

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



Protetické vybavení po amputaci horní končetiny

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Rudolf Půlpán

Vypracoval:

Jan Šnytr

Praha, duben 2011

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl 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 bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval panu Mgr. Půlpánovi za ochotu vést tuto práci, za důvěru ve mne vloženou, za cenné rady a hlavně za trpělivost. Děkuji.

Abstrakt

Název: Protetické vybavení po amputaci horní končetiny.

Cíle: Cílem bakalářské práce je podat ucelený a názorný souhrn poznatků z oboru ortopedické protetiky, konkrétně problematiky amputací horních končetin a následného protetického vybavení. Stěžejní je popsat technologické postupy výroby, zásady, principy a druhy protéz horní končetiny a také péče o pacienta, aby mohla práce sloužit i jako výuková pomůcka vhodná pro různé obory.

Metody: Pro vytvoření práce byl použit kvalitativní výzkum metodou sběru a sekundární analýzy dat z odborných článků, časopisů a publikací. K ověření informací byla použita metoda neformálního rozhovoru s expertem.

Výsledky: Výsledky poskytují dostatečné podklady pro možné využití práce jako příručky a výukové pomůcky protetických postupů.

Klíčová slova: protézy, protézy horní končetiny, protetické vybavení, amputace, amputace horní končetiny, rehabilitace

Abstract

Title: Upper-Extremity Prosthetic fitting after amputation.

Objectives: The aim of this bachelor thesis is to provide a comprehensive and illustrating summary of findings from the field of orthotics and prosthetics , specifically the issue of upper limb amputation and subsequent prosthetic equipment. The core is to describe the technological production processes, policies, principles and types of upper limb prostheses and care of the patient, so the thesis could serve as a teaching tool suitable for various specializations.

Methods: For creation of thesis was used qualitative research method of data collection and analysis of secondary data from scientific articles, magazines and publications. The method used for data verification was informal chat with expert.

Results: The results provide sufficient evidence for the use as a guide and tool of prosthetic procedures.

Keywords: prostheses, upper-extremity prostheses, prosthetic fitting, amputation, upper-extremity amputation, rehabilitation

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíle a úkoly práce	12
3 Metodika	13
4 Stručná historie	14
4.1 Historie amputací.....	14
4.2 Historie protetiky	15
5 Amputace horní končetiny	17
5.1 Definice amputace	17
5.2 Příčiny amputací	17
5.3 Rozdělení amputací.....	18
5.3.1 Podle příčin	18
5.3.2 Podle výše amputace.....	18
5.3.3 Podle provedení	19
5.4 Provedení amputací.....	20
5.4.1 Kůže	20
5.4.2 Svaly	20
5.4.3 Nervy	21
5.4.4 Cévy	21
5.4.5 Kostní tkáň.....	22
5.5 Amputace v oblasti ruky	22
5.6 Exartikulace v zápěstí	23
5.7 Amputace v předloktí.....	23
5.8 Exartikulace v lokti	24
5.9 Amputace v paži	24
5.10 Exartikulace v rameni	25
5.11 Komplikace amputací	25
5.11.1 Poruchy hojení	26
5.11.2 Infekce	26
5.11.3 Tromboembolismus	26
5.11.4 Edém	26
5.11.5 Zlomenina	26

5.11.6 Flekční kontraktura	26
5.11.7 Fantomová bolest	27
6 Protetika horní končetiny	29
6.1 Protetometrie	29
6.2 Technologie stavby protézy horní končetiny	31
6.2.1 Mechanické zásady	31
6.2.2 Zásady pro výrobu protézy	31
6.2.3 Výroba protézy	32
6.3 Základní protézové díly	33
6.3.1 Pahýlové lůžko	33
6.3.2 Spojovací díl	34
6.3.3 Protézová ruka	34
6.3.4 Ovládací zařízení	35
6.3.5 Kosmetické krytí	35
6.4 Principy ovládání protéz horní končetiny	35
6.5 Rozdělení protéz horní končetiny	36
6.5.1 Kosmetické protézy	37
6.5.2 Tahové protézy	38
6.5.3 Myoelektrické protézy	39
6.5.4 Hybridní protézy	42
6.6 Protetika po amputaci v oblasti ruky	43
6.7 Protetika po exartikulaci v zápěstí	44
6.8 Protetika po amputaci v předloktí	44
6.9 Protetika po exartikulaci v lokti	45
6.10 Protetika po amputaci v paži	46
6.11 Protetika po exartikulaci v rameni	47
7 Rehabilitační a protetická péče	49
7.1 Rehabilitace před amputací	49
7.2 Rehabilitace po amputaci	50
7.3 Přípravné období	51
7.3.1 Cvičení svalové síly a kloubní pohyblivosti	51
7.3.2 Kontrola tvaru pahýlu	52
7.3.3 Péče o jizvu	52
7.3.4 Snížení citlivosti pahýlu	52

7.3.5 Hygiena pahýlu	53
7.3.6 Trénink sebeobsluhy	53
7.4 Protetická péče	53
7.5 Nácvik používání protetických pomůcek	54
7.6 Škola úchopu.....	56
8 Diskuze	58
9 Závěr	60
Literatura.....	61
Přílohy.....	65

1 Úvod

Protetika horní končetiny nabízí v dnešní době řadu vysoce moderních postupů, pomůcek a zařízení. Vysoká úroveň technologického provedení, používání kvalitních materiálů, využívání nejmodernějších zařízení při diagnostice a rehabilitaci, profesionální přístup a vzdělání protetiků, to vše ukazuje na vysokou úroveň ortopedické protetiky v České republice. Přesto je tento obor široké veřejnosti prakticky neznámý, neboť čím lepší je práce protetiků, tím méně je vidět. Vždyť jednou z podstat kvalitního protetického zpracování je, že pomůcka je funkčně i kosmeticky co nejpřesnější a nejpodobnější původní končetině. Přes mistrovství řemeslného zpracování na proteticích stále lpí stigma pouhých druhořadých techniků a mezi lékaři je stále množství předsudků. Plyne to z nedostatku znalostí o tomto oboru a i díky tomu je v Čechách velmi málo dostupné aktuální literatury, vědeckých výzkumů a učebních textů. Pokud má být ortopedicko - protetické vysokoškolské vzdělání kvalitní, musí se opřít o dostatek literárních zdrojů. Z těchto důvodů se autor snažil pojmout svoji práci jako učební text i pro ostatní obory, které se k ortopedické protetice jinak blíže nedostanou a jistě může být přínosem i pro samotné pacienty.

Ortopedická protetika je technicko – medicínský obor léčebně preventivní péče o pacienty se specifickými potřebami. Předně se zabývá diagnostikou tělesných vad a výzkumem, vývojem a užitím jejich náhrad. Dále korekcí nebo funkční kompenzací deformit a vrozených vad, náhrad ztracených nebo oslabených pohybových funkcí nosně – pohybového aparátu člověka a v neposlední řadě také rehabilitační péčí o pacienty. Ortopedická protetika se dále dělí na podobory, konkrétně epitetiku (nauka o kosmetických náhradách orgánů bez funkčních vlastností), ortotiku (nauka o náhradách pro ztracenou nebo omezenou funkci se zachováním samotného orgánu), protetiku (nauka o náhradách ztracené části končetiny i její funkce), adjuvatiku (nauka o kompenzačních technických pomůckách), kalceotiku (nauka o ortopedické obuvi) a protetometrii (nauka o snímání měrných podkladů pro stavbu náhrad).

Cílem této obsahově koherentní a ucelené teoretické práce je přiblížit problematiku protetiky a amputací horní končetiny. K samotnému pochopení určitých principů protézování jsou důležité znalosti amputací, jejich operačního provedení a komplikací. Důraz je kladen na klasifikaci protéz, technologii stavby, protézové díly, principy ovládání a rozdělení vybavení podle úrovně amputace. Neméně důležitá je i následná

rehabilitace, péče o pahýl, protetická péče a nácvik ovládnání protézy. Práce je proto systematicky rozdělena do čtyř kapitol.

V první kapitole je stručně přiblížen historický vývoj řešení amputací a oboru ortopedické protetiky. Slouží k pochopení společných základů a vazeb mezi obory chirurgie a protetiky. Je důležité si vytvořit alespoň rámcovou představu o historii, neboť z ní vychází současná praxe.

Druhá kapitola je věnována amputacím na horní končetině, vysvětlení základních pojmů, příčiny, rozdělení a provedení amputací podle jednotlivých úrovní a samozřejmě komplikace, se kterými se každý protetik setká.

Třetí kapitola obsahuje základní zásady a postupy, protetometrické měření, technologie stavby a výroby, principy ovládnání a rozdělení protéz. Také blíže přibližuje protetické řešení jednotlivých úrovní amputací.

Čtvrtá kapitola se pak věnuje rehabilitačním postupům před a po amputaci, péči o pahýl a základní zásady cvičení, protetickou péči a nácvik používání protetických pomůcek.

Takto je v podstatě popsán celý postup, kterým projde pacient od předamputační péče až po odbavení pomůckou a jejího používání.

2 Cíle a úkoly práce

Cíle práce

Cílem této **teoretické** bakalářské práce je přiblížit amputace horní končetiny a možnosti jejich protetického vybavení formou literární rešerše a vypracovat tak obsahově koherentní a ucelený učební text vhodný jak pro různé medicínské obory, tak i pro širší veřejnost. Vzhledem k rozsahu práce není možné podat kompletní výčet informací, například pouhá historie oboru je natolik zajímavá a rozsáhlá, že by vydala na několik prací a výzkumů. Proto jsem se omezil na základní a nejdůležitější fakta. Důraz je kladen především na přehlednou a stručnou klasifikaci amputací a protetických možností.

Úkoly práce

1. Dlouhodobý sběr informací, zdrojů a odborné české i zahraniční literatury.
2. Analýza a porovnání poznatků zahraničních a českých zdrojů.
3. Reprodukovatelně formulovat a utřídit praktické zkušenosti a ústní sdělení.
4. Definice cílů, stanovení úkolů a hypotéz bakalářské práce.
5. Metodické zpracování faktů přehledným a logickým způsobem.
6. Shrnutí nejdůležitějších poznatků a dat.

3 Metodika

Teoretická bakalářská práce je obsahově koherentní a ucelenou odbornou písemnou prací. Pro vytvoření práce byl použit **kvalitativní výzkum metodou sběru dat** z odborných článků, časopisů a publikací využitá pro sestavení literární rešerše. Vyhledal a nashromáždil jsem určité kvantum informací, jako hlavní zdroj sloužila zejména odborná knižní literatura zabývající se protetikou, chirurgií, ortopedií, patologií a antropologií a odborné články vystavené v časopise *Ortopedická protetika*. Po prostudování veškerých dostupných informací jsem vytvořil literární **rešerši** na dané téma. Dále jsem prostudoval dostupnou zahraniční odbornou literaturu. Pro nedostatek zahraniční literatury v tištěné formě mi byly hlavními zdroji převážně internetové publikace a články, zejména Atlas of Limb Prosthetics, Journal of Prosthetics & Orthotics (JPO), Clinical Prosthetics & Orthotics (CPO), ACPOC Annual Meeting Abstracts a další. Původní rešerši jsem porovnal s daty získanými ze zahraničních zdrojů a rozšířil ji o výsledná pozorování a informace.

K ověření takto získaných informací pak byla použita **metoda neformálního rozhovoru s expertem**, díky které jsem včas odhalil nedostatky a nepřesnosti uvedené v dokumentech, případně vlastní nepochopení textu. V práci jsou reprodukovány a zaneseny již opravené závěry. Rozhovor s expertem byl také užitečným zdrojem praktických zkušeností, o které je teoretická práce obohacena.

Metodou interpretace zde byla **sekundární analýza dat**, konkrétně srovnání jednotlivých technických postupů v české a zahraniční odborné literatuře a hledání hlavních společných faktorů. Původní popsané postupy pak byly upraveny podle těchto společných faktorů a jsou zaneseny v práci.

Celá literární rešerše byla dále metodicky zpracována do úhledné a logické formy, aby případný čtenář dokázal snadno a rychle získat potřebné informace. Celá problematika byla jasně vyložena a obohacena o další teoretické závěry v průběhu celé práce a hlavně v diskuzi a závěru.

4 Stručná historie

4.1 Historie amputací

Amputace je doložitelně jedním z nejstarších chirurgických výkonů vůbec - za první zmínky o amputaci (nebo alespoň jejích náznacích) můžeme totiž pokládat už nález z dob paleolitu. Antropolog Ralph Solecki našel v druhé polovině 20. století v jeskyni Šanidar v severním Íráku pozůstatky Neandrtálce, jehož pravá paže poukazuje na možnost amputačního zákroku těsně nad loktem. Tuto domněnku však nelze jednoznačně potvrdit kvůli stáří nálezu. (Trinkaus, 1978)

V historii lidstva se dají najít další a další zmínky o amputacích, nejednalo se však vždy o chirurgický zákrok s cílem záchrany života, snížení invalidity nebo odstranění neúčinných částí končetin, jak popsal Hippokrates v pátém století před naším letopočtem indikace k amputaci. (Dungl a kol., 2005) Velmi často se totiž jednalo o amputace jako projev trestu, z důsledku válečných zranění a také z náboženských a rituálních důvodů. Takovýchto amputací je ostatně hojně i v dnešní době.

V průběhu doby se provedení amputací samozřejmě měnilo a vyvíjelo, k největšímu pokroku v technice amputací docházelo vždy za velkých válek. Zpočátku se prováděly jednoduché gilotinové amputace bez anestezie, u kterých se zastavovalo krvácení pouhým zaškrcením pahýlu nebo hemostázou ponořením do horkého oleje. Velkým zlomem pak bylo zavedení ligatury velkých cév (čímž byla metoda vařícím olejem snad navždy opuštěna) Francouzem Ambroise Paré, jehož přínos do protetiky rozvedu v další části práce. Metoda ligatury cév spolu se zlepšením anestezie, zavedením desinfekce a rozvojem antibiotik umožnila zkvalitnění amputačních a hojivých procesů a tím i tvarování dobře proteticky ošetřitelných pahýlů. Snížilo se také procento infekčních komplikací. V roce 1837 byly Listerem a Brittainem poprvé publikovány moderní lalokové amputace s využitím muskulokutánních laloků k vytvoření měkkého krytu pahýlu. (Dungl a kol., 2005)

S dalším rozvojem rekonstrukční a cévní chirurgie se podařilo zvýšit šance na zachování původních končetin a omezit tak četnost provedení amputací. Rozvoj ortopedické protetiky pak zjednodušil rehabilitaci amputovaných. (Sosna, Vavřík, Krbec, Pokorný, 2001)

4.2 Historie protetiky

Autoři nás přesvědčují, že se lidé o umělé náhrady končetin, jejich zhotovování a užívání v průběhu dějin, vždy zajímali. Nejstarší archeologické nálezy náhrad končetin jsou staré až 4000 let a jejich technické, funkční a kosmetické provedení poukazuje na to, že se používaly a vyvíjely ještě dříve. Člověk, který ztrátu končetiny v tehdejších podmínkách přežil, se jistě pokoušel co nejlépe nahradit funkci ztracené končetiny a zůstat tak pro společnost přínosem. Takovéto prvotní náhrady bychom však těžko pojmenovali protézou, jednalo se spíše o primitivní, ale funkční kompenzační pomůcky. Předpokládaná řešení dle Fajala (Hadraba, 2009) byla tedy vidlice nebo hák vyrobený ze zakroucené větve (viz. Obr.1) – jednoduché a praktické řešení, které si postižení zřejmě zhotovovali sami.

Nejstarší dochovaná **náhrada** ruky je prý vystavena v Musée de Guilberkian Durhamské university u Newcastlu. Tato kosmetická náhrada byla zachycena objímkou na amputovaném předloktí egyptské mumie. Její stáří vědci určili na neuvěřitelných 2000 let před n.l. (Hadraba, 2009)

Nejstarší známá **funkční** protéza pak byla nalezena v Itálii v roce 1858 a její vznik se datuje do doby přibližně 300 let před n.l. Podle písemných záznamů byla vyrobena z dřevěného jádra, tenkých měděných plechů připevněných na její povrch a koženého lemu pro připevnění k pahýlu. Během bombardování Londýna za 2.světové války však byla zničena. (Koutecký, 2008)

Za první dochovanou **písemnou zmínku** o amputaci a protetické náhradě je však považován Herodotův záznam z roku 424 př.n.l. Popisuje osud perského vojáka Hegistrata z Elis, který byl Spartany odsouzen k smrti. Aby unikl z vězení, musel si uřezat vlastní nohu a použít dřevěnou náhradu. (Koutecký, 2008)

Další záznam pochází od Plinia st. Ten v encyklopedii „Naturalis historia“ uvádí krátkou zmínku o římském generálovi Marku Sergiovi, který byl v 2. Panské válce (218 – 201 př.n.l.) několikrát zraněn a ztratil část pravé horní končetiny. Začal poté používat železnou náhradu, která mu umožňovala v boji držet štít. (Hadraba, 2009)

Nastávající dlouhé období bez písemných citací a dochovaných nálezů končí až ve středověku. Nález kovové protézy z 15. století v náplavách Rýna (Alt-Ruppin hand, viz. Obr.2) a další podobné nálezy svědčí o nové technologii výroby a materiálech protetických náhrad. Technologie zpracování kovu a vyspělá řemeslná výroba zbrojářského cechu umožnila i zpracování malých pohyblivých součástí a díky poptávce

rytířského stavu se začaly vyrábět plátové zbroje kryjící celé tělo, včetně kloubních spojení. Odtud byl již jen krůček k zhotovování “plátových“ protetických náhrad. Zprvu byly protézy používány hlavně rytíři v bitvách a jednalo se o součásti brnění, které měly skrýt zranění z předchozích bitev. Časem se však mechanismus protéz horních končetin dále vyvíjel, přidávala se pasivní hybnost prstů, pohyblivé klouby s uzávěry a další. V popředí tohoto období stojí historicky první protetická dílna Ambrosie Parého (1509 – 1590). Tento ranhojič, vojenský chirurg a později francouzský královský chirurg znovuobjevil, zdokonalil a zhotovil mnohé chirurgické nástroje, postupy a protetické pomůcky a pro pozdější následovníky se tak stal vlastně zakladatelem protetického oboru. Z mnoha jeho zásluh bychom mohli vyjmenovat např. znovuobjevení obvazové techniky, zavedení ligatury cév, uskutečnění první exartikualce v lokti a dalších. Z hlediska protetiky zkonstruoval např. nadkolenní protézu s přizpůsobitelnými popruhy, protézu chodidlové části, kolenní zámek a jiné inženýrské prvky používané také v dnešní době. Jeho technický talent dobře dokládá zhotovení druhé protézy Götze Von Berlichingen (viz. Obr.3) a další protézy s pasivním uvolněním mechaniky prstů v blocích s různými typy pasivní aretace, polyvalence a s aretovatelnými loketními klouby (viz. Obr.4). (Hadraba, 2009)

Amputace se i díky dalším osvíceným myslím začaly používat více jako zásahy pro záchranu lidského života a počet pacientů, kteří amputaci přežili a využívali dále protetickou pomůcku začal výrazně narůstat. Velký pokrok v chirurgii amputací dále znamenalo použití dezinfekce spolu s použitím chloroformu a etheru. Každý takovýto objev pak znamenal lepší a lepší podmínky pro rozvoj oboru protetiky.

Největší pokrok však techniky amputace a vývoj protéz zaznamenaly vždy během velkých válek. Během První světové války ztratilo jen v Evropě končetinu na 100 000 lidí a Druhá světová válka má díky bombardování měst a zbraním hromadného ničení ještě horší statistiky. Přesto byly tyto válečné hrůzy velkým podnětem v dalším vývoji. (Koutecký, 2008)

Dřevo a kov byly nahrazeny plasty, zpracování lůžka se zjednodušilo a mohlo více odpovídat fyziologickým požadavkům. Díky lehčím materiálům a komponentům se zvýšil komfort pacientů a protézy zaznamenaly i lepší kosmetické zpracování. Dalo by se říci, že principy protézování objevené za velkých válek, se staly základem protéz v současnosti.

5 Amputace horní končetiny

5.1 Definice amputace

„Jako amputace je definováno odstranění periferní části těla včetně krytu měkkých tkání s přerušením skeletu, které vede k funkční nebo kosmetické změně s možností dalšího protetického ošetření.“ (Dungl a kol., 2005, s.165) Při odnětí končetiny v linii kloubu se jedná o exartikulaci.

Podle Kubeše (Dungl a kol., 2005) se v zásadě jedná o rekonstrukční výkony, které mají snížit riziko onemocnění nebo funkčního postižení se snahou o dosažení návratu lokomoce nebo alespoň její částečné funkce. Podle jiných autorů však jde jasně o zmrzačující úkon, který postihuje pacienta jak fyzicky tak psychicky. Pacient je nucen výrazně změnit svůj životní styl a přizpůsobit se novým podmínkám pohybu či zručnosti. (Hudec, Steiner, Huraj a kol., 1970) Tak jako tak se amputace při infektech a akutní sepsi stává život zachraňujícím úkonem.

5.2 Příčiny amputací

Příčin amputací je několik a v tomto ohledu můžeme vycházet z více autorů. Dungl (2005), Frejk (1970) a Sosna, Vavřík, Krbec, Pokorný (2001) shodně udávají jako základní příčiny amputací těžká zranění na končetinách, tumory, choroby cév, vrozené a získané vady, těžké a životu nebezpečné choroby a neuropatie vedoucí k trofickým vředům. Některé z těchto příčin si dále rozvedeme.

Přestože v současné době počet amputací horních končetin díky zkvalitnění metod cévní chirurgie a mikrochirurgie klesá, jsou u adolescentů a dospělých (více mužů než žen) stále nejčastější příčinou **traumata** - ať už následkem autonehody, pracovního úrazu nebo jiných. Tento pokles je také zapříčiněn zpřísněním bezpečnostních podmínek na rizikových pracovištích a zlepšením technického vybavení, takže takto pracující lidé již nejsou vystaveni tak velkému riziku zranění. (Dungl a kol., 2005)

Dalšími příčinami jsou **nádory** měkkých tkání nebo kostí (nejčastěji osteosarkom v proximální části humeru) a nekróza (i po popáleninách nebo omrzlinách). V těchto případech dochází nejčastěji k exartikulacím ve vyšší etáži.

