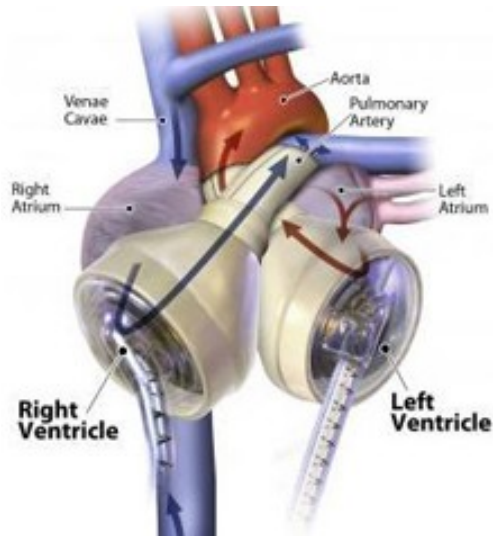


# Přednášky z lékařské biofyziky

Přístroje pro náhradu a podporu tělesných orgánů

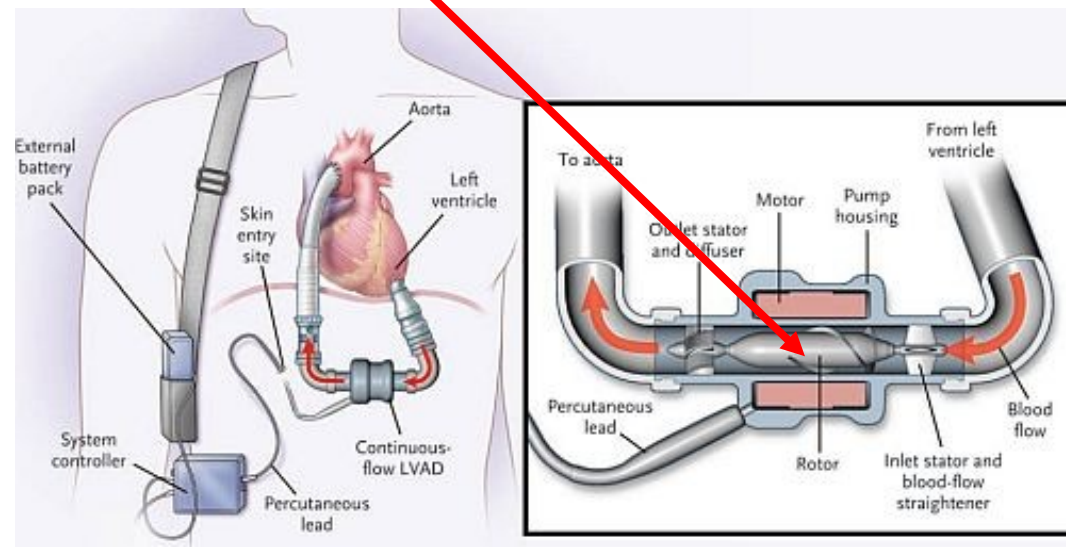
# Podpora a náhrada srdce



Muž, který přežil půl roku bez pulzu se dvěma rotačními čerpadly *Heartmate 2*

Dvojice čerpadel s externím zdrojem energie.

V minulosti bylo vyvinuto mnoho jiných systémů a nelze vyloučit jejich paralelní využívání.



# Mimotělní oběh

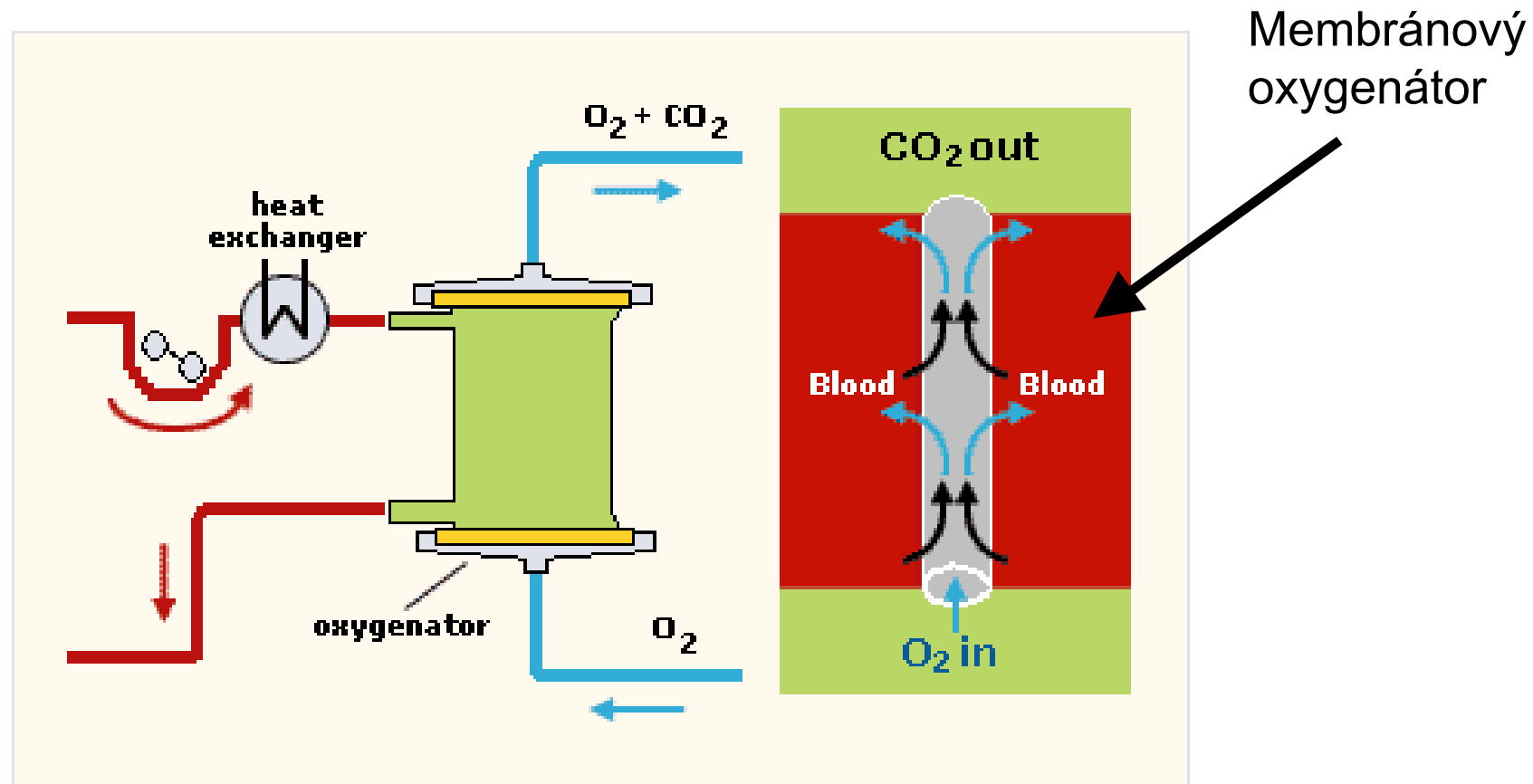
V průběhu velkých chirurgických výkonů na srdci nebo plicích je často nutné nahradit funkci těchto orgánů mimotělním zařízením. Plíce jsou nahrazeny **oxygenátorem**, který dodává tělu kyslík a odstraňuje z něj oxid uhličitý.

Dva druhy oxygenátorů: s přímým kontaktem bublin plynu s krví nebo založené na difuzi plynů přes membránu oddělující krev a plyny.

