

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Bionika a její potenciál v biologii člověka

Bakalářská práce

Autor:	Eliška Schmidtová
Studijní program:	B1501
Studijní obor:	Systematická biologie a ekologie
Vedoucí práce:	Ing. Bjelková Karolína



Zadání bakalářské práce

Autor:	Eliška Schmidtová
Studium:	S16BI047BP
Studijní program:	B1501 Biologie
Studijní obor:	Systematická biologie a ekologie
Název bakalářské práce:	Bionika a její potenciál v biologii člověka
Název bakalářské práce AJ:	Bionics and its potential in human biology

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Tato práce se zabývá možnostmi využití biotechnologií v lidské anatomii. V první části práce je uvedena historie bionických materiálů a jejich rozvoj v přírodovědných oborech. Dále je rozebíráno samotné využití v lékařství a vlastnosti samotných materiálů. Pozornost je věnována trvanlivosti samotných bionických materiálů v lidském organismu.

The purpose of this study are the possibilities of using biotechnology in human anatomy. In the first part introduces history of bionics materials and their development in natural sciences. In the second will be discussed use in medicine and properties of the materials. The focus is dedicated to the durability of bionic materials in human body.

Klíčová slova: Bionika, imплántáty, lidské tělo, bionické materiály

Keywords: Bionics, implants, human body, bionic materials

TALIP, Celik; KISIOGLU, Yasin. Evaluation of new hip prosthesis design with finite element analysis. Netherlands: Australasian Physical and Engineering in Medicine: Springer, Van Godewijckstraat, 2019. ISSN:0158-9938

VALENTA, Jaroslav; KONVIČKOVÁ, Svatava. Biomechanika člověka : Svalově kosterní systém 1. díl. 2. vydání. Praha : Nakladatelství ČVUT, 2006. 177 s. ISBN 80-01-03424-0.

Garantující pracoviště: Katedra biologie,
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: Ing. Karolína Bjelková

Datum zadání závěrečné práce: 6.1.2018

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 20. 7. 2020

Eliška Schmidtová

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Karolíně Bjelkové za její odborné vedení, pomoc a cenné rady při psaní textu práce. Děkuji rodině, hlavně sestře, za podporu a věnovaný čas, který mi poskytla. Ráda bych také poděkovala Mgr. Janu Šramkovi, řediteli oboru právních agend Zdravotní pojišťovny ministerstva vnitra České republiky, Mgr. Renátě Matějkové, právníkovi skupiny metodik a ostatních právních činností Vojenské zdravotní pojišťovny České republiky, Ing. Haně Gregorové, vedoucí oddělení vnitřních procesů České průmyslové pojišťovny, za poskytnutí informací o protézách, implantátech.

ANOTACE

SCHMIDTOVÁ, E. (2020): *Bionika a její potenciál v biologii člověka*. Hradec Králové, 2020. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Ing. Karolína Bjelková., 63s.

Bakalářská práce je zaměřena na možnosti využití biotechnologií v lidské anatomii. V první části práce je uvedena historie bionických implantátů a jejich rozvoj v přírodovědných oborech. Dále je rozebíráno samotné využití v lékařství a vlastnosti samotných implantátů. Pozornost je věnována trvanlivosti samostatných bionických materiálů v lidském těle.

Klíčová slova

bionika, implantáty, lidské tělo, bionické materiály

ANNOTATION

SCHMIDTOVÁ. E. (2020): *Bionics and it'spotential in human biology* Hradec Králové, 2020. Bachelorthesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Ing. Karolína Bjelková., 63 s.

The purpose of this study are the possibilities of using biotechnology in human anatomy. In the first part introduces history of bionics implants and their development in natural sciences. In the second will be discussed use in medicine and properties of the implants themselves. The focus is dedicated to the durability of bionic materials in human body.

Keywords

bionics, implants, human body, bionic material

OBSAH

1. Úvod.....	9
2. Bionika.....	11
2.1 Historie a původ bioniky.....	11
2.1.1 Inspirace přírodou.....	12
2.1.2 Medicína.....	12
2.2 Umělé části lidského těla.....	14
2.2.1 Umělá ruka.....	14
2.2.2 Bionické oko.....	17
2.2.2.1 Protéza sítnice.....	19
2.2.2.2 Protetické kontaktní čočky.....	21
2.2.3 Ušní implantáty.....	23
2.2.3.1 Sluchadla.....	23
2.2.3.2 Kochleární implantát.....	25
2.2.4 Inzulínová pumpa.....	27
2.2.4.1 Inzulínové pero.....	29
2.2.4.2 Inzulínová stříkačka.....	30
2.2.5 Umělá chlopeň.....	31
2.2.5.1 Mechanické srdeční chlopně.....	32
2.2.5.2 Biologické srdeční chlopně.....	34
2.2.6 Umělé srdce.....	36
2.2.6.1 Mechanická srdeční podpora.....	38
2.2.7 Umělá ledvina.....	40
2.2.7.1 Hemodialýza.....	41
2.2.7.2 Peritoneální dialýza.....	43
3. Metodika.....	44

3.1	Seznam působících pojišťoven	44
3.1.1	Vojenská zdravotní pojišťovna České republiky (VoZP ČR)	45
3.1.2	Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra České republiky (211).....	47
3.1.3	Česká průmyslová zdravotní pojišťovna (ČPZP).....	51
3.1.4	Porovnání pojišťoven.....	53
3.2	Náhrady v České republice versus svět.....	55
4.	Diskuze	57
5.	Závěr	58
6.	Seznam použité literatury	59
7.	Elektronické zdroje.....	60

1. Úvod

V současné době se stále více preferují směry zaměřené na přírodu, na její potenciál, možnosti a limity. Člověk je obyvatelem planety Země již několik tisíciletí a stále objevuje její nová tajemství. Někteří badatelé, vynálezci, přírodovědci se nechali biorytmem přírody inspirovat a výsledkem tohoto snažení je věda nazývaná bionika, někdy označovaná jako biometrika, proteomika, biokybernetika nebo biotechnika.

Bionika využívá principy, které napodobují vlastnosti a možnosti zvířat i rostlin a procesy probíhající v přírodě za úmyslem vytvořit nové technologie nebo zdokonalit ty stávající. Je známo, že člověk mnohdy hledá složitá řešení a co většině populace připadá jako science fiction, již v přírodě běžně existuje.

V úvodu své práce se obracím nejprve na přírodu, ve které hledalo lidstvo prvotní tvůrčí nápad. Tak byly objeveny takové vynálezy jako suchý zip, automobil, letadlo, počítač nebo umělé lidské náhrady. S ohledem na studijní obor jsem se zaměřila především na možnosti, využití a prospěch poslední jmenované skupiny. Většina poznatků se tak týká medicíny.

Z lékařského hlediska je bionika oblastí budoucnosti. Funkční i vizuálně, kvalitně a esteticky vyrobené náhrady by měly být využitelné pro co největší množství pacientů. První náhrady se začaly objevovat ve starověku a jejich jediným účelem byla praktičnost. Nejprve se nahrazovaly chybějící prsty nebo celé údy dřevěnými a posléze i plechovými náhradami, následovala oka ze zlata pokrytého barevnou glazurou a následně skleněné oči, zubní a ušní protézy, srdeční náhrady, umělé orgány nebo umělá kůže. Vývoj v této oblasti je nezastavitelný a není možno do budoucna identifikovat, co všechno budeme moci mít na svém těle nové, vylepšené.

Vedle představení bioniky jako takové, zaměřuji se i na její původ, historii, současné využití ve vybraných oborech vědy a techniky. Pro příklad využití jsem si vybrala textilní, automobilový, stavební průmysl a také popisuji ve své práci nejčastější typy náhrady, které se v České republice praktikují. Zde vycházím z dat, které mi poskytla Vojenská zdravotní pojišťovna, Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra České republiky a Průmyslová zdravotní pojišťovna. Jednotlivé kapitoly nejprve popisují správné fungování orgánu nebo končetiny, důvody

vedoucí k transplantaci a samozřejmě možnosti, jakými se dá onemocnění u lidského jedince řešit. Závěrem předkládám možnou budoucnost, jak by se bionika mohla rozšířit.

2. Bionika

2.1 Historie a původ bioniky

Bionika je poměrně mladý obor, ale lidstvo využívá její principy od nepaměti. S ohledem na tento faktor je málo informací, v jakém období byl založen základní kámen této vědy. Podle knihy *Příroda – nekonečná inspirace vědy* se za průkopníka bioniky pokládá Daidalos, řecký stavitel, vynálezce, sochař a malíř. [4] Daidalos, vězněný na Krétě, si vlastnoručně z vosku a ptačího peří vyrobil křídla, pomocí nichž chtěl spolu se synem Ikaros uprchnout z ostrova. Křídla byla tak dokonalá, že si Ikaros připadal jako pták, vyletěl vysoko ke slunci, které roztavilo vosk. Ikaros spadl do moře a utopil se. [9] Tuto pověst známe ze školních let, ale důležitý je jev, že Daidalos jako první napodobil přírodu a jeho vynalézavost mu umožnila létat.

Za prvního bionika je považován všestranný vědec Leonardo da Vinci se svým létajícím strojem podobným ptačím perutím. Ornitoptéra neboli dvě obrovská křídla, která byla ovládána soustavou lan a kladek poháněných dvěma pedály, pochází z roku 1485. O 400 let později na ni navázal Otto Lilienthal, který zkonstruoval první bezmotorové kluzáky. [4]

Za největším rozvojem bioniky jako takové stojí nové technologie a materiály 19. a 20. století, které posunuly tuto vědu nejvíce dopředu a umožnily jí prolnout mnoha vědními obory. V současnosti je bionika zastoupená v oborech, jako je medicína, kosmonautika, robotika, automobilový průmysl, letectvo, námořnictvo nebo architektura či sport. [13]

Slovo bionika je odvozeno z kombinace pojmů biologie a technika a využívá se převážně v medicínských oborech. Označení pochází od amerického leteckého inženýra Jacka E. Steela, který v roce 1960 poprvé použil veřejně tento termín. Bionika je věda, která se na základě analogie soustavně zabývá přeměnou a použitím přírodních konstrukcí, projevů a vývojovými zásadami biologických systémů do výrobků a konstrukcí, jež populace využívá každý všední den. Jejím cílem je řešení problémů v oblasti techniky podobným způsobem, jako se to děje v přírodě a využívat všechno, co bylo evolucí „vynalezeno“ a následně zdokonaleno za miliony let. [13] Nejde o prosté kopírování nebo opisování, ale o inteligentní využívání tvůrčího potenciálu, který příroda nabízí. Bionici se na základě složitého

a velmi pečlivého pozorování postupně propracovávají ke svým objevům, které pak musí popsat fyzikálními, matematickými, nebo chemickými vzorci. Jak je tedy patrné, biologie jako taková na rozvoj bioniky sama nestačí. Je nutné zapojit inženýry, kteří uplatní výsledky bádání v technice. Přírodní vynálezy bude nutné nejprve zpracovat do využitelné podoby a poté je převést do praxe. [4]

2.1.1 Inspirace přírodou

V přírodě se vyskytuje neuvěřitelné množství zvířat, rostlin a ostatních přírodních prvků, které mají dokonalý tvar, dokonalé vlastnosti, dokonalou strukturu. Inženýři a vědci z celého světa se následně snaží tyto vlastnosti pochopit, případně vylepšit a následně využít k prospěchu lidstva. Kusadla larvy mravkolva mohou vést k vynálezu kombinovaných kleští. Korýši zobrazují možný pohyb robotů nejen po mořském dně a termity vyřeší problémy s klimatizací. [4] Vzhledem k zájmu vědců, techniků nebo jen obyčejných lidí se vytvořil most mezi biologií, světem kolem nás a technikou. Okolní příroda je bohatý a velmi rozmanitý systém a je možné se od něj mnohému přiučit. Tyto poznatky je možné využít například jak v textilním, automobilovém i strojírenském průmyslu, tak i v medicíně. [13]

2.1.2 Medicína

Ačkoli je bionika v našich myslích spjatá převážně s umělými končetinami, její využití na poli medicíny je rozmanitější. Lékaři vedle rukou a nohou nahrazují vnitřní orgány (ledviny, umělé srdce, srdeční mechanickou podporu, dělohu, zařízení pro umělý regulátor tepu) nebo jejich části (chlopně), známé jsou i kochleární implantáty, umělé oko, prsní náhrady, zubní náhrady, kloubní, bederní, loketní, spinální, kyčelní kolenní a ramenní náhrady, kostní štěpy nebo dokonce náhrada kůže. V rozvíjejícím oboru bionice dále najdeme náhrady slinivky, jater, plic. Bionika není jen o implantátech. Své uplatnění nachází i v hormonální soustavě, kde doplňuje chybějící část hormonu. Další uplatnění nalézá u nervové soustavy při její stimulaci elektrodami ze zařízení, nebo při náhradě hlasu.

V současné době se vědci pokouší vyrobit umělé červené krvinky, umělou krev a zároveň vylepšit stávající implantáty, protézy, umělé zařízení.

V medicíně tak nejde o pouhé využití principů lidského těla, ale o nahrazení nebo posílení orgánů nebo jiných částí těla mechanickými verzemi. Vývoj v této oblasti směřuje dopředu velmi rychle a dnes již pokročilé náhrady dosáhnou během následujících let zcela nových kvalit. [24]

2.2 Umělé části lidského těla

2.2.1 Umělá ruka

V této kapitole se zabývám protetikou horních končetin. Dolní končetiny pracují na podobném principu, nebudu je tedy zde dále rozebírat.

Horní končetina hraje v lidském životě velice důležitou roli při zajištění funkce úchopové, u nevidomých osob funkci orientační a u sluchově postižených se podílí na komunikaci s okolím. Vedle těchto faktorů hraje horní končetina hlavní roli při manipulaci s nejrozmanitějšími předměty, pomáhá v motorice a aktivně i pasivně stabilizuje tělo. [11]

Málokterý člověk si dokáže představit žít bez končetin. I proto patří amputace rukou mezi jednu z dramatických událostí, které mají závažné fyzické a psychologické důsledky na kvalitu života člověka. Podle odhadů bylo v roce 2016 po celém světě amputováno tři miliony rukou. [26] V reakci na tuto situaci vyvíjí vědci protézy tak, aby nahradily chybějící paže nebo celé ruce. Na rozdíl od ostatních implantátů zde hraje velkou úlohu individuální stav každého pacienta.

Protézy horní končetiny jsou děleny na estetické, tahové a aktivní protézy.

Estetická neboli *kosmetická protéza* si za hlavní cíl klade vzhledově nahradit chybějící končetinu ideálně tak, aby se dotyčný jedinec cítil opět komplexní. Působí přirozeným vzhledem, není náročná na údržbu, váhově je srovnatelná s váhou lidské ruky a na rozdíl od ostatních typů je cenově dostupnější. Naopak neumožňuje žádnou pohybovou aktivitu; lze s ní věci pouze přidržet. I přesto se podílí na psychické pohodě jedince, protože handicap nemusí být na první pohled viditelný.

