potravinářské fólie obalíme liner návlek a tím jej připravíme k sádrování. Inkoustovou tužkou si naznačíme dolní hranu pately a střed kolene (mediálně i laterálně) a na frontální části tibie přiložíme čtyřvrstvou longetu sádrového obinadla, na kterou natáhneme sádrovací latexový návlek Tec, připojený k odsávacímu zařízení. Pomocí podtlaku dojde k vytvarování přední strany tibie a ještě palci zvýrazníme oblast kolem ligámenta patele. Po vytvrnutí odstraníme sádrovací latexový návlek a zhruba do poloviny stehna navlečeme silonový návlek. Na distální část pahýlu přiložíme dva pásy čtyřvrstvé longety o délce 15 cm, které klademe do kříže. Následně celý pahýl ovineme sádrovým obinadlem, kde se snažíme uvolňovat stažení longet směrem nahoru. Tyto longety klademe klasovitým způsobem do úrovně kolenního kloubu. Dalším obinadlem proces opakujeme, ale tentokrát začínáme 15 cm proximálně

od distální části pahýlu a končíme zhruba 20 cm nad kolenním kloubem. Na sádrová obinadla opět natáhneme sádrovací latexový návlek Tec a proces podtlaku opakujeme. Průběžně kontrolujeme odsávací proces a snažíme se udržet 15° flexi v kolenním kloubu. Po vytvrdnutí sádrových obinadel sejmeme sádrovací latexový návlek Tec a vzniklý sádrový negativ z pahýlu pacienta. Sádrový negativ uřízneme na požadovaný tvar a následně vyzkoušíme na pacientovi, kterého požádáme aby provedl pokrčení a propnutí pahýlu v kolenním kloubu. Tím zkontrolujeme dostatečné uvolnění v oblasti pately a flexorů kolene, které by mohly zabraňovat v pohybu. (29, 30, 31)



Obr 21: Podtlakové odsátí s flexí 15° (7)

#### 4.5.2. Zhotovení sádrového modelu

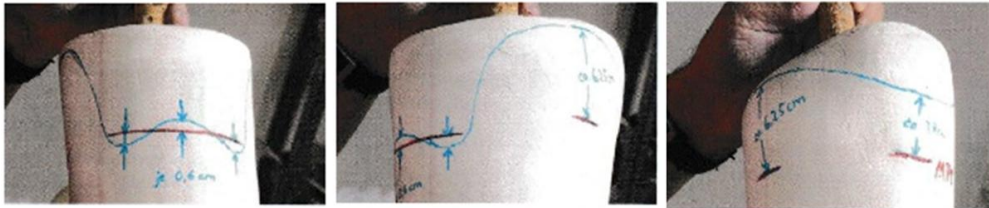
Daný negativ vymažeme vazelínou z vnitřní strany na lepší separaci pozitivu a vylijeme sádrou. Na vzniklém pozitivu zkontrolujeme obvodové míry a následně zredukujeme rovnoměrně cirkulárně objem pahýlu o 5%, dbáme na to, aby se tvar pozitivu nezměnil. Zabrousíme do hladka, necháme pozitiv dostatečně vyschnout a tím nám vznikne sádrový model. (29, 30, 31)



Obr 22: 5% redukce objemu na sádrovém pozitivu (7)

### 4.5.3. Výroba zkušebního pahýlového lůžka

Na sádrový model si nakreslíme horní linii tvaru pahýlového lůžka a navlékneme separační silonovou punčošku.



