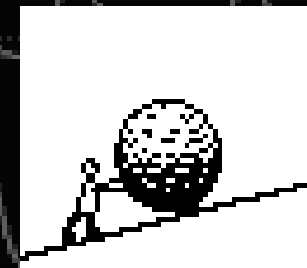
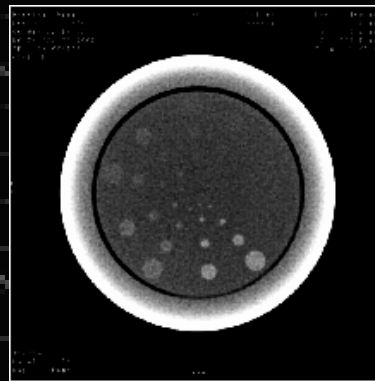


# Přednášky z lékařské biofyziky

Biofyzikální ústav Lékařské fakulty  
Masarykovy univerzity, Brno



Sinus Rhythmus  
HR 120  
50

CVP Mean 16  
0

ABP Sys. 160  
90

PAP Dia. 16  
0

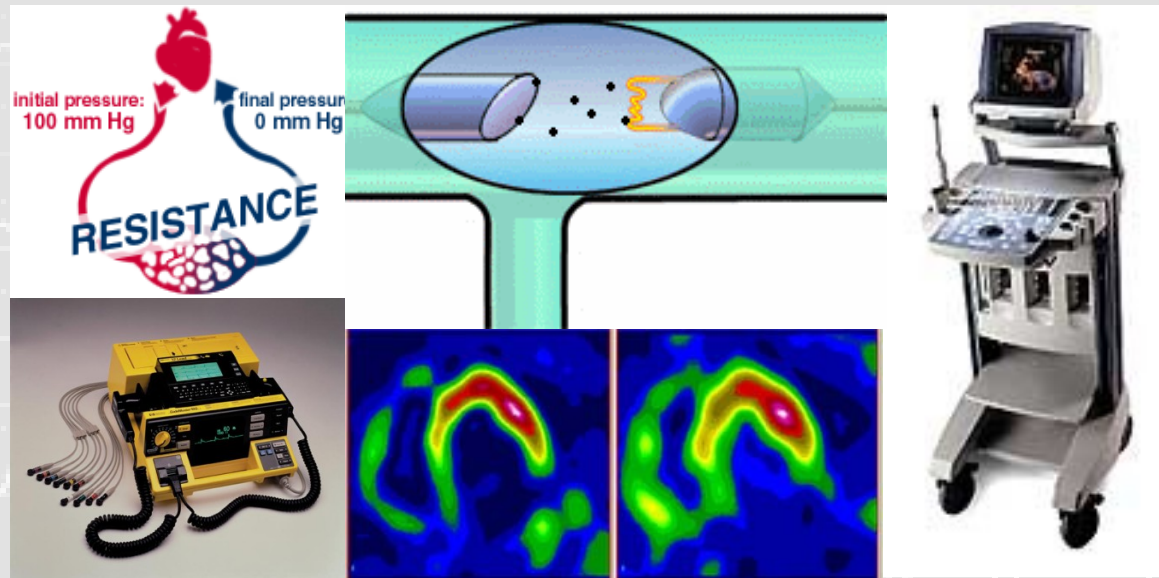
SpO<sub>2</sub> 100  
90

RR 30  
8

BIS

# Přednášky z lékařské biofyziky

Biofyzikální ústav Lékařské fakulty  
Masarykovy univerzity, Brno



## Lékařské přístroje: Úvod

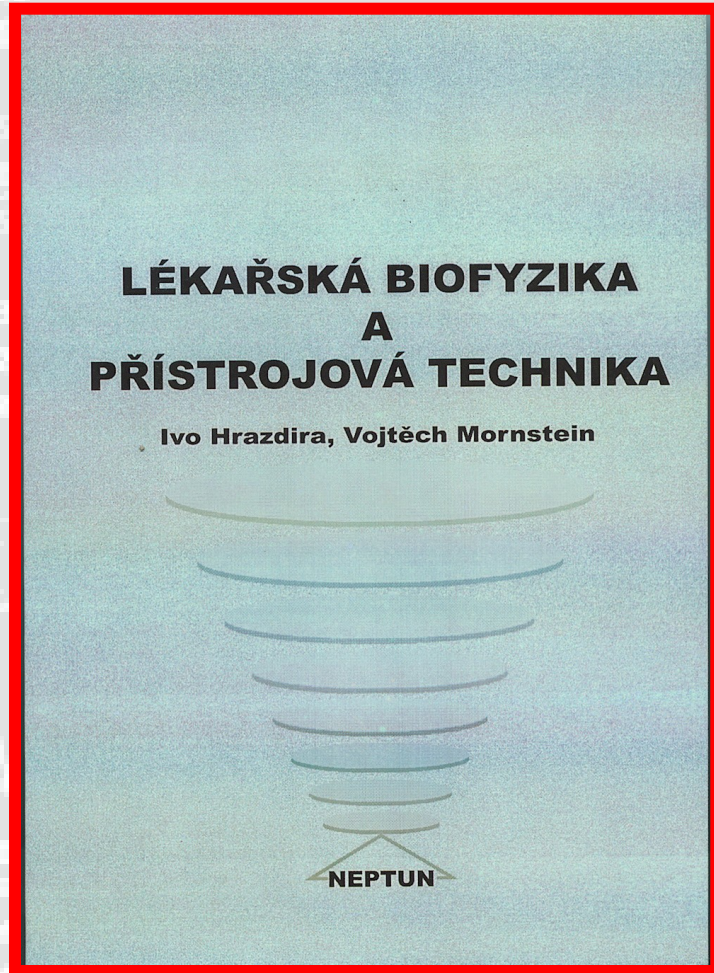
# Lékařská biofyzika

- *V lékařské biofyzice se zabýváme 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.*

# Vazby

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

# Doporučená učebnice



Tato učebnice a všechny presentace přednášek poskytují informaci nutnou pro úspěch u zkoušky!!!