Cévní choroby postihují horní končetiny velmi zřídka, nanejvýš u závažné Raynaudovy nebo Buergerovy nemoci. Tyto stavy postihují pacienty každého věku. (Dunzl a kol., 2005)

Vrozené malformace, jako např. hypoplasie, aplasie, amelie (končetina chybí) , fokomelie (ruka nasedá na ramenní kloub) nebo mikromelie (pravidelné zmenšení všech částí končetiny), jsou méně častou indikací k amputaci - můžeme totiž využít zbytkového úchopu. Rozdělujeme je do dvou skupin – defekty v transverzální rovině (chybí distální konec končetiny v různé výši) a defekty v longitudinální rovině (chybí celý paprsek, např. radius, ulna). Končetiny s defekty v transverzální rovině bývají dobře protézovatelné, musíme si ale dát pozor na vtaženou pokožku s občasnými rudimenty prstů na vrcholu horní končetiny. (Hadraba, 2006)

Protézování je ostatně u takto postižených dětí běžným řešením, po skončení období růstu je však někdy nezbytný i chirurgický zákrok, upravující končetinu pro efektivnější použití protézy. (Dunzl a kol., 2005)

5.3 Rozdělení amputací

5.3.1 Podle příčin

Podle příčin můžeme amputace rozdělit do tří skupin – primární, sekundární a odložené.

Primární amputace jsou takové, kdy trauma vedlo k oddělení končetiny.

Sekundární amputace nastává v případě, dojde-li ke stavu, který ohrožuje pacienta (např. nekróza), nebo když konzervativními postupy není možné končetinu zachránit.

Odložené amputace jsou indikovány při polytraumatech, kdy se nejdříve zajišťují základní životní funkce a amputace se provádí až po stabilizaci stavu pacienta. Při amputacích může dále dojít k reamputaci - úpravě pahýlu, včetně pahýlu kostního. Zákrok na měkkých částech pahýlu je označován jako plastika pahýlu. (Maňák, Wondrák, 2005)

5.3.2 Podle výše amputace

Hlavním faktorem, který určuje výši amputace, je v první řadě rozsah poranění dané končetiny (Hudec, Steiner, Huraj a kol., 1970). „*Skelet musí být přerušen v takové výši, aby byl zachován dostatečný kryt měkkých tkání a naopak.*“ (Dunzl a kol., 2005, s.169) Konečné určení je pak na samotném chirurgovi, který je povinen řídit se nejen svými

nejlepšími znalostmi a lékařskou praxí, ale měl by přihlédnout i k možnostem dalšího protézování pacienta (viz. Obr.5). Ve většině případů se proto operující lékař předem konzultuje s protetikem, musí se totiž zvážit vhodná délka ramene páky končetiny a také potřebný prostor pro komponenty protéz. Úkolem chirurga je tedy snaha zachovat končetinu v co největším možném (funkčním) rozsahu a pahýl ve stavu schopném nést vhodnou protézu (viz. Obr.6) a tím pádem vytvořit co nejlepší podmínky pro rychlý návrat mobility a funkce končetiny. (Dungl a kol., 2005)

V protetice je dělení podle výše amputace nejpoužívanější a v této práci budeme postupovat vždy od nejdistančnější úrovně:

- Amputace v oblasti ruky,
- exartikulace v zápěstí – oddělení karpálních kostí od radia a ulny,
- amputace v předloktí (transradiální) – protětí radia a ulny,
- exartikulace v lokti – odstranění předloketních kostí pouze se zachováním humeru,
- amputace v paži (transhumerální) – ponechaná část pažní kosti,
- exartikulace v rameni – odnětí celé horní končetiny v glenohumerálním kloubu.

5.3.3 Podle provedení

Základní dělení amputací podle provedení je na otevřené a zavřené:

U **uzavřené amputace** se fascie i kůže zašijí a do jizvy se zavede drén, aby se předešlo vzniku hematomu. Naproti tomu u **otevřených amputací**, které se používají u insektů nebo v případech rozsáhlého poškození měkkých tkání není rána po zákroku primárně uzavřená (Hudec, Steiner, Huraj a kol., 1970). U tohoto typu amputace se lékař snaží zachovat co nejdelší pahýl s dostatečným množstvím měkké tkáně pro možnost pozdější úpravy (Frejka, 1970).

Podle způsobu provedení dále amputace rozdělujeme na gilotinové (cirkulární) a lalokové:

U **gilotinové amputace** se cirkulárně přerušuje kůže a svaly, podvazují se cévy a ošetřují nervy postupně po vrstvách. Tento způsob byl často využíván ve válečné chirurgii.

Lalokové amputace jsou dnes již standardním úkonem. „V současnosti je doporučována technika invertovaných kožních laloků, které jsou založeny poněkud delší, poté jsou překlomeny (invertovány) a dočasně přešity přeloženou plochou k sobě.“ (Dungl a kol., 2005, s.166) (viz. Obr.7) Při lalokové amputaci je také zachována lepší

motorika pahýlu díky provedení myoplastiky nebo myodézy – přímém spojení svalové skupiny k periostu a vytvoření nového svalového úponu. (Dungl a kol., 2005)

5.4 Provedení amputací

Při amputaci se zpravidla dodržuje základní operační postup po vrstvách. Jednotlivé tkáně jsou popsány samostatně a s ohledem na probírané téma. Obecně by měla amputace být provedena tak, aby umožnila co nejlepší hojení a vznik nebolestivého a fyziologického pahýlu.

5.4.1 Kůže

Již v rámci kožního krytu je důležité správné umístění řezu mimo zatížitelnou plochu pahýlu, aby následná jizva nebyla bolestivá a umožnila tak co nejlepší protetické vybavení. Samozřejmě by jizva neměla ležet v místě kožních výstupků. Sešití kožních laloků musí být přesné, nesmí tvořit nadbytek nebo napětí na kůži a měla by se věnovat zvýšená péče oddělení kůže od hlouběji ležících tkání. Pokud probíhá hojení a rehabilitační péče bez komplikací, je výsledná jizva necitlivá, ohebná, pohyblivá a odolná. Stav kožního krytu uzavírající amputační pahýl je neméně důležitý. Kůže by měla být dobře prokrvená, citlivá a pohyblivá. (Sosna, Vavřík, Krbec, Pokorný, 2001)

5.4.2 Svaly

Převážnou část měkkých tkání pahýlu tvoří právě svaly a tuková tkáň kolem nich. Pahýl, na kterém zachováme co možná nejvíce funkčních svalů je větší, silnější a lépe tvarovaný, se zajištěním dostatečné metabolické výměny, cirkulace a propriocepce. Bez pevného uchycení anatomického začátku a úponu svalu však vzniká oslabení a vyvíjí se svalová atrofie - proto je při amputačním chirurgickém zákroku prvotním cílem stabilizace distálních svalů se snahou o zachování motoriky pahýlu, a to za pomoci čtyř technik, které umožňují manipulaci se svaly a jejich upevnění během operačního výkonu: myofasciální uzávěr, myoplastika, myodéza a tenodéza.

Při **myofasciálním uzávěru** se kost s přetátými svaly uzavřou vnějším fasciálním obalem. Tato technika poskytuje jen minimální zpevnění svalů a neumožňuje tak dostatečné distální spojení svalové tkáně s kostí, využívá se proto primárně pouze v případech, kdy z důvodu závažné nemoci nelze efektivně fixovat svaly (např. ischémie).

Myoplastika je další z technik, která se provádí u většiny diafyzálních amputací. Přerušené svaly jedné motorické skupiny jsou přeneseny přes konec kosti a přišity k antagonistické skupině svalů. Spojené a srostlé svaly se pak protichůdně doplňují a celá soustava klouže přes distální konec kosti. Mezi svaly se pak vytvoří tekutinou naplněný tíhový váček (tzv. *bursa*) lubrikující a odlehčující třecí místo. Následně však kvůli častému namáhání dochází k rozvinutí bolestivého zánětu nazývaného *bursitida*. Kvůli četnosti těchto komplikací se doporučuje prostá myoplastika kombinovat s myodézou.

Myodéza spočívá v přímém spojení svalové skupiny k periostu - nejhluběji uložené svaly se připojí ke kosti, povrchněji ležící se navzájem myoplastikou sešijí a povrch tohoto útvaru je následně uzavřen myofasciálním obalem.

Tenodéza je nejefektivnější a nejvíce fyziologickou možností upevnění svalů, ale je možná pouze pokud je šlacha a svalové břicho nepoškozené – šlacha se pevně spojí s distálním koncem kosti, což se nejvíce užívá při exartikulacích. (Dungl kol, 2005)

5.4.3 Nervy

Ošetření nervových pahýlů při amputaci je nutné věnovat zvláštní péči, protože traumatizace v průběhu nervového kmene může být příčinou následných fantomových obtíží. Volný konec poškozeného nervu při svém hojení totiž vytváří jizevnatou nervovou tkáň, tzv. *neurom*. Ten se při tlaku nebo tahu stává bolestivým. Dokonce i v klidu mohou na konci nervu vznikat elektrické potenciály a způsobovat tak nepříjemné a bolestivé pocity.

Lékaři se proto snaží zamezit tvorbě neuromu různými metodami, např. leptáním konce nervu chemickými látkami, pálením pomocí tepla, zavedení nervu do kosti nebo jeho uzavření neprostupným materiálem, přišití přerušného nervu k jinému nervu nebo k sobě samému. Žádná z těchto technik však výrazně neprokázala snížení fenoménů neuromu, proto se ve většině případů provádí pouze prosté oddělení nervu a nervový pahýl se zatáhne zpět do okolních měkkých tkání, mimo oblast jizvy a tlaku. (Dungl a kol., 2005)

5.4.4 Cévy

Zástava krvácení a úprava cév je nejdůležitějším chirurgickým zákrokem při amputaci. Nejen že se zabrání velkým ztrátám krve pacienta, ale dobré krevní zásobení distálních tkání a rány usnadňuje následné hojení. Velké cévy je proto potřeba ošetřit dvojitou ligaturou, na malá krvácející místa stačí termokoagulace. Krvácení z přerušené kosti lze

zastavit pouhým stlačením. V místě amputace pak bývá umístěn drén k odvodu sekretů z rány. Pokud by se totiž vytvořil hematoma, bylo by nutné ránu později znovu otevřít s rizikem vniku infekce a prodloužení hojení. (Dungl a kol., 2005)

5.4.5 Kostní tkáň

Přes zachovanou kost pahýlu jsou z velké části přenášeny síly mezi protézou, pahýlem a zbytkem těla – v průběhu amputace je proto nutné pečlivě zarovnat všechny nerovnosti a ostré hrany. Vhodný zásah tak snižuje možnost vzniku míst se zvýšeným tlakem pahýlu do protetického lůžka. Takto ošetřený kostní pahýl je navíc zásadní pro bezbolestný průběh hojení. Přerušenu kost je možné překrýt předem připraveným periostálním lalokem pro vytvoření hladké kostní jizvy. Výše provedené amputace by samozřejmě měla být upravena s ohledem na následné protetické vybavení končetiny. (Dungl a kol., 2005)

5.5 Amputace v oblasti ruky

Amputace v oblasti ruky je vždy spojena se znatelným zhoršením efektivního úchopu. Počítá se proto s následnými rekonstrukčními plastikami, pro které je potřeba zachovat co největší množství nepoškozených tkání. Stav spolu s věkem pacienta pak hraje podstatnou roli při samotném zvažování amputace v této oblasti. U dětí a mladých pacientů se prioritně přistupuje k mikrochirurgické nápravě, u pacientů starších a se závažnějším poškozením je primárním řešením amputace. (Dungl a kol., 2005)

Při akutní neplánované operaci v ruce se často přistupuje k prostému odnětí falangu. Oproti tomu kosmeticky a funkčně výhodnější odnětí celého paprsku prstu (tzn. falangu s metakarpem a přisedlou karpální částí) bývá součástí plánované rekonstrukce ruky po tumorech, traumatech nebo infekcích a při závažnějším poškození. Výsledný efekt této operace je navíc méně nápadný. (Dungl a kol., 2005)

Největší význam pro precizní a silový úchop ze všech prstů má palec díky aktivní opozici palce v karpometakarpálním kloubním spojení. Proto je v rámci celé operace nejdůležitější snaha o jeho záchranu a zachování tak uchopovací schopnosti celé ruky. (Hudec, Steiner, Huraj a kol., 1970)

K dosažení optimální funkce musí mít palec dostatečnou délku, stabilitu, schopnost opozice a neposledně citlivost. Velmi významné je taktilní čítí a dvoubodová

stereognózie, která umožňuje rozpoznávání předmětu a jeho umístění v dlani. (Dungl a kol., 2005)

5.6 Exartikulace v zápěstí

Při amputačním zákroku distálně od loketního kloubu se největšího rozsahu pronace a supinace dosáhne odnětím ruky v radiokarpálním skloubení. (Way a kol., 1998)

Díky zachování delšího pahýlu také ponechává efektivní páku a ulehčuje tak zvedání koncové pomůcky. Na koncích ulny a radia však zůstávají processi styloidei, které mohou působit problémy při nošení protetické pomůcky. Výběžky se proto musí během operace zarovnat, aby vytvořili hladkou a rovnoměrnou plochu zakončení pahýlu. Dalším řešením je exartikulace se zachováním proximální řady karpu. Tím je zachována páka a odpadají i problémy s bodcovitými výběžky. (Dungl a kol., 2005)

Nejdůležitější pro rotaci předloktí je distální radioulnární skloubení. Pokud je poškozeno, může dojít k nestabilitě a bolestem při rotaci. V případech kdy nejde kloub chirurgicky rekonstruovat je proto výhodnější vytvoření dlouhého předloketního pahýlu amputací v distální části předloktí.

Nutno zmínit i výhodu exartikulace u dětských pacientů – u těch totiž není poškozena růstová epifysární chrupavka na distálním konci ulny a radia. (viz. Obr. 8)

5.7 Amputace v předloktí

Zachování co nejdelšího pahýlu je cílem i při amputaci v předloktí. Přirozená schopnost rotace je totiž zajištěna vazivovým spojením radia a ulny po celé délce kostí. Při delším předloketním pahýlu se přímo úměrně zvětší i maximální zbytkový pohyb do pronace a supinace. Pokud je pahýl naopak příliš krátký, rotační pohyby jsou omezeny až ztraceny a dosažení aktivní funkční rotace předloktí je obtížné (viz. Obr. 9) (Taylor, 1955).

U krátkého pahýlu je rovněž vyšší riziko vzniku flekčních kontraktur a navíc poskytuje velmi malé rameno páky pro ovládání protézy. (Hadraba, 1987)

Při chirurgickém zákroku je důležité především zachovat co nejvíce svalové hmoty, příp. jeho upravení pomocí technik myodézy nebo myoplastiky. Tato svalová masa posléze slouží pro lepší uchycení a správnou funkci vyhovující protézy. (Way a kol., 1998)

Nepříliš častou možností při amputaci v distální třetině předloktí je pak využití tzv. Krukenbergovy plastiky (viz. Obr.10). Tato operace spočívá v oddělení radia a ulny

spolu s přilehlou svalovinou a kůží a vytvoření úchopu schopných klepet. (Dungl a kol., 2005).

5.8 Exartikulace v lokti

Problematika této operace je poněkud rozporuplná. Na jednu stranu umožňuje exartikulace v loketním kloubu po odstranění prominujících epikondylů humeru lepší zakotvení v lůžku a lepší ovládání rotačních pohybů protězy v porovnání s prostou transhumerální amputací. (Hadraba, 1987)

Na stranu druhou však zachování celé délky humeru ohraničuje možnost použití protetické náhrady loketního kloubu. Loketní jednotka musí být pro nedostatek místa umístěna pod pahýlovým lůžkem a celé technické řešení je z funkčního a kosmetického hlediska méně přijatelné. (Dungl a kol., 2005)

Z tohoto důvodu je exartikulace v lokti méně vhodné řešení s jedinou výjimkou. U dětských pacientů a pacientů s neukončeným obdobím kostního růstu můžeme často pozorovat přerůstání distálních kostěných částí délku pahýlu s nutností následné reamputace. Tento problém u exartikulace odpadá. (Sosna, Vavřík, Krbec, Pokorný, 2001)

5.9 Amputace v paži

U amputace v paži je nejdůležitější vhodně naplánovat výši provedeného zákroku. Pokud zanecháme pahýl delší, bude mít větší možnost aktivní rotace a polohové stability, pokud kratší možnosti se naopak sníží. Maximální délka je omezena hlavně kvůli možnému umístění loketního mechanismu do anatomické roviny, pro správnou funkci postačí 10 cm nad původním loketním kloubem. Minimální délka by neměla přesahovat 12,5 cm. (Hudec, Steiner, Huraj a kol., 1970)

U kratších amputací v oblasti paže totiž nelze zachovat úpon musculus deltoideus, čímž se zásadně sníží možnost páky a účinnost ovládání pohybů pahýlu. Navíc se zvyšuje šance vzniku abdukční kontraktury v rameni. V případě nutnosti proximálnější amputace je důležité zachovat alespoň hlavici kosti pažní kvůli základu pro budoucí protězu a uchování celého ramene. To má pro pacienta nezanedbatelný psychický a kosmetický význam. (Way a kol., 1998)

Důležité je zmínit i problém u pacientů v období růstu. Amputace v paži provedená v dětství zvyšuje riziko, že pažní kost přeroste délku pahýlu a bude nutná jeho revize. Na horní končetině je totiž růstový potenciál epifysárních růstových zón jiný než na končetině dolní. Epifysární chrupavky u loketního kloubu mají totiž menší potenciál (20 – 25%) než chrupavky distální (75 – 80%) (viz. Obr. 8).

5.10 Exartikulace v rameni

Z funkčního hlediska je exartikulace v rameni obdobný zákrok jako vysoká amputace v paži. Při ní se ponechává krátká část humeru kvůli zachování tvaru ramenní oblasti, což je vhodné zejména pro následné protetické vybavení. Oddělení celé končetiny v glenohumerálním kloubu je vzácnější a většinou je indikováno pouze po maligním nádoru kosti. (Way a kol., 1998)

Chirurgický zákrok odstraňující celou horní končetinu i s lopatkou a s částí klíční kosti se nazývá **intertorakoskopulární amputace**. Tento rozsáhlý a mutilující zákrok je však třeba velice pečlivě zvážit nejen z lékařského, ale i psychologického hlediska. Vznikají při ní totiž závažné kosmetické deformity, které kvůli častému poškození měkkých tkání v oblasti ramene nelze účinně rekonstruovat. (Dungl a kol., 2005)

Pacient má navíc po exartikulačním zákroku a úspěšném zhojení rány i problémy se stabilitou, celkovým postojem a projevuje se i patologická změna postavení ramene.

Při exartikulaci je totiž významně narušena silová rovnováha svalů v okolí ramene. Depresory ramenního pletence totiž nejsou schopny po odstranění horní končetiny (zátěže) vyvážit tah elevátorů a dochází tak k pozvednutí celého ramene. (Taylor, 1955)

Chybějící váha končetiny se projevuje i v asymetrickém zatížení zádočných svalů a může vyústit až v posturální skoliózu. Proto je důležitá včasná rehabilitace a protetické vybavení pacienta. Váha protézy totiž částečně kompenzuje ztracenou váhu končetiny, tolik důležitou k udržování rovnováhy (Dungl a kol., 2005).

5.11 Komplikace amputací

Natolik závažnou operaci, kterou amputace zcela jistě je, provází několik zásadních komplikací. Jedná se zejména o špatné hojení rány, infekce, trombózu a pulmonální embolizaci, edém, zlomeninu a velmi často flekční kontraktury. Bolestivost pahýlu a fantomové bolesti jsou další velmi častou a nepříjemnou komplikací amputací.

5.11.1 Poruchy hojení

Při špatném odhadu výše amputace případně chybné chirurgické technice se může pahýl z důvodu zhoršeného cévního zásobení tkání hůře hojit. Pokud nedojde k dostatečnému zhojení, je nutná reamputace. Následkem je ovšem kratší pahýl, který může způsobit další problémy co do pohyblivosti, tak vzhledem k následnému vybavení pacienta protézou. (Way a kol., 1998)

5.11.2 Infekce

Vnik infekce do amputačního pahýlu v průběhu hojení se objevuje asi v 15% celkového počtu amputací. Tato pravděpodobnost je ještě vyšší, pokud pacient před amputací trpěl sepsí. Infekci lze částečně zamezit podáváním antibiotik a výběrem gilotinové amputace. Pokud se však nepodaří zabránit jejímu vzniku, je nutná reamputace. (Way a kol., 1998)

5.11.3 Tromboembolismus

Po amputaci je zvýšené riziko venózní trombózy nebo pulmonální embolizace z důvodů dlouhodobého pobytu pacienta na lůžku a porušení volného průtoku krve. (Way a kol., 1998)

5.11.4 Edém

Otok může vzniknout při chybné technice bandážování a špatně aplikovaném obvazu. To může vést k špatnému tvaru pahýlu a pozdějším potížím při protetickém odbavení pacienta. (Sosna, Vavřík, Krbec, Pokorný, 2001)

5.11.5 Zlomenina

Při pádu pacienta po amputaci končetiny může dojít k nepříjemným zlomeninám, které se následně velmi špatně hojí a mohou nastat další komplikace. Zlomeniny jsou zejména nebezpečné po amputaci na dolní končetiny, kdy je skoro polovina pacientů po pádu trvale odkázána na invalidní vozík. (Way a kol., 1998)

5.11.6 Flekční kontraktura

Kontraktura je definována jako neschopnost kloubem či svalem pasivně či aktivně pohybovat do fyziologických rozsahů pohybu z důvodu zkrácení jedné svalové skupiny a ochabnutí druhé. (Janda, 2004)

Flekční kontraktura v ramenním, loketním kloubu nebo i kloubech prstů může vzniknout velmi snadno. Častou příčinou vzniku zkrácenin je bolestivost pahýlu a hledání úlevových poloh pacienta. Stálá bolest pahýlu tak nutí končetinu udržovat ve flexi. Kloub je pak méně pohyblivý a následná rehabilitace je velice obtížná. (Way a kol., 1998).

