

Univerzita Palackého v Olomouci
Lékařská fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2008

Jolana ŽIŽKOVÁ

Univerzita Palackého v Olomouci
Lékařská fakulta
Ústav fyzioterapie LF UP Olomouc

AMPUTACE NA HORNÍ KONČETINĚ A MOŽNOSTI JEJICH PROTÉZOVÁNÍ

Bakalářská práce

Autor: Jolana Žižková
Fyzioterapie

Vedoucí práce: Bc. Martin Vitásek

Olomouc 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením Bc. Martina Vitáska a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje.

V Olomouci dne 28. dubna 2008

.....

Poděkování

Děkuji Bc. Martinu Vitáskovi za ochotu při odborném vedení této práce a poskytnutí mnohých cenných rad při jejím zpracování.

Druh práce: Bakalářská práce

Název práce v ČJ: Amputace na horní končetině a možnosti jejích protézování

Název práce v AJ: Upper Extremity Amputations and Possibilities of their Prosthetics

Datum zadání práce: 2007-11-25

Datum odevzdání práce: 2008-04-30

Datum obhájení: 2008-06-03

Název ústavu a vysoké školy: Ústav fyzioterapie LF UP Olomouc

Autor práce: Jolana Žižková

Vedoucí práce: Bc. Martin Vitásek

Klíčová slova v ČJ: amputace, amputace horní končetiny, protetické vybavení, protézy, protézy horní končetiny, myoelektrická protéza, rehabilitace

Klíčová slova v AJ: amputation, upper extremity amputation, prosthetic fitting, prostheses, upper extremity prostheses, myoelectric prosthesis

Místo zpracování: Olomouc

Rozsah práce: 61 stran, 1 strana příloh

Místo uložení: Ústav fyzioterapie

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 SOUHRN POZNATKŮ	9
2.1 PŘÍČINY A ETIOLOGIE AMPUTACÍ.....	9
2.2 KLASIFIKACE AMPUTACÍ	10
2.2.1 Dělení podle příčin.....	10
2.2.2 Dělení podle výše amputace.....	10
2.2.2.1 Rozhodnutí o výši amputace.....	11
2.2.3 Dělení podle provedení	12
2.3 PROVEDENÍ AMPUTACE	13
2.3.1 Kůže	13
2.3.2 Svaly	13
2.3.3 Nervy	14
2.3.4 Cévy	15
2.3.5 Kostní tkáň	15
2.4 PROTÉZY	16
2.4.1 Volby protézy	16
2.4.2 Komponenty	17
2.4.2.1 Pahýlové lůžko a objímka	17
2.4.2.2 Vlastní náhrada	17
2.4.2.3 Terminální pomůcka	18
2.4.2.4 Závěsné zařízení	19
2.4.3 Typy protéz	19
2.4.3.1 Kosmetická protéza	20
2.4.3.2 Dělení protéz podle způsobu ovládní	21
2.4.3.3 Zdroje podnětů pro ovládní	21
2.4.3.4 Myoelektrická protéza	21

2.4.3.5 Protézy ovládané spínačem	23
2.4.3.6 Tělem ovládané protézy (tahové)	24
2.4.3.6.1 Předpoklady	24
2.4.3.6.2 Úchopové funkce	24
2.4.3.6.3 Protézování podle úrovně amputace	25
2.4.3.6.4 Ovládací pohyby	25
2.4.3.7 Protézy ovládané vnější silou	25
2.4.3.7.1 Cíle ovládní.....	26
2.4.3.7.2 Možnosti ovládní	26
2.4.3.8 Hybridní protézy	27
2.5 ČÁSTEČNÁ AMPUTACE RUKY	27
2.5.1 Amputace v oblasti ruky	27
2.5.1.1 Amputace prstů	27
2.5.1.1.1 Amputace interfalangeálních článků	28
2.5.1.1.2 Možnosti náhrady konečků prstů	28
2.5.1.2 Amputace paprsků	29
2.5.1.3 Amputace palce	31
2.5.1.3.1 Amputace distálního falangu	31
2.5.1.3.2 Amputace ve střední části falangů	31
2.5.1.3.3 Exartikulace v MP kloubu	31
2.5.1.3.4 Amputace proximální třetiny prvního metakarpu.....	32
2.5.1.4 Funkce ruky a její testování	32
2.6 PROTETICKÉ VYBVENÍ POČÁSTEČNÉ AMPUTACI RUKY	33
2.7 EXARTIKULACE V ZÁPĚSTÍ	34
2.7.1 Amputace v karpu	35
2.7.2 Exartikulace v zápěstí	35
2.8 PROTETICKÉ VYBAVENÍ PO EXARTIKULACI ZÁPĚSTÍ.....	36

2.9	TRANSRADIÁLNÍ AMPUTACE	36
2.10	PROTÉZOVÁNÍ U TRANSRADIÁLNÍCH AMPUTACÍ	37
2.11	EXARTIKULACE V LOKTI	39
2.11.1	Exartikulace v lokti versus dlouhý pažní pahýl	39
2.11.2	Chirurgické provedení	40
2.12	TRANSHUMERÁLNÍ AMPUTACE	40
2.13	PROTÉZOVÁNÍ PO AMPUTACI HUMERU	41
2.14	EXARTIKULACE V RAMENI	42
2.14.1	Modifikovaná exartikulace	42
2.14.2	Pravá exartikulace v rameni	43
2.14.3	Skapulotorakální amputace	43
2.14.4	Změny postury po amputaci ramene	44
2.15	PROTETICKÉ MOŽNOSTI PO EXARTIKULACI RAMENE	44
2.16	TERAPIE A REHABILITACE	46
2.16.1	Předoperační péče	46
2.16.2	Pooperační péče	47
2.16.3	Preprotetická rehabilitace	47
2.16.4	Protetická rehabilitace	50
3	DISKUZE	53
4	ZÁVĚR	56
5	REFREŇNÍ SEZNAM	57
6	PŘÍLOHY	60
7	SEZNAM ZKRATEK	61

1 ÚVOD

Amputace znamená úplné snesení koncové části těla s přerušením skeletu a současným odnětím měkkých tkání bez možnosti rekonstrukce kontinuity. Odstranění periferie v linii kloubu se nazývá exartikulace. Při amputaci nebo exartikulaci končetiny dochází k funkčním a kosmetickým změnám, které je možno dále řešit protetickým ošetřením. Podstatou amputace je eliminace funkčního postižení nebo onemocnění se snahou o alespoň částečný návrat funkce.

Amputace na horní končetině se vyskytují daleko méně než na končetině dolní. Mohou být různé etiologie a dělí se podle lokalizace přerušení celistvosti končetiny. Pacienta musíme připravit na plán, postup a předpokládanou dobu léčby, na případnou bolestivost terapie, dopady v socioekonomické oblasti, na funkční a kosmetický výsledek a současně ho seznámit s možností následného protetického vybavení. Po odstranění části končetiny je důležitá rehabilitace a péče o pahýl, která je následována opatřením protézou nebo nácvikem nových schopností jen za pomoci pahýlu. Vývoj protéz horní končetiny zaznamenal v poslední době velký vývoj. A to hlavně díky technickému pokroku při výrobě hmot, ze kterých jsou protézy sestavovány, a také zlepšením technik úchopu. Protézy se tak funkčně i esteticky přibližují biologické podobě horní končetiny. Toto zvýšení kvality umožňuje snadnější a rychlejší zařazení jak do společnosti, tak i do pracovního poměru.

Cílem této práce je přiblížit způsoby amputace horní končetiny a případné možnosti jejich vybavení protézou. Důraz je kladen na klasifikaci amputací a jejich operační provedení, jak z hlediska obecného, tak i pro jednotlivou amputovanou oblast. Snahou je dále popsat vzhled a funkce jednotlivých částí protézy, různé druhy těchto umělých náhrad a jejich vybavení u jednotlivých úrovní amputace. Významná je také terapie, která v pooperačním období pečuje hlavně o pahýl, který se postupně připravuje na případné oprotézování, a následně se zaměřuje na nácvik ovládnutí protézy.

2 SOUHRN POZNATKŮ

2.1 PŘÍČINY A ETIOLOGIE AMPUTACÍ

Nejčastější příčinou amputací horní končetiny jsou traumata. Mohou být následkem autonehod, pracovních úrazů, explozí, střelných zranění a úrazů v domácnosti. Vyskytují se hlavně u adolescentů a dospělých, u mužů častěji než u žen. Následkem traumatu může dojít k parciální, subtotální nebo totální ztrátě končetiny. „Traumatické amputace jsou často spojeny s tříštivými zlomeninami a rozsáhlým rozdrčením měkkých tkání, které vyžadují zkrácení skeletu a rozsáhlou excizi. (Maňák, Wondrák, 2005, s. 93)“ V současné době počet amputací po traumatech klesá, protože se metody cévní chirurgie a mikrochirurgie zkvalitňují a tak umožňují i záchranu končetiny s poškozením většího rozsahu. Navíc se na rizikových pracovištích zpříšňují bezpečnostní podmínky a zlepšuje se technické vybavení, takto pracující lidé již nejsou vystaveni tak velkému riziku zranění. (Dungl, 2005; Maňák, Wondrák, 2005)

Život zachraňujícím úkonem se amputace stává při infektech u dlouhodobého lokálního procesu nebo u akutní sepse. Dalšími příčinami jsou nádory měkkých tkání nebo kostí, které se vyskytují nejčastěji jako osteosarkom v proximální části humeru, a nekróza (i po popáleninách nebo omrzlinách). Poruchy prokrvení, akutní uzávěr cév nebo periferní vaskulární onemocnění postihují horní končetiny velmi zřídka, vaskulární nedostatečnost se vyskytuje nanejvýš u závažné Raynaudovy nebo Buergerovy nemoci. Tyto stavy postihují pacienty každého věku a mohou mít náhlý nebo pozvolný nástup. (Dungl, 2005; Engstrom, Van de Ven, 1999)

Amputace je indikována i případech, kdy je horní končetina nefunkční nebo brání provádění jiných funkcí (vrozené vady, avulze brachiálního plexu, plegická končetina). Vrozené malformace, jako např. hypoplasie, aplasie, amelie (úplné chybění končetiny) nebo fokomelie (ruka nasedá přímo na ramenní kloub), jsou méně častou indikací. Rozdělují se do dvou skupin – defekty v transversální rovině, kdy chybí distální konec končetiny v různé výši, a defekty v rovině longitudinální, při kterých chybí celý paprsek (např. radius, ulna). Končetiny s defekty v transversální rovině jsou dobře protézovatelné. „Na horní končetině bývá na vrcholu vtažená pokožka, někdy v ní i jedna nebo více hráškovitých brdčček (rudimentů prstů). U krátkého předloketního pahýlu bývá patrná distálně od loketní jamky příčná kožní řasa, která se při aktivní flexi v loketním kloubu prohloubí a proximálně se měkké části vyklenou (někdy překážka dobrého ulpívání předloketní protézy). (Hadraba,

2006, s. 17)“ U mikromelií, pravidelného zmenšení všech částí končetiny, je protetické řešení velmi obtížné. Embryonální diferenciacie končetin připadá na 5. až 8. týden těhotenství, proto je toto období nejrizikovější pro vznik vývojových vad. Etiologie malformací není zcela jasná, pravděpodobnými ovlivňujícími faktory je vystavení chemickým látkám nebo drogám, postavení plodu, endokrinní poruchy, expozice záření, imunitní reakce, infekce, genové a chromozomální poruchy. Běžným řešením u takto postižených dětí je protézování. Po skončení období růstu je někdy nezbytný i chirurgický zákrok, upravující končetinu pro efektivnější použití protézy. (Lusardi, Nielsen, 2007; Dungl, 2005)

2.2 KLASIFIKACE AMPUTACÍ

2.2.1 Dělení podle příčin

Podle příčin, vedoucích k odstranění končetiny, můžeme amputace rozdělit do tří skupin – primární, sekundární a odložené. Primární amputace jsou takové, kdy trauma vedlo k oddělení končetiny. Sekundární amputace je indikována případně, dojde-li ke stavu, který ohrožuje pacienta (např. nekróza), nebo když konzervativními postupy není možné končetinu zachránit. Při polytraumatech se nejdříve zajišťují základní životní funkce, amputace se provádí až po stabilizaci stavu pacienta. Tyto amputace se nazývají odložené. Při amputacích může dojít k reamputaci - úpravě pahýlu, včetně pahýlu kostního. Zákrok na měkkých částech pahýlu je označován jako plastika pahýlu. (Maňák, Wondrák, 2005)

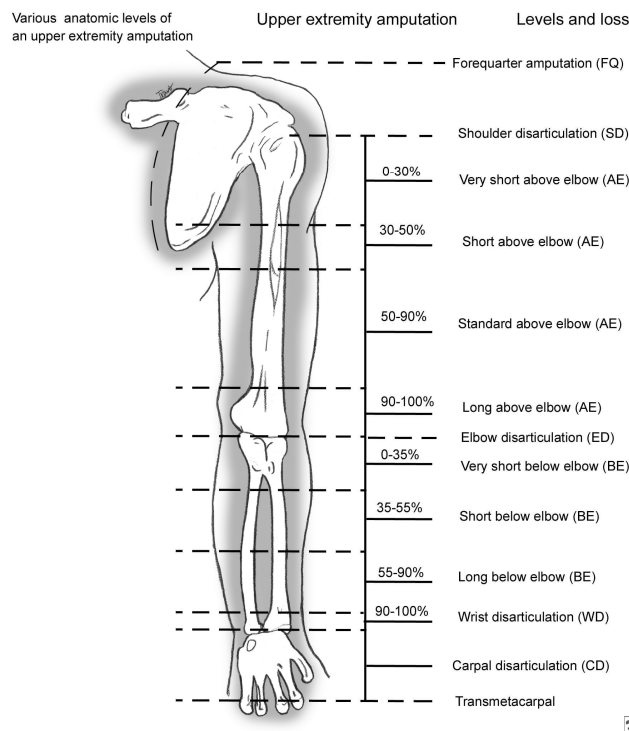
2.2.2 Dělení podle výše amputace

Jak již bylo uvedeno, amputace mohou být provedeny buďto v kloubu – exartikulace nebo v průběhu dlouhých kostí. Amputace jsou obvykle nazývány podle kloubu nebo kosti, která je přerušena. Nejdistančnější je odnětí falangů, částečná amputace ruky nebo transkarpální přerušování končetiny. Oddělení karpálních kostí od radia a ulny se označují jako exartikulace v zápěstí, protětí radia a ulny jako transradiální amputace a odstranění předloketních kostí pouze se zachováním humeru jako exartikulace v lokti. Je-li ponecháno více jak 30% pažní kosti, pak jde o amputaci transhumerální. Odnětí celé horní končetiny v glenohumerálním kloubu se popisuje jako exartikulace v rameni. V rehabilitační a protetické praxi se nejčastěji

vyskytují amputace transradiální a transhumerální, které činí téměř 80% všech amputací. (Lusardi, Nielsen, 2007)

Obr. 1 Klasifikace amputací podle úrovně jejich provedení.

(Převzato z <<http://www.emedicine.com/pmr/images/305143-317234-375.jpg>>)

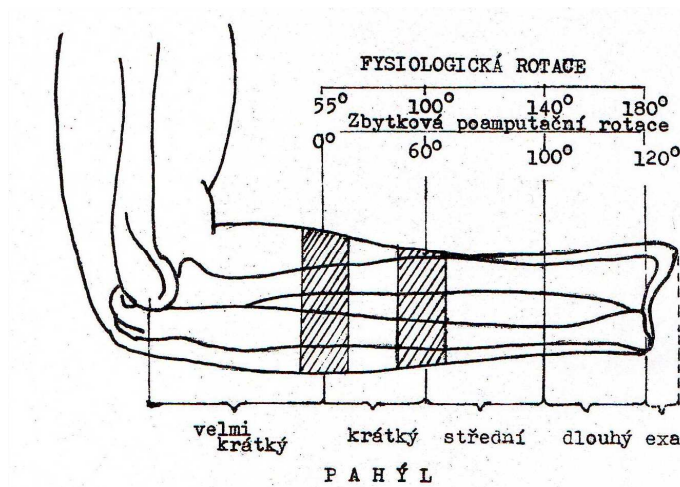


2.2.2.1 Rozhodnutí o výši amputace

V umístění výše amputace hraje roli rozsah postižení končetiny a stav tkání. „Skelet musí být přerušen v takové výši, aby byl zachován dostatečný kryt měkkých tkání a naopak. (Dungl, 2005, s.169)“ Dále má význam rozsah poškození kožního krytu, co největší možnost cévního a nervového zásobení a v neposlední řadě případná možnost optimálního oprotézování končetiny. Ve většině případů se operující lékař předem konzultuje s protetikem. Musí se zvážit vhodná délka ramene páky končetiny a také potřeba prostoru pro komponenty protéz. Cílem je vytvořit nejlepší podmínky pro rychlý návrat mobility a funkce.

