

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Protetika dolních končetin a její možnosti v cyklistice

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

PaedDr. Zdeněk Šolc

Vypracoval:

Jan Valenta, DiS.

Praha, březen 2017

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

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Rád bych zde poděkoval svému vedoucímu práce PaedDr. Zdeňku Šolcovi za cenné rady, které mi poskytl při vypracovávání této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a přítelkyni za vytvoření ideálních podmínek, které mi umožnily tuto práci realizovat.

Abstrakt

Název: Protetika dolních končetin a její možnosti v cyklistice

Cíle: Hlavním cílem této práce je přinést ucelený zdroj informací týkajících se protetiky dolních končetin. Dílčími cíli je ukázat možnosti protetických pomůcek v oblasti cyklistiky i možnosti hendikepovaných cyklistů v tomto sportu.

Metody: Tato práce je vypracována metodou systematické rešerše adekvátních literárních a elektronických zdrojů. Ucelené informace jsou prezentovány formou této práce.

Výsledky: Tato práce přinesla bohatý zdroj informací v oblasti protetiky dolních končetin, zásad jejich výroby a následného použití v cyklistice. Dále popisuje možnosti cyklistiky pro hendikepované sportovce.

Klíčová slova: protetika, dolní končetina, amputace, cyklistika

Abstract

Title: Lower Extremity Prosthetics and Possibilities for Cycling

Objectives: The main objective of this study is provide a comprehensive source of information of the lower limb prosthetics. Partial aims to demonstrate the possibilities of prosthetic devices in cycling options handicapped cyclists.

Methods: This study is developed using a systematic research of adequate literature and electronic resources. Comprehensive information is presented in this study.

Results: This study brought a rich source of information in the field of prosthetics legs, the principles of their production and subsequent use in cycling. It also describes the possibility of cycling for disabled athletes.

Keywords: prosthetics, lower limb, amputation, cycling

OBSAH

ÚVOD	5
CÍLE PRÁCE.....	6
METODIKA PRÁCE	7
1 ANATOMIE DOLNÍCH KONČETIN.....	8
1.1 KOSTRA DK.....	8
1.2 SPOJENÍ DK.....	10
1.3 SVALY DK	13
2 AMPUTACE.....	16
2.1 ROZDĚLENÍ AMPUTACÍ.....	16
2.2 INDIKACE A KOMPLIKACE AMPUTACÍ.....	18
2.3 AMPUTACE DOLNÍ KONČETINY	19
3 PROTETICKÉ ŘEŠENÍ.....	22
3.1 PROTETICKÁ INDIKACE A PROTEOMETRIE	22
3.2 STAVBA PROTETICKÉ NÁHRADY	24
3.3 VÝROBA PROTÉZY A FUNKČNÍ ZKOUŠKA.....	26
4 PROTETIKA DOLNÍCH KONČETIN	30
4.1 BÉRCOVÁ PROTÉZA.....	30
4.2 STEHENNÍ PROTÉZA	32
4.3 PROTÉZY PO AMPUTACÍCH NOHY	34
4.4 PROTÉZY PO EXARTIKULACI KYČLE	35
5 SPECIFIKA PROTETIKY V CYKLISTICE	37
5.1 KOLENNÍ KLOUBY VHODNÉ PRO CYKLISTIKU	38
5.2 CHODIDLA A OSTATNÍ KOMPONENTY VHODNÉ PRO CYKLISTIKU.....	40
5.3 TECHNICKÉ ÚPRAVY JÍZDNÍHO KOLA	42
5.4 SPECIÁLNÍ CYKLISTICKÁ NÁHRADA	44
6 VLIV CYKLISTIKY NA TĚLESNÝ ROZVOJ	46
6.1 BIOMECHANIKA CYKLISTIKY S TRANSTIBIÁLNÍ NÁHRADOU.....	47
6.2 ZLEPŠENÍ VÝKONNOSTI V CYKLISTICE	48
6.3 SNÍŽENÍ RIZIKA ZRANĚNÍ V CYKLISTICE	50
6.4 CYKLISTICKÝ TRÉNINK	51
7 CYKLISTIKA S HENDIKEPEM	53
7.1 PŘÍBĚH JIŘÍHO JEŽKA.....	53
7.2 O MOTIVACI	54
7.3 SEBEREALIZACE HENDIKEPOVANÝCH SPORTOVců	55
ZÁVĚR	57
SEZNAM ZDROJŮ	58
OBRAZOVÁ PŘÍLOHA	I

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zaměřuje na protetiku dolních končetin. Seznámí nás s rozdělením a specifikacemi, osvětlí nám klíčové body při zhotovování, které jsou nutné pro správnou funkčnost náhrady. To nakonec ukáže v kontrastu při použití těchto pomůcek ve sportu, konkrétně v cyklistice. Tato práce se nesnaží přinést podrobné návody zhotovení pomůcek, tím by nebyla nikterak přínosná. K tomu slouží jiné publikace. Spíše se snaží o komplexní náhled do dané problematiky, který by přinesl poznatky, zásadně ovlivňují výslednou podobu náhrady a následné užívání.

První polovina této práce se zaměřuje na protetickou problematiku. Seznámí nás, ale i s anatomií dolních končetin, která je nezbytná pro opravdu funkční zhotovení náhrady, ale její znalost je potřeba i v následné rehabilitaci i škoře chůze a neméně užitečná je při práci s hendikepovanými sportovci. Následuje seznámení s amputačními metodami, jejich historií a konkrétními amputacemi dolních končetin. Dále se již věnuje protetice dolních končetin, specifiky při zhotovování danými různou úrovní amputace, výrobními postupy a materiály, ale i specifickými potřebami každého pacienta.

Druhá polovina této práce je zaměřena na cyklistiku. Snaží se přinést zajímavé a užitečné informace, jak pro protetickou obec, tak pro amatérské sportovce s amputací. Nejprve ukazuje možnosti použití protetických pomůcek v cyklistice, konkrétní výrobky i způsoby využití pro amatérského rekreačního sportovce, tak i aktivnějšího výkonnostního jedince. Také nás seznámí s možnostmi úprav jízdního kola a ukáže, jak by mohla vypadat cyklistická náhrada. Dále nám předvede, jak může být cyklistika užitečná v rámci rehabilitace, či jako nástroje pro osobní rozvoj. Zaměří se také na cyklistický trénink a zvyšování jeho efektivity. Na závěr se zmiňuje o možnostech realizace hendikepovaných cyklistů v jejich životě.

Téma této bakalářské práce, jsem si vybral z důvodu, že je mi cyklistika blízká a zajímalo mě, jaké mají hendikepovaní sportovci v tomto oboru možnosti. Práce by měla přinést ucelený zdroj informací, který bude mít i pro danou skupinu praktické využití, což je i cílem této práce.

CÍLE PRÁCE

Tato práce si dala za cíl přinést ucelený zdroj informací zabývajících se protetikou dolních končetin v komplexním náhledu, který by obsahoval obecnou problematiku protetické terapie, tak její možnosti i omezení při použití ve sportu, v našem případě v cyklistice, jelikož v současné době žádná publikace tento pohled nenabízí a souvislý zdroj informací o tomto tématu chybí. Nemá, ale za cíl popisovat zdoluhavé postupy výroby jednotlivých náhrad, jelikož stavba náhrady je věc značně individuální a navíc by práce nebyla v ničem inovativní a přínosná. Cílem práce je ukázat problematiku náhrad dolních končetin v širokém měřítku a zároveň ukázat praktické poznatky využitelné pro kvalitní stavbu pomůcky.

Jako dílčí cíle má tato práce popsat běžné použití těchto náhrad v životě aktivních jedinců, cyklistů, zejména z řad běžné populace pojmající cyklistiku v rámci rekreačního sportu a ukázat jejich možnosti, technickou část i jejich omezení. Nakonec chce ukázat i možnost tělesného rozvoje, který je možno využít v rámci rehabilitace osob s hendikepem, ale je společný i pro zdravou sportující část populace jako je tělesná příprava, trénink a možnosti zvyšování výkonosti sportovce.

METODIKA PRÁCE

Tato teoretická bakalářská práce byla vypracována metodou rešerše dostupných adekvátních zdrojů. Kritéria výběru zdrojů byla z velké části dána velmi omezeným výběrem a kvantitou těchto zdrojů, zabývajících se tímto tématem. Zdroje tvořila z velké části odborná literatura a odborné články, ať tuzemské či zahraniční z oborů ortotika a protetika. Dále z lékařských oborů, kterými byly ortopedie, anatomie, chirurgie a dalších lékařských oborů týkajících se daného tématu. Z nelékařských oborů bylo čerpáno hlavně z odborných publikací týkajících se sportu, cyklistiky a sportu osob se specifickými potřebami. Z elektronických zdrojů tvoří největší část weby firem zabývajících se výrobou protetických výrobků, obsahující konkrétní technické informace o těchto produktech. Získané informace byly rozříděny, prodiskutovány s odborníky v tomto oboru, či zúčastněnými osobami využívající protetickou pomůcku v oblastech cyklistického sportu. Uspořádané a ucelené informace byly následně interpretovány mnou v podobě této práce.

1 ANATOMIE DOLNÍCH KONČETIN

V této kapitole se budeme věnovat stavbě dolních končetin z anatomického hlediska, popíšeme si jejich uspořádání a strukturu, jejich kosterní a svalový aparát z pohledu funkce a případná vyplývající omezení týkající se hendikepovaných sportovců. Dokonalá znalost anatomie pohybového ústrojí, v našem případě dolních končetin je nezbytná pro pochopení mechaniky pohybu, což uplatňujeme při konstrukci protetické pomůcky, s přihlédnutím k dané funkci. Nikdy nemůžeme dosáhnout perfektní funkčnosti pomůcky při nepochopení všech anatomických souvislostí. Když se budeme věnovat anatomii dolních končetin, musíme si uvědomit, že tento oddíl nemůžeme, jako žádný jiný oddíl lidského těla, z hlediska pohybu zcela izolovat, protože navzájem fungují jako celek. Nedostatečnost na straně jedné se projeví i v dalších částech pohybového aparátu.

1.1 KOSTRA DK

Při popisování kosterního skeletu dolní končetiny začneme s popisem kosti pánevní (os coxae), která je jedinou kostí tvořící pletenec dolní končetiny. Skládá se ze tří navzájem spojených kostí. Jsou to: kost kyčelní (os ilium), kost sedací (os ischii) a kost stydká (os pubis). Společně tak tvoří uzavřený celek pánve (pelvis). Největší část pánve je tvořena kostí kyčelní. Na zevní straně pánve na rozhraní dolní a horní části je jamka kyčelního kloubu (acetabulum). Jamka je široká asi 5 cm a zasahuje do všech tří částí pánve.¹

Do kloubní jamky usedá kost stehenní (os femoris), která je nejsilnější kostí v lidském těle. Tvoří ji hlavička kosti stehenní (caput femoris), která má asi 4,5 cm a její tři čtvrtiny tvoří kloubní plochu. Na vrcholu hlavičky je jamka pro nitrokloubní vaz (fovea capitis femoris). Na hlavičce navazuje krček kosti stehenní (collum femoris), ten svírá s tělem kosti úhel asi 125° (tzv. kolodíafysární úhel). Diafýzu kosti tvoří tělo kosti stehenní (corpus femoris). Má oválný tvar a v horní části je tvořena dvěma hrbolky (trochantery), malým chochíkem (trochanter minor) mediálně a velkým chocholíkem

¹ ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 282-288. ISBN 978-80-247-3817-8.

(trochanter major) laterokraniálně. Femur na distálním konci přechází ve dva hrboly. Vnitřní a vnější epikondyl (epicondylus medialis, lateralis).²

Česka (patella) je kost, jejíž přední strana (facies anterior) je zanořena do šlachy stehenního čtyřhlavého svalu, zadní plocha česky (facies articularis) je přikloněna mezi kondyly a je pokryta značnou vrstvou chrupavky.³

Následují bércové kosti. Jsou to: kost holenní (tibia) a kost lýtková (fibula). Kost holenní se rozděluje podobně jako femur na tři části. Vnější část, která má dva hrboly: condylus medialis a lateralis. Dále tělo kosti mající trojboký tvar a poslední distální úsek vybíhající ve vnitřní kotník (malleolus medialis). Kost lýtková má části čtyři. Hlavici lýtkové kosti (caput fibulae) na straně proximální, krček (collum fibulae), tělo (corpus fibulae), a distálně rozšířená část kosti, tzv. zevní kotník (malleolus lateralis).⁴

Dále patří ke skeletu dolní končetiny kosti nohy. Jsou to kosti zánártní (ossa tarsi), jsou to kosti nepravidelného tvaru a je jich celkem sedm: kost hlezení (talus), spojená s kosti bérce, kost patní (calcaneus), připojena k talu, kost loďkovitá (os naviculare), taktéž připojena k talu, kosti klínové (ossa cuneiformia), jsou tři připojeny ke kosti loďkovité, kost krychlová (os cuboideum). Kosti nohy pokračují jako kosti nártní (ossa metatarsalia), je jich pět a mají shodné hlavní části. Jsou jimi basis ossis metatarsi, což je širší úsek, který má proximálně plochu pro skloubení s kostmi zánártními. Dále corpus ossis metatarsi, tělo kosti, je úzké a distálně se zužuje, kromě první kosti směřující k palci, která je naopak široká. Posledním úsek je hlavice, caput ossis metatarsi, má konvexní plochu kloubu, která je ze stran stisknutá. Zbývající kosti nohy jsou kosti prstů (ossa digitorum), ty jsou tvořeny článkami prstů (phalanges), články jsou na všech prstech tři, kromě palce, kde jsou dva. Na člancích rozeznáváme podobně jako u ostatních kostí tyto části: basis, corpus a caput. Kostra dolní končetiny by nebyla kompletní, pokud bychom nezmnili sezamské kůstky (ossa sesamoidea), jsou ve dvojici a týkají se metatarsofalangového kloubu palce. Mají oválný tvar a jsou uloženy v úponových šlachách krátkých svalů palce.⁵

² ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 289-291.

ISBN 978-80-247-3817-8.

³ Tamtéž s. 291-293

⁴ Tamtéž s. 293-297

⁵ Tamtéž s. 297-305

1.2 SPOJENÍ DK

Začneme u pletence dolní končetiny. Základní spojení jsou tři. Kloub křížokýčelní (*articulatio sacroiliaca*), ten má dvě styčné plochy: *facies auricularis ossis sacri* a *facies auricularis ossis illii*. Plochy jsou pokryte chrupavkou. Kloubní pouzdro je tuhé, krátké a je zesíleno několika vazy. Pohyby kloubu jsou předožadní, jsou kývavé, jejich orientace je kolem horizontálně frontální osy ve výšce obratle S2. Tyto pohyby mají rozhodující vliv na správný sklon pánve i její postavení vůči páteři. Další spojením je spona stydká (*symphysis pubica*), spojuje obě stydké kosti, jde o spojení chrupavkou, která je pro zesílení doplněna vazy. Třetím spojením na pánvi jsou ligamenta.⁶

Pokračujeme s klouby volné dolní končetiny, z nichž první je kloub kyčelní (*articulatio coxae*). Jedná se o kloub kulovitý, má omezený pohyb, který je zapříčiněn jeho hlubokou jamkou. Hlavici kloubu tvoří *caput femoris*, respektive jeho část, je pokryta chrupavkou. Na os *coxae* tvoří *acetabulum* kloubní jamku. Pohyby kyčelního kloubu vyplývají z jeho funkční potřeby. Kyčelní klouby slouží k udržení rovnováhy trupu, jelikož nesou celou jeho váhu a balančními pohyby k rovnováze přispívají. Kyčelní kloub provádí otáčivé pohyby hlavice v jamce. V základním postavení ve vzpřímené poloze je schopen těchto pohybů: flexe přibližně do 120°, extenze je velice malá, asi do 13°, abdukce je do 40°, addukce je 10°, zevní rotace je do 15° a vnitřní rotace je do 35°.⁷

Kloub kolenní (*articulatio genus*), je komplexní kloub, spojuje tři kosti, navíc obsahuje kloubní menisky. Stýkají se v něm femur, tibia a patela. *Condylus femoris* zde představují kloubní plochy a fungují jako hlavice kloubu. *Facies articularis superior* kondylů tibie ve spojení s menisky tvoří kloubní jamku. Fyziologický abdukční úhel kolenního kloubu je v rozsahu 170-175°. Menisky (*meniscus medialis* et *meniscus lateralis*) jsou tvořeny vazivovou chrupavkou. Navzájem jsou tvarově, i co se týče velikosti odlišné. Kopírují kloubní plochy tibie. Jsou vysoké na vnějším obvodu a naopak nízké na obvodu vnitřním. Menisky se svými cípy upínají do *area intercondylaris anterior* et *posterior* na tibia. Obvod menisků přiléhá ke kloubnímu pouzdru. Menisky mění tvar i polohu závisle na pohybech kloubu. Patella má svoji zadní plochu pokrytou vrstvou chrupavky, touto plochou směřuje do kloubu. Naléhá na patelární stranu femuru. Kloub obklopuje kloubní pouzdro a zesiluje ho vazivový

⁶ ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 306-309. ISBN 978-80-247-3817-8.