5.11.7 Fantomová bolest

Bolest v pahýlu a fantomová bolest jsou velmi nepříjemné a časté komplikace, vyskytující se u více než 50% pacientů po amputaci končetiny. Bolest se může projevit i delší dobu po zákroku, v řádu měsíců až roků. Při dlouhodobější bolestivosti pak může přerůst i v tzv. fantomovu bolest. Fantomová bolest je charakteristická cítěním bolesti chybějící amputované končetiny. Léčba je velice obtížná, částečně se jí dá předejít včasnou rehabilitací. Při ischemii pahýlu je však jedinou léčbou reamputace. (Way a kol., 1998)

„Fantomová bolest je bolest vztažená k chirurgicky nebo traumaticky odstraněné části lidského těla, zpravidla již v jeho integritě neexistující.“ (Lejčko, 2001, s.2).

Popis bolesti se liší jedinec od jedince, někteří mají dlouhodobé bolesti, jiní krátké ostré ataky. Nejčastěji je bolest popisována jako pálení, palčivá, křečovitá, řezavá, bodavá nebo kroutivá bolest, jako bodání nožem nebo píchání jehlou. Současně to jsou pocity bolestivého sevření, drcení a mačkání. Často bývá končetina vnímána pokrouceně a v nepřirozeném postavení. Pokud trpěl pacient bolestmi ještě před amputací, fantomové bolesti přicházejí častěji a mají podobný charakter a lokalizaci. (Lejčko, 2001)

Původ tohoto jevu je nejasný, může být ale následkem prudkého a hrubého přetažení nervového kmene. Pokud pacient pociťuje přítomnost původní končetiny, jedná se o **fantomové pocity**. (Dunl a kol., 2005)

Přelud pocitu na nepřítomné končetině se vyskytuje takřka u všech pacientů po chirurgické nebo traumatické amputaci, zejména u nadloketních amputací a na dominantní končetině. Fantomové pocity jsou popisovány jako velmi věrohodné až identické s reálnou zkušeností. Jedná se jak o jednoduché pocity dotyku, tepla, tlaku a dalších, ale i o komplexnější iluze, kdy pacient jasně vnímá pozici, délku a objem končetiny, u některých dokonce i pohyb. Postupem času dochází k zajímavému jevu, kdy se fantomová končetina postupně zmenšuje a zkracuje (tzv. regresivní deformace fantomu) a dokonce může dojít k tzv. teleskopickému efektu. Například po amputaci

nad loktem se distální část fantomu (ruka) postupně posunuje proximálněji ve svém napojení až dosedá přímo na pahýl paže. (Lejčko, 2001).

Pahýlová bolest se vyskytuje až v polovině případů. Často se vyskytuje poblíž jizvy. Dosud není známá jasná příčina vzniku těchto bolestí a není tedy možné určit jasnou a úspěšnou léčbu. Naštěstí však pahýlová bolest ve většině případů časem ubývá až postupně zmizí. (Lejčko, 2001).

6 Protetika horní končetiny

Jak již bylo v úvodu řečeno, ortopedická protetika je nauka o náhradách částí lidského těla a některých jeho funkcí technickými prostředky s důrazem na nosně pohybový aparát člověka. Protézou se obecně rozumí mechanická náhrada chybějící části těla s ohledem na kosmetický a funkční efekt. Přesná definice protézy podle ISO 8549 je externě aplikovaná pomůcka, která nahrazuje chybějící nebo nevyvinutou část končetiny, popř. končetinu celou. Protézy horních končetin pak slouží nejen k obnovení nejdůležitějších funkcí amputované ruky (úchop apod.), ale i jejího vnějšího vzhledu. Na to by měl být brán zřetel již při samotném návrhu a konstrukci. Samotná pomůcka musí být především snadno ovladatelná, odolná a lehká, pahýlové lůžko pohodlné, snadno manipulovatelné a hygienické. Ovládání protézy je zajištěno pahýlem končetiny. Používání protetické pomůcky však závisí na mechanické konstrukci minimálně, hlavní je vždy vůle, motivace a limity pacienta. Je třeba také zvážit další okolnosti. Kupříkladu fyzický a kognitivní stav pacienta, zda netrpí chorobami znemožňujícími řádné používání protézy, stav pahýlu, výši amputace a v neposlední řadě i na sociální a finanční stránce. Pokud však pacient splňuje všechny požadavky pro daný typ protézy, moderní protetické postupy a materiály jsou schopny pacientovi významně ulehčit. Mnozí pacienti s jednostrannou amputací však protetickou náhradu horní končetiny odmítají. I přes velká omezení jsou totiž schopni zvládat určité činnosti pouze jednou rukou. (Hadraba, 2006)

Protézu předepisuje odborný lékař. Druh použité technologie a sestavu komponentů pro zhotovení protézy však vždy volí protetik podle posouzení zdravotního stavu před amputací, po amputaci a podle možnosti využití protetické náhrady pacientem.

6.1 Protetometrie

Pro stavbu a správnou funkci protézy potřebujeme získat měrné podklady. Důležité pro protetického pracovníka je především seznámit se se **základními údaji pacienta** (hlavně jméno a rodné číslo, pod kterým je evidován u zdravotní pojišťovny) a s lékařskou zprávou o provedeném zákroku. Zejména způsob, provedení a důvody amputace jsou stěžejní. Také délka pahýlu omezuje možnost použití technických dílů. Následuje **technické vyšetření pacienta**, při kterém zjišťujeme fyzické předpoklady pacienta k vybavení pomůckou. Důležitá je především svalová síla, rozsah pohybu v

kloubu (viz. Obr.11) a stupeň aktivity uživatele. Protetik musí vzít v úvahu celkový tělesný stav jak současný, tak před amputací a zhodnotit tak schopnost provádět běžné denní aktivity i motivaci pacienta. U velmi drahých pomůcek je pak vhodné i vyšetření u psychologa. Další **míry** zahrnují měření délky v podélné ose měřené oblasti, příčné míry měřené kolmo na dlouhou osu měřené oblasti, obvodové míry na povrchu měřené oblasti, míry průměrové vedené středem měřené oblasti a míry úhlové pro zjištění velikosti kontraktur a osového postavení. Důležité je i měření zdravé končetiny, kvůli zhotovení protetické náhrady o stejné délce a vzhledu. **Nákresy a obkresy** slouží k přesnému zjištění tělesných proporcí. K určení trojrozměrného znázornění okrajových částí těla můžeme využít otisků z pantografu, optických přístrojů, počítačových znázornění a dalších metod. Velmi důležitým prvkem protetické praxe je také **zhotovení sádrového modelu** k zjištění trojrozměrných velikostních a tvarových parametrů dané oblasti. Pro vytváření modelu je však v první řadě nutné sejmout odlitek pacientova pahýlu. Před samotným sádrováním je vhodné označit si na pahýlu specifická místa, které je nutno při výrobě lůžka odlehčit, aby nedocházelo k bolestivým podnětům. Pokud jsou některé části pahýlu příliš citlivé i během sádrování (např. vrchol pahýlu), lze použít polyuretanovou pásku k jejich odlehčení. Nejprve se separuje pahýl za použití vazelíny, speciální folie nebo punčošky tak, aby pokožka pacienta nepřišla do přímého styku se sádrou. Lépe se také po zatvrdnutí odlitek sejme. Sádruje se cirkulárně pomocí sádrových obinadel a několikrát přeložených longet. Voda použitá pro sádrování nesmí být příliš horká, během tuhnutí se totiž chemickou reakcí uvolňuje velké množství tepla a hrozí popálení pacienta. Část těla musí být při sádrování uvolněná a ve funkčním postavení, tedy v postavení, ve kterém bude nošena. Během tuhnutí musí být použito správných ručních modelačních hmatů, aby byly na modelu zvýrazněny důležité body (viz. Obr.12). V momentě, kdy je sádra natolik pevná aby držela tvar sejmeme sádru a získáme tak věrný negativní otisk pahýlu. Korekcí negativu bychom měli získat zhruba stejný tvar jako pozdější protetické lůžko (viz. Obr.13). Po přiložení sádrových longet a separaci negativu je připraven na vylití sádrou. Při přípravě sádry přidáváme vždy sádru do vody, ne naopak. Zalitím negativu sádrou vznikne po ztuhnutí pozitiv, tedy stejný tvar jako má samotný pahýl. Pozitiv se dále opracuje, na místa, která se mají odlehčit se materiál přidá, ze zatížitelných míst je naopak materiál odebrán. Po dalších úpravách vzniká model. Ten musí být přeměřen a případně upraven, aby byl výsledek co nejdokonalejší a nejpřesnější. Kromě různých způsobů kontrolních měření je velmi důležitý i názor pacienta. Sádrový model pak zajistí správně tvarovaný

vzor pro zhotovení pohodlného a dobře sedícího lůžka s vhodným upevněním a podporující funkci protézy. (Půlpán, 2008)

Pro délkové míry po amputacích na horní končetině jsou důležité tři body – akromion, laterální epikondyl loketního kloubu a proximální zakončení pahýlu. U amputace v paži se tedy měří od akromionu po zakončení pahýlu, při amputaci v předloktí od laterálního epikondylu loketního kloubu po zakončení pahýlu. (Taylor, 1955)

K odbornému vyhodnocení všeobecně stačí měrný list, sádrový model a případně náčrt, poznámky ohledně zvláštních podmínek a seznam dílů a provedení. (Kaphingst, 2002)

6.2 Technologie stavby protézy horní končetiny

Stavba protéz musí splňovat určité mechanické a biomechanické zásady. Ty vznikají zákony statických a kinetických sil, které se přenášejí prostřednictvím protézy na prostředí nebo z prostředí na pacienta.

6.2.1 Mechanické zásady

Oblast mechaniky v protetice je velmi rozsáhlá a složitá, zahrnuje obsáhnutí širokých vědomostí vycházejících z naměřených dat. Mechanické podmínky jsou určovány biomechanickými silami působícími na protézu. Protetické díly jsou hlavně vystaveny tahovým, tlakovým, ohybovým, stříhovým a torzním silám a točivým momentům. Tyto síly se vyskytují z důvodu fyzikálních zákonů a nelze jim zabránit. Úkolem protetika je však tyto síly rozložit, přesunout, protichůdné vykompenzovat nebo vhodně zachytit pomocí správného tvaru a stavby pahýlového lůžka. Výlučně mechanické vlastnosti protetických dílů jsou zkoumány z hlediska jejich špičkové a trvalé mechanické zatížitelnosti. Pozorování je prováděno bez biologického faktoru člověka za pomoci zkušebních zařízení a to za reálných nebo těžších podmínek. Tímto způsobem se zkouší např. přípustné mezní hodnoty namáhání, krátkodobá a dlouhodobá zatížitelnost, opotřebení atd. (Kaphingst, 2002)

6.2.2 Zásady pro výrobu protézy

Při výrobě protézy je nutno dodržovat určitá pravidla. Každá protéza se konstruuje ve trojrozměrném prostoru vyznačeném směrem a – p (předozadní), směrem m – l (stranový pravolevý) a vertikálním směrem (nahoru – dolů). Stavba protéz se provádí

podle zákonů statiky a dynamiky, například klouby musí být na jednu stranu staticky bezpečné a na druhou stranu umožňovat pohyb. Jde tedy o kompromis, který se docílí vhodným uspořádáním dílů podle základních mechanických pravidel a individuálních potřeb pacienta. Optimalizovaná stavba proto bere na zřetel základní statickou stavbu protézy v klidu i dynamickou korekci stavby pomocí funkční zkoušky protézy. (Kaphingst, 2002)

6.2.3 Výroba protézy

Ke zhotovení protézy je zapotřebí spolupráce pacienta a protetikého technika. Standardní postup zahrnuje **úvodní konzultace**, návrh uspořádání protézy, odběr odlitku a měření tak, jak bylo vysvětleno v kapitole 5.1 Protetometrie. Na sádrový model se vakuovou metodou natáhne termoplast (viz. Obr.14), který po ztuhnutí a upravení funguje jako **zkušební lůžko**. To je nejprve potřeba s pacientem vyzkoušet, zjistit případné nepřesnosti a podle nich upravit model. Pokud je zkušební lůžko v pořádku, lze na testovací lůžko přidat další komponenty protézy pomocí spojovacích adapterů, tedy spojovací díl, protézovou ruku a ovládací zařízení. Provede se funkční zkouška protézy s testovacím lůžkem. Pokud jsou výsledky zkoušky dobré, vytvoří se **lůžko definitivní**. Pro výrobu definitivního lůžka se používá laminátový kompozit litý podtlakovou metodou zpevněný skelnými a uhlíkovými vlákny a tkaninami (viz. Obr.15). Tento materiál má nízkou specifickou hmotnost a zároveň vysokou pevnost, tuhost a houževnatost. Nejprve se sádrový model separuje pomocí textílie a PVA folie, navrství se skelné a uhlíkové tkaniny a vlákna, do stavby se zakomponuje spojovací adaptér a celý “sendvič“ se opět překryje PVA folií. Do systému se zapojí podtlakové zařízení, vyzkouší se zda folie těsní a přistoupí se k samotnému lití laminátu. Tím je metylmetakrylátová pryskyřice speciálně upravená pro tuhnutí ve vakuu, přesto se přidává malé množství lepidla umožňující tuhnutí i na vzduchu. I přes vakuový systém je totiž mezi PVA foliemi vzduch a i samotné folie mohou při neopatrné manipulaci prasknout. Tkaniny musí být laminátem dobře prosyceny, aby měl výsledný kompozit co nejlepší vlastnosti a je třeba vyvarovat se bublinek zejména v záhybech. Ty totiž po zatuhnutí vytvářejí důlky s ostrým okrajem, který je pro pacienta velmi nepříjemný. Po zatuhnutí, zbrúšení a upravení definitivního lůžka je třeba provést **zkoušku a finální nastavení protézy**. Dále se na protézu vyrobí kosmetické krytí z pěnového materiálu, protéza se dokončí, předá a uživatel je poučen o jejím používání. Tento standardní postup se může u některých pacientů a typů protéz lišit.

6.3 Základní protézové díly

Každá protéza horní končetiny se pro zjednodušení skládá z pahýlového lůžka, spojovacího dílu s případnými náhradami kloubů, protézové ruky a ovládacího zařízení. Každá jednotlivá část protetické pomůcky nahrazuje určitou ztracenou funkci amputované končetiny.

6.3.1 Pahýlové lůžko

Pahýlové lůžko musí pojmout celý objem pahýlu, přenášet statické i dynamické síly a pohyby a zprostředkovat ulpění protézy na pahýlu. Všechny síly mezi pacientem a protézou se přenáší na styčné plochy. Pro minimalizaci tlaku je třeba vytvořit co nejvíce kontaktní lůžko s pahýlem, ovšem v rámci fyziologických kritérií. Některá místa totiž zatížit nesmíme, například velmi citlivý vrchol pahýlu. (Kaphingst, 2002)

Pahýlové lůžko je kontaktní část protézy, ve které je uložen amputační pahýl. Má proto zcela zásadní vliv na správnou funkci celé protézy. Ke zlepšení kontaktu s pahýlem využívá opěrných bodů a nosných ploch končetiny. Umožňuje tak zachycení a propojení celé protézy se zbytkem končetiny pacienta. Pahýlové lůžko má zajišťovat tři hlavní funkce: podepření, pohyb a závěs. Je několik způsobů přichycení lůžka k pahýlu. Nejstarší **závěsné zařízení** se nejčastěji používá u krátkého pahýl v paži nebo při exartikulaci v rameni. Vždy pokud délka, stav pahýlu nebo zvyk pacienta zabraňuje použití modernějších metod. Závěsné zařízení využívá bandáží, pásů nebo pásek k správnému funkčnímu postavení pomůcky a zabraňuje jejímu sklouznutí. Pokud je však lůžko správně a precizně tvarováno, lze použít **kontaktní lůžko**. Tam je kontakt s pahýlem zajištěn napětím svalů, kterým je lůžko přizpůsobeno. **Ulpivací lůžko** je další příklad precizního zpracování pahýlového lůžka. Zde je využíváno ulpění pomůcky na svalech s využitím prominujících výběžků nad klouby (viz. Obr.16). Posledním a nejlepším způsobem je plně kontaktní lůžko, nebo také **přísavné**. Podobně jako u kontaktního lůžka je využito dobře tvarovaného vnitřního povrchu. Při zasouvání pahýlu do lůžka je vzduch vyveden jednocestným ventilem mimo lůžko. Vzniklý podtlak dále zlepšuje ulpění lůžka na pahýlu a neumožní sklouznutí pomůcky, dokud není ventil otevřen. Navíc ventil odvádí přebytečný vzduch i během pohybu a dochází tak vlastně k neustálé masáži konce pahýlu. Tím je navíc podpořeno i krevní zásobení pahýlu. (Půlpán, 2008)

6.3.2 Spojovací díl

Funkce spojovacího dílu protézy je spojení pahýlového lůžko s protézovou rukou, přenos sil a vedení případně uschování ovládacích prvků. Důležité je také zachování délky končetiny a kosmetické krytí. Podle potřeby může být osazena umělým kloubem. Spojovací díly rozlišujeme podle konstrukce protézy. U exoskeletární protézy je nosná část na povrchu a je tvořena laminátovou skořepinou. Výhoda tohoto systému je nenápadnost a možnost uschování ovládacích prvků uvnitř skořepiny, např. baterie, vedení a elektromotoru u myoelektrických končetin. Endoskeletární protézy jsou tvořeny vnitřní trubkovou výztuhou a vnějším kosmetickým krytem. Tento typ je častější u dolních končetin, na horních končetinách se však používá např. u exartikulace v rameni a amputacích v paži. Podrobněji viz kapitola Rozdělení protéz.

6.3.3 Protézová ruka

Protézová ruka přímo nasedá na spojovací díl spojovacím adaptérem. Zakončuje celou protetickou pomůcku a vykonává úchop. Protézové ruky mohou být buď **nepohyblivé, pasivně ovladatelné** nebo **aktivně ovladatelné** mechanické ruky či pracovní nástavce. Nepohyblivé pomůcky mohou zastupovat pouze kosmetickou funkci, případně se může jednat o nejjednodušší pracovní nástavce. Pasivně ovládané ruky nebo pracovní nástavce se ovládají druhou rukou a mohou zastat základní úchop či funkci. Pro pasivní pracovní nástavce se vyrábí velké množství vyměnitelných nástrojů, které umožňují mnoho specifických činností. U aktivně ovladatelných protézy rukou je možností více v závislosti na typu protézy, vždy se však jedná o ovládání pomůcky vlastní silou. U myoelektrických protéz ovládá pacient končetinu (případně pouze protézovou ruku) pomocí elektrických signálů vyvolaných kontrakcí svalů pahýlu a přenesených na elektromotor. U tahových protéz je pak aktivní ovládání zřetelnější. Pacient přenáší pohyby vlastního těla pomocí bowdenů a pák na protézovou ruku nebo kloub, která následně vykonává úchop či pohyb. (Pursley, 1955)

Výhoda tahové protézy se nejvíce projeví u pracovního nástavce v podobě podélně rozděleného háku (viz. Obr.17). Tato čistě funkční pomůcka je totiž jednoduchá na ovládání, vyznačuje se silným úchopem a schopností i jemného pinzetového úchopu. Dříve se také užívalo velkého množství specializovaných protézy ruk, od kladiv po kroužky na lopaty a další. (Hadraba, 1987)

6.3.4 Ovládací zařízení

Ovládací zařízení mohou být buď jednotlivé tahy a páky tahových protéz nebo řídicí a hybná jednotka myoelektrických protéz, případně oboje u hybridních protéz. O jednotlivých typech se zmiňují více v kapitole 5.4 Principy ovládání protéz a 5.5 Rozdělení protéz. Důležité pro správnou funkci protézy je u všech důkladné oddělení ovládací a nosné části protézy. (Hadraba, 1987)

6.3.5 Kosmetické krytí

Kosmetické krytí sice není nezbytně nutná součást pro funkční využití protézy, přesto je součástí protézy a pro mnohé pacienty je stejně nezbytná jako jakákoliv jiná část. Skrytí tělesného postižení má zejména u ženských pacientů význam psychické stabilizace. V některých zemích je úplnost těla náboženskou nutností nebo také prostředkem pro zabránění společenského pohrdání (např. v islámských zemích, kde se zloději trestají useknutím ruky). Kosmetické krytí má proto velmi důležitou roli při výrobě jakékoliv protézy. (Kaphingst, 2002)

Kosmetické krytí je vyrobeno z pěnového materiálu, individuálně vytvarovaném podle původní končetiny. Ten je dále překryt silikonovou kosmetickou rukavicí zaručující dokonalý vzhled protézy a výjimečně věrohodnou imitaci končetiny. Tvar, barva a struktura povrchu kosmetické rukavice jsou detailně zpracovány podle normální ruky. Pro individuální přizpůsobení je k dispozici mnoho modelů dětských, dámských a pánských rukavic v různých barevných odstínech kůže. Pro dosažení ještě reálnějšího vzhledu a podobnosti s druhou končetinou bývá kosmetická protéza opatřena také umělými nehty a chlupy, imitacemi žil, vrásek a kožních záhybů. (Princ, 2011)

6.4 Principy ovládání protéz horní končetiny

Cílem všech protetických pomůcek je co nejlepší funkčnost protézy. Pokud je však ovládání pohybů natolik složité, že pacient nedokáže pomůcku uspokojivě používat, je veškerý vývoj a pokrok k ničemu. Proto se protetické firmy snaží vytvořit protézy co nejefektivnější a zároveň s komfortním a jednoduchým ovládáním. Pohyb protézy by měl být vykonáván podobně jako na zdravé končetině a s minimálním dopadem na uživatelovu pozornost. Zároveň nesmí ovládání potlačovat přirozený pohyb a funkci ostatních částí těla. Čím jednodušší a přirozenější ovládání je, tím se učí a využívá rychleji a snadněji. I protéza by měla na podněty reagovat rychle. Mezi podnětem k

pohybu a samotným pohybem protézy by mělo být minimální zpoždění. Chod protézy by také měl být co možná nejtišší. (Childress, 1992)

Volný pohyb kloubů protézy zajistí snížené energetické nároky na pohyb a snadnou manipulaci. Pokud jsou však klouby příliš volné, nelze účinně kontrolovat rychlost pohybu a úchopu. Je proto vhodné použít aretovatelné klouby, u kterých dojde po dosažení požadované pozice k uzamknutí pohybu. Konkrétní využití je např. při tlačení, kdy je nutné udržet končetinu nehybnou. Jindy je zase vhodnější klouby nechat uvolněné, např. při chůzi je tak dosažen přirozenější a volnější pohyb končetiny. Moderní typy protéz toto nastavení zvládnou samy, u jiných se pacient musí naučit správně ovládat uzamčení a povolení kloubu. Hladký přechod těchto dvou stavů pak umožní bezproblémové zvládnutí činností potřebných v každodenním životě, jako uchopení, uvolnění, zvedání a držení předmětu. (Kelly, 2009)

K ovládnutí protéz slouží různé signály. Lidské tělo produkuje ze svalů buď přímé nebo nepřímé. Přímé ovládnutí je způsobeno vlastní svalovou činností. Nepřímé signály vznikají při svalových kontrakcích (např. myoelektrické potenciály, změna objemu svalu a napětí šlachy,...) nebo působí přes kloubní spojení. Možnosti ovládnutí jsou nejčastěji rozděleny na dva typy – biomechanické a bioelektrické. U biomechanických zdrojů se pohyb uskutečňuje pomocí lanek, které zároveň poskytují zpětnou vazbu o poloze, rychlosti a síle. Tento typ se s dobrými výsledky používá u tělem ovládaných tahových protéz. Bioelektrické využívají nepřímých signálů převedených do pohybu elektromotoru, který ovládá samotný pohyb protézy. (Childress, 1992)

6.5 Rozdělení protéz horní končetiny

Protézy můžeme základně rozdělit na protézy horní a dolní končetiny. Protézy horní končetiny můžeme dále dělit **podle základní konstrukce** na endoskeletární a exoskeletární. U endoskeletárních protéz je nosným materiálem trubka vyrobená z lehkého kovu a krytá měkkým kosmetickým krytem. Díky stavebnímu principu můžeme jednoduše a rychle upravit délku a požadovanou funkci dle potřeby bez poškození nosné konstrukce protézy, pouze sejmeme kosmetiku. To je vhodné zejména u dětských pacientů v období růstu, u kterých musíme často měnit délku protézy. Odolnější exoskeletární typ využívá pevného pláště ze sendvičového laminátového kompozitu vyztuženým skelnými a uhlíkovými vlákny. Tuto konstrukci nejde upravovat tak jednoduše jako u endoskeletárních protéz, je však díky pevnosti vhodnější u

dospělých pacientů. Dále **podle způsobu ovládní** můžeme protézy horních končetin dělit na pasivní a aktivní. U pasivních protéz převládá jejich estetická stránka nad funkční. Takovéto řešení je vhodné zejména pro starší a méně pohyblivé pacienty, kterým stačí jednoduchá nepohyblivá nebo pasivně stavitelná pomůcka, o to více lehká a nenápadná. Aktivně ovládané protézy musíme dále rozlišit podle zdroje pohybu. Ten může být veden buď vlastní silou (tahové protézy), vnější silou (myoelektrické nebo starší pneumatické) a nebo je zdrojem energie kombinace vnějších a vlastních sil (hybridní). (Kelly, 2009)

Pneumatické systémy poháněné vnější silou byly časté hlavně v 60. a 70. letech 20.století. K jejich pohonu se používalo stlačeného oxidu uhličitého (CO₂). Od tohoto hnacího prostředku se však v dnešní době již upustilo, myoelektrický systém je totiž mnohem spolehlivější a méně nebezpečný. (Kaphingst, 2002)

Proto není tento systém v následujícím přehledu blíže rozepsán.