Pro pacienty s částečnou amputací ruky má rozsah pohybu prstů a stav kostí značný význam pro volbu možné protetické pomůcky a přítomnost nebo absence palce určuje způsob jejího uchycení. Výše provedení transradiální amputace ovlivňuje míru funkční flexe v loketním kloubu a také pronaci a supinaci předloktí, které zůstávají nezávislé na protetickém zákroku. Přirozený anatomický pohyb do pronace a supinace zajišťuje vazivové skloubení mezi radiem a ulnou v průběhu celé délky kostí. Čím je úroveň amputace proximálněji, tím se schopnost provedení pronačních a supinačních pohybů značně snižuje. Je-li předloketní pahýl příliš krátký, pohyby v transverzální rovině jsou ztraceny a dosažení aktivní funkční rotace předloktí při používání protézy je obtížné (viz obr. 2). Proto se amputace v této výši nedoporučuje a příliš se neprovádí. Exartikulace v loketním kloubu přináší malý funkční užitek, protože délka končetiny ohraničuje možnost umístění loketní jednotky uvnitř protézy, na které by musela být provedena změna k funkčnímu zlepšení pákového zařízení. (Dungl, 2005; Lusardi, Nielsen, 2007)

Obr. 2 Možnosti provedení rotací při různé délce předloketního pahýlu (Hadraba, 1987, s. 20)



2.2.3 Dělení podle provedení

Základní dělení amputací podle provedení je na otevřené a zavřené. U otevřených není rána po amputaci primárně uzavřená. Důvodem bývá přítomnost infektu. Je nutné eliminovat bakteriémiu a vytvořit vhodnější stav rány a jejího okolí k provedení další operace.

Podle způsobu provedení dále amputace klasifikujeme jako gilotinové (cirkulární) a lalokové. U gilotinové se cirkulárně přerušuje kůže a svaly, podvazují se cévy a ošetřují nervy. Po retrakci svalů nastává přerušení skeletu a následuje náplast'ová kožní trakce. Tento způsob byl často využíván ve válečné chirurgii. Standardním výkonem jsou lalokové amputace. „V současnosti je doporučována technika invertovaných kožních laloků, které jsou založeny poněkud delší, poté jsou překlopeny (invertovány) a dočasně přešity přeloženou plochou k sobě. (Dungl a kol, 2005, s.166)“ Pahýl je pak kryt náplast'ovou kožní trakcí a asi po 2 týdnech je možné uvolnění laloků a primární sešití. Při tomto způsobu provedení musí být vhodně zvoleno umístění laloků, protože ty pak musí umožnit dostatečné krytí skeletu. Motorika pahýlu je zachována díky provedení myoplastiky nebo myodézy. (Dungl, 2005; Baccarani, 2007)

2.3 PROVEDENÍ AMPUTACE

Amputace musí být provedena tak, aby umožnila co nejlepší hojení a vznik nebolestivého a fyziologického pahýlu.

2.3.1 Kůže

V rámci kožního krytu je důležité umístění incize, aby následná jizva nebyla adherentní a bolestivá a umožnila tak co nejlepší protetické vybavení. Probíhá-li hojení bez komplikací, je výsledná jizva necitlivá, ohebná, pohyblivá a odolná. Sešití kožních laloků musí být přesné, nesmí tvořit nadbytek nebo napětí na kůži. Jizva by neměla ležet v místě kostních výstupků. Zvýšená péče se věnuje oddělení kůže od hlouběji ležících tkání.

2.3.2 Svaly

Svaly tvoří převážnou část měkkých tkání pahýlu. Maximální zachování funkčních svalů poskytuje vytvoření pahýlu efektivní velikosti, síly, tvaru, se zajištěním dostatečné metabolické výměny, cirkulace a propriocepce. Vlastní funkce svalu závisí na jeho anatomickém začátku a úponu. Bez pevného uchycení, díky jemuž se sval účinně kontrahuje,

vzniká oslabení a vyvíjí se svalová atrofie. Proto je při amputačním chirurgickém zákroku prvotním cílem stabilizace distálních svalů. Existují čtyři techniky, které umožňují manipulaci se svaly a jejich upevnění během operačního výkonu. Jsou jimi: myofasciální uzávěr, myoplastika, myodéza a tenodéza.

Při provedení první techniky se kost s přeřatými svaly uzavírají na povrchu svalů vnějším fasciálním obalem. Myofasciální uzávěr poskytuje jen minimální zpevnění pouze pro svaly nejvíce na povrchu a neumožňuje tak dostatečné distální spojení svalové tkáně s kostí. Tento způsob se využívá primárně v případě, kdy závažná ischemie brání efektivní fixaci koncových svalů.

Myoplastika se provádí u většiny diafyzálních amputací. Svalové laloky jsou přeneseny přes konec kosti a přišity k antagonistické skupině svalů. Spojení může pracovat antagonisticky jako smyčka, klouzající vpřed a vzad přes distální konec kosti, čímž ovšem může vzniknout burza a způsobovat bolesti. Tento problém lze zjistit fyzikálním vyšetřením – krepitace doprovázející pohyb jsou na povrchu kosti palpovatelné. Kvůli četnosti těchto komplikací není prostá myoplastika obvykle doporučována, avšak v kombinaci s myodézou je účinným způsobem svalového upevnění.

Myodéza spočívá v přímém spojení svalové skupiny k periostu. Ke kosti se připojují nejhloběji uložené svaly, povrchněji ležící se navzájem sešívají stejně jako u myoplastiky. Povrch tohoto útvaru je uzavřen myofasciálním obalem.

Tenodéza je nejefektivnější a nejvíce fyziologickou možností upevnění svalů. Zahrnuje pevné distální spojení šlachy a kosti. Její aplikace je možná, jen když je šlacha intaktní a svalové břicho není protnuté. Tato technika se nejvíce užívá při exartikulacích. (Dungl, 2005)

2.3.3 Nervy

Úprava přerušného nervu zůstává sporným hlediskem amputační chirurgie. Volný konec rozděleného nervu při svém hojení vytváří neurom. Tento útvar, tvořený jizevnatou a nervovou tkání, se při tlaku nebo tahu stává bolestivým. Dokonce i v klidu mohou na konci nervu vznikat elektrické potenciály a způsobovat tak místní senzitivní a motorické fenomény, které jsou nepříjemné a bolestivé. Existuje množství technik snižujících tvorbu neuromu, ale

žádná nebyla shledána zcela úspěšnou. Metody zahrnují leptání konce nervu chemickými látkami nebo pálení pomocí tepla, zavedení nervu do kosti nebo jeho uzavření neprostupným materiálem. Dalším možným postupem je přišití přerušenoého nervu k jinému nervu nebo k sobě samému. Avšak žádná z technik výrazně neprokázala snížení fenoménů neuromu. Proto se ve většině případů provádí pouze prosté oddělení nervu a nervový pahýl se nechá zatáhnout zpět do okolních měkkých tkání, mimo oblast jizvy a tlaku.

2.3.4 Cévy

Nejdůležitějším chirurgickým zákrokem při amputování je zástava krvácení a úprava cév. Větší arterie a vény se oddělí a podvážou, standardně se provádí dvojitý podvaz. Termokoagulace se využívá pouze na malá krvácející místa. Krvácení z přerušenoé kosti lze zastavit pouhým stlačením.

Dobré krevní zásobení distálních tkání a rány usnadňuje hojení. V místě amputace bývá umístěn drén. Vytvoření hematomu je komplikací, která je později indikována ke znovuotevření pahýlu, což může vést ke vzniku infekce nebo prodloužení hojení.

2.3.5 Kostní tkáň

Síly procházející mezi protézou, pahýlem a zbytkem těla jsou z velké části přenášeny přes zachovanou kost pahýlu. Proto je nutná zvýšená pozornost při zákroku na kosti v průběhu amputace, při kterém dochází k zarovnání nerovností. Takto ošetřená kost je zásadní pro bezbolestný průběh hojení. Před protětím kosti a úpravou jejího tvaru by měla být brána v úvahu možnost následného protetického vybavení končetiny s ohledem na výši amputace. Vhodný zásah eliminuje možný vznik míst se zvýšeným tlakem pahýlu do protetického lůžka. V oblasti ruky se nevyskytují žádná ostrá zakončení, proto se při zákrocích v této oblasti vyvíjí největší snaha přiblížit se přirozené funkci ruky. Po amputaci se konec kosti uzavře pomocí „čepičky“ z periostu, který se přetáhne přes konec kostního pahýlu a sešije. (Lusardi, Nielsen, 2007; Dungal, 2005)

2.4 PROTÉZY

Protézy nahrazují chybějící část těla, nejsou však schopny plné funkční náhrady. Zachované struktury končetiny se využívají k ovládní protézy, její manipulaci a úchopu. Při jejich navrhování a konstrukci je však snaha co nejvíce se přiblížit normální končetině z hlediska kosmetického i funkčního. Protézy musí být pohodlné, lehké, snadno nasazovatelné a snímatelné, odolné, kosmeticky přijatelné a snadné na údržbu. Používání protézy závisí na mechanickém sestavení a hlavně na motivaci pacienta. Při výběru protézy je důležité vzít v úvahu výši amputace, konturu pahýlu, očekávanou funkci protézy a její kosmetický význam, kognitivní funkce pacienta, jeho povolání a zájmy.

Ačkoli ztráta horní končetiny omezuje pacienty v mnoha činnostech, velké množství aktivit lze vykonávat s použitím jedné ruky. Někteří postižení jedinci s unilaterální amputací totiž protézu nepoužívají, našli si způsoby, jak určité činnosti zvládat, a tím se vyhnuli problémům s protetickým vybavením. (Hadraba, 2006)

2.4.1 Volba protézy horní končetiny

Předpis protézy je založen na ohodnocení, které by mělo zahrnovat fyzikální vyšetření a zvážení psychologických a psychosociálních vyhlídek. Musí se vzít v úvahu možnost zapojení jedince do společnosti, kvalita rodinného zázemí, pracovní a mimopracovní okolnosti. Všechny tyto body ovlivňují funkční výsledek. Pro dosažení optimálních výsledků je podstatné zahrnout všechny zájmy pacienta do protetické strategie a nezaměřovat se pouze na základní aktivity.

Při vytváření návrhu protézy se musí zohlednit délka, tvar a zakončení pahýlu. Terminální část je důležitá pro výrobu pohodlného a dobře sedícího lůžka, tvar a délka mají svůj význam pro upevnění a správnou funkci protézy. Pro amputované je velmi důležité, aby se protéza co nejméně odlišovala od zdravé končetiny. Vzhled protézy závisí na zvoleném typu a materiálu. Aby měly obě končetiny stejnou délku, provádí se měření zdravé horní končetiny a podle získaných hodnot se konstruuje končetina náhradní. Na paži se měří vzdálenost akromion - laterální epikondyl a na předloktí délka od tohoto epikondylu po špičku palce. U amputací transradiálních a transhumerálních se měření provádí od proximální prominence na předloktí nebo paži ke konci kosti amputované končetiny. (Hadraba, 1987; Carroll, Edelstein, 2006)

2.4.2 Komponenty

Protézy se skládají ze čtyř částí – pahýlového lůžka nebo objímky, vlastní náhrady amputované části končetiny, terminální pomůcky, závěsného a ovládacího zařízení. Jednotlivé části slouží k náhradě ztracené funkce určité části končetiny. Ramenní mechanismus je umístěn proximálně a umožňuje orientaci humeru v prostoru při exartikulaci ramene a při amputaci na úrovni skapulothorakálního spojení. Humeroulnární skloubení je nahrazeno loketním mechanismem. Komponenty s rotační funkcí na předloktí nahrazují pronaci a supinaci, při amputaci nad loktem substituují vnitřní a vnější rotaci v rameni. (Hadraba, 1987)

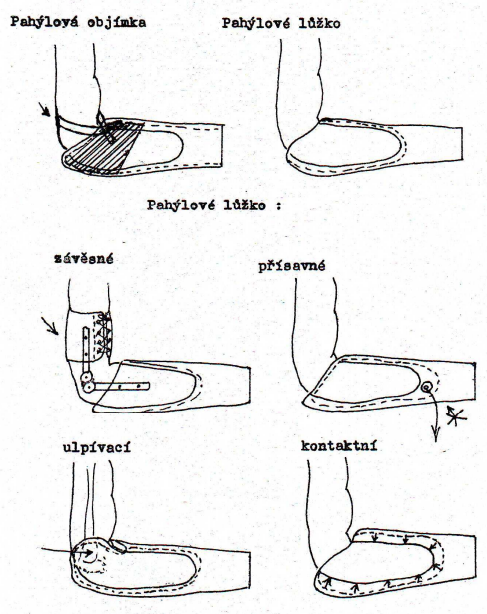
2.4.2.1 Pahýlové lůžko a objímka

Pahýlové lůžko a objímka jsou komponenty, které umožňují zachycení pahýlu a navázání protézy na tělo nositele protézy. Objímka obklopuje pouze stěny pahýlu bez jeho vrcholu a umožňuje zavěšení protézy. Pahýlové lůžko obepíná pahýl a tím více využívá opěrných bodů a nosných ploch. I z hlediska krevního oběhu je jeho použití výhodnější. Lůžko může být na pahýlu zachyceno závěsným, přísavným, ulpívajícím nebo kontaktním způsobem. Závěsné zařízení se po amputacích na horní končetině využívá u předloketních protéz. Přísný způsob využívá malé dutiny pod vrcholem pahýlu, ve kterém je jednocestný ventil. Ten při zatlačení pahýlu do lůžka umožní uniknutí zde přítomného vzduchu pryč z lůžka, takže vzniklým podtlakem se pahýl a lůžko navzájem přisají. Další možností zachycení pahýlu je jeho ulpívání na svalech nebo na nadkloubních prominujících výběžcích. Při kontaktním upevnění se využívá přesného vytvarování lůžka podle pahýlu. Lůžko je tak přizpůsobeno skupinám svalů, jejichž napětí udržuje pahýlové lůžko. Pahýlovou objímku a všechny možnosti zachycení lůžek znázorňuje obr. 3. (Hadraba, 1987)

2.4.2.2 Vlastní náhrada

Vlastní náhrada ztracené části končetiny navazuje na objímku nebo lůžko a distálně pokračuje terminální částí. Může obsahovat umělé klouby a zařízení k jejich ovládní. U protéz s centrální nosností je složena z centrální trubky nebo tyče, které bývají přerušené klouby. „U protéz s periferní nosností je dána laminátovými skořepinami jednotlivých dílců jednotlivých dílců nebo dřevěnými či usňovými dílci. (Hadraba, 1987, s. 15)“

Obr. 3 Pahýlová objímka a typy pahýlových lůžek (Hadraba, 1987, s. 15)



2.4.2.3 Terminální pomůcka

Terminální pomůcka je koncová část protézy a svým tvarem a pohybem provádí určitou funkci. Koncovou komponentou protéz horní končetiny je mechanická ruka nebo pracovní nástavec. Mohou být buď zcela nehybné, nastavitelné pomocí zdravé končetiny nebo se dají pasivně a aktivně ovládat. Aktivně může pacient ovládat protézu vlastní silou, kdy se účelnými pohyby částí těla přenáší pohyb pomocí lanek na terminální pomůcku nebo určitý kloub. Další možností aktivního řízení je využití zevní síly, která ovládá motorek nebo jiná zařízení, která následně protézou pohybují (viz dále). Existují dva systémy, které provádí funkci dané terminální části. První systém udržuje ruku v klidovém stavu zavřenou a pomocí lanek ji otevírá. U druhého systému je tomu naopak – při nečinnosti je ruka otevřená a při akci se zavírá. Nejběžnější koncovou pomůckou je podélně rozdělený hák, sloužící pouze k účelům funkčním, nikoli kosmetickým. Skládá se ze dvou čelistí - z jedné statické a druhé pohyblivé (viz obr. 4). Kompromisem mezi požadavky na estetický vzhled a funkční možnosti splňuje mechanická ruka, u níž jsou tahovým zařízením zvláště ovládány prsty a palec. Manipulace je však složitější než u zmiňovaného háku, úchop je slabší a vzhledem k její objemnosti je provádění jemné motoriky obtížné. Ke konání speciálních činností existují terminální části. Jsou jak pasivní – kladivo, držák na nářadí, tak aktivní – kleště, pinzety, ... (Engstrom, Van de Ven, 1999; Hadraba 1987)

Obr. 4 Terminální pomůcka – podélně rozdělený hák. (Převzato z <<http://www.blatchford.cz/horni4.jpg>>)



2.4.2.4 Závěsné zařízení

Závěsné zařízení zajišťuje správné funkční postavení a zamezuje sklouznutí protézy. K tomu je využito objímek, pásů nebo pásek, které v místě anatomického zúžení nad kostním nebo kloubním rozšířením využívají nosných ploch k upevnění protézy. U přísavných nebo ulpívajících lůžek mohou tato zařízení chybět. Aby protéza plnila co nejlépe svou funkci, musí být závěsné a ovládací zařízení na sobě naprosto nezávislé. (Hadraba, 1987)

2.4.3 Typy protéz

Existují různé druhy protéz, které se liší svou funkcí, vzhledem, stavbou a ovládním. Podle funkčního významu rozlišujeme protézy aktivní a pasivní, podle uložení ovládacího zařízení protézy endoskeletální a exoskeletální, podle způsobu ovládní protézy ovládané vnější silou nebo protézy ovládané tělem (tahové).