Tahová protéza je propracovanější, umožňuje alespoň pasivní úchop. Skládá se z tahové bandáže pro upevnění k tělu, adaptéru, jednotkové ruky s tahem na hřbetu ruky, protézovou rukavicí a háků, které jsou připevněny na konci protézy a slouží k manipulaci. Tahové protézy dostaly název kvůli své funkci, protože tahem pažního svalu opačným ramenem nebo jeho nahrbením dochází k její aktivaci. U většího rozšíření postižení, kdy jedinci chybí celá končetina, je pohyb umožněn prostřednictvím zádových svalů. Tahová protéza je využívána krátkodobě, kdy pacient nepotřebuje plně využívat obě končetiny zároveň. Uplatňuje se především během těžší manuální práce, ale při dlouhodobém

používání se zatěžuje velká část těla. Cenově je tahová protéza dostupnější oproti myoelektrickým protézám a má menší sklony k poškození. Mezi její nevýhody patří přidržení za pomoci bandáže k tělu a z tohoto důvodu se stává i viditelnější a v neposlední řadě je zde také ovlivněn pohyb vlivem upevnění protézy. [31]

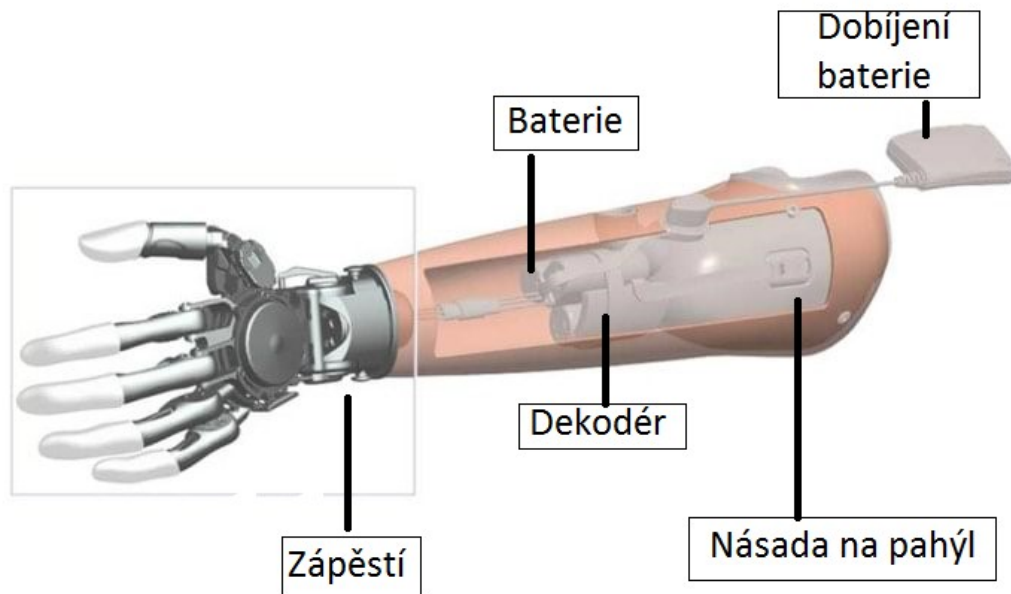
Aktivní protéza neboli myoelektrická je založena na snímání elektrického potenciálu pomocí dvou snímajících elektrod a elektrické aktivity svalů. Elektrody jsou umístěny na povrchu těla v místě, kde končí pahýl. Jedna elektroda je umístěna na flexorových skupinách, což jsou ohýbače umožňující protézu uzavřít nebo s ní rotovat dovnitř. Druhá elektroda je umístěna na vnější extenzorové skupině, tzv. na natahovačích, jejichž práce je ruku otevírat a vytáčet ven. Jak bylo charakterizováno, protéza je řízena svalovými signály, které jsou vedeny pomocí vodičů do dekodérů a tyto vyšlou pokyn k pohybu do motoru a pohyb je následně vykonán. Veškerý pohyb je umožněn prostřednictvím baterií nebo plynu. Nejčastějším typem baterie jsou lithium-iontové baterie, označované jako Li-Ion, s průměrnou kapacitou nabití 24 hodin. [34]

Primárně jsou myoprotézy určeny pro jemnou motoriku, nahráním dalších programů je možné zapojit „umělou“ končetinu během sportovních, hudebních nebo tanečních aktivit. I když tyto činnosti vypadají z pohledu zdravého jedince jednoduše, pacient nedokáže na protéze cítit a musí mít s náhradou stálý vizuální kontakt. Aby se docílilo například toho, že se pacient sám oblékne s oběma protetickými rukama oblečení, musí tuto činnost trénovat. Pacientům postiženým amputací horních končetin by do budoucna mohly pomoci multiartikulární myoprotézy, které snímají kontrakční svalové vzorce, kterými je následně protéza ovládána. Umělá ruka se tak chová jako ruka u zdravého jedince.

Výhodou u myoelektrických protéz je aktivní úchop, pohyb bez omezení, samostatné ovládání bez pomoci jiných částí těla, aniž by tělo pacienta bylo zatěžováno. Protéza je charakteristická snadnějším nasazováním a nahrazením motorických funkcí. Mezi další výhody patří psychomotorický vývoj, kdy je pacient normálně začleněn do pohybového úkonu a kdy vývoj neuromotoriky i synaptického spojení mezi pravou a levou hemisférou mozku zlepšuje kooperaci horních končetin.

Nevýhodami je mnohem větší náchylnost k poškození, delší časová doba na studium ovládání protézy, pokud je protéza aplikovaná pacientovi po delší

časové době od úrazu. Navíc je pro tento typ protézy potřeba energetického zdroje a v potaz je nutno brát i větší hmotnost (cca 2,5x větší než u kosmetické protézy) a v neposlední řadě také vysokou pořizovací cenu (běžně 1,5 mil korun). [30]



Obr. 1: Bionická ruka (převzato z: [https:// www.ottobock.com/en/](https://www.ottobock.com/en/))

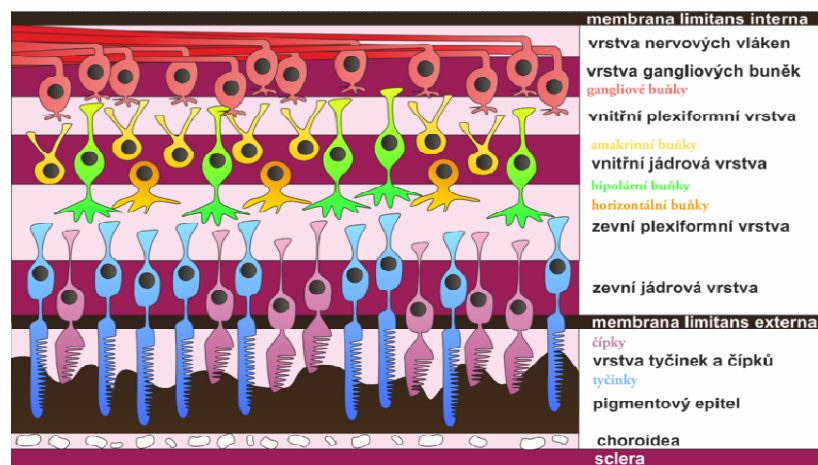
2.2.2 Bionické oko

Oko je zrakový párový smyslový orgán, který umožňuje vidět okolní svět, vnímat intenzitu barev, světla a tvary předmětů. Dokonalý systém uložený v oční dutině se skládá z oční koule a přídatné struktury oka. Oční koule je tvořena rohovkou, bělmem, cévnatkou, řasnatým tělískem, duhovkou, čočkou a sítnicí.

Světlo při průniku okem prochází rohovkou skrz zornici, která se pomocí svalů roztahuje nebo zužuje a tím je regulováno množství pronikajícího světla. Svaly je regulovaná čočka, která dokáže světlo zaostřit, zpracovat signály, aby se později promítlo přesně na sítnici, kde vytvoří převrácený obraz.

Sítnice se skládá z vnější a vnitřní vrstvy. Vnější vrstva je tvořena pigmentovým epitelem sítnice a vnitřní vrstva je místem pro vznik světločivých a nervových složek. Pigmentový epitel vyživuje a transportuje kyslík světločivým elementům sítnice. Světločivé elementy obsahují tyčinky a čípky. Tyčinky jsou tvořené jemnými membránami, které obsahují zrakové barvivo. Toto barvivo dokáže při dopadu světelných paprsků změnit barvu, nebo vyvolat nervový vzruch končící synapsí s dendritem v bipolárních buňkách. Oproti tomu čípky jsou kratší, silnější a reagují spíše na vyšší intenzitu světla, čímž zajišťují lepší ostrost než tyčinky.

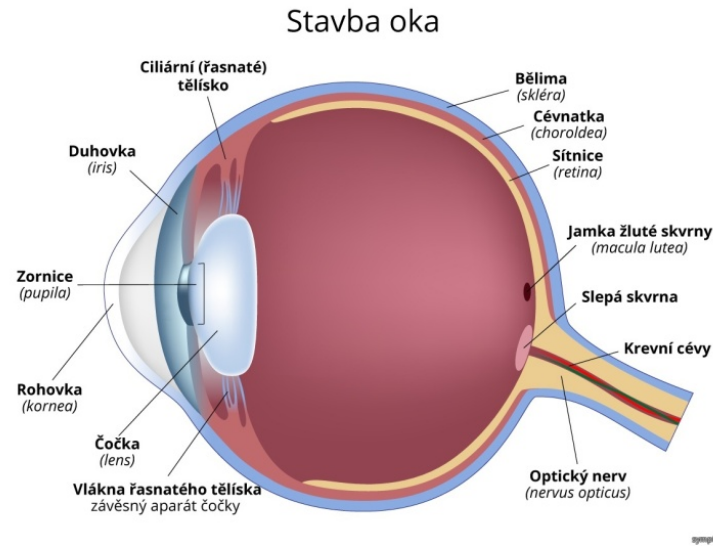
Další vrstvou v sítnici jsou bipolární buňky určené k přepojení vzruchů z fotoreceptorů do gangliových buněk. Ty sbírají výsledné informace a přeposílají je přes slepou skvrnu (místo bez světločivých buněk) do zrakového nervu a ten informace transportuje do mozku. [2]



Obr. 2: Stavba sítnice (převzato z:

https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf)

Mezi přídatné orgány oka patří spojivky (tenká blanka na zadní ploše horního a dolního víčka), oční víčko (je pokryto kůží, jeho funkce spočívá v ochraně oka před nečistotou, opatřením a usměrněním dopadajícího světla), slzný aparát (skládající se ze slzných žláz a vývodů produkující slzy, jež zvlhčují oko a odplavují nečistoty) a okohybné svaly (zajišťují pohyby oka). [2]



Obr. 3: Schéma stavby oka (převzato z: <https://www.symptomy.cz/anatomie/oci>)

Pro oko je přirozené být v neustálém pohybu, ať už formou změny dívání se do dálky, na blízko nebo změny intenzity světla. Pohled upřeně pouze před sebe a na blízko například do monitoru, četba při špatném osvětlení má vliv na nedostatečné mrkání (pohyb oka) a podobně četba při jízdě v autě oko málo zatěžuje a toto je důvodem k následnému ochabnutí zhoršení zraku. Dalším faktorem zhoršení zraku je stres, který často doprovází bolest hlavy, slzení, suché spojivky, celková únava; přirozené stárnutí oka, kdy se čočka již nedokáže tolik přizpůsobit a ochabují okohybné svaly a jedinec je vystaven vyššímu riziku ztráty ostrého vidění vedoucího až k šedému zákalu. V neposlední řadě se na poruchách zraku podílí nemoci a genetika. [23]

Podle Světové zdravotnické organizace je na celém světě nejméně 2,2 miliardy lidí se zrakovým postižením. [15]

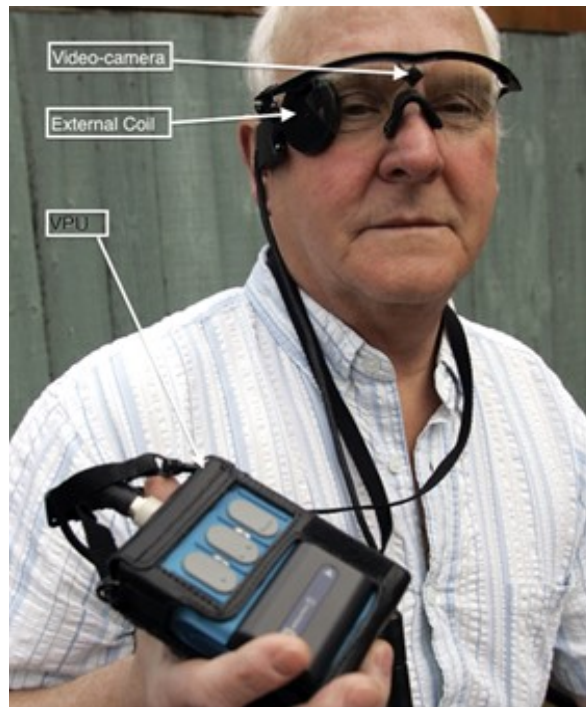
2.2.2.1 Protéza sítnice

Použití elektronické nebo umělé náhrady sítnice je výchozí cesta z léčby slepoty. Tento pokrok biotechnologie a neurobioniky spočívá v nahrazení poškozené části lidského mozku nebo míchy uměle implantovaným systémem s elektronickým zařízením. Objevením vizuálního vnímání nevidomých nebo těžce zrakově postižených je další oblast intenzivního výzkumu. Nutno podotknout, že ne všichni jedinci se zrakovým postižením mohou mít prospěch z vizuální protézy.

Protézy, a to i ty umělé sítnicové, musí splňovat několik základních funkcí. Mezi nejdůležitější funkce patří detekování a zachycení obrazu na bázi světla, kdy je zachycený obraz převeden na elektrický stimul ve formě fotoelektrické buňky nebo zařízením pro vizuální zpracování.

Při vývoji protetického implantátu sloužícímu k vidění je potřeba stimulovat vizuální cestu i na jiných místech, než je jen sítnice, aby se dostavilo efektu vizuálního vnímání. Při dystrofii sítnice převažuje nenávratná degenerace vnější sítnice, zatímco vnitřní sítnice, obsahující bipolární buňky a gangliové buňky sítnice zůstává nedotčená. Úspěch protéz sítnice spočívá na reprodukci funkce vnější sítnice, což vyžaduje efektivní zachycení vizuálních obrazů z vnějšího světa a jejich následný přenos do neurologických signálů. Během přenosu probíhá ještě aktivace na vnitřní sítnici, přesněji aktivace v gangliových buňkách, odkud jsou informace o obrazu přeneseny do zrakové kůry optickým nervem. [39]

Zachycení obrazu se děje pomocí dvou metod. První používá externí videokameru zabudovanou do obroučků na brýlích, kterou snímá vizuální obrazy po okolí. Po nasnímání jsou informace z videa převedeny a zakódovány do elektrického pole a zpracovány pomocí přenosného počítače, který data převede na algoritmy a ty jsou posléze přepracované na elektrické signály. Tyto signály jsou předány do externí cívky, která je zabudovaná z boku brýlí, odkud signály následně putují do implantátu umístěného na povrchu sítnice. [39]



Obr. 4: Bionické oko (převzato z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161642099903421>)

Druhá metoda využívá vnitřní systém snímání, jehož základem je fotovoltická složka umístěná v zadní části v oku. Oko zde přijímá dopadající světelné paprsky. Fotovoltická složka by se dala definovat jako mikrofotodiody, která je schopna přeměnit elektromagnetické světelné vlny na elektrické proudy, jejichž cílem je zaktivovat přímo neurony sítnice. [39]

Aktivace vnitřní sítnice probíhá na základě mikroelektronické stimulace, přesněji mikroelektrodami. Tato stimulace má za úkol podráždit nervové zakončení čipovými mikroelektrodami, aby nervové zakončení dalo pokyn pro zaktivování sítnicové protězy. Umístění mikroelektrod může být na třech místech.

První místo umístění elektrody se nachází na povrchu sítnice, druhé je mezi sítnicí a neurosenzorickou sítnicí a poslední místo je umístěno mezi sklérou a sklivcem. O umístění mikroelektrod rozhoduje buď stav sítnice nebo chirurg, aby v případě ohrožení bylo možno implantát odstranit nebo umístit na jiné místo. [39]

2.2.2.2 Protetické kontaktní čočky

Protetické kontaktní čočky jsou částečnou náhradou vlastní duhovky při poruše zraku. Mohou se používat u onemocnění očních vad, například u rohovkového leukomu (bílošedé zkalení rohovky), aniridie (vrozená oční vada, projevující se i absencí duhovky), nepravidelné zornice (změna velikosti zornice) nebo mikroftalmusu (jedno oko je výrazně menší než druhé a může být částečně vidící nebo úplně slepé).

Protetické kontaktní čočky mají zásadní nevýhodu v barevně zbarvené vrstvě na vnější straně oka na rozdíl od zdravé duhovky, která je přirozeně zbarvena uvnitř oka. Na druhou stranu jsou kosmetickým řešením pro zamaskování onemocnění duhovky i očních vad na větší vzdálenost a pacientovi dodají psychickou podporu, aby mohl žít znovu plnohodnotný život. [33]

Typy čoček:

- Prvním typem jsou *sklerální měkké čočky*. Používají se v případě, kdy je oko nějakým způsobem znetvořeno nebo má nepravidelný tvar. Měkké čočky opticky napravují vadu a vzhledem ke své tloušťce dokážou umístit duhovku a zornici do přesné pozice. Čočky mají dlouhou trvanlivost, životnost a nejsou náročné na údržbu.
- Druhým typem jsou *korneální čočky*. Ty se užívají při refrakční oční vadě, kdy oko vykazuje špatnou vlastnost při projekci obrazu na sítnici vlivem asymetrické optické mohutnosti rohovky. Výsledkem je neostré a rozmazané vidění. Čočky jsou umístěny na oko z důvodu vyrovnání této refrakční vady.
- Třetím typem jsou *měkké krycí čočky*, které se využívají při úmyslné změně duhovky. Obsahují tři barevné sety, kde každá barva má jiné rozmístění bodů.