6.5.1 Kosmetické protézy

Kosmetické protézy horních končetin se nosí za účelem obnovení vnějšího vzhledu. Význam skrytí tělesného postižení a následné psychické stabilizace se nesmí podceňovat. Vedle psychosociálních výhod plní kosmetické protézy i účelové vyvážení tělesné hmotnosti. U pacientů, kteří se vzdají možnosti protetického vybavení, se po určité době objeví zvýšení úrovně ramene a skolióza páteře. V krokovém cyklu navíc splňuje setrvačná hmota protézy důležitou roli v harmonizace střídavé rotace ramene a pánve. Pacienti bez protéz chybí psychologický švih ramene a pánve a jejich chůze je na pohled strnulá a vyžaduje více energie. (Kaphingst a kol., 2002)

Jednou z hlavních výhod kosmetických protéz je mimo vzhledu hlavně váha. Jsou stejně těžké nebo lehčí jako přirozená končetina a díky tomu jsou také mnohem pohodlnější na dlouhodobé nošení. Díky výbornému kosmetickému vzhledu a minimální údržbě jsou často používané pacienty, pro které není důležitá funkce končetiny, ale jednoduchost a nenápadnost (viz. Obr.18). Jedná se však o tzv. pasivní protézy, konstrukce totiž neumožňuje aktivní úchop. Drátové výztuhy prstů v protéze dovolí maximálně pasivní polohovatelnost za pomoci druhé ruky nebo jednoduché poskytování opory při držení. Pevnost takového úchopu není velká, ale na menší předměty denní potřeby stačí. Pokud je však třeba provést úkon vyžadující bilaterální úchop, je tato protéza nevyhovující. (Paigerová, 2001)

Někteří pacienti záměrně nechtějí a nevyužijí aktivní funkce složitější protézy a spíše mají vysoké nároky na design, vzhled, komfort nošení a jednoduchou manipulaci. Tyto požadavky kosmetické protézy svým přirozeným vzhledem splňují. Samotná pomůcka je zhotovena z kovových endoskeletárních dílů zajišťujících potřebnou pevnost pomůcky, kosmetické krytí je tvořeno molitanem a kosmetickým návlekiem. Protézová ruka je tvořena vnitřní mechanickou rukou s kosmetickým krytím. Tvarově vypěněná vnitřní ruka zaručuje vysokou stabilitu i při nízké hmotnosti a zvyšuje tak komfort nošení. Díky různým možnostem upevnění mají univerzální použití. Při částečné ztrátě ruky je zapotřebí speciální vnitřní ruka. Funkce úchopu závisí na konstrukci mechaniky ruky: pro kosmetické protézy lze používat kromě pasivních i pasivně stavitelné systémové ruce. Ty se otevírají pomocí zachované ruky a zavírají se samočinně. (Grabe, 2011)

6.5.2 Tahové protézy

Tahové protézy horních končetin patří mezi protézy ovládané vlastní silou. Konkrétně se jedná o tzv. aktivní úchop, u něhož se řídí funkce protézy pomocí vlastní svalové síly např. paží a/nebo ramenního pletence. Pohyb se převádí pomocí tahové bandáže na protézu. Tahové protézy jsou lehčí než myoelektrické a méně nákladné. Díky čistě mechanickým dílům dochází méně často k poruchám a servis těchto protéz je méně nákladný. Také jsou odolnější vůči mrazu, vlhkosti, nečistotám a mechanickému poškození. Pro pacienta je tahové ovládání přirozenější, nervosvalová soustava se cvikem snadno readaptuje na nové podmínky spojení části těla ovládající pohyb protézy. Díky tahům je také zřetelná sensorická zpětná vazba, pacient si tak lépe uvědomuje pohyb a úchop pomůcky. Tahové zařízení (bandáže) bývá vedeno kolem zad na protilehlou oblast ramenního pletence, kde je ukotveno (viz. Obr.19) – to však může být pro uživatele nepohodlné, může ho to obtěžovat a omezovat. Navíc mohou ovládací lanka a závěsná zařízení při aktivním nošení tahové protézy způsobovat nervová poškození kompresí. Také nasazování protézy je s tahovým zařízením náročnější a může tím snižovat soběstačnost uživatele, bandáže jsou dost nápadné a vyžadují vhodné oblečení pro lepší zakrytí. Samotné ovládání protézy je závislé na pohybech ostatních částí těla, při elevaci ramenního kloubu dojde k depresi pomůcky, při extenzi ramenního kloubu naopak k flexi. Addukce lopatek vyvolá abdukci pomůcky. Tahové zařízení také omezuje rozsah pohybu a funkční prostor, ve kterém může být protéza ovládána. Funkční prostor tahových protéz je limitován na prostor přímo před tělem uživatele od

úrovně pasu k úrovni úst. Ovládání protézy je značně omezeno při činnostech vykonávaných nad úrovní úst (česání, nasazování klobouku), pod úrovní pasu (obouvání) a při činnostech vykonávaných mimo frontální osu uživatele. Uchopovací pohyb nelze provést plynule, je hrubší a při flexi v umělém loketním kloubu nad 90° není obvykle možné úplné otevření protézové ruky. (Paigerová, 2001)

Pro názornější představu, tahové ovládání protézy je zprostředkováno pohybem jiné části těla, ať už paže, ramene, hrudníku nebo zad. Pohyb je dále veden lankem na protézovou ruku nebo kloub protézy. V závislosti na počtu tahů bandáže může jedno lanko ovládat a řídit jeden nebo dva pohyby, a to za použití kloubů s možnou aretací. Tahové protézy po amputaci v paži pak mohou jedním tahem ovládat flexi lokte a po jeho aretaci stejným lankem ovládat pohyb protézové ruky. Tím se ušetří nejen na prostoru, pacient se po zácviku nemusí tolik soustředit na samotné ovládání a pohyb je po vytvoření specifických pohybových vzorců jednodušší. Aby pacient mohl s tahovou protézou vůbec zacházet, musí vyvinout dostatečnou svalovou sílu v ovládající části těla. Pro tu je tedy pohyb celkově náročnější, nepřirozené opakované pohyby mohou vést až k bolestivosti této části těla. (Kelly, 2009)

6.5.3 Myoelektrické protézy

Současné myoelektrické protézy ruky nahrazují její nejdůležitější funkci – úchop. Řízení může být podle dispozice pacienta a řídicího systému digitální nebo proporcionální. Jestliže není možné využít snímání ze svalů pahýlu (např. pro špatný stav svalové a nervové tkáně), lze použít snímače mechanického napětí kůže nebo servořízení. Princip servořízení je obdobný jako u tahových protéz, ale protéza má elektropohon a tah lanka upevněného na bandáž pouze řídí pohyb, proto se tyto protézy nazývají hybridní. (Černohous, 2002)

K samotnému pohybu protézy se využívá pacientem ovládaných elektromotorků, což bohužel poskytuje menší zpětnou vazbu než přímé ovládání tahy. Díky přirozenému vzhledu i provádění úchopu, eliminaci tahového zařízení a fixačních bandáží mohou ale myoelektrické protézy poskytovat lepší kosmetický efekt než protézy tahové. Narozdíl od tahových protéz nejsou ani činnosti vykonávané v úrovni očí, nad hlavou, pod úrovní pasu a na straně mimo středovou osu uživatele problematické. Jejich ovládání je totiž nezávislé na pohybech ostatních částí těla. Adekvátní svalový stah potřebný pro ovládání navíc zabraňuje atrofii svalstva amputačního pahýlu, což dále napomáhá k lepší fixaci pahýlového lůžka. Ulpivací typ pahýlového lůžka předloketních protéz

pak umožňuje snazší a samostatné nasazování protéz i u oboustranně amputovaných uživatelů. Po zvládnutí ovládání umožní myoelektrická protéza pacientovi vysokou soběstačnost a sebeobsluhu, poskytuje silnější a přesnější úchop. K jejímu přesnému ovládání je však třeba izolovaných kontrakcí dvou antagonistických svalových skupin. To je pro pacienta po amputaci velmi obtížné a musí absolvovat specializovaný trénink pod dohledem školeného protetika. Jediná nevýhoda myoelektrických protéz tedy zůstává značná hmotnost a vysoká cena. Samozřejmě s ohledem na použité díly přichází také častější poruchovost a náročnější servis než u ostatních typů protéz. Jemná mechanika ovládání je náchylnější na mráz, nárazy, vlhkost a nečistoty. Nutno zmínit také závislost na energetickém zdroji a starost o něj (výměna a dobíjení akumulátorových baterií). Většina těchto nedostatků ale s nástupem nových technologií výroby a materiálů (hlavně lepších a menších součástí a baterií) postupně mizí. (Paigerová, 2001)

První myoelektricky řízený systém byl poprvé představen veřejnosti v roce 1948 v Německu, první sériová výroba elektricky ovládaných protéz byla zahájena v roce 1965 v SSSR. Základ funkce myoelektrických protéz je detekce elektrických signálů z kontrahujících se svalů pahýlu při provádění volných pohybů. Pomocí povrchových elektrod se elektrické impulzy zachytí a dále se zpracují pro aktivaci spínače nebo ovladače síly motoru, který za chodu řídí protetický systém (např. úchop). Tento systém vyžaduje elektrody příznivé pro tkáň a kůži, nejlépe povrchové. Jako jedny z mála totiž umožňují dlouhodobé používání v průběhu celého dne, narozdíl od jehlových elektrod nebo telemetrických implantátů. Pro snížení elektrického odporu kůže se v tomto případě nepoužívá elektrolytický gel (jako např. při snímání EEG), ale samotný pot pacienta zlepšuje vedení proudu. V dnešní době je také důležité odstínění okolních elektrických signálů. Ty mohou negativně ovlivnit chování celé pomůcky. Správným uložením elektrod a vytvořením dobrého elektrického okruhu, který dokáže efektivně filtrovat různé signály, se rušivé vlivy mohou eliminovat. (Sanderson, 1996)

Myoelektrický způsob ovládání je založen na snímání změn svalových elektrických potenciálů, tzv. EMG, doprovázejících svalovou kontrakci. Jelikož jsou signály snímány pomocí elektrod velmi slabé, musí být před řídicí jednotkou mnohonásobně zesíleny. Řídicí jednotka pak slouží k samostatnému ovládnutí hybné jednotky. Energetickým zdrojem pro elektromotor je výměnný akumulátor. Funkce řídicích jednotek se u jednotlivých typů protéz liší. V současné době se používají dva typy řízení

myoelektrických protéz, více rozšířený digitální a novější a kvalitativně vyspělejší proporcionální princip . (Černohous, 2002)

Digitální princip je založen na neurofyziologickém zákonu „vše, nebo nic“. Spouští se po dosažení určité prahové úrovně myopotenciál, po překročení této hranice je řídicí jednotkou spuštěn motor. V závislosti na snímaném svalu a jeho signálu je proveden pohyb, ať už otevření, zavření protézové ruky, pronace a supinace zápěstí nebo pohyb lokte. Ovládání může být prováděno jedno, dvou, nebo čtyřkanálově. Pohyb je rozdělen od proporcionálního principu prováděn stále stejnou rychlostí a silou.

Jednakanálové ovládání (tzv. “cookie crusher“) je určeno zejména pro děti nejnižšího věku a pro osoby, u kterých je nemožné snímat dva nezávislé EMG signály. Ruka je tedy otevírána i zavírána signálem z jediné elektrody, při pomalé a slabé kontrakci svalu se ruka uzavírá, při rychlé a silné otevírá.

U *dvoukanálového ovládání* jsou již řídicí jednotkou uskutečňovány dvě funkce z dvou různých elektrod. Otevření a uzavření protézové ruky tedy probíhá samostatně za pomoci rozdílných signálů. Otevření spouští signály vznikající zejména při kontrakci extenzorových svalů, zavření naopak iniciují flexory. Není možná aktivní myoelektricky řízená rotace zápěstí.

Čtyřkanálové ovládání zpracovává čtyři řídicí impulzy. Řídicí jednotka rozlišuje opět signály od flexorů a extenzorů, navíc dokáže rozlišit signály vznikající při rychlé a při pomalé kontrakci svalů. Pomalá kontrakce ovládá sevření popřípadě rozevření ruky, prudká kontrakce naopak ovládá rotační pohyby zápěstí. V případě myoelektricky ovládaného loketního kloubu ovládá rychlá kontrakce flexi a extenzi v loketním kloubu. U jiných systémů je pomalá kontrakce určena k pohybu a rychlý signál z obou čidel funguje jako přepínač mezi pohyby stisk/rozevření a pronace/supinace. (Černohous, 2002)

Proporcionální ovládání vychází z principu, že síla a rychlost svalové kontrakce se proporcionálně převádí na sílu a rychlost úchopu protézové ruky. V praxi to znamená, že síla svalové kontrakce umožňuje kontrolovat rychlost a sílu úchopu. Řídicí jednotka okamžitě reaguje na jakékoliv změny signálu a pacient tak může pohybovat protézovou rukou pomalu, nebo rychle v jakékoliv pozici. Tento způsob řízení umožňuje mnohem přirozenější reakci s nižším úsilím než princip digitálního ovládání. (Černohous, 2002)

Konstrukce protézové ruky je i u různých výrobců v podstatě stejná, pacient si může vybrat zda bude používat pracovní násadec nebo myoelektrickou ruku. Ruka je vyráběna se třemi prsty pohyblivými (palcem, ukazovákem a prostředníkem) a dvěma

samostatně nepohyblivými. Integrovanou součástí konstrukce ruky je pohonná jednotka, která je tvořena elektromotorkem s převody a elektronickými součástmi umožňujícími řídit realizaci požadovaných pohybů (viz. Obr. 20). Vnitřní ruka kryje mechanismus protézy a poskytuje tvar a podporu pro kosmetickou rukavici. U klasické myoelektrické protézy pracují tři pohyblivé prsty, kde je palec stále nastaven v opozici a ostatní prsty se pohybují jako celek. Protéza má možnost dvou druhů aktivního úchopu, špetkovým a částečně i dlaňovým úchopem. Umožňuje pohyb prstů jen v jedné rovině a v rozsahu omezeném krajními polohami, což například limituje rozevření ruky a tím také velikost uchopovaného předmětu. Mechanismus elektrického pracovního násadce je tvořen dvěma čelistmi (prsty). Elektromotorek s příslušenstvím a spínačem jsou zabudovány v pevné konstrukci, která chrání vlastní mechanismus. Pro celkově odolnější konstrukci je elektrický pracovní násadec vhodnější pro manuální práce než myoelektrická ruka. Pomocí speciálních kloubních zařízení a spojujících částí zápěstní jednotky může být systém myoelektrické ruky dle potřeby jednoduše zaměněn za elektrický pracovní násadec a opačně. (Paigerová, 2001)

Další funkcí myoelektrické protézy je rotační pohyb zápěstní jednotky (propojení protézy ruky se spojovací částí). Tento pohyb nahrazuje pronaci a supinaci předloktí. Některé typy pažních amputací dovolují použití myoelektricky řízeného loketního kloubu.

6.5.4 Hybridní protézy

Hybridní protézy jsou náhrady horní končetiny řízené pomocí kombinace tahového a myoelektrického ovládání. Toto spojení poskytuje pacientovi výhody jak tahových tak myoprotetických systémů. (Černohous, 2002)

Při vyšších amputacích jako např. amputaci v úrovni paže lze spojit myoelektrické řízení funkcí ruky s tahovým řízením funkcí lokte. Často jsou hybridní protézy předepisovány pacientům s nedostatečnou silou nebo pohybovým rozsahem pahýlu, protože i tyto málo zachovalé funkce mohou pomocí tahového zařízení plně funkčně ovládat loket a protézovou ruku. Hybridní protézy jsou účelné, dokud budou elektrické loketní klouby vyžadovat inovaci. (Kaphingst a kol., 2002)

6.6 Protetika po amputaci v oblasti ruky

Značný význam pro volbu možné protetické pomůcky pro pacienty po částečné amputaci v oblasti ruky má rozsah pohybu prstů a stav kostí. Důležitá je i přítomnost nebo absence palce. Protézy prstů jsou v podstatě epitézy (tedy náhrady z kosmetických důvodů), které nasazujeme na pahýl prstu (viz. Obr.21). Drží vlivem adhezního tření mezi pahýlem prstu a elastickým lůžkem. Při úplné ztrátě jednotlivých prstů se od protézy spíše upouští, upevnění je totiž kosmeticky nevhodné a protéza ani nepřináší funkčně žádnou výhodu. Pokud je ztracených prstů více, nahrazují se jak kosmeticky tak funkčně. Ztráta palce se proteticky nahrazuje vždy, zejména pro znovuzískání opěrného bodu pro prostředník. Při tomto uspořádání se dosáhne špetkového úchopu s největší silou a navíc umožňuje i úchop hákovitý. (Kaphingst, 2002)

Pacienti po částečné amputaci ruky mají více možností protetického vybavení. Předně nemusí být protetickou náhradou vybaveni vůbec. Někteří pacienti si zvyknou vykonávat úchopové funkce pouze pomocí pahýlu a jsou spokojeni i s jistým omezením. Další z možných důvodů je i špatný stav a tvar pahýlu, který neumožňuje vybavení protézou. Pokud však dojde k většímu poškození, je vhodnější použití kosmetické, pasivní funkční nebo tahové protézy. (Michael, 1992)

Kosmetická částečná protéza ruky sestává z kosmetické ruky, jejíž prsty jsou vypěněny tvrdou pěnou a vyztuženy drátěnými výztuhami. Pokud jsou případně k dispozici některé zachované prsty, je možné je po odříznutí příslušných prstů na rukavici využít k aktivnímu úchopu. Kosmetická částečná protéza ruky nemá podle stupně amputace, počtu a délky zbývajících prstů žádnou nebo má malou funkční hodnotu. Při zachování palce však může palci poskytovat omezenou oporu. (Kaphingst, 2002)

Funkční částečné protézy ruky se vyrábí primárně z funkčních hledisek, jde primárně o náhradu ztracené úchopové funkce. Podle stupně amputace, počtu a délky zbývajících prstů je protéza tvořena krátkým předloketním lůžkem s nepohyblivě napojeným palcem a ze záprstního lůžka s nepohyblivě napojenými prsty. Oba části jsou vzájemně spojeny v oblasti příčné osy zápěstí pomocí na sebe položeného kloubu. Prsty a palec jsou ve vzájemné opozici. Extenzí záprstního pahýlu se protézová ruka otevírá, flexí se zavírá a tvoří špetkový úchop. (Kaphingst, 2002)

Tahové protézy v oblasti ruky je mnohem náročnější na výrobu než kosmetické a pasivní varianty. Výhody tahového ovládnutí jsou hlavně výborná zpětná vazba a dobrá

možnost ovládní, na druhou stranu však zařízení neposkytuje příliš velké pohodlí pro nositele a hlavním nedostatkem je omezená síla úchopu. (Michael, 1992)

6.7 Protetika po exartikulaci v zápěstí

K úspěšnému vybavení pacienta po exartikulaci v zápěstí protézou je důležitá co největší aktivní rotace předloktí. Pokud je pronace a supinace pahýlu omezena anebo dokonce chybí úplně, musí mít protézová ruka možnost nastavení do určitého stupně rotace. (Habraba, 1987)