Nejjednodušší klasifikací protéz horní končetiny je podle funkčního významu na pasivní a aktivní. U prvně jmenovaných je jejich cílem jen vzhled co nejpodobnější normální končetině. Tyto náhrady jsou většinou rigidní nebo lze jejich polohu nastavit pomocí druhé končetiny (kosmetické protézy). Aktivní protézy mohou pohybovat umělými klouby, kdy zdrojem informací a síly bývá pohyb těla (tahové protézy) nebo je zdrojem energie kontrakce svalů pažerky (myoelektrické protézy). Viz Tabulka 1 v Příloze. (Kelly, 2007)

Další možnost dělení je podle umístění ovládacích prvků. Jedná se o protézy endoskeletální, vyrobené z lehkého kovu a potažené měkkou hmotou. Využívají stavebnicový princip, kdy jsou rozměry různých částí nastavitelné. Tento princip poskytuje jednoduché a rychlé zacházení. Umožňuje také častější a snadnější změnu nastavení a výměnu objímky

bez poškození protézy. Ohebný pěnový povrch zajišťuje vylepšení vzhledu. Obzvláště u dětí (kvůli jejich růstu) jsou výhodná snímatelná a nastavitelná zařízení. Endoskeletální protézy jsou spíše kosmetické, ale nejsou tak odolné jako exoskeletální. Tento typ je vyrobený ze dřeva nebo pevného polyuretanu, krytý odolným plastovým laminováním. (May, 2002)

2.4.3.1 Kosmetické protézy

Řadí se do skupiny pasivních protéz. Jsou nejjednodušším a nejlehčím typem a nevyžadují žádné ovládací systémy. Poskytuje nejlepší kosmetickou náhradu, ale velmi malý funkční přínos. Z materiálů se preferuje použití silikonu, protože je přizpůsobivý, odolný a lidská kůže ho dobře snáší. Pro dosažení nejoptimálnější podobnosti s druhou končetinou bývá kosmetická protéza opatřena též nehty a chlupy. Nehty se vyrábí buď z měkčího a ohebnějšího silikonu nebo z tvrdého akrylového materiálu. Použití akrylových nehtů je výhodnější – umožňují realističtější vzhled, postižený si může vybrat z nehtů různých tvarů, délek a barev a lze na ně použít i běžně dostupný lak na nehty. Tento typ se aplikuje hlavně na protézy prstů a na náhrady po částečných nebo úplných ztrátách ruky. Vzhled protézy lze zdokonalit opatřením ochlupení. Používají se syntetické nebo lidské chlupy. Je také možné je na povrch protézy namalovat. Celkový estetický dojem kosmetické protézy ještě doplňuje imitace žil, vrásek a kožních záhybů na silikonovém povrchu. (May, 2002)

Kosmetická protéza určená pro amputaci na transradiální úrovni se skládá z rukavice vyplněné pěnovou hmotou (molitanem), z prstů, které jsou vyztuženy dráty a jsou upevněny do podpůrného lůžka. Vhodná je taktéž individuálně vyrobená silikonová ruka, která je kosmeticky dokonalá, ale pro praktické užívání není dostatečně pevná. Pro vyšší amputace je potřeba nahradit i loketní kloub, proto se tyto protézy opatřují endoskeletálním systémem. Ten se skládá ze stejného typu náhrady ruky připojené k předloktí, sestrojeného z molitanem potaženého válce, a z koncové části paže s loketním kloubem, kterým lze pohybovat pomocí druhé končetiny. K horní části protézy je připojena objímka. Postižený by měl sám zvládnout protézu nasadit a upevnit.

Funkční schopnosti kosmetické protézy jsou sice omezené, ale i přesto pomáhá postiženému konat různé činnosti. Používání horní končetiny zahrnuje manipulační aktivity jako např. uchopování, tlačení, táhnutí, stejně jako balanci, oporu, stabilizaci, propiocepci a komunikaci. Většina pacientů využívá celého povrchu protézy, nejen její koncové zařízení.

Předloktí jim slouží k přidržení a přenášení předmětů, při vstávání ze židle se mohou zapřít o protetický loket. (Passero, Doolan, 2004)

Při náhradě ztráty celé končetiny nebo jen její malé části nelze předpovídat, jak se s tímto stavem postižený vyrovná, a nelze hned určit, jaká protéza bude nejlépe splňovat jeho potřeby. Zřejmě nejlepším způsobem je ze začátku vybavit pacienta protézou, která co nejvíce napodobuje přirozený vzhled končetiny. To je především pro horní končetinu důležité, protože se nedá skrýt tak snadno jako končetina dolní. Při používání protézy na veřejnosti umožňuje pacientovi její přirozený vzhled, aby se necítil odlišný od ostatních a mohl se lépe začlenit. Jakmile proběhlou změnu na svém těle přijme, stane se pro něj protéza s nápadnějším terminálním zakončením (např. hákem) více přijatelná. (May, 2002)

2.4.3.2 Dělení protéz podle způsobu ovládnání

Funkční protézy můžeme podle způsobu ovládnání rozdělit do dvou kategorií. Jsou to protézy ovládané tělem, využívající systém lanek, anebo ovládané zevní silou, které jsou řízené za pomoci elektrického proudu. Elektricky poháněné protézy jsou buďto myoelektrické nebo s řízeným spínáním (switch-controlled). (Lusardi, Nielsen, 2007)

2.4.3.3 Zdroje podnětů pro ovládnání

Lidské tělo vytváří různé signály, které slouží k ovládnání protézy. Podněty ze svalů mohou být buď přímé anebo nepřímé. Nepřímo působí přes klouby nebo cestou signálů vznikajících při svalové kontrakci (např. pomocí myoelektrických potenciálů, myoakusticky, změnou objemu svalu a napětí šlachy,...). Nejčastější možnosti jsou rozděleny na dva typy ovládnání – biomechanické a bioelektrické. Biomechanické zdroje se s dobrými výsledky používají u tělem ovládaných protéz. Pohyb se uskutečňuje pomocí lanek, které zároveň poskytují zpětnou vazbu o poloze, rychlosti a síle. (Childress, Weir, 2004)

2.4.3.4 Myoelektrické protézy

Myoelektrické protézy existují od 40. let 20. století, kdy byl v Německu vytvořen první myoelektricky řízený systém. Využívání tohoto typu umělé náhrady horní končetiny

během posledních dvou desetiletí radikálně vzrostlo. Protézy fungují na základě detekce elektrických signálů z kontrahujících se svalů pažy při provádění volných pohybů. Elektrické impulzy se zachytí pomocí povrchových elektrod a jsou zpracovány pro aktivaci spínače nebo ovladače síly motoru, který za chodu řídí protetický systém (např. pohyb lokte). Elektrody musí být příznivé pro tkáň a kůži, protože jsou používány dlouhodobě a v průběhu celého dne. Z toho důvodu jsou povrchové elektrody v současné době jedinou možnou volbou při detekci potenciálu. Proto nejsou vhodné elektrody jehlové nebo telemetrické implantáty. Stejně jako u ostatních elektrod se musí snižovat elektrický odpor kůže. V tomto případě se nepoužívá gel (jako např. při snímání EEG), ale vhodným elektrolytem, který zlepší vedení proudu, je samotný pot pacienta. Při aplikaci myoelektrické protézy se musí také dbát na snížení vlivu okolních elektrických signálů, které mohou eventuelně fungovat nechtěným způsobem. Rušivé vlivy mohou být eliminovány správným uložením elektrod a vytvořením dobrého elektrického okruhu, který rozeznává různá zesílení a filtruje je. (Childress, Weir, 2004)

Myoelektrický signál vzniká časovou a prostorovou sumací asynchronního pálení jednotlivých motorických jednotek svalu a je výsledkem elektrické interference, vznikající depolarizací tisíců svalových vláken, které jsou aktivovány motoneurony.

Myoelektrické protézy fungují normálně jedině, když jsou všechny elektrody řádně připevněny na těle a měly by zůstat v kontaktu i během používání protézy. Jestliže se elektrody uvolní a ztratí kontakt s povrchem těla, nemůže být protéza řádně ovládána. Z toho důvodu se vyrábějí diagnostické protézy s průhlednou plastovou objímkou, která umožňuje sledovat elektrody v průběhu užívání protézy v různých pozicích a s různým zatížením. Objímka by měla být sestrojena tak, aby při jakémkoli pohybu, rychlosti, poloze a zátěži udržovala kontakt s kůží. (Kampas, 2001)

Energie není motoru dodávána elektrickými vlastnostmi svalu, ale prostřednictvím napětí nebo proudu z baterie. Myoelektrický signál je použit jen pro účely ovládání protézy. Existují různé typy myoelektrických ovládacích systémů. „Dual-site system“ má oddělené elektrody pro párové aktivity protézy (flexe/extenze, supinace/pronace), pohyby jsou více fyziologické a ovládání je snadnější. „Single-site system“ využívá jednu elektrodu k ovládání obou párových pohybů. Podle síly svalové kontrakce dojde k vykonání určitého pohybu (např. velká síla působí flexi, malá extenzi). Další typ se vyskytuje u protéz, které mají více

funkčních komponent. Zde jedna elektroda ovlivňuje více funkcí (např. pohyb v lokti a úchop), čehož je dosaženo krátkou ko-kontrakcí svalů. (Kelly, 2007)

Myoelektrické protézy se používají zvláště u transradiálních amputací. Když jedinec myslí na provedení pohybu chybějící části končetiny, aktivují se zachované svaly pažy. Proto je možné spojit původní extenzory prstů s otevíráním protetické ruky pomocí elektrod, umístěných na kůži v blízkosti těchto svalů (např. při musculus extensor digitorum). Totéž je možné provést u flexorové skupiny svalů, které budou řídit uzavírání ruky. Jedinec s transradiální amputací je navíc informován z proprioreceptorů loketního kloubu o poloze pažy, o rychlosti pohybu a o působení vnějších sil. Tudíž je většina pohybů a funkcí prováděna přirozeně, a proto je transradiální myoelektrická protéza dobře ovladatelná. (Kampas, 2001; Childress, Weir, 2004)

V současné době existuje mnoho zařízení, která vylepšují funkci myoelektrických protéz. „K dispozici jsou jak dlaně pro dospělé klienty, tak i pro děti, zde je dokonce na trhu i nový, pro dítě vhodný typ v nejmenší velikosti s rotačně opozičním palcem, umožňujícím větší prstový i dlanový úchop, než je u této velikosti zvykem. (Hadraba, 2006, s. 61)“ Dostupné jsou i speciální pracovní nástavce, které mají na koncích uchopovacích čelistí malé kleště pro pinzetový úchop, a také protézy dílce umožňující rotaci zápěstí a dlaně. Pro používání těchto protéz je potřebné zkoušení na trenažéru a nezbytný odborný zcvik. (Hadraba, 2006; Childress, Weir, 2004)

2.4.3.5 Protézy ovládané spínačem

Tyto protézy jsou vybaveny malými spínači, které obsluhují elektrický motor. Spínače bývají uzavřeny uvnitř objímky nebo jsou zabudovány do závěsného zařízení protézy. Spouští se pohybem zachované části prstu nebo kostního výstupku proti spínači nebo mohou být aktivovány tahem závěsného aparátu, podobně jako u tělem ovládaných protéz. Tento typ náhrady se využívá v případech, kdy není možné použít myoelektrickou protézu nebo když ji pacient není schopen ovládat. (Berbrayer, Farraday, 1994)

2.4.3.6 Tělem ovládané protézy (tahové)

Tahové protézy patří k nejdolnějším, jsou lehké, snadno udržovatelné a mají vysokou úroveň senzorické zpětné vazby. Jejich vzhled však není tak estetický jako u protéz myoelektrických. Ovládání je zprostředkováno pohybem jiné části těla, nejčastěji paže, ramene, hrudníku nebo zad. Pohyb je přenesen lankem na terminální zařízení protézy. Lanko může ovládat jednu protetickou součást (Bowden system) nebo řídit provedení dvou funkcí (např. flexi lokte a po jeho uzamčení ve flektované poloze aktivuje koncovou část protézy). Tahové protézy však zatěžují nepostiženou stranu pacienta, který musí k vytvoření dostatečné síly vykonat značné úsilí a pohyb v nefyziologických vzorcích, aby mohl ovládat jednotlivé komponenty protézy. Obtížný je též zácvik pro její používání. Navzdory těmto nevýhodám a rozvoji dnešní technologie jsou efektivním a často užívaným typem. (Kelly, 2007)

2.4.3.6.1 Předpoklady

Pro používání tahové protézy je nutné, aby pacient zvládl vyvinout dostatečnou sílu v rameni a okolí, aby mohl pracovat s terminální pomůckou a loketním kloubem. Důležitý je také rozsah v kloubu, aby se protéza a její komponenty mohly pohybovat v plném funkčním rozsahu. (Fryer, Stark, Michael, 2004)

2.4.3.6.2 Úchopové funkce

Pasivní koncové části umožňují provádět mnoho činností pomocí velkého množství vyměnitelných nástrojů, které se upevňují do pracovního nástavce. Aktivní koncové části zajišťují úchopovou funkci. Volně se otevírající koncová zařízení jsou při nečinnosti zavřená a při tahu ovládacího lanka se otvírá. K uchopení předmětu dochází při zmenšení síly, která táhne za lanko, a předmět je pak sevřen mezi prsty umělé ruky nebo částmi nástroje v pracovním nástavci. Předmět je pak držen pasivně. Tahem za ovládací lanko dojde k opětovnému povolení stisku. U volně se zavírajících částí je tomu naopak - v klidu je ruka otevřená, zavírá se tahem za lanko. Úchop je u těchto dvou ovládacích systémů regulován množstvím síly, kterou musí pacient působit na ovládací lanko. (Fryer, Stark, Michael, 2004)

2.4.3.6.3 Protézování podle úrovně amputace

Tahové protézy jsou velmi účinné u transradiálních amputací. Přípojný bod tahového zařízení je daleko od osy otáčení, kterým je ramenní kloub, a to poskytuje mechanické výhody. Je-li horní končetina amputována nad úrovní lokte, lanko je na protéze připevněno blíže ose otáčení, což omezuje sílu a rozsah pohybu. Čím výše je úroveň amputace, tím je provedení pohybu protézy těžší. Exartikulace v ramenním kloubu neumožňuje vytvoření dostatečných podmínek pro ovládání tahové protézy, proto je u těchto stavů indikována protéza s elektrickým systémem nebo protéza hybridní, která kombinuje tahové a elektrické komponenty. (Carroll, Edelstein, 2006)