# 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 valný smysl z hlediska budoucí profese).





# 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))



# Směrnice EU týkající se lékařských přístrojů

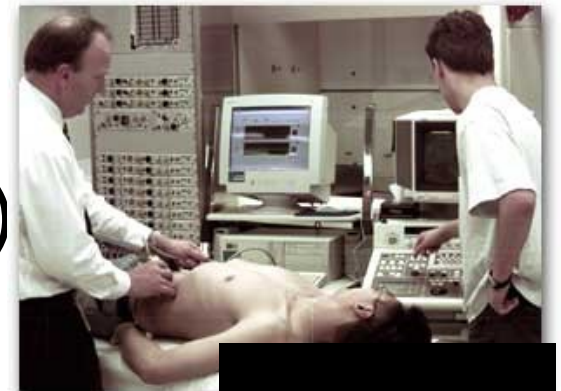
- The Medical Devices Directive (MDD) (93/42/EEC, OJ L169 p0001-0043): from bandages, tongue depressors, thermometers to contact lenses, stethoscopes, splints, first-aid kits, breathalysers, heart valves and imaging equipment
- The In-Vitro *Diagnostic* Medical Devices Directive (IVDD) (98/79/EC OJ L331 p0001-0037): reagents, control standards, test-kits, **equipment** ... intended for the *in-vitro* examination of human specimens e.g. blood grouping reagents, pregnancy test kits, Hepatitis B test kits
- The Active Implantable Medical Devices Directive (AIMDD) (90/385/EEC OJ L189 p0017-0036): *active* (i.e. include an energy source) implants or partial implants e.g. heart pacemakers
- Většina zemí inkorporovala tyto směrnice do své národní legislativy.

