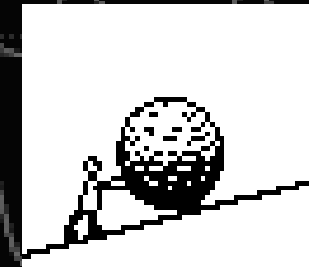
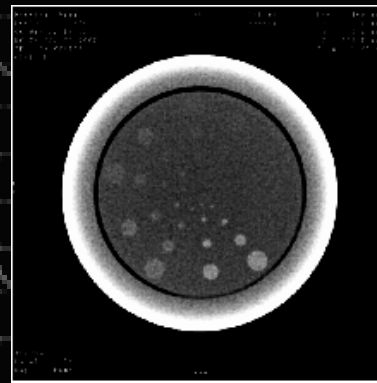


Přednášky z lékařské biofyziky

Biofyzikální ústav Lékařské fakulty
Masarykovy univerzity, Brno



Sinus Rhythmus
HR 120
50

CVP Mean 16
0

ABP Sys. 160
90

PAP Dia. 16
0

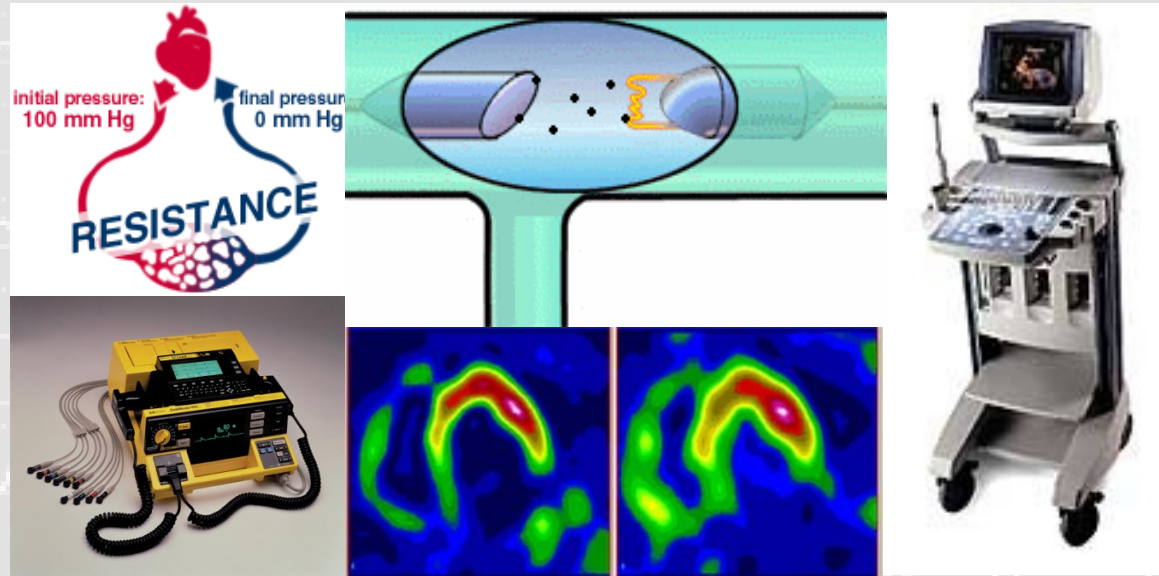
SpO₂ 100
90

RR 30
8

BIS

Přednášky z lékařské biofyziky

Biofyzikální ústav Lékařské fakulty
Masarykovy univerzity, Brno



Lékařské přístroje: Úvod

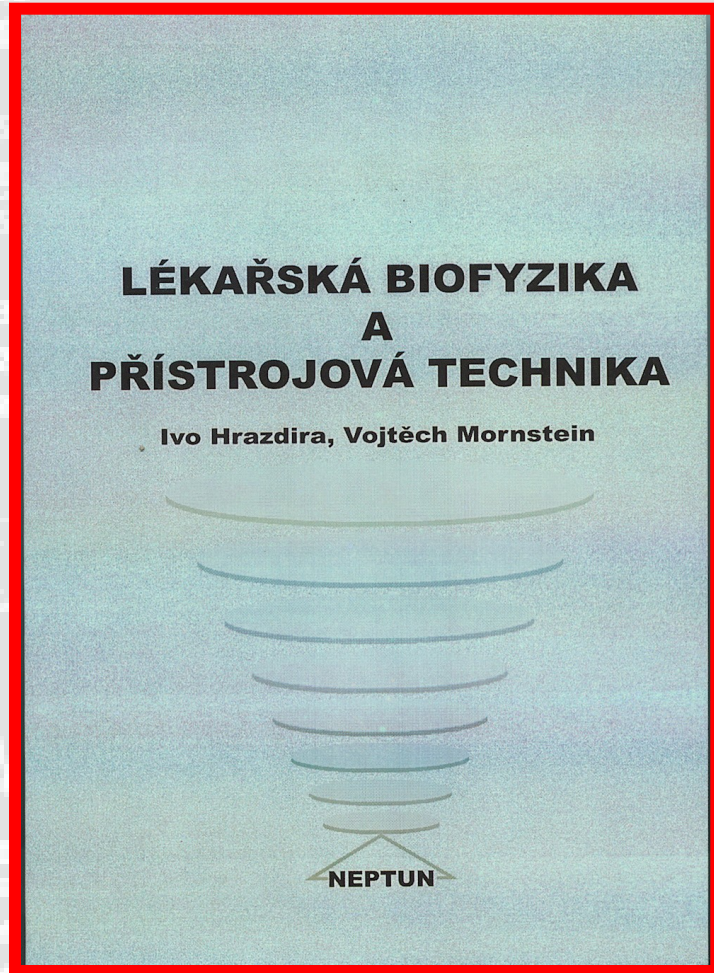
Lékařská biofyzika

- *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 prezentace 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