⁷ Tamtéž s. 317-320

aparát, který tvoří ligamenta kloubního pouzdra a vazy nitrokloubní, které mají za úkol spojení femuru s tibií. Pokud jde o pohyby kolenního kloubu, základním postavením kloubu je plná extenze. Tento stav se nazývá jako uzamknuté koleno a je to stav, při kterém všechny vazivové útvary, femur, menisky a tibia na sebe pevně přiléhají. Základními pohyby kolenního kloubu jsou flexe a extenze. Tvar kloubních ploch však nedovoluje provést tyto pohyby jednoduše a proto jsou souhybem několika různých typů pohybu. Celý pohyb probíhá následovně: začíná počáteční rotací, tibia se při ní točí dovnitř, v počátečních 5° pohybu je spojena s flexí. Uvolní se při ní ligamentum cruciatum anterius a dochází k tzv. odemknutí kolena. Následuje valivý pohyb, který dokončuje flexi. Menisky při této fázi mění svůj tvar a ve spojení s kondyly femuru se posunují po tibií vzad. V případě extenze začíná celý proces obráceně. Zkřížené vazy slouží k zabránění nežádoucím posuvným pohybům a umožňují pohyb kolenního kloubu při flexi. Flexe je v rozmezí asi 130-160°, do 140° je možno provedení aktivně, po překročení tohoto úhlu brání v aktivním provedení svalová hmota, nicméně flexe se dá vykonat pasivně např. při dřepu. Extenze je možná ještě do 5° po dosažení základní polohy uzamčeného kolena. Střední postavení kolene při flektovaném kloubu je 20-30°. Vnitřní rotace činí 5-10° a zevní rotace je mezi 30-50°. ⁸

Dále se budeme věnovat kloubům nohy (*articulationes pedis*). Jedná se o soustavu několika spojení. Začneme kloubem hlezenním (*articulatio talocruralis*). Je to kloub složený, který spojuje tibií a fibulu s talem. Trochlea tali tvoří kloubní hlavici. Jamku pro ni vytváří vidlice tibia s vnitřním kotníkem a připojeným kotníkem zevním. Kloub je kryt pouzdem, které je zesíleno vazy (*ligamentum collaterale mediale et laterale*). Při normálním postoji zaujímá hlezenní kloub základní postavení a umožňuje tyto pohyby: plantární flexi v rozsahu do 30-35° a dorsální flexi do 20-25°. Střední postavení kloubu je totožné jako základní. Další spojení je dolní kloub zánártní, který spojuje talus s ostatními kosti nohy a díky němu je možné šikmé naklání skeletu nohy k talu. Skládá se ze dvou částí (*articulatio subtalaris et articulatio talocalcaneonavicularis*). K tomuto celku je připojeno skloubení kosti patní a kosti krychlové. Dále zmíníme Chopartův kloub. Jedná se funkční druh spojení. Je to kloubní linie tvořena štěrbinou talonavikulární a *articulatio calcaneocuboidea*. Pohyby dolního zánártního kloubu jsou kombinované a jsou dány vzájemným propojení kostí nohy, umožňující pohyby v jediné šikmé ose. Tato osa jde od zadního okraje patní kosti

⁸ ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 321-334. ISBN 978-80-247-3817-8.

mediálně do colum tali a nad os naviculare. Tarsus pak koná inversi nohy, sdruženou s plantární flexí, addukcí a supinací. Dále koná eversi nohy, která je opět spjata s abdukcí a pronací nohy. Základní postavení kloubu je při stoji, střední postavení odpovídá opět základnímu. Konané pohyby jsou velmi malé, nicméně i malé pohyby konané v rámci Chopartovi linie mají význam pro celkovou pružnost nohy.⁹

Pro úplnost je třeba si uvést i zbývající skloubení nohy, kterými jsou: articulatio cuneonavicularis. Jedná se o pevné spojení, které zahrnuje ossa cuneiformia, os naviculare a ossa cuboideum. Toto skloubení je zesíleno vazy. Pohyby v tomto spojení jsou nepatrné a mají význam při pérovacích pohybech tarsu. Articulationes tarsometatarsales je systém na sebe navazujících tří štěrbin jdoucí mezi ossa tarsi a ossa metatarsi. Následují je articulationes intermetatarsales slouží ke skloubení bočních ploch sousedících kostí metatarsu. V této oblasti stojí za zmínění Lisfrankův kloub, což je funkční jednotka, do které patří articulationes tarsometatarsales a articulationes intermetatarsales. Jedná se o tuhé spojení podílející na pérovacích pohybech nohy. Pokračujeme s articulationes metatarsophalangeae, ty slouží ke skloubení hlavic s jamkami na proximálně straně prstů. Posledními jsou articulationes interphalangeae pedis. To jsou kladkovité klouby spojující články prstů. Jsou zesíleny vazy. Články prstů jsou uspořádány, aby tvořily dorsálně konvexní oblouky. Základní postavení kloubu je flexe. Stejně tak je tomu i u středního postavení.¹⁰

Na závěr této kapitoly budeme věnovat pár slov nožní klenbě. Klenba nohy je důležitá pro pružnost chodidla a zároveň je nezbytná jako ochrana měkkých částí nohy. Nejvyšším místem chodidla je talus. Kost spongiosa tvoří směrem k metatarsu oblouky. Klenba se dělí na podélnou a příčnou. Klenba podélná je na tibiální straně vyšší a na straně fibulární je nižší. Klenbu udržují vazy plantární strany nohy a svaly jdoucí chodidlem. Příčná klenba je nejočividnější na úrovni ossa cuneiformia a os cuboideum. Její udržení má rovněž na svědomí systém vazů na plantární straně a šlašitý třmen.¹¹

⁹ ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 335-340. ISBN 978-80-247-3817-8.

¹⁰ Tamtéž s. 340-344

¹¹ Tamtéž s. 345-346

1.3 SVALY DK

Svaly dolní končetiny tvoří velice obsáhlou kapitolu a není našim úkolem se jimi podrobně zabývat. Je však nezbytně nutné uvést si všechny důležité skupiny a jejich funkci ovlivňující nás ortotiky-protetiky při stavbě náhrady.

Svaly dolní končetiny bychom mohli rozdělit do skupin podle vztahu k velkým kloubům, které s nimi vytvářejí. Jsou to: svaly kyčelního kloubu, svaly stehna, svaly bérce a svaly nohy. Svaly kyčelního kloubu (*musculi coxae*) dělíme na přední skupinu a zadní skupinu. Do přední patří *musculus iliopsoas* složený ze dvou částí a to: *musculus psoas major*, začínající u bederní páteře a *musculus iliacus*, začínající z fossa iliaca. Do svalů skupiny zadní zařadíme *musculi glutei*, největším z nich je *musculus gluteus maximus*, jehož funkcí je u zadních snopců extenze a zevní rotace kyčelního kloubu a u snopců předních je to abdukce stehna. Sval je hlavní extensor kyčelního kloubu, což je klíčové pro udržování vzpřímeného postoje těla, rovněž se jeho funkce projeví také při vstávání nebo chůzi do schodů. V předklonu nese velkou část váhy těla. Dalším svalem zadní skupiny je *musculus gluteus medius*. Jeho snopce plní tyto úlohy: přední snopce provádějí vnitřní rotaci kyčelního kloubu, střední snopce abdukci kyčelního kloubu a zadní snopce mají za úkol zevní rotaci kyčelního kloubu. Podílí se na flexi a extensi kyčle a je důležitý při provádění chůze a udržování vzpřímeného postoje. Následuje *musculus gluteus minimus*, má totožný průběh s předchozím svalem, včetně funkce, jen vnitřní rotace kyčelního kloubu je o něco výraznější. Poslední dva svaly patřící do skupiny svalů kyčelního kloubu jsou *musculus tensor fasciae latae*, což je flexor, abduktor a vnitřní rotátor kyčelního kloubu a pelvitrochanterické svaly, jejichž funkcí je abdukce flektovaného kyčelního kloubu a zevní rotace¹²

Pokračujeme stehenními svaly, které rozdělujeme do skupin ventrálních, mediálních a dorsálních. Do ventrálních patří *musculus sartorius*, který provádí zevní rotaci dolní končetiny a také má za úkol pomocnou flexi v kloubu kolenním a kyčelním. Druhým svalem ventrální skupiny stehenních svalů je *musculus quadriceps femoris*, je to posturální sval, je klíčový pro udržení vzpřímeného postoje, hlavním jeho úkolem je extenze kolenního kloubu. Následující mediální skupina funguje společně jako adduktory stehna, patří sem *musculus pectineus*, který provádí addukci, pomocnou flexi

¹² ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 464-469. ISBN 978-80-247-3817-8.

a zevní rotaci kyčelního kloubu. Dále musculus adductor longus, jeho funkcí je addukce, pomocná flexe a zevní rotace kyčelního kloubu. Musculus gracilis provádí addukci v kyčelním kloubu. Musculus adductor brevis dělá addukci kyčelního kloubu a pomocnou flexi a zevní rotaci kyčle. Musculus adductor magnus má za úkol addukci kyčelního kloubu společně s pomocnou extensí. Posledním svaem této skupiny je musculus obturatorius externus, který je zevním rotátorem kyčelního kloubu a jeho pomocným adduktorem. Následuje skupina svalů dorsálních. Jsou tři, patří sem musculus biceps femoris, jehož funkcí je flexe kolenního kloubu s také zevní rotace bérce při flektovaném kolenu. Druhým svaem je musculus semitendinosus, který flektuje kolenní kloub společně s vnitřní rotací bérce. Třetím svaem je musculus semibranosus, který jako předchozí sval flektuje koleno.¹³

Další důležitou skupinou svalů jsou svaly bérce, dělí se na tři skupiny: přední, laterální a zadní. Do přední skupiny patří musculus tibialis anterior, který provádí dorsální flexi nohy a její supinaci. Následuje musculus extensor digitorum longus, jehož funkce je dorsální flexe nohy a prstů. Posledním svaem přední skupiny je musculus extensor hallucis longus, který extenduje palec. V laterální skupině jsou svaly dva. Musculus fibularis longus, provádějící pronaci nohy společně s pomocnou plantární flexí a abdukcí nohy a musculus fibularis brevis, který má stejnou funkci jako sval předchozí. Zadní skupina se dělí na svaly povrchové a hluboké. V povrchové vrstvě nalezneme musculus triceps surae, který provádí plantární flexi nohy. V hluboké vrstvě je uložen musculus popliteus, jehož funkcí je flexe kolenního kloubu a vnitřní rotace bérce. Dalším hlubokým svaem je musculus tibialis posterior vykonávající plantární flexi nohy. Musculus flexor digitorum longus flektuje nohy a zejména prsty. Posledním svaem skupiny je musculus flexor hallucis longus flektující palec a funguje jako pomocný sval při plantární flexi nohy.¹⁴

Závěrečným oddílem svalů dolní končetiny jsou svaly nohy (musculi pedis). Ty se nacházejí na hřbetu nohy i v plantě. Na hřbetu nohy se nacházejí dva štíhlé svaly uložené pod šlachami extensorů. Jsou jimi: musculus extensor hallucis brevis a musculus extensor digitorum brevis. Oba extendují metatarsofalangové a interfalangové klouby palce. Pokud jde o svaly v plantě nohy, vytvářejí skupiny: svaly palce, svaly malíku, svaly střední skupiny a musculi interossei. Svaly palce jsou tři,

¹³ ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 470-478. ISBN 978-80-247-3817-8.

¹⁴ Tamtéž s. 478-486

musculus abductor hallucis odtahuje palec a má význam při udržování podélné klenby nohy. Dále je to musculus flexor hallucis brevis, jehož funkcí je flexe palce v metatarsofalangovém kloubu. Následuje musculus adductor hallucis provádějící pomocnou flexi metatarsofalangového kloubu palce. Další skupinou jsou malíkové svaly. Jsou opět tři, prvním je musculus abductor digiti minimi, jeho funkčnost spočívá v abdukci a mírné flexi v metakarpofalangovém kloubu 5. prstu, druhý sval je musculus flexor digiti minimi brevis, mající stejnou funkci jako předchozí. Posledním svalem je musculus opponens digiti minimi, provádí addukci 5. metatarsu plantárně. Pokračujeme svaly střední skupiny, kam patří musculus flexor digitorum brevis flektující proximální interfalangové klouby. Dále muscoli lumbricales, což jsou čtyři svaly flektující metatarsové klouby a zároveň extendují interfalangové klouby. Následuje musculus quadratus plantae, což je pomocný sval pro musculus flexor digitorum longus. Závěrečnou skupinou svalů nohy jsou muscoli interossei. Jsou to svaly mezikostní, jejichž funkce je sevření vějíře prstů.¹⁵

¹⁵ ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, s. 487-494. ISBN 978-80-247-3817-8.

2 AMPUTACE

„Jako amputaci definujeme odstranění periferní části těla včetně krytu měkkých tkání s přerušením skeletu, která vede k funkční anebo kosmetické změně s možností dalšího protetického ošetření“¹⁶

Amputace je z hlediska historického nejstarší prováděný chirurgický výkon. Nejednalo se však z počátku o léčebnou terapii, amputace se prováděla jako forma trestu nebo jako součást rituálu. Jako život zachraňující úkon našli amputace největšího uplatnění v období válek. První zásady provádění amputací stanovil Hippokratés 500 l. př. Kr. První amputace se prováděly gilotinové, nepoužívala se žádná anestezie, z důvodu omezených možností se pro zástavu krvácení používalo ponoření pahýlu do horkého oleje, či jeho podvazování. V roce 1837 se začala používat laloková metoda amputací s podvázáním cév a muskulokutánními laloky. Obě metody se používají i v současnosti.¹⁷

Největší rozmach amputací nastává historicky v období válek. Před první světovou válkou se nedostávalo pacientům žádné organizované péče, ale vzhledem k obrovskému množství raněných vojáků v této světové válce se k jejich léčbě přistupovalo systematicky a vznikl program jak je vrátit zpět do běžného života. Toto schéma se v modifikované podobě užívá dodnes. Zahrnuje včasnou rehabilitaci, včetně školy chůze apod.¹⁸

2.1 ROZDĚLENÍ AMPUTACÍ

Jak již jsme zmínili, amputace můžeme rozdělit na gilotinové a lalokové. Je třeba také upřesnit, že pokud je periferie odstraněna v linii kloubu nazývá se exartikulací. Účel amputace je jako u ostatních léčebných výkonů snaha o zabránění dalšímu poškození a navrácení alespoň částečné funkce. Amputace mohou být otevřené nebo uzavřené. Začneme s prvním typem, kterým je amputace gilotinová. Jedná se o otevřenou amputaci. Provádí se cirkulárním řezem, kterým se nejdříve přeruší kůže a následně ve stejném místě i sval. Provede se podvazání cév. Přerušeni skeletu se

¹⁶ DUNGL, Pavel. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 117. ISBN 978-80-247-4357-8.

¹⁷ Tamtéž s. 171

¹⁸ MEIJ, No leg to stand on: historical relation between amputation surgery and prostheseology. Groningen: W.K.N. van der Meij, 1995, s. 172-175.

provede od předchozí linie řezu proximálněji. Z důvodu budoucího protetického řešení je nezbytná ve většině případů úprava pahýlu, ta se provádí několika způsoby. Je možná reamputace, kdy se končetina zkrátí stejnou technikou jen proximálněji. Dalším způsobem je revize pahýlu, prováděná odstraněním zjizvené tkáně, zkrácením kosti a modelace měkkých tkání, což umožňuje vytvoření kvalitního pahýlu. Jako třetí úprava lze použít plastika, kdy se upraví měkké tkáně, ale nezasahuje se do kosti. Gilotinové amputace se dnes používají výhradně v bojových podmínkách či výjimečných situacích. Druhým způsobem jak provést amputaci je způsobem lalokové amputace. Může být provedena otevřená nebo zavřená. Otevřená amputace se provádí za použití techniky invertovaných kožních laloků. Laloky se zakládají delší, následně se překlopí a přišijí k sobě. To se děje na dočasnou dobu a přibližně po dvou týdnech, kdy se vytvoří granulační plocha, se tyto laloky rozbalí a provede se primární sutura. Při tomto úkonu musíme brát v potaz budoucí protetické řešení a tomu přizpůsobit rozložení laloků a umístění jizvy. I když se dnes již nemusí dodržovat všechny amputační schémata, díky stále se zlepšujícímu protetickému vybavení, měli by, jsme myslet vždy na minimální délku objímky. Tento problém vyvstává typicky při amputaci femuru, kdy příliš dlouhý pahýl by měl za následek společně s konstrukcí protézy a to hlavně dlouhého umělého kolenního kloubu absolutně nevhodné postavení tohoto kloubu, ze kterého vyplývají neakceptovatelné poměry v ose kloubu a následně geometrii náhrady umožňující budoucí plynulý pohyb. Laloky a jejich umístění se musí předem naplánovat, aby bylo dosaženo konického tvaru pahýlu. Přerušené svalstvo se spojí s antagonisty tzv. myoplastikou, děje se tak v jedné motorické skupině a spojují se flexory s extensory. Je tím tak zachována motorika pahýlu nezbytná pro funkci a následnou chůzi s protézou. Další možností jak zachovat motoriku je provedením myodézy. To je úkon, jehož výsledkem je vytvoření nového svalového úponu. To nejen, že obnoví funkci, ale zároveň působí jako prevence nežádoucích kontraktur. Při provádění kvalitního amputačního zákroku by se měla věnovat péče zbylým nervovým pahýlům a jejich ošetření. Zanedbání tohoto by v budoucnosti vedlo k traumatizování nervu a v konečném výsledku k projevení fantomových bolestí. Abychom tomu zabránili, je nejvhodnější provést vytažení nervového kmene, jeho alkoholizaci a poté jeho přerušování. Avšak pozor na přetažení nervu, které by opět mohlo vést k jeho traumatizaci. Na závěr výkonu dbáme na správné umístění jizvy, která se vyhýbá nášlapné ploše pahýlu. V rekonvalescenční době po operaci prochází pahýl tzv. otužováním, které se provádí měkkým nebo tvrdým bandážováním, kde v poslední době

převažuje i svými výhodami bandážování tvrdé. Tvrdé bandážování se provádí zásadováním pahýlu, které se provádí opakovaně, vždy po týdnu. Pahýl je tímto chráněn, podporuje se jeho hojení i formování. Nemalý význam je i zabraňování otoku a rozvoji kontraktur.¹⁹