2.4.3.6.4 Ovládací pohyby

Jak již bylo řečeno, tahové protézy jsou ovládány konkrétními pohyby těla. Ty můžeme rozdělit na primární, které aktivují loketní kloub a terminální zařízení (např. flexe v ramenním kloubu), a na sekundární, ovládající uzamykání lokte (extenze ramene). Flexe v glenohumerálním kloubu umožňuje vyvinutí velké síly k aktivaci koncové pomůcky nebo flexe/extenze v lokti. Tento pohyb je vhodný hlavně pro aktivity mimo střední čáru. Abdukce obou lopatek řídí terminální pomůcku při statické práci vyžadující malou sílu. Nejvhodnější je k provádění jemné motoriky kolem střední čary nebo blízko těla pacienta. Glenohumerální extenze nebo abdukce u transhumerálních amputací uzamyká nebo odemyká loketní kloub. (Carroll, Edelstein, 2006; Kelly, 2007)

2.4.3.7 Protézy ovládané vnější silou

Elektrické protézy mohou působit proximálněji a umožňují větší úchopovou sílu. Bývají ale těžší než ostatní náhrady končetin. K zacházení s těmito protézami se využívají pacientem ovládané baterie nebo motoriky. V porovnání s tahovými protézami poskytují menší zpětnou vazbu a jsou více náročné na zacházení. Vyžadují přítomnost ovládacího systému – myoelektrického nebo spínačového. (Childress, Weir, 2004)

2.4.3.7.1 Cíle ovládání

Ovládání protézy by mělo být podvědomé nebo by mělo docházet k minimálnímu psychickému zatížení. Způsob provedení pohybu nesmí příliš zaměstnávat pacientovu pozornost a myšlení a pohyb by měl být vykonáván téměř jako na zdravé končetině. Během používání protézy musí být amputovaný schopen myslet i na jiné věci. To vyžaduje dostatečnou úroveň propioceptivní a sensorické zpětné vazby. Dalším požadavkem je, aby bylo učení se ovládání protézy snadné. Postižení se musí naučit ovládat protézu co nejrychleji, s intuitivními a přirozenými pohyby. U multifunkčních protéz by mělo být řízení jednotlivých funkcí na sobě nezávislé. Reakce protézy na podnět musí být co nejrychlejší, pacient by neměl zaznamenat zpoždění mezi vysláním podnětu a odpovědí protézy. Prodlení větší než 100 ms je zjevné. Ovládání protézy nesmí potlačovat ostatní přirozené pohyby a funkce. Protézy s elektrickým ovládáním by měly vypadat co nejpřirozeněji a její chod by měl být tichý. Požadavků na co nejoptimálnější stav protézy je daleko víc, ale se současnou technologií a znalostmi je obtížné je splnit. (Childress, Weir, 2004)

2.4.3.7.2 Možnosti ovládání

Klouby protézy se musí pohybovat volně, takže je končetina snadno umístěna do určité pozice. Musí být rovněž kontrolována rychlost pohybu a síla úchopu v dané poloze. Dosáhne-li pacient s protézou požadované pozice, je výhodné daný kloub uzamknout. Uzamčení všech kloubů se využívá při konání některých činností, např. při tlačení, kdy je nutné, aby byla protetická končetina celkově rigidní. V jiných případech, jako je chůze, jsou klouby odemknuté a tak umožňují přirozený a volný souhyb končetiny. Pro bezproblémové zvládnutí činností potřebných v každodenním životě se musí pacient naučit správně ovládat uzamčení a povolení kloubu. Tato souhra pak umožní uchopení a uvolnění, zvedání a držení předmětu. Zpevnění kloubu a jeho povolení je dáno rozdílnou mírou tření. Extrémně vysoké tření je v uzamčeném kloubu, naopak, je-li kloub volný, tření je nízké. To zcela dobře nefunguje u kloubů, které mohou být přizpůsobené různému odporu. Když chce jedinec s amputací umístit končetinu do určité pozice, je potřeba nízkého tření. Chce-li v této poloze setrvat (a případně ještě končetinu zatížit), tření musí být velké. Je obtížné vyhovět oběma těmto požadavkům, tudíž se doporučují protézy, které mohou být nastaveny do uzamčeného nebo odemčeného stavu. (Childress, Weir, 2004; Kelly, 2007)

2.4.3.8 Hybridní protézy

Hybridní protézy jsou náhrady horní končetiny, které jsou řízeny na základě tahového zařízení a zároveň jsou ovládány i zevně. Toto spojení dvou systémů poskytuje postiženému největší možnosti k dosažení nejlepšího funkčního výsledku. Hybridní systém ovládá tahové mechaniku terminálního zařízení a elektricky loketní kloub, nebo naopak – terminální pomůcka je řízena elektricky a loket zůstává rigidní, bez jakéhokoli ovládání. Pacient je vybaven tímto typem protézy, je-li schopen dobře ovládat protézu tahovou a umí-li využívat proprioceptivní zpětnou vazbu, kterou tato náhrada poskytuje. Důležité jsou také vhodné podmínky pro umístění a vstupy elektromechanického ovládacího systému. Často jsou hybridní protézy předepisovány pacientům s nedostatečnou silou nebo rozsahem, protože i tyto málo postačující, zachovalé funkce mohou pomocí tahového zařízení plně funkčně ovládat loket a terminální pomůcku. Jestliže jsou svaly pažy schopny vytvořit dostatečný EMG signál i při zapojení elektrod poblíž ramene, pak může být bez problémů myoelektricky ovládána terminální pomůcka i přesto, že pohyby v ramenním kloubu jsou využity pro tahové řízení. (Lusardi, Nielsen, 2007)

2.5 ČÁSTEČNÁ AMPUTACE RUKY

2.5.1 Amputace v oblasti ruky

Amputace v oblasti ruky znamená velkou funkční ztrátu, proto je vždy důležité zachovat co největší množství tkání, které se eventuálně dají využít při rekonstrukčních plastikách. „Dáváme přednost exartikulaci se zachováním proximální řady karpu, která umožňuje zachování pronosupinačních pohybů pažy i protézy. (Dungl, 2005, s. 172)“ Možnosti protézování jsou v tomto případě omezeny jen na kosmetickou korekci, případně umožňují přidržení (s výjimkou protéz myoelektrických). (Dungl, 2005)

2.5.1.1 Amputace prstů

Vhodnější než amputace prstů je amputace celého paprsku – tzn. i metakarpu a klínovité resekce karpálních kůstek. Tento výkon paradoxně způsobuje méně nápadný kosmetický deficit. I zde platí snaha zachování maxima vitálních tkání, které mohou následně posloužit při záchovných zákrocích hlavně u poranění více prstů. Při zvažování provedení

amputace v této oblasti hraje roli stav kloubů, kostí, nervů, šlach a kůže prstů a také věk pacienta. U mladých pacientů nebo u dětí dochází k těmto řešením až po selhání možnosti nápravy pomocí mikrochirurgie, opačně je tomu u starších pacientů při závažnějším poškození nejméně tří prstů. (Dungl, 2005; Ouellette, 2004)

2.5.1.1.1 Amputace interfalangeálních článků

Možnost zachování funkce prstů po amputaci závisí na anatomických vztazích a může být provedena zkrácením nebo ponecháním délky prstu. Při exartikulaci interfalangeálních kloubů se nemusí odstraňovat kloubní chrupavka a kondyly by měly být upraveny, aby neprominovaly. Šlachy a nervy se protnou a umožní se jejich retrakce. Přetáaté šlachy flexorů a extenzorů se navzájem nesešívají, protože by se tím omezil rozsah pohybu v postiženém a sousedním prstu. Je-li amputace středního článku provedena distálně od úponu šlachy *musculus flexor digitorum superficialis*, není funkce výrazněji omezena. Provede-li se resekce proximálně od tohoto úponu, flexe středního článku je nemožná a doporučuje se exartikulace v proximálním IP kloubu. (Dungl, 2005; Ouellette, 2004)

2.5.1.1.2 Možnost náhrady konečků prstů

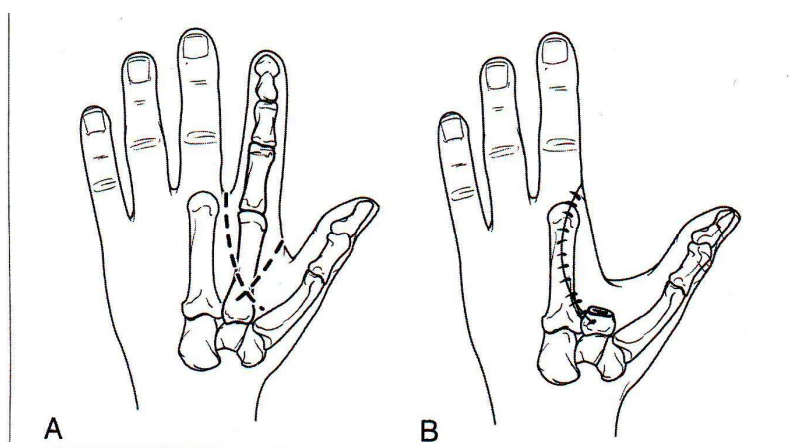
Různé možnosti má řešení traumatické amputace (ztrátového poranění) konečků prstů. Závisí totiž na defektu kostí a měkkých tkání. Při rozsáhlejších poškozeních, kdy je porušení měkkých tkání značné, kdy je obnažená kost nebo je poničen *nervus digitalis*, je náhrada měkkých tkání a kůže možná následujícími způsoby: reamputací, volným kožním štěpem, lokálním posunem, stopkatým nebo zkříženým lalokem. Reamputace vede ke zkrácení prstu. Kosmetický nedostatek může být ale vyřešen epitézou, která se navléká na prst jako rukavice a je přichycena prstýnkem. Při použití volného kožního štěpu může být použita amputovaná část prstu. Nedojde ale k obnově senzitivity, stejně jako u aplikace stopkatého laloku. Špička prstu se v tomto případě kryje kožním lalokem z tenaru, zápěstí, předloktí nebo axily. Podobná je technika zkříženého laloku ze sousedního prstu. Ta je kromě ztráty cití spojena i s rizikem vzniku ztuhlosti u odběrového prstu. Výhodou řešení defektu lokálním posunem je zachování senzitivity. (Baccarani, 2007; Dungl, 2005)

2.5.1.2 Amputace paprsků

Amputace paprsků se zřídka provádí akutně. Většinou je součástí plánované rekonstrukce ruky po traumatu, tumoru nebo infekci. Jestliže jsou prsty a jejich funkce vážně poškozeny, nebo je-li ohrožena funkce přilehlých prstů, odstranění celého paprsku vede ke zlepšení funkčních možností ruky jako celku.

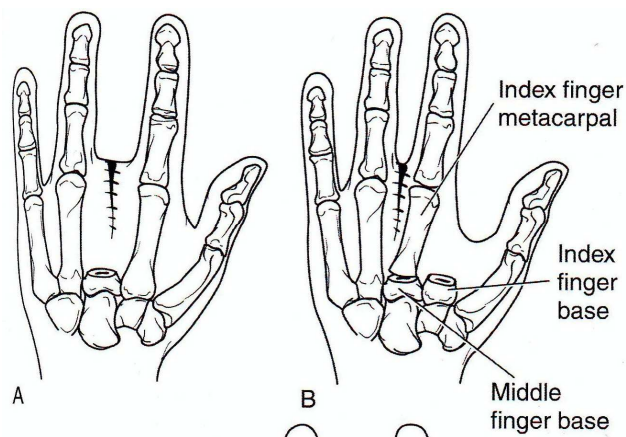
Provedení amputace a jejich komplikace se u jednotlivých prstů liší. Resekce paprsku ukazováku je spojena se dvěma případnými komplikacemi. První je bolest, vznikající z důvodu nadměrné mobilizace digitálního nervu během operace. Druhým problémem je deformita prostředníku, která bývá následkem přenosu prvního dorsálního interoseálního svalu na místo svalu druhého za účelem zlepšit sílu prostředního prstu (viz obr. 5). (Ouellette, 2004; Dungal, 2005)

Obr. 5 Techniky amputace ukazováku (Ouellette, 2004, s. 202)



Resekce prostředního paprsku je komplikovanější, protože bývá složité uzavřít prostor mezi paprsky ukazováku a prsteníku. Uzavěr tohoto prostoru pomocí měkkých tkání provází pouze minimální rotační deformita (obr. 6 A). Jinou možností je přenos metakarpu ukazováku na místo prostředníku. Výsledkem je výtečný funkční a kosmetický stav rekonstruované ruky (obr. 6 B). (Ouellette, 2004)

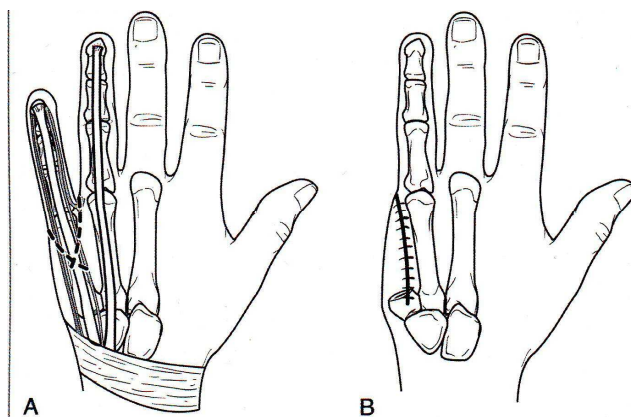
Obr. 6 Protěti prostředního paprsku – A prosté protěti; B protěti s přenosem metakarpu druhého prstu (Ouellette, 2004, s. 203)



Odstranění paprsku prsteníku je velmi podobné odnětí třetího prstu s výjimkou uzávěru meziprstního prostoru, které je v tomto případě snadnější. Nastane-li však přece jen problém, pátý metakarp se nechá spontánně sklouznout radiálním směrem nebo může být přenesen na zachovanou bázi čtvrtého metakarpu.