- Čtvrtým typem jsou *akrylátové oční čočky*, jež se doporučují především dětem pro jejich velkou odolnost, která by se dala přirovnat k materiálu na výrobu umělých zubů. Jejich nevýhodou je hrubší povrch, který může při kontaktu se slzami vést k podráždění oka a až k jeho zánětům. [33]



*Obr. 5: Porucha zraku a použití protetické čočky (převzato z:
<https://www.wilens.cz/proteticke-a-barevne-cocky/>)*

2.2.3 Ušní implantáty

Sluch je jedním z pěti základních smyslů a důležitým orgánem. Vnímavost zvuků umožňuje přijímat miliony zvukových informací o světě kolem nás. Sluch pomáhá při komunikaci s okolím, orientaci v prostoru, přispívá ke správnému vývoji řeči nebo varuje před nebezpečím při spuštění poplašných signálů. Tento smysl pracuje neustále. Z tohoto důvodu hluchota a nedoslýchavost patří mezi nejčastější závažné nemoci, které mají jak zdravotní, tak socioekonomický dopad. Výhodou je možnost léčby mnoha sluchových poruch, ale za předpokladu včasného zachycení příznaků. Pokud se onemocnění objeví v mladém věku pacienta, například při prodělání spalniček, meningitidy nebo příušnic, může u jedince dojít k narušení vývoje řeči a s ohledem na sociální aspekt k následnému ohrožení správného vývoje.

Příčin poruchy sluchu je celá řada a postižené mohou být všechny části ucha. Ze všech sluchových obtíží je 80% tvořeno poruchami vnitřního ucha. Mezi nejčastější poruchy patří dlouhodobé a vysoké vystavování se hluku následkem práce v hlučném prostředí, při hlasitém poslechu hudby, při zájmové činnosti (střelbě, tanci) nebo vlivem stárnutí jedince. V některých případech dochází ke ztrátě sluchu vlivem přenesených genetických vad, působením infekce, vysokým krevním tlakem, cukrovkou, komplikacemi během těhotenství nebo porodu. [35]

2.2.3.1 Sluchadla

Sluchadla patří mezi základní kompenzační pomůcku při ztrátě sluchu. Jsou tvořena malým elektroakustickým přístrojem, takovým „mini počítačem“, kdy jejich základní funkcí je zachytit zvuk, zesílit ho a poslat do zvukovodu. Ze zvukovodu putuje zvuk přes střední ucho do vnitřního ucha a dále na sluchové nervy. Součástí aparátu je také mikrofon, zesilovač zvuku, reproduktor, regulátor hlasitosti, přepínač programů a baterie. Sluchadla se dělí podle způsobu akustického signálu, podle charakteru přenosu zvuku a podle tvaru. [6]

• **Podle zpracování akustického signálu:**

V této kategorii rozeznáváme ještě dva podtypy sluchadel: analogová a digitální. *Analogová sluchadla* zachytávají signál mikrofonem a posléze

převědou zvuk na elektrický proud, který vede do zesilovače a dále do reproduktoru, kde se proud mění zpět na zvuk. Tento typ sluchadla je jednodušší a cenově dostupnější. Druhým typem jsou *digitální sluchadla*. Ty převádějí zvukový signál na digitální pomocí binárního kódu. Kombinace čísel 0 a 1 se dále zpracovává v mikroprocesoru, kde se číselný kód změní opět zpátky na zvuk. Oproti analogovým sluchadlům jsou více flexibilní, potlačují rušivé elementy (pískání), nejsou tolik citlivá na mobilní telefony a zlepšují vnímání okolních zvuků, potažmo řeči. [6]

• **Podle charakteru přenosu:**

Přenos zvuku uvnitř vnitřního ucha může být veden *kostí* anebo *vzduchem*. Při *vzduchovém přenosu* je zvuk přenášen sluchadlem přes reproduktor do zvukovodu. Tam je rozvibrován bubínek a zvuková energie se přenesení do vnitřního ucha. Tento způsob je charakteristický pro většinu závěsných i nitroušních sluchadel. V případě, že je zvuk vedený *kostí*, je elektrický proud veden signálem přes zesilovač do vibrátoru, který naléhá na spánkovou kost a odtud míří vzruch opět do vnitřního ucha. [6]

• **Podle tvaru:**

Podle tvaru se dále dělí sluchadla na závěsná, zvukovodová, kapesní nebo brýlová.

Závěsná sluchadla mají součástky zabudovány v pouzdře, které se nosí za uchem, a zvuk je přenášen do zvukovodu tvarovkou upevněnou na plastový hák. Tento typ využívá pacient s těžkými sluchovými ztrátami nebo nelze-li zavést sluchadlo do zvukovodu kvůli jeho úzkému průměru.

Zvukovodová neboli nitroušní sluchadla dostala svůj název podle svého místa uložení a mohou být trojího typu: kanálová (nachází se ve zvukovodu), zvukovodová (umísťují se do zvukovodového vchodu) a boltcová (vyplňují celý prostor vnějšího ucha uživatele). Tato sluchadla jsou náročnější na údržbu, protože vzhledem k umístění musí odolávat vlhkosti a ušnímu mazu a je nutné je častěji kontrolovat a čistit. Kvůli jejich náročnosti se nedávají starším osobám. Tyto sluchadla jsou vhodná pro pacienty s lehkými až těžkými sluchovými ztrátami. [5]

Kapesní sluchadla připomínají tvarem krabičku a skládají se z pouzdra a ušního závěsu, na jehož konci je tvarovka s miniaturním reproduktorem,

který se vkládá do ucha. Tvarovku je vždy nutné vytvarovat na míru podle pacientova ucha. Tento typ se ovšem v dnešní době již mnoho neužívá.

Brýlová neboli kostní sluchadla (viz. výše) jsou umístěna vibrujícím zařízením umístěna na obroučky u brýlí a k přenosu zvuku využívá vibrace. Tento typ je též zastaralý a moc nevyužívaný. [5]

2.2.3.2 Kochleární implantát

Kochleární implantát je typ nitroušní náhrady, která je doporučena lidem s vážným sluchovým postižením, nebo úplně neslyšícím, případně těm, u nichž sluchadla neplní řádně svou funkci. Na rozdíl od sluchadel, která zvuky pouze zesilují, dělají kochleární implantáty práci poškozených částí vnitřního ucha (hlemýždě) tak, aby dodaly zvukové signály přímo do sluchových center v mozku. Díky této funkci je kochleární implantát jediným zdravotnickým prostředkem schopným nahradit lidský smysl.

Implantát se skládá z části vnější a vnitřní. Vnější část je tvořena mikrofonem, zvukovým či řečovým procesorem a vysílací cívkou. Tato část implantátu sedí za uchem a s vnitřní částí je propojena pomocí magnetu. Vnitřní část, implantovaná během operace pod kůži, se skládá z přijímače a elektrod, kde se zpracovává zvukový signál. [6]

Při užívání přístroje začíná uživatel kochleárního implantátu vnímat zvuky, které mohou být ze začátku tiché, nebo hluboké či vysoké. Princip přenosu zvuku spočívá v přijetí zvuku mikrofonem. Ten ho zachytí a odešle zvuk do řečového procesoru, kde se zanalyzuje a přemění na elektrické impulsy. Ty jsou poslány přes cívku do přijímače. Signál je přenášen dále přes kůži do hlemýždě a končí v sluchových nervových vláknech. [7] Na vláknech se vytvářejí vzruchy a ty jsou vygenerované jako sluchové vjemy.

Samotný implantát však neznamena, že dotyčný bude hned rozeznávat zvuky a začne mluvit. Nutná je dlouhodobá rehabilitace za pomoci rodiny, logopedického centra, speciálních pedagogů a psychologů. Teprve poté se pacient zvuky naučí lépe rozlišovat, dokonce si začne uvědomovat i vlastní hlasový projev. [6]



Obr. 6: Kochleární implantát (převzato z:
<https://www.tichezpravy.cz/nova-lhuta-v-prispivani-na-kochlearni-implantat/>)

2.2.4 Inzulínová pumpa

Cukrovka (Úplavice cukrová) – vědeckým názvem *Diabetes mellitus* je onemocnění způsobené nedostatkem inzulínu nebo jen jeho malou účinností. Inzulín, hormon slinivky břišní, je důležitý pro udržování přiměřené glykemie v těle, pro správný průběh látkové přeměny a v neposlední řadě pro metabolismus bílkovin a tuků. Aktivita inzulínu stoupá po jídle, kdy se glukóza dostává do krve, může ovlivňovat některé jiné hormony v těle nebo mít vliv na nervovou soustavu. Cílem glukózy je dostat se do buněk, kde se přemění na energii, nebo je uložena do zásoby.

Onemocnění cukrovky máme dvojího typu. Prvním typem je cukrovka na „inzulínu závislá“. Ta je charakteristická nedostatkem vlastního inzulínu, protože tělo žádný neprodukuje. Průběh nemoci je náhlý, doprovázený častým močením, velkou žízní, viditelným úbytkem váhy až poruchou vědomí či bezvědomím. Tato nemoc postihuje častěji mladé osoby. Cukrovka druhého typu, „stařecká cukrovka“, způsobuje obezitu a vzniká v případě, kdy slinivka břišní inzulín vyloučí, ale tělesné buňky na reakci neodpoví. U pacientů se mohou objevit i další komplikace, jako například selhání ledvin, poruchy zraku až vředy na nohou. Mezi doprovodné příznaky patří únav nebo špatné hojení ran.

Nejlepším opatřením, jak předejít onemocnění cukrovkou je správná životospráva ve formě zdravého stravování, pravidelná pohybová aktivita, příjem dostatečného pitného režimu, omezení alkoholu a tučných pokrmů, cigaret, vyhýbat se stresovým situacím a dostatečně odpočívat. Pokud k onemocnění dojde, podává se doživotní léčba inzulínovou pumpou. [16]

Zmiňovaná inzulínová pumpa je malý automatický elektronický přístroj nejčastěji umístěný v pouzdře na opasku nebo v kapse. V praxi můžeme najít různé typy přenosných inzulínových pump, které obsahují vyměnitelné zásobníky s krátkodobým inzulínem. Na pumpu je napojena několik centimetrů dlouhá tenká hadička zakončena s ovladatelnou mechanickou kovovou jehlou naplněnou inzulínem nebo teflonovou kanylou s vodícím drátem pro zavedení do oblasti podkoží břicha, paže, hýždí, nebo stehen. Pumpa se lehce schová pod oblečením, je velice nenápadná a postižený se nemusí bát, že by nebyla zachovaná jeho diskrétnost a pod oblečením je i lehce ovladatelná. [14]

Inzulínová pumpa se skládá z displeje s podsvíceným a textovým hlášením, tlačítka pro programování programu, integrovaným pohybovým teleskopickým trnem, infračerveným portem pro programování, adaptérem, zásobníkem na inzulin a z baterií. [14]



Obr. 7: Inzulínová pumpa (převzato z: [https:// ocukrovce.cz/prakticky-zivot-s-inzulinovou-pumpou-pro-mirne-pokrocile](https://ocukrovce.cz/prakticky-zivot-s-inzulinovou-pumpou-pro-mirne-pokrocile))

Inzulínová pumpa pracuje nepřetržitě. Podle individuálního nastavení jednotlivce se kanylou do těla dostává kontinuálně inzulin v malých dávkách. Inzulínová pumpa zajišťuje nejpřirozenější způsob dávkování inzulinu a napodobuje tak vylučování inzulinu slinivkou břišní.

Normu spolu s dávkováním navolí ošetřující lékař podle aktivit pacienta. Vzhledem k vyspělosti techniky, lze nastavit více režimů, například víkendový a pracovní blok. O víkendovém bloku jedinec s inzulinovou pumpou nemusí vstávat brzy kvůli pravidelnému doplnění hladiny inzulinu, naopak v pracovním nasazení si program dokáže poradit s vyšší fyzickou náročností nebo cestováním během služebních cest. [14]

Mezi nejdůležitější výhody inzulinových pump patří ustálení hladiny inzulinu v krvi. Je možné korigovat dávkování k zajištění potřebné koncentrace inzulinu v krvi. Jedná se o nižší dávky inzulinu, výrazně se sníží výskyt hyperglykémie (výskytu vysoké hladiny cukru v krvi). Inzulínové pumpy dále umožňují přesně

dávkovat inzulín při příjmu potravy, větší volnost při dodržování režimu, opadá každodenní aplikace injekcí s dávkou, kdy má pacient větší diskrétnost. Inzulínová pumpa pomáhá i během těhotenství, kdy je zaručena optimální regulace metabolismu, což představuje pro dítě i matku prevenci před možnými komplikacemi až do porodu.

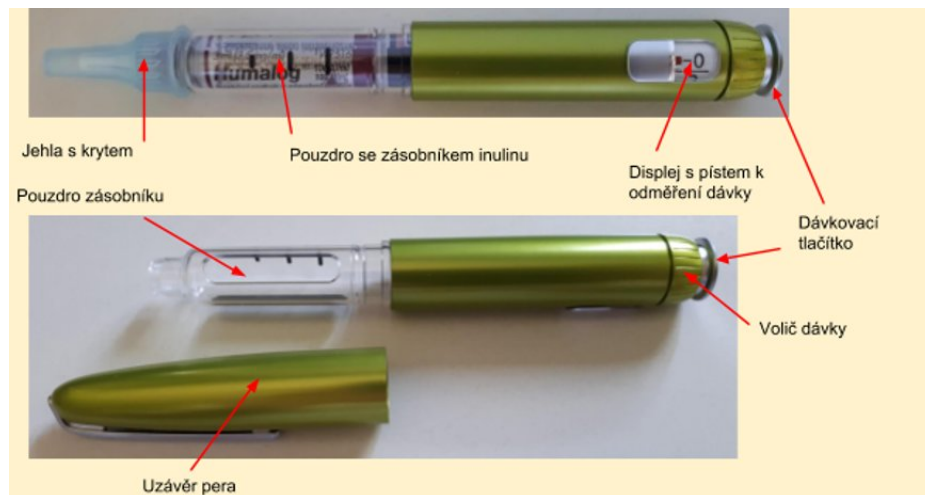
Mezi nevýhody patří neustálé napojení aparátu na tělo, které může způsobit potíže při sportovní aktivitě. K dalším nevýhodám patří nošení záložních baterií při sobě a samozřejmě i nutná pravidelná výměna infuzních setů cca po třech dnech. V neposlední řadě je zde zvýšené riziko rozvoje deficitu inzulínu, tzv. ketoacidózy. Toto riziko je způsobeno ucpáním kanyly nebo chybějícím inzulínem v jehle. Pokud pumpu dostane méně technicky zdatný jedinec, může ze začátku docházet k problémům v nastavení dávkování. Občas se objevují i případy výskytu kožní infekce vlivem zanícení v oblasti kanyly, proto je nutné si ji pečlivě a správně zavést. Posledním negativním faktorem je cena pumpy. Léčba je velice nákladná oproti jednoduššímu zařízení, jako je inzulínové pero. [36]

2.2.4.1 Inzulínové pero

Inzulínové pero je jednorázová pomoc při onemocnění. Pero se velikostí a designem podobá obyčejnému plnicímu peru. Skládá se z uzávěru pera, které chrání jehlu, pouzdro se zásobníkem na inzulín, na kterém je jasně vidět, kolik množství inzulínu v něm ještě zbývá a displejem umístěným na horní části, dávkovacím tlačítkem s pístem, jež je otočné, aby lépe umožnilo nastavení požadované dávky inzulínu potřebné pro vpich a je hlasité pro osoby s horším zrakem. Pera fungují na principu vyměnitelných jehel se zkoseným tvarem špičky, které se nasazují na vrchol pera. Aplikace inzulínu do podkoží je prakticky bezbolestná.