Obr 23: Nakreslená horní linie okraje pahýlového lůžka

Na distální mediální části modelu připevníme na pozitív DUMMY (PVC kroužek), který vytvoří prostor pro následný jednocestný ventil. Pomocí techniky hlubokého tažení zhotovíme zkušební lůžko z Thermolynu. Po vychladnutí sejmeme lůžko z modelu a ořízneme a obrousíme okraje zkušební lůžka. Do vzniklého prostoru po DUMMY namontujeme jednocestný ventil. Vzniklé lůžko připevníme k modulárnímu systému protézy a připravíme protézu ke zkoušce dle kritérií pro stavbu bércevé protézy. (29, 30, 31)



Obr 24: Výroba lůžka z Thermolynu a jeho úprava na stavbu zkušební protézy (7)

### 4.5.4. Počáteční stavba transtibiální protézy a její příprava ke zkoušce

#### 4.5.4.1. Biomechanika stavby transtibiální protézy

U stavby transtibiální protézy musíme brát na zřetel *statické a dynamické* kritéria. (29, 30, 31)

## - Statická kritéria

Fyziologický stoj zdravého jedince je dosažen tehdy, kdy váha jedince je správně rozložena na obě dvě končetiny tzv. 50% hmotnosti je na LDK a dalších 50% na PDK. To samé se snažíme docílit u amputovaného pacienta s transtibiální protézou. Vždy si musíme uvědomit, že ke splnění podmínky rovnováhy se musí suma všech sil a momentů rovnat nule. To znamená, že síly, které se přenášejí z protézy na zem, musí být totožné se silami, které se přenášejí od země na protézu. Protože tyto síly mají opačná znaménka, vzájemně se ruší.

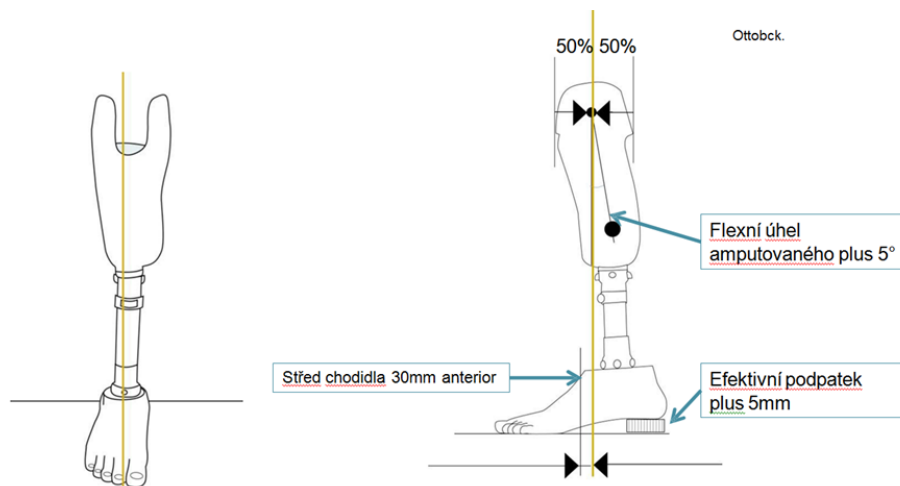
$$\sum M = 0 \quad \text{a} \quad \sum F = 0$$

Lůžko protézy, které má ze statického hlediska správnou stavbu, nesmí vyvolávat momenty zvratu, ohybu, točivé momenty a krouticí momenty. Pokud by tomu tak nebylo, docházelo by k naklánění pacienta laterálně nebo dorzálně či frontálně a příslušné klouby (kolenní, kyčelní) by byly vystaveny ohybovým momentům o velikosti odlišné od momentů zdravé končetiny. Tyto odchylky pozorujeme na pacientovi, pokud je jeho protéza předsunutá nebo posunutá do strany či dozadu. Pokud pacient aktivně vynakládá úsilí k extenzi v koleni a kyčli, nemá protéza správnou stavbu. (7, 13, 29, 30, 31)

Proto si přednastavíme transtibiální protézu ve stavěcím stojanu na zkoušku tak, aby splnila tato doporučení, stavíme-li protézu pro ♂ pacienta:

- nastavení výšky podpatku 5mm;
- střed chodidla předsunout před stavební linii o 30mm;
- zevní rotace chodidla o 7°;
- 5° flekční postavení pahýlového lůžka vůči stavební linii;
- středově vycentrovaného Anterio-posterio-proximálního bodu na stavební linii;
- střed chodidla na stavební linii;
- laterální okraj pately na stavební linii. (29, 30, 31)





Obr 25: Základní stavba transtibiální protézy (30)

#### - Dynamická kritéria

Tato kritéria jsou patrná při pohybu, proto se na ně zaměříme při zkoušce protézy.