2.2 INDIKACE A KOMPLIKACE AMPUTACÍ

Indikovat končetinu k amputaci je velice zásadní čin, jelikož i přesto, že je amputace rekonstrukční výkon, je nevratná a vede ke ztrátě celku organismu jako takového. Je šest základních důvodů, které vedou k amputacím. Jsou jimi zcela jistě traumata, dříve dominantní část pro indikaci, dnes již však naštěstí ubývající, díky stále se zlepšujícím možnostem cévní chirurgie a mikrochirurgie. Další indikací je infekce, v tomto případě se jedná o život zachraňující opatření způsobené akutní sepsí, která se nedá zvládnout žádnými jinými prostředky. Indikuje se i v opačném případě a to pokud se jedná o dlouhodobé lokální procesy infekce. Třetím důvodem pro indikaci je nekróza, rozsah amputace se určuje, až poté co dojde k demarkaci nekrózy. Nekróza může být zapříčiněna také fyzikálními vlivy, jako jsou omrzliny, popáleniny apod. Poslední tři typy indikací jsou tumory, téměř výhradně se jedná o maligní recidivující útvary. Dále poškozená funkce, s důsledku traumat či vrozené vady a posledním je stav kožního krytu spojený s poškozeným měkkých tkání, což je indikace okrajová omezena zlepšujícími se možnostmi plastické chirurgie. To byly zásadní typy indikací určujících končetinu k amputaci. Musíme si uvědomit, že amputace je velice radikální operace a pokud již k ní bylo rozhodnuto, je nutné minimalizovat všechna rizika, která mohou během operace nastat. Je samozřejmostí, že pacient by měl být v nutričně dobrém stavu. V klinické praxi se z důvodu subjektivních faktorů při rozhodování o amputaci používá různých bodovacích systémů, jako např. tzv. MESS skóre (magled extremity severity score), který určuje rozsah rozdrčení končetiny. Je v něm zahrnuto několik faktorů, od úrazu hodnoceného podle energie mechanismu postižení, ischemického poškození po věk pacienta. Využití tohoto systému se ukázalo velice efektivním a užitečným pro praxi, nicméně vždy záleží na klinických zkušenostech chirurga, aby rozhodl. Díky tomuto systému se však může rozhodnout velice rychle a neztrácet tak čas při záchraně končetiny, jejíž zachraňování by vedlo k selhání organismu. Amputace v tomto

¹⁹ DUNGL, Pavel. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 117-119 ISBN 978-80-247-4357-8.

přestavuje rychlý prostředek k záchraně života, výrazný zejména u polytraumat a pacientů ve vysokém věku. Je třeba se zamyslet, jestli je záchrana končetiny, i když je to možné vhodná. Někdy představuje její záchrana dlouhou a bolestivou terapii a výsledkem může být i přes veškerou snahu nefunkční končetina, která je indikována k amputaci. Jak je zde vidět, musíme znalosti provázat s praktickými zkušenostmi a aplikovat je na každého pacienta individuálně.²⁰

Komplikacím spojených s amputací se snažíme vyhýbat správnou operační technikou se stanovením správné výše amputace, avšak vždy mohou nastat a jsou jimi: hematoma, ten se snažíme eliminovat drenáží rány, dále kožní nekroza, u ní do 0,5cm necháme prostor ke granulaci, může dojít ke gangréně pahýlu, v tom případě je nutná reamputace po demarkaci hranice nekrozy. Další komplikací může být otok nebo kloubní kontraktura pahýlu, řeší se bandáží, polohováním, cvičením. Posledním problémem spojených s amputací jsou fantomové obtíže. Mohli bychom je rozdělit na dva typy, prvním jsou fantomové pocity, s kterými se setkáváme prakticky u všech pacientů po amputaci. Jedná se o pocit, že amputovaná končetina je stále na svém místě. Druhá možnost jsou fantomové bolesti, eliminují se skrze fyzikální procedury, medikamenty nebo pomocí revize nervového pahýlu. V nemalých případech je amputace spojena s nemalou psychickou zátěží a na místě je pomoc psychologa. Je samozřejmostí, že práce chirurgického týmu by měla úzce spolupracovat s protetikem a konzultovat s ním budoucí protetické řešení, stejně jako komunikace s pacientem a vysvětlením mu následující postup protetické terapie.²¹

2.3 AMPUTACE DOLNÍ KONČETINY

Amputace nebo exartikulace na dolní končetině můžeme podle oblasti provedení označit a popsat následovně. Začneme hemikorporektomií, což je zcela extrémní případ, kdy je kompletně odstraněn pánevní pletenec i kost křížová. Je potřeba vyřešit fungování zažívací soustavy a provést náhradní vyvedení zažívacího traktu. Dále už je nezbytné protetické řešení. Vytvoří se tělní objímka, která se snaží přebrat úlohy pánevního pletence, vyvažuje trup a chrání před utlačováním vnitřní orgány. Také pomáhá v sedu. Dalším, stále velice vyhoceným amputačním úkonem je

²⁰ DUNGL, Pavel. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 119-120 ISBN 978-80-247-4357-8.

²¹ Tamtéž s. 120-121

hemipelvektomie. Odstraňuje se při ní celá dolní končetina a přilehlé pánevní kosti. Linie odstraňované kosti u standartní hemipelvektomie je nad acetabulem a ponechává se hřeben lopaty kyčelní kosti. Ke krytí je využíván gluteální lalok. Samozřejmě má i tento úkon několik modifikací. Pokud se provádí v rozšířené variantě, je linie odstraňované kosti vedena přes kost křížovou. V interním provedení se odstraňuje část pánve, ale končetina zůstává zachována. Defekt se kryje lalokem svalů gluteálních. Tyto výše uvedené případy jsou extrémní a velice náročné typy operací představující obrovskou zátěž pro pacienta i pro sehraný lékařský tým. Vždy se provádějí na specializovaných pracovištích. Dalším typem odstranění dolní končetiny bývá exartikulace v kyčelním kloubu. Kyčelní kloub se preparuje, chrupavka acetabula se doporučuje snést a vzniklou dutinu vyplnit svaly. Krytí je provedeno gluteálním nebo adduktorovým lalokem. Následuje velmi běžná operace, kterou je femorální amputace. Její provedení nepředstavuje žádná mimořádná rizika. Je však třeba si dát pozor pokud provádíme amputaci příliš vysoko, takto zkrácený pahýl bude náchylný k flekční kontraktuře a zejména bude problémem s budoucím protetickým řešením, které se v tomto případě bude navrhovat velice nesnadně. Ovšem stejně tak je třeba brát v potaz opačný extrém v případě nízké amputace, kde je třeba počítat s protetickým kloubem a jeho konstrukční délkou a tomu podřídít výšku pahýlu. Další v pořadí je exartikulace v kloubu kolenním. Vzniklý dlouhý pahýl je výhodou v mnoha ohledech. Pomáhá při udržování stability, je nápomocný při sezení i vstávání, při chůzi je plně zachována její švihová fáze. Pahýl je kvalitní pro dobré udržení protézy. Další velice běžnou operací je amputace v oblasti bérce. Obě kosti v oblasti se nepřerušují ve stejné linii, fibula se zkracuje proximálněji než tibia, což je velice důležité pro formování pahýlu. Někdy je doporučováno obě kosti spojit pomocí tzv. kostního můstku, aby se kosti nepohybovaly. Pro uzavření používáme rovnoměrně přední i zadní kožní lalok, jen v případě ischemické příčiny amputace převažuje lalok zadní z důvodu cévního zásobení. Poslední prováděná amputace na dolní končetině je amputace v oblasti hlezna. Existuje několik možností, jak ji provést, ale vždy musí splňovat tyto podmínky: musí vytvořit nášlapný pahýl a zároveň musí ponechat dostatečný prostor pro kloubní náhradu budoucí protetické pomůcky. První možností je Symeho amputace, jde vlastně o resekci v hlezenním kloubu. Tibie a fibula se resektují těsně nad chrupavkou a kolmo na rovinu nášlapu. Dalšími možnostmi jsou amputace podle Boyda, Choparta, či Lisfranca, jedná se však o velice komplikované specializované operace, v některých případech zastaralé a nevhodné, na druhou stranu jsou při dokonalém provedení v konkrétních situacích

velice užitečným nástrojem, záleží na rozhodnutí a zkušenostech konkrétního chirurga, že je zde nebudeme detailně popisovat. Amputace v oblasti nohy mají jistá rizika, vyplívající z následně vytvořených stereotypů chůze a proto je nutné vždy zvážit následky společně s typem pacienta pro následnou protetickou terapii.²²

²² DUNGL, Pavel. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 123-126 ISBN 978-80-247-4357-8

3 PROTETICKÉ ŘEŠENÍ

Používání protetických pomůcek je velice starou záležitostí a setkáváme se s nimi ve všech vyspělých starověkých kulturách. Nejstarším dochovaným důkazem využívání protetiky je považována bércová protéza z doby 2300 př. Kr. nalezena na mumifikovaném těle v Kazachstánu. Vyráběly se ze dřeva, vyztužovaly, se bronzem a na končetinu se upevňovaly pomocí kožených popruhů. Asi před 4000 lety v Egyptě se objevují i pomůcky ortotické. Dalšího rozmachu se protetika dočkala společně se zkvalitněním amputačních zákroků. Z dochovaných spisů Ambroise Parého (1509-1590) se dozvídáme o použití kompaktního kolenního kloubu. Ke stavbě protéz byla používána, jak exoskeletová, tak endoskeletová konstrukce. Obor se rozvíjí společně s rozvojem ostatních vědních oborů. Na našem území se tomuto oboru věnovala rodina Božkova, kdy Romuald Božek popisuje roku 1868 stehenní protézu s excentrickým kolenním kloubem. Přelom v oboru nastal v roce 1919, kdy Otto Bock přišel se základním konceptem modulární stavby protéz. Princip je v unifikaci jednotlivých dílů protézy, jakými jsou klouby, adaptéry apod. ze kterých se sestaví výsledná pomůcka, již individualizovaná na každého konkrétního pacienta. Soudobý obor protetika je oborem indisciplinárním, kde spolu úzce spolupracují lékaři s ortopedickoprotetickými techniky a společně fungují jako realizační tým, který si mezi sebou vyměňuje informace a bez jehož vzájemné spolupráce nelze očekávat pozitivní výsledek při terapii pacienta²³

3.1 PROTETICKÁ INDIKACE A PROTEOMETRIE

Pojem indikace představuje předepsání vhodné terapie, která vychází z pacientovy anamnézy a stává se podkladem, na jehož základě určíme vhodnou protetickou pomůcku. Indikace by měla být založena na multioborové spolupráci počínaje lékařem, přes psychologa, fyzioterapeuta, ergoterapeuta, až po protetického technika, kde se společně týmovým rozhodnutím určí optimální postup. Indikované pomůcky mohou plnit rozličné úkoly, tím základním je úkol léčebný, který je buď krátkodobý, nebo dlouhodobý, může být udržující, tj. předcházející zhoršování stavu a udržení alespoň stávajícího, úkol může být rehabilitační, kde pomůcka pomáhá po konzervativní nebo operační léčbě k navrácení hybnosti. Nebo může být úkol substituční, v tomto případě umožňuje pomůcka například pracovní úkon, ale není

²³ DUNGL, Pavel. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 93-94 ISBN 978-80-247-4357-8

schopna navrátit nominální funkci. Při posuzování technické zhotovitelnosti náhrady vyplývající z indikace, je nutné se zamyslet nad dalšími aspekty, které přirozeně vyvstávají z pacientova aktuálního zdravotního stavu a každodenního života, kterými jsou pracovní aspekty, věk a pohlaví, jestli pacient žije sám nebo má rodinu, jeho možnosti sociální adaptace a motivace, také jeho psychický stav a tělesná zdatnost, která je vůbec hlavním předpokladem, zda bude moci náhradu používat.²⁴

Při zhotovování protetické náhrady je základním úkonem, na jehož precizním zpracování závisí celá další práce odebrání měrných podkladů pacienta, neboli proteometrie. Podklady získáváme většinou kombinací několika způsobů, odebíráme je na nahém těle a to většinou v poloze v jaké bude pomůcka používána. Pokud bychom si chtěli vyjmenovat dostupné možnosti získání podkladů, patřilo by sem: měření, kde jsou odebírány délkové či obvodové míry na těle, které je možno odebírat pomocí měrných prostředků, nejčastěji krejčovskou plátěnou mírou. Další možností jsou obkresy, jde o plošné zobrazení. Zakreslení se provádí tužkou na obyčejný papír. Následující možnost odebrání měrných podkladů může být otisk, používaný například ke zjištění tlakových poměrů na chodidle. K měření se používají elektronické snímací desky schopny zaznamenat statické i dynamické síly a graficky je zobrazit, v jednodušších podmínkách lze nahradit otiskovacím pantografem. Další velice hojně využívanou a klasickou metodou je zhotovení sádrového modelu, který je věrným zobrazením situace, kterou je schopen reprodukovat prostorově. Zhotovuje se pomocí sádrového obinadla, kterým ovážeme otiskované místo, např. končetinu a necháme zatuhnout. Vznikne nám tak negativ situace, který vyplníme sádrou, která nám po zatvrdnutí vytvoří pozitiv situace, který se dá posléze podle potřeby upravit. Nejmodernějším způsobem je technologie skenovací, tzv. CAD-CAM systém. Situace na těle je naskenována, pomocí počítače zobrazena jako virtuální model, se kterým se dá pomocí softwaru pracovat. Skutečný model vzniká následným vyfrézováním na CNC fréze z námi zvoleného materiálu. Může to být také sádra, ale častěji se jedná o pěnový polyuretan²⁵

²⁴ HADRABA, Ivan. *Ortopedická protetika*. Praha: Karolinum, 2006, s. 11-15. ISBN 80-246-1296-8.

²⁵ DUNGL, Pavel. *Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 2014, s. 95-97 ISBN 978-80-247-4357-8

3.2 STAVBA PROTETICKÉ NÁHRADY

Dobře zhotovená náhrada by měla plně vyhovovat fyzickým možnostem a potřebám pacienta, stejně tak musí vyhovět jeho nárokům pracovním, zájmovým a sportovním. Opomenout nesmíme ani mentální schopnosti pacienta. Otázkou zůstává i správné načasování prvovybavení protézou. Amputační pahýl musí být dokonale zahojený. Minimální doba se udává 6 týdnů od amputace. Stejně tak pooperační jizva musí být naprosto klidná. Předčasné nasazení protézy vede k neúspěšné terapii, a proto by se neměla uspěchat a pahýl takto nezatěžovat. To ovšem neznamená, že by měl pahýl zůstat v pooperačním období v nečinnosti. Právě naopak, otužování pahýlu hraje zcela zásadní roli. K otužování přispívá správně provedené elastické bandážování a pooperační rehabilitace společně s fungováním nejbližšího proximálního kloubu. Otužováním docílíme fyziologické atrofie měkkých tkání, která je nezbytná pro dokonalé spojení pahýlu s protézovým lůžkem, a tím i k zajištění správného přenosu zátěže.²⁶

Na modelu dolní končetiny si představíme stavbu protézy. Stavbou myslíme konstrukci a její komponenty. Popisovat budeme v současné době nejpoužívanější endoskeletovou modulární protézu. Prvním prvkem protézy je protézové nebo jinak řečeno pahýlové lůžko, je to část, která se nedodává sériově, ale je celá vyrobena individuálně. Lůžko by se mohlo rozdělit na tři části. Na horní, střední a spodní. V té horní se přenáší hmotnost těla přes tlakové body do protézy. Střední část lůžka tvoří stěny, které přesně odpovídají tvaru pacientova pahýlu a podle situace jsou zde místa, kde jsou tlakové body a místa odlehčení. Spodní část má tvar misky, na její dno by již pahýl dosedat neměl, může obsahovat ventil, sloužící k podtlakové retenci.²⁷

Jak již bylo řečeno pahýlové lůžko, je zcela individuální a může jich být několik druhů. Nejčastěji plně kontaktní, ty jsou podtlaková a k retenci napomáhá dokonalý tvar lůžka, který svým povrchem přesně kopíruje a naléhá na pahýl. Dalším druhem je semikontaktní lůžko. To se dotýká pahýlu v několika kontaktních plochách, ale nikoliv v celé jeho ploše. K dosažení retence je proto navíc potřeba přídatné závěsné zařízení. Posledním typem je tzv. závěsné lůžko, používá se tehdy, když je pahýl v takovém stavu, že na něj nejde zhotovit uspokojivě ani jedno z předchozích lůžek. Zhotovované lůžko se zhotoví jen do přibližného tvaru. Fixace k pahýlu, respektive k tělu je zajištěna

²⁶ DUNGL, Pavel. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 97 ISBN 978-80-247-4357-8

²⁷ SOSNA, Antonín. *Základy ortopedie*. Praha: Triton, 2001, s. 161-162. ISBN 80-7254-202-8.