# 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.



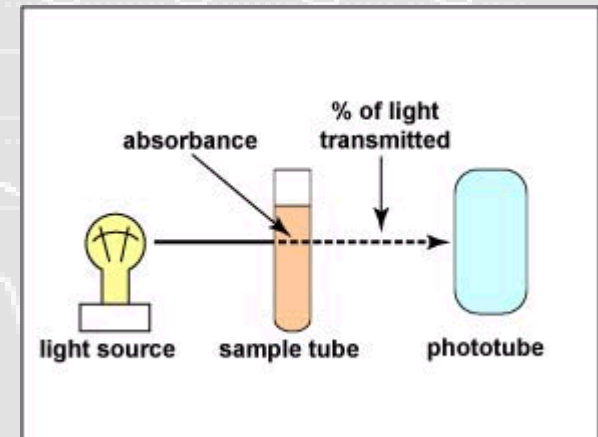
# Lékařské zobrazovací přístroje (*in vivo* diagnostika)

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)

- Separční 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 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...

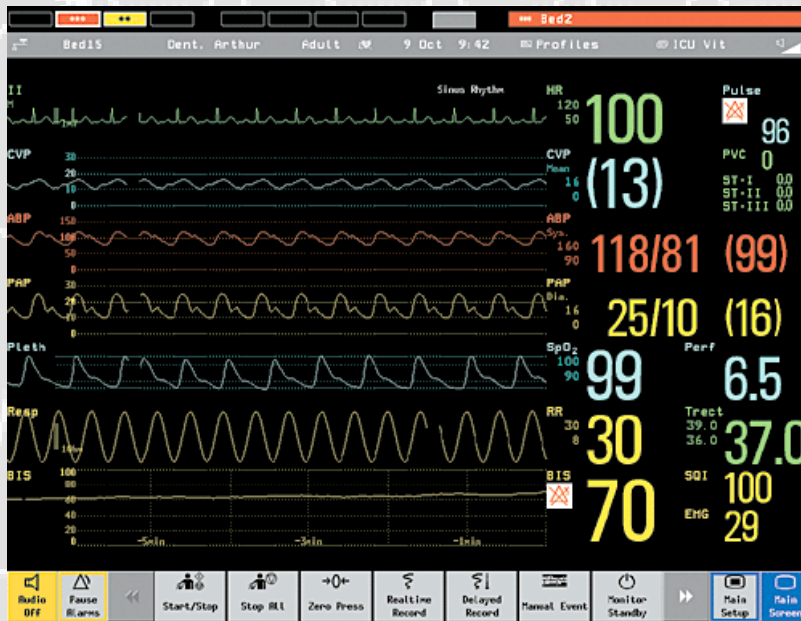




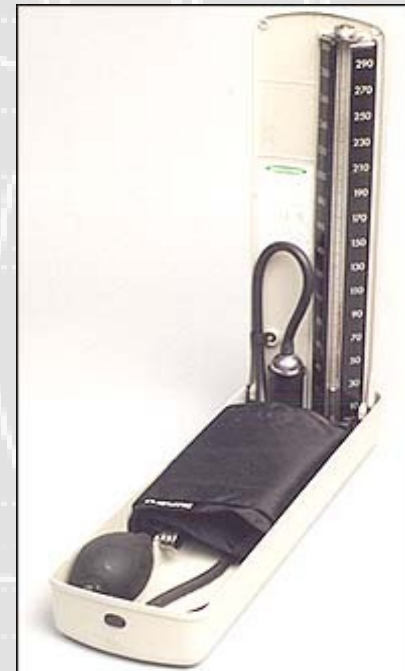
EKG



Measuring lung capacity using a spirometer.



Obrazovka víceúčelového klinického monitoru



Tonometr pro měření tlaku krve

# Intenzivní péče v pediatrii



CVP

Mean

16

0

ABP

Sys.

160

90

PaP

Dis.

16

0

SpO<sub>2</sub>

100

90

RR

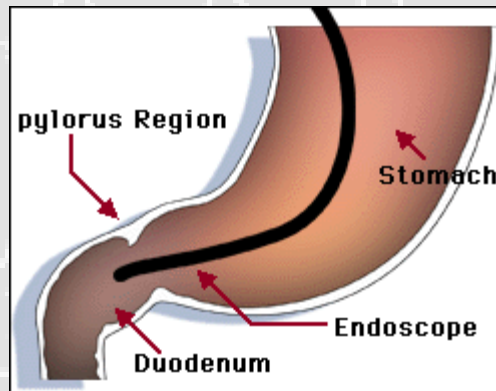
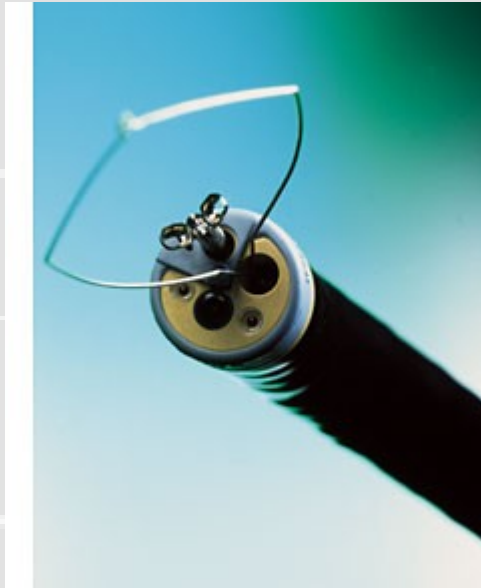
30

8

BIS



# Endoscopy



# 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 (hand-held) ultrazvukové zobrazovací přístroje

# Přístroje pro radioterapii

- Zdroje rentgenového záření a elektronových 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



Myostimulátor



Laserová  
terapeutická  
jednotka



Krátkovlnná diatermie

Sinus Rhythmus

HR

120  
50

CVP

Mean  
16  
0

ABP

Sys.  
160  
90

30  
8

BIS



# Přístroje pro fyzikální terapii

## Teoretické pozadí

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



# Přístroje používané na operačních sálech, litotripty



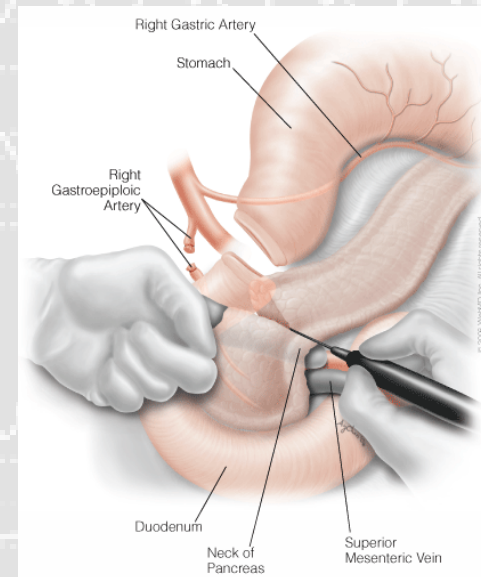
kryokauter



Operační lampy



anestézie



elektrokauter

# Přístroje používané na operačních sálech, litotripty

## Teoretické pozadí

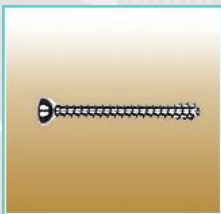
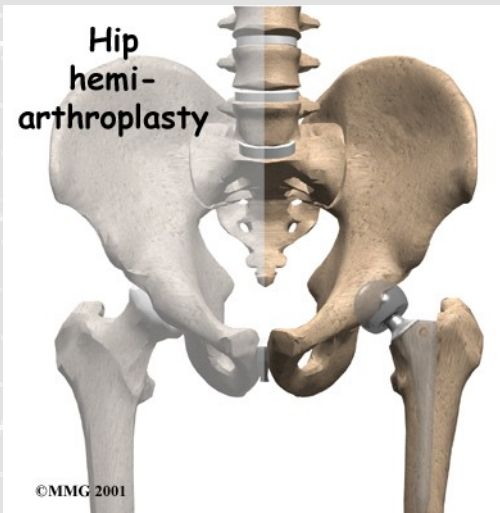
Biologické interakce ultrazvuku, elektromagnetických polí, elektrického proudu, infračerveného, viditelného a ultrafialového záření, princip laseru, působení nízkých teplot na živou hmotu, akustické rázové vlny...

# Přístroje používané na operačních sálech





# Přístroje pro náhradu a podporu orgánů - implantáty

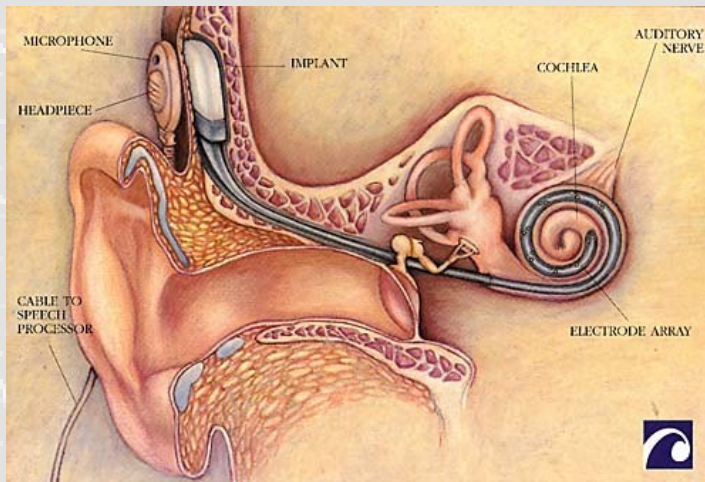


Robotické zařízení pro implantaci kolenní endoprotézy

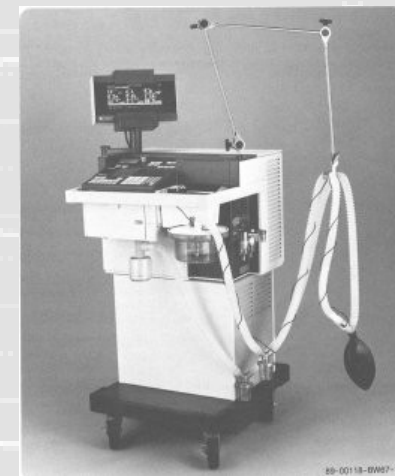
# Přístroje pro náhradu a podporu orgánů – „umělé orgány“



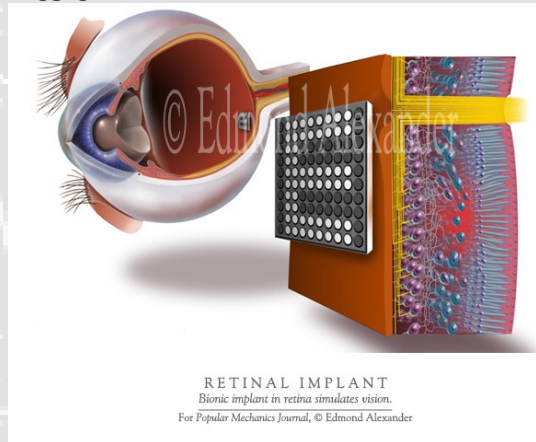
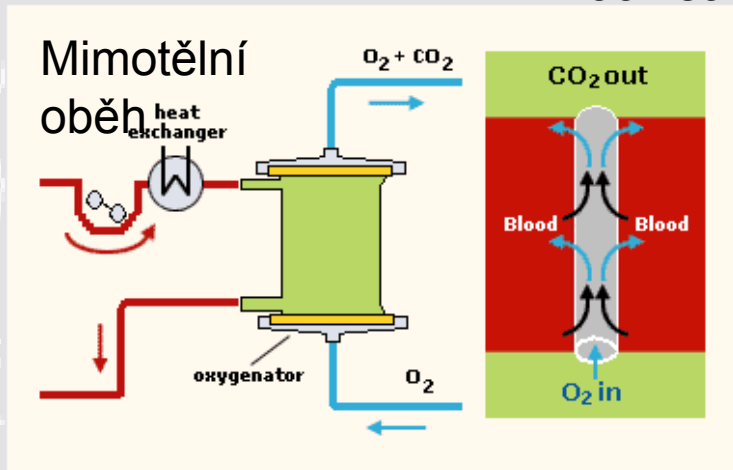
Umělé srdce