U starších **bublinových oxygenátorů** bubliny kyslíku stoupají válcovou nádobou naplněnou krví. Krev přijímá kyslík a oxid uhličitý je odstraňován. Vznikající pěna se musí usadit, pak krev prochází filtrem a „**pastí na bubliny**“.

**Membránové oxygenátory** jsou vybaveny polopropustnými membránami a bublinové oxygenátory již prakticky nahradily. Problém, který musel být vyřešen: na membránách dochází k určité denaturaci krevních bílkovin a poškozují se krvinky, což omezuje jejich použití na několik hodin. Membrány jsou vrstvené nebo jsou z nich vyrobeny kapiláry. Tyto oxygenátory jsou dobrým přiblížením plic.

# Mimotělní oběh



Součástí mimotělního oběhu je pumpa (peristaltická), oxygenátor a výměník tepla umožňující ohřívání nebo ochlazování krve a tím i těla pacienta.

# Mimotělní oběh

Bublinový oxygenátor s výměníkem tepla.

**Problémem všech mimotělních oběhů je nutnost poněkud zvýšit objem cirkulující krve – lze to provést např. zředěním.**



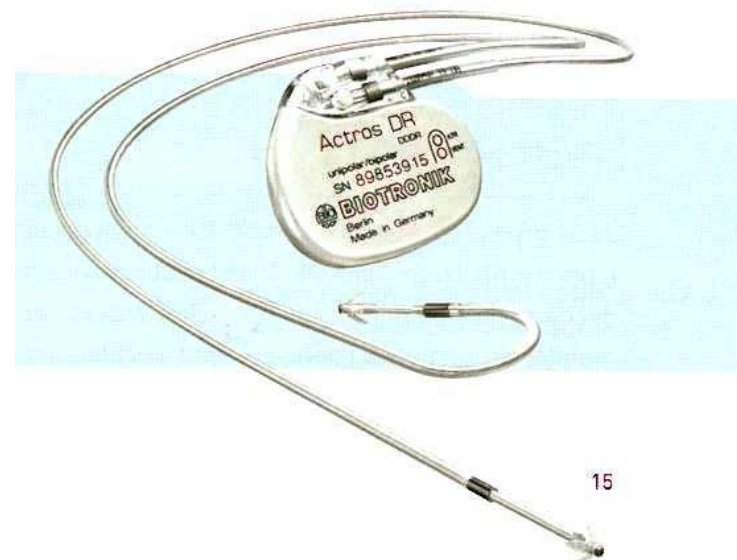
# Kardiostimulátor



Kardiostimulátory se používají u pacientů s vážnými arytmiemi či jinými onemocněními srdce. Toto aktivní implantovatelné zařízení se skládá z elektrod a z centrální jednotky poháněné bateriemi s dlouhou životností. Kardiostimulátor lze naprogramovat podle konkrétního stavu pacienta, i když je již implantován.



Programovací zařízení





# Defibrilátory



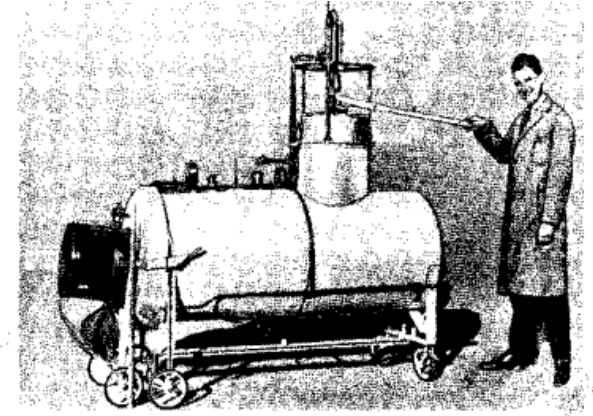
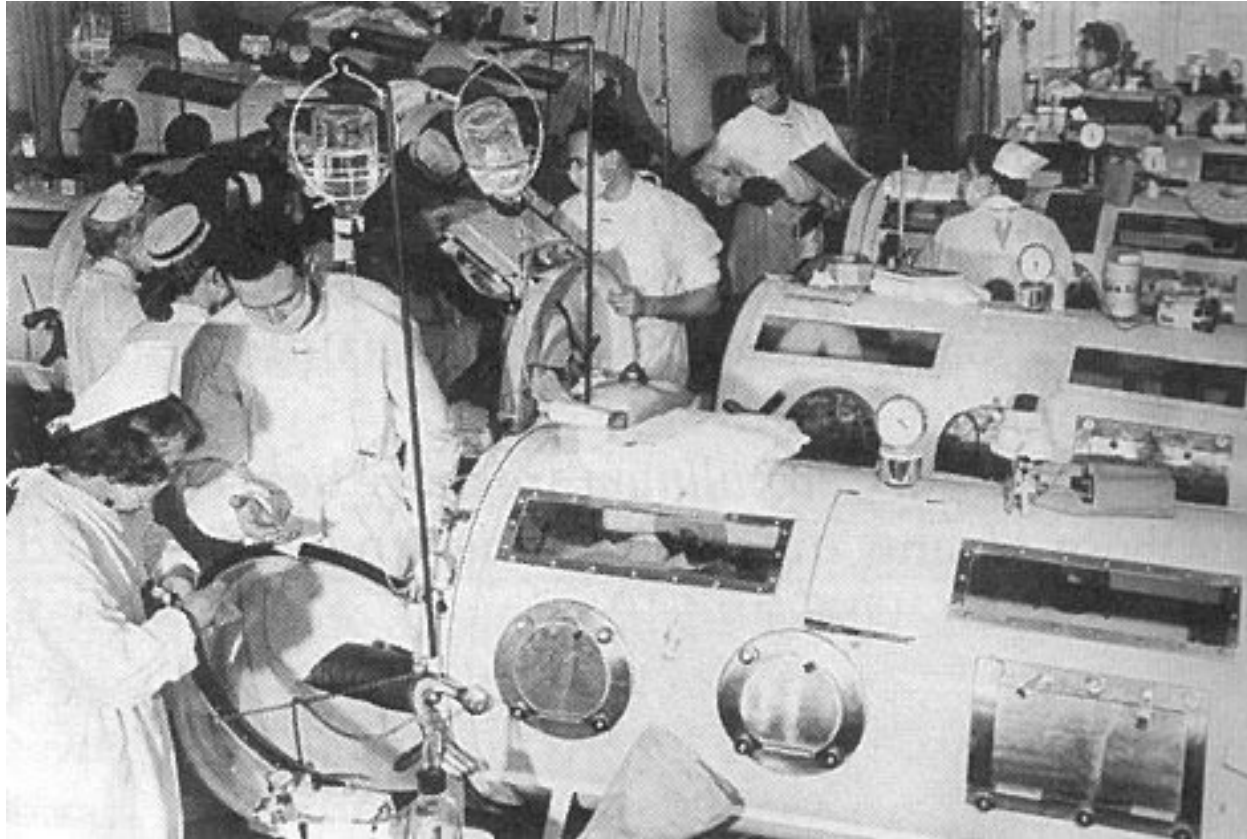
## automated external defibrillator (AED)

Defibrilátory se používají v naléhavých případech pro obnovu spontánní srdeční aktivity (v případě fibrilace - mihání komor).



Implantabilní defibrilátor – kardioverter – sleduje srdeční akci a v případě problému vyšle defibrilační impulz.