Pahýl po exartikulaci v zápěstí může postrádat pohybové funkce potřebné k aktivnímu úchopovému pohybu. Z funkčního hlediska je tedy méně využitelný než např. pahýl po částečné amputaci v ruce. Oproti středně dlouhému pahýlu předloktí představuje nadměrnou délku, která ztěžuje vhodné umístění protetických dílů ruky. Hlavní přednost spočívá v delší páce ruky, která je však využitelná pouze při nošení břemen s pokrčeným loktem. (Kaphingst, 2002)

Kosmetické zápěstní protézy sestávají z předloketního lůžka s nutným odlehčením mediálních epikondylů lokte a kostěného konce pahýlu. Napojení prefabrikované protézové ruky je v případě exartikulace v zápěstí obtížné. Napojovací plocha ruky má u náhrad kruhový nebo mírně zploštělý průřez, zápěstní pahýl je však na distálním konci výrazně plošně oválný. Upevňovací zařízení protézových rukou navíc bývá příliš dlouhé a proto se pro ušetření prostoru musí protetická náhrada ruky přizpůsobit a trvale slepit s distálním koncem lůžka. (Kaphingst, 2002)

Problémům s délkou protézy se při použití myoelektrického systému nelze tak snadno vyhnout. Dříve bylo jedním z řešení použít menší velikosti myoelektrické ruky, to však je dost zřetelné. Díky technickému pokroku však jsou dnes k sehnání i krátké a lehké myoelektrické protézy uzpůsobené i pro použití po exartikulaci v zápěstí. (viz. Obr.22)

6.8 Protetika po amputaci v předloktí

Důležité u amputace v předloktí je opět zachovat co nejdelšího pahýl, který poskytne silné rameno páky a maximální rozsah pronace a supinace. Díky tomu jsou sníženy stavební nároky pro rotaci na zápěstní části protézy. Optimální úroveň amputace v předloktí pro následné vybavení protézou se udává na 8 cm nad processus styloideus ulnae. Důležité u stavby lůžka je odlehčení úponu šlachy musculus biceps brachii a

olekranon. Někdy může být překážkou dobrého ulpívání předloketní protézy příčná kožní řasa patrná distálně od loketní jamky u krátkého předloketního pahýlu. Ta se při aktivní flexi v loketním kloubu prohloubí a měkké části se vyklenou. (Hadraba, 2006)

Kosmetické předloketní protézy sestávají v podstatě z protézového lůžka, vnitřní ruky a s kosmetické rukavice (viz. Obr.23). Vnitřní lůžko zajišťuje plný kontakt s plochou předloketního pahýlu, obepíná kondyly paže a zachycuje olekranon. Vnější lůžko se vyrábí ve dvou pracovních fázích ze dvou pryskyřic o různé tvrdosti. Proximální okraj je pružný a umožňuje tak pohyb kondylů a olekranonu až do plné extenze lokte, kdy dojde k mechanickému sevření pahýlu. Střední a distální část je tuhá, aby zaručila lepší nosnost a výdrž. Tento tvar lůžka je samoulpivací a nevyžaduje žádné další upevňovací prostředky. (Kaphingst, 2002)

Pasivní pracovní protézy pro předloketní amputaci využívají stejného principu samoulpivacího lůžka. To je také mnohem lépe omyvatelné a tvarově stabilnější než starší protézy s koženou objímkou. Předloketní protetika pak představuje hlavní oblast použití myoelektrických protéz. Díky zachovaným pohybům ramene, lokte a pronace a supinace je provádění úchopového a pohybového vzoru pro pacienta značným funkčním přínosem. (Kaphingst, 2002)

6.9 Protetika po exartikulaci v lokti

Exartikulace v loketním kloubu umožňuje po odstranění prominujících epikondylů humeru zvětšení koncové části pahýlu a umožňuje tak lepší zakotvení v lůžku a lepší ovládání rotačních pohybů protézy v porovnání s prostou amputací v oblasti paže. (Hadraba, 1987)

Na druhou stranu však zachování celé délky humeru znesnadní použití protetické náhrady loketního kloubu. Pro nedostatek místa pro anatomické umístění loketní jednotky musí být umístěna pod pahýlovým lůžkem. Tím se celková délka protézy prodlouží a celkový vzhled i funkční využití se zhorší. (Dungl a kol., 2005)

Délka exartikulačního pahýlu tedy nepřipouští montáž normálního loketního kloubu protézy. Jedno z řešení je proto boční nasazení kloubové dlahy s aretací (viz. Obr.24). Díky lepšímu uložení lůžka není nutné využít ramenních objímek a můžeme tak využít aktivní rotace ramenního kloubu. To je vedle lepší adheze pahýlu v lůžku výhodou exartikulačního pahýlu oproti pahýlu pažnímu. Lůžko by mělo odlehčovat mediální a laterální pažní kondyly. (Kaphingst, 2002)

6.10 Protetika po amputaci v paži

Jako pažní amputace je definován každý amputační pahýl kratší než exartikulace v lokti a delší než exartikulace v ramenním kloubu. Z protetického hlediska je však patrné, že se amputace v oblasti kondylů humeru bude vybavovat jako u loketní exartikulace a naopak velmi krátký pahýl paže (délka pahýlu menší než 4 cm) lépe než u exartikulace v rameni. Krátký, středně dlouhý a dlouhý pahýl se navíc z důvodu různých délek a ulpívacích vlastností vybavuje různým způsobem. (Kaphingst, 2002)

Krátký pažní pahýl nemá dostatečnou délku a s ní spojenou svalovou sílu k pohybu pažní protézou. Navíc nedisponuje dostatečnou plochou pro použitelnou adhezi lůžka k pahýlu. Proto využívá protézové lůžko nadpažek jako dosedací plochy lůžka k zamezení distálního sklouznutí. Křídlovité výběžky lůžka navíc zakryjí počátek m. pectoralis a dorsální část lopatky k zabránění nechtěné rotaci. K zabránění laterálního sklouznutí se lůžko fixuje zádově nosným zařízením. Axilární val co nejvýše mediálně vytažený se opírá v axile o hrudní koš. Nesmí však dojít k zaškrcení a omezení nervů, cév a svalů. Bez této opěry má protéza vlivem své váhy sklon k addukci a krátký pahýl neumožňuje působit proti těmto silám. Proto se také amputační pahýl uloží do lůžka v mírné abdukci. (Kaphingst, 2002)

Středně dlouhý pažní pahýl se ukládá podle podobných zásad, díky lepší páce a lepšího ulpění může být proximální okraj lůžka méně vyniklý. Díky uvolnění nadpažku je tak možná i anatomická abdukce ramene. Riziko rotace lůžka kolem podélné osy pahýlu je díky lepší přilnavosti redukováno a frontální a dorsální křídla lůžka lze výrazně zmenšit. Při dobrém osvalení a tvaru pahýlu lze zlepšit ulpění pahýlu pomocí sacího ventilu. Důležitý je co největší kontakt lůžka s pahýlem, zabrání se tak tvorbě edémů. Axilární podpěra a bandáže jsou však nadále zapotřebí. (Kaphingst, 2002)

Dlouhý pažní pahýl dále zlepšuje možnosti páky, pohybů v ramenním kloubu a ulpění. Proximální okraj by měl umožňovat co největší možnost pohybu. Tvar lůžka už se neopírá v axile a uvolňuje tak abdukci a rotaci ramene. Při vybavení ventilem, dobré adhezi a sníženém pracovním výkonu není potřeba použít bandáže. (Kaphingst, 2002)

Loketní náhrady používané při amputaci v paži obsahují funkci k uzamknutí kloubu v určité poloze a otočný kloub umožňuje otáčení protézy kolem její podélné osy. Kosmetické pažní protézy bývají endoskeletální v modulárním provedení, kde je pohyb a uzamčení lokte ovládáno pasivně zdravou končetinou. Tahové protézy samozřejmě zahrnují ovládací bandáže k upevnění protézy a umožnění jejího aktivního pohybu (viz.

Obr. 25). Flexe protetického kloubu se ovládá flexí a protrakcí v ramenním kloubu. Aretace lokte v potřebné pozici je zprostředkováno buď tahem zdravé končetiny, nebo se používá automatický mechanismus ovládaný pohybem v ramenním kloubu. U amputací s velmi krátkým pažním pahýlem musí být použito k uzamčení zdravou končetinu podobně jako u kosmetických pasivních protéz. Lze použít i ovládání spínačem umístěným například na předloktí protézy. Amputace v paži mohou být samozřejmě vybavena i myoelektrickou protézou. Podle počtu řízených kanálů elektrody přenášejí potenciály svalových činností na m. biceps brachii, m. triceps brachii, m. pectoralis i na m. latissimus dorsi. Pro postiženého ovšem bývá náročné izolovat kontrakce bicepsu a tricepsu, podle stavu zachovaných svalů a nervů a po určitém tréninku lze však toto omezení překonat. (Andrew, 1992)

6.11 Protetika po exartikulaci v rameni

Protéza po ramenní exartikulaci může distálně odpovídat protézovému ramennímu kloubu u výše uvedené pažní protézy s krátkým pahýlem. Jelikož však nejde protézový ramenní kloub ovládat vlastní a jen velmi těžko zevní silou, vykazuje protéza po ramenní exartikulaci výrazné funkční a pohybové omezení. Aktivní ovládání distálních kloubů má význam pouze pokud se z funkčního hlediska jeví čistě přidržovací nebo uchopovací funkce protézy jako účelná, např. u oboustranné amputace. Toto řešení je možné pouze s pasivně stavitelným ramenním i loketním kloubem. Ve většině případů je však účelné a dostačující pasivně stavitelná kosmetická protéza. Pacienti často vyžadují pouze ramenní čepičku, která opticky obnoví symetrii ramen. (Kaphingst, 2002)

Přestože je konstrukce protéz po exartikulaci velmi podobná jako při krátkém pažním pahýlu, důležité je použití vyhovujícího umělého ramenního kloubu. Protéza ramenního kloubu se využívá ve třech základních provedení (viz. Obr.26). Pevné rameno bez kloubního spoje se využívá zejména u pacientů se specifickými potřebami a s využitím speciálně zhotovených protéz, které umožňují jednodušší funkci, menší váhu a rozměr. Pasivně polohovatelné rameno umožňuje manipulaci paží v prostoru a její aretaci za pomoci druhé zdravé končetiny. Pacient s aktivně ovládaným ramenním kloubem dokáže za pomoci abdukce lopatek, elevace ramene nebo pohybů pahýlu vhodně polohovat horní končetinu, ramenní kloub uzamknout a dále pokračovat v činnosti. Ovládání loketního kloubu je pro pacienty s takto krátkým pahýlem velmi obtížné nebo

dokonce nemožné. Pro účinné využití všech možných pohybů protéz je proto potřeba i víceosý loketní kloub, tedy kloub schopný nejen flexe/extenze, ale i rotačních pohybů. Velký problém je i vyvinutí potřebné síly a rozsahu pohybů k aktivaci tahově ovládaného lokte. Proto se v poslední době častěji využívá myoelektrického ovládaní, případně hybridního. I protetické zápěstí může být pasivně nebo aktivně polohovatelné. Buď za použití druhé ruky, nebo pomocí motoriky jiných částí těla může pohybovat protetickou rukou dle potřeby a záměru. Lze využít specifické protézové ruky pro různá funkční využití a je na určení pacienta, která je pro daný úkol vhodná. (Cooper, 1992)

7 Rehabilitační a protetická péče

Úspěšné zhojení rány s minimem funkčních nedostatků a správný tvar pahýlu pro protetické vybavení záleží především na časně rehabilitační péči za spolupráce pacienta, lékaře, terapeuta i technika. Stejně jako péče o pahýl je důležitá i péče o celkový zdravotní a psychický stav pacienta. Amputace je vždy velmi zásadní zásah do lidského organismu. Mění se těžiště těla i rovnováha svalů a pacient se musí vyrovnávat s výraznou změnou statiky i pohyblivosti. Proto cílem terapie není pouze zlepšení funkce zbytku končetiny, ale cvičením celého těla umožňuje pacientovi rychlejší návrat do společnosti a ke každodenním činnostem. Rehabilitace a protetická péče o pacienty po amputaci horních končetin by na sebe měla navazovat a vzájemně se doplňovat. Důležitými událostmi je samotná amputace a protetické vybavení pacienta. Proto se i péče o pacienty soustředí na toto období. Důležitá je rehabilitace před samotnou amputací. V mnoha případech, kdy je amputace náhlá a neplánovaná, však nelze tuto rehabilitaci úspěšně provést. Proto by měla následovat rehabilitace i co nejdříve po amputaci. Dále by po úplném zhojení pahýlu měla následovat příprava pahýlu a samotná protetická péče. Jako úspěšné završení rehabilitační a protetické péče se počítá úspěšné zvládnutí používání protetických pomůcek a samostatnost pacienta. (Gailey, Clark, 1992)

7.1 Rehabilitace před amputací

V mnoha případech není terapie před samotnou amputací možná, provádí se pouze u plánovaných nebo odložených amputací. Je třeba pacienta informovat o samotném zákroku a dalších souvislostech týkajících se amputace. Pacient před amputací prochází těžkým psychickým obdobím. Strach a stres jak ze samotné operace, tak z jejích následků, může negativně ovlivnit jeho chování a následnou rehabilitaci. Tyto obavy však pramení převážně z nevědomosti a nedostatku informací. Seznámíme-li pacienta s účelem amputace, následnou rehabilitací, péčí o amputační pahýl a v neposlední řadě také se samotnou protetickou pomůckou a jejími možnostmi, strach se zmírní. (Smutný, 2009)

Pokud je amputační výkon plánován a je možno se na něj fyzicky připravit, je vhodné tuto přípravu nepodceňovat a vhodně cvičit. Fyzická činnost zlepšuje celkový tělesný i psychický stav a připraví pacienta na amputaci a možné komplikace. Je důležité posílit

všechny části těla, které budou po amputaci více zatěžovány. Po amputaci horní končetiny se pacient musí spolehnout zejména na druhou zdravou končetinu, která bude před vybavením protetikou pomůckou více využívána. Důležité je posílit i svaly trupu a napřimovače páteře, ty totiž budou mít důležitou roli pro následné udržování rovnováhy, správné držení těla a jako prevence skoliózy. Před amputací by měl pacient cvičit i postiženou končetinu, neboť pahýl, který není dostatečně svalově připraven, neplní dostatečně ani svou funkci. Důležité je protahovat svalstvo v oblasti ramenního kloubu, kde je po amputaci nebezpečí vzniku kontraktur. Pacient by měl posílit i ty svaly, které hrají důležitou roli v následném ovládnutí protézy a ve fixaci protézy na pahýlu. (Smutný, 2009)

Již před samotnou operací může zažít nácvik používání protetických pomůcek. Měl by být seznámen se samotnou pomůckou a nutností výcviku jejího používání. V tomto období je vhodný nácvik rovnováhy, posílení svalové síly a obratnosti horní končetiny. (Hadraba, 1987)

Před operací se provádí několik vyšetření na postižené i zdravé končetině. Zjišťuje se rozsah pohybu a svalová síla ramenního pletence, loketního kloubu a zápěstí a také pacientova pohyblivost hrudní a krční páteře. (Atkins, 1992)

7.2 Rehabilitace po amputaci

Z hlediska mnoha zkušených terapeutů je pooperační fáze po amputaci mimořádně důležitá a péči o pahýl se nevěnuje z hlediska budoucího vybavení příliš pozornosti. Lékaři, terapeuti i technici by ale měli přistupovat k pooperační fázi po amputaci velmi vážně, neboť zavedením správných opatření ve správný okamžik lze mnohdy zabránit případným pozdějším komplikacím a omezením. Rychlost a úspěšnost protetického vybavení po amputaci závisí především na včasném a důsledném zapojení všech zúčastněných. (Grabe, 2011)

Po operaci by měla následovat vhodně zvolená rehabilitace s důrazem na psychickou stránku pacienta. Zaměstnaná mysl pacienta se snáze odpoutá od postižení. Cvičení dále pomáhá znovuzískat obratnost a plynulost pohybu nepoškozených tělesných částí a získání základních pohybových kompenzací. (Hadraba, 1987)

Pahýl je těsně po amputaci oteklý a bolestivý, objevují se fantomové pocity a fantomové bolesti. Organizmus pacienta je celkově oslaben. Otok končetiny je způsoben samotným operačním výkonem a změnou přerušovaného cévního řečiště.

Pacient by měl zvýšit příjem vitamínu C pro lepší podmínky hojení. Po amputaci je rána zakryta obvazy a následuje tvarování pahýlu obinadlem. Horní končetina je navíc znehybněna, rameno ve střední abdukci, loket v semiflexi a předloktí v supinaci. (Frejka, 1970)

Je důležité pravidelně kontrolovat celkový zdravotní stav pacienta. Za normálního stavu hojení se v druhém týdnu po operaci vyndají stehy. S rehabilitací se doporučuje začít ihned po operaci. (Sosna, Vavřík, Krbec, Pokorný, 2001)

7.3 Přípravné období

Přípravné období pacienta jde ruku v ruce s pooperační rehabilitací. Pacient je připravován na budoucí vybavení protézou a péči o amputační pahýl. Jde především o zvýšení svalové síly a kloubní pohyblivosti, kontrolu tvaru a otoku pomocí bandážování, péči o jizvu a kůži pahýlu, znecitlivění otužováním a tlakovými masážemi a hygienu. Pacient by měl také cvičit sebeobsluhu.

V přípravném období nepřestáváme s rehabilitací, důležité je získání, posílení a ukotvení obratnosti a plynulosti pohybů a pohybových vzorců. Ty dále napomáhají k úspěšnému zvládnutí ovládnutí protézy a jejímu rychlejšímu osvojení. (Hadraba, 1987).

7.3.1 Cvičení svalové síly a kloubní pohyblivosti

Pohyblivost pahýlu včetně celého ramenního pletence a páteře by měl pacient cvičit ještě před zhojením amputační rány. Ihned po odstranění stehů z operační rány by měl být zahájen pohyb v plném dosažitelném rozsahu. Důležité je provádět cviky pomalu, opatrně a mezi jednotlivými cviky odpočívat. Se zlepšováním stavu pacienta postupně přidáváme další a delší cviky. Zvýšená pozornost by se měla věnovat zachovaným kloubům, hlavně ramenního a loketního. Zároveň se zmírňujícími se bolestmi cvičíme i svalovou sílu pahýlu, nejprve proti slabému odporu, postupně odpor zvyšujeme. (Pajtlová, Vavrošová, 1979)

Pacient se nejprve učí jednodušší izometrické cviky, až poté náročnější aktivní pohyby. Těmito cviky se postupně zpevňuje i pahýl, pacient se o něj opírá, přidržuje a polohuje. Tomu napomáhá i další masáže a poklepávání dlaně. (Hudec, Steiner, Huraj a kol. 1970).

Pravidelným cvičením v plném rozsahu pohybu se předchází i vzniku kontraktur. Nejdůležitější v rámci horní končetiny jsou pohyby ramenního pletence.

Pohyby ramenního kloubu a lopatky jsou totiž stěžejní pro manipulaci s tahovými protézy, zejména u amputací v paži. Důraz je kladen také na zachování pronačních a supinačních pohybů předloktí. Pacienti po amputaci na horní končetině mají tendenci se při chůzi naklánět na postiženou stranu, cvičení by se tedy mělo zaměřit i na postavení páteře a naučení správných pohybových vzorů. (Atkins, 1992)

7.3.2 Kontrola tvaru pahýlu

Tvar pahýlu se upravuje dvěma základními postupy. Dokud není rána zahojená a pacient je stále na lůžku, ke zmírnění otoku se provádí polohování. Aktivní svalová činnost a cvičení dále napomáhá k redukci edému. Teprve po zhojení rány a vytažení stehů se začíná s bandážováním. Stažení pahýlu tak napomáhá nejen k odstranění otoku, ale také tvaruje pahýl pro následné protetické vybavení. (Atkins, 1992)

Bandážování pahýlu je základem úspěšného uchycení protézy. Předpokladem pro správné tvarování pahýlu je, že na něj musí působit stálý tlak po celých 24 hodin. Jedinou výjimkou z pravidla je amputace z důvodu cévního onemocnění, v těchto případech je pahýl přes noc bez bandáže. Bandáž povolujeme a sundáváme pouze při hygieně, před opětovným zabandážováním by měl být krátce promasírován. Vhodného kónického tvaru pahýlu dosáhneme vhodným utažením. Na konce pahýlu by měl působit větší tlak než v horní části. Bandážování by mělo být rovnoměrné, elastická bandáž hladká a dobře utažená, jinak hrozí nerovnoměrné vytvarování a bolestivá místa. Elastické bandáže se nesmí příliš napínat, neboť při maximálním natažení ztrácí pružnost. (Pajtlová, Vavrošová, 1979)

7.3.3 Péče o jizvu

Po zhojení rány a vytažení stehů je důležité zabránit srůstu kůže s hlubší tkání. Srůst a omezení volného pohybu tkání pahýlu může při používání protézy způsobit jejich porušení. Prevencí je jemná tlaková masáž jizvy a aktivní pohyb v kloubech. (Gailey, Clark, 1992)

7.3.4 Snížení citlivosti pahýlu

Zvýšená citlivost pahýlu po amputaci je častým problémem. Palčivost až bolestivost, fantomové bolesti a další nepříjemné pocity se dají zmírnit jemnou masáží s postupným zvětšováním tlaku. Pahýl se také postupně zpevňuje jeho využíváním jako opory a poklepáváním dlaně. (Hudec, Steiner, Huraj a kol., 1970)

7.3.5 Hygiena pahýlu

Stav pokožky na pahýlu je stěžejní a každý pacient po amputaci by se měl naučit správně o ni pečovat. Dlouhodobým používáním protézy totiž může vzniknout vyrážka a nepříjemná přecitlivělost kůže pahýlu. Nejsnáze lze těmto stavům předejít omýváním ve vlažné převařené vodě, příp. v heřmánkové lázni. Po koupeli je nutné pahýl dobře osušit a aplikovat zvlhčující krém podporující vláčnost kůže. Velmi dobře se k tomuto účelu osvědčilo čisté živočišné sádlo. Zvýšená pozornost je nutná také při pobytu na slunci, pokožka pahýlu je velmi citlivá a je nutné používat ochranné krémy. (Hadraba, 2006).

