

UNIVERZITA KARLOVA V PRAHE

Fakulta telesnej výchovy a športu

## BAKALÁRSKA PRÁCA

**2015**

**Pavol Fiit Anský**

UNIVERZITA KARLOVA V PRAHE  
Fakulta telesnej výchovy a športu

## **Porovnanie typov lôfkov protéz horných končatín**

Bakalárska práca

Vedúci bakalárskej práce:

**Ing. Marek Bachura, Ph.D.**

Vypracoval:

**Pavol Fiitanský**

Bratislava, apríl 2015

Prehlasujem, že som záverečnú bakalársku prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje a literatúru. Tato práca ani jej podstatná časť nebola predložená k získaniu iného alebo rovnakého akademického titulu.

V Bratislave, dňa

í í í í í í í í í í í

podpis diplomanta

## Eviden ný list

Súhlasím s použitím svojej bakalárskej práce k študijným účelom. Užívateľom svojím podpisom potvrdzuje, že túto bakalársku prácu použil k štúdiu a prehlasuje, že ju uvedie medzi použitými prameňmi.

Meno a priezvisko:

Fakulta / katedra:

Dátum vyplnenia:

Podpis:

---

## **Poďakovanie**

Touto cestou by som chcel poďakovať vedúcemu bakalárskej práce Ing. Marekovi Bachurovi, PhD. za odborné vedenie práce, poskytnutie odborných materiálov a cenné rady

## Abstrakt

**Názov:** Porovnanie typov lôflkov protéz horných konatín

**Ciele:** Cieľom tejto bakalárskej práce je uľahčiť sa zamerať na protézové lôflko ako na najdôležitejší súasť protézy hornej konatiny, zhromaždiť dostupné informácie o jednotlivých typoch lôflkov a vhodnosti ich indikácie a vytvoriť indikačný návod pre správny výber protézového lôflka pre jednotlivé typy amputovaných kýpov. ale by som bol rád, ak by sa táto práca stala uľahčujúcim zdrojom informácií pre každého, kto chce hlbšie nahliadnuť do tejto problematiky.

**Metódy:** Počas tvorby práce som získal z dostupnej odbornej literatúry a iasto ne z doterajších osobných skúseností. ale som spolupracoval a získaval informácie od kolegov a odborníkov v danej problematike. Zúčastnil som sa odborných seminárov a výskumov.

**Výsledky:** Táto práca obsahuje informácie o histórii a vývoji protetiky horných konatín. Je v nej popísaný vývojový proces, funkčná anatómia a biomechanika samotných horných konatín. Podstatnejšou časťou práce sa zameriava na prí iné amputácií a hlavne na ich následné možnosti protetického riešenia. časťou práce na ktorú bola počas jej tvorby zameraná najväčšia pozornosť sa zaoberá popisom spôsobov upnutia protéz na amputovaný kýpe. Medzi výsledky patrí tabuľka, ktorej vypracovanie vychádza z vyššie uvedených skutočností. Tabuľka by mala slúžiť ako pomôcka pre odbornú aj laickú verejnosť pri výbere vhodného typu protézového lôflka a mechanizmu upnutia protézy na amputovaný kýpe konkrétneho pacienta.

**Kľúčové slová:** amputácia, transradiálna amputácia, kýpové lôflko, suprakondilárne lôflko, podtlakové lôflko, silikónový liner

# **Abstract**

**Title:** The Comparison of Upper Limb Socket Designs

**Objectives:** The goal of this bachelor thesis is to focus on prosthetic socket as the most important part of a upper limb prosthetic, to collect available information about different types of sockets and appropriateness of indication and to create indicative manual for the best choice prosthetic socket for different types of amputations level.

Secondly I would be glad this thesis to be useful source of information for everybody willing to understand deeply this topic.

**Methods:** The main source of information is firstly the available specialized literature and partly mine professional experience. I did collaborate and got more information from my colleagues and expert in this field. I had participate on special seminars and workshops.

**Results:** This thesis includes information about the history and development of upper limb prosthetic. It interpret evolutionary process and functional anatomy and biomechanics of upper limbs. The main part of the thesis is focused on reason of amputations and ways of treatment by prosthetic care. The most important part is describing different techniques of fixation prosthesis on the stump. One of the main results is the table constructed based on upper mentioned facts. The table should be useful for specialized and laic community when choosing the appropriate type of prosthetic socket and its mechanism of fixation on amputate stump for concrete patient.

**Keywords:** Amputation, Transradial Amputation, Supracondylar Socket, Suction Socket, Silicone Liner

## Obsah

1	Úvod .....	12
2	História protetiky .....	13
3	Horná konatina .....	16
3.1	Ontogenéza - Vývoj horných konatín.....	16
3.2	Funkčná anatómia a biomechanika ramena a ruky. ....	17
3.2.1	Articulatio humeri (ramenný kĺb) .....	17
3.2.2	Articulatio cubiti (lakťový kĺb).....	18
3.2.3	Predlaktie a ruka .....	19
3.3	Úchopová funkcia hornej konatiny .....	22
4	Amputácia hornej konatiny .....	23
4.1	Definícia .....	23
4.2	Príčiny amputácií .....	23
4.3	Rozdelenie amputácií .....	24
5	Protézy horných konatín .....	27
5.1	Rozdelenie protéz konatín.....	27
5.1.1	Kozmetické protézy .....	28
5.1.2	Čahové protézy.....	29
5.1.3	Myoelektrické protézy.....	29
5.1.4	Hybridné protézy.....	31
6	Spôsoby upnutia protéz na amputovaný kĺb .....	32
6.1	Protézové lôfká.....	32
6.1.1	Kĺbové lôfká pre exartikuláciu v ramennom kĺbe .....	33
6.1.2	Kĺbové lôfká pre transhumerálnu amputáciu .....	34
6.1.2.1	Klasické lôfká.....	34
6.1.2.2	Podtlakové lôfká.....	34
6.1.2.3	Lôfká na silikonový liner .....	35



6.1.3	Kýp ové lôfko pre exartikuláciu v lakťovom kbe.....	37
6.1.4	Kýp ové lôfko pre transradiálnu amputáciu .....	39
6.1.4.1	Suprakondilárne lôfko.....	39
6.1.4.2	Lôfko typu Münster .....	40
6.1.4.3	Podtlakové lôfko.....	41
6.1.4.4	Lôfko s použitím silikónového lineru.....	41
6.1.5	Lôfko po transkarpálnej amputácii.....	42
6.2	Závesná bandáž.....	44
6.3	Osseointegrácia .....	45
7	Záver .....	48
	Literatúra.....	49

## Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Prehľad vhodnosti lôflka podľa dĺžky a stavu amputovaného kĺbu .....47

## Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Alt Rupin (vľavo) a dve protézy predlaktia Geotza von Berlichingena (vpravo) Zdroj (3).....	14
Obrázok 2 Protéza s polyvalentnou mäkkou dlaňou (vľavo). Ramenná protéza s mechanickým viacpolohovo uzamykateľným kĺbom (vpravo) Zdroj (3).....	14
Obrázok 3 Pohyb ramenného kĺbu a lopatky pri obdukcii Zdroj (6) .....	18
Obrázok 4 Funkčné schéma lakťového kĺbu Zdroj (6) .....	19
Obrázok 5 Postavenie kostí predlaktia pri supinovanom postavení (modrá) a pri pronovanom postavení (červená) Zdroj (6).....	20
Obrázok 6 Kosti a kĺby ruky Zdroj (6).....	21
Obrázok 7 Porovnanie protézovej dlane k plánovej amputácii predlaktia. Zdroj (11)...	25
Obrázok 8 Schéma úrovni amputácií Zdroj (12) .....	26
Obrázok 9 Kozmetická, ľahová, hybridná a myoelektrická protéza (zľava) Zdroj (12 s. 35).....	28
Obrázok 10 Schéma vzniku akčného potenciálu Zdroj (12 s. 82) .....	31
Obrázok 11 Lôflko po exartikulácii v ramennom kĺbe so závesnou bandážou Zdroj (12 s. 64).....	33
Obrázok 12 Klasické lôflko s obvinutím ramenného kĺbu (vľavo). Klasické lôflko poufité v ľahovej protéze(vpravo) Zdroj (12).....	34
Obrázok 13 Skúšobné podtlakové lôflko z termoplastu Zdroj vlastný .....	35
Obrázok 14 Silikónový liner a uzamykací mechanizmus Zdroj (12).....	35
Obrázok 15 Protéza pripevnená pomocou lôflka na silikón Zdroj (18).....	36
Obrázok 16 Lôflko z kofenej usne so sťahovaním Zdroj (4).....	37
Obrázok 17 Ukážka individuálnej konštrukcie protézy po exartikulácii v lakťovom kĺbe Zdroj (12 s. 56).....	38
Obrázok 18 Technické riešenie hruškovitého tvaru kĺbu a po exartikulácii v lakťovom kĺbe Zdroj (12 s. 156) .....	38
Obrázok 19 Suprakondilárne lôflko z HTV silikónu Zdroj (12 s. 101).....	39
Obrázok 20 Vzduchový ventil Zdroj (19 str. 903).....	40

Obrázok 21 Podtlakové lôfko Zdroj (19 str. 902).....	40
Obrázok 22 Predlak ové lôfko so –nurovacou ramennou manfletou (hore) a osmi kovým reme ovým závesom (dole) Zdroj (4).....	41
Obrázok 23 Ukáflka princípu mechanizmu upnutia silikónového lineru a zámku v predlak ovej protéze Zdroj (12).....	42
Obrázok 24 Silikónový liner s kevlarovým popruhom na fixáciu suchým zipsom Zdroj (12).....	42
Obrázok 25 Vplyv d flky kýp a na zachovanie rozsahu pronácie a supinácie Zdroj (20) .....	43
Obrázok 26 Nasadzovanie protézy pre transkarpálnu amputáciu s popruhovým fixa ným mechanizmom .....	43
Obrázok 27Individuálna silikónová závesná bandáfl Zdroj vlastný.....	44
Obrázok 28 Kon-truk ná schéma osseointegrácie Zdroj (22) .....	45
Obrázok 29 Ukáflka pouflitia osseointegrácie pri aplikácii protézy hornej kon atiny ...	46

## Zoznam použitých skratiek

**HK**    ó horná kon atina

**DK**    ó dolná kon atina

**DMC**   ó dynamic motion control

**HTV**   ó high temperature vulcanized

# 1 Úvod

V histórii protetiky horných konatín sme sa od prvej zmienky z čias dávno minulých dostali až do súčasnej doby, v ktorej nám moderné technológie umožnili výborné možnosti, či už vo výrobných postupoch alebo v dostupnosti materiálov. Dnešné úsilie sa zameriava na to, čo najlepšie nahradí funkčný úchop ruky rôznymi spôsobmi ovládania protéz a ich mechanického princípu. Avšak aj napriek tomu sa stáva, že pacienti v konečnom dôsledku odmietajú používať aj takéto vysoko sofistikované protetické pomôcky. Stroskotáva to na nedostatok vedomostí a schopností súasných technikov a ich zastaraných postupoch výroby. Výsledkom často býva to, že protéza je pre pacienta nepohodlná a tým aj zle ovládateľná. Podceňuje sa totiž vyhotovenie najdôležitejšej časti protézy, ktorá je v priamom kontakte s amputovaným kĺbom a tou je práve protézové lôfklo.

Predmetom tejto práce je zamerať sa na túto konkrétnu súčasť protézy - protézové lôfklo. Túto tému som sa rozhodol spracovať preto, lebo mi je ako ortopedickému technikovi blízka. Vidím v nej veľký potenciál práve v tom, že pokusom o osvetu v tejto problematike je možné prispieť k zlepšeniu úrovne protetickej starostlivosti o pacienta po amputácii hornej konatiny a skvalitneniu jeho života. Myslím si, že vhodne indikované a správne vyrobené protézové lôfklo, či už protézy dolnej alebo hornej konatiny, je základom úspešnej práce v procese výroby protézy. Preto ma daná problematika veľmi zaujíma.

Ak má ortopedický technik prehľad o možnostiach použitia moderných materiálov a technológií, vie tiež vybrať ich správnu kombináciu pre konkrétny typ amputácie a poamputovaný stav kĺba a typ protézy nie je vôbec jednoduché. Preto chcem vytvoriť akéhosi prehľadného sprievodcu, ktorý by toto rozhodovanie mohol uľahčiť.