#### 4.5.4. Zkouška Protézy

Na pahýl navlečeme liner, na liner natáhneme silonovou punčošku a následně aplikujeme protézu. Přes objímku přetáhneme těsnící nákolenu, která překrývá horní ¼ objímky a druhý konec přehrneme, minimálně 5cm proximálně, na stehno a tím dosáhneme úplného utěsnění pahýlu s protézou. Poznávacím jevem je viditelný podtlak po celém okraji pahýlového lůžka. Tohoto podtlaku docílíme maximální zátěží protézy a následným vytlačení veškerého vzduchu v protéze za pomoci jednocestného ventilu. Dále provedeme dynamické a statické seřízení protézy.

Při dynamickém seřizování se zaměřujeme na tři důležité fáze kroku. Jedná se o nášlap na patu, střední stojnou fázi a odraz z prstů. Základní analýzu chůze provádíme na rovném podkladu. Později by také měla být zkontrolována chůze na šikmé ploše a po schodech.

Již zmiňované tři fáze kroku ovlivňujeme následujícími parametry:

- Posunutí chodidla vpřed
- Posunutí chodidla vzad
- Středové posunutí chodidla

- Stranové posunutí chodidla
- Plantární flexe chodidla
- Dorzální flexe chodidla
- Pronace chodidla
- Supinace chodidla
- Vnitřní rotace chodidla
- Vnější rotace chodidla (13, 29, 30, 31)

#### **4.5.5. Dokončení protézy**

Odzkoušenou protézu upneme do tzv. přednášecího stojanu, pro zachování nastavení protézy po zkoušce. Na sádrový model s DUNNY (PVC kroužek) navlékneme PVA fólii, jako první armovací vrstvu, dále natáhneme Dacronfilc, dvojitě perlonový návlek a dvě vrstvy carbonu. Následně dvě vrstvy perlonu, které přetáhneme PVA fólii a běžným způsobem laminujeme. Vzniklé oříznuté a opracované carbonové lůžko připevníme k protéze. (29, 30, 31)

#### **4.5.6. Předání protézy**

Vysvětlíme pacientovy správné nasazení a zacházení s protézou. Nezapomeneme připomenout pacientovy správné bandážování pahýlu a péči o pahýl.

Tento systém je z mnoha typů protéz zajímavý tím, že pomocí kopolymerového lineru docílíme maximálního komfortu pahýlu, zabráníme vzniku otlaků. Zlepšíme prokrvení pahýlu pomocí jednocestného ventilu a těsnicí nákolenkou zaručíme optimální rozložení působících sil na pahýl. Doporučuji tento systém pro starší pacienty s ischemickou a diabetickou problematikou. (29, 30, 31)

## 5. Výsledky

Hlavním tématem mé práce je výroba transtibiální protézy TSB s využitím lineru a podtlakového systému u pacienta s diabetem. Tuto protézu jsem zvolil jako vhodnou pomůcku pro tuto problematiku. Jak víme, protetika není běžným tématem odborné literatury, proto jsem čerpal z dostupné lékařské literatury, kterou jsem použil v jednotlivých kapitolách, dalšími zdroji jsou odborné přednášky, technické informace firmy Otto Bock a konzultace s protetickými experty. Toto vše mi pomohlo v syntéze těchto výsledků:

U pacienta s diabetem a transtibiální amputací musíme brát na zřetel tyto aspekty:

1. Cévní ischemie na DKK (špatné prokrvení pahýlů), dochází k proměnlivosti objemu pahýlu v průběhu dne.
2. Neuropatie na DKK (špatná citlivost pokožky), často dochází ke kožním defektům při užívání protézy, bez vědomí pacienta. Mezi tyto defekty můžeme zařadit různé typy odřenin, otlaky často končící stržením plyškýře. Problematická dlouhodobá léčba daného defektu.
3. Porucha imunitního systému (dochází k likvidaci B-buněk vlastním imunitním systémem), větší pravděpodobnost náchylnosti k různým infekcím.

Tyto tři aspekty nám vyhodnotí, jaké z pahýlových lůžek bude pro pacienta s diabetem vhodné.

### ***Pahýlové lůžko protézy UKB***

Vycházíme-li z těchto třech aspektů, zjišťujeme, že tento typ protézy je absolutně nevyhovující. Díky velké váze u starých typů a stálému utahování stehenní objímky dochází k přiškrcování cév a nervů ve stehenní části, ale následně i v bérkové části, které jsou už tak dosti poškozené samotnou nemocí. K výrobě UKB byly používány přírodní materiály, často docházelo při běžné aktivitě pacienta k nadměrné potivosti pahýlu a následně se tento pot vstřebal do protézy. Vzniká tak vhodné prostředí pro bakterie a plísně, které způsobují zápach protézy a dochází k různým kožním vyrážkám. Často dochází ke zvýšené potivosti pahýlu, bérkového lůžka

a pumping efektu v oblasti pahýlu a pahýlového lůžka, čímž hrozí vznik kožních defektů se zvýšenou náchylností k infekci.

### ***Pahýlové lůžko protézy PTB***

Tento typ pahýlového lůžka je nevhodný, protože je zde opět zapotřebí k zajištění dané protézy k pahýlu, osmičkové nebo kruhové bandáže, která se upíná nad čéškou (dochází k přiškrcování cév a nervů). Veškeré zatížení, jak dynamické tak statické se přenáší na jednu oblast a ta je ligamentum patellae. Opět je zde patrný pumping efekt, který způsobí mechanické poranění třením dané oblasti, která je v kontaktu s laminátovou objímkou a pahýlem v oblasti pahýlu a pahýlového lůžka. Hrozí zde vznik otlaků a odřenin po celém okraji pahýlového lůžka.

### ***Pahýlové lůžko protézy PTS***

Tento typ pahýlového lůžka je nevyhovující z důvodů začlenění celé pately. Další oblast zatížení je ligamentu patellae, zde dochází k otlakům a zařezávání celé linie okraje pahýlového lůžka do stehenní oblasti. Kolísavá proměnlivost pahýlů zvyšuje tlak v pahýlovém lůžku a dochází k útlaku cév a nervů daného pahýlu.

### ***Pahýlové lůžko protézy KBM***

Tento typ pahýlového lůžka se nedoporučuje z důvodu nestabilního (kolísavého) objemu pahýlu pacienta s diabetem a uchycení tohoto typu je pomoci uší, které svírají anatomickou strukturu kondylů femuru. Dostatečně propracovaná (redukovaná) místa v pahýlovém lůžku a kontaktní dno s pahýlem způsobují velké otlaky a odřeniny těchto oblastí, dochází k útlaku cév a nervů v samotném pahýlu.

### ***Pahýlové lůžko protězy TSB***

Tento typ pahýlového lůžka je vhodný pro pacienty s diabetem, protože k uchycení pahýlového lůžka k pahýlu je použitý liner:

- dobré ulpívací vlastnosti na pokožce;
- poskytuje maximální komfort pahýlu;
- snižuje nežádoucí tření, tlaky a zatížení pokožky pacienta;
- zabraňuje otlakům, odřeninám, tlumení nárazu při chůzi;
- dobré rozložení tlaků, vlastnost plovoucího efektu, kde se PU přemísťují v tlakových bodech;
- je zde dobrá snášenlivost s pokožkou pacienta;
- má hojivé účinky díky minerálním olejům, má uklidňující a hojivý účinek na pokožku;
- některé linery mají termoplastické vlastnosti;

Toto pahýlové lůžko neomezuje pacienta při pohybu a nebrání v provedení maximální flexe a extenze v kolenním kloubu.

### **Fyzikální odlišnosti typů linerů:**

V této tabulce jsou znázorněny odlišnosti lineru podle jejich fyzikálních vlastností

	<b>Silikón</b>	<b>Polyuretan</b>	<b>Kopolymer</b>
Otěruvzdornost	velmi dobrá	malá	míň než silikon
Permeabilita	velmi dobrá	téměř žádná	žádná
Absorbce vody	téměř žádná, asi 5% vl. váhy	velmi dobrá, asi 30% vl. váhy	žádná
Viskoelasticita	žádná, jenom stlačení	velmi dobrá, plovoucí efekt	vzájemné tření jednotlivých vrstev
Termoplastické vlastnosti	žádné	celkem dobré	velmi dobré
Hygieničnost	možnost sterilizace	nutnost denního čištění	bez problémů

Tabulka č. 1 Fyzikální odlišnosti typů linerů (30, 31)

## 6. Diskuze

Hlavním cílem mé práce bylo popsat jednotlivé léčebné kroky po amputaci až po předání dané pomůcky, proto je práce rozdělena na dvě části.

V části obecné se zaměřuji na nezbytně nutnou odbornou rehabilitaci, která má široké spektrum působnosti, nejen pro rekonvalescenci pacienta, po samotné amputaci. Dále navazuji přípravou samotného pacienta a pahýl na protézu. V dnešní uspěchané době se vzájemnou spoluprací fyzioterapeuta a protetiky docílí brzké soběstačnosti a samostatnosti pacienta.

V části speciální jsem popsal jednotlivé typy pahýlových lůžek a jejich uchycení na pahýl s jednotlivými klady a zápory pro pacienta s diabetem, kde jsem se formou syntézy dopracoval k navržení vhodné pahýlové objímky k dané problematice. Díky použití linerů, které se od sebe odlišují svými fyzikálními vlastnostmi, poskytují s podtlakovým systémem jedinečnost TSB protézy jako celek.

Publikovaných prací je velmi malý počet a to jak v domácí, tak zahraniční provenienci (29), způsobená momentálním stavem lékařských odborníků – specialistů, jakým je např. doc. MUDr. Ivan Hadraba, CSc., kterého se nezdráhám nazvat otcem ortopedické protetiky u nás. Je velká škoda, že protetika není běžnou tematikou naší současné doby. V zahraničí je tento deficit nahrazen fúzí výrobců s týmem lékařů, kteří se podílí na vývoji jednotlivých materiálů a komponentů těchto koncernů. Bylo by velmi povzbudivé, kdyby taková spolupráce byla ve větší míře i u nás. Pokud se nezmění pohled protetik na pomůcku jako výrobek, který se dobře prodává, nikdy se nám nepodaří z protetiky učinit lékařský obor.

## **7. Závěr**

Hlavním cílem této práce bylo propojit jednotlivé pohledy odbornosti, jako jsou lékařské, rehabilitační a protetické, v jeden komplexní celek, který se zabývá stejnou problematikou a pochopením samotné problematiky, která stručně popisuje jednotlivé kroky léčby, po stránce chirurgické, rehabilitační. Z protetického pohledu určení správného typu pahýlového lůžka u pacienta s diabetem po transtibiální amputaci s využitím lineru a podtlakového systému.

Předložená práce se může stát vhodným základem pro publikaci nebo se může stát doplňujícím studijním materiálem nejen pro protetiky. Dle mého názoru, tato práce splnila mé cíle, které jsem si stanovil na začátku své práce, tj. vhodné navržení a výroba TSB protézy s využitím lineru a podtlakového systému pro pacienty s diabetem po transtibiální amputaci.