přídavným úchytným zařízením, které i když není ideálním řešením, tak v případě nestandardních tvarů pahýlů je jedinou možnou variantou. Velikou nevýhodou ovšem zůstává přenos tělesné hmotnosti na protézu jen přes několik tlakových bodů. S tím je spojena jen velmi omezena schopnost přenosu síly na protézu a s tím její velice špatná ovladatelnost. Lůžka, jako taková mohou být vyrobena z rozličných materiálů., v současné době jsou to nejčastěji kompozity, syntetické pryskyřice společně s nějakým druhem skelných, uhlíkatých či jiných vláken. Mohou být ale i s polyuretanu, silikonu, či gelová, jejich retence na pahýlu je zajištěna elasticitou materiálu. Tyto lůžka zvyšují komfort nošení pro pacienta, ale kladou mnohem větší nároky na údržbu a mají oproti konzervativním lůžkům několik dalších nevýhod v podobě neprostupnosti pro tekutiny a plyny, což je pro přirozeně se potící pahýl značná nevýhoda. Pokud se zaměříme na zbytek protézy, je již sestaven z komponentů sériově vyráběných, i když i zde ve zcela speciálních případech existují výjimky. Tato část protézy se nazývá periferie, kam patří: chodidla, umělé klouby, trubky a adaptéry. V následujících řádcích se budeme věnovat a popíšeme si všechny. Opět na reáliích týkajících se dolní končetiny. Začneme protetickými chodidly. Chodidlo je konečným prvkem protézy, přenášející síly na podložku a naopak. Dokáže výrazně ovlivnit vlastnosti protézy při stoji i při chůzi. Může být z různých materiálů, které mu dávají klíčové vlastnosti, které rozdělují chodidla na pevná a dynamická. Pevná chodidla jsou velice mechanicky odolná, jsou vyrobeny většinou ze dřeva v kombinaci s plastem. Typickým představitelem je chodidlo SACH (solid ankle cushion heel), které má pružnou patní část. Pokud jde o pohyb v hlezenním kloubu, tak čím je pohyb složitějším, tím lépe chodidlo zvládá terénní nerovnosti, ale ze subjektivního dojmu pacienta může být tato vlastnost vnímána jako nestabilita. Dynamické chodidlo, využívá energii získanou při odvalu ve švihové fázi chůze. Schopnost takto reverzibilně využívat energii, záleží na materiálu, ze kterých je chodidlo vyrobeno, z nichž největší účinnosti zatím bylo dosaženo u uhlíkatých kompozitů. Dynamické chodidlo nemá možnost pohybu v hlezenním kloubu a jeho přizpůsobivost terénu proto závisí čistě na pružnosti materiálu, ze kterého je vyrobeno. Dalším komponentem při výrobě protézy je protetický kloub. V našem případě kloub kolenní. Kloub musí splňovat požadavky na komplexní pohyb. Musí zajišťovat dostatečnou stabilitu ve stojné fázi a zároveň bezchybný plynulý pohyb ve fázi švihové. Klouby mohou být velice jednoduché, ale i velice sofistikované počítačem řízené. Záleží na požadavcích na kloub kladených a finančních možnostech, pro který se rozhodneme. Klouby můžeme rozdělit podle počtu os, ve kterých je schopen vykonávat pohyb.

Máme tak klouby jednoosé, dvojosé a polycentrické. Důležitým prvkem je řešení, kterým se ovládá švihová fáze. Děje se to tzv. tlumením. U jednoduchých jednoosých kloubů zajišťuje toto tlumení smykové tření. V některých případech, záleží na typu pacienta, se využívá možnosti kloubního uzávěru, ten dává uživateli možnost fixovat koleno v extenzi. Lepší typ kloubu tlumí pomocí hydraulického nebo pneumatického pístu. Určitě musíme zmínit klouby řízené počítačovým čipem, které nabízejí velice zajímavé možnosti pro aktivní jedince, kdy klouby zvládají kromě běžné chůze i chůzi do a ze schodů. A nejen to, zvládají velice dobře i různé sportovní aktivity jakými mohou být například lyžování nebo právě jízda na kole. Tyto klouby jsou většinou jednoosé, s hydraulickým tlumením. Čip podle zvoleného režimu může měnit dynamiku kloubu, v celém průběhu krokových cyklů a stejně tak dynamiku přizpůsobovat zátěži během chůze.²⁸

3.3 VÝROBA PROTÉZY A FUNKČNÍ ZKOUŠKA

V předchozí kapitole jsme se věnovali skladbě protézy a jejím komponentům. V této kapitole si popíšeme prakticky výrobu pomůcky, včetně následného předání pacientovi k vyzkoušení a provedení základní školy chůze. Výroba bude opět demonstrována na situaci dolní končetiny. Prvním úkonem při stavbě protézy je sejmутí měrných údajů pacienta. Snímání probíhá v takovém postavení, ve kterém bude náhrada nošena. Měříme délku dolní končetiny od podložky po šterbinu kolenního kloubu nebo hrbolu kosti sedací. Měření obvodů provádíme v místech, které nám vyznačuje měrný list. Bývají to údaje získané mezi klouby dolních kostí, a to 10 cm nad spodním kloubem, v nejvyšším bodu a 10 cm pod horním kloubem. Klíčový pro zhotovení náhrady dolní končetiny je ovšem model situace, který získáme následujícím způsobem. Pahýl amputované končetiny, jehož přesnou podobu chceme zachytit, nejprve připravíme. Pro dobré sundání odlitku nejprve na pahýlu vytvoříme separační vrstvu. Tu může tvořit nylonová punčoška, vrstva vazelíny či potravinářská folie. Následuje sádrování, ke kterému používáme sádrová obinadla. Sádrování chce jistý cvik, aby nedocházelo k deformaci negativu. Snažíme se zvýraznit opěrné body. Po zatuhnutí sádry, negativ opatrně sejmeme, pokud je to k sejmутí nezbytné rozstříhneme ho nůžkami. Negativ v tomto stavu zesílíme sádrovým obinadlem a upravíme ho do

²⁸ DUNGL, Pavel. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 98-99 ISBN 978-80-247-4357-8

požadovaného tvaru budoucího lůžka zastřížením. Negativ vyzkoušíme na pacientovi a provedeme potřebné korekce, které je výhodnější udělat v této fázi, než na hotovém modelu. Tvar negativu by měl vypadat, již jako budoucí protézové lůžko. Reakci tvrdnutí sádry můžeme ovlivnit teplotou vody. Nakonec je negativ opatřen longetami²⁹

Následuje zhotovení pozitivu situace vylitím negativu sádrovou hmotou. Model opatříme pro následnou manipulaci nebo pro nezbytný další pracovní postup manipulační tyčí, či dvojcestnou trubkou. Po zatvrdnutí sádry je na řadě úprava pozitivu. V distální části tvar modelu upravíme již do tvaru připravovaného lůžka. Model upravíme podle situací na pahýlu za pomoci námi zaznamenaných údajů v měrném listu ubírání nebo přidáváním sádry. Konečný model situace vyhladíme.³⁰

Můžeme se pustit do výroby samotného lůžka, lůžek je několik typů, daly by se rozdělit podle provedené amputace. Začneme lůžkem po exartikulaci v kyčli. Budoucí náhrada nahrazuje tři klouby. Lůžko je polotvrdé, což je důležité pro nasazování náhrady. Skládá se z pánevního koše s ventrálním přístupem a využívá k retenci pahýlu speciálního tvaru ve tvaru klínů. Dalším typem je lůžko stehenní. Jeho tvar určuje délka amputačního pahýlu, čím je kratší, tím je důležitější provedení nasedacího věnce. Důležité pro výrobu je oblast hrboleu sedací kosti, To je oblast s dobře měřitelným bodem, je využíván jako opora, v dnešních lůžkách je fixován i v bočním směru, tím že je do lůžka zanořený, oblast trochanteru je důležitá z hlediska zabránění nechtěné rotace a vytvoření bočního vedení lůžka, ventrální pelota působí protitlak kosti sedací a také vytváří prostor pro flexory a adduktory stehna, distální část lůžka vytváří prostor pro apex pahýlu, který se nesmí dostat, až na dno lůžka. Velikost lůžka je určena i množstvím měkkých tkání pahýlu. Počítáme s jejich kompresí. Při jejich velkém objemu tak 5-7%. S ubývajícím množstvím svaloviny, až ke kostnatému pahýlu počítáme i s menší schopností komprese. Tvar lůžka pro stehenní protézu je z tzv. Lang ovál. Lůžko je tvaru podélně nebo příčně oválného. Ke zhotovení se využívají tvrdé materiály a nepoužívá se vnitřní výstelka. Mechanismus retence lůžka stehenní protézy na pahýlu je pomocí komprese měkkých tkání, elasticita, adhezní tření, pasivní i aktivní rozpětí tkáně, podtlak a případně pokud je to nutné přídatné úchytné zařízení. Další možností je pahýlové lůžko pro exartikulaci v kolenní, kdy jeho výsledný tvar je kombinací stehenní a bércevé protézy. Nemá oporu sedací kosti. Na rozdíl od lůžka stehenní protézy je

²⁹ PŮLPÁN, Rudolf. *Základy protetiky*. Praha: Epimedia, 2011, s. 29-37. ISBN 978-80-260-0027-3.

³⁰ Tamtéž s. 47

vrchol plně zatížitelný a pahýl se ho dotýká. Nazýváme ho jako nášlapný pahýl. Zhotovuje se dvojvrstvé s měkkou vložkou. Následuje bércové lůžko, to umožňuje pohyb v kolenním kloubu, nemá jasně dané opěrné body. Pro zhotovení jsou důležité následující oblasti. Okraj palety, do kterého lůžko nezasahuje, zároveň nesmí být ani příliš vzdáleno. V horní části se nesmí rozevírat. Kolenní drsnatina je opěrným bodem, který zabraňuje vklouznutí pahýlu do lůžka. Důležitými místy jsou i vrchol tibie a oblast nervus fibularis, které musíme důkladně odlehčit, aby nedocházelo k následným defektům. Bércové protézy využívají různé typy lůžek, které podrobněji rozvedeme v následující kapitole. Ještě zmíníme lůžko pro amputace v oblasti nohy, které využívá plně zatížitelné pahýly. Lůžko má měkkou výstelku a také obsahuje planžetu, většinou karbonovou, která pomáhá při odvalu.³¹

Následuje sestavení protézy z již připravených dílů. Připravíme si vhodné chodidlo, spojovací trubky, adaptéry, kolenní kloub, návleky a ventily. Vhodné komponenty určuje několik faktorů, mezi které patří pacientova hmotnost a stupeň aktivity. Řídíme se tabulkami určeními pro sestavení protéz nebo použijeme speciální počítačový program, který nám s výběrem vhodných komponentů pomůže. Pomůcku sestavíme. Postupu se říká vertikální stavba, jejíž zákonitosti se řídí specifiky uvedenou pro každou pomůcku v příbalovém letáku. Kolenním kloubům jsme se podrobně věnovali v předchozí kapitole. Při sestavování využíváme pro vizualizaci os olovnice, či laserový přístroj nebo stavěcí přístroj. Nic, ale nenahradí zkušeného technika.³²

Hotová pomůcka je podrobena funkční zkoušce, to znamená, že je poprvé vyzkoušena společně s pacientem a po této zkoušce je ještě možnost dalších úprav a nastavení. Od odebrání měrných podkladů by mělo dojít ke zkoušce v co možná nejkratším časovém intervalu, jelikož časové prodlevy, zcela jistě znamenají změny na pahýlu, které se s přibývajícím časem mohou projevit neúspěšnou zkouškou. Samotné vyzkoušení pomůcky s pacientem by nemělo trvat déle než 45 minut, při delší době dochází z důvodu únavy pacienta ke změně chůze, většinou do kruhu a dochází tak ke zkreslení a neobjektivnosti při seřizování pomůcky. Pacienta vždy seznámíme, co ho bude v následujících minutách očekávat. Nasadíme náhradu a první co uděláme, je kontrola délkových měr. Zkoušku provádíme vždy v obuvi, z důvodu lepší ovladatelnosti je možné mít náhradu trochu kratší, do 1cm. Pacient musí stát sám bez

³¹ PŮLPÁN, Rudolf. *Základy protetiky*. Praha: Epimedia, 2011, s. 48-62. ISBN 978-80-260-0027-3.

³² Tamtéž s. 41-46

pomoci horních končetin. Stoj by měl být jistý, vzpřímený s plným přenesením váhy na náhradu. Pokud není problém se stojem na pomůcce, můžeme přistoupit k chůzi. Pacient se pokouší stejné kroky oběma končetinami, nevadí, když z počátku budou velice krátké. Po zvládnutí tohoto, můžeme podle pacientovo chůze i jeho subjektivních pocitů pomůcka nastavovat. Změnou sklonu lůžka jsme schopni ovlivnit vnitřní tlaky. Ke kontrole vertikálních os používáme olovnici. Dále můžeme nastavit tření kolenního kloubu. Také zkontrolujeme, že pahýlové lůžko dokonale sedí. Pokud zkouška nedopadla podle našich představ je třeba nedostatky odstranit, či začít znovu od začátku. Pokud bylo vše v pořádku, zkontrolujeme pomůcku, která je nyní připravena k předání pacientovi. Ten si pomůcku znovu samostatně vyzkouší a je poučen o její užívání a údržbě a je pozván na kontrolu³³

³³ PŮLPÁN, Rudolf. *Základy protetiky*. Praha: Epimedia, 2011, s. 63-64. ISBN 978-80-260-0027-3.

4 PROTETIKA DOLNÍCH KONČETIN

Protéza je v terminologii technické ortopedie konstrukce, která slouží k obnovení funkce ztracené končetiny. Náhrada podléhá několika podmínkám, které musíme vzít v potaz, jsou jimi následující. Začneme podmínkami fyziologickými, ty definují pacienta po stránce jeho celkového stavu a ovlivňují požadavky na budoucí náhradu. K celkovému stavu patří: stáří, pohlaví, vnitřní onemocnění, kterými mohou být kardiovaskulární choroby, onemocnění svalová, či kloubní, celkový tělesný a duševní stav. Mezi fyziologické podmínky pahýlu patří: délka amputace a výsledky provedené amputace, ucelenost tkáně, stav svalstva, pohyblivost, stav jizvy a zatížitelnost. Další podmínky jsou podmínky biomechanické. Ty vznikají kombinací sil vznikající působením fyziologickým svalovým a pohybovým aparátem člověka a reakce prostředí, do kterého se přenáší prostřednictvím protézy. Zahrnujeme sem podmínky fyziologické společně podmínkami prostředí, kterými mohou být provozované sporty, koníčky, prostředí domova a na pracovišti. Dalšími podmínkami, které zohledňujeme, jsou podmínky mechanické. Patří sem síly tahové, tlakové, ohybové, torzní a točivé momenty, kterým je protéza vystavena. Všechny díly použité ke stavbě náhrady jsou podrobeny testování jejich vlastností, které napodobuje reálné prostředí užívání a zjišťuje se trvalá mechanická zatížitelnost. Výroba pomůcky podléhá zákonům statiky a dynamiky. Jedná se tzv. kloubový řetězec, který musí umožnit dynamický pohyb a zároveň musí být staticky bezpečný. Hotová protéza je vždy kompromisem obojího, dána zákony mechaniky a potřeb pacienta.³⁴

V následujících kapitolách se budeme věnovat protetice, která je schopna uplatnit se při aktivní činnosti, například cyklistice. Budeme se zabývat důležitými body při konstrukci těchto náhrad.