Postup při použití inzulínového pera je velice jednoduchý. V prvním kroku se odstraní uzávěr, zkontroluje se stav jehly, pomocí otočné hlavičky se nastaví požadovaná hladina inzulínu, jehla se vpíchne do podkoží na vybrané místo (břicho, hýždě, stehno) a zmáčkne se píst inzulínového pera. Po aplikaci je důležité počkat cca 20 vteřin, aby z místa vpichu nevytekl inzulín ven. Po ukončení doplnění inzulínu je dobré skladovat pero v chladnější části a mimo přímé světlo. [10]

Výhody oproti inzulínové pumpě spočívají v tom, že pacient nemusí mít na těle neustále připojené zařízení, má více volnosti a eliminuje se riziko výskytu ketoacidózy. Léčba je cenově dostupnější. Nevýhodou jsou aplikace inzulínu v přesně stanovenou dobu bez ohledu na situaci, nebo daný prostor. Mezi další nevýhody by se dalo považovat opomenutí, zda si pacient inzulín už aplikoval nebo zapomněl a posledním faktorem je zvýšená variabilita cukru v krvi. [10]



Obr. 8: Schéma inzulínového pera (převzato z: <https://www.cukrovka.cz/inzulinoва-pera>)

2.2.4.2 Inzulínová stříkačka

Inzulínová stříkačka je pomůcka především pro zdravotníky ve zdravotnickém zařízení. Jedná se o injekční stříkačku s pevně fixovanou jehlou. Toto zařízení je určeno na jednorázové použití o objemu 1 ml. [10]

2.2.5 Umělá chlopeň

Srdce, svalový orgán, který funguje jako pumpa transportující krev do velkých tepen a jimi dále do celého těla, bez které by oběhový systém nemohl fungovat. Funkčně i anatomicky je srdce svisle rozděleno na pravou a levou část a vodorovně na menší část síňovou a větší část komorovou. Mezi jednotlivými dutinami se nachází cípate chlopně, které brání průchodu krve z komor zpět do síní. Chlopně poloměsíčité naproti tomu brání návratu krve z těla zpět do komor. Chlopně dovolují průtok krve pouze jedním směrem. Opačnému průtoku brání zaklapnutím svých cípů.

Základem činnosti srdce je stah (systola) a ochabnutí (diastola) srdeční svaloviny. Krev protéká z pravé síně přes trikuspidální chlopeň do pravé komory, z ní do plicní tepny a do plic a ty jsou odděleny pulmonální neboli plicnicovou chlopní. Po průtoku plícemi přitéká krev do levé síně. Levá síň je od levé komory oddělena dvojcípou mitrální chlopní. Poslední aortální chlopeň nalezneme mezi aortou a levou komorou. [2]

Vady srdečních chlopní souvisí s přetěžováním srdce, protože cípy chlopní nemusí při uzavírání těsně doléhat nebo se naopak nedomykají. Mnohdy se jedná o kombinovanou vadu chlopně, kdy je chlopeň zúžená a zároveň nedomykavá. V prvním případě je srdce přetěžováno tlakově; srdce vytváří větší tlak, aby krev přes vadnou chlopeň mohla projít. Ve druhém případě je srdce přetěžováno objemově; část již přečerpané krve se vrací zpět a srdce ji musí vypudit znovu. [12]

Nejčastějšími příčinami onemocnění srdečních chlopní je revmatická choroba srdeční, degenerativní onemocnění chlopenního aparátu, vrozená vada, endokarditida a dilatace. Onemocnění se týká nejvíce mitrální, aortální a trikuspidální chlopně.

- Rvmatická choroba je infekční onemocnění způsobené streptokoky, projevující se jako horečka s vysokými teplotami, bolestmi, otokem kloubů nebo angínou.

- Degenerativní onemocnění chlopní je urychlený proces stárnutí tkání chlopní při vrozených i vývojových vadách. Nejčastěji se jedná o aortální chlopní, do které se ukládá vápník. [29]

- Endokarditida je zánět vnitřního povrchu srdce (endokardu). Je způsobena mikroorganismy, které napadají srdeční chlopně. Ložiska se však mohou oddělit a napadnout jiný orgán kdekoli v těle jedince. Bez léčby vede toto onemocnění až ke smrti pacienta.

- Dilatace je rozšíření levé komory srdeční. Dochází při ní ke snížení funkce po infarktu myokardu při ischemické chorobě. [29]

Pokud se u jedince projeví některá z chlopních vad, lze ji z počátku léčit pomocí medikamentů. Po zhoršení vady a následnému selhání srdce pacient podstupuje náhradu nebo plastiku chlopně. Plastika chlopně je pro pacienta výhodnější z důvodu trvalého neužívání léků proti srážlivosti krve a původní chlopeň je zachována a nemění se anatomie srdce. V případě, že pacientova chlopeň není uzpůsobena k provedení plastiky, musí jedinec podstoupit celkovou náhradu. Operace, kdy se pacientovi nahrazuje umělá chlopeň, začíná podélným řezem nad hrudní kostí. Lékaři tím získají přístup k srdci a pomocí kanyl a hadic připojí srdce k přístroji pro mimotělní oběh. Ten převezme po dobu operace funkci srdce a plic. V té chvíli dochází ke znehybnění a ochlazení srdce a je možno provést plastiku nebo náhradu srdeční chlopně. Po dokončení operace je srdce pomalu otepleno až opět začne vykonávat svou funkci a pacient je odpojen od mimotělního oběhu. Po uzavření operační rány je hrudní kost spojena drátěnými stehy. Celková délka operace se pohybuje okolo 4 hodin. [19]

V případě náhrady existují dvě varianty chlopní protézy, které dělíme na mechanické a biologické. [3]

2.2.5.1 Mechanické srdeční chlopně

Mechanické srdeční chlopně, tzv. umělé protézy se implantují od 60. let minulého století a dále procházejí vývojem, který zlepšuje jejich technické parametry. Implantáty by měly mít nulový gradient, neomezenou trvanlivost a měly by být odolné vůči infekci, aby se vyrovnaly zdravé a přirozené chlopni. Mechanické srdeční chlopně dělíme na kuličkové, diskové a dvoulisté. [3]

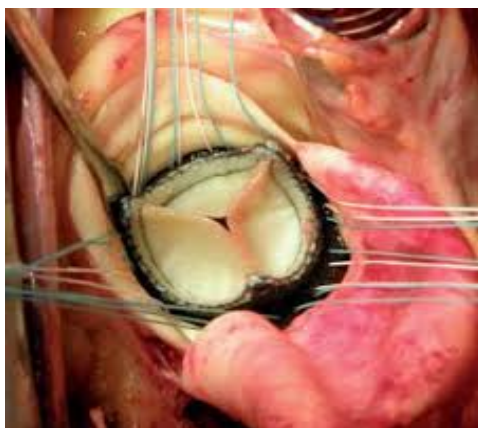
- Kuličkové byly celosvětově nejčastěji implantovány v 60. až 80. letech 20. století uzavíracím tělískem je koule ze silastiku, která v otevřené poloze

naléhá na uzavřenou stelitovou klec tvořenou třemi spojenými pruty. V zavřené poloze kulička dosedá do kovového prstence. Ten je opleten teflonem a slouží k našití chlopně do srdečního anulu příjemce. Po implantaci těchto modelů došlo ke zlepšení nemoci orgánu, ale pacienti trpěli tromboembolickými komplikacemi; tj. onemocnění vznikem sraženiny trombu.

- Diskové chlopně byly uvedeny koncem 60. let 20. století. Tyto implantáty pracovaly na principu vyklápějícího se plochého disku, který se v otevřené pozici opírá o různě otevřenou klec a při zavření dosedá a uzavírá kruhový prstenc. Jejich nevýhoda spočívala ve vyšších průtokových gradientech a značné turbulenci.

- Dvoulisté neboli dvoukřídlé chlopně jsou v současnosti nejvíce využívané při náhradách chlopní. Dvoulistých chlopní je k dispozici celá řada; liší se od sebe úhlem vyklápění, systémem uchycení disků, materiálem nebo tvarem našívacího prstence. Tyto chlopně jsou nejčastěji tvořené poloměsíčitými disky mající konvexo-konkávní tvar, vyklápějí se do 80° a dosedají v úhlu 20°. [3]

Mechanické chlopně mají tu výhodu, že jsou „chlopní pro celý život“, protože jsou vyrobeny z kovových a uhlíkových slitin. Jejich záruka funkce je na neomezeně dlouhou dobu, pokud nenastanou komplikace v podobě rozpadu červených krvinek. Během průchodu chlopní může dojít k jejich porušení s následkem tvorby krevních sraženin. Ty mají velice vážné následky. Krevní sraženiny se začnou usazovat na povrchu chlopně, nebo se mohou odtrhnout a vycestovat cévami a posléze zapříčinit ucpávání tepen v těle. Aby se pacienti vyhnuli těmto komplikacím, musí po celý život užívat léky na ředění krve. Dále se během života u pacienta může objevit infekce endokarditida (postižení vnitřní vrstvy srdce). Po kardiochirurgickém zákroku může dojít k narušení endokardu, blány vystýlající srdeční dutinu. V místě narušení se pak mohou vyskytnout bakterie a následně infekce, která může způsobit dysfunkci chlopně. Mezi další nevýhody mechanických chlopní patří hlučnost. [3]



Obr. 9: Mechanická chlopeň při operaci

(převzato z: <https://www.internimedica.cz/pdfs/int/2006/12/04.pdf>)

2.2.5.2 Biologické srdeční chlopně

Biologické srdeční chlopně se začaly vyrábět za účelem snížení rizika výskytu trombózy nebo krvácivých komplikací způsobených antikoagulační léčbou; tj. léčba, která snižuje riziko srážení krve. Skupinu biologických chlopní nazýváme také slovem bioprotézy.

Biologické chlopně jsou tvořeny biologickou tkání, která může být odebrána z lidského těla od dárce (homograft, alograft), z těla operovaného (autograft) nebo nejčastějším způsobem získání chlopně je její vyjmutí z jiného živočišného druhu; jedná se o prasečí aortální chlopeň nebo chlopeň z hovězího perikardu (xenograft). Bioprotézy mají kostru opletenou teflonem nebo polypropylenem a upravenou tak, aby do ní mohla být vsita chlopeň z biologického materiálu. [17]

Bioprotézy jsou výhodnější pro pacientky plánující těhotenství, pro pacienty, kteří mají náročnější práci (hrozí u nich vážné riziko zranění nebo traumatu) a dále pro věkovou skupinu 50-70 let. [21] Za nekompatibilní pacienty se považují ti, u kterých se vyskytne snížená schopnost přirozené srážlivosti krve (antikoagulace), která může nastat z důvodu nepravidelnosti srdečního rytmu, žilní trombózy, po prodělané embolii anebo po tachyarytmii (zrychlení srdečního rytmu).

Největší výhodou bioprotéz je, že pacient nemusí užívat léky na srážení krve a dále tichý provoz chlopně. Nevýhodné je, že stejně jako u lidského jedince, tak i bioprotéza podléhá degenerativním onemocněním a vede k opětovné dysfunkci

chlopně s následným reoperačním postupem po deseti až patnácti letech. Z tohoto důvodu je častěji využívána u starších nemocných. [17]



Obr. 10: Aortální mechanická chlopeň (převzato z :
<https://www.ikem.cz/cs/kardiocentrum/klinika-kardiovaskularni-chirurgie/o-nas/co-u-nas-lecime/vykony-na-chlopnich/a-1386/>)



Obr. 11: Mitrální mechanická chlopeň (převzato z :
<https://www.ikem.cz/cs/kardiocentrum/klinika-kardiovaskularni-chirurgie/o-nas/co-u-nas-lecime/vykony-na-chlopnich/a-1386/>)



Obr. 12: Biologická aortální chlopeň (převzato z :
<https://www.ikem.cz/cs/kardiocentrum/klinika-kardiovaskularni-chirurgie/o-nas/co-u-nas-lecime/vykony-na-chlopnich/a-1386/>)

2.2.6 Umělé srdce

V předchozí kapitole byla provedena charakteristika srdce jako dutého orgánu uloženého v mezihrudí mezi plícemi, hrudní kostí a bránicí. Jedná se o sval, který transportuje krev bez přestávky do velkých tepen a jimi dále do celého těla, je tvořen endokardem, myokardem, epikardem, pravou a levou síní, pravou a levou komorou, chlopněmi, obloukem aorty, plicní tepnou, plicní žílou, horní a dolní dutou žílou.

Srdcem protéká veškerá krev v lidském těle. Oběhový systém se rozděluje na malý, plicní, a velký, tělový. Počátek malého krevního oběhu je v pravé komoře srdeční, přes kterou odkysličená krev proudí do pravé a levé plicní tepny. Tepny vstupují do plic, odkud se okysličená krev vrací plicní žílou do levé předsně. Velký krevní oběh začíná v levé komoře, na níž je napojena aorta. Ta se dále dělí na část hrudníkovou, břišní a hlavovou. Když jsou mozek, horní končetiny, břišní orgány a dolní končetiny vyživeny kyslíkem, bílkoviny, glukózou, hormony, minerálními a imunitními látkami, vitamíny a tuky, vrátí se odkysličená krev zpět do srdce. [2]

Nejčastější poruchou srdečního svalu je arytmie. Tato porucha srdečního rytmu vzniká při nesprávné tvorbě nebo vedení elektrických signálů, na základě, kterých se srdeční sval stahuje a dokáže pumpovat krev. Oproti pacientům trpícím i jinými poruchami srdce nepředstavuje pro zdravého člověka velké riziko. Arytmie je vrozená nebo získaná a může postihovat člověka v jakémkoliv věku. Podle příznaků se dělí na brachyarytmii a tachyarytmii. Brachyarytmie je zpomalení srdečního rytmu. Za následek má únavu, točení hlavy, závratě, zadýchání. Tachyarytmie je naopak zrychlená činnost srdce s příznaky bušení srdce, pocitu tlaku na srdci nebo krátkodobé ztráty vědomí. [29]

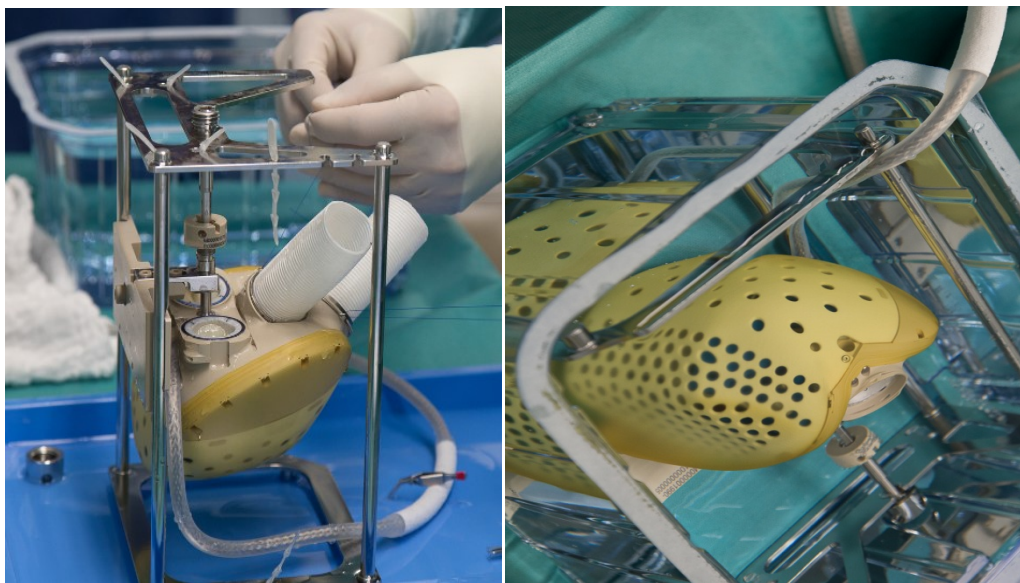
Umělé srdce je jedinečný systém, který plně nahrazuje pravou i levou část nefunkčního srdce pacienta. Při operaci se pacientovo srdce zcela vyjme z těla a místo něj se vloží umělé zařízení. Nejnovější mechanismus umělého srdce je složen z biologických membrán (tkáně jsou kraviho původu), dvou komor, ze sedmnácti tlakových senzorů (monitorují srdeční činnost a upravují podle ní výkon srdce), elektrod, z elektrohydraulického čerpadla, dvou motorů, kabelu, externího zařízení (počítače) a baterie.

Celý systém je biokompatibilní. Důvodem jsou biologické membrány, fyziologicky snesitelnější pro pacienty. Zařízení tvoří vnější a vnitřní část. Vnější část je tvořena tekutinovým oddílem se silikonovým olejem. Vnitřní část je tvořena dvěma komorami, a tak je vypuzování krve podobné lidskému zdravému srdci.

Krev proudí nejprve pravou stranou umělého systému, dále vtokovou chlopní přes výtokovou chlopeň do plic. Z plic se vrací okysličená krev do levé komory systému, kde je krev vypuzena do aorty. Hnací silou aparátu je silikonový olej, uložený ve vnější části zařízení. Olej roztáčí dva motory, což umožňuje přelévání krve z jedné komory do druhé, pomocí tlaku ovládat membrány a tvořit pulzující tok.

Celý tento systém napájí kabel, který prochází tělem pacienta přes kůži u pupíku do externího zařízení. Pacient proto s sebou nosí většinou batoh se čtyřmi bateriemi, kontrolorem a řídicí jednotkou.