Amputace pátého paprsku vyžaduje, aby byla zachována báze pátého metakarpu, protože se zde upíná musculus extensor carpi ulnaris. Svaly hypotenaru se využijí k vyplnění prostoru kolem této báze, jak je znázorněno na obr. 7. (Ouellette, 2004; Baccarani, 2007)

Obr. 7 Amputace paprsku malíku – protěti pátého metakarpu (A) a zachování svalů hypotenaru pro vyplnění ulnární část ruky (B) (Ouellette, 2004, s. 202)



2.5.1.3 Amputace palce

Palec má ze všech prstů ruky největší význam pro silový i precizní úchop. K dosažení optimální funkce musí mít palec dostatečnou délku, citlivost, stabilitu a schopnost opozice. Amputace palce v metakarpofalangeálním kloubu znamená 40%-ní ztrátu funkce ruky a 36%-ní ztrátu funkce celé horní končetiny. Odnětí v interfalangeálním kloubu má za následek zhoršení funkce ruky o 20%. Funkční palec musí mít zachovanou citlivost. Velmi významné je taktilní cití a dvoubodová stereognózie, jenž umožňují rozpoznávání předmětu a jeho umístění v dlani. Aktivní provedení opozice palce je nejdůležitější pro úchop a děje se v karpometakarpálním kloubu. (Dungl, 2005; Ouellette, 2004)

2.5.1.3.1 Amputace distálního falangu

Funkční ztráta po odstranění tohoto článku je minimální. Hlavním cílem této amputace je skeletální stabilita a adekvátní nebolestivé kožní krytí se zachovanou citlivostí. Poškození měkkých tkání s minimální ztrátou délky prstu se řeší aplikací kožního štěpu. (Ouellette, 2004)

2.5.1.3.2 Amputace ve střední části falangu

Amputace v této výši má za následek vznik funkční ztráty, protože ovlivňuje sílu a provedení úchopu. Karpometakarpální kloub nebývá obvykle porušen, takže pohyblivost a rotace jsou zachovány. Jedním z možných způsobů nápravy je náhrada palcem nohy (toe-to-hand transfer). Je-li tato rekonstrukce pro pacienta nepřijatelná, může se využít tzv. „falangizace“ prvního metakarpu. Prohloubí se první meziprstní prostor a tím se umožní lepší úchop. (Ouellette, 2004)

2.5.1.3.3 Exartikulace v metakarpofalangeálním kloubu

Po odstranění celého prstu mezi prvním metakarpem a proximálním falangem není zachována žádná funkce palce. Proto je nutná obnova délky, stability, pohyblivosti a citlivosti. Prodloužení pahýlu alespoň o 2 cm může velmi zlepšit funkční schopnosti. Používají se tyto procedury: přenos zachovaného prstu na místo palce, toe-to-hand transfer nebo kostní štěp. Posledně jmenovaná technika je nejméně účinná, protože nezajišťuje požadované obnovení cití. (Ouellette, 2004)

2.5.1.3.4 Amputace proximální třetiny prvního metakarpu

Amputace proximální třetiny prvního metakarpu představuje kompletní ztrátu funkce palce. Odnětí celého prvního metakarpu nebo jen jeho části znamená výslednou ztrátu mobility v celém karpometakarpálním kloubu. Možnosti rekonstrukce jsou omezeny pouze na „policizaci“ nebo transfer jiného prstu. Je-li metakarpofalangeální kloub nepoškozen a část metakarpu je zachována, přenos prstu na místo palce může být proveden bez ztráty hybnosti. Při odstranění celého metakarpu se přenesou celý prst i s metakarpofalangeálním kloubem, což umožní alespoň částečnou pohyblivost. Toe-to-hand transfer je nejvýhodnější, jsou-li prsty značně poškozeny. Pokud je zachována pouze metakarpální kůstka, je jedinou technikou schopnou obnovy funkce. (Ouellette, 2004)

2.5.1.4 Funkce ruky a jejich testování

Cílem amputační chirurgie je zachování délky a citlivosti, prevence vzniku neuromu a tvorby kontraktur, časně protetické vybavení a rychlé zařazení pacienta do pracovního procesu. Důraz je také kladen na návrat funkce ruky. Pro zvážení možností obnovení ztracených dovedností ruky existuje řada zkoušek, kdy se hodnotí muskuloskeletální složky, citlivost a funkční schopnosti. Stav muskuloskeletálního systému se určuje podle svalové síly, rozsahu pohybu v kloubech a podle taktilního cití. Funkce ruky se vyšetřují podle schopnosti zacházet s předměty a celkovým používáním ruky. Zkoušky silového úchopu jsou hodnoceny měřením síly stisku pomocí dynamometru. Preciznost úchopu se testuje zkouškou špetky, laterálního a pinzetového úchopu. Taktilní cití se hodnotí určením prahu tlakové, teplotní a vibrační diskriminace a rozlišením dvou bodů, které na konečcích prstů normálně činí asi 6mm. Schopnost rozpoznání předmětu podle hmatu (stereognózie) také patří k vyšetření. Všechny tyto zkoušky jsou subjektivní. Jediným objektivním testem je měření času, který zabere pacientovi k vykonání určitého úkolu. Tyto úkoly vyžadují zvýšenou koordinaci a kombinují provedení všech předchozích zkoušek. (Ouellette, 2004; Engstrom, Van de Ven, 1999)

2.6 PROTETICKÉ VYBAVENÍ PO ČÁSTEČNÉ AMPUTACI RUKY

Většina částečných amputací ruky bývá následkem traumatu, kdy jsou měkké tkáně a cévní síť zničeny. Proto je jedním z cílů protetické péče ochrana pahýlu. Důležité je také naučit se zacházet s různými předměty pomocí obou rukou – jak zdravé tak i oprotézované. S tím souvisí i význam obnovení uchopovací funkce postižené ruky. U těchto amputací je totiž častým problémem vznik syndromu z přetížení zdravé končetiny, který vede k poklesu funkce a mohou se objevit i bolesti ruky. Tomuto stavu se dá předejít nebo jej zmírnit právě bimanuálním zacházením s předměty nebo znovuoobením úchopových vzorů. Významným požadavkem je i vzhled a odolnost protézy. Není však možné vyhovět v plné míře jak estetickým tak funkčním vlastnostem. Pomocí různých nástavců a terminálních pomůcek lze s protézou provádět velké množství aktivit, avšak na úkor kosmetického vzhledu. Proto bývají pacienti většinou vybaveni i kosmetickou protézou. (Lake, 2004)

Jedinci s částečně amputovanou rukou mají několik možností protetického vybavení. Buďto nemusí být náhradní končetinou vybaveni vůbec nebo je jim indikována protéza pasivní, tahová, ovládaná vnější silou nebo speciální protéza k vykonávání specifických úkonů. Jestliže někteří postižení zvládají provádět úchopové funkce a bimanuální aktivity pouze pomocí pahýlu a tato situace jim vyhovuje, pak protézu nenosí. Dalším důvodem, kdy protetické vybavení odmítají, může být nepřírozený tvar pahýlu, jenž znesnadňuje upevnění náhrady nebo je vybavení protézou pro pacienta esteticky nepřijatelné. (Michael, Buckner, 1994; Lake, 2004)

Pasivní protézy jsou využívány k přidržování předmětů, umožňují tlačení a další funkční úkoly. Pahýlové lůžko je upevněno přísavným způsobem a vytváří základnu pro tvarovatelné prsty nebo opozici, což umožňuje manipulaci s předměty. Pokud jsou zachované části prstů, mohou se postavit proti protetickým prstům a provést tak aktivní úchop. Pasivní protézy se úspěšně užívají u většiny částečných ztrát na ruce. (Lake, 2004)

Obr. 8 Příklady amputací části ruky a jejich náhrady (Převzato z <<http://www.ms-protetik.cz/view.php?cisloclanku=2006100052>>)



Tahové protézy se rozdělují do dvou kategorií – řízené lankem a řízené zápěstím nebo prsty. Náhrady ovládané lankem mají stejné výhody i nevýhody jako tahové protézy končetin amputovaných ve vyšších úrovních. Hlavním nedostatkem je omezená síla úchopu a zařízení neposkytuje příliš velké pohodlí pro nositele protézy. Řízení pomocí zápěstí nebo prstů umožňuje aktivní provedení úchopu, ale někdy může neúmyslně prsty umístit do nevhodné pozice. (Michael, Buckner, 1994)

Donedávna nebyla žádná z elektronických protéz vhodná pro používání při částečných amputacích ruky. V roce 2001 Dietl a Hell informovali, že nová elektricky ovládaná protéza, přibližně o 3cm kratší než předchozí alternativy, byla u vybraných jedinců s částečnou amputací ruky úspěšně použita. (Lake, 2004)

Protézy pro konání specifických úkolů jsou vhodné k pracovní činnosti a pro záliby postiženého. Tyto protézy bývají následně individuálně upravovány, aby splnily potřeby pacienta. Při jejich navrhování je cílem vytvořit co nejkratší náhradu, ale mnoho speciálních terminálních pomůcek je uzpůsobeno pro vykonávání funkce, čili stejná délka zdravé a protetické končetiny nemůže být zachována. (Lake, 2004)

2.7 EXARTIKULACE V ZÁPĚSTÍ

Nejčastější příčinou odstranění celé ruky je trauma. Nejvíce bývají takto postiženi jedinci mezi 20 a 40 lety.

2.7.1 Amputace v karpu

Amputace v karpu je oproti proximálnějším amputacím výhodnější. Při odnětí končetiny s ponecháním karpu je zachována flexe a extenze zápěstí i pronace a supinace předloktí. Provádí se operační technika, kdy je karpus překryt odolnou kůží z palmární strany. Tento kožní kryt má zachovanou citlivost a tak usnadňuje pacientovi manipulaci bez použití protézy. Flexory a extenzory zápěstí jsou připevněny na zbylé karpální kůstky a umožňují tak pohyb v zápěstí.

Protetickou možností u této amputace je myoelektrická nebo tahová protéza. Objímka nezasahuje dále jak po loket a amputovaný může flexí v radiokarpálním kloubu ovládat polohu terminální pomůcky. (Brenner, 2004)

2.7.2 Exartikulace v zápěstí

Odnětí ruky v radiokarpálním skloubení ponechává pacientovi možnost konání pronace i supinace předloktí. Rovněž poskytuje dlouhou páku paže, která ulehčuje zvedání koncové pomůcky.

Exartikulace se provádí v supinovaném postavení předloktí. Při zákroku se musí rozlišit a izolovat n. medianus, n. ulnaris, n. interosseus posterior a ramus superficialis n. radialis. Karpus je od radia oddělen po protěti kloubního pouzdra radiokarpálního skloubení a přilehlých ligament. Distální radioulnární kloub umožňuje rotaci v rozsahu i více než 90°. Pokud je toto spojení poškozeno, může dojít k nestabilitě v této oblasti a bolestem při rotacích předloktí. Není-li jeho rekonstrukce možná, je výhodnější provést amputaci v distální části předloktí a vytvoření dlouhého předloketního pahýlu. Při exartikulaci v zápěstí se musí processus styloideus radii a processus styloideus ulnae zarovnat, aby vytvořili hladkou a symetrickou konturu zakončení pahýlu, která posléze usnadní vybavení protézou. (Baumgartner, 2001; Banner, 2004)

2.8 PROTETICKÉ VYBAVENÍ PO EXARTIKULACI ZÁPĚSTÍ

Podmínkou oprotézování exartikulovaného zápěstí je plná aktivní rotace předloktí. Pokud jsou pronační a supinační pohyby omezeny anebo dokonce chybí úplně, musí mít terminální pomůcka možnost nastavení do určitého stupně rotace. „Obecně lze uvést, že již při exartikulaci v zápěstí není možný přirozený rozsah aktivní rotace předloktí (tj. 180°) a že je nutno uvažovat asi s rozsahem 120°.“ (Hadraba, 1987, s. 20)

Další nutností je odstranění styloidních výběžků předloketních kostí. Pokud jsou ponechány, koncová část pahýlu je kulatá a pro vybavení protézou není příliš vhodná. Některé protézy mají rozdělenou objímku připevněnou na loket a na distální zakončení a tyto dvě části jsou navzájem spojeny páskami. To umožňuje postiženému provádět vlastní supinaci a pronaci. Na objímku se připojují terminální pomůcky. Možností volby jsou také protézy kosmetické. Tento typ může být vybaven silikonovou rukavicí, jež je zavěšena na radiálním a ulnářním processus styloideus. (Habraba, 1987; Engstrom, Van de Ven, 1999)

2.9 TRANSRADIÁLNÍ AMPUTACE

Cílem při provedení amputace předloktí je zachování co nejdelšího pahýlu, který poskytne silné rameno páky a maximální pronaci a supinaci. „Čím je předloketní pahýl kratší, tím je menší i zbytková rotace. (Hadraba, 1987, s. 20)“ (Viz obr. 2) U dlouhého předloketního pahýlu nejsou rotace příliš snižené, ale u krátkého a velmi krátkého pahýlu bývá pronace a supinace značně omezená až nulová. Krátký pahýl rovněž poskytuje velmi malé rameno páky pro ovládání protézy a mohou se vyskytnout flekční kontraktury nebo naopak může flexe vymizet. (Hadraba, 1987)

Samotný operační zákrok se provádí typickým způsobem. Důležitá je především myodéza nebo myoplastika k vytvoření svalové masy, která posléze slouží při vybavení myoelektrickou protézou. Distální svalové úpony musí být poté opět řádně upevněny, aby nedocházelo k pohybu svalové vrstvy přes konec kosti. Při amputaci s vytvořením velmi krátkého pahýlu je nezbytné oddělit šlachy musculus biceps brachii od radia a připojit ji proximálněji na ulnu. Radius může být poté zcela odstraněn. Volba umístění nového úponu šlachy na ulnu je velmi důležitá, protože pokud se připevní příliš distálně, může vzniknout

flekční kontraktura v loketním kloubu. Pro zachování flexe v lokti postačí i 4 až 5 cm dlouhý kostní pahýl ulny. V případě, kdy je jedna předloketní kost značně delší než druhá a lze ji dostatečně překrýt měkkými tkáněmi, nezkracuje se, ale preferuje se zachování její délky. Provádí se spojení dvou předloketních kostí v neutrálním postavení a vytvoří se tak jedna společná kost předloktí. Krytí koncové části pahýlu se děje pomocí lokálních kožních laloků. Jestliže je množství kůže nedostačující, používají se kožní štěpy. Chybí-li k uzavření pahýlu měkké tkáně, mohou být nahrazeny volnými laloky z musculus latissimus dorsi nebo volnými částmi z odstraněné končetiny se zachovanou inervací. (Brenner, 2004; Baumgartner, 2001)

2.10 PROTÉZOVÁNÍ U TRANSRADIÁLNÍCH AMPUTACÍ

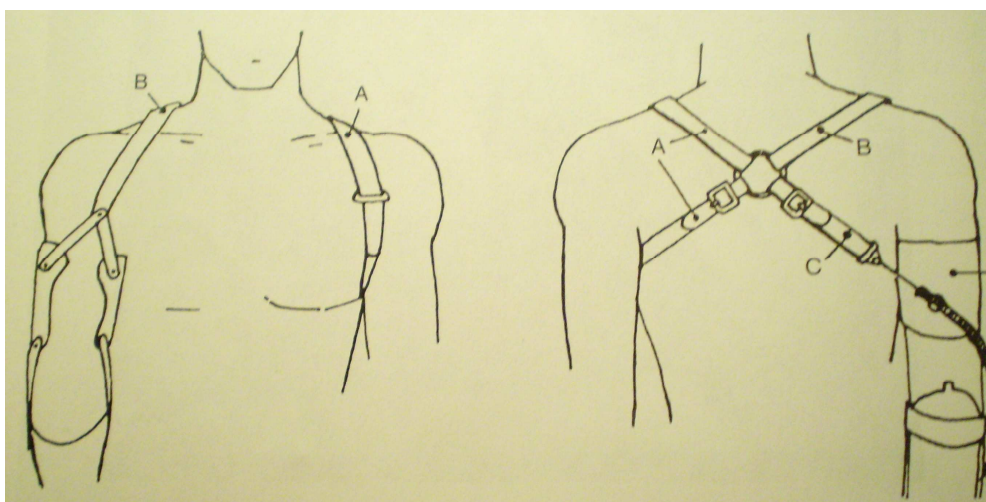
Cílem amputace předloktí je zachování co nejdelšího pahýlu, který poskytne silné rameno páky a maximální pronaci a supinaci. Zachovaná aktivní rotace předloktí snižuje potřebu rotace v zápěstní části protézy. Velmi krátký pahýl obtížně snese váhu myoelektrické protézy. Když je končetina amputována ne více než 2 cm proximálně od zápěstí, zbylý pahýl je dostatečný pro upevnění všech protetických komponent a navíc je také pro amputovaného esteticky přijatelnější. Optimální úroveň transradiální amputace pro následné vybavení protézou je 8 cm nad processus styloideus ulnae. U případného vybavení endoskeletální protézou se musí vzít v potaz dostatek prostoru pro ovládací mechanismus. Zadní okraj objímky nesmí utlačovat musculus triceps brachii a zohledněn musí být také průběh šlachy musculus biceps brachii a tvar olekrana. (Brenner, 2004; Carroll, Edelstein, 2006)

Protetické zápěstí poskytuje rotaci 360°, což umožňuje manipulaci s různými terminálními pomůckami. Ovládá se na základě tlačítka, které uzamkne koncovou část nebo ji povolí a umožní její výměnu. Aktivní terminální pomůcky jsou řízeny flexí a extenzí loketního kloubu anebo protrakcí ramenního pletence. (Brenner, 2004)