4.1 BÉRCOVÁ PROTÉZA

Při jejím stavění se musíme řídit následujícími zákonitostmi. Lůžko náhrady stavíme v mírné flexi, ale jen pokud je pahýl volně pohyblivý, jinak je úhel dán úrovní kontraktury. Celková výška stavby náhrady je taková, aby pacient při stoji měl pánev horizontálně vyrovnanou. Toleruje se rozdíl maximálně 1 cm. Větší rozdíl by se již

³⁴ HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002, s. 4-9.

projevil patologickými změnami na páteři a pánvi. Z dynamického hlediska stavby dílů bércové protézy posuzujeme krok pacienta, kde se zaměřujeme na celkový cyklus kroku, ale pro naše posuzování je výhodné rozdělit si cyklus na jeho hlavní fáze, které pak můžeme analyzovat a přizpůsobit tomu nastavení protézy. V krokovém cyklu se proto zaměřujeme na nášlap na patu, střední stojnou fázi a odraz prstů. Tyto tři fáze posuzujeme z pohledu frontálního, laterálního i dorzálního. Děje se tak v několika reálných prostředích: na rovné podložce, nakloněné rovině, nerovném podkladu a při chůzi ze schodů a do schodů. Podle výsledku, máme možnost ovlivnit nastavení posouváním chodidla ve všech směrech, plantární flexí nebo dorsální extenzí chodidla, jeho pronací, či supinací a rotací. Sledování těchto parametrů nám dává celkem deset variant nastavení. K úspěšné optimalizaci se doporučuje provádět seřizování s pacientem. Při sestavování komponentů bércové protézy je základem definovat si referenční linii a roviny stavby a ustavení do vertikální roviny. Jako pomůcku při tom použijeme olovnic. Neexistuje však žádná předem daná osa stavby, výsledku je dosaženo individuálně skrze referenční linii a zkoušením různých nastavení a jejich variací, které se navzájem ovlivňují.³⁵

V následujících řádcích rozebereme typy lůžek používaných pro bércové protézy. Začneme s lůžkem TSB. Výroba se liší již získáváním negativu situace a následného vytvoření sádrového modelu s ručním sádrováním za pomoci podtlaku. Z modelu se následně rovnoměrně ubere 4-5%. Samotné protetické lůžko je vyrobeno ze dvou částí, vnější část je pevná z kompozitních materiálů vybavena jednocestným ventilem a vnitřní je měkká a zamezuje tak vzniku otlaků. Dalším typem lůžka je KBM typ. Svoji horní část lůžko obepíná mediálně a laterálně kondyly stehenní kosti, čímž dochází k retenci náhrady k pahýlu. Tento typ, jinak označován jako suprakondylární je asi nejužívanějším typem lůžka. Následuje typ PTB, jeho principem fungování je přenesení síly na šlachy musculus quadriceps. Kruhová nebo osmičková bandáž nám zajistí retenci protézy bez omezování stehenního svalstva. Lůžko se zhotovuje z pryskyřice. Další typ je PTS. Lůžko je shodné s typem KBM v suprakondylární objímce, ale liší se v místě, kde působí síla zátěže. Plocha lůžka je mnohem větší, obepíná i celou patelu. Část síly se přenáší přes frontálně-laterální stranu pahýlu. Tato pomůcka se hodí pro delší dobře zhojené pahýly. Následuje UKB protéza. V současnosti je málo využívána, je nevhodná z důvodu utlačování šlachy kvadricepsu,

³⁵ HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002, s. 18-36.

pately i kondylů kosti stehenní. K retenci na pahýlu potřebuje uchycení stehenní objímky, samotnému protézovému lůžku slouží k přenosu pohybu. Vyrábí se z kovové konstrukce, která může být kombinována se dřevem a kůží.³⁶

4.2 STEHENNÍ PROTÉZA

Při stavbě stehenní protézy zahrnujeme, že náhrada by měla splňovat funkční i estetické požadavky, které můžeme přizpůsobit konkrétnímu pacientovi a podle jeho přání zhotovit pomůcku, která mu umožní nenápadné vzezření či naopak přímé ukazování konstrukce protézy. Z hlediska biomechaniky při sestavování protézy dbáme na působení sil. Pokud jde vektor síly před osou česky kolenního kloubu, vyvolává extenční točivý moment a naopak pokud jde za ní, vyvolává moment flekční. To je potřeba zohlednit při výběru délky jednotlivých komponentů, aby docházelo ke změně stability kolene, jen když je zapotřebí pro krokový cyklus. Musíme dosáhnout jisté rovnováhy mezi silami působícími na umělý kolenní kloub, který nesmí ve fázi stoje dovolit protéze flekční pohyb, ale musí dokázat vyrovnávat dostatečně působící síly a točivé momenty.³⁷

Tvar lůžka jsme již popisovali v předchozích kapitolách. V následujících řádcích si upřesníme několik dílčích detailů. Lůžko má oválný tvar nasedacího věnce s laterální oporou a pro stehenní protézu se používá systému plně kontaktního ulpívacího lůžka. Tento tvar lůžka využívá jako oporu hrbol kosti sedací. Seřízení lůžka probíhá ve třech krocích zahrnující kontrolu výsledků zkoušky protézy. Děje se tak pomocí balančního zařízení. Tlaková místa jakými mohou být oblasti šlachy musculus adductor longus se neeliminují jiným nastavením lůžka, musí se změnit jeho tvar. Dalším krokem je funkční seřízení lůžka, kde nás zajímá rovnovážný stav hřebenů pánevních kostí. Není přípustné sešikmení o více než 1 cm. Seřizování probíhá podle poměrů na pahýlu. Pahýl je při normálních podmínkách fyziologicky uložen v addukci a mírné flexi. Tato addukce je stejná jako u kontralaterální končetiny a také klidové poloze svaloviny. Klidová délka svalstva je velice důležitá pro správné nastavení lůžka. Posledním bodem je nalezení referenční linie stavby. Tu vždy představuje průměrná hodnota vytvořená na základě linie statické a dynamické. Pokračujeme chodidlem protézy. To má podle své konstrukce vliv na chůzi a stabilitu protézy. Chodidlo, které má pevný

³⁶ PŮLPÁN, Rudolf. *Základy protetiky*. Praha: Epimedia, 2011, s. 56-61. ISBN 978-80-260-0027-3.

³⁷ HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002, s. 53-62.

kotník, typickým příkladem je chodilo SACH, poskytuje stabilizaci pro kolenní kloub, pokud je hmotnost nesena převážně přednožím. U stehenních protéz se projevuje jistou nejistotou při náslapu na patní část. Dalším typem chodila, může být systém s měkkým dorsálním dorazem, představitelem je chodidlo Greissinger. Jedná se o kloubové chodidlo s patní částí, jejíž případnou výměnou za tvrdší jsme schopni ovlivňovat stabilitu kolenního kloubu. Alternativou může být použití chodidla s tuhým dorsálním dorazem, které má, ale tu nevýhodu, že namáhání dorsálního dorazu je trhavé, nefyziologické.³⁸

Pokud bychom chtěli chodidla rozdělit v rámci dalších komponentů, ze kterých se náhrada skládá, mohli bychom je rozčlenit na několik typů. Začneme s chodidlem tzv. chůdovým, ty ale nemají tvar lidského chodidla, jedná se gumový zaoblený nárazník, hrající úlohu odvalovací plochy. Používají se minimálně, většinou jako prozatímní, pro speciální použití v domácích podmínkách. Z důvodu chybějící páky chodidla se musí ve stehenních protézách používat vždy s kolenním kloubem opatřeným uzávěrem. Následují chodidla tuhá, bezkloubová, Vyrábějí se gumová, dřevěná nebo v kombinaci obou materiálů, jsou jednoduchá, levná. Chodidlo je robustní s možností jednoduché opravy. Stále má, ale značné biomechanické nevýhody, projevující se hlavně při odvalu. To řeší další třída chodidel, bezkloubových, flexibilních, jedná se o nejrozšířenější skupinu chodidel, označovaných také názvem SACH (solid ankle cushion heel), Tyto chodidla mají vnitřní dřevěné jádro, které obklopuje polyuretanová pěna, která změkčuje došlapování na patu a napodobuje plantární flexi, v přední části zase umožňuje odval. Ve stehenní protéze je vhodné na rovný nebo ne moc členitý terén, jinak je spíše vhodné do protéz bércových. U chodidla totiž chybí schopnost pronace nebo supinace a rovněž rotace kolem podélné osy. Přihlédnou, musíme také k tvrdšímu náslapu na patu, v porovnání s chodidly jiné konstrukce, což ovlivňuje stabilitu kolenního kloubu ve stehenních náhradách. To řeší vylepšené SACH chodidlo, které tvoří další kategorii, a to chodidel bezkloubových flexibilních s pérovým mechanismem, schopným akumulovat energii došlapu a uvolnit ji při odvalu. Konstrukce kombinuje dřevo a polyuretanovou pěnu s elastickým jádrem složených s pružin s karbonových vláken. Tímto řešením se při zachování relativní jednoduchosti i ceny rapidně zvyšuje flexibilita chodidla, umožňující přirozenější pohyb. Toto chodidlo je vhodné pro všechny pacienty, které této dynamiky chtějí využít, sportovněji

³⁸ HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002, s. 63-70.

založené jedince apod. Hodí se pro rekreační sportovce i cyklisty, má hojně využití právě jako komponent stehenních protéz. Následuje typ chodidla s jednoosým hlezenním kloubem, v konstrukci jsou stejná jako chodidla předchozí s výjimkou aktivního kloubu v oblasti kotníku. Ten umožňuje dorsální extenzi ve stejné fázi, což vede k posunutí kolenního kloubu dopředu a spouští jeho flexi, která může vést i k pádu. Tento typ je vhodný pro všechny náhrady, jeho nevýhody jsou díky přidanému kloubu jeho větší hmotnost a trvanlivost dána opotřebením kloubu v závislosti na prostředí a podmínkách používání. Další typ je evolucí předchozího. Jedná se o chodidlo s víceosým hlezenním kloubem. Konstrukce je opět totožná s předchozím typem, ovšem s možností vykonávání pohybu kloubu hlezenního v dalších osách. To umožňuje pronaci a supinaci chodidla a s přidáním další osy i rotaci kolem podélné osy dolní končetiny. To přináší značné výhody při pohybu na nerovném povrchu. Využívá se zejména právě ve stehenních protézách. Posledním typem chodidel jsou ty z možností hydraulického řízení kinetiky a kinematiky. Hydraulikou lze řídit pohyby kloubu. Využívá se u dorsální extenze, což je vhodné při chůzi do kopce či sportech. Tento systém umožňuje rapidní zvýšení funkčnosti protézy, ovšem na úkor její hmotnosti.³⁹

Typy chodidel jsme vyjmenovali a popsali, společně s kolenními klouby popsaných v předchozích kapitolách všechny komponenty nutné k úspěšnému zhotovení stehenní protézy, ať již pro běžné použití, či pro sport.

4.3 PROTÉZY PO AMPUTACÍCH NOHY

Aparát nohy plní podpěrnou funkci pro celé tělo, přenáší statické i dynamické síly z končetin na terén při chůzi i stojí a naopak, závisí na něm tělesná stabilita. Při amputacích dochází, většinou k odstranění přednoží a tím ke zhroucení klenby. Rovnováha těla nyní stojí na malé ploše, což vede k poklesnutí kolenního a kyčelního kloubu. Dochází k přetěžování svalů celé dolní končetiny a zažití nesprávných stereotypů chůze vedoucí ke kulhání a zkracování kroků. Při navrhování budoucí nožní náhrady je třeba maximálně využít zbývající plochy nožní klenby. Aby se zamezilo dislokacím, je nezbytné podepřít kvalitně patní kost. Pata se zapouští a společně s bércovou částí tvoří oporu zbylé končetině. Zbývající podélná i příčná klenba se

³⁹ HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002, s. 134-143.

podepře a stává se součástí systému k rozložení tlaku. Odlehčíme veškerá citlivá místa. Plantární flexe hlezenního kloubu je asi 45 °, u amputované nohy, podle velikosti zbývající části tato flexe klesá prakticky na minimum. Při nahrazování špičky nohy se nepoužívají umělé klouby, které by navyšovaly hmotnost a zhoršovaly péči o pomůcku. Využívá se elastických materiálů, které jsou dostatečně pevné, ale zároveň dovolují plynulý odval při chůzi. Pokud nahrazujeme nárt, používáme k tomu tvrdý materiál, jako je dřevo, korek nebo guma. Švih a odvalení je docíleno jen s dostatečným zvednutím špičky nohy, aby se toho docílilo, použije se patní klín z měkkého materiálu. Při zhotovování se zaměřujeme na bříško nohy, které v náhradě nahrazuje přirozenou schopnost odvalu, z důvodu chybějícího přednoží a žádné nebo velice omezené pohyblivosti hlezenního kloubu. Skoro u všech náhrad po amputaci nohy je třeba pomůcku vybavit bércovým dílem. Ten při odvalu přední části chodidla odvádí síly na bérec a dochází tak k mnohem menšímu namáhání pahýlu. Zároveň obepíná pahýl a zabraňuje tak vyklouznutí náhrady.⁴⁰

Ztráta končetiny v metatarzech nebo v Chopartově či Lisfrancově kloubu je možno také nahradit sandálovými protézami. Z důvodu chybějících přirozených opěrných bodů se k nahrazení podélné klenby nohy používá kovová výtzuha. Samotný vrchol pahýlu se náhrady dotýká až při odvalu, ne po celou dobu. Mezi náhradou a pahýlem zůstává mezera, která ho chrání před poškozováním. Náhrada se používá společně s běžnou obuví. Kromě náhrad sandálových lze použít náhrady štítové. Používají se po amputacích podle Pigorova. Náhrada je složena z chodidla vyrobeného z pružného materiálu, to tvoří jeden celek se štítem, který se opírá o přední stranu bércce a zároveň tvoří krytí pro pahýl.⁴¹

4.4 PROTÉZY PO EXARTIKULACI KYČLE

Předem musíme říci, že náhrady po exartikulaci kyčle nejsou zástupci náhrad používaných při cyklistice jako zatím výše uvedené. Zmiňujeme ji pro uzavření kapitoly o náhradách dolní končetiny a pro uvedení všech běžných typů. Samozřejmě to neznamená, že jedinec po exartikulaci kyčle není schopen jízdy na kole. Záleží na

⁴⁰ HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002, s. 172-179.

⁴¹ KŘIVÁNEK, F. *Ortopedie a ortopedická protetika*. 3. dopl. vyd. Praha: Avicenum, 1986, s. 220-222.

každém jedinci, ale vzhledem ke značné ztrátě svalového i pohybového aparátu náhrada nikdy nebude sloužit jako aktivní prvek.

Náhrada pro exartikulaci kyčle se skládá z lůžka, většinou s přídatným závěsným zařízením pro uchycení a periferie náhrady, která je tvořena modulárními dílci, umělým kolenním kloubem a chodidlem. Od roku 1954 se dodnes používá konstrukce protézy, která se vžila pod názvem: kanadská protéza. Oproti předchůdcům se zlepšilo uložení pahýlu a provedení umělého kyčelního kloubu. Kloub se upevňuje 45° před a pod původní osou otáčení. Tím se přesouvá těžiště těla před původní osu otáčení a pacientova váha nyní kloub ovlivňuje pouze v hyperextenzi, ale neohýbá kyčel a to jak ve fázi stojné tak v krokovém cyklu. Kloub je konstruován tak, aby nedocházelo k nechtěné flexi, ale zároveň je schopen neomezeného kmitavého pohybu během švihové fáze. Pánevní lůžko náhrady je vyrobeno z pryskyřic či termoplastických materiálů. Stehenní díl protézy není v anatomické pozici, nýbrž je předsunut dopředu, aby vyrovnával přirozený střed otáčení kyčelního kloubu. Kloub kolenní osadíme konvenčně, individuálně podle potřeb pacienta. Stejně tak chodidla používáme standartní.⁴²

⁴² HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002, s. 210-213.

5 SPECIFIKA PROTETIKY V CYKLISTICE

Cyklistika je sportem, který celkově rozvíjí tělesnou kondici a celkově pomáhá udržovat celkové zdraví. Je šetrná k pohybovému aparátu a stala se oblíbenou činností celé sportující populace, bez rozdílu zda se jedná o osoby zdravé či s nějakým hendikepem. Pomáhá k tomu technický pokrok v mnoha oblastech, jízdní kola jsou mnohem dokonalejší, než tomu bývalo v minulosti. Jsou lehčí, ovladatelnější a jednodušší na obsluhu. Díky specializaci kol na kola silniční, crossová a horská, nabízejí optimální možnosti pro uživatele různých fyzických schopností. Cyklistika nabízí možnost aktivního odpočinku a relaxace, stejně jako nástroj pro odbourání stresu, či nabízí motivační pomůcku při překonání těžkých životních situací.⁴³

Novodobá historie jízdního kola se začíná psát v roce 1817, kdy baron von Drais vynalezl velociped poháněný odražením od země. Byl vyrobený ze dřeva. Tato draisina, jak se jí začalo říkat, si našla největší oblibu ve Francii, kde se jízda na ní stala kratochvílí nejvyšších vrstev. A byli to právě Francouzi, kteří přidali kolu pedály. Francouzi mají i další prvenství, kdy se v Paříži v roce 1868 uskutečnil první cyklistický závod na světě. Od té doby začala popularita cyklistiky strmě vzrůstat a o rok později v roce 1869 se uskutečnil již první silniční závod o délce 126 km mezi městy Paříž a Rouen. U nás se v rámci klubu velocipedistů pořádala od roku 1874 tzv. Pražská míle. Kolo s klasickým rámem jak ho známe dodnes je vynálezem Angličanů z přelomu století. Zájem o cyklistiku neustále rostl, záhy se začala specializovat. Rozdělna se na dráhovou cyklistiku, v podobě ve které přetrvala prakticky dodnes a silniční cyklistiku. Opět musí zmínit závod mezi Bordeaux do Paříže, který měl délku 600 km z roku 1891, hned rok nato byl vypsán další závod na vzdálenost 1200 km. Tento závod se zapsal do historie svoji délkou, ale také prvním použitím snímací pneumatiky bratří Michelinů. V roce 1903 byl novináři vypsán snad nejznámější etapový závod, kterým byl Tour de France. Byl dlouhý 2400 km a měl celkem šest etap. V té době pravidla nedovolovala žádnou pomoc zvenčí a tak závodník vše musel zvládnout sám. V 80. letech 20. Století se k předchozím odvětvím přidala horská cyklistika. Jízdní kola za poslední roky ušli veliký kus cesty a jsou schopny nabídnout vše podle požadavků konkrétního uživatele,

⁴³ SOULEK, Ivan. *Cyklistika: horská, silniční, rekreační, výkonnostní*. Praha: Grada, 2000, s. 9-10. ISBN 80-7169-951-9.

stejně jako stále se rozšiřující servis pro cyklisty ve formě cyklostezek, dělá z tohoto sportu zajímavý koníček pro běžnou populaci.⁴⁴

5.1 KOLENNÍ KLOUBY VHODNÉ PRO CYKLISTIKU

V předchozích kapitolách jsme se věnovali protézám dolních končetin. Od protéz bérceových, stehenních, až po protézy nohy. Všechny z nich by mohli být použity pro cyklistiku, až na protézu po exartikulaci kyčle, která by se nijak aktivně nezapojovala do přenosu svalové síly na pedál a jediný význam by měla snad v některých případech pro udržení lepší stability jezdce na jízdním kole. Ostatní náhrady můžeme použít pro jízdu na jízdním kole. Samozřejmě jsme se bavili o obecné skladbě náhrady a její výsledná efektivita bude do značné míry učena komponenty, ze kterých je vyrobena. Z nichž nejmarkantnější je u stehenní protézy vliv protetického kolenního kloubu.