Kochleární implantát



Plicní ventilátor



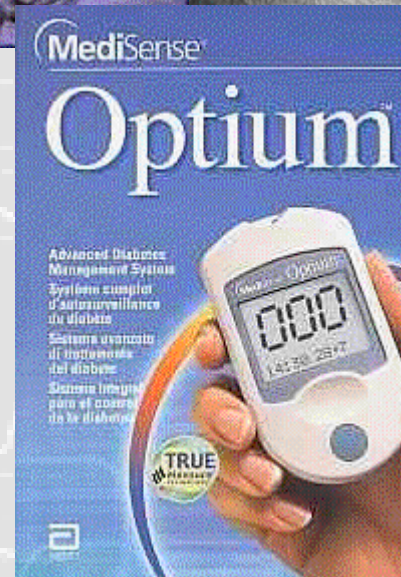
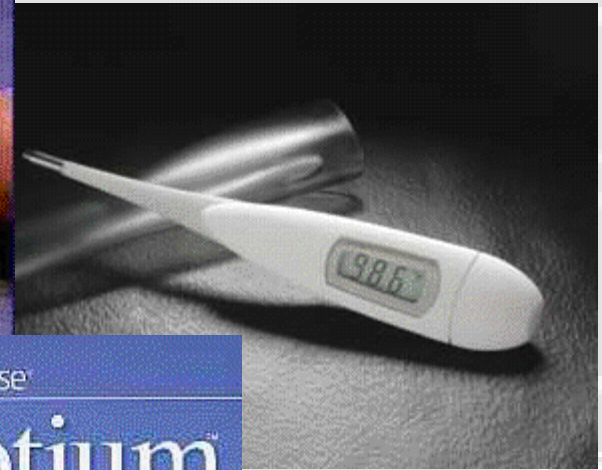
Sítnicový implantát

# Jednorázová zařízení a pomůcky



# 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)

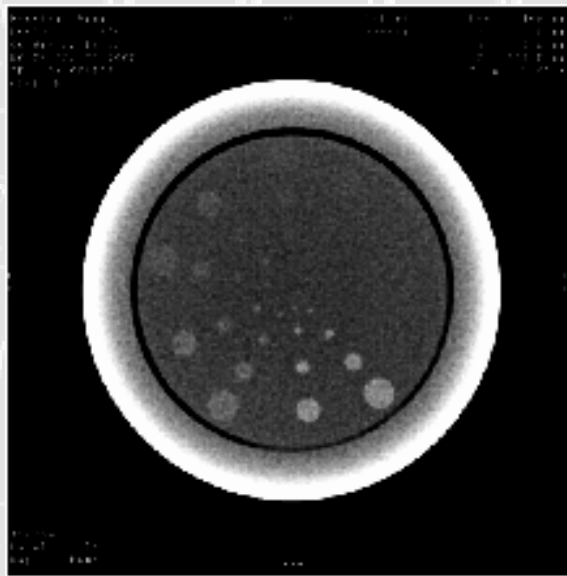


Glukometr



# 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
- Mít základní představu o používání některých přístrojů v jiných profesích

# Některé kompetence uživatelů lékařských přístrojů

Co by měl umět lékař, který přístroj používá

- Specifikovat diagnostické, terapeutické aj. přínosy používání daného přístroje
- Vysvětlit fyzikální principy, které jsou základem činnosti přístroje a protokolu pro práci s tímto přístrojem
- Popsat hlavní části komerčně dostupných přístrojů, včetně uživatelského nastavení a ovládání
- Identifikovat možná zdravotní rizika (např. mechanická, elektrická, radiační aj.) pro pacienta, sebe i spolupracovníky
- Popsat měřitelné objektivní ukazatele výkonnosti přístroje, které mají přímý vztah k efektivnímu využívání přístroje nebo bezpečnosti

# Pokračování

- Být schopen pracovat s přístrojem tak, aby byla zajištěna požadovaná úroveň efektivity a byla minimalizována rizika pro pacienty i zdravotnický personál
- 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 aktuální 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
- Dodržovat mezinárodní, evropskou, národní a místní legislativu či omezení při práci s daným přístrojem

Autoři:

**Carmel J. Caruana, Vojtěch Mornstein**

Grafika:

**Lucie Mornsteinová**

Poslední revize: Červen 2009