Mezi výhody umělého srdce patří snížení rizika srážení krve, snižuje se riziko výskytu mozkových příhod a prodloužení života. Nevýhodou umělého srdce je vyšší riziko výskytu infekce v oblasti přechodu kabelu z pacientova těla. Další nevýhodou je omezení rekreace – koupání. Sprchování je možné. [28]



Obr. 13: Umělé srdce (převzato z: <https://www.novinky.cz/domaci/clanek/pacient-dostal-v-ikem-umele-srdce-nahrada-ma-17-senzoru-40053374>)

2.2.6.1 Mechanická srdeční podpora

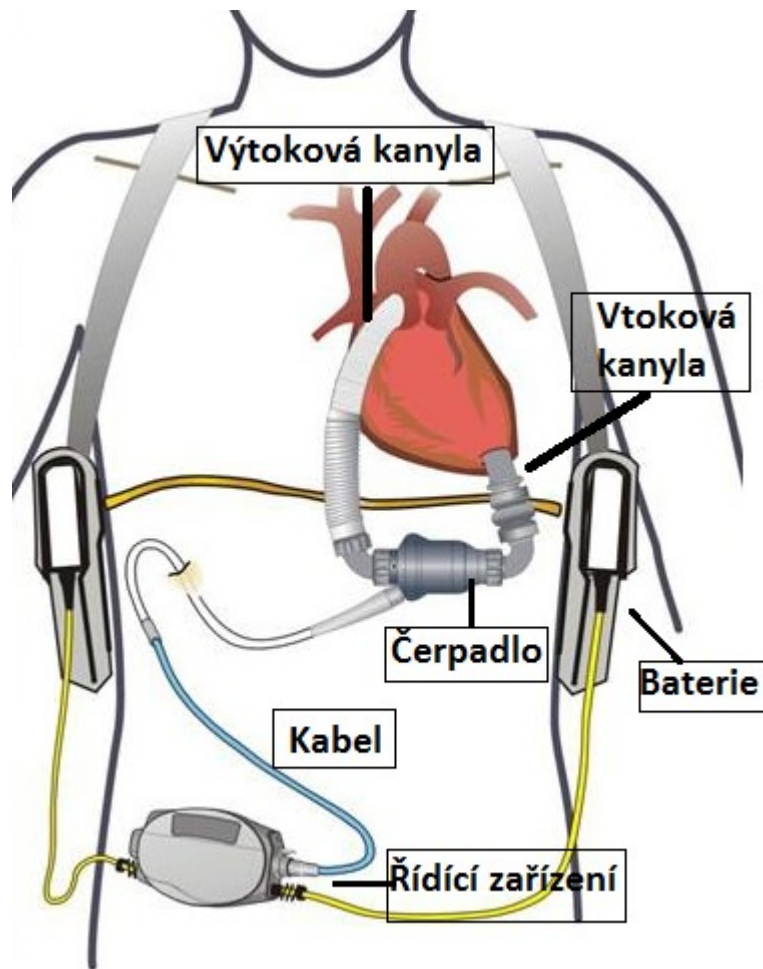
Mechanická srdeční podpora, někdy chybně pojmenována jako umělé srdce, je dočasné zařízení napomáhající lidskému srdci udržet srdeční výdej, pumpovat krev, nebo může činnost srdce převzít úplně. Zařízení se dělí krátkodobé, dlouhodobé a další.

Mechanická srdeční podpora se skládá z vtokové a výtokové kanyly, čerpadla, kabelu, počítače (řídícího zařízení), baterie.

Při operaci se pacientovo srdce nechává na místě, pouze se na místo nefunkční části, nejčastěji levé komory, napojí mechanické srdeční zařízení. Napojení se děje přes vtokovou kanylu zavádějící do hrotu levé komory srdeční. Z vtokové kanyly je krev odváděna přes čerpadlo neboli pumpovací zařízení. Toto zařízení je složeno ze vstupního satoru a vyrovnávače toku krve, z elektromotoru, z výstupního satoru a rozptylovače. Čerpadlo a jeho části ulevují srdci, čímž snižují příznaky onemocnění a napomáhají plicnímu oběhu se vzpamatovat (pokud část srdce nefunguje, krev se hromadí v plicích). Čerpadlem dále krev proudí přes výtokovou kanylu, která se našívá do aorty, aby se krev rozvedla do celého těla.

Kabelem je ovládané celé zařízení, z pacientova těla vystupuje, stejně jako kabel od umělého srdce, podkožím. Kabel je napojen na externí zařízení, počítač, baterie. Pacient toto zařízení nosí v podpaží, tudíž není tolik viditelné.

Mechanická srdeční podpora se převážně používá jako přechodná fáze před transplantací srdce. Doba, po kterou je používána jsou většinou tři měsíce, během této doby se plicní oběh a cirkulace opět srovná a teprve potom je pacient zapsán na čekací listinu na transplantaci srdce. [32]

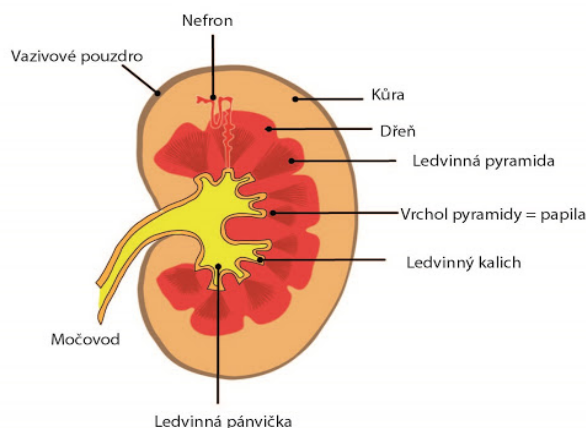


Obr. 14:Mechanická srdeční náhrada (převzato a upraveno z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/1107554-srdecni-pumpy-zachranuji-zivoty-uz-10-let>)

2.2.7 Umělá ledvina

Ledvina je párový orgán, který v lidském těle plní tři nezastupitelné funkce: vylučování látek, které tělo již nepotřebuje, funkci homeostatickou a endokrinní. Při vylučování látek odchází z těla voda, minerální látky, soli, zplodiny metabolismu (kyselina močová) a cizorodé látky. Homeostatická funkce pomáhá lidskému tělu regulovat objem vody, krevní tlak, osmotický tlak a pH. Endokrinní funkce má za úkol vytvářet a regulovat hladinu hormonů, enzymů a vedle toho syntetizuje vitamín D.

Ledvina má fazolovitý tvar červenohnědého zbarvení a v lidském těle bychom je našly v prostoru na zadní straně břišní. Ledviny se skládají z kůry (je uložena pod pouzdrem), dřene (ve tvaru pyramidy), ledvinové pánvičky (tvoří přechod mezi ledvinou a močovodem), močovodu, renální tepny, žíly, odvádějící tepny, kalichu a papil. Základní jednotkou ledviny je nefron, v němž je filtrována krev, která se přesouvá do Bowmanova váčku, kde vzniká primární moč. V kanálcích nefronu také dochází ke zpětnému vstřebávání vody a živin z primární moči. Ze zbylé tekutiny vznikne později definitivní moč. [1]



Obr. 15: Schéma stavby ledviny (převzato z: <http://www.fblt.cz/skripta/vii-vylucovaci-soustava-a-acidobazicka-rovnovaha/1-funkcni-morfologie-ledvin/>)

Onemocnění ledvin rozdělujeme na akutní a chronické. Mezi akutní onemocnění patří například zánět ledvin. Ten se projevuje bolestí v zádech, nevolností a horečkou, neustálou nutností chodit na toaletu i bolestivým močením. Akutní onemocnění přichází náhle a po léčbě antibiotiky velmi rychle odezní. Naopak

je tomu u chronického onemocnění, které pokud je dlouhodobé a neléčené (například cukrovka, nadměrná obezita, poškozené cévy), může vyústit až v selhání ledvin. Mezi příznaky tohoto onemocnění řadíme časté močení, zvýšený krevní tlak, bolest v oblasti beder, otoky nebo únavu.

K selhání ledvin však dochází také díky vlivu vrozených nebo dědičných onemocnění, případně některými druhy otrav (vysoké dávky léků. Pokud už k selhání ledvin dojde, nejúčinnější náhradou je hemodialýza, peritoneální dialýza, či transplantace ledvin. [37]

2.2.7.1 Hemodialýza

Hemodialýza je označovaná jako umělá ledvina, jejíž funkcí je mimotělně vyčistit krev pacienta od odpadních i chemických látek. Hemodialýzu provádí lékař malým zákrokem nejčastěji na horní končetině, aby se propojila žíla a tepna pod kůží. Pro toto propojení se vytvoří spojka, a pokud má pacient méně kvalitní cévy, spojku nahradí lékař plastovou hadičkou a připojí ji na přístroj. Jedna dialýza trvá obvykle okolo 5 hodin, v ideálním případě alespoň 3-4 krát za týden. Četnost léčby se odvíjí od rozsahu selhání ledvin pacienta a jejich schopnosti pracovat. Dalšími faktory ovlivňujícími délku procesu je množství odpadních látek v těle pacienta a typu dialyzátoru. Léčba je bezbolestná, pokud pacient opomene počáteční vpich jehel do cévního přístupu a neudělá se mu špatně během procesu.

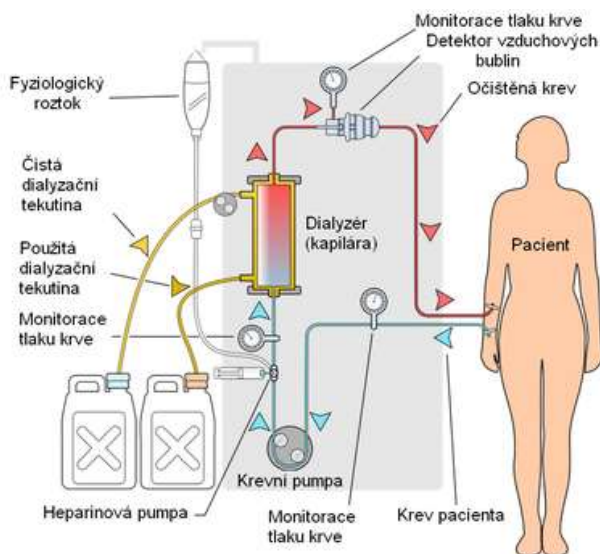
Dialyzační zařízení se rozděluje na mimotělní krevní obvod a hydraulickou část, přičemž jednotlivé části jsou od sebe odděleny membránou. To znamená, že v krvi zůstávají krevní elementy, bílkoviny a další důležité látky, neboť mají větší velikost než odpadní látky a díky tomu neprojdou přes dialyzační membránu. Oproti tomu odpadní látky kolující v hydraulické části jsou menší a mohou tak membránou hladce projít z těla ven.

Mimotělní krevní obvod se skládá z krevní pumpy, kterou je proháněna krev celým mimotělním obvodem s dialyzátorem, označovaným také jako kapilára, která je hlavní jednotka umělé ledviny. Princip průtoku krevní částí zajišťují dva pružné okluzní válce. Jeden válec je spodní, jeho funkce je natahovat krev z cévního přístupu pacienta, a druhý válec tlačí krev do mimotělního oběhu přes heparinovou pumpu. Tato pumpa zajišťuje, aby se krev v mimotělním oběhu při dialýze nesrážela. Posledním blokem krevní části jsou mechanické svěrky, jimiž

prochází hadičky, kterými proudí krev v mimotělním obvodu. V obvodu musí být přítomná ještě tlaková čidla, která se při výskytu rizika během dialýzy zalarmují, zastaví krevní pumpu a mechanické svěrky, čímž dojde k uzavření hadiček a následnému odpojení pacienta od mimotělního obvodu. [22]

Druhou částí dialyzačního přístroje je hydraulický obvod, někdy nazývaný dialyzátový. Jeho základním úkolem je průběžná příprava dialyzačního roztoku, která probíhá v několika krocích, kdy roztok musí mít potřebnou vodivost, teplotu, i tlak a rovněž musí být zajištěn průtok roztoku přístrojem. V prvním kroku přípravy dochází k ohřevu vody na tělesnou teplotu. V tomto bodě se k vodě přidává ještě koncentrát (může být buď tekutý, nebo v kapslích) obsahující kyselou a bazickou složku. Hotový roztok obsahující vodu a anorganické soli je nutné ještě odvzdušnit. Tento krok je velmi důležitý, protože pokud by se vzduch dostal do přístroje, snižovala by se účinnost celého procesu dialýzy. Po odvzdušnění se roztok vpustí do přístroje, kde tento roztok zajistí oddělení látek a ultrafiltraci. Ultrafiltrace je proces zredukování tekutin a vyloučení rozměrově menších odpadních látek skrz membránu ven z přístroje do odpadní nálevky.

Mezi výhody hemodialyzační léčby patří přehled o krevním tlaku, průtoku krve či váze pacienta, a navíc se pacient o sebe nemusí starat sám, jako je tomu u peritoneální léčby. Nevýhody hemodialýzy jsou pravidelné návštěvy dialyzačního centra, minimální soukromí a také může docházet k výkyvům hladiny odpadních látek v těle. [22]



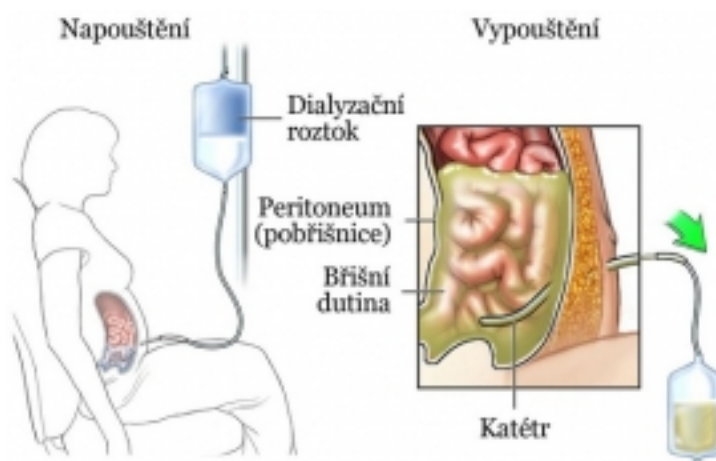
Obr. 16: Schéma principu dialýzy (převzato z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Hemodial%C3%BDza>)

2.2.7.2 Peritoneální dialýza

Peritoneální dialýza je typ léčby, která nemusí probíhat přes stroj dialyzačního zařízení a je označovaná jako léčba domácí. U této metody je krev čištěna průchodem přes membránu břišní dutiny, přesněji pobřišnici. Pobřišnice je výstelka pokrývající orgány uvnitř lidského těla i stěnu břišní, jejíž membrána je propustná pouze pro vodu, cizorodé látky a přebytečnou močovinu, která se v těle nemocného pacienta výrazně hromadí.

Pacienta je nutné napojit na katétr, plastovou umělohmotnou hadičku, jenž v těle může zůstat i několik let. Katétrelem se do břišní dutiny vpustí čistící roztok ve formě hotového dialyzátu. Nastává proces čištění, po jehož skončení je roztok spolu se škodlivinami a přebytečnou vodou odveden opět katétrelem ven z těla do připraveného prázdného vaku.

Tento typ léčby se na rozdíl od hemodialýzy provádí i několikrát denně bez přístroje nebo přes dialyzační přístroj. Jedna peritoneální léčba trvá kolem 30 minut. Výhodou je možnost domácího prostředí při léčbě a pravidelnost zákroku, která se připodobňuje činnosti zdravé ledviny. Mezi nevýhody patří riziko výskytu infekce při špatném zacházení s vaky s roztokem během léčby a péče o sebe samého. [25]



Obr. 17: Schéma peritoneální léčby (převzato z:

https://www.tyden.cz/rubriky/zdravi/selhaly-mi-ledviny-pomohla-mi-adela-ma-domaci-dialyza_181344.html)

3. Metodika

Metodika práce byla tvořena několika kroky. Prvním krokem bylo vyhledávání zdravotních pojišťoven působících v České republice. Druhým krokem bylo sestavení otázek v dotazníku, aby na ně mohly zdravotní pojišťovny odpovědět. Následovala buď osobní návštěva poboček s žádostí o udělení informací, či žádost byla podána elektronickou cestou přes email. Posledním krokem bylo zpracování dat od pojišťoven.

3.1 Seznam působících pojišťoven

V České republice působí sedm zdravotních pojišťoven; Česká průmyslová zdravotní pojišťovna, Oborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví, Revírní bratrská pokladna, Zaměstnanecká pojišťovna Škoda, Všeobecná zdravotní pojišťovna, Vojenská zdravotní pojišťovna České republiky, Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra České republiky.