V následujících řádcích se budeme věnovat konkrétním kolenním kloubům, které jsou vhodné pro jízdu na kole. Začneme s kloubem Genium od firmy Otto Bock. Jedná se o bionický kloub řízený mikroprocesorem, má šest čidel, které 100x za sekundu vyhodnocují aktuální pohyb a polohu protézy a tomu přizpůsobují nastavení kloubu, díky čemuž se dokáže maximálně přiblížit přirozenému pohybu. Má pět nastavitelných režimů, díky kterým si může uživatel měnit chování a vlastnosti náhrady podle vykonávané aktivity. Kloub je určen pro osoby se stehenními náhradami, exartikulacemi kolene, případně kyčle, ale tam jak už jsme se zmínili je použití pro jízdu na kole velice omezené. Nosnost kloubu je do 150 kg a je určen pro uživatele se stupněm aktivity 3 až 4. Schopnost napodobit za všech podmínek fyziologickou chůzi označili výrobci kloubu jako optimalizovaná fyziologická chůze, která se skládá z několika fází. Krok začíná reflexí, kdy je kolenní kloub, stejně jako u končetiny zdravé mírně pokrčený, což zajišťuje elektronika a díky níž je vykročení mnohem méně energeticky náročné. Následuje adaptabilní řízení funkce yieldingu, to je inteligentně řízená flexe kolene v závislosti na dotyku chodidla se zemí. Uživatel se nemusí soustředit na udržení stability náhrady a vynakládat tak kompenzační pohyby. Další fází je dynamická kontrola stability. Jedná se o metody k neustálému monitorování všech situací pohybu a procesor z nich určuje ideální okamžik přepnutí mezi stojnou

⁴⁴ SOULEK, Ivan. *Cyklistika: horská, silniční, rekreační, výkonnostní*. Praha: Grada, 2000, s. 9-10. ISBN 80-7169-951-9.

a švihovou fází. Poslední je adaptivní kontrola švihové fáze, kvalita je srovnatelná se zdravou končetinou. Systém omezuje kyvný pohyb náhrady na úhel flexe 65°. Kloub nijak neomezuje varianty provedení kroku a světlou výšku koriguje nezávisle na úhlu švihové fáze.⁴⁵

Mezi další kolenní klouby vhodné jako komponent pro náhrady používané pro jízdu na kole bychom měli zmínit kloub C-Leg, jedná se o stálici mezi mikroprocesorem řízenými kolenními klouby. Objevil se v roce 1997 a stal se od té doby nejpoužívanějším kolenním kloubem na světě, kterým bylo do dnešní doby vybaveno již přes více než 60 000 uživatelů. Nyní se vyrábí již ve čtvrté generaci. Mikroprocesor řídí vlastnosti kloubu a přizpůsobuje je aktuálním podmínkám. Výsledkem jsou plynulé pohyby, které jsou nejvíce znát při přechodu z fáze stojné do švihové fáze kroku. Je určen pro stehenní protézy a uživatele se stupněm aktivity 2 až 4. Kloub umožňuje zvolit mezi několika režimy a zároveň si uložit režim vlastní, nastavený podle preferencí každého individuálního uživatele. Ovládání kloubu je možné dálkově například i přes chytrý mobilní telefon. Jedná se o kloub vhodný pro velice široké spektrum uživatelů. Za dobu své existence, prošel mnoha testy, kde se osvědčil jako spolehlivý a také velice bezpečný prvek při konstrukci náhrad a je využíván nespočetně aktivními uživateli, cyklistů nevyjímaje.⁴⁶

Tyto dva výše uvedené typy kolenních kloubů by jistě byly ideálním řešením při konstrukci náhrad, nicméně ne vždy na ně pacient dosáhne. Ale pro cyklistiku v použití ve stehenních protézách, není takto sofistikovaných kloubů vždy ani potřeba. V tomto případě je potřeba zmínit klouby 3R80a 3R60 vacuum od firmy Otto Bock. 3R80 je určen pro pacienty s hmotností až 150 kg a stupněm aktivity 3 až 4. Je vybaven rotační hydraulikou, která je schopna zabránit nechtěné flexi a při prudším odrazu nebo došlapu umožňuje proměnlivou flexi do 4°. Při větší flexi neklade odpor a je poddajný. Další výhodou tohoto kloubu je, že je plně voděodolný. Dokáže se přizpůsobit rychlosti chůze, která vypadá stále velmi přirozeně. 3R60 vacuum je určen pro uživatele do 125 kg a stupněm aktivity 2 až 3. Má zabudovanou vakuovou pumpu, která při flexi kolenního kloubu vytváří v pahýlovém lůžku podtlak a pomáhá tak k lepší retenci pahýlu. Flexe je omezena konstrukcí kloubu, který je pětiosý. Ve stojné fázi je flekční

⁴⁵Genium. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://mojeproteza.cz/zivot-protezo/nase-produkty/kolenni-klouby/genium/>

⁴⁶C-Leg. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://mojeproteza.cz/zivot-protezo/nase-produkty/kolenni-klouby/c-leg-4/>

pohyb řízen až do 15°. Švihová fáze je řízena hydraulicky a umožňuje několik možností rychlosti chůze.⁴⁷

Právě bylo vyjmenováno několik možností kolenních kloubů, které můžeme použít při konstrukci stehenních protéz. Samozřejmě nejsou jedinou možností. Vždy záleží čistě individuálně, jak je k pacientovi a jeho požadavkům přistoupeno. Stehenní náhrada, se kterou by se dalo jezdit na jízdním kole se může samozřejmě postavit i za použití toho nejjednoduššího kolenního kloubu, dnes již velké množství kloubů nabízí možnost přepnutí z modu chůze do modu jízda na kole.

5.2 CHODIDLA A OSTATNÍ KOMPONENTY VHODNÉ PRO CYKLISTIKU

Pokud chceme vybavit náhradu dalšími komponenty, umožňujícími nám lepší jízdu na kole je třeba brát v potaz i typ chodidla. V této práci jsme se zaměřili na běžné rekreační jezdce, a je třeba říci, že všechna standardně osazená chodidla budou splňovat i požadavky pro jízdu na kole. Samozřejmě to výkonnostním jezdčům nebude stačit a budou řešit stejnou otázku jako zdraví jezdci, zda jim stačí obyčejná obuv nebo si pořídí nášlapný systém na pedály, ke kterému se dá náhrada ovšem také upravit. A potom pokud to s ježděním myslí vážněji mají jednu náhradu na běžnou chůzi a druhou jen pro cyklistiku. Pro rekreačního jezdce je ovšem mnohem výhodnější a praktičtější mít na protéze chodidlo určené pro chůzi, jelikož může kdykoliv během jízdy sesednout s kola a normálně jít, aniž by musel zdlouhavě měnit protézu.

Chodidel je na trhu poměrně vysoké množství, z těch sériově vyráběných od firmy Otto Bock jsou to například chodidla pro aktivní uživatele. Zástupci jsou třeba chodidlo 1c11 Terion, jedná se o minimalistické chodidlo s anatomicou patou a karbonovou pružinou určené pro uživatele se stupněm aktivity 2 až 3. Zároveň je velice odolné a má nízkou hmotnost. Dalším zástupce je chodidlo 1C30 Trias, které se svojí konstrukcí snaží napodobit přirozenou klenbu lidské nohy. Je vyrobeno v kombinaci kovu a karbonu. Určeno je pro uživatele se stupněm aktivity 2 až 3. Dalším typem je 1C40 C-Walk. Je karbonové a velmi věrně napodobuje fyziologický pohyb nohy. Vytváří kloub podobný kotníku. Kontroluje plantární flexi, až do úhlu 12°, umožňuje plynulý přechod ze stojné do švihové fáze. Je určeno pro uživatele se

⁴⁷ Kolenní klouby. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://mojeproteza.cz/zivot-protezou/nase-produkty/kolenni-klouby/>

stupněm aktivity 3 až 4. Poslední chodidlo, které uvedeme je 1C60 Triton, skládá se, z karbonové planžety přednoží a karbonové patní části. Základní pružina je polymerová. Je flexibilní a dynamické, umožňuje velice energický přechod do švihové fáze, hodí se pro velice aktivní uživatele se stupněm aktivity 3 až 4. Tyto uvedená chodidla jsou všechno určena pro aktivní uživatele a jsou velice přínosná pro sportovní aktivity. V cyklistice si musíme uvědomit, že možnosti dynamiky chodidel v kloubu kotníku mohou být teoretickým přínosem v plynulém pohybu při šlapání a jeho přizpůsobení se, zároveň ale dynamické chodidla díky svým elastickým vlastnostem pohlcují svalovou sílu vynaloženou při šlapání, a tudíž její přenos na pedál není tak efektivní jako by tomu bylo u chodidla pevného a v ideálním případě ve spojení trubky náhrady nášlapem přímo s pedálem. Jaké výhody a nevýhody plynou z obojího si musí každý uživatel zhodnotit sám, podle svých priorit a podle toho se rozhodnout.⁴⁸

V předchozích kapitolách jsme se bavili o protézách lůžkách. Jedná se o velice důležitou součást náhrady z hledisek ovládnutí a přenosu síly. Za všech okolností a při jízdě na kole je nezbytné, aby pahýl ulpíval bez pohnutí dokonale na svém místě. K tomu přispívá dokonale zhotovené lůžko, společně s dalšími možnými podpůrnými systémy, z nichž jeden je v předchozí kapitole uvedený kolenní kloub CR60 s integrovanou vakuovou pumpou, vytvářející podtlak v pahýlovém lůžku. Možností jsou i další systémy, například Harmony, také od firmy Otto Bock. Jedná se, o mechanickou vakuovou pumpu vytvářející podtlak v pahýlovém lůžku v přesně definovaném rozsahu. Systém je určen pro náhrady bérkové i stehenní pro uživatele se stupněm aktivity 3 až 4. Další možností je Dynamic vacuum systém. Ten funguje na principu jednosměrného ventilu, který vzduch stlačený pahýlem v lůžku vypustí ven, ale zároveň je nepropustný v opačném směru. Systém nevyžaduje moc prostoru, je spolehlivý, bez elektroniky, zároveň vyniká nízkou hmotností. Je určen pro bérkové protézy a uživatele se stupněm aktivity 2 až 3. Když vynecháme retenci pomocí podtlaku, existuje systém MagnoFlex Log, což je retence pinu, který je součástí lineru, který má uživatel nasazený na pahýlu. Pin je ohebný a díky magnetu snadno zapadne do otvoru. Retence je čistě mechanická. Tento systém nabízí jednoduchý, levný

⁴⁸ Chodidla. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://mojeproteza.cz/zivot-proteza/nase-produkty/chodidla/>

a spolehlivý systém spojení amputačního pahýlu s protézou. Je určen pro amputace v stehně a bérce a jeho nosnost je až 125 kg.⁴⁹

V předchozím odstavci přišla řeč na tzv. linery. Slouží k lepší retenci pahýlu s protézovým lůžkem, pomáhají otlakům, vyrovnávají možné rozdíly a úbytky vzniklé na pahýlu a subjektivně zlepšují komfort pacienta při používání pomůcky. Tyto linery přesně kopírují anatomické poměry na pahýlu, jsou navrženy, aby zabráňovaly vzniku tlakových míst. Tvar i tloušťka v různých místech lineru odpovídá jeho použití i způsobu uchycení. Vyrábějí se z různých materiálů. Silikonové linery slouží k použití u pahýlů s dostatečnou vrstvou měkké tkáně. Hodí se pro stehenní a bérce amputace pro uživatele se stupněm aktivity 1 až 2. Používá se společně se systémem uchycení Shuttle Lock na bázi pinů. Silikonové linery jsou vysoce odolné. Dalším používaným materiálem je polyuretan. Ten se hodí pro bérce protézy a pro citlivé pahýly nebo ty, které nemají dostatečnou vrstvu měkkých tkání nebo jsou zjizvené. Je pro uživatele se všemi stupni aktivity. K upevnění se používá s vakuovým systémem Harmony. Dalším materiálem, ze kterého se vyrábějí linery je kopolymer. Liner z tohoto materiálu se používá pro pahýly trpící suchou pokožkou. Pro pacienty se stupněm aktivity 1 až 2. Je určen pro bérce protézy a náhrady exartikulace kolene. Vhodné je používat jako systém uchycení jednocestný ventil.⁵⁰

5.3 TECHNICKÉ ÚPRAVY JÍZDNÍHO KOLA

Pokud se bavíme o úpravách jízdního kola, pro jezdce s jednostrannou amputací dolní končetiny žádné přímé úpravy nejsou potřeba. Jezdci vybaveni standartní stehenní nebo bérce náhradou, osazenou komponenty odpovídajícími jejich stupňům aktivity by měli být schopni zvládnout jízdu na kole, ovšem v závislosti na jejich schopnostech. Možnosti úpravy jízdního kola vyplývají z požadavků každého uživatele. Stejně jako pro zdravé jezdce se v nich odráží požadavky na zlepšování své výkonnosti nebo jízdních vlastností kola. Úpravami jízdního kola můžeme dosáhnout například v případě nášlapů lepší stability a posedu na kole, součinnost a dokonalejší efektivitu při přenosu svalové síly na pedály. Dalšími úpravami z oblasti přehazovačky či ovládacích prvků na kole

⁴⁹ Systémy připojení. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://mojeproteza.cz/zivot-protezo/nase-produkty/systemy-pripojeni/magnoflex-lock/>

⁵⁰ Linery. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://mojeproteza.cz/zivot-protezo/nase-produkty/linery/>

podle našich potřeb můžeme zjednodušit obsluhu kola a soustředit se čistě na jízdu a to obzvlášť ve spojení s hendikepem, se kterým musíme pracovat. Jedná se o malé zásahy, které, ale významně ovlivní a v případě kvalitního provedení vytvoří dokonalé rozhraní mezi jízdním kolem a jezdcem. Jako první rozvedeme možnost již zmíněných nášlapných pedálů. Důvodem proč je používat je hned několik. Jezdec tvoří s jízdním kolem jeden celek, tím se zvyšuje bezpečnost například při náročných sjezdech, dalším důvodem je i mnohem větší efektivita při šlapání. Nášlapné pedály jsou spojeny s jezdcem, respektive s jeho cyklistickou treťou pomocí tzv. zámků neboli kufrů. Tyto zámkové systémy mohou být umístěny přímo na protéze bez použití tretry i chodila, jako je tomu u speciálních cyklistických náhrad. Na trhu je několik systémů nášlapných pedálů, lišících se od sebe tvarem zámků. Při jejich výběru zohledňujeme, jako u většiny cyklistického vybavení, hlavně hmotnost pedálů a samozřejmě určení, pro kola silniční nebo horská, ty pro horská jsou o poznání subtilnější než ty pro silniční, které mají větší plochu zámků a k treťře jsou upevněny více šrouby.⁵¹

Další zajímavou, i když čistě subjektivní možností a ne pro všechny jezdce, může být využití planetové převodovky ukrytou v náboji kola oproti konvenční přehazovačce. Bavíme se o převodovce, která umožňuje plynulou změnu rychlostního stupně bez jakéhokoliv šubnutí, zadrhnutí, či nutnosti šlapání jako je tomu u běžné přehazovačky. Dokonce je možnost měnit stupně na místě, když není jízdní kolo v pohybu. Zároveň nehrozí riziko spadnutí řetězu a komplikace s následnou opravou, což může pro spoustu jezdců bráno jako jasná výhoda a u hendikepovaných jezdců možná o to více. Princip převodovky je jako u validátoru, používaného například skútry. Přenos točivého momentu zajišťují dva disky, jejichž kontakt je zajištěn různým počtem kuliček. Změnou pozice disků a tím jejich průměru i dotýkání kuliček se mění převodový poměr. Tento typ převodovky je navíc bezúdržbový, kromě výměny vnitřní kapaliny jednou za dva roky. Převodovky vynikají výbornou efektivitou společně se spolehlivostí. Jedinou nevýhodou je zatím jejich vyšší hmotnost, ale podle vývoje se i to s každou další generací jen zlepšuje.⁵²

⁵¹ *Cyklonovinky* [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://www.cyklonovinky.cz/Clanky/Jak-vybrat-tretry-a-pedaly-na-silnicni-kolo.aspx>

⁵² *Řazení v náboji. Nakole* [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://www.nakole.cz/clanky/491-nuvinci-revoluce-v-razeni.html>

5.4 SPECIÁLNÍ CYKLISTICKÁ NÁHRADA

Náhrada, která bude používána výhradně pro sportovní účely, konkrétně na cyklistiku je věc značně individuální a jak bude vypadat, určují požadavky a možnosti uživatele, a to i finanční. Při jejím navrhování a stavbě dbáme na několik faktorů. Snažíme se docílit co nejmenší hmotnosti, proto tak vybíráme vhodné komponenty i materiály. Při stavbě stehenní i bérkové náhrady začínáme klasicky odebráním měrných podkladů a zhotovením negativu situace otištěním pahýlu. Jsme velice pečliví, protože na přesnosti budoucího lůžka v tomto případě záleží více než obvykle. Dáváme pozor na tlakové body. Zhotovíme model, který si upravíme podle našich představ. Dále postupujeme podle klasického zhotovení lůžka z kompozitních materiálů za pomoci podtlaku a lití pryskyřice. V případě cyklistické náhrady však chceme zlepšit požadované mechanické vlastnosti lůžka a rovněž snížit hmotnost na minimum. Toho všeho můžeme, dosáhnou za pomoci karbonových vláken. Karbonové vlákno je materiál, který je tvořen atomy uhlíku, které společně tvoří dlouhá vlákna. Několik tisíc vláken je křížem spleteno dohromady a tvoří karbonovou tkaninu. Společně s epoxidovými pryskyřicemi tvoří velice lehké a odolné výrobky. Individuální pahýlové lůžko si jezdec přizpůsobí ohledně tvaru svým potřebám. Většinou je docílení nízké hmotnosti ve vztahu s životností náhrady společně s faktorem tréninkového cyklu.⁵³