7.3.6 Trénink sebeobsluhy

Trénink sebeobsluhy se zaměřuje na naučení pacienta jemné koordinaci a manipulace za použití pouze jedné ruky s případným zapojením pahýlu. Díky tomu nedojde k přetížení zdravé končetiny a zjednodušuje se provádění základních úkonů. Důležité z hlediska sebeobsluhy je zvláště péče o protézu, hygiena uživatele, mytí, sprchování, koupání, čištění zubů, používání WC, stříhaní nehtů, oblékání, zapínání knoflíků, obouvání, stravování a další. Dále to zlepší vyhlídky pacienta na naučení se manipulace s protézou. Samotný trénink sebeobsluhy je kvůli nutnosti zvládnutí mnoha činností dlouhodobý proces. Provedení jednou rukou je velmi obtížné a proto se využívá mnohých kompenzačních pomůcek, od mycích hub s dlouhou rukojetí po uzpůsobené přístroje a navlékače ponožek. Postupným nácvikem se zdokonaluje manipulace a může dojít až ke změně dominance ruky, pokud byla amputovaná právě dominantní končetina. (Lehneis, Dickey, 1992)

7.4 Protetická péče

Protetická péče začíná setkáním s pacientem a seznámením s následným postupem. Je třeba mu účelně vysvětlit všechny kroky, možnosti protetických náhrad, jejich výhody a nevýhody. Pouze informovaný pacient se může v klidu rozhodnout, jaké jsou jeho požadavky na protézu. Věk, pohlaví, zdravotní a psychický stav pacienta a mnohé další faktory ovlivňují volbu protézy. Provedou se protetometrická měření a po shodě s pacientem se vybaví primární protézou. Amputační pahýl však po operaci prochází změnami, zmenšuje se a mění tvar. Je proto nutné po několika měsících výměna prvovybavení na vybavení definitivní. Ta se vyznačuje jiným tvarem lůžka a odolnější

konstrukcí. Pahýl dále reaguje na silové působení a na protetické lůžko, po delším čase je proto nutná další obměna, v závislosti na postupu atrofie. Dále je situace více stabilizovaná a další vybavení může sloužit co nejdéle. (Way a kol., 1998)

Rozhodujícím činitelem pro úspěšné vybavení pacienta protetickou pomůckou je cílený a promyšlený trénink využívání protetické pomůcky. Záleží na fyzickém a psychickém stavu pacienta, důležitá je ale i vůle se učit. Úspěch pacienta však velmi závisí i na samotném protetikovi a na protéze. Ta musí dokonale ulpívat, být stabilní a funkčně plnohodnotná. (Hadraba, 1987)

Příprava na nošení protézy by měla proběhnout během přípravného období, protetik se již zaměřuje na seznámení se s protézou, nácvik nasazování a svlékání protézy, kontrolu jejího upevnění a nácvik ovládání. Musí se také naučit o protézu správně pečovat. Tento proces je pro pacienta velmi náročný a je proto třeba postupovat pomalu a jednotlivé kroky vysvětlit. Pokud se totiž toto období zamešká, případně se neprovede dostatečně důkladně, pacient si vytvoří vlastní špatné návyky a nedokáže protetickou pomůcku plně využít. Může se tak stát, že je pacient vybaven nejmodernější a nejdražší protetickou pomůckou, kterou však neumí nebo nechce používat a protézu nenosí. Protéza je zpočátku nepohodlná, těžká a může i překážet, nikdy ale nesmí tlačit nebo dřít. Záleží jen na přístupu a snaze pacienta, jak snadno a rychle si osvojí ovládání a používání protézy. Měl by zpočátku nosit protézu pouze několikrát denně a po krátký čas, postupně se doba nošení zvyšuje až pacient zvládne její celodenní používání. Během této doby je vhodné postup a vybavení dále konzultovat s protetikem. (Lehneis, Dickey, 1992)

7.5 Nácvik používání protetických pomůcek

K plnému využití možností protézy je třeba speciální výcvik pod vedením protetika. Nácvik musí být postupný, nejdříve se musí pacient naučit základní prvky ovládání a teprve později je spojovat do větších pohybových vzorů. Jelikož pacient nemá při výcviku s protézou využitelnou zpětnou vazbu, je vhodné kontrolovat pohyby pohledem, případně provádět cviky před zrcadlem. (Hadraba, 1987)

Pacient si musí osvojit ovládání zejména protézové ruky, neboť díky ní může provést aktivní úchop. Školu úchopu rozebereme podrobněji v další kapitole, pro úplnost je však třeba zmínit důležitost základních pohybů. Jde o odhad dostatečného rozevření pomůcky pro úchop, dosáhnutí přiměřené síly úchopu k udržení a o manipulaci

v různých polohách. Pacient se musí naučit efektivně ovládat napětí svalů, což je po amputaci krajně obtížné. Dlouhodobé zatěžování svalu je pro pacienta nepříznivé a vede k větší svalové únavě a bolestem, je proto vhodné zapojit i rehabilitační cvičení. Tréninkem dochází k postupnému zlepšování koordinace a funkčních dovedností s protézou. Po zvládnutí základních ovládacích pohybů se trénují činnosti běžného života podobně jako u tréninku sebeobsluhy, ale již s použitím protézy. (Lehneis, Dickey, 1992)

Nácvik používání protetických náhrad se liší podle druhu ovládání protézy.

Pasivní protézy (například kosmetické) vyžadují jen minimální výcvik. Polohování protézové ruky lze provést manipulací druhé ruky. Při oboustranné amputaci horních končetin toho lze dosáhnout např. tlakem proti jinému objektu nebo mezi pacientovými koleny. Stejným způsobem je řešena i rotace v lokti a seřizování ramenního kloubu. Nejobtížnějším úkolem je samotné nasazování protézy. (Atkins, 1992)

Aktivní tahové protézy se ovládají pohyby ramen nebo lokte, které jsou tahovým systémem převedeny na protézu. Pro pacienta je proto během rehabilitace a v přípravné fázi důležité získat dostatečný silový a funkční rozsah končetiny. U amputací v předloktí je ovládán úchop protézové ruky pohybem lokte. Horší situace nastává u amputací v paži. Zamykání a odemykání lokte je jedna z nejtěžších úloh, kterou pacient musí zvládnout. Pro správnou funkci protézy je však nejdůležitější. Dokud je loketní kloub odemčen, tahové zařízení ovládá flexi lokte. Extenze je způsobena samovolným poklesem díky váze předloktí a protézové ruky. Uzamknutí a odemknutí loketní jednotky se ovládá depresí, extenzí a abdukci ramene („dolů, zpět a ven“). Teprve po uzamčení je možné ovládat protézovou ruku. Je důležité, aby si pacient tyto pohyby nacvičil, nejlépe v tichu a klidu. Jen tak totiž může slyšet charakteristické cvaknutí lokte po uzamčení a získá tak jasnou představu o nutném pohybu. (Atkins, 1992)

Aktivní myoelektrické protézy jsou nejlepší z hlediska funkce, ale jejich ovládání je nejtěžší. Nejdůležitější je dobrý stav svalové a nervové tkáně pro zachycení myosignálu. Pacient se musí nejčastěji naučit ovládat kontrakce antagonistických svalových skupin zachované části pahýlu zvlášť, což může být zejména po myoplastice obtížné. Signál ze svalů musí být totiž dostatečně silný a čistý. Například u amputace v paži tak zatnutí flexoru (*m. biceps brachii*) způsobí flexi v loketní jednotce a následné zatnutí extenzoru (*m. triceps brachii*) jeho extenzi. Pokud chce pacient přepnout ovládání protézy z pohybu lokte na pohyb zápěstí nebo úchop prstů, musí obě svalové skupiny krátce a silně aktivovat. Pokud je tato kokontrakce úspěšná, myoelektrická protéza vyše

zpětnou vazbu (většinou zvukový signál) a přepne ovládání. U novějších myoelektrických protéz je rychlost pohybů přímo úměrná na rychlosti a síle zachycených myoelektrických signálů, tedy při silnějším stisku je pohyb rychlejší, při slabším pomalejší. K nácviku kontrakcí a kokontrakcí lze použít specializovaného software, který pacientům snadnou a přehlednou formou ujasní ovládání myoelektrické protézy. (Princ, 2011)

7.6 Škola úchopu

Kompenzace úchopu technickými prostředky je závažný a nesnadný problém. Pro efektivní využití pomůcky je důležitá její správná volba, adekvátní zhotovení protézy a zajištěný výcvik pod dohledem zhotovujícího technika. Škola úchopu je pro kompenzaci nedostatečného úchopu technickou pomůckou nezbytná. (Hadraba, 2001a) Hadraba (2001b) rozlišuje úchop na úchop reflexní, úchop přímý a úchop zprostředkovaný. **Reflexní úchop** (tzv. Robinsonova úchopová reakce) je automatické sevření dlaně při jejím podráždění u měsíčního dítěte. Tento úchop je záležitost čistě reflexní a až později je nahrazen úchopem volným. **Přímý úchop** je již úchop řízený vůlí a má mnoho funkčních podob. Rozeznáváme malé a velké úchopové formy primárního úchopu a sekundární úchopové formy. Pro jednoduchost jsou velké a malé formy primárního úchopu používané zdravými jedinci (jedná se např. o pinzetový, špetkový a klíčový úchop, dlaňový, válcový a háčkový úchop) a tyto pohyby se snažíme u pacientů po amputaci funkčně nahradit. Sekundární úchopové formy jsou prováděny rukou patologicky změněnou. Jedná se tak v podstatě o náhradní úchopové formy. Poslední úchopovou formou je **zprostředkovaný úchop** (jinak zvaný terciální nebo také úchop protetický). Tento úchop se dále dělí podle používané pomůcky, úchop asistovaný za pomoci ortézy nebo adjuvatika (viz. Obr.27) a úchop instrumentovaný, prováděný protézovou rukou (viz. Obr.28). Ten je z hlediska protetiky nejdůležitější a následná aplikovaná škola úchopu se týká pouze úchopu instrumentovaného. (Hadraba, 2001b)

Samotná škola úchopu se provádí ve třech fázích, postupně od jednodušších úkonů po složitější. **V první fázi** musí pacient zvládnout samostatné nasazení a sejmутí pomůcky. Cvičení začíná prostým otevíráním a zavíráním protézové ruky, případně ovládnutím loketní a ramenní jednotky. Po úspěšném zvládnutí základních pohybů následuje polohování protézy do vhodného postavení vůči předmětu. Pacient musí správnými

pohyby těla ovládat celou končetinu a za pomoci fixace v příslušných kloubech se dostat do vhodné pozice k uchopení objektu. Pacient dále trénuje rozevření pomůcky a jejím sevření na objektu. S takto uchopeným předmětem se dále manipuluje, například se přesune a opět uvolní. **Druhá fáze** navazuje pohyby s uzamčeným nebo odemčeným loktem protézy, pohyby se zpřesňují a již se provádějí i konkrétní činnosti. **Ve třetí fázi** se rychle střídá úchop a uvolnění předmětů, dále se cvičí pronace a supinace v různém postavení končetiny. Všechny tyto cviky mají pacienta připravit na pohyby, které bude dále v životě nutně využívat. Cvičí se nejprve s měkkými, drsnými a širšími předměty, takovými které se pomůckou snadno chytí. Postupně se vybírají těžší a obtížnější, následně pacienti zkouší přímou manipulaci např. otevírání kliky, odemykání klíči atd. Dále se zkouší i činnosti, při kterých je zapotřebí obou rukou. (Hadraba, 1987).

8 Diskuze

Značný nedostatek dostupné české odborné literatury a neúplnost a nepřesnost v ní citovaných informací vedla autora ke kontrole a konzultaci dat s odborníky oboru ortotik – protetik z firmy Otto Bock. Již při první analýze bylo zjištěno mnoho navzájem si odporujících tvrzení a nejasností, které mohly být způsobeny stářím informací, ale také neochotou autorů konzultovat teoretické znalosti s praktickými poznatky. Mnoho desinformací také vzniklo z pouhých překlepů a nepřesných definic, které pak autoři navzájem citovali a předávali dál. Není vhodné zde uvádět přímo autory, ale každý, kdo si podrobně projde přístupnou literaturu a zná alespoň základní fakta z oboru, musí je nalézt sám. Během praxe se autor setkal i s negativními ohlasy na určitou citovanou literaturu a zpochybňování v ní uvedených informací, i když jsou tyto publikace považovány za jeden z hlavních zdrojů pro obor ortotik – protetik. Tento přístup shledává autor značně pobuřujícím a snažil se proto ve své práci citovat a interpretovat pouze fakticky ověřené údaje, již jen z úcty k oboru a ke čtenáři. Také je vhodné právě z těchto důvodů varovat případné čtenáře zdrojů a odkázat je při interpretaci dat na jejich zdravý rozum. Nutno říci, že většina autorů přímo z oboru a z dlouholeté praxe má naopak velmi ucelené, vědecké a moderní práce, které kvalitou mnohdy převyšují zahraniční literaturu.

Dalším problémem byla autorova vlastní neznalost některých postupů. Amputace horních končetin nejsou tak časté jako amputace končetin dolních a protéz horních končetin se tak vyrábí mnohem méně a je tak zapotřebí delšího času k získání všech potřebných znalostí a praktických dovedností. O to důležitější je sběr informací a teoretické zvládnutí problematiky. Nejde však pouze o menší počet pacientů. Z důvodů přerozdělování peněz a hrazení pomůcek zdravotními pojišťovnami dochází k častým škrtům ve výbavě pacienta. Pacienti jsou pak mnohdy vybaveni sice efektivním a levnějším zařízením, ale při vybavení modernějšími technologiemi by mohli dosahovat ještě lepších výsledků a výsledná kvalita života je neporovnatelná. Například myoelektrické ruce jsou hrazeny pojišťovnami pouze při oboustranném postižení horních končetin. Fakt, že v zahraničí jsou takto vybavováni i pacienti s jednostranným postižením a dosahují výtečných výsledků, je pojišťovnami zcela ignorován a v České republice musí tito pacienti získat peníze jiným způsobem, například od sponzorů. (viz. Číselník VZP) Myoelektrické protézy nejsou samozřejmě nejefektivnější ve všech

případech a mnohdy postačí i řešení tahové, přesto celkový přístup k financování pomůcek pro zdravotně tělesně postižené je v této zemi neadekvátní jejich důležitosti. Autor by mohl uvést další argumenty, tato práce však neslouží ke kritice zdravotnictví v České republice, i když by si to jistě zasloužilo. Přesto je nutné zmínit, že kdyby byla informovanost a financování oboru ortotik – protetik lepší, nemusela by být výroba a technologie závislá na zahraničních firmách a na dovozu prefabrikovaných dílů. Naštěstí je česká rukodělná řemeslná práce v protetice velmi precizní a i díky tomu jsme stále schopni konkurence. Autor doufá a bere si za osobní cíl zvýšit informovanost širší veřejnosti nejen k protetice, ale i k otázce zdravotně tělesně postižených a jejich významu pro společnost.

9 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit ucelený a názorný souhrn poznatků z oboru ortotiky – protetiky, konkrétně z oblasti amputací horních končetin a následného protetického vybavení a vytvořit tak výukovou pomůcku pro různé obory. Aby práce obsáhla všechny poznatky týkající se pouze jedné problematiky celého oboru, musela by být mnohem delší. V rámci dovoleného rozsahu bakalářské práce lze výsledek považovat za poměrně úspěšný.

Práce obsahuje základní informace o historii amputací a protetiky a tvoří tak základnu pro pochopení jejich společných vztahů. V práci jsou přehledně a čtivě podány technologické postupy výroby, zásady protetometrických měření a principy a druhy protéz horní končetiny tak, aby tyto informace mohl použít jak student ortotiky – protetiky, tak student jiných oborů. Dále jsou přehlednou a stručnou formou popsány a klasifikovány amputace v dostatečném rozsahu pro pochopení celé problematiky včetně několika informací, které se k protetické praxi sice nevztahují, ale patří k obecnému a důležitému základu. Rehabilitační péče názorně shrnuje celkovou péči o pacienta od období před amputací až po používání protézy a popisuje základy školy úchopu, problematiky, která není v české literatuře prakticky vůbec zpracována. Z těchto důvodů by mohla práce sloužit i jako přehledná příručka pro pacienty před amputací horní končetiny pro přiblížení následných událostí.

Problematika ortotiky – protetiky je velice obsáhlá a komplikovaná a zasahuje do mnoha oborů. Protetická praxe je komplexní záležitostí vyžadující obsáhnutí širokého pole vědomostí jak technických tak medicínských, počínaje znalostmi chirurgie, patologie, fyziologie, biomechaniky, ergonomie až k rehabilitaci a psychologii. Je proto možné pokračovat ve zpracování těchto informací a doplnit informace i z dalších oborů. Například zpracovat psychologii pacienta po amputaci, problém s kterým se potýká leckterý protetik a terapeut a který nikdy nebyl v literatuře rozebrán. Dále zda dokáže česká věda a vývoj uspokojivě konkurovat zahraničnímu a vytvářet vlastní materiály a díly pro výrobu protetických pomůcek. Zatím je většina nadějných českých vědců nucena opustit vlast a získat tak lepší finanční prostředky a hlavně uznání. Budoucnost české ortopedické - protetiky spočívá v zabrání podobnému osudu i u protetiků.

Literatura

1. ANDREW, J. T. *Elbow Disarticulation and Transhumeral Amputation: Prosthetic Principles* [online]. c1992, [cit.2011-03-28]. Dostupné z: <<http://www.oandplibrary.org/alp/chap09-02.asp>>
2. ATKINS, D. *Adult Upper Limb Prosthetic Training* [online]. c1992, [cit.2011-03-26]. Dostupné z: <<http://www.oandplibrary.org/alp/chap11-01.asp>>
3. COOPER, R. *Shoulder Disarticulation and Forequarter Amputation: Prosthetic Principles* [online]. c1992, [cit.2011-03-29]. Dostupné z: <<http://www.oandplibrary.org/alp/chap10-02.asp>>
4. ČERNOHOUS, I. Myoelektrické protézy ruky. *Ortopedická protetika*. č. 1 (2002), roč. 4, s. 17-29.
5. DUNGL, P. a kol.. *Ortopedie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 1273 s. ISBN 80-247-0550-8.
6. FREJKA, B. *Základy ortopedické chirurgie*. Praha: Avicenum. 1970. 680 s. ISBN neuvedeno.
7. GAILEY, R. S. *Physical Therapy Management of Adult Lower-Limb Amputees* [online]. c1992, [cit.2011-03-26]. Dostupné z: <<http://www.oandplibrary.org/alp/chap23-01.asp>>
8. GRABE, T. *Arm prosthetics* [online]. c2011, [cit.2011-03-24]. Dostupné z: <http://www.ottobock.com/cps/rde/xchg/ob_com_en/hs.xsl/1929.html>
9. HADRABA, I. Proč je v našich zemích malý zájem o tahové protézy? *Ortopedická protetika*. č. 16 (2009), roč. 10, s. 14-18.

10. HADRABA, I. Úchop v protetice (1.část). *Ortopedická protetika*, 2001a, roč. 2, č. 1, s. 18-23.
11. HADRABA, I. Úchop v protetice (2.část). *Ortopedická protetika*, 2001b, roč. 2, č. 2, s. 32-38.
12. HADRABA, I. Úchop v protetice (3.část). *Ortopedická protetika*, 2002, roč. 3, č. 1, s. 30-37.
13. HADRABA, I. *Ortopedická protetika 2.díl*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. 106 s. ISBN 80-246-1296-8.
14. HADRABA, I. *Protetika a ortotika*. Praha: SPN, 1987. 100 s. ISBN 17-338-86
15. HUDEC, I.; STEINER, P.; HURAJ E. a kol. *Úrazová chirurgie I*. Martin: Osveta. 1970. 388 s. ISBN neuvedeno.
16. CHILDRESS, D. S. *Upper-Limb Prosthetics: Control of Limb Protheses* [online]. c1992, [cit.2011-03-27]. Dostupné z: < <http://www.oandplibrary.org/alp/chap06-04.asp>>
17. JANDA, V. a kol. *Svalové funkční testy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. 328 s. ISBN 80-247-0722-5
18. KAPHINGST, W. a kol. *Protetika : Základy protetiky dolních a horních končetin*. 1.vyd. Praha: Federace ortopedických protetiků technických oborů, 2002. 313 s. ISBN neuvedeno
19. KELLY, B. M. *Upper Limb Prosthetics* [online]. c2009, [cit.2011-03-27]. Dostupné z: < <http://emedicine.medscape.com/article/317234-overview>>
20. KRAWCZYK, P. *Protetika horní končetiny* [online]. [cit.2011-04-05]. Dostupné z: < <http://www.uloz.to/1166453/protetika-horni-koncetiny-3-rocnik-o-p-ppt>>

21. KOUTECKÝ, T. *Konstrukční řešení transfemorálních protéz: bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 63 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. David Paloušek.
22. LEHNEIS, H. R.; DICKEY, R. *Fitting and Training the Bilateral Upper-Limb Amputee* [online]. c1992, [cit.2011-04-04]. Dostupné z: <<http://www.oandplibrary.org/alp/chap12-02.asp>>
23. LEJČKO, J. *Fantomová bolest* [online]. c2001, [cit.2011-04-02]. Dostupné z: <<http://www.cls.cz/dokumenty2/os/r036.rtf> >
24. MAŇÁK, P. ; WONDŘÁK, E. *Traumatologie : repetitorium pro studující lékařství*. 5. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. 96s. ISBN 80-244-1009-5
25. MICHAEL, J. W. *Partial-Hand Amputations: Prosthetic and Orthotic Management* [online]. c1992, [cit.2011-03-28]. Dostupné z: <<http://www.oandplibrary.org/alp/chap07-02.asp>>
26. PAIGEROVÁ, M. Srovnání jednotlivých typů protéz horních končetin. *Ortopedická protetika*. č. 2 (2001), roč. 3, s. 23-26.
27. PAJTLOVÁ, J.; VAVROŠOVÁ, Z. *Pokyny pro pacienty po amputaci*. 2. vyd. Praha : Ústav zdravotní výchovy, 1979. s. ISBN
28. PURSLEY, R. J. *Harness Patterns for Upper-Extremity Protheses* [online]. c1955, [cit.2011-03-27]. Dostupné z: < http://www.oandplibrary.org/al/1955_03_026.asp >
29. PŮLPÁN, R. *Protetometrie*. (přednáška) Praha: UK FTVS, 12.10.2008
30. PRINC, V. *Bioprotetika*. (přednáška) Praha: UK FTVS, 17.03.2011
31. SANDERSON, T. *The Evolution of Otto Bock Myoelectric Systems for the Pediatric Patient* [online]. c1996, [cit.2011-03-28]. Dostupné z: <http://www.acpoc.org/library/1996_04_001.asp >

32. SMUTNÝ, M. *Informace pro pacienty po amputaci končetin*. 1.vyd. Praha: Federace ortopedických protetiků technických oborů, 2009. 62 s, ISBN 978-80-254-3820-6.