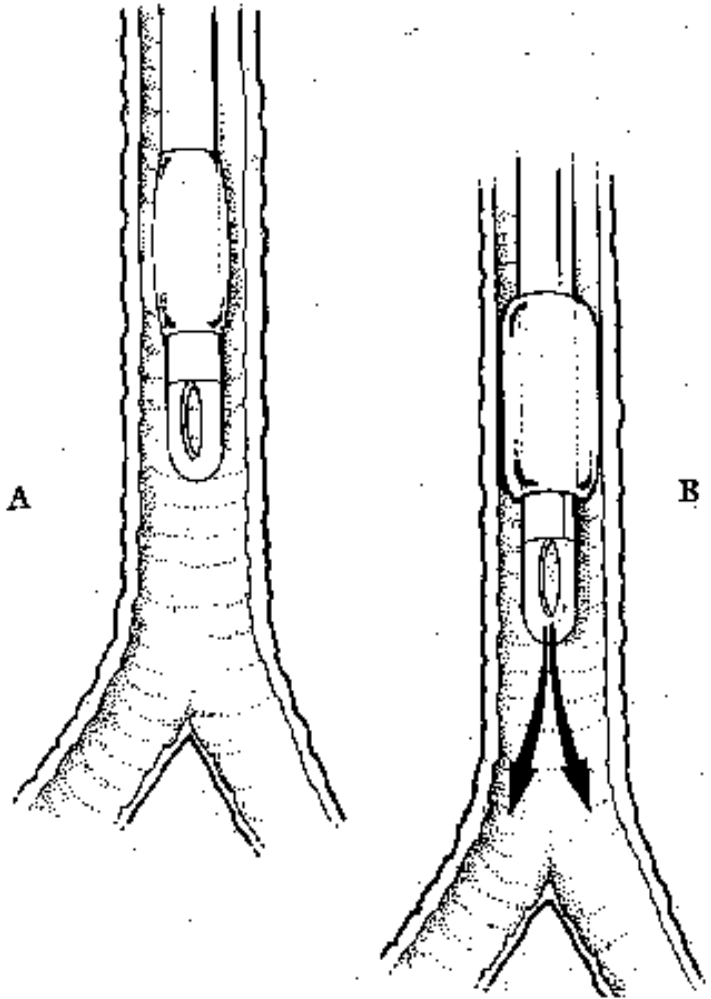
# „Železné plíce“ (historie)



Uvnitř hermeticky uzavřeného válce se nachází pacient, jehož hlava je ovšem mimo vlastní válec. Vlivem proměnlivého tlaku ve válci jsou navozovány změny objemu plic a dostatečný přísun kyslíku je takto zajištěn.



# Mechanická ventilace plic



Ventilace se provádí pomocí nasazené masky či jako na obrázku podle nastaveného tlakového nebo objemového limitu vzduchu



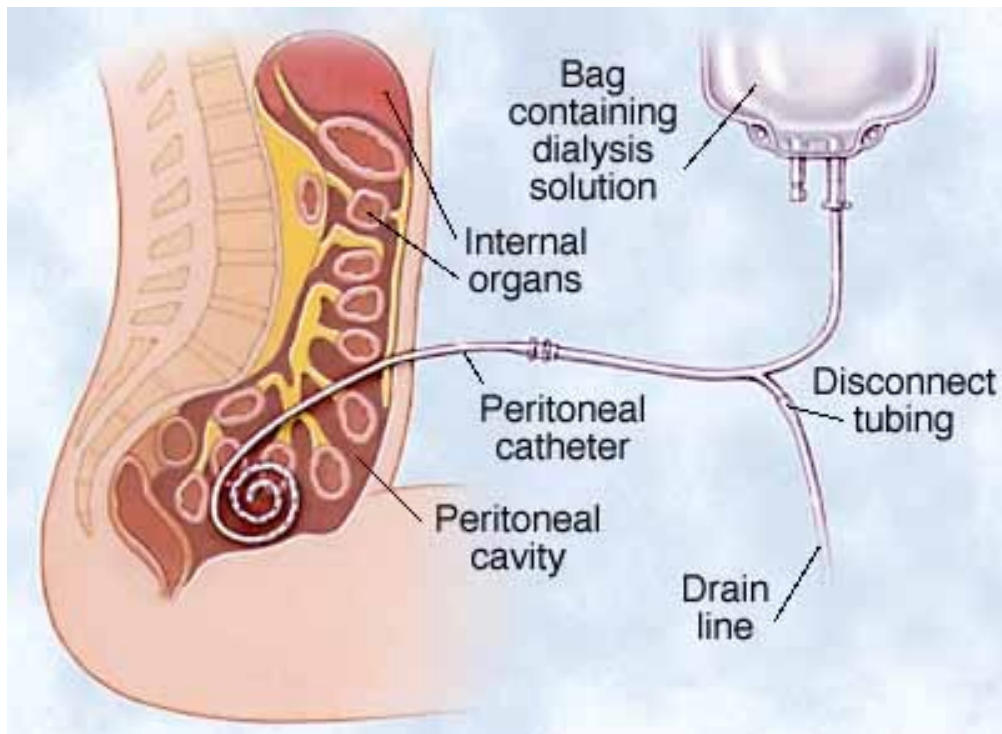
Tryskková a oscilační ventilace s vibrujícím proudem vzduchu. Druhá je používána u dětí.

# Umělá ledvina - hemodialýza



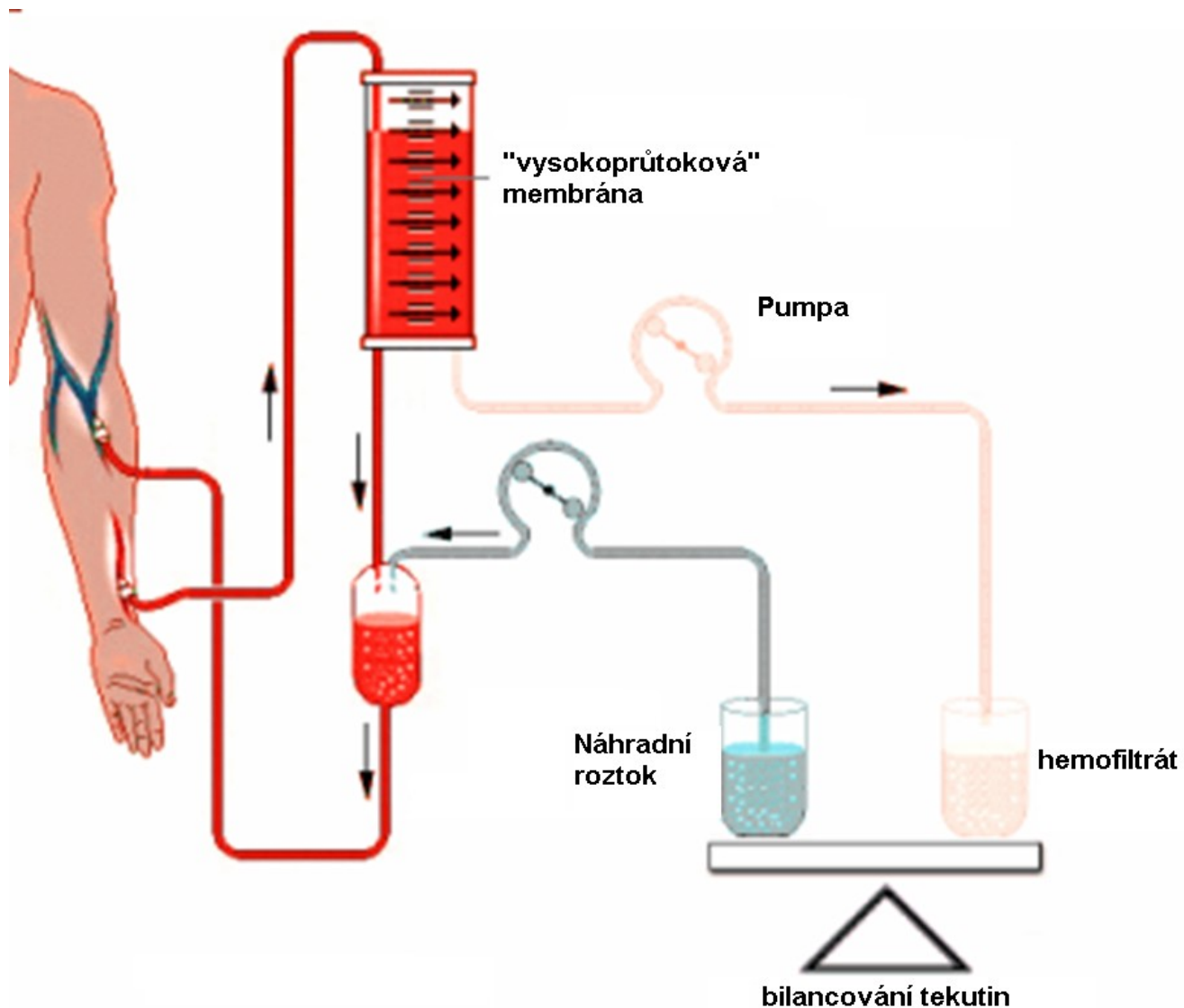
Nadbytečný objem  
krve lze redukovat  
podtlakem na straně  
dialyzačního roztoku

# Peritoneální dialýza



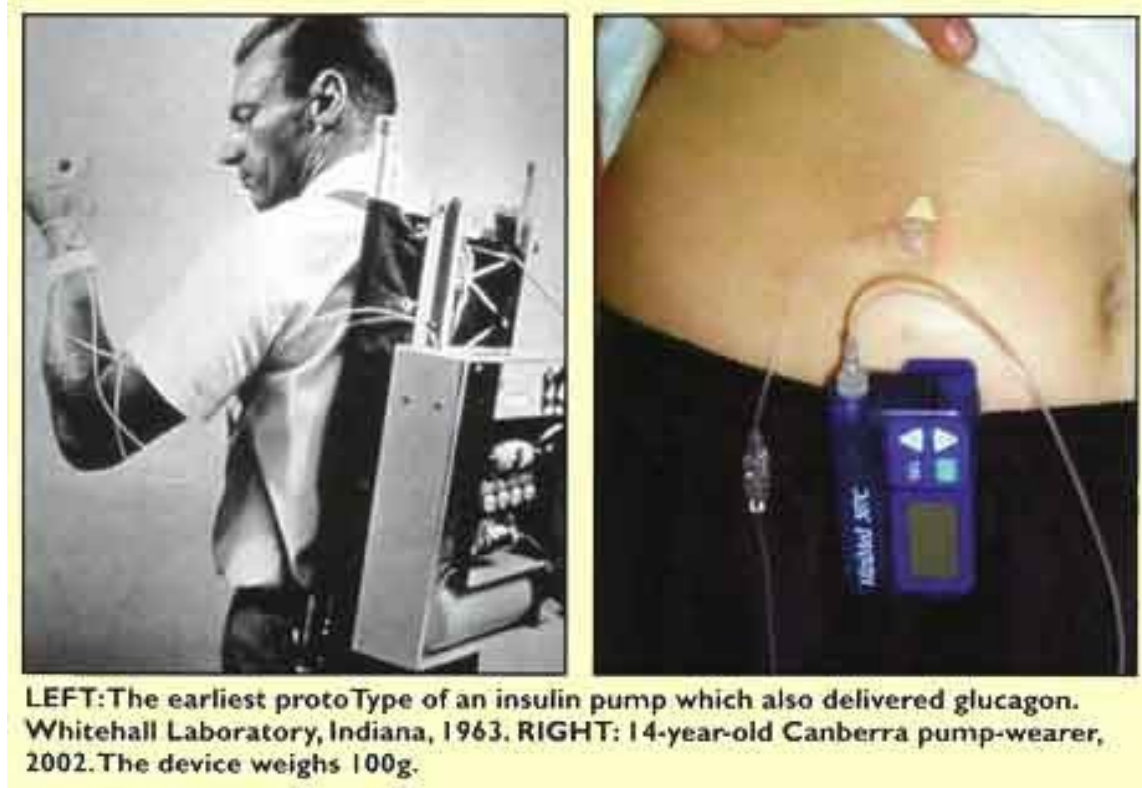
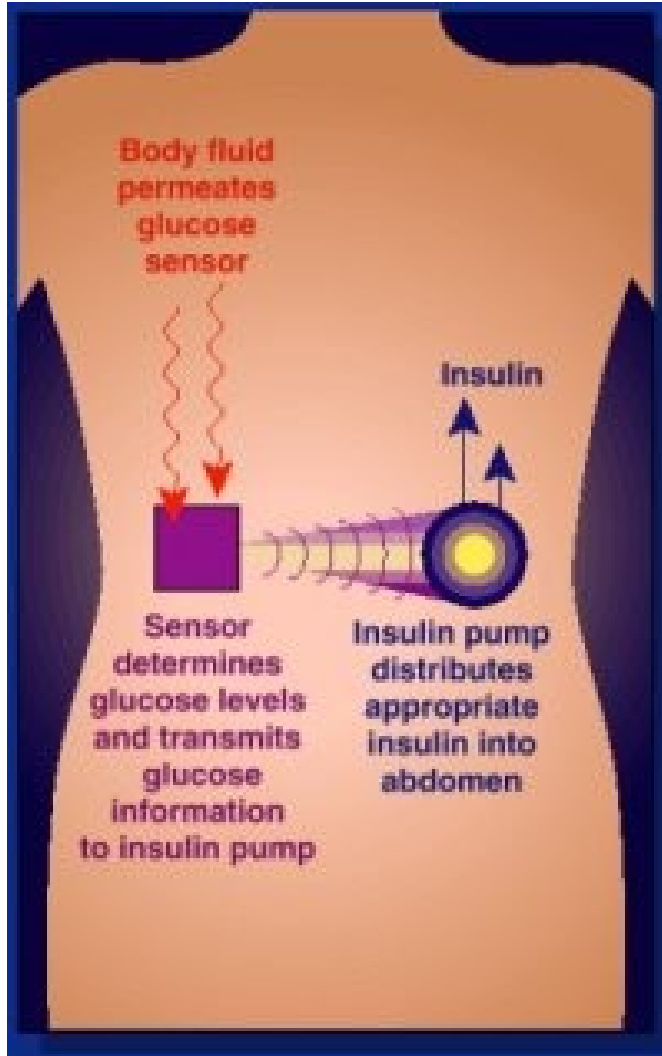
Peritoneální dialýzu si pacient může provádět i doma. Do peritonea má trvale zavedený katétr, kterým si napouští a následně vypouští dialyzační roztok. Proces může být automatizován a pacient jej může absolvovat i ve spánku.

# Hemofiltrace



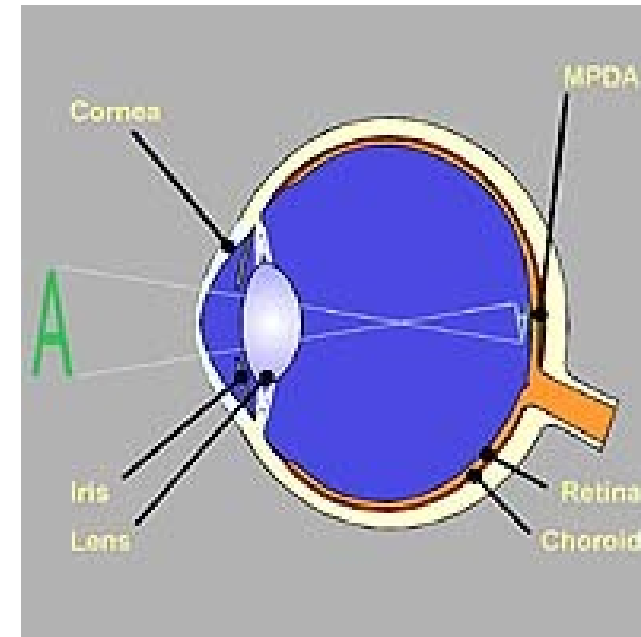
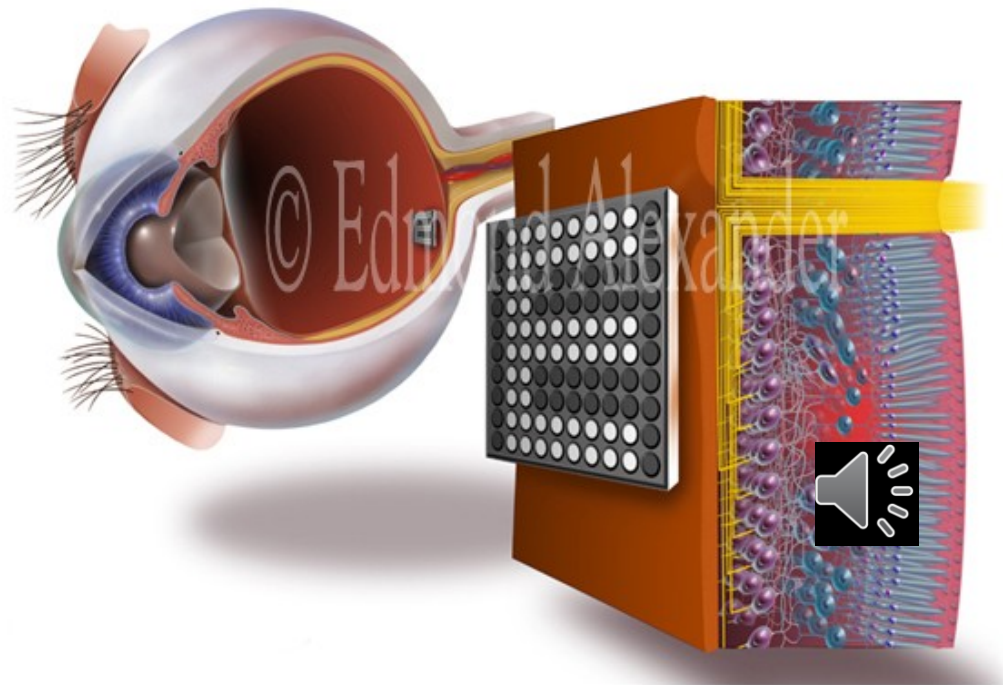
Hemofiltrace je alternativou dialýzy. Velmi užitečná je při některých otravách. Hemofiltrát s toxickými látkami je nahrazován náhradním roztokem přidávaným do krve v potřebném množství.

# Umělý pankreas – inzulínová pumpa





# Sítnicový implantát

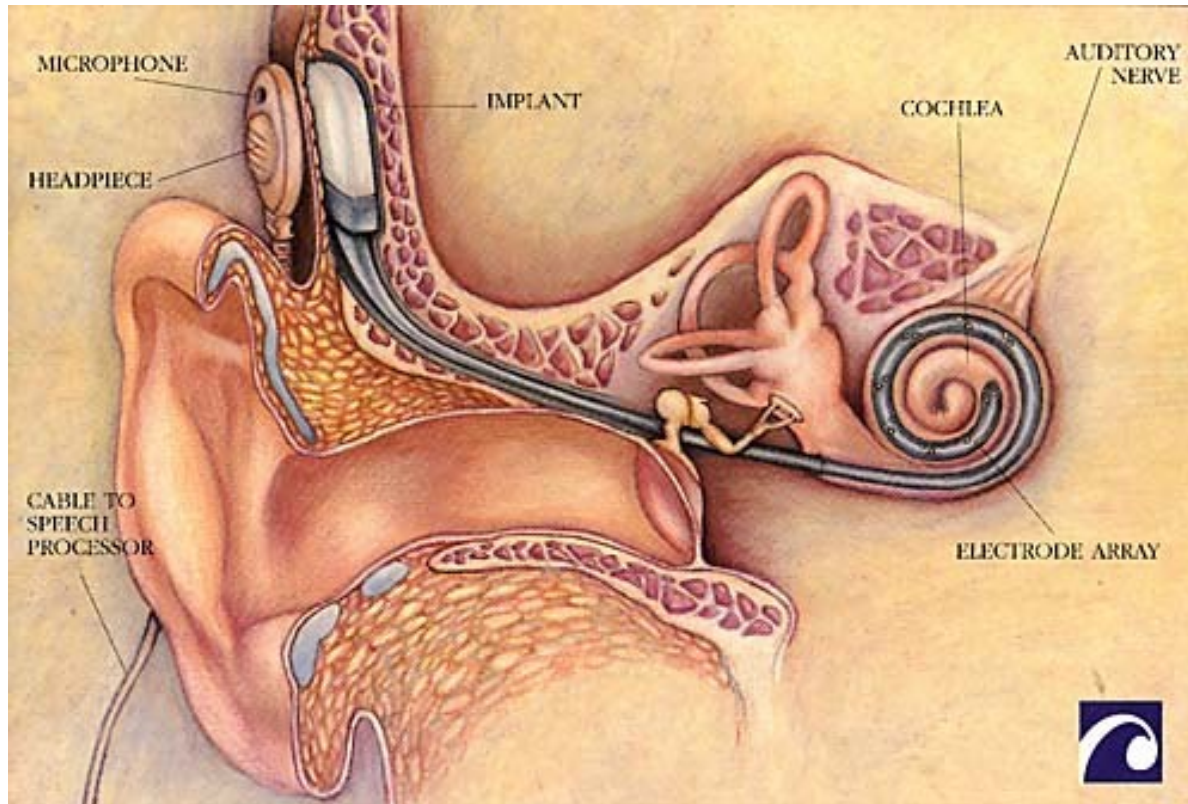


RETINAL IMPLANT  
*Bionic implant in retina simulates vision.*  
For Popular Mechanics Journal, © Edmond Alexander

*MPDA – micro-photo-diode-array*

Toto zařízení a jeho analogie je klinicky testováno. Mělo by umožnit základní orientaci v prostoru.

# Kochleární implantát

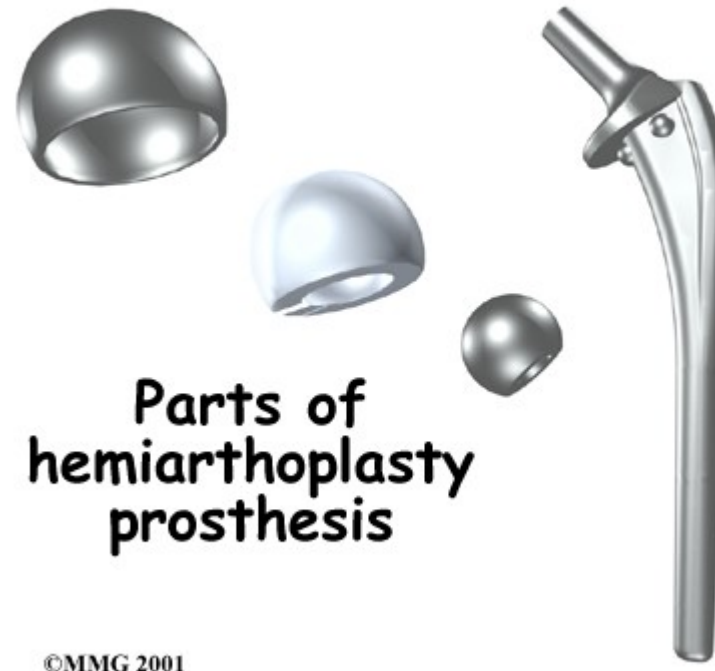
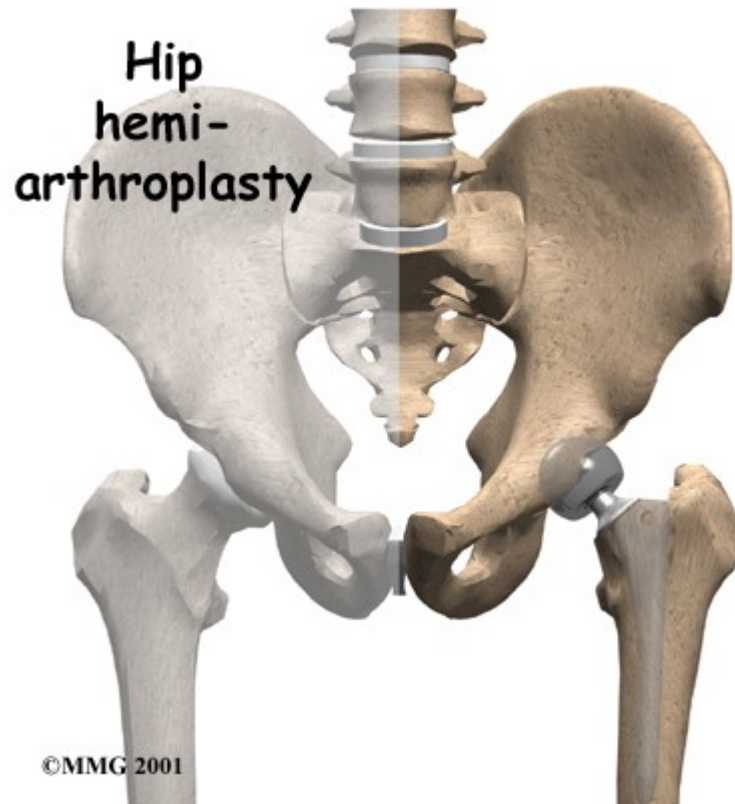


Elektronický kochleární implantát může částečně nahradit Cortiho orgán, zvláště u dětí, které mají neporušený sluchový nerv. Jde o elektrodový systém implantovaný do hlemýždě, který může stimulovat nervová vlákna pomocí impulsů generovaných v tzv. řečovém procesoru. Viz též přednášku o vyšetřování smyslů a korekci jejich vad.

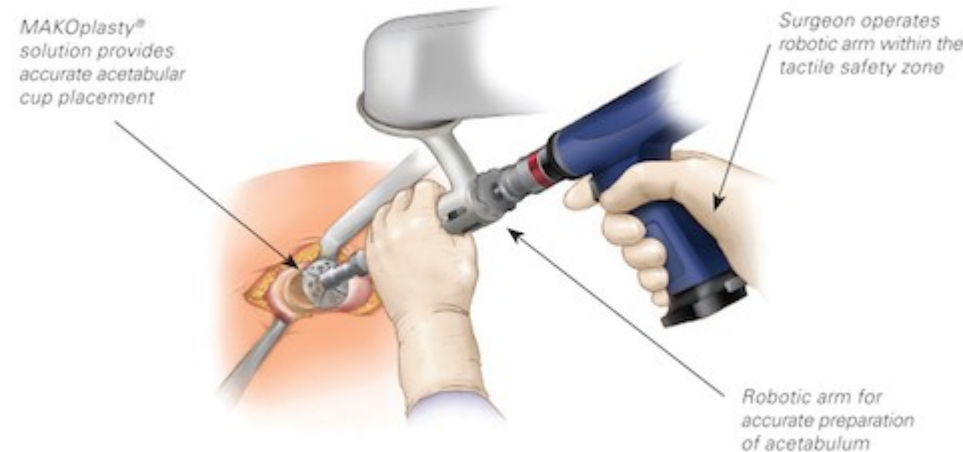
# Náhrada kyčelního kloubu



Náhrady kyčelního nebo jiných kloubů se původně vyráběly z nerezové oceli, dnes se používají kombinace plastů a keramiky nebo titanu či jeho slitin. Titanový povrch je porézní, což umožňuje kosti vrůstat do povrchu implantátu – snižuje se tím potřeba kostního cementu.



# Umístění implantátu jamky kyčelního kloubu (acetabula)



Roboty v ortopedické chirurgii. Některé části endoprotéz kloubů musí být umístěny (orientovány) s velkou úhlovou přesností. Roboty v medicíně nelze chápat jako samostatně operující zařízení. Jde spíše o prodlouženou a zpevněnou ruku chirurga.

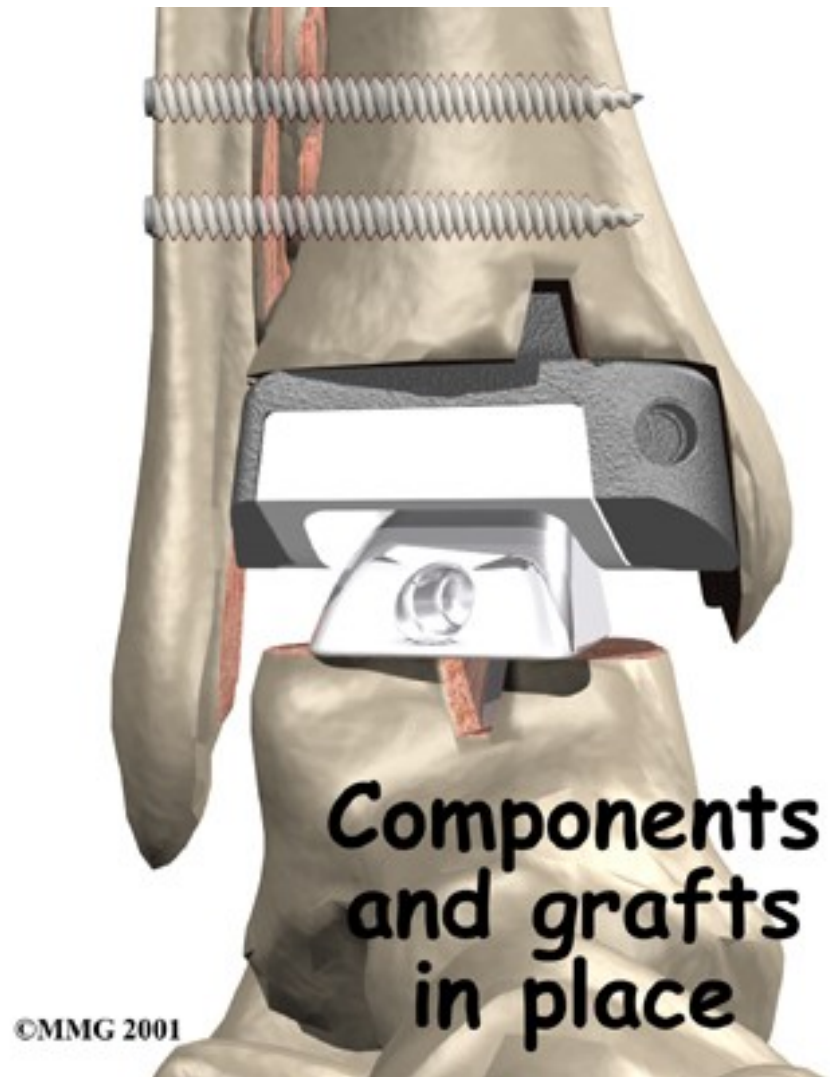
# Náhrada kolenního kloubu



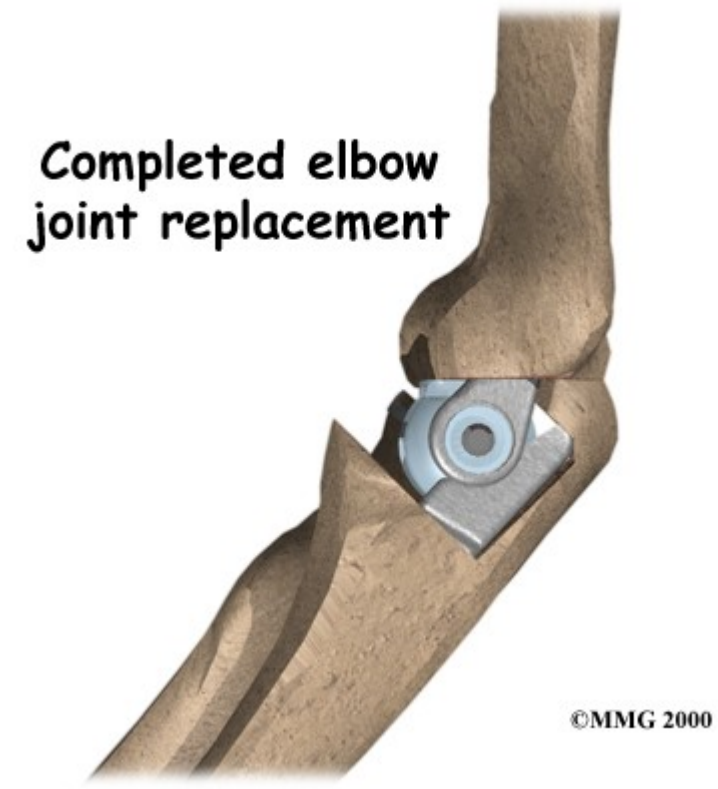
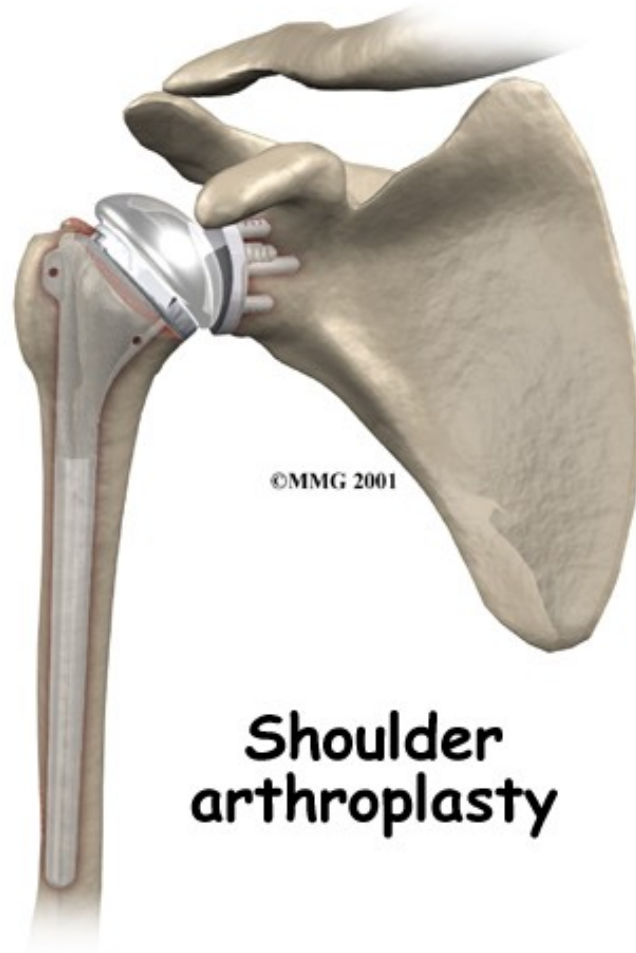
ADAM.



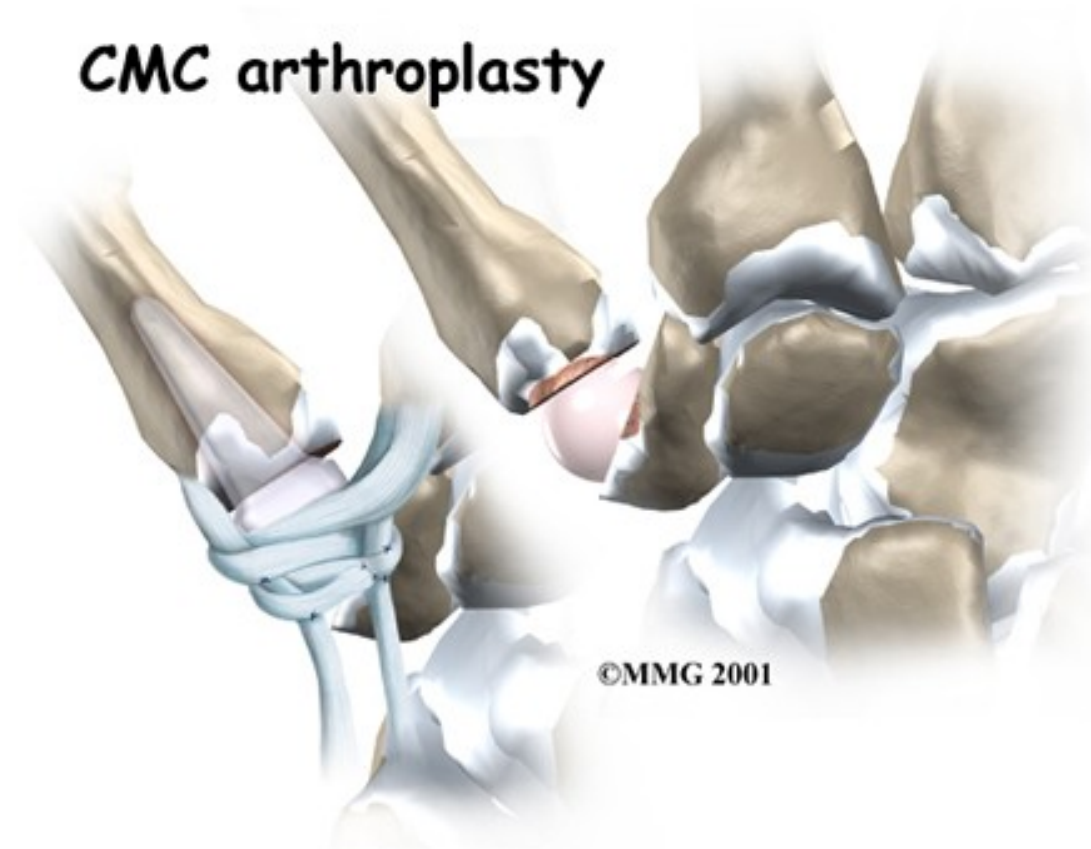
# Kotník



# Náhrada ramenního a loketního kloubu

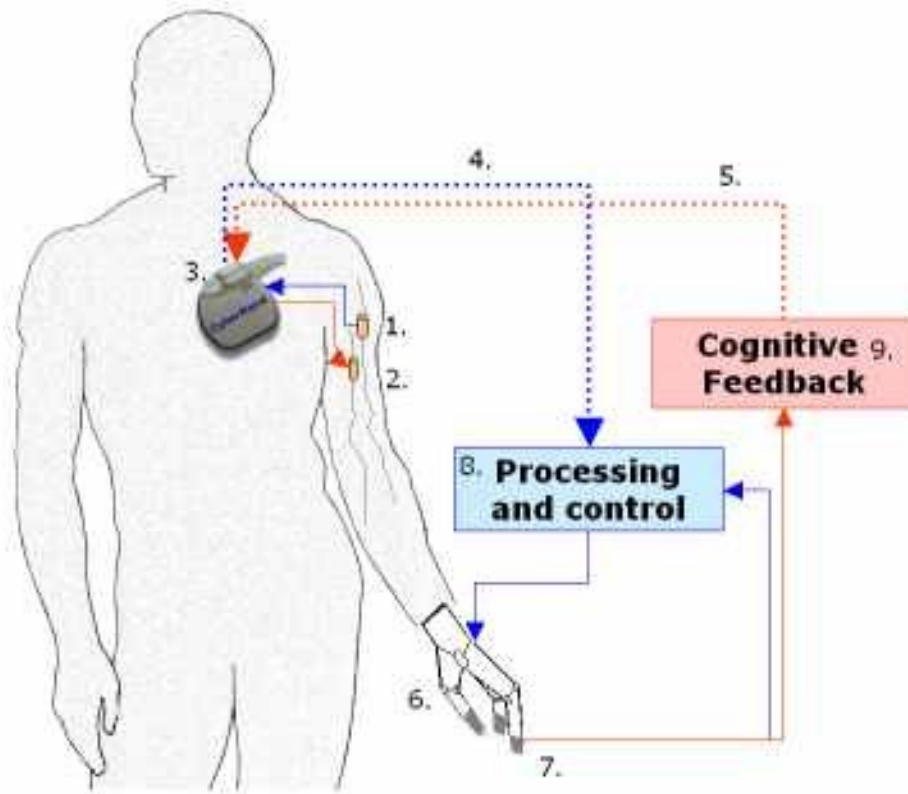


# Karpometakarpální skloubení, klouby palce a prstů



*CMC = karpometakarpální*

# Bioprotéza ruky – nastupující realita

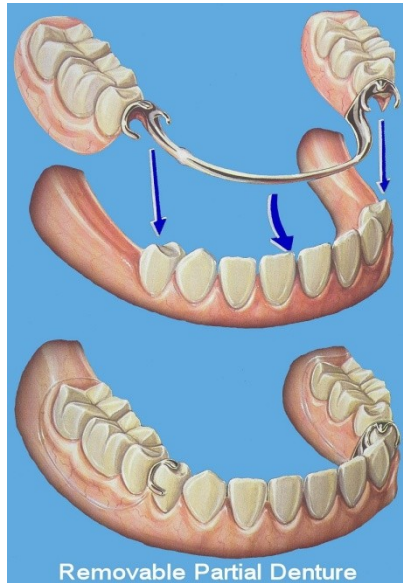


1. Elektroda na eferentním nervu;
2. Elektroda na aferentním nervu;
3. Implantovaná část pro snímání nervové aktivity a stimulaci nervů;
4. Eferentní telemetrické spojení;
5. Aferentní telemetrické spojení;
6. Bionická ruka;
7. čidla;
8. Dekódování pacientových úmyslů a řízení protézy;
9. Jednotka zprostředkující signály z čidel do mozku.

Podsystemy 8-9 budou spíše mimo tělo, avšak snadno přenosné.



# Zubní náhrady



Částečné protézy

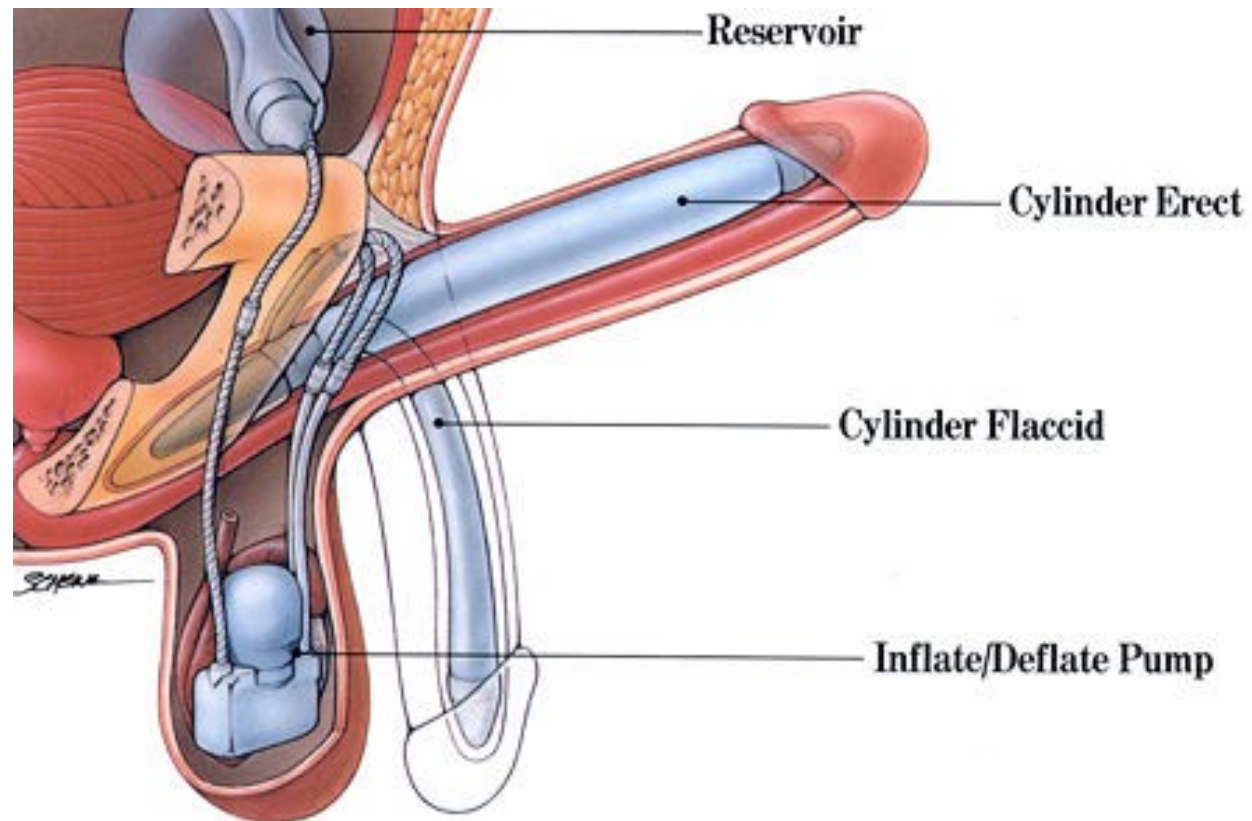
Nesnímatelná  
náhrada chrupu



Snímatelná horní protéza



# Penilní endoprotéza



© Original Artist  
Reproduction rights obtainable from  
[www.CartoonStock.com](http://www.CartoonStock.com)



Grafika:  
Lucie Mornsteinová

Poslední revize a ozvučení: duben 2021

"All I did was to connect an artificial heart to  
artificial legs, to an artificial kidney, to ..."

Obsahová spolupráce: Carmel J. Caruana, Ivo Hrazdira