Objímky předloketních protéz jsou sestrojeny tak, aby jejich nositeli umožnily aktivní pohyb v lokti a předloktí. Mohou být buď přisavné anebo závěsné. Závěsný aparát musí být dobře upevněn pomocí popruhů nejčastěji v podpaží nepostižené končetiny, jenž poskytuje pevný bod. Celý postroj musí systémem tažných lanek přenášet síly na koncovou pomůcku. U transradiálních protéz, kde se musí ovládat pouze terminální část, se užívá jednotahový Bowden systém. Probíhá až k terminální pomůcce, kam přenáší pohyby ramene a lopatky,

aniž by zasahoval loketní kloub nebo jej ovlivňoval. Nejběžnějším závěsným zařízením transradiálních (a také transhumerálních) protéz je postroj tvaru osmičky (viz obr. 9). Skládá se z několika popruhů se specifickým umístěním a funkcemi, které se na zádech paprskovitě sbíhají do jednoho místa. Zde jsou upevněny do kruhového průřezu, jenž umožňuje volnou pohyblivost popruhů (obr. 10). Tento bod by měl být umístěn pod sedmým krčním obratlem, aby nedocházelo k odírání jeho prominujícího processus spinosus. Smyčka z popruhů obkružující axilu nepostižené strany je stabilizátorem celého systému. Směrem k amputované končetině vybíhá přední upevňovací popruh, který leží v deltopektorální rýze, a připojuje se k popruhu tvaru obráceného „Y“, zakončenému na zadní straně paže. Terminální pomůcka je ovládána flexí glenohumerálního kloubu a abdukci lopatky. Přísavné objímky se upevňují přes epikondyly pažní kosti a olekranon. Nemají žádné ovládací lanko, proto se používají pouze u kosmetických protéz. Tímto typem objímky mohou být vybaveny i myoelektrické protézy, které pro provádění pohybu nepotřebují žádná ovládací lanka, ale řídí pohyb signály z elektrod na flexorech a extenzorech zápěstí. (Carroll, Edelstein, 2006)

Obr. 9 Transradiální protéza a její „osmičkové“ závěsné zařízení (Lusardi, Nielsen, 2007, s.844)



Obr. 10 Třítahový předloketní postroj u transradiálních amputací (Převzato z http://www.ottobockus.com/products/upper_limb_prosthetics/body_powered_harnesses_accessories.asp)



2.11 EXARTIKULACE V LOKTI

2.11.1 Exartikulace v lokti versus dlouhý pažní pahýl

Exartikulace v lokti umožňuje v porovnání s dlouhým pažním pahýlem lepší upevnění a ovládání rotace protézy. Zachování celé délky humeru vyloučí použití protetické náhrady loketního kloubu z důvodu nedostatku místa pro loketní jednotku. Ta musí být umístěna pod pahýlovým lůžkem, což činí protetickou končetinu asi o 5 cm delší. Celkový vzhled je tedy pro amputovaného méně přijatelný. Proto není loketní exartikulace z hlediska kosmetického ani funkčního příliš ideální. Transhumerální amputace provedená v dětství zvyšuje riziko, že pažní kost přeroste délku pahýlu a bude nutná jeho revize. Proto je v tomto případě exartikulace možností volby. Po odstranění končetiny v loketním kloubu dochází ke zpomalení růstu pažní kosti, což má za následek její dozrání, a umožní se tak protetické vybavení. (Owens, Ouellette, 2004)

2.11.2 Chirurgické provedení

Téměř celý operační výkon probíhá obvyklým způsobem. Navíc se musí z epikondylů odstranit všechny začátky flexorů a extenzorů. Šlachy m. brachialis, m. biceps a m. triceps brachii jsou přetnuty, kapsulární a ligamentózní spojení jsou odděleny. Biceps a triceps se poté připojí pomocí jejich fyziologických úponů k distální části pažy. Odstranění prominujících epikondylů humeru napomáhá zvětšení koncové části humeru (vrchol pažy je oploštěně oválný) a umožňuje lepší zakotvení v lůžku a lepší ovládání rotačních pohybů protézy. (Hadraba, 1987; Engstrom, Van de Ven, 1999)

2.12 TRANSHUMERÁLNÍ AMPUTACE

Jako u ostatních amputací, i u odnětí končetiny v humeru je důležitá výše provedení zákroku. Čím je paž krátkší, tím má nižší aktivní rotaci a menší polohovou stabilitu. Optimální je přerušení končetiny 10 cm nad loketním kloubem. To zajišťuje dostatečný prostor pro loketní mechanismus a jeho umístění na anatomické úrovni. Navíc poskytuje optimální délku paž jako ramen páky a výhodné ovládání protézy. Problém nastává při proximálnějších amputacích humeru. Pro účinnější ovládání pohybů pažy musí být zachován úpon musculus deltoideus. Oproti exartikulaci v rameni je preferována spíše vysoká amputace pažy. Při ní se ponechává celé rameno, což má pro postiženého značný kosmetický a psychický význam. Z funkčního hlediska jsou oba tyto zákroky obdobné. Je-li pažní kost přerušena v oblasti collum chirurgicum, může poté vzniknout abdukční kontraktura v rameni. Proto by mělo být zváženo provedení primární artrodézy ramenního kloubu. (Owens, Ouellette, 2004; Engstrom, Van de Ven, 1999)

Při amputačním zákroku musí být brán zřetel na n. medianus, n. ulnaris, n. radialis, n. cutaneus antebrachii medialis a lateralis. Tyto nervy se ošetřují klasickým způsobem. Krytí koncové části zbylé končetiny se nejčastěji provádí lokálními kožními laloky. Pokud je to možné, ponechává se zadní lalok (tvořený tricipsem) delší než přední. Nakonec se laloky myodézou upevní k humeru, to zajistí dostatečnou výplň distální části pažy a zestabilní svaly pro případné vybavení myoelektrickými snímači. (Owens, Ouellette, 2004)

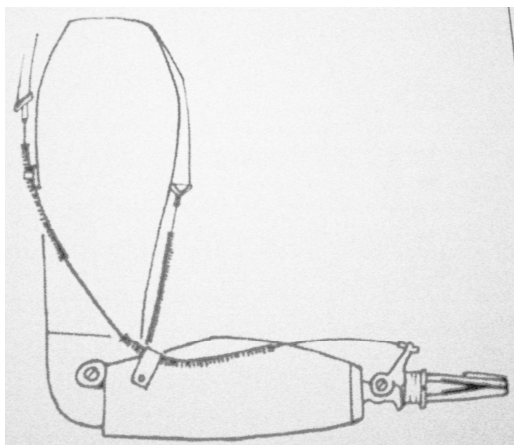
2.13 PROTÉZOVÁNÍ PO AMPUTACI HUMERU

Loketní náhrady obsahují mechanismus pro uzamčení kloubu v určité poloze a také mají otáčivou komponentu umožňující flexi. Celá loketní jednotka pak spojuje předloktí s pažním lůžkem. Protéza je zachycena na těle amputovaného pomocí „osmičkového“ závěsného zařízení, jenž u tahových protéz zprostředkovává přenos pohybu ramenního pletence systémem lanek. Jedno lanko ovládá terminální pomůcku loketní kloub a druhé ho uzamyká a odemyká. Viz obr. 10. U amputace s velmi krátkým pažím je nesnadné zachycení protézy, a proto se musí prodloužit její závěsný aparát až na hrudník a vzadu na lopatku. (May, 2002)

Kosmetické protézy jsou většinou endoskeletální. Pohyb a uzamčení lokte je zprostředkováno zdravou končetinou. Tělem ovládané protézy zahrnují závěsné zařízení k upevnění protézy a umožňují její aktivní pohyb. Flexe a protrakce v rameni vede k flexi protetikého kloubu. Uzamčení lokte v požadované pozici je zprostředkováno buď tahem zdravé končetiny za lanko, které vykonává uzamykání kloubu, nebo se používá automatický mechanismus, jenž ponechává nepostiženou končetinu volnou. Toto zařízení je ovládáno pohybem v ramenním kloubu – extenzí, depresí, abdukci a vnitřní rotací. Stejnými pohyby se daný kloub i odemkne. Amputovaní s velmi krátkým pažním pažím nejsou schopni tento pohyb dostatečně provést a k uzamčení používají zdravou končetinu, která může loket ovládat např. spínačem umístěným na předloktí. Jestliže je loket uzamčen ve flektované poloze, jsou pohyby přenášeny na terminální pomůcku.

Transhumerální amputace může být také vybavena myoelektrickou protézou. Někdy je ovšem pro postiženého obtížné izolovat kontrakce bicepsu a tricepsu. Myoelektricky je ovládána rotace zápěstí, flexe a extenze lokte a jeho uzamčení. Pokud je elektricky ovládán loketní kloub, zápěstí i ruka a každá funkce má svoje ovládací zařízení, je protéza poměrně těžká. (Engstrom, Van de Ven, 1999)

Obr. 10 Transhumerální tahová protéza (Lusardi, Nielsen, 2007, s. 845)



2.14 EXARTIKULACE V RAMENI

Odnětí celé paže v glenohumerálním kloubu se provádí velice zřídka. Za exartikulaci v rameni je z protetického hlediska považován již pažní pahýl kratší než 4 cm (měřeno od přední axilární řasy). Odstranění končetiny mezi lopatkou a hrudní stěnou, včetně laterální části klavikuly se nazývá skapulotorakální amputace. Tento zákrok je ovšem znetvořující, protože části laterální strany krku se svažují směrem k hrudnímu koši. Při indikované exartikulaci bývají většinou měkké tkáně v okolí ramene poškozené, proto nemohou sloužit k rekonstrukci chybějící části ramene. Řešením pro exartikulaci v rameni i pro amputaci skapulotorakální je přenos volných tkání, jenž se ale může provést až po určité době. (Smith, 2004)

2.14.1 Modifikovaná exartikulace

Za modifikaci exartikulace v rameni lze považovat transhumerální amputaci s velmi krátkým pahýlem. Při ní je ponechána malá část humeru, aby se zachoval tvar ramenní oblasti. Navíc musí tento zbytek končetiny umožňovat volní pohyblivost k ovládní úchopové funkce protetické ruky. Když je deltový sval dobře připevněn, někteří amputovaní mohou rozlišit myoelektrické signály z přední, střední a zadní části tohoto svalu. To poskytuje tři navzájem nezávislé zdroje signálů k aktivaci a ovládní protézy.

Humerus se přetíná v úrovni collum chirurgicum, což je nad úponem m. pectoralis major, proto se jeho úpon přeřízne a připevní se k hlavici humeru. Totéž se provádí u m. latissimus dorsi. Šlachy svalů rotátorové manžety se nechávají neporušeny. Jestliže svaly není možné k pažní kosti opětovně připojit tak, aby jejich tah za pahýl byl vyvážený, může se vyskytnout zvýšená abdukce v rameni. To může později zkomplikovat protetické vybavení, proto se tento stav řeší provedením primární artrodézy v neutrálním postavení. (Engstrom, Van de Ven, 1999; Smith 2004)

2.14.2 Pravá exartikulace v rameni

Celá horní končetina je oddělena v glenohumerálním kloubu. M. pectoralis major a m. latissimus dorsi jsou protnuty a připojeny do oblasti glenoidu, kde vytváří zároveň uzávěr rány. Rotátorová manžeta je oddělena od kosti a sešita s m. pectoralis a latissimus a také se zbytky prořatého kloubního pouzdra. Je-li těchto měkkých tkání dostatečné množství pro vyplnění glenoidu, není potřeba jeho tvar dále upravovat. Vyplnění fossy glenoidalis zamezí sesunutí svalů a případnému vytvoření bolestivé burzy. Lalok z deltového svalu je posunut distálně a dotváří konečnou konturu ramene. Pokud toto nelze provést, není oblast ramene dostatečně krytá a je indikováno snížení výstupků akromia a processus coracoideus. (Smith, 2004)

2.14.3 Skapulotorakální amputace

Tato radikální procedura odstraňuje celou končetinu včetně lopatky a laterální části klavikuly. Nejčastější indikací je výskyt maligního tumoru, dále pak nekrotizující zánět fascie nebo závažné trauma. Jak již bylo zmíněno, tato amputace není příliš esteticky příznivá a sklouznutím struktur z krku na hrudní koš vznikají kosmetické deformity.

Při chirurgickém zákroku se musí dbát zvýšené pozornosti na podvaz cév a protětí nervů. To činí tuto operaci komplikovanou. Existují dvě možnosti přístupu – z přední a zadní strany. Přední přístup je zahájen osteotomií klavikuly, musculus pectoralis major je připevněn k musculus trapezius a zbývající svaly jsou zavzaty do vrstvy na laterální straně hrudníku. Zadní přístup začíná oddělením svalů z mediální a horní části lopatky. Uzavření rány se provádí až po určité době za pomoci kožních štěpů. (Smith, 2004)

2.14.4 Změny postury po amputaci v oblasti ramene

Symetrie a balance okolo ramenního pletence jsou po amputaci narušeny. Normální pozice ramene je udržována svaly a vahou končetiny. Svaly, které elevují ramenní pletenec, nejsou po odnětí končetiny schopny vyvážit tah zbylé končetiny a depresorů ramene. Výsledkem je elevace kloubu a pahýlu směrem vzhůru, jenž zdůrazňuje velmi nápadnou kosmetickou ztrátu. Následné vybavení protézou sice tento stav částečně kompenzuje vahou protézy, ale patologické postavení ramene zcela neodstraní. Tento stav může vylepšit časné zahájení rehabilitace, jejímž cílem je korekce postury. U některých jedinců se může během stání projevit posturální skolióza. Důvodem vzniku jsou svalové dysbalance spojené se změněným zatížením axiálního skeletu. Kombinace těchto dvou deformit vede k asymetrii hlavy a krku. (Engstrom, Van de Ven, 1999; Smith, 2004)

2.15 PROTETICKÉ MOŽNOSTI PO EXARTIKULACI RAMENE

Protézy pro náhradu celé končetiny vyžadují ramenní, loketní a zápěstní komponenty a terminální pomůcku. K protetickému vybavení ramenního kloubu existují tři možnosti řešení – buďto protéza bez kloubního spojení v rameni, frikční nebo uzamykatelný kloub. Rameno bez kloubního spoje se využívá především u jedinců, kteří k provádění požadovaných činností potřebují speciální protézu, a tato možnost snižuje rozměr, váhu a složitost této části náhradní končetiny. Frikční ramenní kloub je nejjednodušším kloubem. Umožňuje umístit paži v prostoru, ale jen za pomoci druhé končetiny. Pacient s uzamykatelným ramenem může horní končetinu umístit do určité polohy, v této pozici ramenní kloub uzamknout a dále konat aktivity vyžadující pohyb jedné nebo i obou rukou. Pohyb tohoto typu kloubu je ovládán abdukci obou lopatek, elevací ramene nebo pohyby zbylé části paže. (Carroll, Edelstein, 2006)

Pro pacienty s takto vysokou úrovní amputace je díky velmi krátkému ramenu páky kloubu velmi obtížné nebo dokonce nemožné provést dostatečný rozsah pro plnou flexi a uzamčení tělem ovládaného loketního kloubu. Bez použití vícepolohového kloubu nemohou terminální pomůcku účinně umístit do prostoru a provádět požadované činnosti. K aktivaci

tahově ovládaného loketního kloubu je potřeba daleko větší rozsah a síla pohybů než u protéz řízených elektricky. Proto se také elektrické komponenty lokte v poslední době využívají daleko více.

Protetické zápěstí může být frikční nebo uzamykatelné. Zprostředkuje pohyb terminální pomůcky použitím druhé ruky nebo kompenzačními hrubými pohyby částí těla. Terminální část bývá volena podle funkčních požadavků pacienta. Používání háků je funkčně výhodnější než tahově ovládaná ruka, protože umožňuje precizní úchop i silové činnosti.

Protetické možnosti zahrnují nejdříve nácvik nezávislosti bez protézy, poté použití pasivní a následně aktivní protézy. Někteří postižení si dobrovolně zvolí možnost nenosit protézu vůbec, protože ji považují za velkou překážku a cítí se s ní nepohodlně. Jsou jimi například jedinci s vrozeným chyběním celé končetiny. (Miguelz, Alley, 2004)

Pasivní protézy jsou nejčastěji používány jako kosmetická náhrada. Oproti aktivním protézám na nich shledávají pacienti pozitivní jejich dokonalejší vzhled, nižší váhu a energii potřebnou k vykonání pohybu. Na druhou stranu však poskytují malý nebo žádný precizní úchop. Tahové protézy vyžadují pro aktivaci tělem ovládaného lokte, zápěstí a ruky vytvoření dostatečně velkého rozsahu a síly. Toto je ale díky velmi krátkému pahýlu značně omezeno. Navíc může být tento typ protézy pro postižené nepohodlný, obzvláště v kontralaterální axile, která je místem uchycení. Zde může dojít k útlaku nervového svazku. Velikou výhodou tahového zařízení je zpětná vazba, jež je zprostředkována optickou kontrolou při manipulaci s koncovým hákem. (Carroll, Edelstein, 2006)

Protézy ovládané vnější silou snižují diskomfort a potřebu síly k jejímu používání. Myoelektrický systém nabízí zvýšenou sílu úchopu a volní otevírání a zavírání dlaně. Ramenní kloub bývá umístěn do určité polohy pouze pasivně. Elektrický loket poskytuje jen malé množství přímé zpětné vazby. Oproti pasivním protézám jsou tyto náhrady těžší, ale i přesto mnoho jedinců po amputaci v oblasti ramenního pletence volí tuto náhradu.