Retence pahýlu je řešena většinou silikonovým linerem společně s podtlakovým systémem. Na lůžko navazuje trubková část, připojena pomocí adaptéru. Jako materiálu jsou použity ty nejlehčí materiály, jakými jsou dural a hliník. Je možno použít opět karbonu. V tomto případě lze uvažovat i o vytvoření jednoho monobloku společně s lůžkem. Tím se zvyšuje tuhost pomůcky a snižuje hmotnost absencí adaptéru. Nevýhodou má toto řešení v omezení životnosti a úprav i oprav náhrady. Na trubkovou část se nasazuje pouze dílec s nášlapem do pedálů. Tento díl je pevný, jelikož jakýkoliv pokus a napodobování kloubního pohybu by se negativně podepsal v efektivnosti přenosu svalové síly na pedál. Neexistuje však jedno správné postavení protézy. Technologie a znalosti jdou neustále dopředu. Jako u všech náhrad se maximálně snažíme vyjít vstříc požadavkům klienta, společně s nejlepšími možnými výsledky vyplývající z nároků kladených sportem, na který jsou určeny, v našem případě cyklistiku. Výsledný vzhled i funkčnost cyklistické náhrady je odrazem finančních

⁵³ Karbon. *Bontcycling* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.bontcycling.cz/technologie/karbon/>

možností, použitých technologií i přístupu a know how každého protetického pracoviště.⁵⁴

⁵⁴ Cyklo protézy. *Bontcycling* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://mojeproteza.cz/cyklista-jiri-jezek-si-nam-prijel-vyrobit-nove-protezy-9573/>

6 VLIV CYKLISTIKY NA TĚLESNÝ ROZVOJ

Cyklistiku musíme brát na vědomí, jako účinný nástroj, který můžeme použít v rozvoji tělesné kondice, či jako rehabilitační prostředek populace zdravé, či po amputaci. Cyklistika pomáhá k rozvoji svalového, pohybového, stejně tak kardiovaskulárního systému. Tréninkové plány se dají přizpůsobit, jde-li o jezdce začínající nebo výkonnostní. Pracovat lze s ohledem na tělesný hendikep či se na něj zaměřit a u amputací budovat celkový rozvoj. Samozřejmě jako každý jiný sport přináší, kromě benefitů i jistá zdravotní rizika. Jak vyplívá z podstaty cyklistiky, nejzatěžovanějšími skupiny jsou svaly, šlachy a klouby dolních končetin. Trénink, či vyjíždka na kole vystavuje naše tělo déletrvajícím zátěžím, než je tomu běžné u jiných sportů. Dochází tím k částečné hypertrofii svalové tkáně, do jisté míry normální. Dochází, ale bohužel i ke zkracování svalových vláken, což vede ke zvýšenému napětí v oblasti úponů a šlach. Při dlouhodobém přetěžování bývá nejčastěji postižen kolenní kloub. Nesmí proto zapomenout zařadit do tréninku vhodná protahovací cvičení, které uplatňujeme například i v přestávkách během jízdy. Není na škodu se zamyslet i nad dalším sportem, který by kompenzoval jednostranné zatížení vzniklé cyklistikou. Vhodným opakem k cyklistice je plavání nebo cvičení v bazénu, celkově vhodné pro protažení a relaxaci celého těla. I tady si však musíme uvědomit, že správná technika plavání je základem všeho a při nesprávném provedení opět dochází k přetěžování pohybového aparátu a plavání potom ztrácí význam kompenzačního sportu. Další problematickou oblastí jsou bolesti zad, zejména v oblasti bederní a krční páteře vyvolané dlouhými hodinami strávenými na kole. Bohužel v tomto případě není žádné přímé řešení. Ideální je samozřejmě vhodný posed na kole, který je umocněný navržením jízdního kola na míru, kde geometrie rámu a umístění sedla, řídítek a dalších komponentů odpovídá výšce jezdce a jeho jízdnímu stylu. Většina zranění je způsobena únavou a přetrénováním organismu. V tomto by měl mít každý sportovec soudnost a svému tělu naslouchat⁵⁵

⁵⁵ SOULEK, Ivan. *Cyklistika: horská, silniční, rekreační, výkonnostní*. Praha: Grada, 2000, s. 53-57. ISBN 80-7169-951-9.

6.1 BIOMECHANIKA CYKLISTIKY S TRANSTIBIÁLNÍ NÁHRADOU

I když vezmeme v potaz nejlepší cyklistické náhrady vyrobené z nejmodernějších a nejlehčích materiálů, pečlivě zkonstruované přímo pro jízdu na kole, musíme počítat s jistými odchylkami vznikajícími mezi amputovanou a zdravou končetinou. V našem případě se bavíme konkrétně o transtibiální náhradě. Odchyly vznikají v nestejných úhlech a rotacích kyčelního a kolenního kloubu. Pro správnou techniku jízdy na kole s optimálním svalovým výstupem se snažíme tyto odchyly eliminovat a snažit se, aby všechny hodnoty byly pokud možno v rovnováze. Toho dosahujeme úpravou tzv. kinematického řetězce, který se skládá z amputačního pahýlu, náhrady a kliky pedálu jízdního kola. Cyklistika je pro osoby s amputacemi rozhodně velice vhodný sport. Není zde žádný přímý kontakt končetin se zemí a tak nehrozí přetěžování kloubního aparátu závislého na pacientově hmotnosti, stejně jako nehrozí rázové otřesy jako v jiných sportech. Bohužel při vysokém zatížení, navíc prohloubené nesprávnými stereotypy šlapání může docházet k různým onemocněním pohybového aparátu. Základním faktorem i u zdravého cyklisty je nalezení optimálního posedu na jízdním kole, ze které vyplývá správná geometrie šlapání jako taková. Studie dokázala, že pro správnou geometrii při šlapání a svalový přenos síly hraje úlohu délka klik k pedálům a celková tuhost náhrady. Pokud porovnáme končetiny zdravých sportovců, zjistíme, že i zde dochází k jistým odchylkám, které jsou dány nejspíše dominancí jedné končetiny. Také se zjistilo, že těchto odchylek ubývá se zvyšující se zátěží. Jistě se shodneme, že správné nastavení všech komponentů, ať již jízdního kola, či náhrady jsou klíčové pro dosahování optimálního výkonu. Nicméně se zjistilo, že snížením, ale i zvýšením sedla, asi o 15mm o optimální mez, se nikterak nezvýší nebo nesníží výkonost jezdce. Ale při snížení sedla dochází ke snížení aerodynamiky a při dlouhodobějších závodech je možné touto nepatrnou změnou dosáhnout lepšího výkonu. Pokud jde o svalovou aktivitu, tak ta je mnohem vyšší na amputované končetině než na zdravé. Optimální rovnováhy lze úpravou a nalezením správné délky kliky k pedálům. Pokud budeme brát výše uvedené poznatky v úvahu, můžeme tímto optimalizovat a dosahovat lepších výsledků, ať již v cyklistice rekreační, či závodní.⁵⁶

⁵⁶ The Biomechanics of Cycling with a Transtibial Prosthesis. *Waset* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://waset.org/publications/9996683/the-biomechanics-of-cycling-with-a-transtibial-prosthesis-a-case-study-of-a-professional-cyclist>

6.2 ZLEPŠENÍ VÝKONNOSTI V CYKLISTICE

Na výkonosti jezdce se podílí mnoho vlivů, samozřejmě trénink, ale i další, včetně perfektně zvládnuté techniky jízdy a znalosti a ovládnání jízdního kola. Základem je absolutní splynutí s jízdním kolem. Váha těla by měla být na pedálech, ne jak tomu bývá u většiny rekreačních jezdců na sedle a řídkách. Měli bychom být na kole v rovnováze, naučit se umět stále přenášet váhu podle situace. Řídítek se neopírat, což nám umožňuje mnohem lepší řízení kola a zároveň to nepřetěžuje svaly zejména ramenní a šetří šlachy a nervy rukou. Stejně tak sedlo by nemělo být bráno jako trvalé místo k sezení, ale pouze jako opora při určitých fázích jízdy, například prudkých stoupání apod. Je správné naučit se výchozí pozici ideální pro jízdu, kterou pak můžeme měnit podle jízdní situace. Jak již bylo řečeno, přeneseme váhu do pedálů, tím že budeme mít břicho a středovou osu v jedné linii, dále pokrčíme kolena tím, že snížíme boky a trup těla. Boky máme vzadu, ale zároveň držíme rovná záda. Ramena máme nízko, a lokty jsou vytočeny ven. Hlava je zvednutá, oči se dívají co nejdále před sebe. Tato pozice těla nebude ze začátku působit přirozeně, ale je třeba se jí naučit a brát jako samozřejmost.⁵⁷

Při zvyšování výkonosti se většina lidí zaměří na zvyšování fyzické kondice. Stále se zlepšují a nakonec dosáhnou svého maxima a dále už se nezlepšují. Proto je dalším krokem zvýšení efektivity technika jízdy. Mezi základní prvky patří správné provedení záběru při šlapání. I když se to nezdá být složité. Při tomto úkonu musí jezdec převést sílu efektivně na prostoru o průměru kruhu velikosti 350 mm a přitom tlačit vždy kolmo na pedál. Celý proces musí fungovat plynule asi dvakrát za vteřinu po dobu několika hodin. Tento cyklus můžeme rozdělit do několika úseků, pro lepší představivost popsaných jako na ciferníku hodin. Většinu energie, kterou jezdec předá pedálu, probíhá při jeho sešlápnutí směrem dolů. Tento pohyb je však složen ze tří pohybů a zapojuje pokaždé jinou svalovou skupinu. V poloze tři čtvrtě na tři tlačí jezdec dopředu, přičemž zapojuje čtyřhlavý stehenní sval. Okolo páté hodiny tlačí dolů, kde zapojuje hýžďové svalstvo. V nejnižším bodě tlačí jezdec dozadu na sedmou hodinu. Efektivita tohoto posledního úkonu je mnohem lepší, když je sedlo nastaveno výše. Ze sedmi do deseti hodin jde noha nahoru. I při seberychlejší reakci jsou svaly táhnoucí nohy nahoru vždy pomalejší, než ty které při sešlápnutí zabírají dolů, a proto je vhodné

⁵⁷ LOPEZ, Brian. *Tréninková bible pro bikery*. Praha: Mladá fronta, 2015, s. 44-48. ISBN 978-80-204-3367-1.

v této fázi nohu povolit, neklást odpor a nechat se nahoru vytáhnou opačnou nohou. Při překročení deseti hodin zvedne jezdec kolena a zabere směrem dopředu. Toto je celý komplexní cyklus šlapání. Při zvládnutí techniky je dalším bodem nalezení optimální frekvence šlapání. Ta je velice důležitá. Pro větší výkon jsou rozhodně lepší vysoké otáčky. Ty by se měl jezdec udržovat konstantě na přibližně stejné hodnotě a přizpůsobovat jízdám podmínkám by se měl zvolením adekvátního převodového poměru. Je absolutně neefektivní šlapat pomalu na těžký převod a opačně moc rychle na lehký převod. Vyšší frekvencí šlapání je dosaženo mnohem stálejšího výkonu. Trénování jezdců dokážou jet mnohem déle při 90 ot/min než kdyby drželi 60 ot/min. Vyšší otáčky jsou jednoznačně cestou k větším výkonům. Při tréninku postupně zrychlujeme, až si nakonec najdeme vlastní optimální frekvenci.⁵⁸

„Trenér olympijského týmu Greg Romero tvrdí, že teprve při 180 ot/min se kola začínají lehce točit. Elitnímu profesionálnímu jezdcovi Jasonu Richardsonovi bylo naměřeno 255 ot/min. To je sakra rychlost.“⁵⁹

Dalším faktorem ovlivňující efektivitu jízdy a výkonost jezdce je způsob brždění. Jezdec nikdy nesmí přestat mít kontrolu nad kolem. Zároveň se nesmí bát nechat kolo rozjet. Brzdit by se mělo jen na nezbytně nutnou dobu ideálně na rovinkách a používat k tomu obě brzdy. K ovládnutí brzd by se měl používat jeden prst, nejlépe ukazováček a zbytek prstů používat k držení se řídítek. Při brždění se snažíme přenášet váhu do pedálů, přenesením boků dozadu a minimum váhy do řídítek. Brzdíme s citem, aby se nezasekla kola, ale zároveň s maximální intenzitou. Přemýšlíme při nájezdu do zatáček, brzdíme před nimi, najíždíme v ideální dráze. Všechny tyto znalosti, pokud je budeme správně používat, nám ušetří spoustu energie a zefektivní jízdu. Jezdec by se měl odnaučit strachu a brzdit, když je to opravdu potřebné. Pokud se kolo rozjede na vyšší rychlost a jezdec začne mít strach, není vůbec vhodné nejspíše pomalé dobrzdování. Jízdní kolo, tím ztrácí stabilitu a jízda je mnohem nebezpečnější. Nakonec musíme dodat, že jízda na kole a s ní spojený tělesný rozvoj by měl být hlavně o radosti z pohybu, zejména v případě rekreačních jezdců, kteří by se neměli cítit demotivováni, když jim výše uvedené poučky ze začátku přijdou obtížně zvládnutelné.

⁵⁸ LOPEZ, Brian. *Tréninková bible pro bikery*. Praha: Mladá fronta, 2015, s. 44-48. ISBN 978-80-204-3367-1.

⁵⁹ Tamtéž s. 70.

6.3 SNÍŽENÍ RIZIKA ZRANĚNÍ V CYKLISTICE

Jsou zranění, která jsou pro cyklistiku typická a mnoho lidí je má spojeny právě s tímto sportem. Přitom vhodnou prevencí můžeme těmto zraněním úspěšně předcházet. Zranění bychom mohli rozdělit na chronická a akutní. Ta chronická jsou v mnoha ohledech nebezpečnější a mohou nám znemožnit i další ježdění na kole, nemluvě o komplikacích v běžném životě. Chronické problémy způsobují, právě v předchozí kapitole zmíněné chyby v ovládání jízdního kola, které jsou porušovány dlouhodobě s vysokou intenzitou. Patří sem nemoci kolenního kloubu, vzniklé nesprávnými stereotypy šlapání. Dále nervové poruchy vzniklé nesprávným zatěžováním rukou. Dále vadné držení těla. Pak celková únava, většinou následek přetřénování. Prevencí je nastavení kola přesně pro sebe a jeho správné ovládání a udržování se v dobré tělesné kondici doplňkovým tréninkem nebo dalšími kompenzačními sporty, kromě cyklistiky. Akutní zranění jsou většinou následky pádů. Ale i těm se předcházet, naučit se je zvládnout nebo se naučit vycházet z nich bez zranění. Základem je mít kolo za každé situace pod kontrolou, znalost trati a zároveň používání prvků pasivní bezpečnosti, jako jsou helmy a chrániče, které nám v případě pádu dokážou zachránit zdraví nebo život. Je několik druhů pádů. Začneme pádem přes řídítka. Ten je chybou jezdce vzniklou v již zmíněném nesprávném přenášení váhy do pedálů. Při správném provedení se přepadnout nedá. Další příčinou pádu je vyjetí ze zatáček. Většinou když jezdec vjede do zatáčky s těžištěm příliš vzadu. Správné provedení je přikrčení ve výchozí pozici, naklonění kola a dívání se před sebe. Určitou dovedností je umět padat, když už k pádu dojde.⁶⁰

Kondiční trenéři v oblasti cyklistiky doporučují pět základních cviků, které jsou vhodné pro cyklisty, zvyšují jejich pružnost a pohyblivost a předcházejí zraněním. Prvním z nich je mrtvý tah, který je jedním ze základních, zvyšuje sílu, díky němu je snadnější udržet polohu těla ve výchozí pozici. Dále je vhodná postupná aktivace středových svalů, kterou provedeme cviky, jako jsou prkno nebo podsazování pánve s nohama v leže. Těmito cviky dosáhneme mnohem lepší stability. Dále je vhodné zařadit strečink čtyřhlavých svalů a svalů kyčelního kloubu. Neuvolněné svaly způsobují bolesti zad a ubírají na síle a výkonu. Dalšími doplňujícími cviky na celkový rozvoj jsou kliky a mrtvý tah na jedné noze. Většina zranění je způsobena nesprávným

⁶⁰ LOPEZ, Brian. *Tréninková bible pro bikery*. Praha: Mladá fronta, 2015, s. 189-199. ISBN 978-80-204-3367-1.

používáním jízdního kola i vlastního těla, jezdec by se měl naučit znát svoje tělo, naslouchat mu, stejně tak jako by měl poslouchat své kolo.⁶¹

Při předcházení zranění bychom rozhodně neměli zanedbávat únavu, která ať vzniklá akutně, či chronicky z přetrénování má rozhodující vliv na vznik zranění. Únava se projevuje ospalostí, zhoršením svalové práce a koordinací pohybů. Jezdec by měl vědět kolik má natrénováno a nepřeceňovat své síly intenzitou, počtem najetých kilometrů za den, či absolvovaných tréninků v týdnu. V případě přehnané tréninkové intenzity pak může dojít ke stavům přepjetí nebo schvácení, které se projevují celkovou slabostí, pocitem na zvracení, na omdlení a závratí, pocením, bušením srdce. Schvácení je již stav, který vyžaduje lékaře. Jako u všech činností, jezdec musí používat selský rozum, všem zraněním se dá úspěšně předcházet.⁶²

6.4 CYKLISTICKÝ TRÉNINK

Cyklistický trénink by se měl odvíjet od fyzické kondice a zkušeností každého jezdce. Trénink bychom měli přizpůsobit i aktuálnímu zdravotnímu stavu a případným hendikepům. Pokud jde o jezdce začátečníky, tak ti by měli hlavně pravidelně jezdit na kole, o nic jiného nejde. Získání těch správných návyků, ať již v ovládnutí kola, či pravidelná fyzická aktivita je velice důležitá. Cyklista by měl získat univerzálnost a tak by se neměl vyhýbat žádným terénům ani povrchům. Důležitá je pravidelnost tréninků, ten by měl trvat jednu až dvě hodiny, dvakrát až třikrát v týdnu. Intenzita je čistě individuální, ale jezdec by neměl přeceňovat své síly a měl by se snažit odrazit ve složení tréninku aktuální kondici. Po několika měsících se takovýto trénink projeví zlepšením kondice. Pro středně pokročilé cyklisty, kterým se jezdec stává tak po půl roce předchozího tréninku zařazujeme do tréninkového plánu více tréninkových dní, asi tři až čtyři za týden v rozsahu od jedné a půl hodiny do tří hodin. Intenzita je zvýšená a odpovídá výše popsaným zákonitostem. Trénink by měl kombinovat jak jízdu v nížinách, tak v horách, kde by výšlapy měli být spojeny s tréninkem efektivních sjezdů. Trénink by měl obsahovat jízdy jak na silnici, tak v terénu. Pro pokročilé jezdce se doporučuje účast na jakémkoliv amatérském závodě. Pokročilý cyklista již má

⁶¹ LOPEZ, Brian. *Tréninková bible pro bikery*. Praha: Mladá fronta, 2015, s. 189-199. ISBN 978-80-204-3367-1.