## 8. Použité zdroje

1. BROZMANOVÁ, B. a kol. *Ortopedická protetika*. Martin: Osveta, 1990, s. 480. ISBN 80-217-0133-1.
2. ČIHÁK, R. *Anatomie 1*. 2. upr. a dopl. Vyd. Editor Miloš Grim. Praha: Grada, 2001, s. 264-269; 298-304; 442-444. ISBN 978-80-7169-970-5.
3. ČIHÁK, R. *Anatomie 3*. 2. upr. a dopl. Vyd. Editor Druga, R., Grim, M Praha: Grada, 2004, s.538-544. ISBN 80-247-1132-X.
4. DUNGL, P. *Ortopedie*, 1. Vyd. Praha: Grada, 2005, s. 1280. ISBN 80-247-0550-8.
5. ENEROTH, M., LARSSON, J., APELQVIST, J. *Deep foot infections in patients with diabetes and foot ulcer: an entity with different characteristics, treatments, and prognosis*. J Diab Comp, 1999, 13, p. 254-263.
6. FEJFAROVÁ, V; KŘÍŽOVÁ, M; JIRKOVSKÁ, A. *Moderní prostředky k fixaci a odlehčení diabetické nohy. Diagnóza v ošetrovatelství*. 2005. č. 1, s. 13-15. ISSN 1801-1349.
7. FOPTO. *Protetika: Základy protetiky dolních a horních končetin*. Praha: Svoboda, 2002. s.6-59.
8. HALADOVÁ, E. a kolektiv, *Léčebná tělesná výchova: cvičení*, 3. Vyv. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007, s. 60 – 68. ISBN 9788070134603.
9. JANDA, V., a kolektiv, *Svalové funkční testy*. Praha: Grada, 2004, s.194 -195. ISBN 978-80-247-0722-8.
10. KRAWCZYK, P. *Rehabilitační a protetická péče po amputaci*. Příloha časopisu Ortopedická protetika, 2000, s11.
11. MAČÁK, J., MAČÁKOVÁ, J. *Patologie*. Praha: Grada, 2004, č. 13, s. s. 275-276. ISBN 80-247-0785-3.
12. Mezinárodní pracovní skupina pro syndrom diabetické nohy: *Syndrom diabetické nohy. Mezinárodní konsenzus*. Praha: Galén, 2000.
13. MIKŠÍČKOVÁ, P. *Specifikace zachycení transtibiálních protéz na pahýl*, diplomová práce, FTVS UK, 2010.
14. MUDr. Sojková, A., *Pokus o kompletní pohled na problematiku jizvy*, Atestační práce z oboru rehabilitace a fyzikální medicíny, Lázně Hodonín, 2006



15. PŮLPÁN, R. *Základy protetiky*. vyd. 1. Praha: Epimedia Publishing, 2011. ISBN 978-80-260-0027-3.
16. SIXTA, B., HERDEGEN, P., BÉM, R. *Neobvyklá chirurgická léčba syndromu diabetické nohy*, Bulletin HPB, 2004. ISSN 1210-6755.
17. SLIVKA, M. *Pokyny po amputácii končátin 2*. Přeprac..vyd. Bratislava: Ústav zdravotnej výchovy. 1992. s.11. ISBN 80-7159-005-3.
18. SMUTNÝ, Milan. *Informace pro pacienty po amputaci končetiny*. Vyd. 1. Praha: FOPTO, 2009. 18-64 s. ISBN 978-80-254-3820-6.
19. TOŠENOVSKÝ, P., MICAHAEL E. EDMONDS et al. *Moderní léčba syndromu diabetické nohy*. vyd. 1. Praha: Galén, 2004. č.1, s. 1-3, č.9, s.156-164. ISBN 80-7262-261-7.
20. VAVROŠOVÁ, Z., PAJTLOVÁ, J. *Pokyny pro pacienta po amputaci*. 2. Přeprac.. Praha:Ústav zdravotní výchovy, 1979. s.6.