33. SOSNA, A.; VAVŘÍK, P.; KRBEC, M.; POKORNÝ, D.:*Základy ortopedie*. 1.vyd. Praha: Triton. 2001. 176 s. ISBN 80-7254-202-8.

34. TAYLOR, C. L. *The Biomechanics of Control in Upper-Extremity Prostheses* [online]. c1955, [cit.2011-03-26]. Dostupné z:
<http://www.oandplibrary.org/al/1955_03_004.asp>

35. TRINKAUS, E. *Hard Times Among the Neanderthals. Natural History* [online]. c1978, [cit.2011-03-28]. Dostupné z:
<<http://www.ghostn.com/History/Anthropology/Hard%20Times%20-Neanderthals.pdf>>

36. WAY, L. W. a kol. *Současná chirurgická diagnostika a léčba 2. díl*. 1.vyd. Praha: Grada, 1998. 1659 s. ISBN 80-7169-397-9

Přílohy

Seznam obrázků

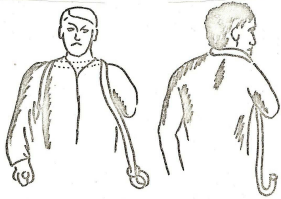
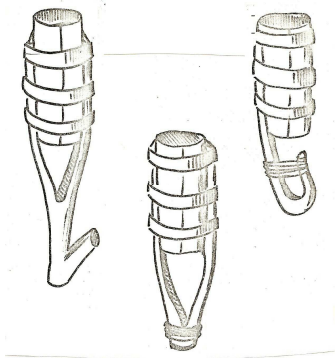
- Obr. 1:** Primitivní funkční náhrady. (Hadraba, 2009)
- Obr. 2:** Alt - Ruppín hand. (Hadraba, 2009)
- Obr. 3:** Druhá protéza Götze Von Berlichingen. (Hadraba, 2009)
- Obr. 4:** Další protézy z dílny A.Paré. (Hadraba, 2009)
- Obr. 5:** Klasifikace amputací podle úrovně jejich provedení. (Kelly, 2009)
- Obr. 6:** Schéma amputací HK a vhodnost pro vybavení protézou. (Hudec, Steinar, Huraj a kol., 1970)
- Obr. 7:** Kožní laloky u amputací končetin. (Hudec, Steinar, Huraj a kol., 1970)
- Obr. 8:** Kožní laloky u amputací končetin. (Hudec, Steinar, Huraj a kol., 1970)
- Obr. 9:** Délka amputace v předloktí a zachovaná schopnost rotace. (Taylor, 1955)
- Obr.10:** Krukenbergova plastika. (Krawczyk, 2011)
- Obr.11:** Zjednodušený záznam pohybů na horní končetině. (Taylor, 1955)
- Obr.12:** Ukázka modelačního hmatu zvýrazňující kondyly humeru. (zdroj - vlastní)
- Obr.13:** Upravený negativ. (zdroj - vlastní)
- Obr.14:** Termoplast natažený na model (ukázka na modelu DK).(zdroj - vlastní)
- Obr.15:** Laminátové lůžko (ukázka na modelu DK). (zdroj - vlastní)
- Obr.16:** Ulpívací zkušební lůžko. (Krawczyk, 2011)
- Obr.17:** Tahově ovládaná protézová ruka – hák. (Krawczyk, 2011)
- Obr.18:** Kosmetická protéza HK. (Krawczyk, 2011)
- Obr.19:** Tahové bandáže. (Taylor, 1955)
- Obr.20:** Myoelektrická protéza. (Krawczyk, 2011)
- Obr.21:** Kosmetická protéza prstů. (Krawczyk, 2011)
- Obr.22:** Laminátové lůžko a celá kosmetická protéza po exartikulaci v zápěstí. (Krawczyk, 2011)
- Obr.23:** Kosmetická, tahová a myoelektrická protéza po amputaci v předloktí. (Krawczyk, 2011)
- Obr.24:** Kosmetická, tahová a myoelektrická protéza po exartikulaci v lokti. (Krawczyk, 2011)
- Obr.25:** Kosmetická, tahová, hybridní a myoelektrická protéza po amputaci v paži. (Krawczyk, 2011)

Obr.26: Kosmetická, tahová a myoelektrická protéza po exartikulaci v rameni.

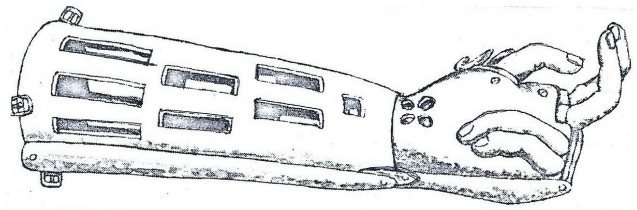
(Krawczyk, 2011)

Obr.27: Úchop asistovaný. (Hadraba, 2001b)

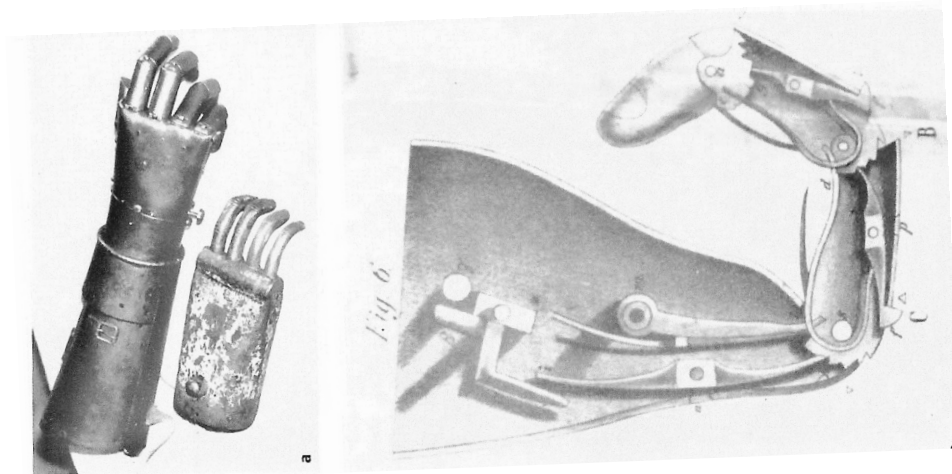
Obr.28: Úchop instrumentovaný. (Krawczyk, 2011)



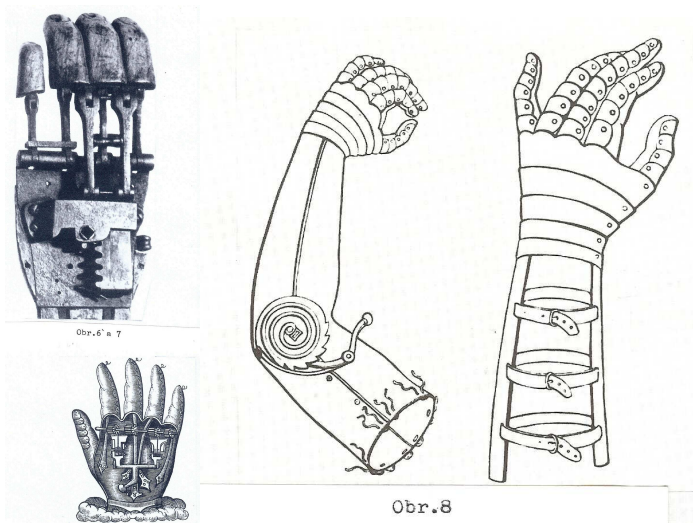
Obr. 1: *Primitivní funkční náhrady.* (Hadraba, 2009)



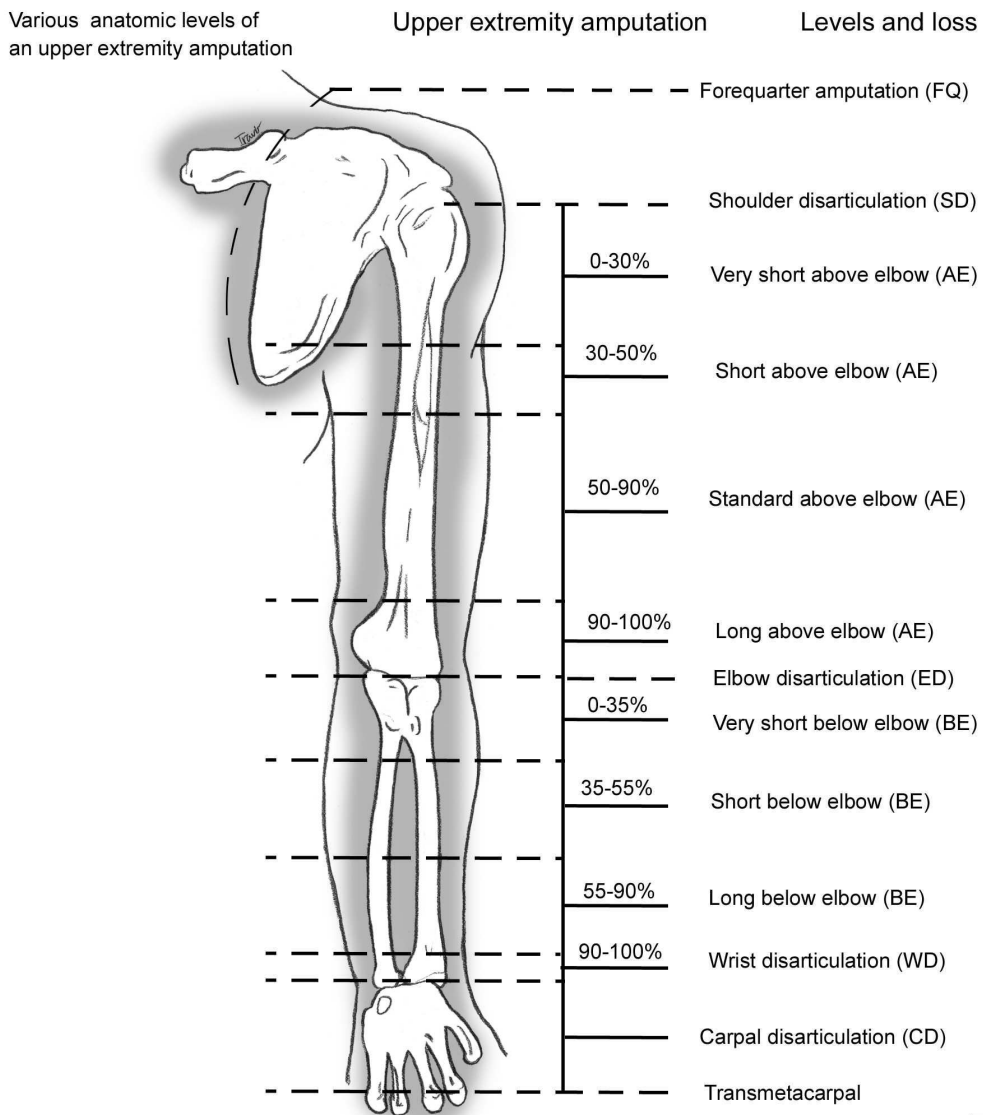
Obr. 2: *Alt - Rupp hand.* (Hadraba, 2009)



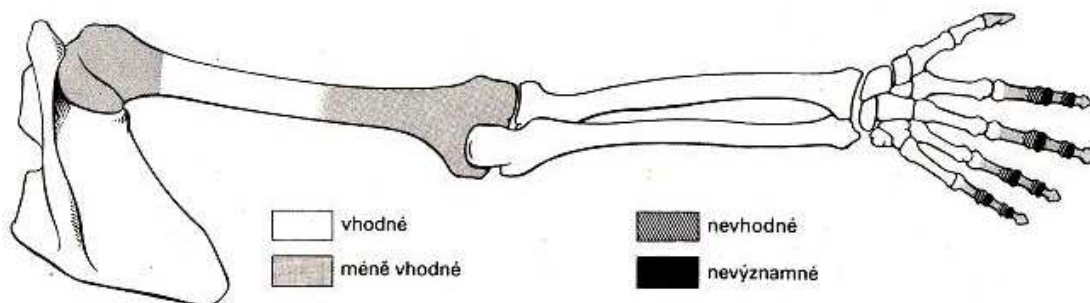
Obr. 3: *Druhá protéza Götze Von Berlichingen.* (Hadraba, 2009)



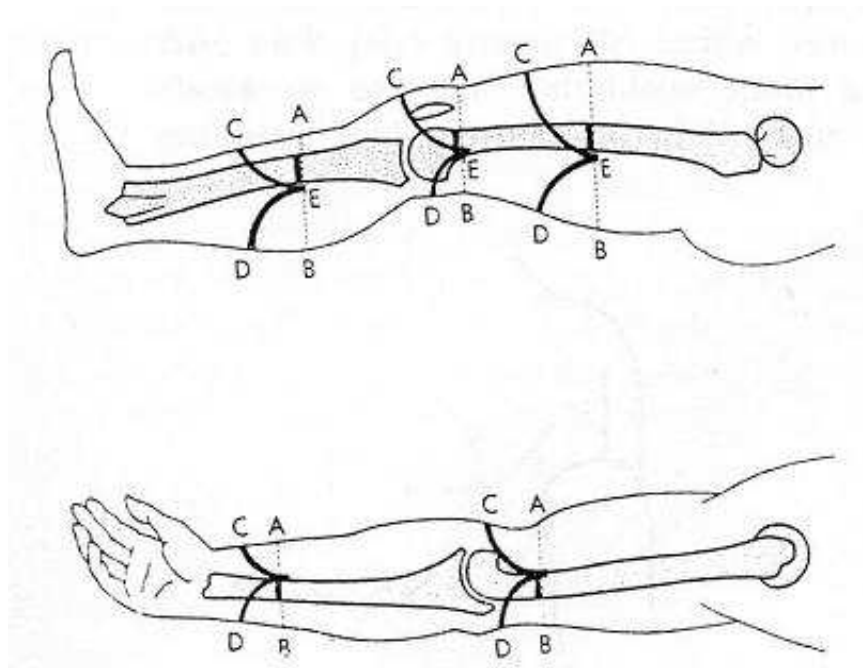
Obr. 4: *Další protézy z dílny A.Paré.* (Hadraba, 2009)



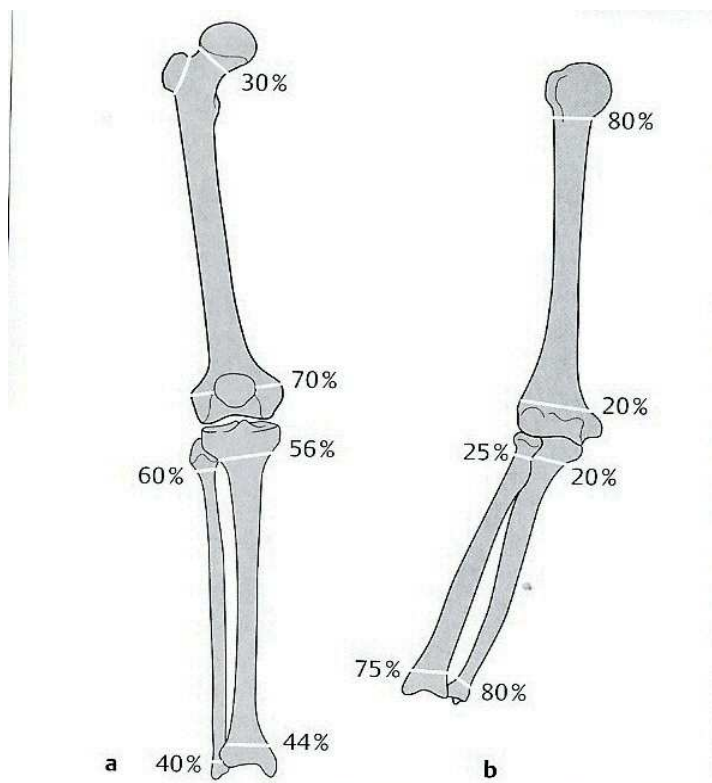
Obr.5: Klasifikace amputací podle úrovně jejich provedení. (Kelly, 2009)



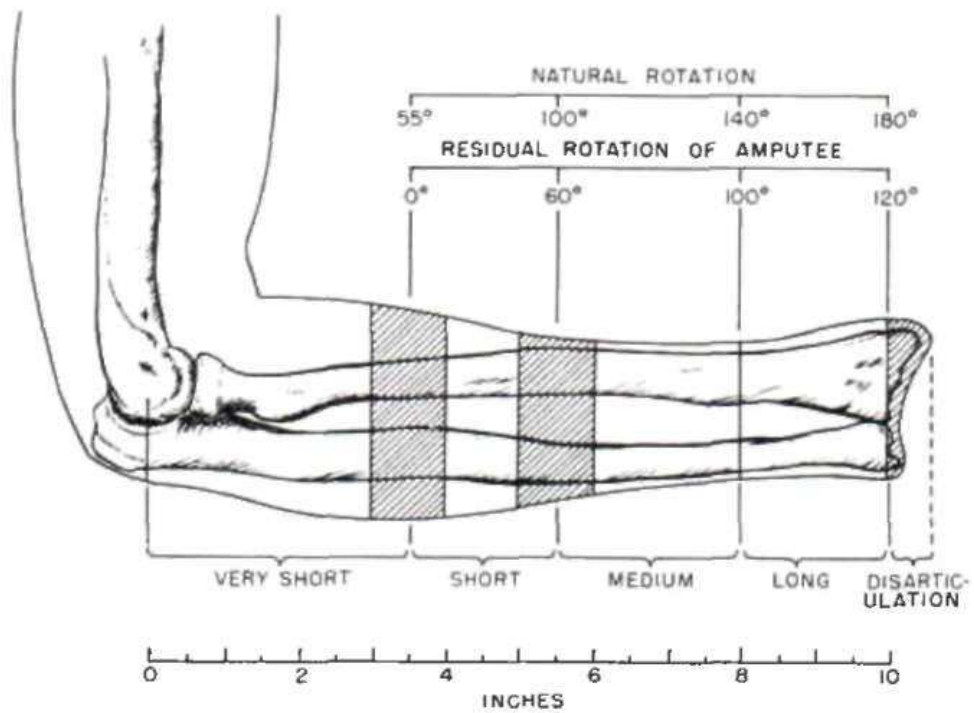
Obr.6: Schéma amputací HK a vhodnost pro vybavení protézou. (Hudec, Steinar, Huraj a kol., 1970)



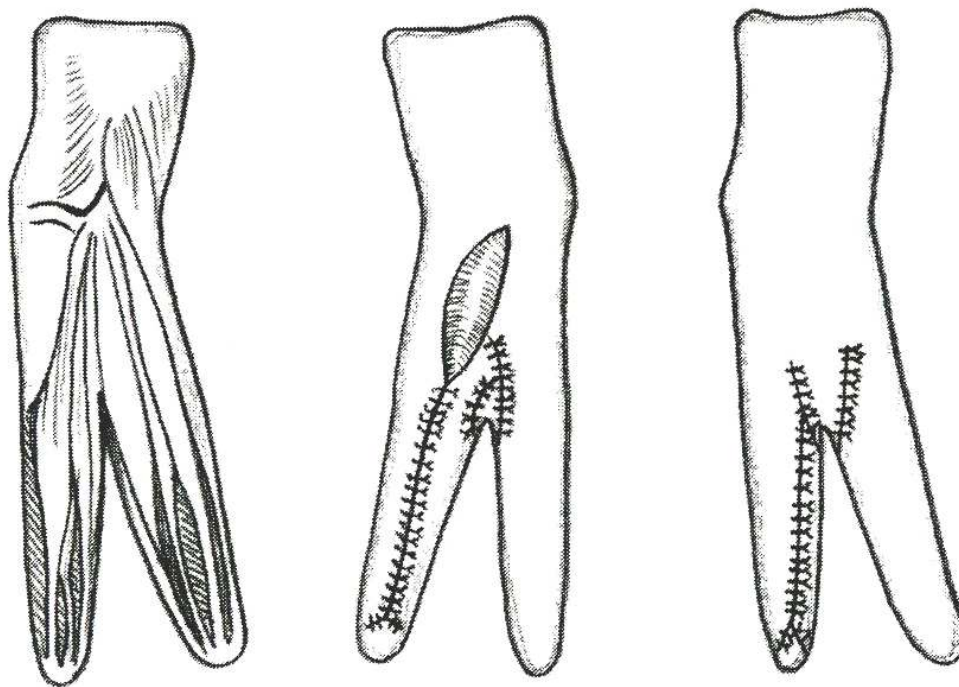
Obr.7: Kožní laloky u amputací končetin. (Hudec, Steinar, Huraj a kol., 1970)