Hybridní protézy spojují tahové a elektrické komponenty. Nejčastěji je volena kombinace tahově ovládaného lokte a elektricky řízené terminální pomůcky. Použitím elektrického ovládaní koncové části snižuje potřebu vybavení tahovým zařízením, protože tělem řízený pohyb je vyžadován pouze pro flexi lokte. Terminální pomůcka má tak větší sílu úchopu a je volně se otevírající a volně uzavíratelná. Tahově řízený loketní kloub poskytuje

rychlejší provedení flexe a extenze a dává svému uživateli větší zpětnou vazbu. ((Miguel, Alley, 2004)

2.16 TERAPIE A REHABILITACE

Stavy po amputacích vyžadují speciální pozornost a péči nejen o pahýl, ale také o celkový stav pacienta. Cestou k úspěšné rehabilitaci je spolupráce mezi kliniky, rehabilitačními pracovníky, protetiky, samotným postiženým a jeho rodinou. Důležité je začít s terapií co nejdříve. Důraz se klade na správný tvar pahýlu, jenž umožní snadné protézování. Poté následuje samotný nácvik ovládnání náhrady. Cílem terapie je zlepšit funkci končetiny a umožnit tak postiženému návrat k oblíbeným a každodenním činnostem a zvýšit tak kvalitu jeho života. (Engstrom, Van de Ven, 1999)

Rehabilitaci jedinců s amputací horní končetiny můžeme rozdělit do několika stádií. První je péče předoperační, je prováděna u amputací plánovaných. Poté následuje akutní pooperační péče, na kterou navazuje preprotetický a protetický nácvik. Zvládne-li amputovaný všechna tato stádia, může přejít k pokročilému tréninku funkčních dovedností. (Engstrom, Van de Ven, 1999)

2.16.1 Předoperační péče

Většina amputací je zapříčiněna traumatem, proto u nich není žádná terapie před amputováním možná. Provádí se pouze u sekundárních a odložených amputací. Pacient by měl být nejprve informován o připravovaném zákroku a jeho následcích a o možnostech řešení a péče. Na postižené i zdravé končetině se před operací provádí několik vyšetření. Zjišťuje se rozsah pohybu krční a hrudní páteře, ramenního pletence, loketního kloubu a zápěstí a svalová síla v okolí tří hlavních kloubů horní končetiny. Kontroluje se také, zda má pacient nějaké dřívější jizvy a jejich stav. To může částečně předpovědět průběh hojení rány a odhadnout dobu, kdy bude možno amputovaného vybavit protézou. Důležité je informovat se o rodinné situaci, postižený bude totiž v časném pooperačním období potřebovat fyzickou pomoc i psychickou podporu. Nakonec se ještě ptá na pacientovo zaměstnání a záliby. (Lusardi, Nielsen, 2007)

2.16.2 Pooperační péče

Počáteční cíle akutní terapie musí být upraveny tak, aby vyhovovaly momentálnímu stavu pacienta. Provádí se vyšetření, které odhalí bezprostřední priority a pomůže předpovědět možné výsledky. Během tohoto stadia se intravenózní medikací snižuje bolest, podporuje se hojení rány a dbá se na zachování co největšího pasivního rozsahu pohybu pahýlu. Stanovuje se postup pro účinné odstranění otoku, což sníží možnost vzniku adhezí a napomáhá hojení. Otok se redukuje elevací končetiny a bandážováním pahýlu. Používají se elastická obinadla, začíná se jemným stažením distální části a postupuje se proximálně. Postup bandážování u transradiální a transhumerální je znázorněn na obrázku 11 a 12.

2.16.3 Preprotetická rehabilitace

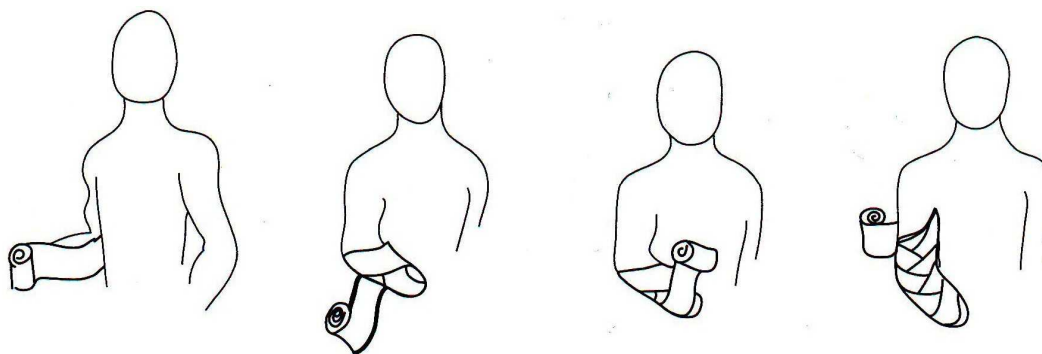
Hlavními cíli tohoto období je udržení a zvýšení kloubní pohyblivosti a svalové síly, kontrola otoku, znecitlivění pahýlu, funkční aktivity a péče o pahýl.

- Kloubní pohyblivost a svalová síla

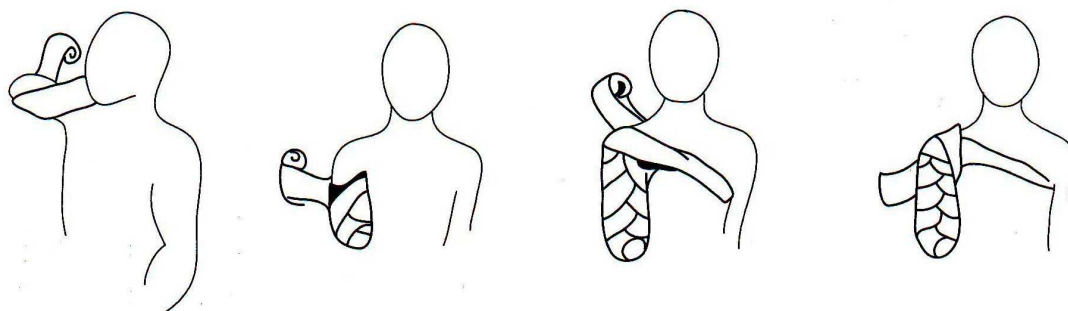
Aktivní pohyby ve všech kloubech nad úrovní amputace, včetně celého ramenního pletence a páteře by měly být zahájeny hned první pooperační den. Začíná se izometrickými kontrakcemi, pokračuje se aktivními pohyby. Se zmírňujícími se bolestmi může být postupně cvičení ztíženo pohyby proti odporu. Cvičit by se mělo pravidelně a v plném rozsahu pohybu v kloubech, aby se tak zároveň předešlo vzniku kontraktur. Pozornost musí být věnována pohybům ramenního pletence – elevaci, depresi, retrakci a protrakci. Pro jejich provedení je základnem zachování klouzavého pohybu lopatky po hrudní stěně. Spojení tohoto pohybu s flexí ramenního kloubu je hlavní silou pro činnost tahové protézy, zejména u amputací transhumerálních. Omezená bývá hlavně zevní rotace a horizontální dukce. Provádějí se techniky měkkých tkání, mobilizace, mírný strečink a aktivní pohyby v kloubu. Svaly ramenního pletence se procvičují pomocí odporovaných cviků, může být využito i prvků PNF. Jako prevence vzniku kontraktur působí extenze v lokti. Zde se klade důraz i na zachování pronace a supinace. Upravuje se postavení krční páteře a také rotace celého trupu během chůze. Amputovaní mají totiž tendenci naklánět se na postiženou stranu, trup bývá při chůzi strnulý bez souhybu paží. Rotace trupu může vést k pocitu nerovnováhy, proto je velmi důležitý nácvik balance a posturálních reakcí v různých polohách. Ošetřují se rovněž trigger pointy, které se vyskytují na horní části m. trapezius, v mm. rhomboidei a m. teres

minor. Po transradiální amputaci se trigger pointy objevují ve flexorech a extenzorech zápěstí, u transhumerální amputace jsou ve všech třech částech musculus deltoideus.

Obr. 11 Postup bandážování předloketního pahýlu (Lusardi, Nielsen, 2007, s. 862)



Obr. 12 Postup bandážování pažního pahýlu (Lusardi, Nielsen, 2007, s. 862)



- Otok

Pokud je pacient na lůžku, využívá se ke zmírnění otoku polohování pahýlu. Dále redukci edému napomáhají aktivní kontrakce svalů a zapojení pahýlu do provádění každodenních činností. Bandážování se používá až po zahojení rány a vytažení stehů. Nejvíce je pahýl stažen v jeho distální části a tlak se proximálním směrem snižuje do konečného

kónického tvaru. Bandážování přispívá nejen k odstranění otoku, ale formuje taktéž tvar pahýlu vhodný pro nasazení protézy.

- Jizva

Péče o jizvu začíná po vytažení stehů a jejím cílem je působení proti vzniku srůstů, které omezují volný pohyb tkání pahýlu. Adherentní tkáň v blízkosti zakončení pahýlu je problematická, protože může způsobit porušení tkání tahem za jizvu při používání protézy. Prevencí vzniku srůstů je jemná tlaková masáž jizvy a aktivní pohyby v kloubech.

- Znecitlivění pahýlu

Amputovaní jedinci mají často změněnou citlivost. Vyskytují se u nich dysestezie, fantomové bolesti nebo hypersenzitivita. Tyto fenomény se zmírňují jemnou masáží pahýlu, jenž má postupně vzrůstající tendenci. Pacient si tak zvyká na tlak působící na pahýl, což je vlastně příprava na následné vybavení protetickou pomůckou.

- Péče o pahýl

V péči o pahýl je důležité jeho omývání. Používají se zvlhčující krémy podporující vláčnost kůže. V tomto stadiu a také při používání protézy se musí pravidelně kontrolovat kůže a stav senzitivity.

- Trénink činností

Když je amputovaná dominantní končetina, většina postižených se při činnostech vyžadujících jemnou koordinaci zaměří na provedení zdravou končetinou, a tak dochází ke změně dominance. Získání vyhovujících zkušeností manipulace vyžaduje dlouhý trénink. Při nácviku funkčních aktivit se zaměřuje hlavně na schopnost najít a obléci se, kdy se velkým problémem stává natažení oděvu na dolní část těla a používání knoflíků. Z počátku je doporučováno nosit jednoduché oblečení. Postupným nácvikem se zdokonalí zacházení s knoflíky a zipy, což umožní oblékání i složitějších částí oblečení. Trénují se i další aktivity běžného života, např. hygiena. Pro amputované je těžké umýt celé tělo jen s požitím jedné ruky. V tomto případě je nápomocná mycí rukavice nebo houba na dlouhé rukojeti. Existuje mnoho dalších pomůcek, které umožňují nebo usnadňují provádění požadovaných aktivit. Samozřejmě záleží také na úrovni amputace – čím výše je končetina amputována, tím obtížnější je konání určitých činností. Je podstatné, aby se všichni postižení naučili používat

obě končetiny. Zapojení pahýlu do běžných aktivit celkově zjednodušuje jejich provádění a zároveň snižuje riziko vzniku přetížení nepostížené končetiny. (Lusardi, Nielsen, 2007)

2.16.4 Protetická rehabilitace

Před vybavením protézou by měl být pacient informován o všech možných typech umělých náhrad končetin, jejich výhodách a nevýhodách. Typ, vzhled a funkčnost protézy indikované amputovanému závisí na jeho věku, fyzickém a psychickém stavu, na zaměstnání a koníčcích. Požadavky ze strany pacienta jsou rovněž důležité. Záleží, jestli má náhradní končetina plnit funkci spíše kosmetickou nebo zda má umožňovat provádění určitých činností. Příprava na nošení protézy se děje v předchozím období, kdy se klade důraz na zvýšení svalové síly a zvětšení rozsahu pohybu v kloubech, což umožňuje snadnější ovládání protézy. Časně zahájení nácviku manipulace s protézou vede k dosažení plného užitku z této náhrady. Zpočátku může být protéza pro pacienta nepohodlná nebo mu může i překážet. Aby si pacient na protézu zvykl, nosí ji zpočátku třikrát denně 30 – 45 minut. Pak je náhrada sundána a kontroluje se stav kůže pahýlu. Protéza nesmí svého nositele nikde tlačit ani dřít. Doba nošení se postupně zvyšuje, až je možné používat náhradní končetinu po celý den. (Engstrom, Van de Ven, 1999)

Zásady rehabilitace s protézou jsou následující:

1. seznámení se s protézou – s jejími jednotlivými částmi a pochopení její funkce
2. nácvik nasazování a svlékání protézy
3. kontrola upevnění protézy
4. nácvik ovládání protézy
5. funkční aktivity
6. péče o protézu
7. psychologická terapie (Lusardi, Nielsen, 2007)

Amputovaný se musí naučit efektivnímu zacházení s protézou. Nácvik jejího používání je založen na postupném zdokonalování dovedností. Pacient se musí naučit ovládat napětí svalů – zvýšit ho v případě úmyslu vykonat protézou nějaký pohyb. Dlouhodobé udržování svalů ve zvýšeném napětí vede k větší svalové únavě a bolestem. Dále se musí také naučit umístit náhradní končetinu do určitého postavení, které poskytuje snadnější manipulaci a zmenší tak potřebu provádět rozsáhlé pohyby celého těla. Nakonec je pro snadnější zacházení s protézou a předměty důležité, aby jedinci zapojili do svých činností i okolí. (Lake, 1997)

- Nácvik úchopu

Nácvik úchopu se provádí od jednoduchých úkonů po ty složitější. Začíná se prostým otevíráním a zavíráním ruky nebo pomůcky, pak se mohou tyto pohyby spojit s flexí a extenzí loketního nebo ramenního kloubu. Výcvik úchopu začíná s měkkými, drsnějšími a širšími předměty, které se postupně vyměňují za tvrdší, tenčí a hladší. „Pro nácvik všedních činností se používá skládání kostek na přesnost a rychlost, přebírání kamínků, předávání předmětů různých tvarů a struktur. (Hromádková a kol., 2002, s.86)“ Poté se klade důraz na manipulaci oběma rukama. (Hromádková a kol., 2002)

- Nácvik dovedností

Jakmile pacient pochopí funkci všech částí protézy, začne jednotlivé pohyby spojoval pro funkční využití protézy. Nový uživatel protézy se musí naučit ovládat terminální pomůcku – odhadnout dostatečné rozevření pomůcky k uchopení předmětu, sevření předmětu bez jeho přílišného zmáčknutí a manipulace v různých pozicích. Amputovaní se učí používat obě ruce. Nácvikem různých činností se zvyšuje koordinace pohybů a zlepšují se funkční dovednosti. Jakmile pacient zvládne základní ovládací pohyby, trénují se činnosti běžného života (např. oblékání, hygiena, používání nože, nůžek, otevírání a zavírání různých krabiček, atd.). Terapie dále pokračuje v nácviku aktivit, podle požadavků jednotlivce, podle jeho motivace, zálib a pracovního zařazení. (Weeks, 2003; Engstrom, Van de Ven, 1999)

- Nácvik používání kosmetické protézy

Kosmetická protéza patří k nejjednodušším náhradám a vyžaduje jen minimální nácvik používání. Nejobtížnějším úkolem je nasazování protézy. Jedinci s krátkým pažním pahýlem nebo s vyšší amputací si navlékají nejdříve smyčku závěsného zařízení kolem axily zdravé paže a pak protézu upevní okolo pahýlu. U osob s delším pahýlem je tomu naopak. Naučit se

ovládat tuto protézu není složité, pozor se musí ovšem dát při pasivním ohýbání prstů, aby nedošlo ke zlomení drátů uvnitř umělé ruky. (Patero, Doolan, 2004)