#### **Zdroje dostupné na internetu**

21. M. A. Ortopedická protetika s.r.o. *Maprotetika.cz* [online]. c2015. [cit. 2015-04-07]. *Rady a návody*. Dostupné z www:  
<<http://www.maprotetika.cz/navody.html>>
22. Mudr. Lucie Kučerová, *Klinika plastické a estetické chirurgie* [online]. c2015. [2015-5-08]. Dostupné z www:  
<<http://www.plasticka-chirurgie-brno.cz/pece-o-jizvy/>>
23. My Handicap [online]. c2015.  
<http://www.myhandicap.de/prothese-amputation.html>>
24. Orthopädie Lexikon [online]. c2015  
<[http://www.ot-neubert.de/Orthopaedie\\_Lexikon/](http://www.ot-neubert.de/Orthopaedie_Lexikon/)>
25. Otto Bock. *Ottobock.com* [online]. c2015. [cit. 2015-04-07]. *MOBIS® – system mobility*. Dostupné z www:  
<[http://www.ottobock.com/cps/rde/xchg/ob\\_com\\_en/hs.xsl/24259.html](http://www.ottobock.com/cps/rde/xchg/ob_com_en/hs.xsl/24259.html)>
26. Otto Bock. *Ottobock.cz* [online]. C2015. [cit. 2015-05-15]. *Produkty od A do Z*. Dostupné z www:

< <http://www.ottobock.cz/protetika/produkty-od-a-do-z/> >

27. Otto Bock. *Ottobock.com* [online]. C2015. [cit 2015-05-28]. *Socket Technologies*. Dostupné z www:

< [http://www.ottobock.com/cps/rde/xbcr/ob\\_com\\_es/im\\_646a175\\_gb\\_socket\\_comfort.pdf](http://www.ottobock.com/cps/rde/xbcr/ob_com_es/im_646a175_gb_socket_comfort.pdf) >

28. World Health Organization.int [online 2015-04-07]. *Diabetes*. Dostupné z www:

< <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/> >

### Ústní sdělení

29. Ing. Čapkovič, P. *Odborná praxe na protetickém pracovišti*, SANOMED, spol.

s.r.o. Brno dne 16. 7. 2014

30. Princ, V. *konzultace na protetickém pracovišti*, Otto Bock ČR, s.r.o, Zruč-Senec dne 11. 10. 2014

31. Bc. Šnytr, J, *konzultace na protetickém pracovišti*, Otto Bock ČR, s.r.o, Zruč-Senec dne 13. 4. 2015

## 9. Přílohy

### Příloha 1: Seznam použitých obrázků

- Obrázek č. 1: Schéma otevřené amputace v bérce
- Obrázek č. 2: Schéma optimální úroveň amputace pod kolenem
- Obrázek č. 3: Schéma myoplastické sutury při amputaci bérce
- Obrázek č. 4: Schéma Osteomyoplastické úpravy pahýlu bérce dle Ertla
- Obrázek č. 5: Polohování pacienta vleže na zádech
- Obrázek č. 6: Způsob 1. bandážování pahýlu
- Obrázek č. 7: Způsob 2. bandážování pahýlu
- Obrázek č. 8 Způsob 3. bandážování pahýlu
- Obrázek č. 9 Způsob 4. bandážování pahýlu
- Obrázek č. 10: MOBIS R – The Otto Bock Mobility System
- Obrázek č. 11: Přehled typů lůžek transtibiálních protéz
- Obrázek č. 12: Typy silikon linerů
- Obrázek č. 13: Typy polyuretan linerů
- Obrázek č. 14: Typy kopolymer linerů
- Obrázek č. 15: Bércová protéza s Harmony® systémem
- Obrázek č. 16: Schéma znázornění působení sil na protézu a pahýl
- Obrázek č. 17: Zatížitelné plochy pahýlu
- Obrázek č. 18: Nezatížitelné plochy pahýlu
- Obrázek č. 19: Průřez trojúhelníkovým lůžkem protézy
- Obrázek č. 20: Měrné místo pro liner
- Obrázek č. 21: Podtlakové odsátí s flexí 15°
- Obrázek č. 22: 5% redukce objemu na sádrovém pozitivu
- Obrázek č. 23: Nakreslená horní linie okraje pahýlového lůžka
- Obrázek č. 24: Výroba lůžka z Thermolinu a jeho úprava na stavbu zkušební protézy
- Obrázek č. 25: Základní stavba transtibiální protézy

### Příloha 2: Seznam Tabulek

- Tabulka č. 1 Fyzikální odlišnosti typů linerů