**Úlohy práce** Cieľom tejto bakalárskej práce je zhrnúť informácie o možnostiach protetiky horných konatín, najmä z hľadiska spôsobu upevnenia protéz na amputovaný kĺb, ktoré som získal a zhromažďoval z dostupnej literatúry a doterajších skúseností zo svojej praxe v odbore, počas ktorej som mal možnosť zúčastniť sa na viacerých odborných seminároch a konferenciách doma aj zahraničí.

## 2 História protetiky

Najstaršie archeologické nálezy pokusov o náhradu konatín sú staré asi 4000 rokov a ich technické a konštrukčné prevedenie poukazuje na to, že sa používali a vyvíjali ešte skôr.

Človek, ktorý amputáciu konatiny vo vtedajších podmienkach prežil, sa usiloval čo najlepšie nahradiť funkciu chýbajúcej konatiny a tým si zabezpečiť miesto v spoločnosti aby bol pre ostatných užitočný. Tieto prvé pokusy o náhradu konatiny by sme len asi ťažko mohli nazvať protézou, išlo hlavne o primitívnu, ale funkčnú kompenzačnú pomôcku. Predpokladané riešenie podľa Fajala (1) bola vtedy vidlica alebo hák vyrobený zo skrútenej vetvy, ktoré si postihnutí vyhotovovali zrejme sami.

Za prvú zachovanú písomnú zmienku o amputácii a protetickej náhrade sa považuje Herodotov záznam z roku 424 pred n.l. Popisuje osud perzského vojaka Hegistrata z Elis, ktorého Sparťania odsúdili k smrti. Aby unikol z väzenia, odrezal si vlastnú nohu a použil drevenú náhradu. (1)

Ďalší záznam pochádza od Plinia staršieho, ktorý v encyklopédii „Naturalis historia“ sa zmieňuje o rímskom generálovi Markovi Sergiovi, ktorý bol v druhej púnskej vojne (218 až 201 pred n.l.) viackrát zranený a stratil časť pravej ruky. Za časť potom používala fleznú náhradu, ktorá mu umožnila ovládať v boji. (2)

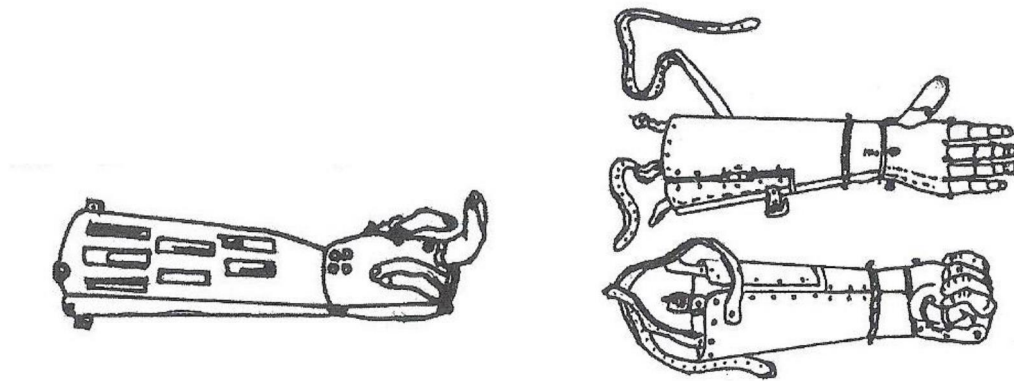
Jedna z najstarších dochovaných náhrad ruky je vystavená v Musée de Guilberkian Durhamskej univerzity v Newcastle. Táto kozmetická náhrada bola pripevnená objímkou na amputovanom predlaktí egyptskej múmie. Jej vek vedci odhadujú na obdivuhodných 2000 rokov pred n.l. (2)

Najstaršia funkčná protéza bola objavená v Taliansku v roku 1858 a jej vznik sa odhaduje na dobu približne 300 rokov pred n.l. Podľa písomných záznamov bolo jej jadro vyrobené z dreva a povrch z tenkých medených plátok a kožená objímka slúžiacej pre upevnenie náhrady na kýpe. Bola však zničená počas bombardovania Londýna počas druhej svetovej vojny. (1)

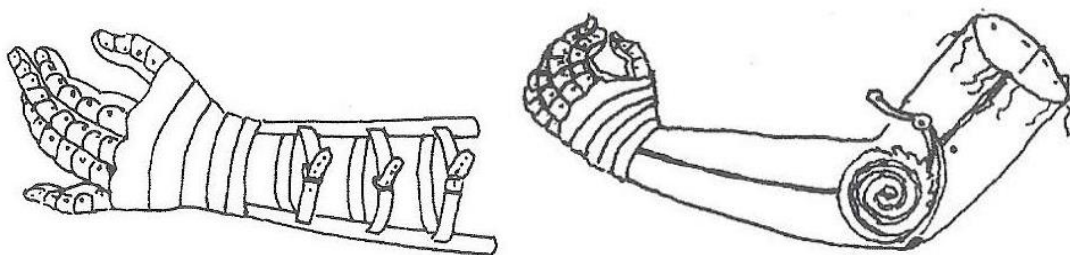
Podobné písomné zmienky a dochované nálezy nájdeme aj v stredoveku. V náplavách Rýna sa našla kovová protéza z 15. storočia. Súčasne s podobnými nálezy svedčia o novej technológii výroby a materiáloch protetických náhrad. Technológia spracovania kovov a vyspelá remeselná výroba zbrojárskeho cechu umožnila spracovanie malých pohyblivých súčiastok a vďaka zvýšenej potrebe rytierskeho stavu sa začala vyrábať

brnenia kryjúce celé telo vrátane kbových spojení. A odtiaľ bol ufl len krôik k zhotovovaniu kovových protetických náhrad. Zo za iatku protézy pouffivali hlavne rytieri v bojoch a i-lo o asti brnenia, ktoré mali skry predchádzajúce zranenia. asom sa mechanizmus protéz horných kon atín alej vyvíjal.

Protetika sa rozvinula najmä v období stredoveku, kde ve kú úlohu zohral chirurg **Ambroise Paré** (16. stor.), ktorý nielen zlep-il techniku amputácií, ale tiefl riadil protetickú diel u, kde navrhoval protézy, ale aj al-ie pomôcky. V tomto období bola známa protéza *Alt Ruppina* - nezávislý palec, dva bloky po dvoch prstoch s dvoma gombíkmi na fixovanie flektovaných prstov a protéza *Goetza von Berlichingena* - sk benie v-etkých lánkov prstov, opozícia palca oproti ostatným prstom.



Obrázok 1 *Alt Ruppina* (v avo) a dve protézy predlaktia *Goetza von Berlichingena* (vpravo) Zdroj (3)



Obrázok 2 Protéza s polyvalentnou mäkkou dla ou (v avo). Ramenná protéza s mechanickým viacpolohovo uzamykate ným k bom (vpravo) Zdroj (3)

Vďaka pokroku sa amputácie ako zásahy na záchranu ľudského života začali používať rovnako a po et pacientov, ktorí amputáciu prežili a potrebovali protetickú pomoc. Zároveň výrazne narastala. Veľký pokrok v chirurgii amputácií znamenal použitie dezinfekcie spolu s použitím chloroformu a éteru. Každý takýto objav znamenal lepšie podmienky pre rozvoj protetiky.

Asi najväčší rozvoj rúk (ovládaných pomocou mechanických rúk a laniek) bol zaznamenaný v Nemecku. Začínal sa na konci 18. storočia, kedy Klingert mobilizoval ramennú protézu desiatimi rokmi. Na začiatku 19. storočia berlínsky dentista Peter Ballif prišiel na spôsob ovládania protéz pomocou pohybov ramena a lakťa.

V 19. storočí sa výrobcovia protetických pomôcok združovali v rukavičkárskech cechoch. Koncom tohoto storočia začínajú vznikať aj samostatné protetické firmy. Zlom prichádza v roku 1919, vtedy sa stretávame po prvýkrát s menom Otto Bock, ktorý začal vyvíjať poznatok, že ak už je pacient akýkoľvek vek, vždy budú niektoré použité diely na výrobu protézy rovnaké (kĺby, adaptéry atď.).

V polovici 20. storočia došlo v Nemecku k ďalšiemu rozvoju, keď G. G. Kuhn navrhol aj ďalšie trojprstové úchopové zariadenie. (4)

Najväčší pokrok dosiahli techniky amputácií a vývoj protéz vždy počas veľkých vojen. V prvej svetovej vojne len v Európe stratilo konštitúciu cez 100 000 ľudí. Druhá svetová vojna má vďaka bombardovaniu miest a zbraňam hromadného ničenia ešte horšie štatistiky. Napriek tomu boli tieto vojnové hrôzy podnetom v ďalšom vývoji. (2)

Drevo a kov boli nahradené plastom, výroba lôfkov sa zjednodušila a viac zodpovedala fyziologickým požiadavkám. Vďaka ľahším materiálom sa zvýšil komfort pre pacientov a došlo aj k lepšiemu kozmetickému spracovaniu protéz. Dalo by sa povedať, že princípy protézovania objavené počas veľkých vojen sa stali základom protéz v súčasnosti.

Posledná etapa súvisiaca s využitím vonkajších síl, spadá do 30. rokov 20. storočia, kedy boli zaznamenané prvé pokusy o šelektrickú protézu. Veľký rozvoj techniky vo výrobe protéz je zaznamenaný hlavne po 2. svetovej vojne. Vtedy sa vyvíjala pneumatická protéza na základe umelého pneumatického svalstva. V tomto období sa taktiež presadili aj elektronické protézy. Prvá myoelektrická protéza je spojovaná s obdobím 70. rokov 20. storočia.



## 3 Horná konatina

### 3.1 Ontogenéza - Vývoj horných konatín

*„Horné a dolné konatiny majú zhodný stavebný plán a taktieflsvojím pôvodom sa nijako podstatne nelíšia - vývojovo zodpovedajú párovým hrudným a brušným plutvám prvohorných rýb. Rozdiely v stavbe a tvare oboch konatín u loveka vyplývajú z ich rozdielnej funkcie. „ (5 s. 169)*

Pri ontogenetickom vývoji hornej konatiny sa dá hovoriť o troch základných obdobiach a to o embryonálnom, fetálnom a postnatálnom. Vývoj hornej konatiny začína o niečo skôr ako vývoj konatiny dolnej, na konci 4. týždňa a tehotenstva, z mezodermálnych pupkov. Jednotlivé fázy vývoja postupujú proximodystálne. Kosti proximálnej časti hornej konatiny - ramenný pletenec, humerus sú vytvorené priamo v mezoderme, distálna časť - predlaktie - vzniká zhrubnutím mezodermálnej laterálnej platničky, ktorá vyvolá zhrubnutie ektodermu ležiaceho nad ňou. Postnatálny vývoj sa týka hlavne rastu a osifikácie kostí.

Vývoj jednotlivých tkanív a orgánov začína začiatkom druhého mesiaca vnútromaternicového života.

***asová následnosť vývoja konatín podľa Dylevského (5 s. 189)***

- 27. a 28. deň - o malé hrbolce na bočnej strane trupu
- 28. a 30. deň - o dobrú diferencovaný konatinový pupok
- 34. a 36. deň - o elongácia proximálnej konatiny
- 34. a 38. deň - o diferenciácia lakťovej oblasti a ruky
- 42. a 43. deň - o tvorba lúčkov prstov
- 44. a 46. deň - o úplná separácia prstov
- 63. a 70. deň - o nechty

## 3.2 Funk ná anatómia a biomechanika ramena a ruky.

Pre ortopedického technika, ktorý má za úlohu vyrobiť pre pacienta pomôcku, ktorá mu má pomôcť priblížiť sa zdravotnému stavu pred úrazom resp. amputáciou je dôležité, aby mal predstavu o tom, čo sa vlastne snaží nahradiť. Keďže práca ortopedického technika je v súčasnosti klasifikovaná ako práca v technicko-medicínskom odbore, nemali by mu chýbať základné vedomosti o anatómii, biomechanike a kineziológii.

### 3.2.1 Articulatio humeri (ramenný kĺb)

V ramennom kĺbe sa spojuje relatívne plochá jamka lopatky (cavitas glenoidalis) s veľkou hlavicou ramennej kosti (caput humeri). Tento guľovitý kĺb je najpohyblivejším kĺbom v tele, lebo jeho kĺbové puzdro je priestranné a väzy sú slabé. Spevnenie a vedenie kĺbu sa vykonáva súčasťou množstva svalov.

Pohyby v ramennom kĺbe spočívajú:

1. V addukcii a abdukcii ramena okolo osi prebiehajúcej v sagitálnej rovine.
2. Vo zdvíhaní a spúšťaní okolo osi prebiehajúcej vo frontálnej rovine
3. V rotácií smerom von alebo dovnútra okolo pozdĺžnej osi prebiehajúcej telom ramennej kosti

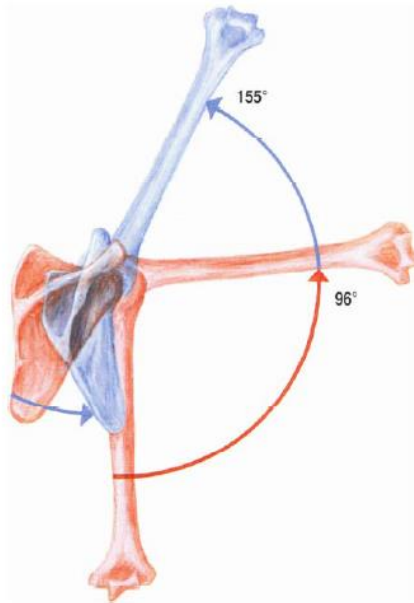
Samotná abdukcia (odtiahnutie) hornej končatiny v ramennom kĺbe je možná iba v horizontálnej rovine. Keďže pridvihnutie ramena sa vykonáva sklopením lopatky (scapula), ktorej dolný vrchol sa otáča von pod vplyvom predného pílovitého svalu (m. serratus anterior). (4)

Rozsahy pohybov ramenného kĺbu sú uskutočnené v rovine sagitálnej, frontálnej, transverzálnej a rotačnej.

V sagitálnej rovine je možné vykonať 45° extenziu (zapalenie) a 180° flexiu (vzpaflenie predpaflením). Vo frontálnej rovine je rozsah 180° abdukcie (vzpaflenie upaflením) a 45° addukcie (rameno pred hrudníkom). Keďže pri transverzálnej rovine je horizontálne zapalenie v rozsahu 45° a predpaflenie 135°. A posledná rovina je rovina rotačná, extrarotácia je 60° a intrarotácia je 90°. (5)

Deltový sval (m. deltoideus) udržiava pri svojom pokojovom napätí hlavicu ramennej kosti v kĺbovej jamke (cavitas glenoidalis). Na vonkajšej rotácii v ramennom kĺbe sa zúčastňujú napríklad svaly ako nadhrebenný a podhrebenný sval (m. supraspinatus, m. infraspinatus), malý oblý sval (m. teres minor). Na vnútornej rotácii sa podieľa veľký

oblý sval (m. teresmajor) a na vnútornej rotácii humeru sa podie a sval podlopatkový (m. subscapularis). (6)



Obrázok 3 Pohyb ramenného k bu a lopatky pri obdukcii Zdroj (6)

### 3.2.2 Articulatio cubiti (lak ový k b)

V lak ovom k be sú v jednom puzdre spojené tri k by:

1. Articulatio humeroulnaris (ramennolak ový k b, kladkový k b)
2. Articulatio humeroradialis (ramennovretenný k b, gu ovitý k b)
3. Articulatio radioulnaris proximalis (blifí vretennolak ový k b, valcovitý k b)

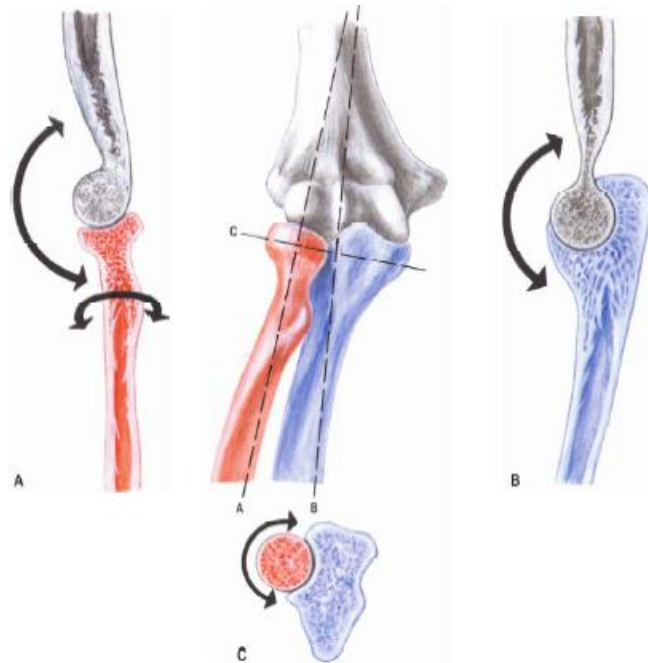
Pohyb lak ového k bu sa musí vykonáva okolo jeho osi. V om dochádza k flexii a extenzii. Extenzia prebieha v anatomicky podmienenom konci, keď olekranon (hákovitý výbežok lak ovej kosti) naráža vo svojej jamke na odpor.

K b vretenej kosti je z anatomického h adiska gu ový k b. V om sa môže chrupkovitá jamka vretenej kosti otá a pomocou svojej vonkajšej plochy oproti pevne stojacej lak ovej kosti.

Pri pronácii sa otá a vretenná kos (rádius) smerom dovnútra cez lak ovú kos , takže palec ukazuje smerom dovnútra a chrbát ruky dopredu. Pritom vretenná kos krífluje kos lak ovú. Pri supinácii stojí lak ová kos a vretenná kos paralelne, palec sa otá a smerom nahor, dla ukazuje dopredu alebo smerom hore. (4)

Vä –ina svalov zú ast ujúcich sa na pohyboch ramena a pohyboch lak ového k bu ako dvojhlavý sval ramena (m. biceps brachii), zobákovoramenný sval (m. coracobrachialis) a ramenný sval (m. brachialis) sú flexory. Naopak trojhlavý sval ramena (m. triceps brachii) je významný a mohutný exstenzor. (6)

Pohyby lak ového k bu sú realizovateľné v sagitálnej a rota nej rovine. V sagitálnej rovine je možná 10° hyperextenzia a 145° flexia. V rota nej rovine je rozsah 90° v supinácii a aj v pronácii. (5)



Obrázok 4 Funk ná schéma lak ového k bu Zdroj (6)

### 3.2.3 Predlaktie a ruka

V proximálnom zápästnom dvojosom k be sa spojuje vajcovitá jamka rádiusu s proximálnym radom zápästných kostí, lak ová kos sa na tvorbe tohto k bu nezú ast uje. Táto stavba umofl uje flexiu smerom k dlani (volárny smer) a extenziu smerom k chrbtu ruky (dorzálny smer) okolo prie ne postavenej osi. Okolo zvislo postavenej dorsopalmárnej osi sa vykoná addukcia smerom k palcu a abdukcia smerom k malí ku. Vo vnútri distálneho k bu ruky, teda medzi oboma radmi zápästných kostí je pohyblivos malá. (4)

Svaly predlaktia zahŕňajú tri skupiny svalov uložených vo vrstvách. Sú to svaly ktoré sa zúčastňujú na pomocnej flexii v lakťovom kĺbe, ale hlavne na pronácii a supinácii predlaktia a flexii a extenzii zápästia a prstov. (6)



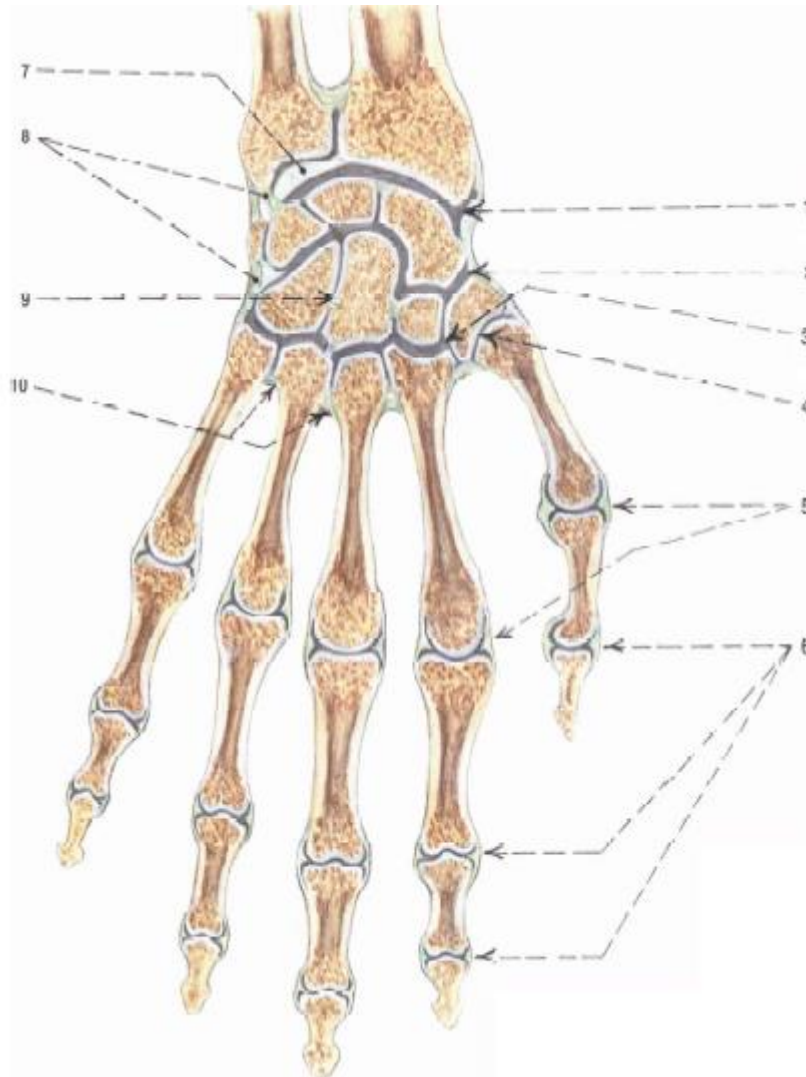
Obrázok 5 Postavenie kostí predlaktia pri supinačnom postavení (modrá) a pri pronačnom postavení (červená)  
Zdroj (6)

Pohyblivosť v zápästnom kĺbe v sagitálnej rovine je  $50^\circ$  v extenzii (v dorzálnnej rovine) a  $60^\circ$  vo flexii (vo volárnej rovine). alej vo frontálnej rovine je rozsah radiálnej dukcie  $20^\circ$  a  $30^\circ$  ulnárnej dukcie v supinácii. Pri pronácii je ulnárna dukcia  $20^\circ$  a radiálna dukcia  $30^\circ$ . (5)

Ruka je tvorená skupinou kĺbov

- articulatio radiocarpalis (vretennozápästný kĺb) - pripojuje zápästie k rádiusu
- articulatio mediocarpalis (strednozápästný kĺb) - náchádza sa medzi proximálnou a distálnou radou karpálnych kostí
- articulationes intercarpales (medzizápästné kĺby) - spájujú navzájom kosti jednej karpálnej rady
- articulationes carpometarpales (zápästnozápästné kĺby) - súbor kĺbov medzi distálnou radou karpálnych metakarpálnych kostí
- articulationes intermetarpales (medzizápästné kĺby) - kĺby medzi bázami susedných metakarpálnych kostí

- articulationes metacarpophalangeae (záprstno lánkové k by) - pä k bov medzi hlavicami metakarpov a proximálne lánky prstov
- articulationes interphalangeae manus (medzi lánkové k by ruky) - k by medzi lánkami prstov.



Obrázok 6 Kosti a k by ruky Zdroj (6)

### **3.3 Úchopová funkcia hornej konatiny**

Funkcia ruky a ramena vyplýva z ucelenej kombinácie dorazov pri pohyboch v kboch. Pri tom celom má lakťový a ramenný kĺb dôležitú úlohu priblížiť „konečný úchopový orgán“ - ruku k predmetu, ktorý má byť uchopený vždy v tej najvýhodnejšej pozícii. Pomocou regulačného obvodu so senzoricou (hmatovou) a optickou (zrakovou) spätnou väzbou sa kontrolujú a regulujú odchýlky pohybov a pohybových kombinácií pri vykonávaní určitých úchopových úloh. Pri amputácii hornej konatiny sa teda stráca nielen dôležitá a biomechanicky komplikovaného úchopového nástroja (ruka), ale taktiež 50% riadiacej spätnej väzby - hmatu. (4)

## 4 Amputácia hornej konatiny

### 4.1 Definícia

Pod amputáciou rozumieme odstránenie periférnej časti tela vrátane krytu mäkkých tkanív s prerušením skeletu, ktoré vedie k funkčnej alebo kozmetickej zmene z možnosti ďalšieho protetického ošetrovania. (7 s. 165) Exartikuláciou sa rozumie oddelenie konatiny v línii klíbe.

Pod amputáciou (7) ide o rekonštrukčné výkony, ktoré majú znížiť riziko ochorenia alebo funkčného postihnutia so snahou o dosiahnutie návratu pohyblivosti alebo aspoň jej čiastočnej funkcie. Podľa iných autorov však ide jasne o zmrzačujúci úkon, ktorý postihuje pacienta ako fyzicky tak aj psychicky. Pacient je nútený výrazne zmeniť svoj životný štýl a prispôbiť sa novým podmienkam pohybu i zručnosti. (8)

V každom prípade sa amputácia pri infekciách a akútnej sepse stáva úkonom, ktorý môže zachrániť pacientov život.

### 4.2 Príčiny amputácií

Príčinami amputácií je niekoľko. Základné príčiny sú: ťažké poranenia konatín, tumory, choroby ciev, vrodené a získané vady, ťažké a životu nebezpečné choroby a neuropatie.

Pri amputáciách zohráva rolu viacero faktorov.

Napriek tomu, keď v súčasnej dobe počet amputácií horných konatín klesá, a to hlavne vďaka skvalitneniu metód cievnej chirurgie a mikrochirurgie, stále najčastejšou príčinou sú traumy, či už následkom autonehody, pracovného úrazu a podobne, najmä u adolescentov a dospelých, pričom najčastejšie sú postihnutí muži ako ženy.

Ďalšou príčinou sú nádory mäkkých tkanív alebo kostí. Z nádorov je to najčastejšie osteosarkóm v proximálnej časti humeru. Ďalej je to nekróza po popáleninách alebo omrzlinách.

Cievne choroby sa vyskytujú u horných konatín veľmi zriedkavo. (7)

Menej častou indikáciou k amputácii sú u detí vrodené malformácie ako hypoplázia, aplázia, amélia, fokomélia a mikromélia. Dajú sa rozdeliť do dvoch skupín: defekty v transversálnej rovine (chýbajúci distálny koniec konatiny) a to v jej rôznej výške



a longitudinálnej rovine s možnosťou absencie niektorých kostí. Defekty v transversálnej rovine sú obyčajne dobre protézovateľné. (4)

Protézovanie týchto detí je bežnou praxou, avšak po ukončení obdobia ich rastu býva niekedy nutný chirurgický zákrok, ktorý upraví konatínu pre možnosť lepšieho využitia protézy. (7)

### 4.3 Rozdelenie amputácií

Podľa príčin delíme amputácie do troch skupín

- Primárne
- Sekundárne
- Odložené

Primárne sú také, kedy úraz samotný viedol k oddeleniu konatiny. Sekundárna amputácia nastáva v prípade, keď dôjde k stavu, ktorý ohrozuje pacienta (napríklad nekróza) alebo keď nie je možné konatínu zachrániť konzervatívnymi postupmi. Odložené amputácie sa volia pri polytraumách, keď najprv zaisťujeme základné životné funkcie a amputáciu realizujeme až po stabilizácii pacienta.

Reamputácia je zákrok, pri ktorom dochádza k úprave kýpu a vrátane kosti. Zákrok na mäkkých častiach kýpu označujeme ako plastiku kýpu. (10)

Delenie podľa úrovne amputácie je v protetike najpoužívanejšie.

Hlavný faktor, ktorý určuje úroveň amputácie, je predovšetkým rozsah poranenia danej konatiny. (8)

*„Skelet musí byť prerušený v takej výške, aby bol zachovaný dostatočný kryt mäkkých tkanív.“* (7)

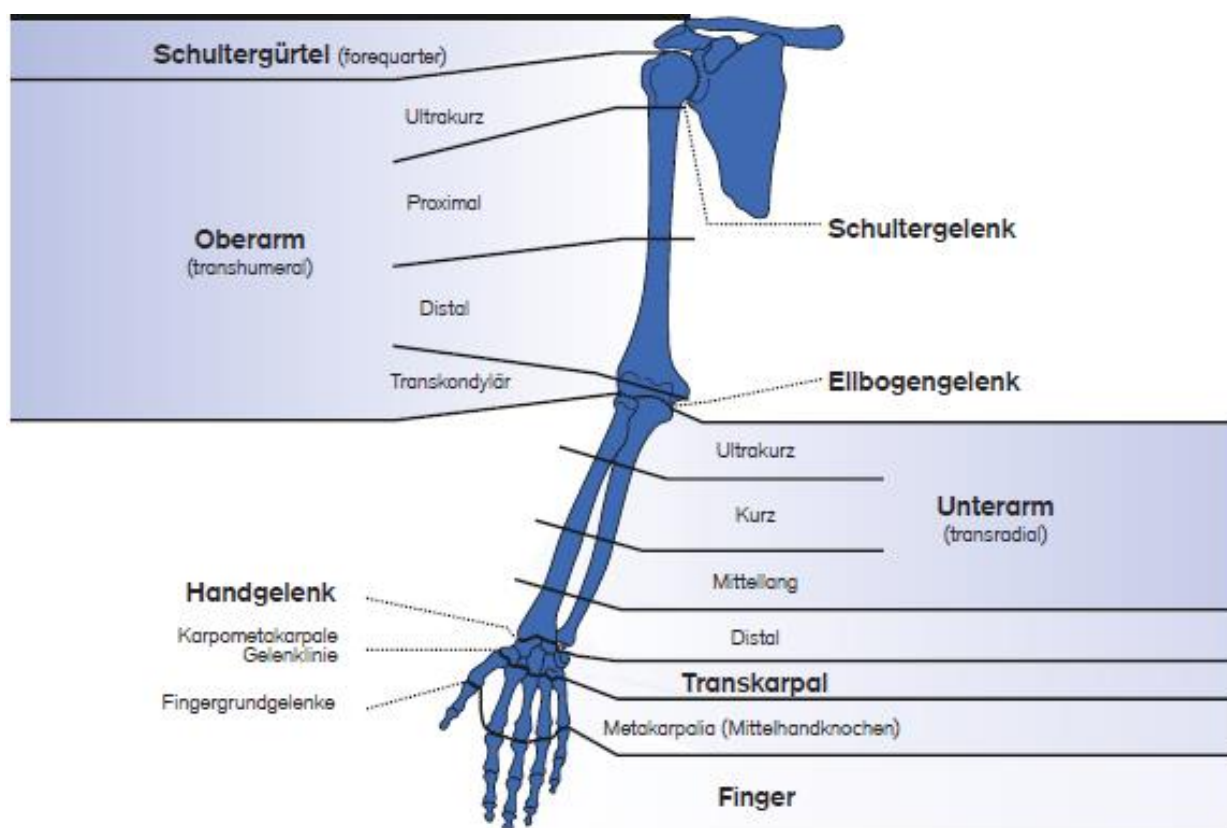
Úlohou chirurga je snaha zachovať konatínu v čo najväčšom možnom funkčnom rozsahu a kým v stave schopnom nosiť vhodnú protézu a tým vytvoriť čo najlepší podmienky pre rýchly návrat mobility a funkcie konatiny. (7) Pri plánovaných amputáciách je vhodné, ak operujúci lekár vopred konzultuje s ortopedickým technikom úroveň amputácie, pretože sa musí zvoliť vhodná dĺžka ramena páky konatiny a takisto potrebný priestor pre komponenty protézy.



*Obrázok 7 Prirovnanie protézovej dlane k plánovej amputácii predlaktia. Zdroj (11)*

Pri delení pod a úrovne amputácie používame tieto úrovne:

- Amputácia v oblasti ruky
- Exartikulácia v zápästí
- Amputácia v predlaktí
- Exartikulácia v lakti
- Amputácia v ramene
- Exartikulácia v ramene (12)



Obrázok 8 Schéma úrovni amputácií Zdroj (12)

Pod a spôsobu prevedenia sa amputácie delia na:

- uzatvorené
- gilotínové
- lalokové
- otvorené

## 5 Protézy horných konatín

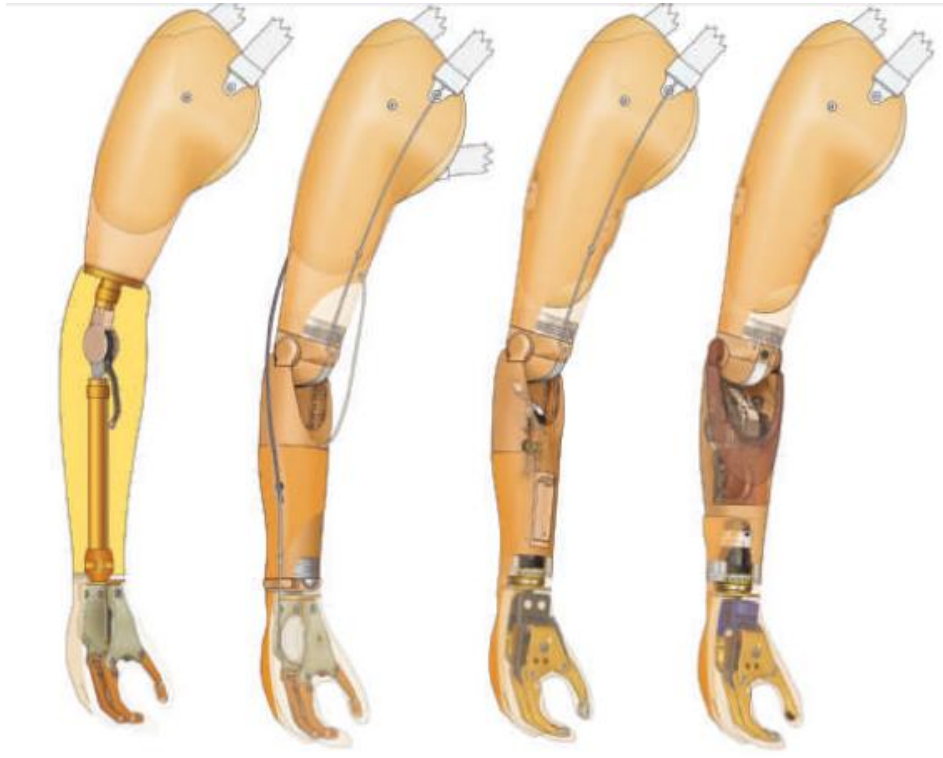
Protéza je umelá náhrada časti tela (v tomto prípade konatiny), ktorá má plniť funkciu chýbajúceho orgánu.

Pri výrobe a konštruovaní protézy je si podstatné uvedomiť sa, „*Snažte sa o to, aby sa táto náhrada vyrovnala stratenej časti a jej funkcii v kontexte celého organizmu, celého postihnutého jedinca. Je teda nutné nielen po diagnostike a definícii celkového aj lokálneho stavu a zistení starých a nových vzťahov, vytvoriť a stabilizovať na tele náhradu. Nie je to iba len nehmotná, ale klientom zhybnúť náhrada, ovládaná oporne pohybovým aparátom, riadená centrálnym nervovým systémom a ovplyvnená psychickým stavom používateľa. O to je práve táto rekonštrukcia zložitější, a to je tiež nutné pri uvedenej inštalácii a reparačnej práci.*“ (13 s. 7)

### 5.1 Rozdelenie protéz konatín

Podľa odborných autorov akými sú Hadraba a Baumgartner sa obvykle uvádza, že hlavné rozdiely v konštrukcii protéz HK a DK sú v tom, že horné konatiny sú konatinami vykonávajúcimi úchop a manipuláciu. Sú funkčne asymetrické, umožňujú prácu a stokrát viac zložitější aktivity. Sú ale iba „zavesené“ a menej pôsobia tlakom oproti trupu a súčasne plnia rovnovážnu funkciu. Tým je ich úložný pohyb pri porovnaní s protézami DK v priestore omnoho alekostrannejší a zložitější. (13 s. 7)

**Protézy horných konatín** delíme podľa typu ich konštrukcie na exoskeletálne a endoskeletálne. Typ konštrukcie exoskeletálnej protézy nám trochu napovedá jej názov. Konštrukcia takejto protézy je teda „obvodová“ a väčšinou je dutá. Materiál na jej výrobu je najčastejšie vrstvený, ako napr. karbónová alebo sklená tkanina nasýtená akrylovou živnicou (laminačná technika). Výhodou takejto skonštruovaných protéz je možnosť ovplyvniť pevnosť protézy a dimenzovať ju tak na potrebné zaťaženie. **Podľa spôsobu ovládania** alej protézy horných konatín delíme na aktívne a pasívne. Pri pasívnych protézach prevláda estetická stránka nad funkčnou. Aktívne ovládané protézy sa alej rozdeľujú podľa zdroja, ktorý ich uvádza do pohybu. Buď je to vlastná sila (ahom ovládané protézy) alebo vonkajší sila (myoelektrické protézy) alebo ich kombinácia (hybridné protézy). (14)



Obrázok 9 Kozmetická, ahová, hybridná a myoelektrická protéza (z. ava) Zdroj (12 s. 35)

### 5.1.1 Kozmetické protézy

Kozmetická protéza hornej konatiny sa pacientovi indikuje, keď je jeho hlavnou prioritou znovunavrátanie jeho vonkajšieho telesného vzhľadu. Dôležitou potrebou je skrytie telesného postihnutia čo najlepšie, a tým prispieť k psychickej vyrovnanosti pacienta, je hlavným faktorom, ktorý by sa nemal podceňovať. Nejde však len o istú kozmetickú záležitosť, ktorá má pozitívne vplyvy na psychiku. Je potrebné pacienta vybaviť protézou aj preto, aby mu bola znovu navrátená telesná vyváženosť - rovnováha. U pacientov, ktorí odmietli protetickú starostlivosť a nepoužívajú - nenesia protézu, sa postupom času prejavujú negatívne dôsledky nerovnomerného zaťažovania trupu. Výsledkom býva často skolioza hrudnej chrbtice a celkové chybné držanie tela so zlými pohybovými stereotypmi. Taktiež sa počas chôdze uplatňuje zotrvačná hmotnosť protézy, ktorá zohráva dôležitú úlohu pri harmonizácii striedavej rotácie ramena a panvy. Pacientom bez protéz chýba psychologický výhľad ramena a panvy a ich chôdza je napríklad strnulá a vyžaduje viac energie. (4)

### 5.1.2 ahové protézy

Medzi protézy ovládané vlastnou silou patria protézy ahové. Umofl ujú aktívny úchop, pri ktorom sa riadi funkcia protézy pomocou vlastnej svalovej sily. Pohyby sa vykonávajú pomocou ahovej bandáfle, ktorá je sú as ou protézy. Tieto protézy majú v porovnaní s myoelektrickými protézami niŕiu hmotnos a sú aj finan ne dostupnej-ie. V aka isto mechanickým komponentom nedochádza tak asto k poruchám a údrflba týchto protéz je tiefl menej finan ne náro ná. Taktiefl sú odolnej-ie vo i ne istotám, mrazu, vlhkosti a mechanickému po-kodeniu. (15) Pre pacienta je spôsob akým sú ovládané ahové protézy prirodzenej-í, po dobrom nácviku nastáva rýchla reaptabilita nervovo svalového systému. V aka ahom a popruhom je dobre vnímaná senzorická spätná väzba, ktorá do ur itej miery nahrádza chýbajúci hmat. ahová bandáfl býva vedená okolo chrbta do proti ahlej oblasti ramenného pletenca. To v-ak býva astokrát pre pouffivate a nepohodlné. V niektorých prípadoch, ke je vyvinutý nadmerný tlak na obzvlá- citlivom mieste, môfle dôjs v dôsledku dlhodobej kompresie k po-kodeniu nervov. Samotné nasadzovanie a s atie protézy môfle by pre komplikovanos popruhov ne ahké. Ovládanie protézy je závislé na pohyboch ostatných astí tela, pri zdvihnutí ramenného k bu dochádza k uvo neni tlakov v bandáflvom a ahovom mechanizme, pri extenzii ramenného k bu potom dochádza ku pri ahovacím pohyboch. Addukcia lopatiek vyvoláva abdukciu protézy. ahové zariadenia taktiefl obmedzujú rozsah pohybu a funk ný priestor, v ktorom môfle by protéza ovládaná. Funk ný priestor ahových protéz je limitovaný vo i priestoru priamo pred telom pouffivate a od úrovne pása afl po úrove úst. Ovládanie protézy je taktiefl z ve kej asti obmedzené pri innostiach vykonávaných nad úrov ou úst, pod úrov ou pásu a pri innostiach vykonávaných mimo frontálnu os pouffivate a. Úchopový pohyb nie je mofné vykona plynule, je neobratnej-í a pri flexii v umelom lak ovom k be nad  $90^\circ$  nie je obvykle mofné úplne roztvori úchopovú as protézovej dlane. (16)

### 5.1.3 Myoelektrické protézy

Myoelektrické protézy sú pohá ané inou nefl udskou silou (elektrickou energiou). Pri kontrakcii svalu vzniká elektrický potenciál, ktorý je mofné mera na pokofke pomocou elektród. Naj astej-ie je pouffívaný systém dvoch elektród. Pomocou myoelektródy nasnímaný EMG signál (ak ný svalový potenciál) je zaslaný po spojovacom kábli do procesoru myoprotézového systému. Procesor následne spracuje a vyhodnotí charakter

signálu, jeho dĺžku, priebeh, intenzitu. Podľa týchto parametrov sa následne riadi elektromotor v mechanickej časti myoprotézy.

Je možné aktívne a kontrolovane riadiť v reálnom čase rozsah pohybu, rýchlosť a silu.

Pre zistenie či bude pacient schopný ovládať myoprotézu je potrebné vykonať najprv meranie potenciálov - „myotest“. Je rozdiel komunikovať s pacientom, ktorý má daný hendikep vrodený a s pacientom, ktorý ho má nadobudnutý traumaticky počas života. Tento faktor ovplyvňuje znenie pokynov, ktoré dávame pacientovi keď chceme aby napínal potrebné svalstvo pre snímanie EMG.

Svaly používané pre ovládanie myoprotézy pri rôznych stupňoch amputácií:  
Transradiálna amputácia - flexor carpi radialis, flexor carpi ulnaris, extensor carpi radialis longus & brevis, extensor digitorum

Transhumérálna amputácia - biceps brachii, triceps brachii a deltoideus

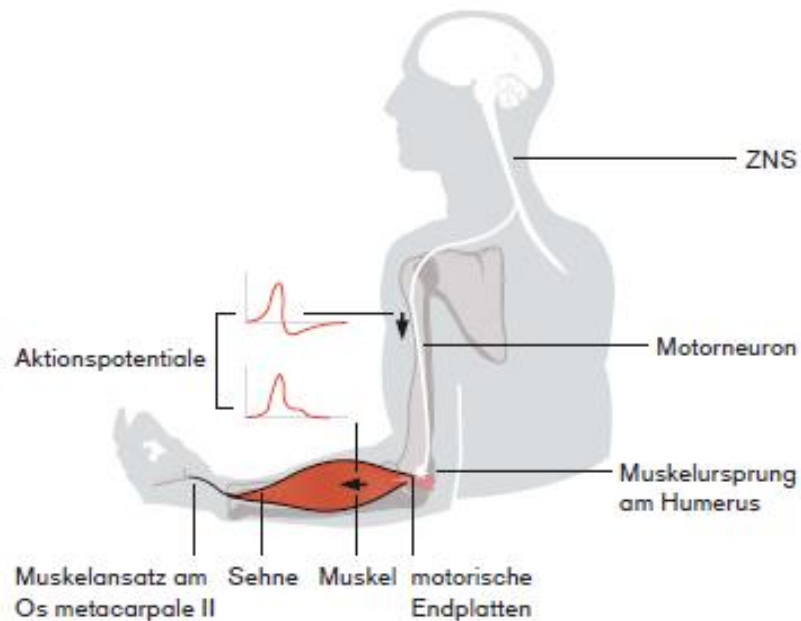
Exartikulácia v ramennom kĺbe - pectoralis major & minor, trapezius, teres minor, latissimus dorsi, supraspinatus, infraspinatus

Procesor myoelektrickej protézy riadi pohyb motorickej časti na základe podnetu, ktorý je vo forme EMG. Ten prichádza do protézy buď jedným alebo dvoma kanálmi. Na vyhodnocovanie týchto signálov je možné zvoliť program. Medzi základné programy patrí:

- DMC - Dynamic motion control - umožňuje riadenú rýchlosť a silu stisku protézy. Je to dvojkanálový program pri ktorom signál z flexorov iniciuje flexné pohyby (zatváranie dlane, pronáciu zápästia, flexiu v lakti) a signál z extenzorov iniciuje extenziu (otváranie dlane, supináciu zápästia a extenziu v lakti). Pre efektívne využitie tohto programu musí pacient disponovať dvoma silnými signálmi, ktoré vie dobre separovať.
- Auto control - Je to jednoduchý program na ovládanie, ktorý je vhodný pre pacienta schopného pracovať len jedným signálom. Po iatoploha protézovej dlane je v úplnom zatvorení. Pokiaľ signál prekoná spúšťačnú hranicu, ruka sa začne otvárať. Akonáhle klesne signál pod spúšťačnú hranicu, ruka sa zatvorí.

Funkcia týchto programov na ovládanie myoelektrických komponentov protéz je založená hlavne na rôznej intenzite signálov. Procesor pracuje s informáciami ako súčasne

a sila. Na základe týchto dvoch informácií sa dá nakombinovať množstvo spôsobov aktivácie funkčných mechanizmov. (12 s. 81-91)



Obrázok 10 Schéma vzniku akného potenciálu Zdroj (12 s. 82)

#### 5.1.4 Hybridné protézy

Hybridnými protézami sa nazývajú také protézy, v ktorých sa spájajú dva spôsoby ovládania. Je to teda kombinácia hovorového a myoelektrického princípu. (17) Väčšinou sa tento typ protézy volí pri transhumerálnej amputácii. Najčastejšou časťou protézy býva lakový kĺb. Tento typ protézového lakového kĺbu býva často volený z finančných dôvodov, lebo v porovnaní s elektronicky riadeným kĺbom je neporovnateľne lacnejší. Ostatné časti protézy, či už protézová dlaň alebo zápästný rotátor, sú úplne ovládané myoelektrickým systémom.



## 6 Spôsoby upnutia protéz na amputa ný kýpe .

### 6.1 Protézové lôfko

Spôsob fixácie protézy na amputa ný kýpe pomocou kýp ového lôfka, je aj napriek tomu, že sa začal používať veľmi dávno, stále najpoužívanejší. Každý kto sa niekedy aktívne zúčastnil na celom procese výroby protézy od jej návrhu, cez výrobu až po odovzdanie pacientovi a nácviku jej samotného používania vie, že, že pokiaľ protézové lôfko nespĺňa požadované kvality, je tým výrazne negatívne ovplyvnený celý výsledok procesu oprotézovania. Práca na ostatných častiach protézy je v porovnaní s výrobou lôfka výrazne jednoduchšia lebo sa jedná väčšinou o sériovo vyrábané modulárne komponenty, zatiaľ čo protézové lôfko by sa malo vždy vyrábať individuálne. Pri návrhu a výrobe konkrétneho typu lôfka je potrebné si uvedomiť, aké sú vlastne jeho úlohy a aké sily budú pôsobiť na amputa ný kýpe .

Medzi hlavné úlohy protézového lôfka patrí:

1. Obsiahnutie objemu kýp a
2. Prenos záťaží a síl (statických a kinetických)
3. Prenos pohybov počas cyklu chôdze
4. Fixácia (upnutie) protézy na kýpti

Sily pôsobiace na kýpe :

1. Tlakové sily
2. Ťahové sily
3. Ohybové momenty (medio-laterálne, antero-posterionálne)
4. Torsívne momenty (prevažne v kĺboch)
5. Torzné momenty (okolo vertikálnej osi)

Samotné spôsoby upnutia lôfka na amputa ný kýpe sa odvíjajú od základných fyzikálnych a mechanických princípov. Tie sa dajú vyúžiť použitím špecifických druhov materiálov, ktoré majú na to vhodné mechanické vlastnosti.

Spôsoby upnutia kýp ového lôflka môžeme rozdeliť na:

1. Upnutie vplyvom kompresie mäkkých tkanív a vytlačovania objemu
2. Upnutie vplyvom elastického pozdĺžneho pnutia
3. Upnutie vplyvom adhézneho trenia
4. Upnutie vplyvom pasívneho vzpriemenia tkanív
5. Upnutie vplyvom vzpriemeného svalstva
6. Upnutie vplyvom podtlaku
7. Upnutie vplyvom pomocného zariadenia

(18)

Pri výbere správneho typu lôflka sa rozhodujeme podľa konkrétnych kritérií. Treba brať do úvahy viaceré faktory akými sú napríklad: typ a hmotnosť protézy a spôsob jej ovládania.

### **6.1.1 Kýpové lôflko pre exartikuláciu v ramennom kĺbe**

Exartikulácia v ramennom kĺbe je špecifická tým, že po nej prakticky neostáva zachovaná flexioidná funkcia a pohybu schopnosť svalstva v hornej končatine. Pacient je postihnutý nielen stratou akéhokoľvek funkčného postihnutého strany ale aj stratou hmotnosti v celej časti tela, čo spôsobuje veľkú asymetriu, ktorá negatívne vplyva na rovnováhu. (13 s. 64)  
Úlohou lôflka po ramennej exartikulácii je, aby vytvorilo plný kontakt s povrchom ramenného pletenca. Takéto lôflko nie je však samonosné. Pri jeho upevnení na telo pacienta je vždy potrebná závesná bandáž.



Obrázok 11 Lôflko po exartikulácii v ramennom kĺbe so závesnou bandážou Zhroj (12 s. 64)

## 6.1.2 Kýpové lôfko pre transhumerálnu amputáciu

### 6.1.2.1 Klasické lôfko

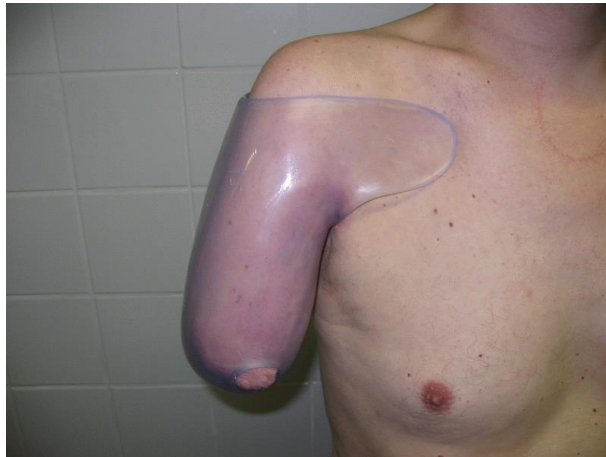
Klasické lôfko s obvinutím ramenného kľučku sa aj napriek svojim nevýhodám používa v súčasnosti pomerne často. Jeho hlavnou nevýhodou je výrazne znížený rozsah pohybu v ramennom kľučku. Taktiež komfort nosenia a ovládanie nositeľom protézy, ktorej je súčasťou je horšie, lebo presun síl medzi amputovaným kýpcom a lôfkom je v dôsledku tvarovania lôfka zoslabený. Naopak, asi hlavnou výhodou prečo je v súčasnosti stále tento typ lôfka taký obľúbený zo strany ortopedických technikov je to, že tvar tohto lôfka nie je nijako špeciálne náročné na modeláciu a následnú výrobu. Lôfko je fixované na kýpce väzbovou pomocným fixačným zariadením ako je napríklad závesná bandáž a preto kolísanie objemu samotného kýpca zohráva minimálnu rolu vo výslednej fixácii. (18)



Obrázok 12 Klasické lôfko s obvinutím ramenného kľučku (vľavo). Klasické lôfko použité v ahovej protéze (vpravo)  
Zdroj (12)

### 6.1.2.2 Podtlakové lôfko

Novším typom lôfka pre transhumerálnu amputáciu je takzvané **podtlakové lôfko**. Je trochu náročnejšie na precíznosť pri výrobe, ale zato prináša množstvo výhod. Hlavným pozitívom tohto typu lôfka je, že neobmedzuje rozsah pohybu v ramennom kľučku v takej miere ako ho obmedzuje lôfko klasické. Ďalšou výhodou je stabilizácia lôfka proti rotačným silám, ktorá extrémne zvýši ovládanie nositeľom celej protézy pacientom. Tým, že je toto lôfko celokontaktné, nedochádza k zbytočnému zväčšovaniu objemu protézy a taktiež sa zbytočne nepredlžuje dĺžka amputovaného kýpca, čo môže byť v prípade dlhého amputovaného kýpca problémom pri následnej stavbe protézy. (18)



Obrázok 13 Skú-obné podtlakové lôfko z termoplastu Zdroj vlastný

### 6.1.2.3 Lôfko na silikonový liner

al-ím spôsobom fixácie protézy na amputa ný kýpe je kombinácia lôfka s použitím silikónového lineru s pinom a zámkom.



Obrázok 14 Silikónový liner a uzamykací mechanizmus Zdroj (12)

Silikónový liner drľí na kýpti v aka trojkombinácii mechanizmov. Podtlak je zabezpe ený vtedy, ak liner prilieha na pokofku o najdokonalej-ie, optimálne po celej jeho ploche. Silikón má výborne adhézný povrch, ktorý zabezpe uje vysoké trenie a tým zabra uje sklzu lôfka. V aka svojej elasticke dochádza ku fľiadúcej kompresii tkanív, o ostatné dva mechanizmy (trenie, podtlak) posil ujú. al-ou výhodou je jednoduchá sádrovacia technika a následná výroba lôfka. Tento typ lôfka taktieľ neobmedzuje rozsah pohybu v ramennom k be. Av-ak sériovo vyrábaný silikónový liner je vä -inou fixovaný do lôfka pomocou mechanizmu skladajúceho sa z asti, ktorá je sú as ou lineru t.j. pin a z asti, ktorá je sú as ou protézového lôfka t.j. zámky. Tento mechanizmus si vyľaduje svoj vlastný stavebný priestor a tým predľfuje distálnu as lôfka. (18)



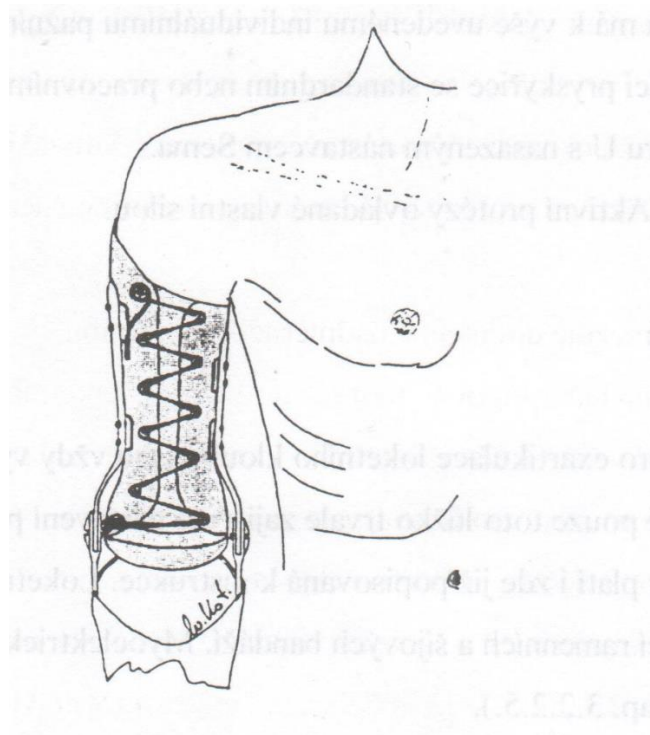
Obrázok 15 Protéza pripevnená pomocou lôflka na silikón Zdroj (18)

V súčasnosti sa stáva čoraz populárnejším využitie individuálne zhotoveného silikónového lineru. Zatiaľ čo sériovo vyrobený silikónový liner sa vyrába podľa niekoľkých veľkostí v prefabrikovaných formách a nerieši sa ľudská individualita, individuálny silikónový liner je možné vyrobiť podľa špeciálnych potrieb. Táto možnosť sa volí hlavne vtedy, keď kým, ktorý chceme oprotézovať nemá ideálnu dĺžku, je extrémne zjazvený alebo nemá štandardný tvar, ako napríklad kým po vrodených vadách a po ťažkých devastujúcich zraneniach. Individuálny liner sa vyrába na základe odtlačku, ktorý by mal byť odobraný tak, aby čo najlepšie skopíroval komplikované partie (prstné výstupky, jazvy, kostné prominencie) Voľba individuálneho silikónového lineru so sebou prináša aj ďalšie výhody. Je možné zvoliť si hrúbku, tvrdosť a smer elasticity a hlavne aj iné spôsoby jeho upevnenia v lôflku. V prípade, keď ide o dlhý amputovaný kým, nie sme nútení použiť ako upevňovací mechanizmus pin zo zámkom ale môžeme využiť aj iné spôsoby, akými sú upevnenie pomocou klinov alebo kevlárových popruhov. (12)

### 6.1.3 Kýpové lôfko pre exartikuláciu v lakťovom kĺbe

Výroba kýpového lôfka po exartikulácii v lakťovom kĺbe má svoje špecifiká a úskalia. Náročnosť protetického vybavenia spočíva hlavne v nadmernej dĺžke amputovaného kýpového a, ktorý je ešte navyše vo svojej distálnej časti vďaka fyziologickému tvaru distálnej časti ramennej kosti – nie stredná tretina kýpového a. Tento hruškovitý tvar komplikuje bezpečné nasadzovanie lôfka. K tomu aby sa široká distálna časť amputovaného kýpového a mohla dostať na „dno“ lôfka je potrebné nejakým dočasným alebo trvalým spôsobom zväčšiť úzku strednú tretinu lôfka tak, aby sa najvyššie nasadila kýpového a cez ňu dostala. Toto je možné dosiahnuť použitím viacerých mechanizmov. V minulosti sa najčastejšie používal spôsob, keď bolo kýpové lôfko vyrobené z valchovanej kofenej usne so zväčšením.

(4)

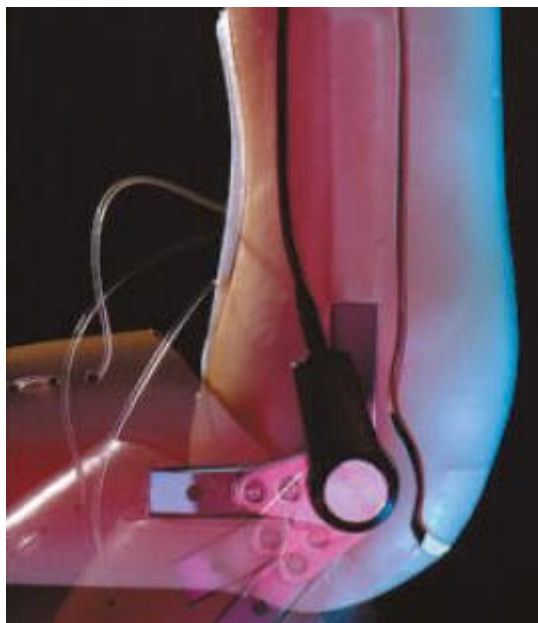


Obrázok 16 Lôfko z kofenej usne so zväčšením Zdroj (4)

V súčasnosti sa najčastejšie používa kombinácia flexibilného vnútorného kýpového lôfka a vonkajšieho (nosného) lôfka, ktoré je v najväčšom zúžení iasto nefenestrované. Ako variant k flexibilnému lôfku je možné použiť aj silikonový liner.



Obrázok 17 Ukážka individuálnej konštrukcie protézy po exartikulácii v lakti Zdroj (12 s. 56)



Obrázok 18 Technické riešenie hrukovitého tvaru kýp a po exartikulácii v lakťovom kĺbe Zdroj (12 s. 156)

Tento tvar kýp spôsobuje relatívne komplikácie pri výrobe lôfka a núti ortopedického technika voliť vplyvy individuálne riešenia, no prináša aj jednu veľkú výhodu. Vďaka tomuto hrukovitému tvaru môžeme preniesť a fixovať väčšiu hmotnosť lôfka na túto časť. Tým umožníme, aby proximálna tretina amputovaného kýp a bola voľná a tým sa zachová plný rozsah pohybu v ramennom kĺbe. Táto výhoda by sa mala využívať najviac ako to je len možné. (4)

#### 6.1.4 Kýpové lôfko pre transradiálnu amputáciu

S transradiálnymi (predlakovými) amputáciami sa ortopedický technik dostáva do kontaktu pomerne často, ak nie vôbec najčastejšie. Na rozdiel od transhumerálnej amputácie je pri predlakovej amputácii zachovaný aj lakový kĺb a tým je väčší predpoklad, že protéza bude môcť byť používaná efektívnejšie a komplexnejšie. Aj preto postupom času vzniklo väčšie množstvo typov predlakových lôfk a spôsobov ich upevnenia.

##### 6.1.4.1 Suprakondilárne lôfko

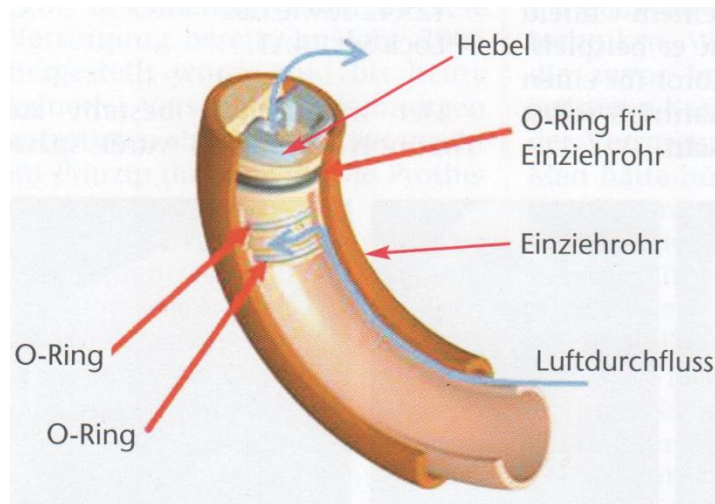
**Suprakondilárne** lôfko by malo zaisťovať plný kontakt s celou plochou predlakového amputačného kĺbu. Obopína a prekryva na mediálnej aj laterálnej strane kondily (z čoho vyplýva samotný názov lôfka) a taktiež v dorzo-proximálnej časti zachytáva aj olekranon. Tvar tohoto **suprakondilárneho** „venca“ by mal byť taký, aby pri extenzii v lakovom kĺbe dochádzalo k mechanickému zovretiu kĺbu a tým sa podporila celková sila upnutia lôfka. Na to, aby tento mechanizmus fungoval je potrebné, aby bola aspoň proximálna časť lôfka flexibilná. Lôfko vyrobené z HTV silikónu je pre to vhodnou voľbou.



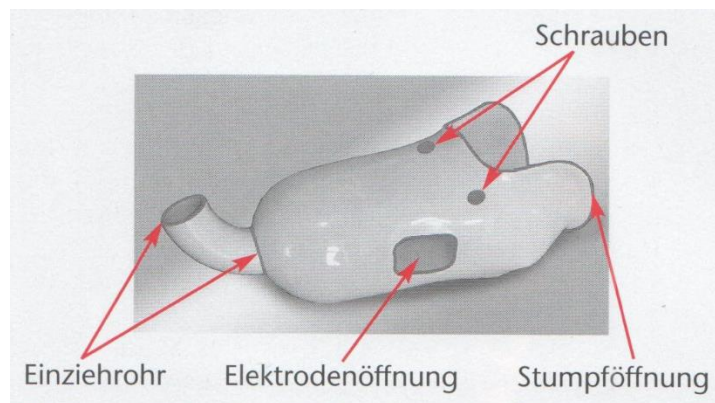
Obrázok 19 Suprakondilárne lôfko z HTV silikónu Zdroj (12 s. 101)

Tento typ lôfka je dostatočne samoupínací. V niektorých prípadoch môžeme silu upnutia lôfka podporiť podtlakom - zakomponovaním vzduchového ventilu. Tento typ lôfka je vhodný najmä pri vybavení pacienta myoelektrickou protézou, ktorá si vyžaduje perfektný prenos síl a kontakt s povrchom amputačného kĺbu.





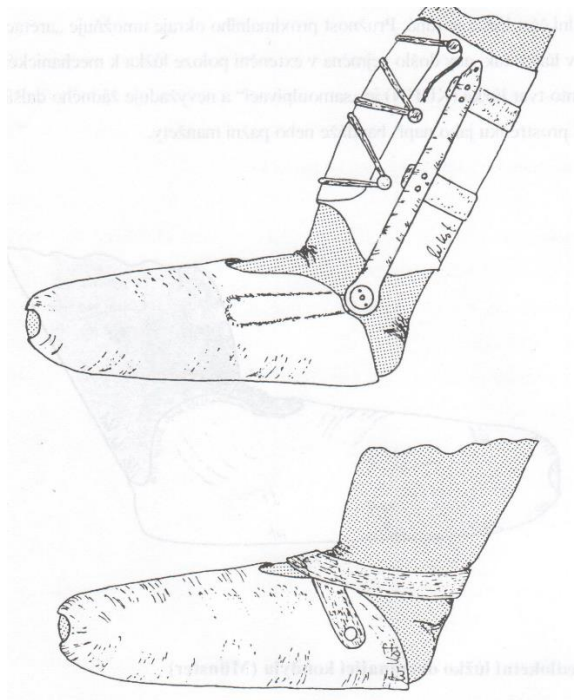
Obrázok 20 Vzduchový ventil Zdroj (19 str. 903)



Obrázok 21 Podtlakové lôfko Zdroj (19 str. 902)

#### 6.1.4.2 *Lôfko typu Münster*

Lôfko typu **Münster** na jednej strane obopína rovnaké asti ako suprakondilárne lôfko, ale na distálnej asti kýp a nie je plne kontaktné. Distálna as lôfka je umelo pred flená tak, aby vytvorila spojenie pre zápästný adaptér protézovej dlane. V minulosti sa pri tomto type lôfka asto používali pomocné fixa né zariadenia.



Obrázok 22 Predlakové lôfko so -urovacou ramennou manšletou (hore) a osmi kovým remeňovým závesom (dole)  
Zdroj (4)

#### 6.1.4.3 Podtlakové lôfko

Pri ideálnom tvare a dĺžke amputačného kýtka a je možné vyrobiť lôfko, ktoré neobopína suprakondilárny veniec, ale jeho proximálny okraj končí pod úrovňou olekranonu. Takéto lôfko musí čo najpresnejšie kopírovať tvar a povrch kýtka, aby bolo možné vytvoriť a udržať podtlak. Toto lôfko má síce výhodu v tom, že nijakým spôsobom neobmedzuje rozsah pohybu v lakťovom kĺbe, ale jeho veľkou nevýhodou je veľmi slabá tolerancia objemových zmien kýtka. Pri malom poklese objemu amputačného kýtka klesá aj komfort používania protézy, v ktorej je zabudovaný tento typ lôfka. Protéza má pri plnej extenzii v lakťovom kĺbe veľkú tendenciu skĺznuť.

#### 6.1.4.4 Lôfko s použitím silikónového lineru

Tento typ lôfka má svoju hlavnú výhodu v tom, že nie je náročné na výrobu a pri správne zvolenej veľkosti lineru je fixácia na amputačnom kýtke veľmi efektívna. Taktiež rozsah pohybu v lakťovom kĺbe je zachovaný v plnom rozsahu.



Obrázok 23 Ukážka princípu mechanizmu upnutia silikónového lineru a zámku v predlakovej protéze Zdroj (12)

V prípade nutnosti použitia lineru pre dlhý kýpe, je možné priestor, ktorý by sa použil na pinu a zámku zbytočne strátiť, ušetriť využitím spôsobu fixácie pomocou kevlarového popruhu a suchého zipsu. (12)

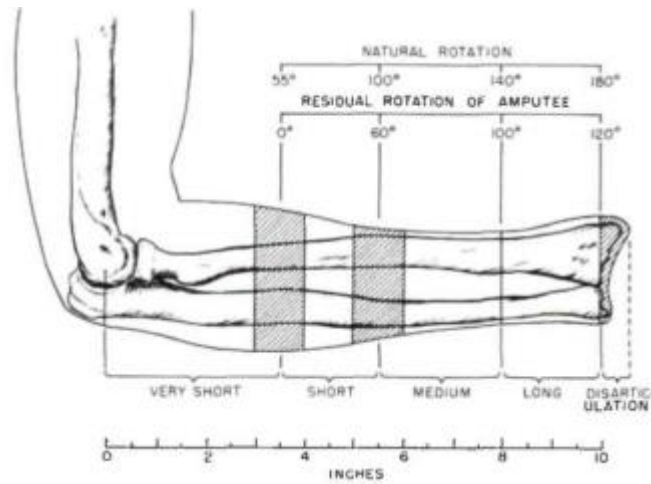


Obrázok 24 Silikónový liner s kevlarovým popruhom na fixáciu suchým zipsom Zdroj (12)

### 6.1.5 Lôfko po transkarpálnej amputácii

Kýpe po transkarpálnej amputácii má svoje špecifiká. Jednou z jeho hlavných predností je dlhá páka, čím ostáva významne zachovaná svalová sila. (6 s. 294)

Malou významne zachovanou funkciou je schopnosť pomerne prirodzeného rozsahu pronácie a supinácie. Hlavný tento fakt je potrebné rekapitulovať pri návrhu kýpeového lôfka po transradiálnej amputácii. Keby sa pre takéto kýpe zvolilo napríklad suprakondilárne lôfko, tak by sme pacienta o túto výhodu pripravili. Preto je potrebné zvoliť lôfko, ktoré pacientovi umožní najviac napomôcť vyúžiť potenciál, ktorý v tomto prípade má. (20)



Obrázok 25 Vplyv dĺžky kýp a na zachovanie rozsahu pronácie a supinácie Zdroj (20)

Podobne ako pri exartikulácii v lakťovom kĺbe, tak aj v prípade transcarpálnej amputácie je distálna časť amputovaného kýtka a ruka ako jeho stredná tretina. Tento tvar rúk trochu komplikuje nájdenie a snímanie lôžka na kýtke. Väčšinou sa tento problém rieši vnútorným flexibilným lôžkom, ktoré je buď natočené ko flexibilné, alebo umôžní priechod širokému distálu cez najužšiu časť, alebo je toto lôžko iasto ne narezané prípadne fenestrované. Takéto vnútorné lôžko je potom následne prekryté nosným lôžkom, ktoré umôžní uje, aby sa vnútorné flexibilné lôžko malo kam rozšíriť. Fakt, že distálna časť kýtka a nie je kónická sa dá veľmi dobre využiť pre mechanizmus upnutia lôžka. Okolo miesta kde sa vnútorné lôžko roztvára sa pripevní popruh, ktorý je vyvedený cez otvor vo vonkajšom nosnom lôžku tak, aby sa po nasunutí protézy na kýtke mohol utiahnuť. Tento spôsob zabezpečí výbornú fixáciu kýtka ového lôžka.



Obrázok 26 Nasadzovanie protézy pre transcarpálnu amputáciu s popruhovým fixačným mechanizmom

Zdroj (12 s. 50)

## 6.2 Závesná bandáž

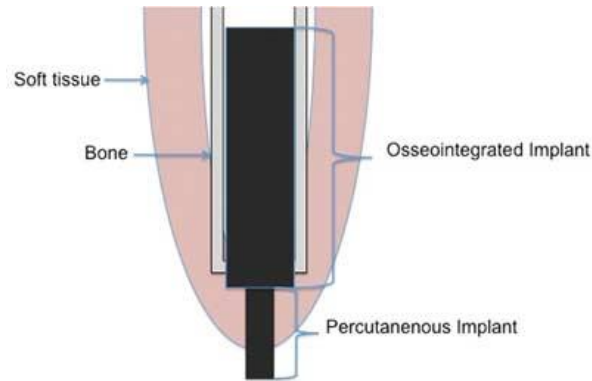
V prípade, keď stav amputácie kým a neumožňuje dostatočnú fixáciu protézy na telo pacienta pomocou protézového lôžka, pristupuje sa k použitiu podpornej fixácie pomocou závesnej bandáže. Spôsob umiestnenia tejto bandáže na pacienta a protézu je podobný ako pri použití abovej bandáže, ale s tým rozdielom, že jej hlavnou funkciou nie je ovládanie protézy, ale prenos časti alebo celej hmotnosti protézy na kontralaterálnu stranu, väčšinou do oblasti axily. V niektorých prípadoch sa závesná bandáž používa, aj keď nie je vyslovene potrebná pre fixáciu pomôcky, len preto, aby mal samotný pacient pocit istoty, že protéza len tak sama od seba nespadne. Závesné bandáže môžu mať rôzne tvarové a materiálové prevedenie. Tvarované by mali byť tak, aby boli o najkomfortnejšie a najnenápadnejšie. Tieň by mali optimálne rozložiť tlak, ktorý hmotnosť protézy vyvíja na tkanivá. Materiál na ich výrobu by mal byť dobre hygienicky udržateľný. Z týchto hľadísk je optimálnym typom individuálne zhotovená silikónová bandáž. Je možné ju vyrobiť v ľubovoľnom farebnom prevedení, výborne prilieha k pokožke, nepohlcuje pot a je možné sterilizovať ju. (21)



Obrázok 27 Individuálna silikónová závesná bandáž Zdroj vlastný

### 6.3 Osseointegrácia

Osseointegrácia je ďalším zo spôsobov, ako rieši spôsob upnutia protézy. Je to spôsob, pri ktorom je implantát umiestnený do medullarného kanála kosti amputačného kýt a tak, aby sa implantátu slúfiliaca k pripojeniu k ďalším protézovým dielom vyvievala von cez kožný kryt.



Obrázok 28 Konštrukčná schéma osseointegrácie Zdroj (22)

V roku 1990 Rickard Brånemark, MD, PhD a jeho kolegovia dosiahli prvý klinický úspech v tomto procese. Osseointegrácia pre oblasť protetiky bola vyvinutá, aby poskytla alternatívu pre ľudí, ktorí nemôžu používať konvenčné protézové lôfká. Niektorí ľudia nemôžu používať klasické protézové lôfká z dôvodov ako sú: opakujúce sa kožné zápaly, vredy, nedostatok dĺžky kýt a, extrémne kolísanie objemu a zjazvenie kýt a, rozsiahle kožné plastiky a nadmerná potivosť. Heterotopická osifikácia po traume môže byť tiež príčinou, pre ktorú nie je možné indikovať klasické protézové lôfká. Výhodou osseointegrácie je hlavne to, že sa pri nej nevyvíja tlak na mäkké tkanivá, že pri nadmernom potení kýt a neklesá sila fixácie (klasické protézové lôfká pri poklese trenia v dôsledku potenia za inaklesajú) a umožňujú oprotézovanie extrémne krátkych amputovaných kýtov.



Obrázok 29 Ukážka použitia osseointegrácie pri aplikácii protézy hornej končatiny<sup>1</sup>

Bohužiaľ aj s osseointegráciou sa spájajú rôzne riziká. Hlavné je tu riziko vzniku zápalu, úbytku kostnej hmoty a zlomeniny kosti. Úbytok kostnej hmoty môže byť zapríčinený infekciou, ale taktiež pre aflovaním kosti. V závažných prípadoch to môže viesť k revíznym operáciám, kedy sa opakovane vkladá nový implantát. Nasádzanie a snímanie protézy pri použití osseointegrácie si vyžaduje v porovnaní s konvenčným protézovým lôžkom viacero technických pomôcok. Používajú sa rôzne bezpečnostné mechanizmy pre ochranu rozhrania medzi kosťou a implantátom. Ako najúspešnejšie používaný ochranný systém pred torznými silami, sa pri prvej rehabilitácii používa zariadenie RotaSafe, ktoré ochraňuje samotný osseointegrovaný implantát pred nadmernými torznými silami. Pacient si vie sám pomocou 5 mm kľúča a toto zariadenie nasadiť a s ňou. Axor je ďalším komponentom, ktorý chráni kosť a implantát pred torznými, ale aj pred flexnými silami. Postupom času sa táto technológia zdokonaľuje a čím viac sa stáva vo svete používanou. (22)

---

<sup>1</sup> Zdroj <http://atwiki.assistivetech.net/images/7/78/OIprosthesis2.jpg>

Tabuľka 1 Prehľad vhodnosti lôžka podľa dĺžky a stavu amputačného kýtka

	S dobrým krytím mäkkých tkanív	So zlým krytím mäkkých tkanív (jazvy a plastiky)
Kýpka dlhá	Lôžko laminátové (klasické) 	Lôžko laminátové (klasické) 
	Vnútrotné flexibilné lôžko (podtlakové) 	Vnútrotné flexibilné lôžko (podtlakové) 
	Lôžko s linerom na pin 	Lôžko s linerom na pin 
	Lôžko s individuálnym linerom 	Lôžko s individuálnym linerom 
Kýpka stredne dlhá	Lôžko laminátové (klasické) 	Lôžko laminátové (klasické) 
	Vnútrotné flexibilné lôžko (podtlakové) 	Vnútrotné flexibilné lôžko (podtlakové) 
	Lôžko s linerom 	Lôžko s linerom 
	Lôžko s individuálnym linerom 	Lôžko s individuálnym linerom 
Krátka kýpka	Lôžko laminátové (klasické) 	Lôžko laminátové (klasické) 
	Vnútrotné flexibilné lôžko (podtlakové) 	Vnútrotné flexibilné lôžko (podtlakové) 
	Lôžko s linerom 	Lôžko s linerom 
	Lôžko s individuálnym linerom 	Lôžko s individuálnym linerom 

**Legenda**

	doporučené
	vhodné
	vhodné s obmedzením
	nevhodné
	závesná bandáž
	obojsmerná amputácia



## 7 Záver

Práca ortopedického technika si vyžaduje multidisciplinárne vedomosti. Aj preto by táto bakalárska práca mala vytvoriť praktickú pomôcku nielen pre ortopedických technikov, ale aj iné príbuzné odbory, ktoré by prácu ortopedického technika dokázali spätne obohatiť a tým povýšiť celkovú kvalitu starostlivosti o pacienta po amputácii hornej končatiny. Problematika kvality protézových lôfkov horných končatín vyplýva z nepomeru vo všeobecnom poňatí amputácií dolných končatín k horným končatínám. Tento fakt automaticky vedie k väčšiemu dôrazu a sústreďeniu sa na problematiku protetického vybavenia dolných končatín, čo prirodzene vedie k lepšej kvalite výrobných procesov a aj samotných výsledkov v praxi. Toto automaticky znevýhodňuje samotných pacientov po amputácii horných končatín, ktorí potrebujú kvalitnú protetickú starostlivosť. Práve preto treba vynaložiť väčšie úsilie pri protetickom riešení amputácií horných končatín, nakoľko obmedzená funkcia len jednej končatiny dokáže postihnutého obmedziť nielen pri každodenných aktivitách ale aj v jeho postavení v spoločnosti.

Cieľom bakalárskej práce bolo vytvoriť ucelený a názorný súhrn poznatkov z odboru ortopedickej protetiky, konkrétne spôsobov upnutia protéz na amputovaný kýpe protéz horných končatín, s dôrazom na možnosti využitia rôznych typov kýpových lôfkov a spôsobov ich upnutia.

Táto práca na svojom začiatku obsahuje informácie o histórii a vývoji protetiky horných končatín. V ďalšej časti je popísaný vývojový proces, funkčná anatómia a biomechanika samotných horných končatín. Podstatnejšou časťou práce sa zameriava na príčiny amputácií a hlavne na ich následné možnosti protetického riešenia. Časťou práce na ktorú bola po jej tvorbe zameraná najväčšia pozornosť sa zaoberá popisom spôsobov upnutia protéz na amputovaný kýpe. V poslednej časti sa nachádza tabuľka, ktorej vypracovanie vychádza z vyššie uvedených skutočností. Tabuľka by mala slúžiť ako pomôcka pre odbornú aj laickú verejnosť pri výbere vhodného typu protézového lôfka a mechanizmu upnutia protézy na amputovaný kýpe konkrétneho pacienta.

Domnievam sa, že využitím stále zlepšujúcich sa výrobných postupov a výberom vhodného spôsobu upnutia protéz, by sa mohla radikálne zlepšiť kvalita života pacientov.

## Literatúra

1. **Hadraba, I.** Pro je v našich zemích malý zájem o tahové protézy? *Ortopedická protetika*. ro . 10, 2009, . 16, s. 14-18.
2. **Koutecký, T.** Kon-truk ní e-ení transfemorálních protéz. Brno : Vysoké u ení technické v Brn , Fakulta strojního inženýrství, 2008. s. 63. vedúci bakalárskej práce Ing. David Palou-ek.
3. **Kristiníková J.; Sochorová H.; Po-tulková M.** Protetika a fyzioterapie po amputacích na horní kon etin . *Zvy-ování odborných kompetencí akademických pracovník Ostravské Univerzity v Ostrav a Slezské Univerzity v Opav* . Ostrava : Ostravská univerzita v Ostrav , 2013.
4. **Hadraba, I.** *Ortopedická protetika 2. díl*. 1. vyd. Praha : Karolinum, 2006. s. 106. ISBN 80-246-1296-8.
5. **Dylevský, I.** *Funk ní anatomie*. s.l. : Grada, 2009. s. 544 . ISBN: 978-80-247-3240-4.
6. **Kaphingst, W. a kol.** *Protetika: Základy protetiky horných a dolných kon etin*. 1. vyd. Praha : Federace ortopedických protetik technických obor , 2002. s. 313. ISBN Neuvedené.
7. **Ľof ovi ová, E.; Kolevová, G.** *Vy-etrovacie a lie ebné metodiky pri úrazoch a poraneniach hornej kon atiny*. Bratislava, 2013. s. 70. ISBN neuvedené.
8. **ihák, R.** *Anatomie I*. Praha : Grada Publishing, 2001. s. 497. ISBN 80-7169-970-5.
9. **Dungl, P. a kol.** *Ortopedie*. 1. vyd. Praha : Grada, 2005. s. 1273. ISBN 80-247-0550-8.
10. **Hudec, I.; Steiner, P.; Huraj, E. a kol.** *Urazová chirurgia I*. Martin : Osveta, 1970. s. 388. ISBN Neuvedené.
11. **Ma ák, P.; Wondrák, E.** *Traumatologie: repertorium pro studující lékařství*. 5. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2005. s. 96. ISBN 80-244-1009-5.
12. **Aszmann, O. C.** Bionische Rekonstruktion der oberen Extremität. *Ortopädie Technik*. 2013, s. 34-39.

13. **Näder, H. G.** *Otto Bock Prothesen Kompendium - Prothesen für die obere Extremität.* 2. vyd. Duderstadt : Otto Bock HealthCare GmbH, 2011. s. 259. ISBN 978-3-935971-58-4.
14. **Hadraba, I.** Nekolik poznámek ke stavb protéz horních kon etin. *Ortopedická protetika.* 2007, . 13, s. 7-10.
15. **Kelly, B. M.** Upper Limb Prosthetics. [Online] 2009. [Dátum: 02. 03 2015.] <http://emedicine.medscape.com/article/317234-overview>.
16. **Mytr, J.** Protetické vybavení po amputaci horní kon etiny. *Bakalárska práca.* Praha : Univerzita Karlova v Praze Fakulta T lesné Výchovy a Sportu, 2011. s. 60. vedúci bakalárskej práce Mgr.Rudolf P lpán.
17. **Paigerová, M.** Srovnání jednotlivých typ protéz horních kon etin. *Ortopedická protetika.* ro . 3, 2001, . 2, s. 23-26.
18. **erno hous, I.** Myoelektrické protézy ruky,. *Ortopedická protetika.* ro . 4, 2002, . 1, s. 17-29.
19. **Princ, V.** Protézy horných kon atín (-kolenie). Zru Senec, 26. 11. 2012.
20. *Ortopädie Technik.* . 12, 2008. ISSN 0340-5591.
21. **Taylor, C. L.** **The Biomechanics of Control in Upper-Extremity Prostheses.** [Online] 1955. [Dátum: 03. 03 2015.] [http://www.oandplibrary.org/al/1955\\_03\\_004.asp](http://www.oandplibrary.org/al/1955_03_004.asp).
22. **Leinigr, A.** Individuálne zhotovované silikónové protézy (-kolenie). Bratislava, 03. 11 2009.
23. **Rosenbaum-Chou T.** **Update on Osseointegration for Prosthetic Attachment.** *Online Learning Center.* [Online] [Dátum: 18. 02 2015.] <http://www.oandp.org/AcademyTODAY/2013Apr/4.asp>.