- Používání protézy ovládané tělem

Jedinci s transradiální amputací se učí zacházet pouze s terminální pomůckou. Ovládacími pohyby jsou flexe a protrakce ramene. U takto postižených se provádí cviky na zvětšení rozsahu rotací předloktí, které slouží k umístění terminální pomůcky v prostoru. Osoby s transhumerální protézou se musí naučit ovládat koncovou pomůcku, řídit flexi a extenzi v loketním kloubu a také ovládat jeho uzamykání. Je-li loket v uzamčené pozici, terminální část se ovládá stejně jako u transradiální protézy. Pokud je loketní komponenta odemknuta, tah způsobuje flexi v loketním kloubu. Pro zvládnutí uzamčení lokte se musí pacient naučit provést současně abdukci, depresi a extenzi ramenního kloubu. (Kestner, 2006; Lusardi, Nielsen, 2007)

- Návčik používání elektricky ovládané protézy

Tyto náhrady nejsou vhodné pro primární protetické vybavení amputovaného. Jsou totiž těžké a jejich ovládání je složitější. Důležité je, aby měl postižený dostatečně zachytitelné signály ze svalů, které posléze řídí terminální pomůcku. Amputovaní se musí naučit diferencovat kontrakce různých (většinou antagonistických) skupin svalů. Návčik ovládání je podobný jako u tahových protéz. U transhumerálních protéz při odemknutém loketním kloubu kontrakce jednoho svalu zprostředkuje otevření terminální pomůcky, kontrakce druhého svalu provede její uzavření. Je-li loket uzamčený, kontrakce řídí flexi a extenzi předloktí. Rychlost pohybů závisí na rychlosti a síle zachycených myoelektrických signálů. (Blease, 2002)

3 DISKUZE

Amputace se provádí z důvodu odstranění funkčního anebo kosmetického postižení. Především u traumatických stavů však v posledních letech nejsou jedinou možností řešení. Z důvodu zdokonalujících se chirurgických technik jejich počet klesá. Ovšem u většiny případů je odnětí části končetiny nevyhnutelné. Velmi důležité je určit, v jaké výši bude amputace provedena. Musí se zvážit především vytvoření vhodného pahýlu, který by měl být pro postiženého přijatelný nejen kosmeticky, ale musí také umožňovat alespoň částečnou obnovu ztracené funkce. Měl by být zachován největší možný rozsah pohybu v kloubech, který je důležitý nejen pro hybnost zbylé části končetiny, ale také posléze velmi usnadňuje vybavení protézou a její ovládání.

Naskytá se otázka, jestli je pro postiženého lepší vybavení a nácvik zacházení s protézou nebo provádět veškeré činnosti pouze za pomoci pahýlu. Důležitý je individuální přístup. Někteří jedinci totiž možnost opatření náhradní končetinou nepřijmou. Toto rozhodnutí může záviset na psychické stránce, kdy se nedokážou vyrovnat s pocitem, že jim pomáhá „věc“, která není jejich tělu vlastní. Jiným amputovaným ve vykonávání aktivit protéza překáží nebo nebyli schopni se naučit s náhradou končetiny zacházet. Psychická stránka hraje svou roli i v opačném případě, kdy si postižení neumí představit svou existenci bez protetického vybavení, které jim dává pocit plnohodnotného začlenění. A to jak z estetického hlediska, kdy nošení kosmetické protézy zakrývá daný defekt, nebo z funkčního pohledu, kdy pacienti pomocí protézy vykonávají všechny činnosti, pracovní a sportovní aktivity.

Významná (a někdy také sporná) je volba protézy. Při předpisu protetické náhrady se musí zvážit věk postiženého, jeho sociální zázemí, pracovní možnosti, záliby. Svou úlohu zde hraje i to, jak se se svým postižením jedinec vyrovnal, jak je připraven na život s protézou a je-li schopen se s ní naučit dobře zacházet. Kosmetické protézy esteticky dokonale napodobují přirozený vzhled končetiny, ale mají malý funkční přínos. Používají se jako první možnost vybavení protézou. Pacient si s ní dobře zvykne na pravidelné nošení náhrady. Podle požadavků samotného amputovaného se poté může vyměnit za aktivní protézu. Vhodným typem je tahová protéza, jež je ovládaná pohyby těla, je lehká a odolná. Navíc poskytuje velkou zpětnou vazbu. Její nositelé však mohou při jejím používání pociťovat značný diskomfort plynoucí z přetěžování částí těla, které protézu ovládají. Nácvik zacházení s touto náhradou je oproti ostatním typům poměrně obtížný. I přes tyto okolnosti jsou tahové protézy

často používány. Vhodné jsou především pro mladší osoby, které zvládnou lépe snést zvýšenou zátěž a také je pro ně snadnější naučit se protézu ovládat. Naproti tomu myoelektrické protézy nepotřebují ke svému řízení aktivní pohyby jiných částí těla. Využívají totiž elektrické signály ze svalů. Její ovládání je z toho důvodu poměrně jednodušší. Ovšem některým jedincům může činit značné problémy izolovat kontrakce antagonistických svalových skupin, ze kterých se elektrický potenciál snímá. Tento typ je vhodný především pro transradiální amputace. Nejlepší funkční výsledek poskytují protézy hybridní. Spojují vlastnosti tahové a zevně ovládané protézy. Tělem se ovládá terminální pomůcka a elektricky loketní kloub nebo naopak. Tento typ se osvědčil u osob s nedostatečným rozsahem pohybu a sníženou svalovou silou.

Pro každou úroveň amputace se individuálně indikuje protéza s různými zařízeními, které pomáhají zmírnit funkční deficit i potíže související s odebráním končetiny. Vhodným protetickým vybavením po amputacích karpu jsou náhrady ovládané tělem nebo myoelektricky. Při exartikulaci v zápěstí je pro možnost protézování podstatná zachovaná rotace předloktí. Tím se vyloučí potřeba rotačního zařízení v distální části protézy, což umožní její snadnější ovládání. Při přerušení končetiny v oblasti předloktí je největším problémem stanovit vhodnou délku pahýlu. Zbylá část končetiny musí mít zachovány rotace, musí poskytovat dlouhé rameno páky a u možného endoskeletálního protetického vybavení i dostatečný prostor pro ovládací mechanismus. Podle Engstromové je optimální délka předloketního pahýlu při zkrácení končetiny asi 8 cm proximálně od processus styloideus ulnae. Co se týče exartikulace v loketním kloubu, tak se většina autorů shoduje, že odnětí končetiny v této výši není vhodné. Ve srovnání s dlouhým pažním pahýlem sice poskytuje lepší upevnění a ovládání protézy, ale loketní jednotka musí být umístěna až pod kondyly humeru, což činí končetinu delší a tak kosmeticky nežádoucí. Exartikulace v lokti je možností volby u dětských pacientů, protože znamená menší riziko, že pažní kost přeroste délku pahýlu a bude nutná jeho revize. Délka pahýlu je problémová i u transhumerálních amputací. Optimální přerušení končetiny se udává asi v úrovni 10 cm nad loketním kloubem, čímž vzniká dostatečný prostor pro umístění loketního zařízení ve správné výši. Obtížnější bývá možnost protézování kratších pažních pahýlů. Důležitým prvkem je zachování m. deltoideus. Při porovnání transhumerální amputace s krátkým pahýlem a exartikulace v rameni došli autoři k závěru, že jsou tyto amputace funkčně podobné. Ovšem odnětí končetiny na úrovni paže nepřináší takový kosmetický defekt v oblasti krku a ramenního pletence jako je tomu u výše zmíněné exartikulace. Proto je tento typ odstranění končetiny výhodnější. Protetické

vybavení po transhumerální amputaci je možné kosmetickou, tělem ovládanou nebo myoelektrickou protézou. Tahová protéza je ovládána jednotlivými pohyby v rameni. To je ale u osob s velmi krátkým pahýlem obtížné, protože nejsou schopni dosáhnout dostatečného rozsahu v ramenním kloubu. V těchto případech je proto indikováno použití řízení pomocí spínače. Končetiny amputované přímo v ramenním kloubu se nahrazují spíše elektrickými protézami, protože ke kontrole tahové protézy není možno vyvinout pohyb v dostatečném rozsahu. V těchto případech se nejčastěji doporučují protézy myoelektrické.

4 ZÁVĚR

K amputacím horní končetiny dochází nejčastěji z traumatické příčiny. Při jejich operačním provedení je velmi důležité zvážit výši, ve které by měla být končetina přerušena. Musí se zachovat co největší rozsah pohybu zbylé části končetiny a také vzít v úvahu možnost případného vybavení protetickou náhradou. Volba protézy je velice významná. Přizpůsobuje se výši amputace a také potřebám postiženého. Měla by poskytovat co největší možný návrat ztracené funkce anebo maximální estetické krytí defektu. Většina jedinců je nejdříve vybavena pasivní kosmetickou protézou a později, podle jejich požadavků, aktivními typy.

Oproti odstranění končetiny dolní, je amputace horní končetiny spojena s velkou ztrátou funkce. Samotná ruka hraje v životě člověka velkou roli. Umožňuje provedení úchopu a je propioceptivním a komunikačním prostředkem. Omezení možnosti manipulace s předměty a vykonávání činností běžného života pacienta velmi psychicky ovlivňuje. Správná protetická péče postiženému alespoň částečně navrácí jeho ztracené schopnosti a tím mu pomáhá opětovnému začlenění do společnosti.

5 REFERENČNÍ SEZNAM

BACCARANI, A. Free Vascularized Tissue Transfer to Preserve Upper Extremity Amputation Levels. *Plastic and Reconstructive Surgery* [online]. 2007, vol. 120, is. 4 [cit. 2007-10-03], s. 971-981. Dostupný z Internetu: <<http://www.plasreconsurg.com>>.

BAUMGARTNER, R. F. Upper extremity amputation and prosthetics. *Journal of Rehabilitation Research and Development* [online]. 2001, vol. 13, is. 4 [cit. 2007-10-23]. Dostupné z Internetu: <www.proquest.umi.com>. ISSN 0748-771.

BERBRAYER, D., FARRADAY, W. T. Switch-Activated Electrically Controlled Prosthesis Following a Closed Head Injury : A Case Study. *Journal of Prosthetics & Orthotics* [online]. 1994, vol. 6, no. 2 [cit. 2007-10-22], s. 48-51. Dostupný z Internetu: <<http://www.oandp.org/jpo>>.

BLEASE, B. *Rehabilitation after Amputation* [online]. 2002 [cit. 2007-10-23]. Dostupný z Internetu: <<http://www.blatchford.co.uk/prosthetics/rehab/rehab.html>>.

BRENNER, C. D. Wrist Disarticulation and Transradial Amputation: Prosthetic Management. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 223-229. ISBN 0892033134.

CARROLL, K., EDELSTEIN, J. E. *Prosthetics and patient management: a comprehensive clinical approach*. Thorofare, N.J. : SLACK, 2006. 266 s. ISBN 15564267129781556.

DUNGL, P. a kol. *Ortopedie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 1273 s. ISBN 8024705508.

ENGSTROM, B., VAN DE VEN, C. *Therapy for Amputees*. 3rd edition. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1999. ISBN 0443059756.

FRYER, Ch. M., STARK, G. E., MICHAEL, J. W. Body-Powered Components. In *Atlas of Amputations nad Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 117-130. ISBN 08920331.

HADRABA, I. *Ortopedická protetika (II. část)*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. 106 s. ISBN 8024612968.

HADRABA , I. *Protetika a ortotika*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987. 100 s.

CHILDRESS, D. S., WEIR, R. F. Control of Limb Protheses. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 173-192. ISBN 0892033134.

KAMPAS, P. Myoelektroden - optimal eingesetzt. *Medizinisch-Orthopädische Technik* [online]. 2001, Jahrg. 121, N. 1 [cit. 2007-11-28], s. 21-27. Dostupný z Internetu: <www.ottobockus.com>.

KELLY, B. M.. *Upper Limb Prosthetics* [online]. 1996-2008 , 10. 10. 2007 [cit. 2007-11-13]. Dostupné z Internetu: <www.emedicine.com>.

KESTNER, S. Defining the Relationship between Prosthetic Wrist Function and Its Use in Performing Work Tasks and Activities of Daily Living. *Journal of Prosthetics & Orthotics* [online]. 2006, vol. 18, is. 3 [cit. 2007-10-22], s. 80-86. Dostupné z Internetu: <<http://www.oandp.org/jpo>>.

LAKE, Ch. Effects of Prosthetic Training on Upper-Extremity Prosthesis Use. *Journal of Prosthetics & Orthotics* [online]. 1997, vol. 9, no. 1 [cit. 2007-11-28], s. 3-9. Dostupný z Internetu: <http://www.oandp.org/jpo/library/1997_01_003.asp>.

LAKE, Ch. Partial Hand Amputation: Prosthetic Management. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 209-217. ISBN 0892033134.

LUSARDI, M. M., NIELSEN, C. C. *Orthotics and prosthetics in rehabilitation*. 2nd edition. St. Luis, Missouri: Elsevier, 2007. 904 s. ISBN 07506747929780750.

MAY, B. J. *Amputations and prosthetics : a case study approach*. 2nd edition. Philadelphia: F.A. Davis, 2002. 276 s. ISBN 080360839X.

MIGUELEZ, J. M., MIGUELEZ, M. D., ALLEY, R. D. Amputations About Shoulder: Prosthetic Management. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 263-273. ISBN 0892033134.

MICHAEL, J. W., BUCKNER, H. Options for Finger Prostheses. *Journal of Prosthetics & Orthotics* [online]. 1994, vol. 6, no. 1 [cit. 2007-11-13], s. 10-19. Dostupný z Internetu: <http://www.oandp.org/jpo/library/1994_01_010.asp>.

OUELLETTE, E. A. Partial Hand Amputation: Surgical Management. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 197-206. ISBN 0892033134.

OWENS, P., OULLETTE, E. A. Elbow Disarticulation and Transhumeral Amputation: Surgical Management. In *Atlas of Amputations And Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 239-241. ISBN 0892033134.

OWENS, P., OULLETTE, E. A. Wrist Disarticulation and Transradial Amputation: Surgical Management. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 219-222. ISBN 0892033134.

PASSERO, T., DOOLAN, K. Aesthetic Prostheses. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 303-310. ISBN 0892033134.

SMITH, D. G. Amputations About Shoulder: Surgical Management. In *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd edition. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004. s. 251-261. ISBN 0892033134.

WEEKS, D. L. The Role of Variability in Practice Structure when Learning to Use an Upper-Extremity Prosthesis. *Journal of Prosthetics & Orthotics* [online]. 2003, vol. 15, no. 3 [cit. 2007-11-28], s. 84-92. Dostupný z Internetu: <http://www.oandp.org/jpo/library/2003_03_084.asp>.

6 PŘÍLOHY

Tabulka 1 Typy protéz horní končetiny (Kelly, 2007, dostupný z: www.emedicine.com)

<i>Typ protézy</i>	<i>Výhody</i>	<i>Nevýhody</i>
<i>Kosmetická</i>	Nejlehčí Kosmeticky nejlepší	Minimální funkce
<i>Tahová</i>	Menší hmotnost Nejodolnější Největší zpětná vazba Velká možnost terminálních pomůcek pro různé aktivity	Ovládání složitými pohyby těla a energeticky náročnější Složitější závěsné zařízení Nejméně kosmeticky přijatelná
<i>Myoelektrická</i>	Minimální závěsné zařízení Ovládání bez pohybů těla Kosmeticky přijatelnější Silnější úchop	Nejtěžší Omezená zpětná vazba Složitý a dlouhodobý nácvik ovládání
<i>Hybridní</i>	Silný úchop Snížené úsilí při umístění do určité polohy	Baterie terminální pomůcky zatěžují předloktí Méně kosmeticky přijatelná

7 SEZNAM ZKRATEK

CMC	karpometakarpální
IP	interfalangeální
m.	musculus
mm.	musculi
MP	metakarpofalangeální
n.	nervus
nn.	nervi