Po oslovení těchto pojišťoven odpověděly pouze tyto tři: Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra, Vojenská zdravotní pojišťovna, Česká průmyslová zdravotní pojišťovna.

Ostatní pojišťovny nereagovaly nebo by byly získané informace zpoplatněny.

Pojišťovnám byly položeny níže uvedené otázky:

- Jaká musí pacient splňovat kritéria (věk, nějaké omezení...), aby mu pojišťovna uhradila implantát/protézu.
- Jaká je čekací doba, než se vyřídí všechny náležitosti.
- V jakém cenovém rozmezí se pohybují ceny implantátů/protéz.
- Dosud nejdražší implantace, protéza.
- Kolik implantátů /protéz doposud pojišťovna uhradila.
- Jaké implantace/protézy jsou nejčastější.

3.1.1 Vojenská zdravotní pojišťovna České republiky (VoZP ČR)

Vojenská zdravotní pojišťovna působí v České republice od roku 1992. Primárně byla založena pro aktivní vojáky ve službě i již vysloužilé, studenty vojenské školy, aby nedocházelo k úniku informací z dokumentace vojáků. Tato pojišťovna je jednou z nejstarších na našem území a v posledních letech umožňuje zdravotní pojištění i široké veřejnosti, musí být ovšem občan České republiky. [40]

1) Jaká musí pacient splňovat kritéria (věk, nějaké omezení...), aby mu pojišťovna uhradila implantát/protézu:

Pro získání relevantních a aktuálních informací odkazuje pojišťovna na Úhradový katalog VZP – ZP (Metodika), který lze nalézt na internetových stránkách VZP v sekci „Číselníky – Zdravotnické prostředky – Metodika k Číselníku (pro aktuální verzi číselníku)“. V obecné části jsou uvedeny všechny podmínky pro úhradu jednotlivých typů zdravotnických prostředků včetně protéz a implantátů. U jednotlivých kódů zdravotnických prostředků v Číselníku/tabulkové části jsou uvedeny odbornosti, které mohou zdravotnický prostředek předepsat.

2) Jaká je čekací doba, než se vyřídí všechny náležitosti:

Lhůty pro vyřízení žádostí jsou stanoveny podle ustanovení § 71 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů, tzn. rozhodnutí má být vydáno bez zbytečného odkladu, do 30 dnů, resp. Je možné ve zvlášť složitých případech tuto lhůtu 30 dnů prodloužit ještě o dalších 30 dnů (tedy vydat rozhodnutí do 60 dnů).

3) V jakém cenovém rozmezí se pohybují ceny implantátů/protéz:

Cenové rozmezí je velmi široké. Pohybuje se od desítek korun až po miliony.

4) Dosud nejdražší implantace/protéza:

Dosud nejdražší protéza byla myoelektrická pro horní končetinu, předkalkulace činila 1 479 226 Kč.

5) Kolik implantátů /protéz doposud pojišťovna uhradila:

Údaje/informace v požadované struktuře VoZP nezpracovává.

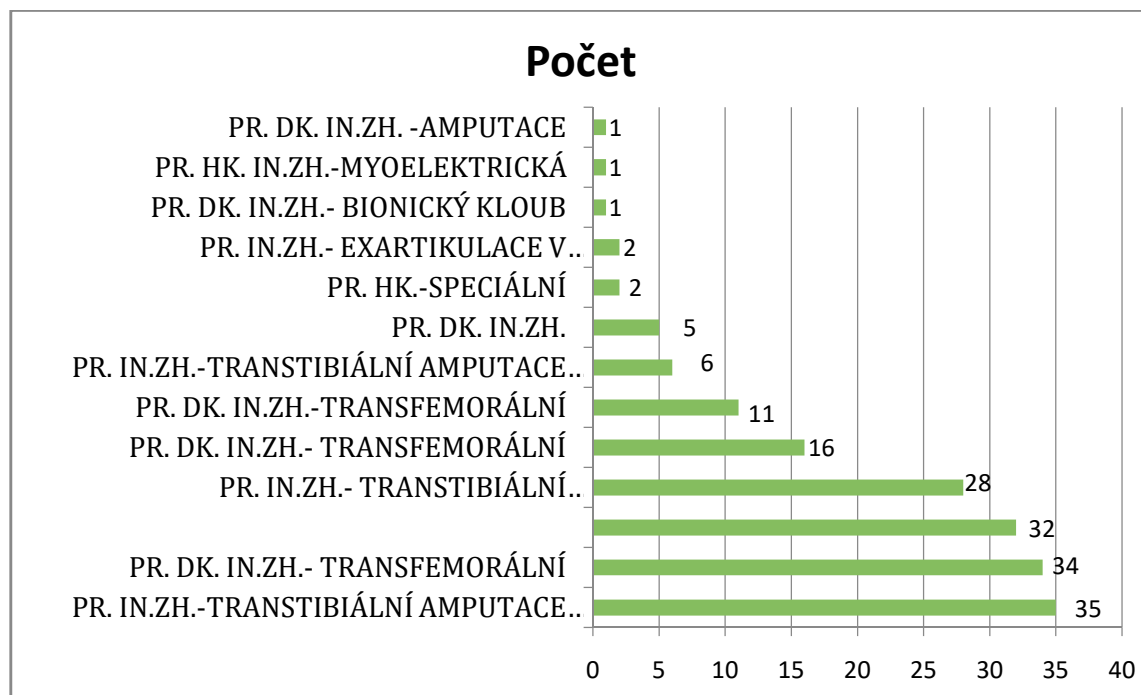
6) Jaké implantace/protézy jsou nejčastější:

Viz tabulka č. 1.

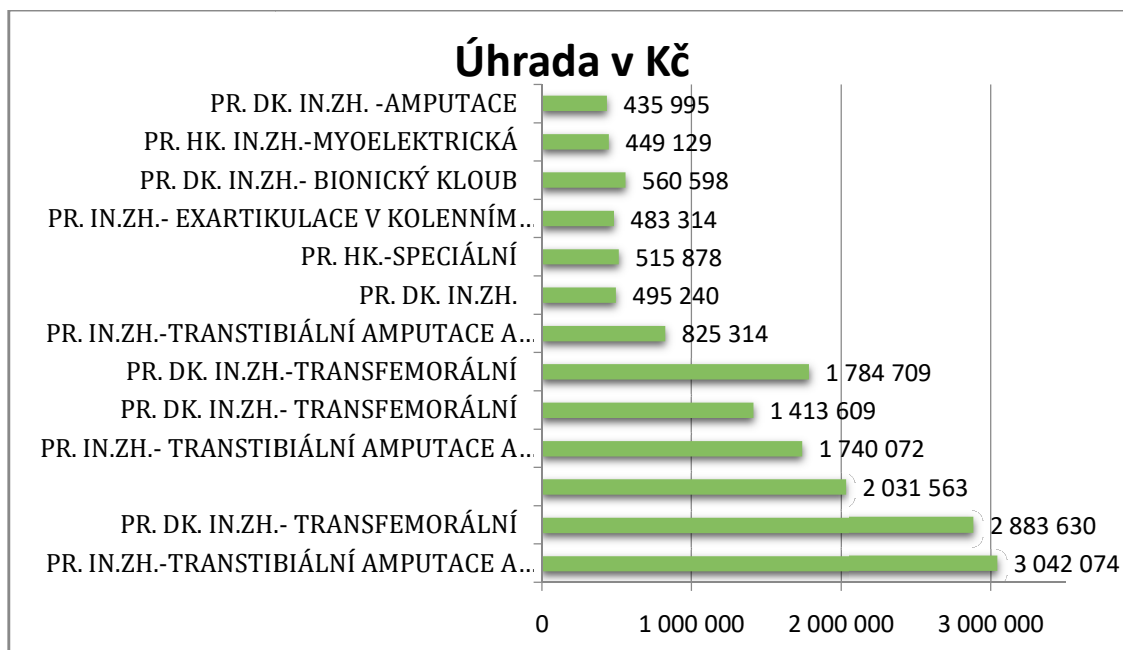
Název	Počet	Úhrada v Kč
PR. IN.ZH.-TRANSTIBIÁLNÍ AMPUTACE A NÍŽE	35	3 042 074
PR. DK. IN.ZH.- TRANSFEMORÁLNÍ	34	2 883 630
PR. DK. IN.ZH.-TRANSTIBIÁLNÍ AMPUTACI A NÍŽE	32	2 031 563
PR. IN.ZH.- TRANSTIBIÁLNÍ AMPUTACE A NÍŽE	28	1 740 072
PR. DK. IN.ZH.- TRANSFEMORÁLNÍ	16	1 413 609
PR. DK. IN.ZH.-TRANSFEMORÁLNÍ	11	1 784 709
PR. IN.ZH.-TRANSTIBIÁLNÍ AMPUTACE A NÍŽE	6	825 314
PR. DK. IN.ZH.	5	495 240
PR. HK.-SPECIÁLNÍ	2	515 878
PR. IN.ZH.- EXARTIKULACE V KOLENNÍM KLOUBU	2	483 314
PR. DK. IN.ZH.- BIONICKÝ KLOUB	1	560 598
PR. HK. IN.ZH.-MYOELEKTRICKÁ	1	449 129
PR. DK. IN.ZH. -AMPUTACE	1	435 995

Tab. č. 1: Nejčastější protézy a jejich cena za rok 2019(VoZP ČR)

Dle tabulky č. 1 můžeme říct, že nejčastějšími hrazenými protézami u Vojenské zdravotní pojišťovny České republiky jsou při amputacích od bérce níže v ceně 3 042 074 Kč. Nejméně se propláceli protézy dolní končetiny – bionický kloub v ceně 560 598 Kč, horní končetiny - myoelektrická v ceně 449 129 Kč a dolní končetiny při úplné amputaci v ceně 435 995 Kč.



Graf. č.1: Počet protéz za rok 2019 (VoZP ČR)



Graf č. 2: Cena protéz za rok 2019 (VoZP ČR)

Vysvětlivky zkratk:

PR= protéza

DK= dolní končetina

HK= horní končetina

IN= individuálně

ZH= zhotovená

3.1.2 Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra České republiky (211)

Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra České republiky založená roku 1992 patří ke druhé největší v České republice. [40]

1) Jaká musí pacient splňovat kritéria (věk, nějaké omezení...), aby mu pojišťovna uhradila implantát/protézu:

Indikace implantačních systémů/ indikace protetických pomůcek je v kompenzaci ošetřujícího lékaře pacienta, který indikuje péči podle pacientova zdravotního stavu. Úhrada zdravotní péče je obecně upravena platnými právními předpisy, a to zejména zákonem č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotní pojištění a o změně a doplnění

některých souvisejících zákonů, ve znění předpisů (např. podmínkám úhrady zdravotnických prostředků předepisovaných na poukaz je věnovaná Příloha č. 3 citovaného zákona).

Hrazené zdravotnické prostředky jsou v souladu s platnou legislativou kompletně zahrnuty v Číselníku zdravotnických prostředků Svazu zdravotních pojišťoven ČR, ve kterém jsou uvedeny i příslušná indikační a/nebo preskripční omezení úhrady. Číselník je k dispozici např. na webových stránkách http://szpocr.cz/zdravotnicke_prostedky.cz

2) Jaká je čekací doba, než se vyřídí všechny náležitosti:

V případech, kdy se jedná o zdravotnické prostředky, které podléhají schválení revizním lékařem, posuzuje lékař žádosti ve lhůtách v souladu se zákonem č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů.

3) Jaké implantace/protézy jsou nejčastější:

Viz tabulka č. 2.

4) V jakém cenovém rozmezí se pohybují ceny implantátů/protéz:

Viz tabulka č. 2.

5) Dosud nejdražší implantace/protéza:

Údaje/informace v požadované struktuře nezpracovává.

Ovšem mezi nejdražší patří protéza pro vysokou amputaci dolní končetiny se speciálním kloubem C-Leg protézy za rok 2018 za 44,5 milionu Kč.

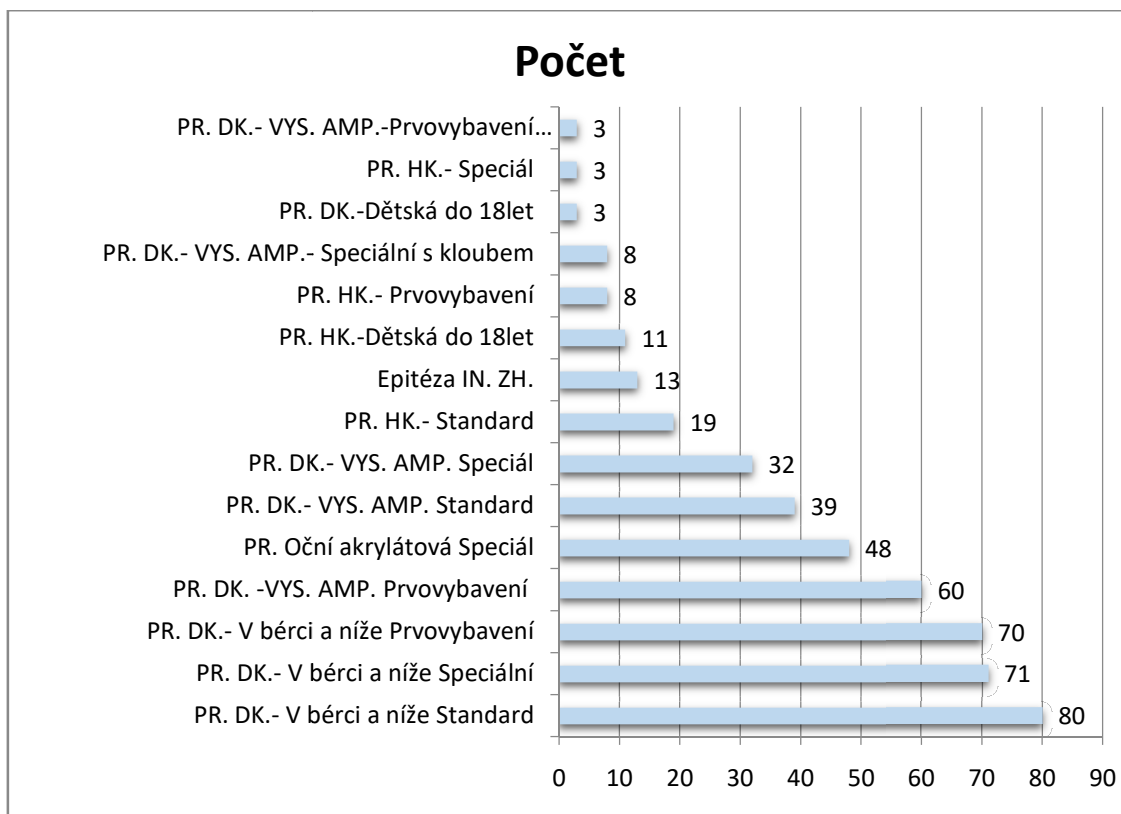
6) Kolik implantátů/protéz doposud pojišťovna uhradila:

Údaje/informace v požadované struktuře nezpracovává.