⁶² SOULEK, Ivan. *Cyklistika: horská, silniční, rekreační, výkonnostní*. Praha: Grada, 2000, s. 59-60. ISBN 80-7169-951-9.

trénink rozdělen na různá tréninková období během roku. Začíná přípravným obdobím, které trvá celou zimu. Jezdec trénuje najížděním velkého množství kilometrů v oblasti nízké tepové frekvence. Trénink probíhá v cyklu šest dní trénink a jeden den volno. Následuje přípravné závodní období, v jarních měsících. Trénink se zaměřuje na budování síly a rychlosti. Zvyšuje se intenzita, trénink je formou šest dní trénink a jeden den volno. Následuje letní závodní období, kdy trénink probíhá v rytmu: den volna, dva dny trénink, den volna, trénink, závod, trénink. Po závodním období následuje období regenerační, to trvá asi čtrnáct dní, kdy závodník regeneruje. Po této době se cyklus opakuje a začíná příprava na další sezonu. Trénink profesionálů se liší především v intenzitě a v počtu najetých kilometrů.⁶³

⁶³ *Cyklistický trénink* [online]. [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.caths.cz/wordpress/treninkova-poradna-otazka-16-cyklisticky-trenink-v-kostce-aneb-od-zacatecnika-k-profionalovi/>

7 CYKLISTIKA S HENDIKEPEM

Sport může být pro hendikepovaného sportovce plný omezení a překážek. Hendikep v podobě amputované končetiny se však může stát silnou motivací a sport novou životní cestou. V následujících kapitolách se právě motivaci budeme věnovat a přiblížíme si životní příběh našeho slavného závodníka Jiřího Ježka.

7.1 PŘÍBĚH JIŘÍHO JEŽKA

Jiří Ježek je v současné době asi naším nejslavnějším hendikepovaným sportovcem v oblasti cyklistiky. Dosáhl mnoha celosvětových úspěchů i v konkurenci zdravých sportovců. Sám Ježek říká, že kdyby se mu nestal úraz, při kterém přišel o nohu, asi by v životě v ničem nevynikal. Byl by obyčejný chlap, který by šel každé ráno do práce. Úraz se mu stal v jedenácti letech, kdy mu při přebíhání silnice tatra přejela pravou nohu. Nakonec mu amputovali nohu pod kolenem. V tomto věku, ani v následujících letech se ještě cyklistice nevěnoval. Po maturitě nastoupil profesní dráhu protetického technika. Možná hrou osudu se seznámil s naším paralympijským cyklistou Pepou Lachmanem, který má stejný hendikep jako Jirka. Pepa se mu stal mentorem a přivedl ho k profesionální cyklistice. Hned v prvním závodě se umístil na druhém místě, bylo to euforizující. Následovali další závody, soustředění a hodiny a dny intenzivního tréninku týdně. Bohužel plnohodnotný trénink zabere spoustu času. Své profese protetika se začal věnovat na plno, specializoval se na horní končetiny a stal se mistrem svého oboru, aby mohl požádat o zkrácený pracovní úvazek. Díky tomu měl více času na trénování a vyplatilo se. Za nedlouho vyhrál svůj první závod. Tam si ho všimla Česká nadace sportovní reprezentace a od té doby byly jeho další kroky spojeny s touto nadací, díky níž měl možnost se seznámit s našimi předními atletickými legendami. V roce 1996, kdy se konala paralympiáda v Atlantě, které se, ale ještě nezúčastnil, se stal další předěl v jeho životě. Rozešel se se svojí přítelkyní Katkou, se kterou byli už od střední školy a zároveň si ze závodů v Rakousku přivezl největší vítězství v jeho životě, lásku jeho současné ženy Soni. Po roce 1997 začala Jirkova cyklistická kariéra růst. Zintenzivnil tréninky, a jak sám říká, toto období bylo hlavně o silné vůli a motivaci něčeho dosáhnout. Záříjové mistrovství světa byla první velká zkušenost se světovou špičkou. Následující rok přišlo mistrovství v Colorado Springs, kde si vyzkoušel dráhovou cyklistiku. Tam na sebe upoutal pozornost, když získal

bronzovou medaili. Tam se stal světovou jedničkou. Po setkání se světovou konkurencí, došlo ke změně ambicí a tréninku. Mistrovství světa v roce 1999 přineslo srovnávání závodníků před blížící se paralympiádou. Nominace na paralympiádu v Sydney v roce 2000 byla jasná. Rok 2000 by jistě zlomový rok, byl také rokem, kdy si vzal svoji lásku, Soňu. První den paralympiády a hned první zlatá medaile pro Jirku. Druhý den přišel nový světový rekord a druhá zlatá medaile. Obě zlaté z dráhové cyklistiky. Následoval silniční závod, ve kterém získal stříbrnou medaili. Byl to obrovský úspěch. Jirka se stal známou osobností sportovního i společenského života. Následovaly vítězství na mistrovství světa ve Švýcarsku a v Německu. Pak se stala nehoda. Srážka s autem a následná rekonvalescence. Naštěstí nešlo o nic vážného. Přišla paralympiáda v Sydney v roce 2004 a zlatá medaile v silničním závodě. Následovaly úspěšné roky, z nichž je třeba vyzvednout mistrovství světa v Bordeaux v roce 2007, kde se Jirka stal mistrem světa. Na paralympiádě v Pekingu v roce 2008 vyhrál zlatou medaili v dráhové cyklistice a stříbrnou medaili v časovce a nakonec ještě zlato v silničním závodě. Přišly další úspěchy, včetně paralympiády v Londýně. Všechny tyto úspěchy byly dány určitě obrovským talentem, ale obrovskou úlohu v tom hrála nezlomná vůle a motivace něco dokázat. Ve světě hendikepovaných sportovců je motivace velice silná, daleko markantnější je tam i smysl pro fair play. Každý závodník si nese svůj životní příběh, spoustu dřiny co má za sebou a vyhrát pocit vyhrát poctivě je velice důležitý.⁶⁴

7.2 O MOTIVACI

„Motivace je jedním ze základních psychických procesů. Motivace je vnitřní pohnutka, která podněcuje jednání člověka k něčemu. Je to to, co nás pohání něco dělat. Motivace může být aktivována vnitřně (sebmotivace) nebo z vnějšího prostředí.“⁶⁵

Vůle něčeho dosáhnout, vůle po životě, síla motivace je jistě společná všem lidem. Je to to co umožnilo lidstvu za jeho existenci dostat nás, až tam, kde jsme teď. V tom dobrém, i v tom špatném slova smyslu. Hendikepování sportovci jsou jistě v jiné pozici, jejich mnohdy těžký životní osud je postavil před rozdílné rozhodování a jejich hendikep často posloužil jako motivace a sport jak najít nový smysl života a možnost

⁶⁴ JEŽEK, Jiří a Michaela ZINDELOVÁ. *Frajer: příběh Jiřího Ježka, paralympijského vítěze v cyklistice*. 2., aktualizované vydání. Praha: XYZ ve společnosti Albatros Media, 2015. ISBN 978-80-7505-078-6.

⁶⁵ Motivace. *Managementmania* [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/motivace-a-motivovani>

seberealizace. Jak již bylo řečeno, motivace je vnitřní pohnutka a podněcuje člověka k něčemu. Motivace může být spuštěna pomocí stimulačních nebo aktivizačních faktorů. Motivace přímo souvisí s výkonností jedince, motivovaný člověk, který ví, proč něco dělá je výkonnější. Faktory mohou být vnitřní i vnější. Motivaci bychom mohli rozdělit na dva druhy, pozitivní a negativní. Pozitivní je založena na odměně za výkon nebo úspěch. Obsahuje faktor zadostiučinění a seberealizace. Naproti tomu negativní funguje na úplně jiných principech. Neznamená to však, že by byla špatná, naopak je naprosto přirozená. Oba druhy motivace jsou naprosto rovnocenné. Negativní motivace stojí na silových faktorech, jako jsou faktor existencionální a faktor strachu. Strach z trestu a z důsledků pramenících z případného neúspěchu zde mají povzbuzující vliv. Obě dvě motivace mohou mít, ale stresující vliv, který v případě přemotivování, může mít na jedince neblahý vliv a v konečném důsledku ho může i paralyzovat. Je na nás naučit způsoby sebemotivování a používat motivaci, aby sloužila k našemu prospěchu, ať ve sportu, tak v životě.⁶⁶

7.3 SEBEREALIZACE HENDIKEPOVANÝCH SPORTOVců

Pokud se chce amatérský sportovec v České republice rozvíjet a posunout oblast svého snažení někam dál na úroveň amatérských závodníků a profesionálů, musí tak udělat přes nějakou asociaci, svaz, či spolek. U nás je to ČSTPS, což je český svaz tělesně postižených sportovců, jedná se o nestátní neziskovou organizaci, po právní stránce spolek, jež zajišťuje aktivity osob s hendikepem pohybového aparátu, ať vrozeným nebo získaným. Angažuje se na všech úrovních, od rekreačních aktivit po vrcholový paralympijský sport. Organizace je základajícím členem Českého paralympijského výboru a také je členem Unie zdravotně postižených sportovců. Je jediným a výlučným zástupcem České republiky v IWAS (International Wheelchair Amputee Sports Federation), která je zakládající organizací Mezinárodního paralympijského výboru. Kořeny této organizace sahají do šedesátých let. Nyní má přes tři tisíce členů, kteří ve více než osmdesáti sportovních klubech provozují přes dvacítku sportů. Posláním této organizace je pomáhat hendikepovaným osobám vést plnohodnotný život a tím odstraňovat bariéry. Podporuje zapojování hendikepovaných do pravidelné sportovní činnosti a jejich začleňování do společnosti. Podporuje

⁶⁶ Motivace. *Managementmania* [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/motivace-a-motivovani>

a zajišťuje dlouhodobou přípravu a trénink na vysoké odborné úrovni, aby odpovídala typu postižení. Zajišťuje sportovní reprezentaci České republiky a jejich přípravu v rámci světových soutěží typu mistrovství světa a Evropy, světové poháry a paralympijské hry. Škála sportů zajišťovaná touto organizací přes sportovní kluby je opravdu vysoká a dává tak hendikepovanému sportovci možnost přesunout jeho sportovní výkony na další úroveň a tím mu dát možnost seberealizace, naplnění a smyslu života.⁶⁷

⁶⁷ *CSTPS* [online]. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.cstps.cz/stranky/predstaveni-organizace>

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce nás provedla zajímavou problematikou protetiky dolních končetin, ukázala nám její specifika i na co se zaměřit pokud chceme zhotovit hodnotnou pomůcku, která je schopna plnohodnotně splnit svoji funkční úlohu. Práce nezapomněla ukázat, ani protetiku ve vztahu k cyklistickému sportu a použití pomůcek, stejně tak jako následné možnosti hendikepovaných sportovců.

Hlavním cílem této práce bylo přinést ucelený zdroj informací v komplexním náhledu v oblasti protetiky dolních končetin a dále vztahem protetiky a cyklistického sportu. Práce popsal oblasti, které spolu úzce souvisí a spadají do úrovně, pro protetika nezbytných znalostí při zhotovování protetické pomůcky. Patří sem anatomie dolních končetin, včetně pohybového a svalového aparátu. Dále byly rozvedeny možnosti amputačních metod, přes jejich historii, až po druhy amputačních pahýlů, které již úzce souvisí s následnou výrobou náhrady. Probrány byly náhrady dolních končetin od bércových náhrad po protetiku po exartikulaci kyčle. Důraz byl kladen hlavně na podstatné informace, které mohou velkou měrou ovlivnit výslednou kvalitu i samotnou použitelnost zhotovované protetické náhrady.

Jako dílčí cíle tato práce popisovala protetické pomůcky ve vztahu k cyklistice. Snažila se přinést hodnotné informace, jak pro protetiku, tak sportovce o technice náhrad a následného použití při ve spojení s jízdou na kole. Dále tato práce popsal možnosti sportovců při budování jejich tělesné zdatnosti, cyklistického tréninku a způsoby zvyšování výkonosti a efektivity. Na závěr popisuje život hendikepovaných cyklistů, kde se snaží ukázat jejich motivaci a možnosti, které mají, pokud se v cyklistickém sportu chtějí realizovat.

Tato bakalářská práce splnila všechny hlavní i dílčí cíle, které si předsevzala a tvoří tak ucelený soubor praktických informací, dávající čtenáři rozsáhlý pohled v oblasti protetiky dolních končetin v kontrastu použití v cyklistice a proto může jistě tvořit svými postřehy zdroj informací pro protetické techniky a zároveň pro sportovce po amputacích začínajících s cyklistickým sportem.

SEZNAM ZDROJŮ

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016, ISBN 978-80-247-3817-8.

DUNGL, Pavel. *Ortopedie. 2.*, přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014, ISBN 978-80-247-4357-8.

HADRABA, Ivan. *Ortopedická protetika*. Praha: Karolinum, 2006, ISBN 80-246-1296-8.

HEIM, S. a W. KAPHINGS. *Protetika*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 2002

JEŽEK, Jiří a Michaela ZINDELOVÁ. *Frajer: příběh Jiřího Ježka, paralympijského vítěze v cyklistice. 2.*, aktualizované vydání. Praha: XYZ ve společnosti Albatros Media, 2015. ISBN 978-80-7505-078-6.

KŘIVÁNEK, F. *Ortopedie a ortopedická protetika. 3.* dopl. vyd. Praha: Avicenum, 1986

LOPEZ, Brian. *Tréninková bible pro bikery*. Praha: Mladá fronta, 2015, ISBN 978-80-204-3367-1.

MEIJ, *No leg to stand on: historical relation between amputation surgery and prostheseology*. Groningen: W.K.N. van der Meij, 1995

PŮLPÁN, Rudolf. *Základy protetiky*. Praha: Epimedia, 2011, ISBN 978-80-260-0027-3.

SOSNA, Antonín. *Základy ortopedie*. Praha: Triton, 2001, ISBN 80-7254-202-8.

SOULEK, Ivan. *Cyklistika: horská, silniční, rekreační, výkonnostní*. Praha: Grada, 2000, ISBN 80-7169-951-9.

Genium. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z:
<http://mojeproteza.cz/zivot-protezou/nase-produkty/kolenni-klouby/genium/>

C-Leg. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z:
<http://mojeproteza.cz/zivot-protezou/nase-produkty/kolenni-klouby/c-leg-4/>

Kolenní klouby. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z:
<http://mojeproteza.cz/zivot-protezou/nase-produkty/kolenni-klouby/>

Chodidla. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z:
<http://mojeproteza.cz/zivot-protezou/nase-produkty/chodidla/>

Systemy připojení. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z:
<http://mojeproteza.cz/zivot-protezou/nase-produkty/systemy-pripojeni/magnoflex-lock/>

Linery. *Moje protéza* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z:
<http://mojeproteza.cz/zivot-protezou/nase-produkty/linery/>

Cyklonovinky [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z:
<http://www.cyklonovinky.cz/Clanky/Jak-vybrat-tretry-a-pedaly-na-silnicni-kolo.aspx>

Řazení v náboji. *Nakole* [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z:
<http://www.nakole.cz/clanky/491-nuvinci-revoluce-v-razeni.html>

Karbon. *Bontcycling* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z:
<http://www.bontcycling.cz/technologie/karbon/>

Cyklo protézy. *Bontcycling* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z:
<http://mojeproteza.cz/cyklista-jiri-jezek-si-nam-prijel-vyrobit-nove-protezy-9573/>

The Biomechanics of Cycling with a Transtibial Prosthesis. *Waset* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://waset.org/publications/9996683/the-biomechanics-of-cycling-with-a-transtibial-prosthesis-a-case-study-of-a-professional-cyclist>

Cyklistický trénink [online]. [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.caths.cz/wordpress/treninkova-poradna-otazka-16-cyklisticky-trenink-v-kostce-aneb-od-zacatecnika-k-profesionalovi/>

Motivace. *Managementmania* [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/motivace-a-motivovani>

CSTPS [online]. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.cstps.cz/stranky/predstaveni-organizace>

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA