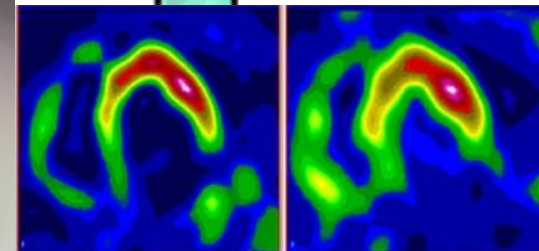
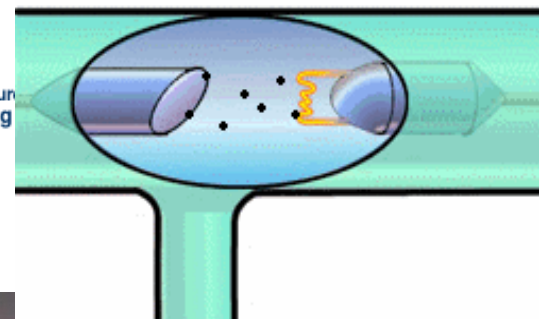
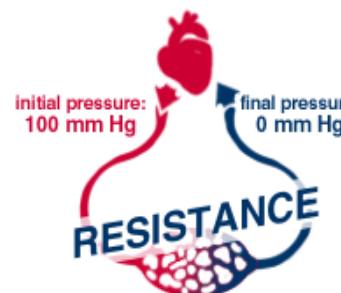




# Přednášky z lékařské biofyziky

## Lékařské přístroje: Úvod



# Lékařská biofyzika

- *V lékařské biofyzice se zabýváme především fyzikálními principy biomedicínských metod a přístrojů a jejich interakcemi s lidským tělem, které je činí užitečnými ve zdravotní péči, včetně otázek bezpečnosti pacientů i uživatelů a kvality zdravotní péče.*
- Popis fyzikálních procesů probíhajících v živém organismu a účinků fyzikálních faktorů na živé organismy považujeme za důležité východisko v souvislosti s diagnostikou i terapií.

# Vazby

- Přírodní vědy (fyzika, chemie a biochemie, biologie)
- Morfologické obory
- Fyziologie a patologická fyziologie
- **Klinické obory (téměř všechny!)**

# Jak studovat?

Studium lékařské biofyziky nepředstavuje problém z hlediska rozsahu požadovaných znalostí. Problémem může být pochopení fyzikálních principů a jejich aplikace. Memorování bez pochopení podstaty je nedostatečné pro úspěch u zkoušky (nemá ani smysl z hlediska budoucí profese).



**Učebnice a všechny presentace přednášek poskytují informaci nutnou pro úspěch u zkoušky!!! Nepoužívejte neautorizované studijní pomůcky, je v nich mnoho nepřesností a chyb, často nevyhovují rozsahem. Výsledkem může být trpké zklamání u zkoušky!!!**

**M U N I**  
**M E D**

# **Lékařské přístroje: Úvod**

# Co to je lékařský přístroj?

“Jakýkoliv nástroj, přístroj, spotřebič, materiál nebo jiný předmět, používaný samostatně nebo v kombinaci s jiným, včetně softwaru potřebného pro vlastní aplikaci, zamýšlený výrobcem pro použití na lidských bytostech za účelem:

Diagnózy, prevence, monitorování, léčby nebo ulehčení nemoci,

Diagnózy, monitorování, léčby nebo ulehčení či kompenzaci při zraněních nebo tělesném postižení,

Zkoumání, nahrazování nebo modifikování částí těla či fyziologických procesů,

Kontroly početí

a který nedosahuje svého základního zamýšleného účinku na lidský organismus farmakologicky, imunologicky nebo metabolicky, který však takto může být podpořen ve své funkci.”

(Směrnice EU o lékařských přístrojích, článek 1(2a))

# Aktivity v oblasti zdravotní péče

- Prevence
- Diagnóza
- Léčba
- Rehabilitace
- Paliativní péče (jestliže léčba není možná)

# Lékařské zobrazovací přístroje (*in vivo* diagnostika)

- Projekční rtg přístroje
- Výpočetní tomografie (CT)
- Ultrazvukové zobrazení včetně dopplerovského
- Magnetická rezonance (MRI)
- Radionuklidové zobrazení (nukleární medicína)
- termografie
- atd. (optoakustické zobrazení?)





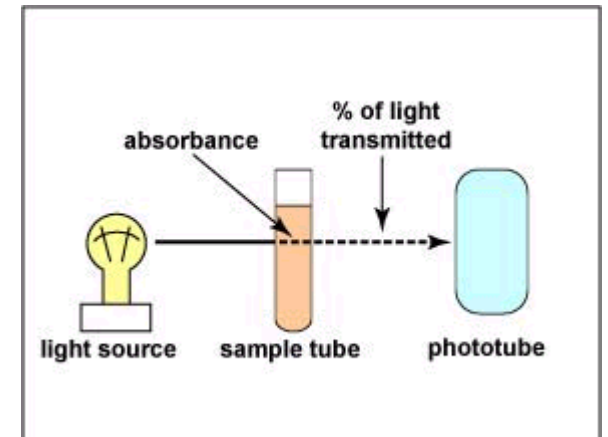
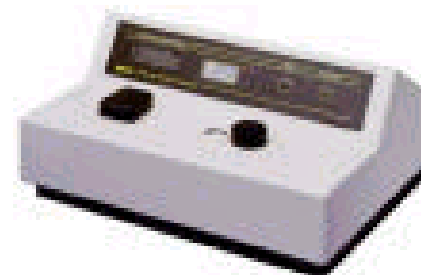
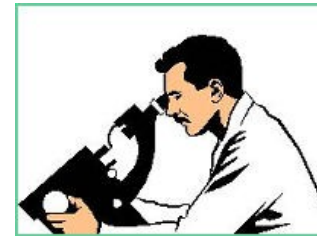
# Lékařské zobrazovací přístroje (*in vivo* diagnostika)

Teoretické pozadí:

Ionizující záření (vznik, měření, interakce s látkou),  
vlastnosti atomového obalu a jádra, základní pojmy  
akustiky, spektrum elektromagnetického záření....

# Lékařské laboratorní přístroje (*in vitro* diagnostika)

- Separační technika, centrifugy atd.
- Elektroforéza, kapilární elektroforéza
- pH-metry, iontově selektivní elektrody
- Počítače částic a buněk
- Spektrofotometry
- Flow-cytometrie
- Mikroskopie
- Vysokotlaká kapalinová chromatografie
- Přístroje pro klinickou biochemii, hematologii, imunologii
- Scintilační počítače
- Přístroje pro genetickou analýzu
- .....



# Lékařské laboratorní přístroje (*in vitro* diagnostika)

Teoretické pozadí:

Struktura biopolymerů, vlastnosti vody a elektrolytů, elektrické vlastnosti živé hmoty, galvanický článek, sedimentace částic, dozimetrie, absorpce světla...

# Přístroje pro sledování fyziologických projevů organismu (*in vivo* diagnostika)

➤ Přístroje pro měření fyzikálních a chemických veličin *in vivo*

teploměry

Měření parametrů kardiovaskulárního systému: monitory krevního tlaku, průtokoměry, dopplerovské ultrazvukové systémy

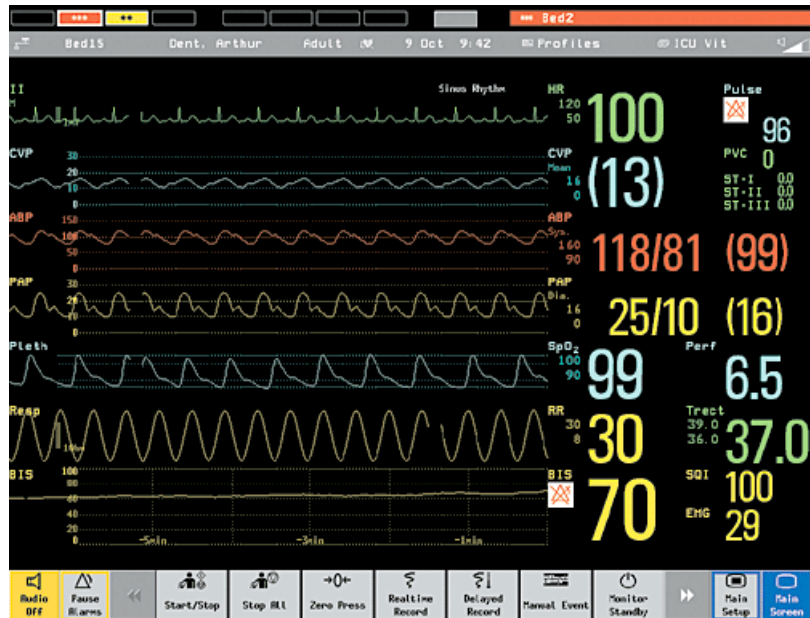
Přístroje pro elektrofyziologická měření: EKG, EEG, EMG ....

Audiologické a oftalmologické přístroje

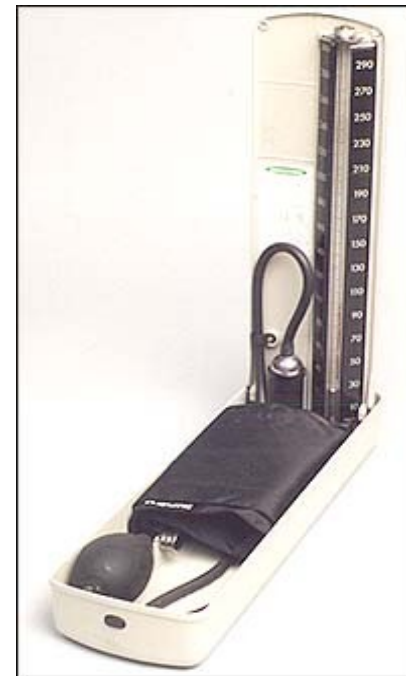
Měření parametrů respiračního systému: spirometry, pulzní oximetry, impedanční pneumografy

Endoskopy

# Přístroje pro sledování fyziologických projevů .....



Obrazovka víceúčelového klinického monitoru



Tonometr pro měření tlaku krve



EKG



Measuring lung capacity using a spirometer.

# Přístroje pro sledování fyziologických projevů organismu (*in vivo* diagnostika)

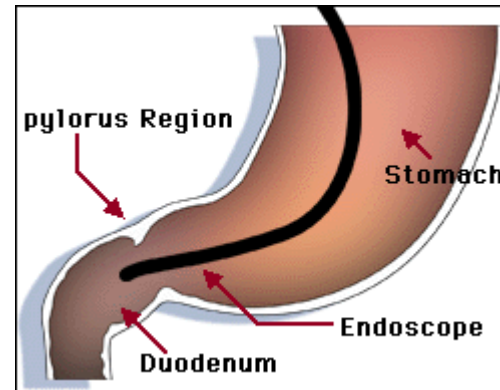
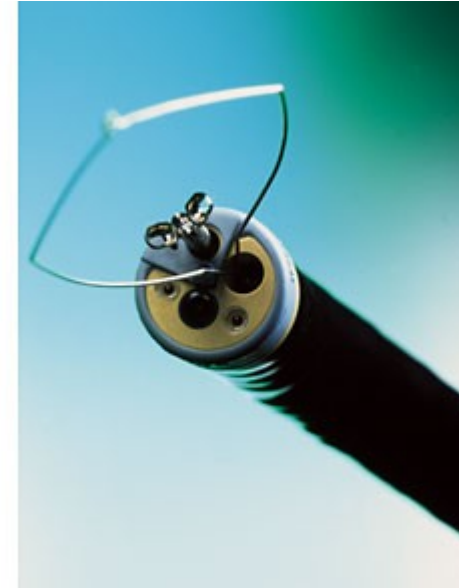
Teoretické pozadí

Úvod do termodynamiky, základní zákony hydrodynamiky, vznik bioelektrických potenciálů, vlastnosti zvuku a světla, ucho a sluch, oko a zrak, mechanické vlastnosti živé hmoty...

# Intenzivní péče v pediatrii



# Endoskopy





# POC (Point of Care) přístroje

- Splňují požadavky klinických lékařů na rychlý přístup k informacím podporujícím rozhodování v péči o pacienty v kritickém stavu
- Pokroky v mikroelektronice a výrobě biosenzorů umožňují použití miniaturizované techniky přímo u lůžka pacienta.

## ➤ Příklady:

Provádění krevních testů u lůžka pacienta místo v centrální laboratoři

Přenosné až kapesní (hand-held) ultrazvukové zobrazovací přístroje

# Přístroje pro radioterapii

- Zdroje rentgenového záření a elektronových, resp. hadronových svazků (urychlovače, s možností měnit plynule tvar, směr a intenzitu svazku záření)
- Radioizotopové zdroje záření gama, např. s využitím Co-60
- Systémy pro plánování radioterapie
- Simulátory
- Přístroje pro brachyterapii
- Dosimetry



Lineární  
urychlovač



Leksellův gama-nůž

# Přístroje pro radioterapii

Teoretické pozadí

Ionizující záření (vznik, měření, interakce s látkou),  
vlastnosti atomového jádra, radioaktivita,  
biologické účinky ionizujícího záření, dozimetrie...

# Přístroje pro fyzikální terapii

- Elektroterapie
- UV a IR terapie
- Krátkovlnná diatermie
- Ultrazvuková terapie
- Laserová terapie...

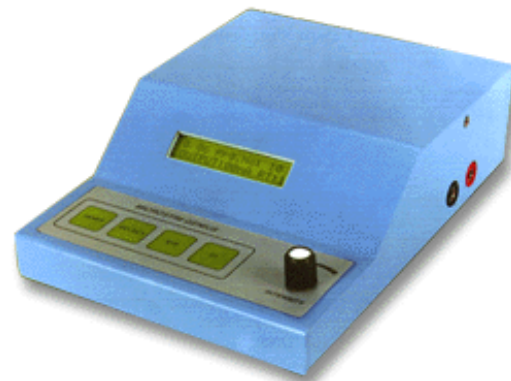


Ultrazvuková  
terapeutická  
jednotka



Krátkovlnná diatermie

Myostimulátor



Laserová  
terapeutická  
jednotka

# Přístroje pro fyzikální terapii

Teoretické pozadí

Biologické interakce ultrazvuku,  
elektromagnetických polí, elektrického proudu,  
infračerveného, viditelného a ultrafialového záření....

# Přístroje používané na operačních sálech, litotripty



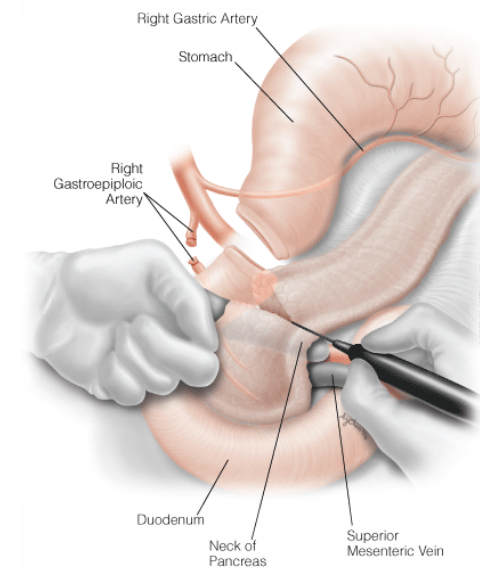
kryokauter



Operační lampy



anestézie



elektrokauter

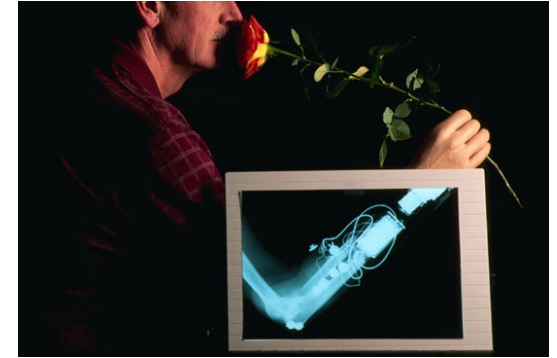
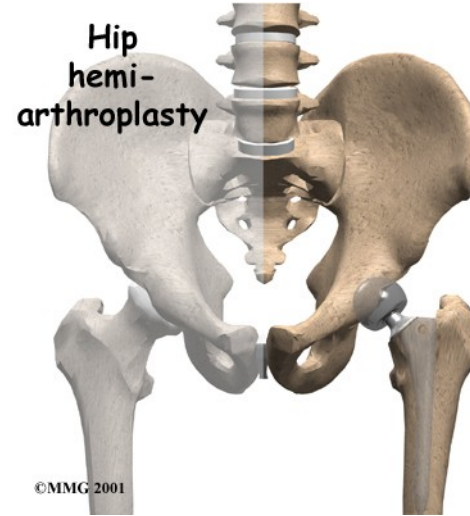
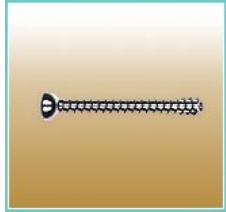
# Přístroje používané na operačních sálech, litotripty



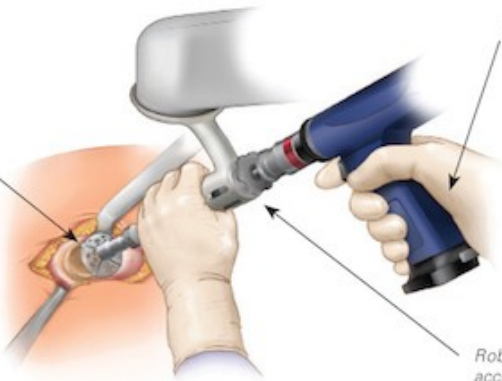
Teoretické pozadí

Biologické interakce ultrazvuku,  
elektromagnetických polí, elektrického proudu,  
infračerveného, viditelného a ultrafialového záření,  
princip laseru, působení nízkých teplot na živou  
hmotu, akustické rázové vlny...

# Přístroje pro náhradu a podporu orgánů - implantáty



MAKOplasty® solution provides accurate acetabular cup placement



Surgeon operates robotic arm within the tactile safety zone

Robotic arm for accurate preparation of acetabulum

Robotické zařízení pro implantaci jamky kyčelního kloubu

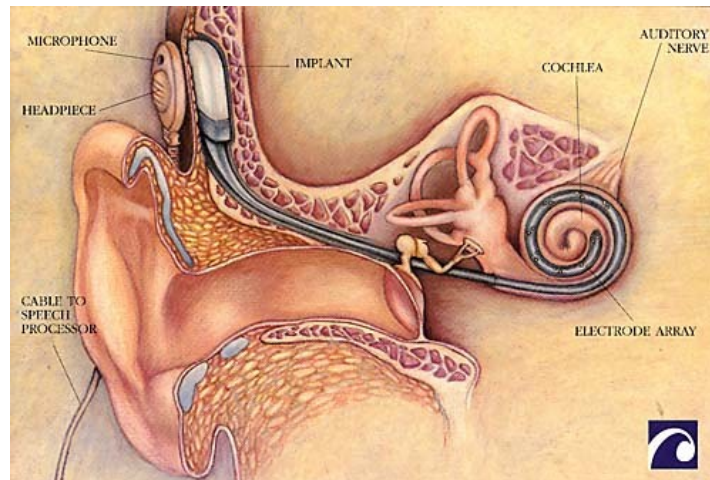




# Přístroje pro náhradu a podporu orgánů – „umělé orgány“



Umělé srdce

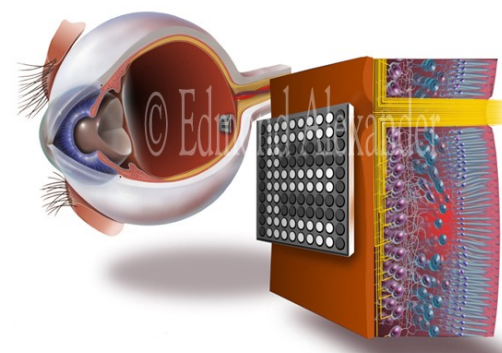
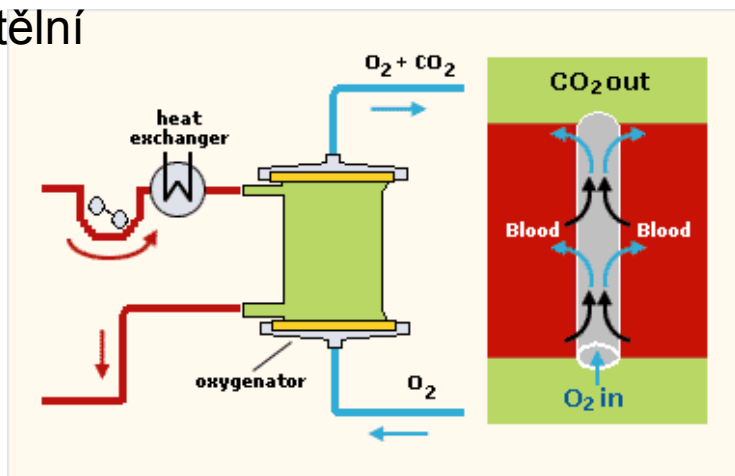


Kochleární implantát



Plicní ventilátor

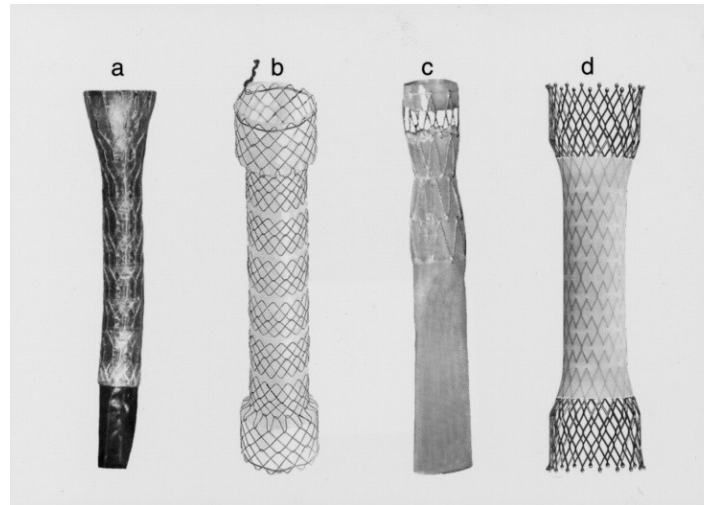
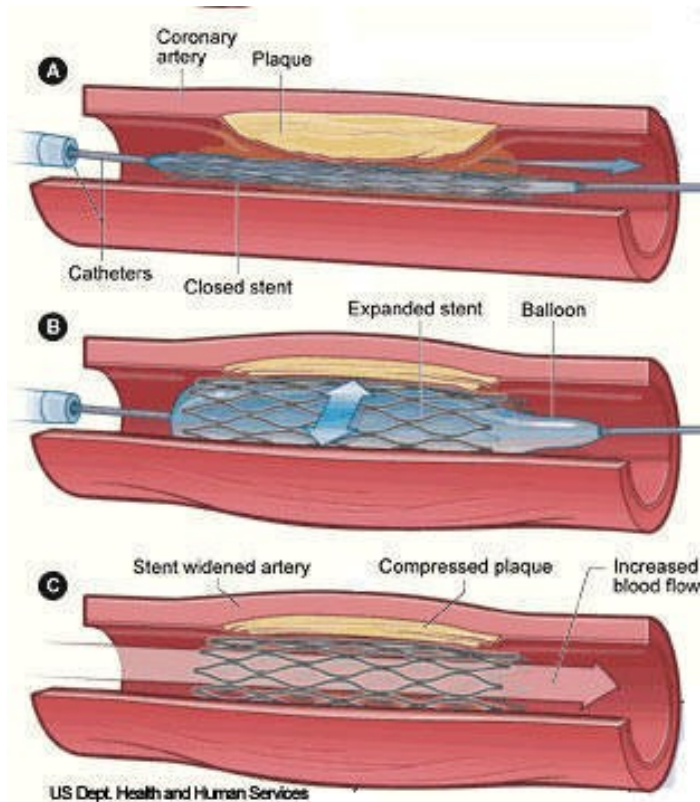
Mimotělní oběh



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

Sítnicový implantát

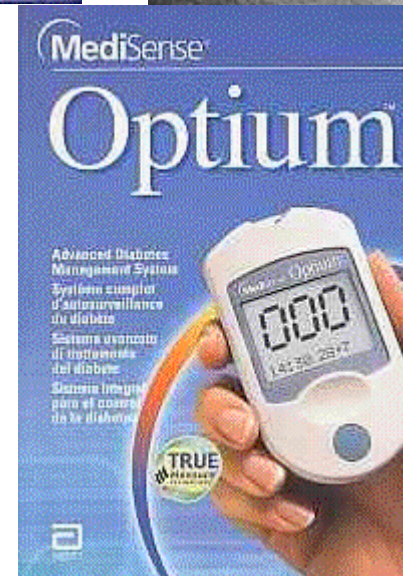
# Přístroje pro náhradu a podporu orgánů – „umělé orgány“



Stenty jsou zaváděny do poškozených cév, jícnu apod. Někdy se pro jejich výrobu používá i kov s tvarovou pamětí – nitinol, který zaujme zamýšlený tvar až v lidském těle.

# Přístroje pro samovyšetření pacientů ('domácí přístroje')

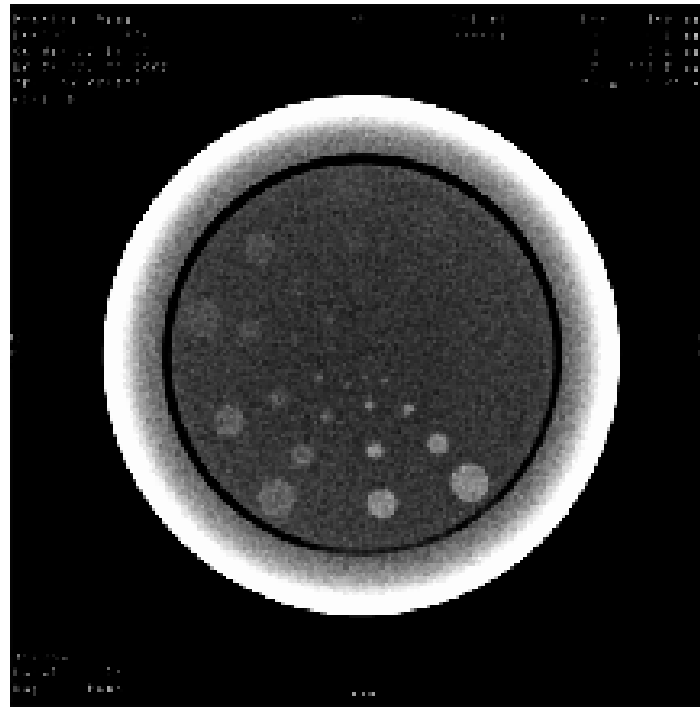
- Přístroje pro samovyšetření jsou jakékoliv přístroje určené výrobcem k laickému použití v domácím prostředí.
- Teploměry, tlakoměry atd.
- Vyšetřovací soupravy používané v těhotenství a pacienty trpícími cukrovkou (stanovení hladiny glukózy v krvi).



**Glukometr**

# Přístroje pro vyhodnocování ukazatelů výkonnosti přístrojů

I takováto zařízení považujeme za lékařské přístroje.



Testování rozlišení  
kontrastu u rtg přístroje



# Co je účelem tohoto předmětu?

- Uvědomit si, že by lékařský přístroj měl být používán efektivně a bezpečně (snížit patientské, pracovní i jiné riziko na minimum)
- Používat lékařské přístroje profesionálním a vědeckým způsobem
- Poznat užitnou hodnotu lékařských přístrojů v klinických oblastech a ve výzkumu

# Některé kompetence uživatelů lékařských přístrojů

Co by měl umět lékař, který přístroj používá

- Specifikovat přínosy používání daného přístroje
- Vysvětlit fyzikální principy, které jsou základem činnosti přístroje
- Popsat hlavní části přístrojů, včetně uživatelského nastavení a ovládání
- Identifikovat možná zdravotní rizika (např. mechanická, elektrická, radiační aj.) pro pacienta, sebe i spolupracovníky
- Popsat měřitelné ukazatele výkonnosti přístroje, které mají přímý vztah k efektivnímu využívání přístroje nebo bezpečnosti
- Vysvětlit omezení při používání přístroje a kontraindikace jeho použití
- Znat dopad chybného fungování přístroje a chybného protokolu na efektivitu jeho používání i z toho plynoucí rizika
- Rozpoznat vadnou funkci přístroje a vědět, jak se s ní vypořádat
- Mít dovednosti v oblasti preventivní údržby a kontroly kvality včetně kalibrace na uživatelské úrovni
- Vědět, že přístroj by měl být zkontrolován před použitím a po práci zanechán ve stavu potřebném pro další práci s ním

**M U N I**  
**M E D**

**Autoři: Carmel J. Caruana, Vojtěch Mornstein**

Poslední revize a ozvučení: duben 2021