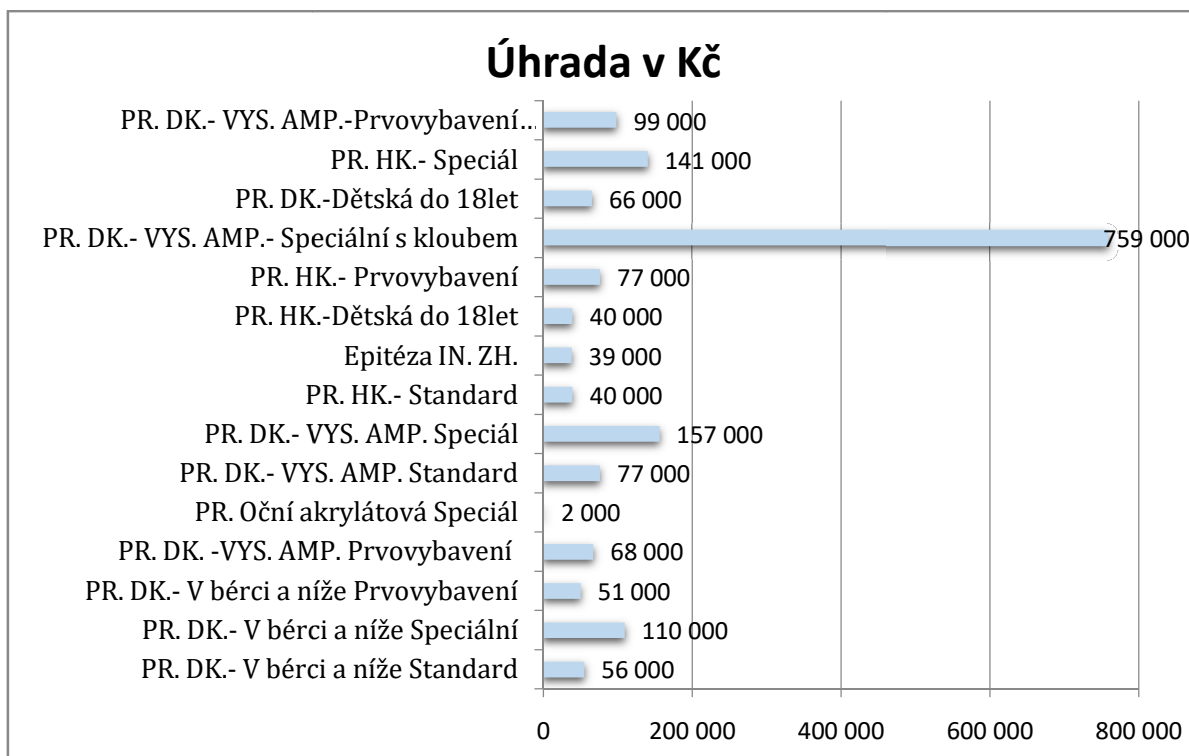
Název	Počet	Úhrada v Kč
PR. DK.- V bérce a níže Standard	80	56 000
PR. DK.- V bérce a níže Speciální	71	110 000
PR. DK.- V bérce a níže Prvo-vybavení	70	51 000
PR. DK. -VYS. AMP. Prvo-vybavení	60	68 000
PR. Oční akrylátová Speciál	48	2 000
PR. DK.- VYS. AMP. Standard	39	77 000
PR. DK.- VYS. AMP. Speciál	32	157 000
PR. HK.- Standard	19	40 000
Epitéza (Prsní náhrada) IN. ZH.	13	39 000
PR. HK.-Dětská do 18let	11	40 000
PR. HK.- Prvo-vybavení	8	77 000
PR. DK.- VYS. AMP.- Speciální s kloubem	8	759 000
PR. DK.-Dětská do 18let	3	66 000
PR. HK.- Speciál	3	141 000
PR. DK.- VYS. AMP.-Prvo-vybavení (s kyčelním kloubem)	3	99 000

Tab. č. 2: Nejčastější implantáty/protézy a jejich cena za rok 2017(211)

Dle tabulky č. 2 můžeme říct, že nejčastějšími hrazenými protézy u Zdravotní pojišťovny ministerstva vnitra České republiky jsou standardní protézy bérce a níže s průměrnou cenovou hodnotou 56 000 Kč. Nejméně časté jsou protézy dolní končetiny u dětí do 18 let s cenou 66 000 Kč, protéza horní končetiny speciální v hodnotě 141 000 Kč a protéza dolní končetiny AMP Prvo-vybavení s kyčelním kloubem v ceně 99 000 Kč.



Graf. č. 3: Počet implantátů/protéz za rok 2017 (211)



Graf. č.4: Cena implantátů/protéz za rok 2017 (211)

3.1.3 Česká průmyslová zdravotní pojišťovna (ČPZP)

Česká průmyslová zdravotní pojišťovna, zkratkou ČPZP, vznikla roku 2009 sloučením Hutnické zaměstnanecké pojišťovny s Českou národní zdravotní pojišťovnou. [40]Odpovědi na otázky jsou následující:

1) Jaké musí pacient splňovat kritéria, aby mu pojišťovna uhradila implantaci/protézu:

Implantáty i protézy hrazené ze systému veřejného zdravotního pojištění mají svá specifika či omezení daná zákonem č. 48/1997, příloha 3, oddíl C, tab. 1, kterým se zdravotní pojišťovna řídí. Tato omezení spočívají v tom, že zákon říká kdo (jaká odbornost lékaře) může daný implantát/protézu předepsat (preskripční omezení), na kolik implantátů/protéz a za jaký časový interval má pojištěnec na implantát/protézu nárok (množstevní limit) a také jakým zdravotním postižením (indikační kritéria) musí trpět, aby mu mohl být implantát/protéza předepsán.

2) Jaká je čekací doba, než se vyřídí všechny náležitosti:

Celá administrace žádosti od jejího přijetí až po vyřízení netrvá zpravidla déle než 7 pracovních dní.

3) V jakém cenovém rozmezí se pohybují ceny implantátů/protéz:

Cena protéz se pohybuje od stovek Kč (protéza oční skleněná zakázkový zdravotnický prostředek) až po cca 1 milión Kč (protéza horní končetiny myoelektrická).

Cena implantátů v rozmezí od stovek Kč (implantát středoušní – Stimula-Fluoroplastic), až po cca 2,3 mil. Kč (srdeční mechanická podpora dlouhodobá – LVAD Hertmate III KIT)

4) Dosud nejdražší implantace/protéza:

Už výše zmiňovaná myoelektrická protéza horní končetiny a srdeční mechanická podpora dlouhodobá – LVAD Hertmate III.

5) Kolik implantátů/protéz doposud pojišťovna uhradila:

Údaje/informace v požadované struktuře nezpracovává.

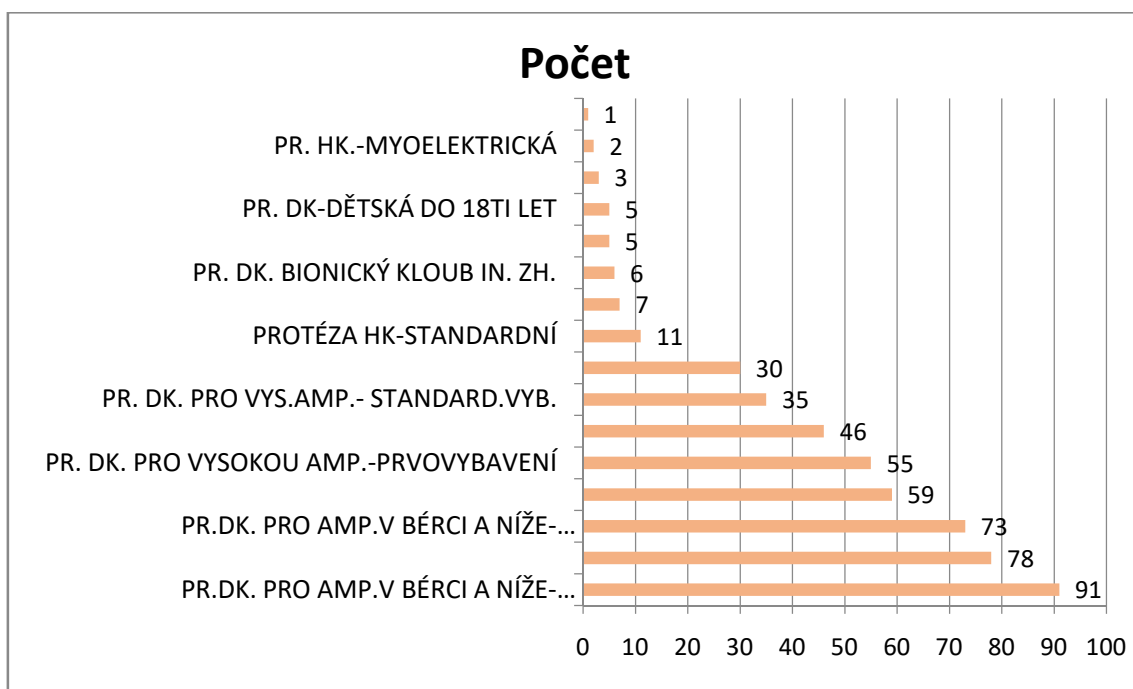
6) Jaké implantace/protézy jsou nejčastější:

viz tabulka č. 3

Název	Počet
PR.DK. PRO AMP.V BÉRCI A NÍŽE-STANDARD.VYB.	91
PR.DK. PRO AMP.V BÉRCI A NÍŽE-SPECIÁLNÍ VYB.	78
PR.DK. PRO AMP.V BÉRCI A NÍŽE-PRVOVYBAVENÍ	73
PR. OČNÍ SKLENĚNÁ	59
PR. DK. PRO VYSOKOU AMP.-PRVOVYBAVENÍ	55
PR. DK.- PRO TRANSFEMORÁLNÍ AMP. IN. ZH.	46
PR. DK. PRO VYS.AMP.- STANDARD.VYB.	35
PR.DK. PRO VYS.AMP.- SPECIÁL.VYB.	30
PROTÉZA HK-STANDARDNÍ	11
PR. HK.-PRVOVYBAVENÍ	7
PR. DK. BIONICKÝ KLOUB IN. ZH.	6
OXYGENÁTOR	5
PR. DK-DĚTSKÁ DO 18TI LET	5
PR. HK.-SPECIÁNÍ	3
PR. HK.-MYOELEKTRICKÁ	2
PR. DK. PRO VYS.AMP.-STANDARDNÍ	1

Tab. č. 3: Nejčastější implantáty/protézy a jejich počet za rok 2019 (ČPZP)

Dle tabulky č. 3 můžeme říct, že nejčastějšími hrazenými protézy u České průmyslové zdravotní pojišťovny jsou stejně jako u předchozích pojišťoven protézy po amputaci od bérce níže ve standardu. Nejméně používaná protéza byla pro dolní končetinu AMP-standard. Bližší cenové podrobnosti k jednotlivým protézám nebyly dodány. Cenová variabilita je zde primárně dle požadavků pacientů.



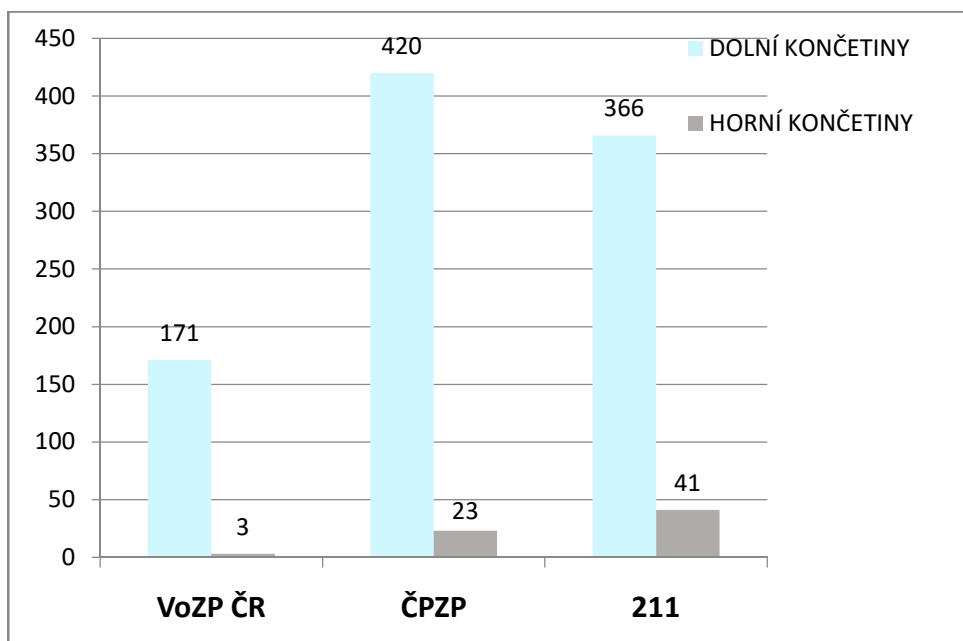
Graf. č.5: Počet implantátů/protéz za rok 2019 (ČPZP)

3.1.4 Porovnání pojišťoven

V praktické části porovnávám protézy horních a dolních končetin v rámci pojišťoven České republiky. Zaměřila jsem se na počet protéz, jejich cenu.

TYP	VoZP ČR	ČPZP	211
DOLNÍ KONČETINY (DK)	171	420	366
HORNÍ KONČETINY (HK)	3	23	41

Tab. č. 4: Porovnání počtu protéz horní a dolní končetiny mezi pojišťovnami VoZP ČR, ČPZP a 211

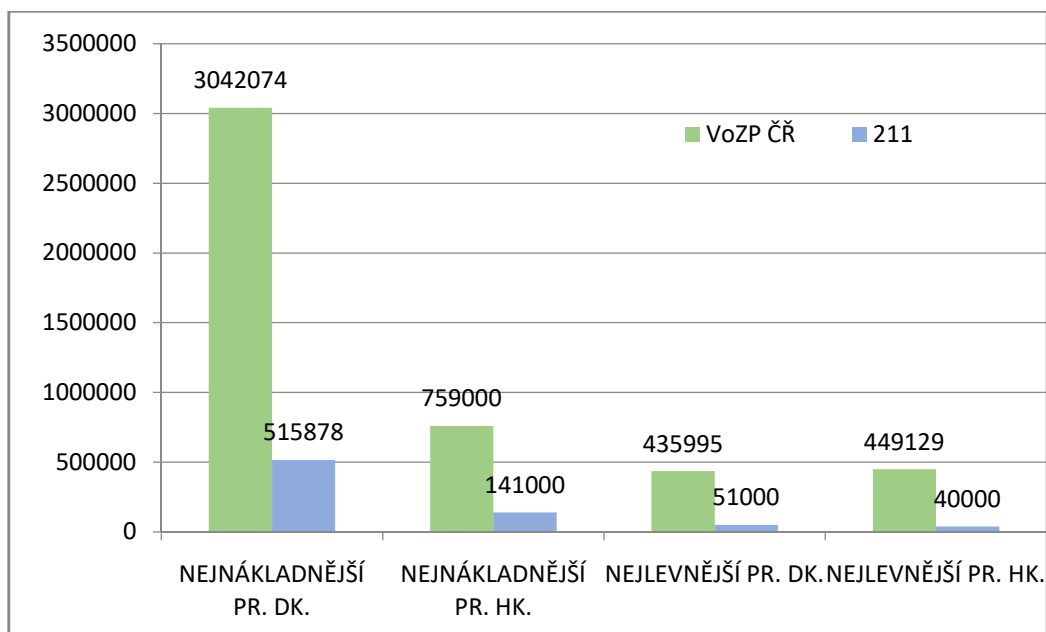


Graf. č. 6: Porovnání počtu protéz horní a dolní končetiny mezi pojišťovnami VoZP ČR, ČPZP a 211

Z tabulky č. 4 a grafu č. 6 je zřejmé, že častěji je poskytována protéza dolní končetiny. Vyšší zastoupení má u České průmyslové pojišťovny v množství 420 kusů. V poskytování protéz pro horní končetinu má nejvíce poskytnutí Pojišťovna ministerstva vnitra ČR v hodnotě 41 ks. Dle porovnání je zřejmé, že v České republice dochází nejčastěji k nahrazování dolních končetin.

TYP	VoZP ČR	211
NEJNÁKLADNĚJŠÍ PR. DK.	3 042 074 Kč	515 878 Kč
NEJNÁKLADNĚJŠÍ PR. HK.	759 000 Kč	141 000 Kč
NEJLEVNĚJŠÍ PR. DK.	435 995 Kč	51 000 Kč
NEJLEVNĚJŠÍ PR. HK.	449 129 Kč	40 000 Kč

Tab. č.5 : Porovnání cen protéz horní a dolní končetiny mezi pojišťovnami VoZP ČR a 211



Graf. č. 7: Porovnání cen protéz horní a dolní končetiny mezi pojišťovnami VoZP ČR a 211

Z výše uvedeného grafu č. 7 a tabulky č. 5 vyplývá, že ceny protéz dolních i horních končetin u Vojenské zdravotní pojišťovny vysoce přesahují cenu u protéz hrazených Zdravotní pojišťovnou ministerstva vnitra. Důvodem vysokých cen může být chybějící přesnější specifikace od Vojenské pojišťovny, neboť z jejich tabulky nevyplývá, zda uvedená cena je za celkový počet protéz nebo jen za jednu náhradu. Dalším důvodem může být požadavek na vysoce individuální náhrady. Může existovat i možnost, že náhrady obsahují nejnovější technologie, materiály a jiné inovace.