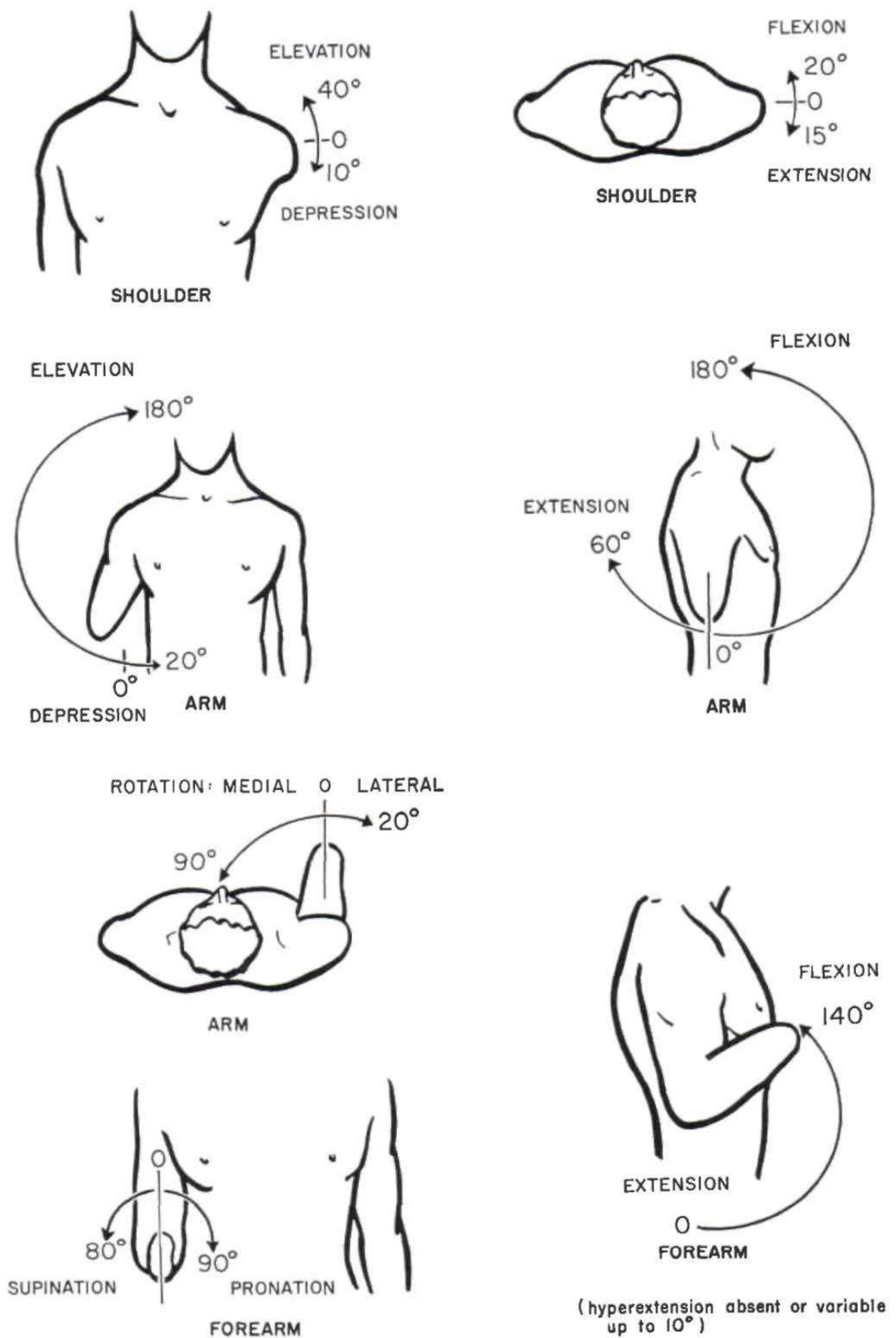
Obr.8: Kožní laloky u amputací končetin. (Hudec, Steinar, Huraj a kol., 1970)
Taylor, 1955)



Obr.9: *Délka amputace v předloktí a zachovaná schopnost rotace.* (Taylor, 1955)



Obr.10: *Krukenbergova plastika.* (Krawczyk, 2011)



Obr.11: Zjednodušený záznam pohybů na horní končetině. (Taylor, 1955)



**Obr.12: Ukázka
modelačního hmatu
zvýrazňující kondyly
humeru. (zdroj - vlastní)**



Obr.13: Upravený negativ. (zdroj - vlastní)



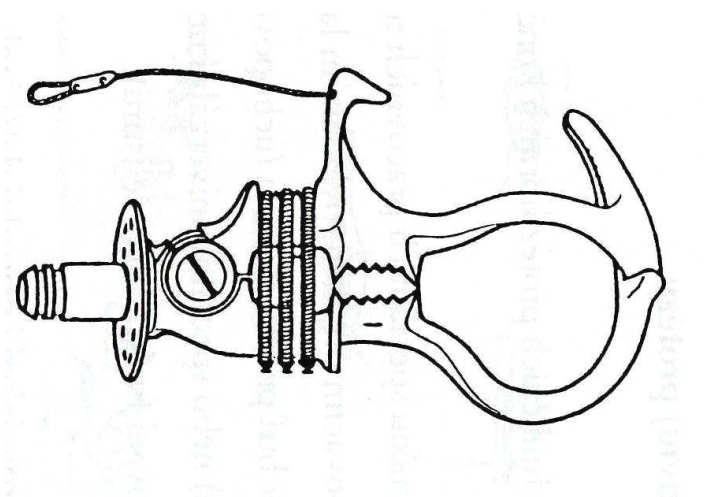
Obr.14: *Termoplast natažený na model (ukázka na modelu DK).* (zdroj - vlastní)



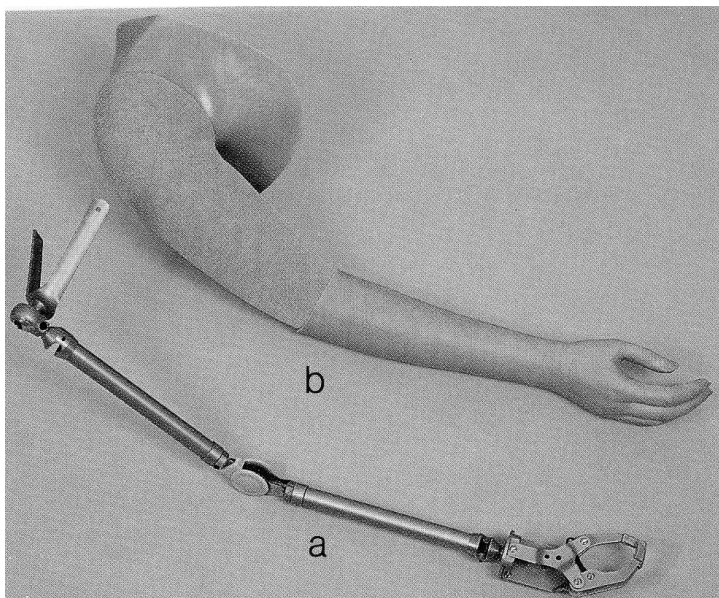
Obr.15: *Laminátové lůžko (ukázka na modelu DK).* (zdroj - vlastní)



Obr.16: *Uplivací zkušební lůžko.* (Krawczyk, 2011)

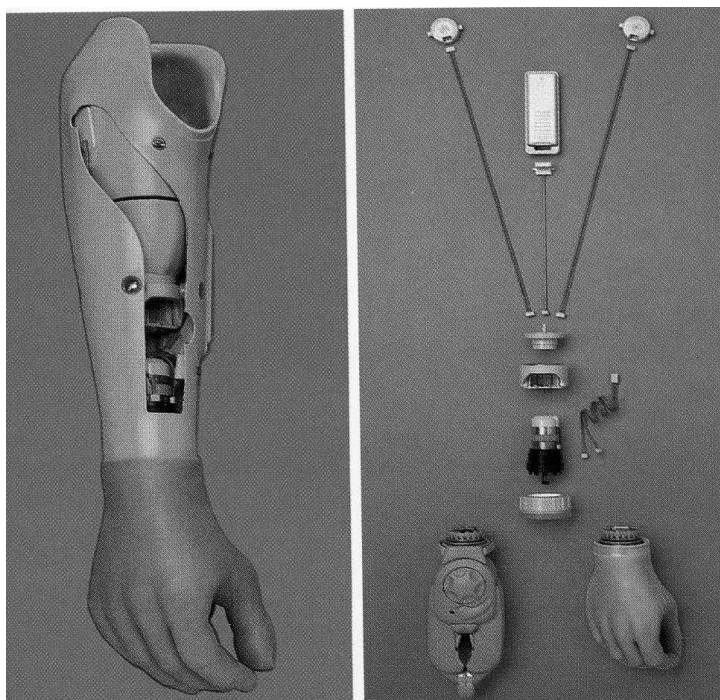
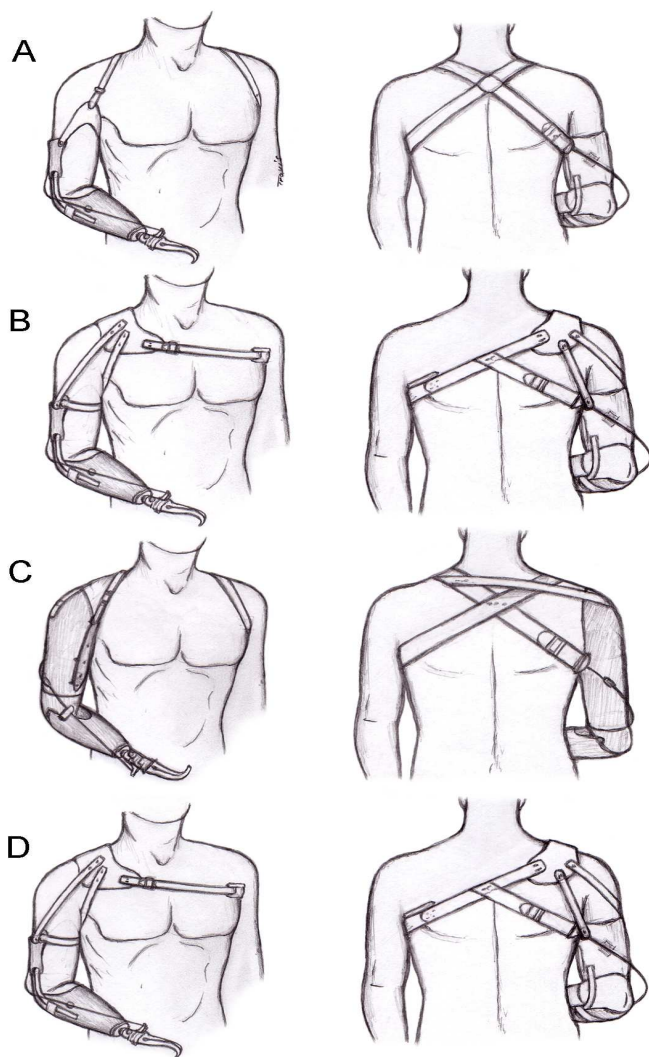


Obr.17: *Tahově ovládaná protézová ruka – hák.* (Krawczyk, 2011)



Obr.18: *Kosmetická protéza HK.* (Krawczyk, 2011)

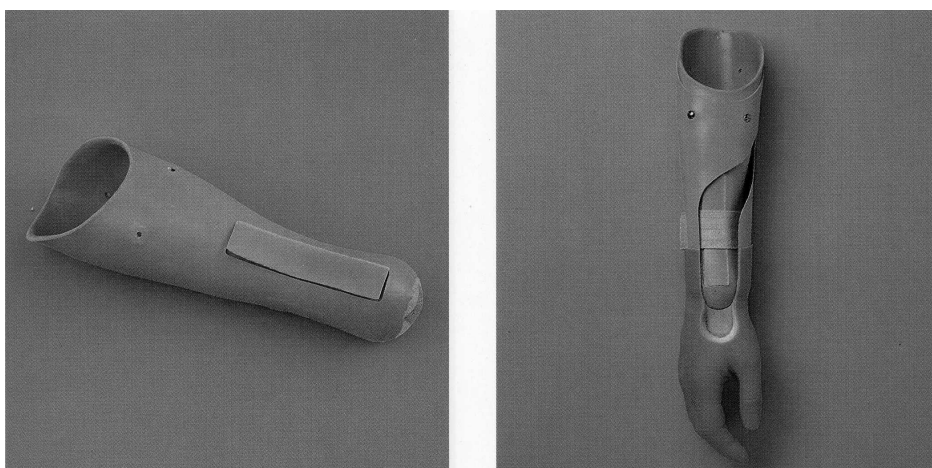
Obr.19: Tahové bandáže.
(Taylor, 1955)



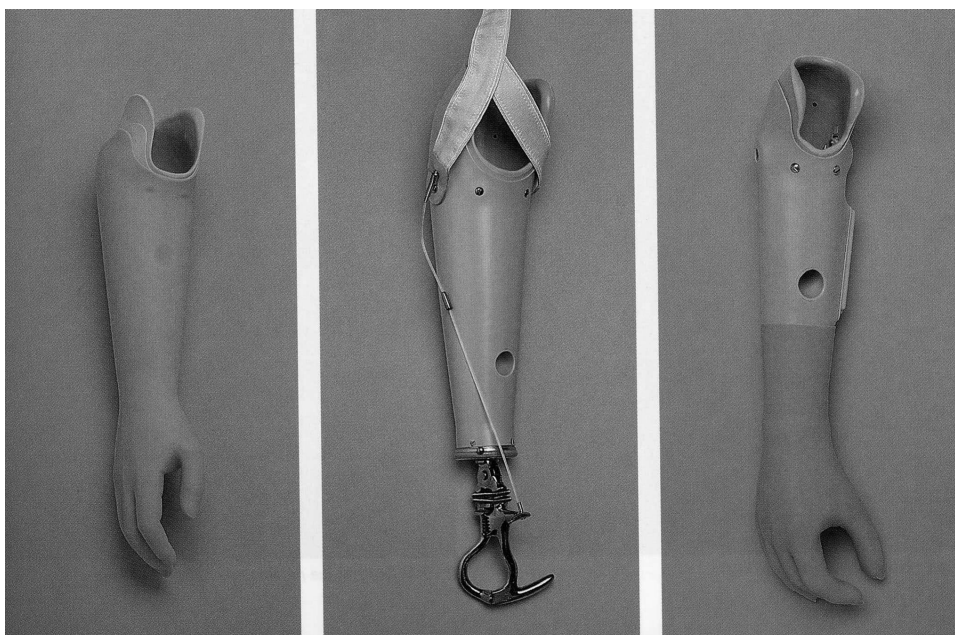
Obr.20: Myoelektrická protéza. (Krawczyk, 2011)



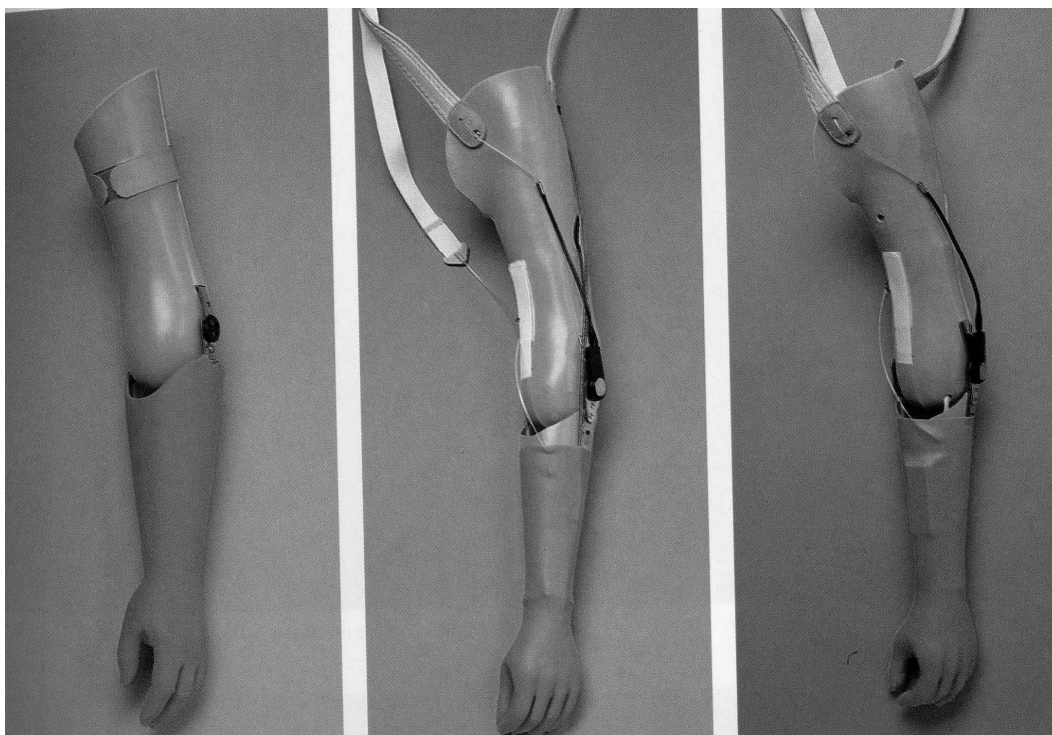
Obr.21:*Kosmetická protéza prstů.* (Krawczyk, 2011)



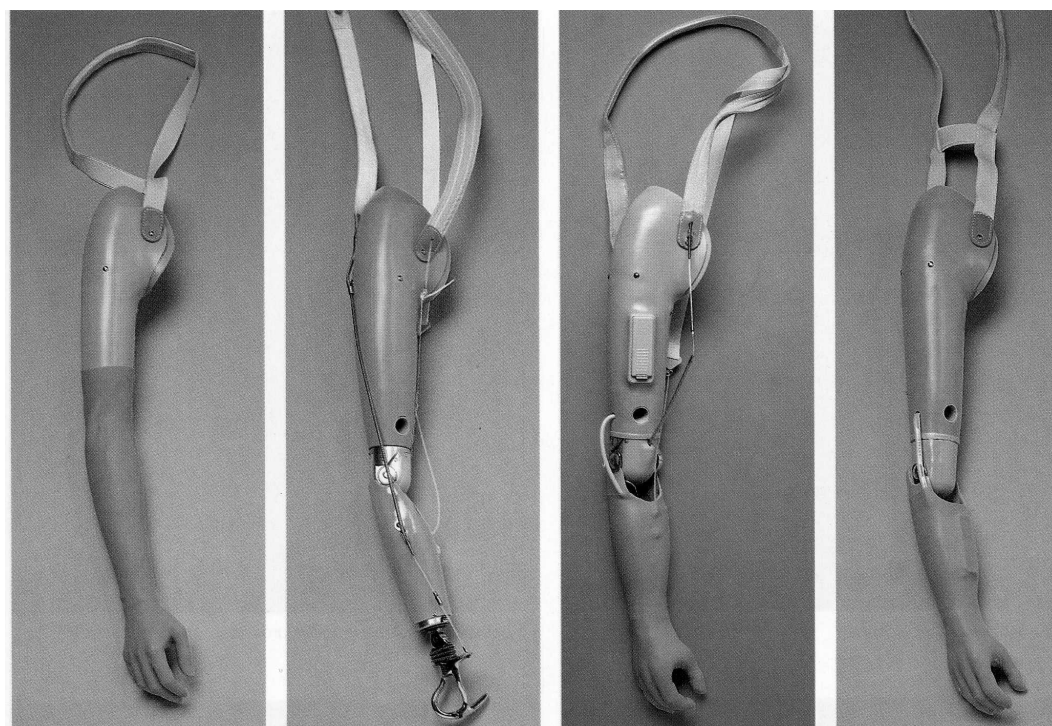
Obr.22:*Laminátové lůžko a celá kosmetická protéza po exartikulaci v zápěstí.* (Krawczyk, 2011)



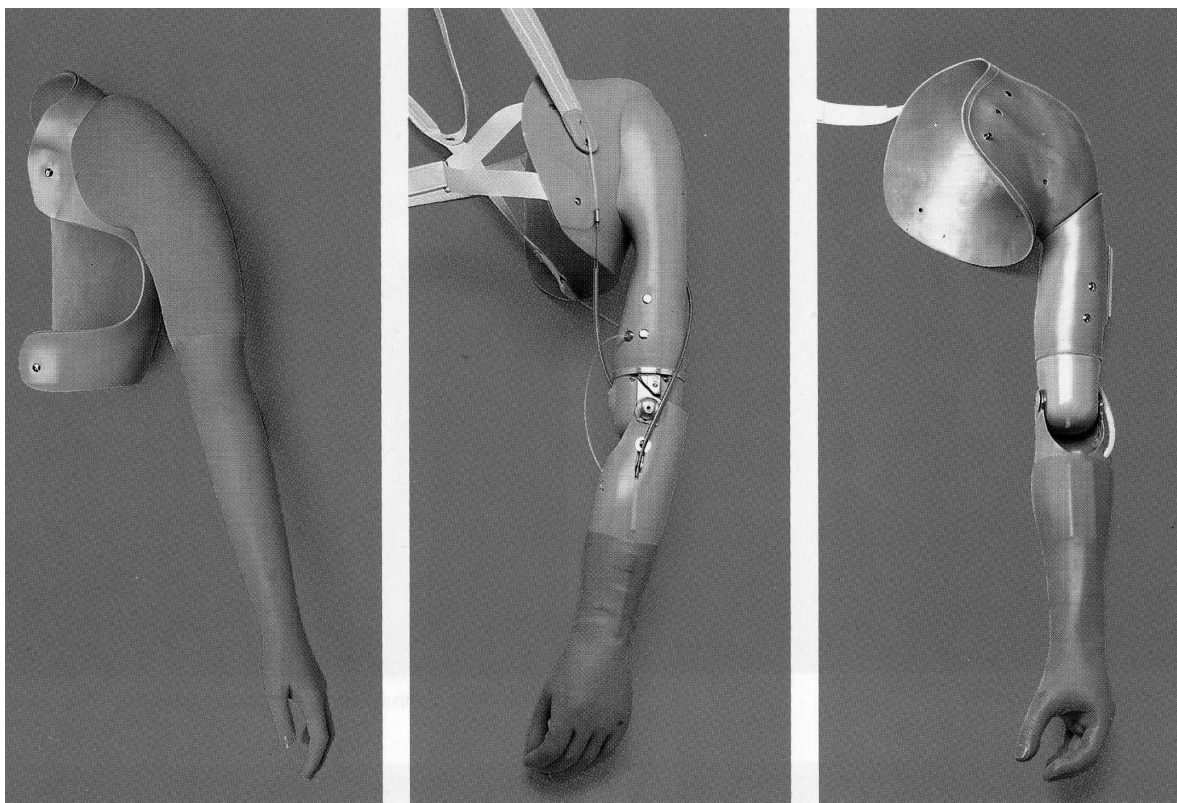
Obr.23:*Kosmetická, tahová a myoelektrická protéza po amputaci v předloktí.* (Krawczyk, 2011)



Obr.24: Kosmetická, tahová a myoelektrická protéza po exartikulaci v lokti.
(Krawczyk, 2011)



Obr.25: Kosmetická, tahová, hybridní a myoelektrická protéza po amputaci v paži.
(Krawczyk, 2011)



Obr.26: Kosmetická, tahová a myoelektrická protéza po exartikulaci v rameni.
(Krawczyk, 2011)



Obr.27: Úchop asistovaný. (Hadraba, 2001b)



Obr.28: Úchop instrumentovaný. (Krawczyk, 2011)