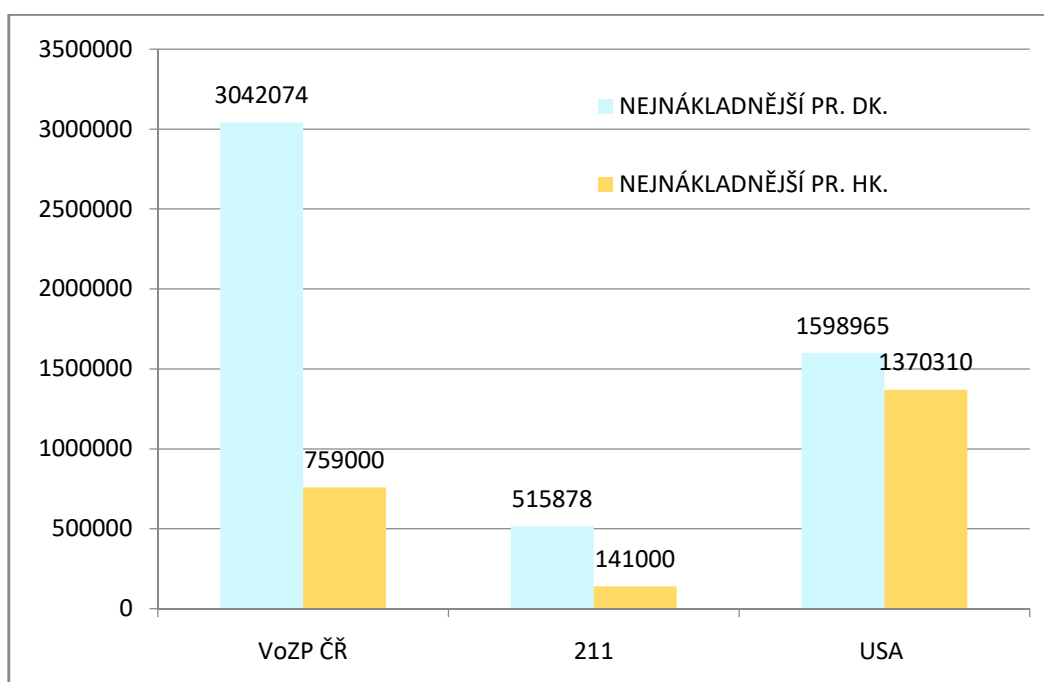
3.2 Náhrady v České republice versus svět

Jak již bylo zmíněno v úvodu bakalářské práce, možností nahrazení částí lidského těla je nepřeberné množství. Lékaři jsou schopni nahradit dolní i horní končetiny, většinu vnějších i vnitřních orgánů a jejich částí, vrací lidem schopnost vidět, slyšet, pohybovat se, mluvit, esteticky dotváří celistvý vzhled postiženého jedince. [24]

Naše zdravotnictví je na vysoké světové úrovni, navíc povinností každého pracujícího občana v České republice je placení zdravotního pojištění. V případě, že pacient potřebuje náhradu a revizní lékař mu ji schválí, v rámci České republiky dostane implantát/protézu plně hrazenou pojišťovnou, [38] namísto například USA, kde jsou ceny náhrad výrazně vyšší a pacient si je musí celé nebo částečně uhradit sám. [18]

	VoZP ČR	211	USA
NEJNÁKLADNĚJŠÍ PR. DK.	3 042 074 Kč	515 878 Kč	1 598 965 Kč
NEJNÁKLADNĚJŠÍ PR. HK.	759 000 Kč	141 000 Kč	1 370 310 Kč

Tab. č. 6: Porovnání cen protéz horní a dolní končetiny v ČR a v USA [27]



Graf. č. 8: Porovnání cen protéz horní a dolní končetiny v ČR a v USA [27]

Informace obsažené v grafu ukazují, že u Vojenské zdravotní pojišťovny jsou opět výrazně vyšší sazby než u náhrad v USA. Když však vezmeme v potaz ceny u Zdravotní pojišťovny ministerstva vnitra, je patrné, že protézy v USA několikanásobně přesahují sazbu těchto náhrad. Podle mého názoru jsou náklady na pořízení implantátů vyšší především z důvodu dražšího zdravotního pojištění, vlivem častějšího výskytu civilizačních chorob, jež mohou být spojeny se ztrátou končetin, a masivního počtu lidí.

Při zpracování informací ohledně moderní bioniky a cenových variací u pojišťoven v České republice se zohlednil nový pohled na danou problematiku. Práce má poukázat na technologický rozvoj s možností implantace, ale za méně dostupnou cenu.

Otázkou zůstává, zda člověk touží po tom být vylepšený, nebojím se výrazu i dokonalý a jít tak proti přírodě. Zaměření následného sledování by mohla být možnost ovlivnění bionických částí člověka natolik, zda by se v daném stádiu dalo mluvit o člověku.

4. Diskuze

Problematika z pohledu jednoznačného posouzení možných náhrad používaných v 21. století je komplikovaná vzhledem k rozvíjejícím se technologiím a novým možnostem. Přesto všechny používané metody se vyvíjejí ze středověkých pozůstatků metodik.

Většina možností a novinek jsou publikována pouze v časopisech a menších rubrikách. Zapojením jednotlivých pojišťoven a jejich možností spolufinancování náhrad, se zjistily informace porovnatelné se světem.

Dle publikací Skřivana [35] se rozvíjí moderní sluchadla s nenápadným designem nebo naopak se zajímavým designem, který vystihuje vadu a stává se moderním doplňkem, jako jsou brýle. V rozvoji bionických náhrad se zvyšuje možnost testování umělých orgánů. Jedním z příkladů může být umělé srdce bez napájecího zařízení, kdy postižený má vyšší možnosti pohybu a nižší riziko infekční nákazy. Jedním z bionických pokroků je vylepšení bionické ruky s implantovaným zrakovým zařízením k lepší orientaci a výkonu.

Vylepšené náhrady se stávají méně dostupné pro širokou veřejnost, z důvodu financí a z tohoto pohledu bylo vhodné porovnat pojišťovny s jejich možností hrazení. Většina pojišťoven v dnešní době poskytuje financování náhrad. Při zhodnocení byla nejvíce využívána Česká průmyslová zdravotní pojišťovna. Počet náhrad dolních končetin byl v počtu 420 ks/rok a u náhrad dolních končetin se jednalo o 23 ks/rok. Dle grafických znázornění můžeme říct, že se pravděpodobně jedná o pojišťovnu s lepší dostupností náhrad pro postižené. Naopak nejméně náhrad hradila Vojenská zdravotní pojišťovna, v tomto ohledu se může jednat o zaměření a podporu armádní složky České republiky, nikoli ostatních občanů. Při porovnání s cenami v USA [27] můžeme říct, že cena jednotlivých náhrad je v České republice více pohyblivá a nestabilní vůči západním cenám, které se odlišují v menších hodnotách. Naopak v porovnání s cenami náhrad v USA a u Zdravotní pojišťovny ministerstva vnitra můžeme říct, že náklady na pořízení implantátů jsou vyšší hlavně z důvodu dražšího zdravotního pojištění v západních státech.

5. Závěr

V bakalářské práci se zabývám tématem bioniky a jejím potenciálem v biologii člověka. V teoretické části byla sepsána rešerše o historii, původu bioniky, hledání inspirace v přírodě a využití poznatků v praxi.

Cílem práce bylo podat souhrnné informace ohledně současných možností lidských implantátů v České republice a jejich možnosti ohledně finanční podpory ze strany pojišťoven.

Poznatky z bioniky nalezneme v odvětví textilním, automobilovém i ve strojírenském průmyslu nebo v medicíně. Převážná část bakalářské práce se věnuje umělým náhradám lidského těla běžně využívaných právě v medicíně. Byly vybrány zajímavé a nepostradatelné náhrady, jako je umělá ruka, umělé srdce i chlopně, bionické oko, ušní implantáty, umělá ledvina, nebo náhrada inzulínu v podobě inzulínové pumpy. U těchto protéz/implantátů byl přiblížen a vysvětlen princip jejich fungování, porovnány klady i jejich zápory a důvody, proč byly namísto původních částí lidského těla implantovány. Výhodou implantátů pro postižené pacienty je možnost zamaskovat tělesnou újmu z důvodu vysokých propracovaností náhrad, tak že postižení nemusí být na první pohled viditelné. Pro sportovce již nemusí být překážkou pokračování ve svém zájmu, vzhledem k výdrži a odolnosti náhrad.

Závěrečná část práce charakterizuje úhrady umělých protéz/implantátů od pojišťoven. Otázka ročního počtu implantátů/protéz v České republice a jejich ceny byly základním sledovacím faktorem pro naše působící zdravotní poštovny. Informace poskytly tři pojišťovny: Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra, Vojenská zdravotní pojišťovna, Česká průmyslová zdravotní pojišťovna.

Ze získaných informací byly zjištěny nejčastější proplácené protézy v České republice a jejich cenová bilance. Ze všech spolupracujících pojišťoven bylo zjištěno, že nejčastějšími protézami v České republice jsou protézy pro dolní končetiny. Dle získaných materiálů lze říct, že ceny za pořízení náhrady se pohybují ve vysokých finančních hodnotách. Například myoelektrická protéza horní končetiny měla pořizovací cenu 1 479 226 Kč.

6. Seznam použité literatury

- [1] ČIHÁK, R. *Anatomie 2. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-7169-970-5*
- [2] ČIHÁK, R. *Anatomie 3. Praha: Grada, 2004. ISBN80-247-1132*
- [3]DOMINIK, J. *Chirurgie srdečních chlopní. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2712-7*
- [4] FOURNIER, M. *Příroda: nekonečná inspirace vědy: historie technických vynálezů, k nimž nás přivedlo zkoumání živých organismů. Čestlice: Rebo, 2013. ISBN 978-80-255-0736-0*
- [5] HAVLÍK, R. *Sluchadlová propedeutika. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007. ISBN 978-807013-458-0*
- [6] HORÁKOVÁ, R. *Sluchové postižení: úvod do surdopedie. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0084-0*
- [7] MOTEJZÍKOVÁ, J., BARVÍKOVÁ, J. *Kochleární implantáty: rady a zkušenosti. Praha: Federace rodičů a přátel sluchově postižených, 2009. ISBN 978-80-86792-23-1*
- [8] MURPHY, G. *Vynálezy. Praha: Slovart, 2011. ISBN 978-80-7391-489-9*
- [9] PETIŠKA, E. *Staré řecké báje a pověsti. Praha: Argo, 2017. ISBN 978-80-2572-091-2*
- [10] RYBKA, J. *Diabetologie pro sestry. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1612-7*
- [11] VÉLE, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Praha: Triton, 2007. ISBN 978-80-7254-837-8*

[12] VOJÁČEK, J., ŽÁČEK, P. *Aortální nedomykavost*. Praha: Grada, 2016.
ISBN 978-80-247-5685-1

[13] ZEUCH, M. *Bionika*. Plzeň: Fraus, 2008. Co-jak-proč. ISBN 978-80-7238-714-4

7. Elektronické zdroje

[14] BEZDĚKOVÁ, L., RAIDOVÁ, J. *Na co si dát při léčbě inzulinovou pumpou pozor*. [online]. Interní medicína pro praxi, 2009. [cit. 2020-07-14].
Dostupné z: https://www.internimedicina.cz/artkey/med-200905-0015_Na_co_si_dat_pri_lecbe_inzulinovou_pumpou_pozor.php

[15] *Blindness and vision impairmen* [online]. © World Health Organization, 2020. [cit. 2020-07-14].
Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

[16] *Diabetes mellitus* [online]. Velký lékařský slovník, 1998-2020. [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/diabetes-mellitus>

[17] DOMINIK, J. *Mechanické srdeční chlopně versus bioprotézy* [online]. Interní medicína pro praxi, 2006. [cit. 2020-07-15].
Dostupné z: https://www.internimedicina.cz/artkey/int-200612-0004_Mechanicke_srdecni_chlopane_versus_bioprotezy.php

[18] *Health insurance* [online]. © 2020 United HealthCare Services, Inc., 2020. [cit. 2020-07-22].
Dostupné z: <https://www.uhc.com>

[19] *Onemocnění chlopní* [online]. © Institut klinické a experimentální medicíny, 2015 – 2020. [cit. 2020-07-14].
Dostupné z: <https://www.ikem.cz/cs/onemocneni-chlopmi/a-416/>

[20] KRÜGER, A., OŠTÁL, P. *Perkutánně zaváděné mechanické srdeční podpory* [online]. Zdravotnictví a Medicína, 2009. [cit. 2020-07-15].

Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/perkutanne-zavadene-mechanicke-srdecni-podpory-448002>

[21] LEON, M., SMITH, C. *Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients* [online]. The New England journal of medicine, 2016. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27040324/>

[22] LOPOT, F. *Princip umělé ledviny Dialyzační přístroj* [online]. Stěžeň, 2012. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://rekreacni-dialyza.cz/wp-content/uploads/Lopot-Dialyza%C4%8Dn%C3%AD-p%C5%99%C3%ADstroj-St%C4%9B%C5%BEE%C5%88-4-12.pdf>

[23] MAREŠOVÁ, K., VIDLÁŘOVÁ, M. *Poruchy zraku v ordinaci praktického lékaře* [online]. Medicína pro praxi, 2006. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/med/2006/02/08.pdf>

[24] *Medicína* [online]. SCIENmag.cz, 2019. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://sciencemag.cz/tag/medicina/>

[25] MEHROTRA, R., DEVUYSET, O., DAVIES, S.J., JOHNSON D.W. *The Current State of Peritoneal Dialysis* [online]. Journal of the American Society of Nephrology, 2016. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27339663/>

[26] MICERA, S. *Staying in Touch: Toward the Restoration of Sensory Feedback in Hand Prostheses Using Peripheral Neural Stimulation* [online]. IEEE Pulse, 2016. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27187535/>

[27] MOHNEY, G. *Health Care Costs for Boston Marathon Amputees Add Up Over Time* [online]. AbcNEWS, 2013. [cit. 2020-07-22].

Dostupné z: <https://abcnews.go.com/Health/health-care-costs-boston-marathon-amputees-add-time/story?id=19035114>

[28] NEPUKA, I. *Umělé srdce* [online]. Česká televize, 2019. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/umele-srdce>

[29] *Onemocnění chlopní* [online]. Velký lékařský slovník, 1998-2020. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <http://lekarske.slovníky.cz/>

[30] *Ortopedická protetika* [online]. Ortopedická protetika, 2017-2019. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://www.fopto.cz/publikace/casopis-ortopedicka-protetika>

[31] PAIGEROVÁ, M. *Srovnání jednotlivých typů protéz horních končetin* [online]. Ortopedická protetika, 1999. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <http://www.ortotikaprotetika.cz/oldweb/Wc1dfa89a7ea17.htm>

[32] PIRK, J. *Umělé srdce* [online]. Příběhy moderní medicíny- diagnóza, 2008. [cit. 2020-06-12]

Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/1095946610-diagnoza/208572241500011/video/>

[33] RAMDASS, S. a S. FROMSTEIN. *Coloured contact lenses for normal, damaged and disfigured eyes* [online]. Association of Optometrists, 2018. [cit. 2020-07-15].

Dostupné z: <https://www.aop.org.uk/ot/cet/2018/07/12/coloured-contact-lenses-for-normal-damaged-and-disfigured-eyes/article>

[34] SALMINGER, S., ROCHE, A.D., STURMA A., MAYER, J.A. *Hand Transplantation Versus Hand Prosthetics: Pros and Cons* [online]. Current Surgery Reports, 2016. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4729794/>

[35] SKŘIVAN, J. *Screening sluchových poruch, vyšetřování sluchu a současné možnosti léčby a kompenzace nedoslýchavosti* [online]. *Medicína pro praxi*, 2013. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-201310-0009_Screening_sluchovych_poruch_vysetrovani_sluchu_a_soucasne_moznosti_lecby_a_kompenzace_nedoslychavo.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dpraxi%26from%3D330%26spage%3D30

[36] ŠMAHELOVÁ, A. *Přenosné zevní inzulínové pumpy* [online]. *Medicína pro praxi*, 2008. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/med/2006/02/08.pdf>

[37] VACHEK, J. *Akutní selhání ledvin* [online]. *Kardiologická revue – Interní medicína*, 2017. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://www.kardiologickarevue.cz/casopisy/kardiologicka-revue/2017-4/akutni-selhani-ledvin-62608/download?hl=cs>

[38] *Veřejné zdravotní pojištění* [online]. © Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2020. [cit. 2020-07-22].

Dostupné z: https://www.mzcr.cz/KvalitaABezpeci/obsah/verejne-zdravotni-pojisteni-v-cr_3347_29.html

[39] YVONNE, H., LYNDON da CRUZ. A. *A review and update on the current status of retinal prostheses (bionic eye)* [online]. *British Medical Bulletin*, 2014. [cit. 2020-07-14].

Dostupné z: <https://academic.oup.com/bmb/article/109/1/31/292953>

[40] *Zdravotní pojišťovny* [online]. © Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2020. [cit. 2020-07-21].

Dostupné z: http://www.mzcr.cz/kvalitaabezpeci/obsah/zdravotni-pojistovny_3307_29.html