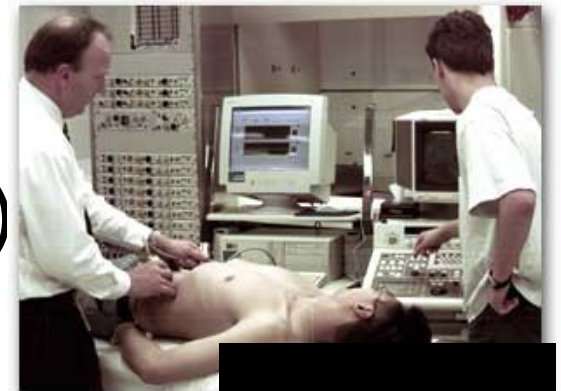
- The Medical Devices Directive (MDD) (93/42/EEC, OJ L169 p0001-0043): from bandages, tongue depressors, thermometers to contact lenses, stethoscopes, splints, first-aid kits, breathalysers, heart valves and imaging equipment
- The In-Vitro *Diagnostic* Medical Devices Directive (IVDD) (98/79/EC OJ L331 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.



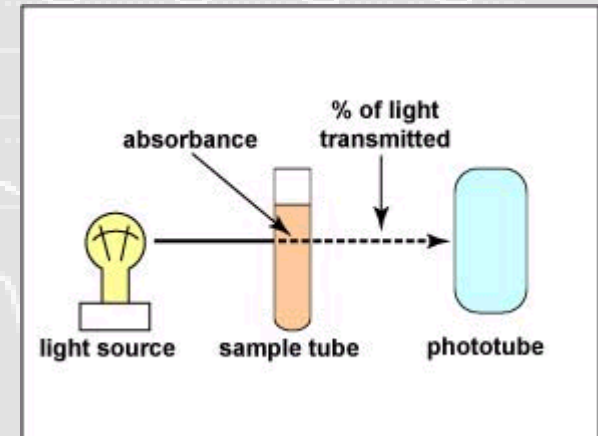
Lékařské zobrazovací přístroje (*in vivo* diagnostika)

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

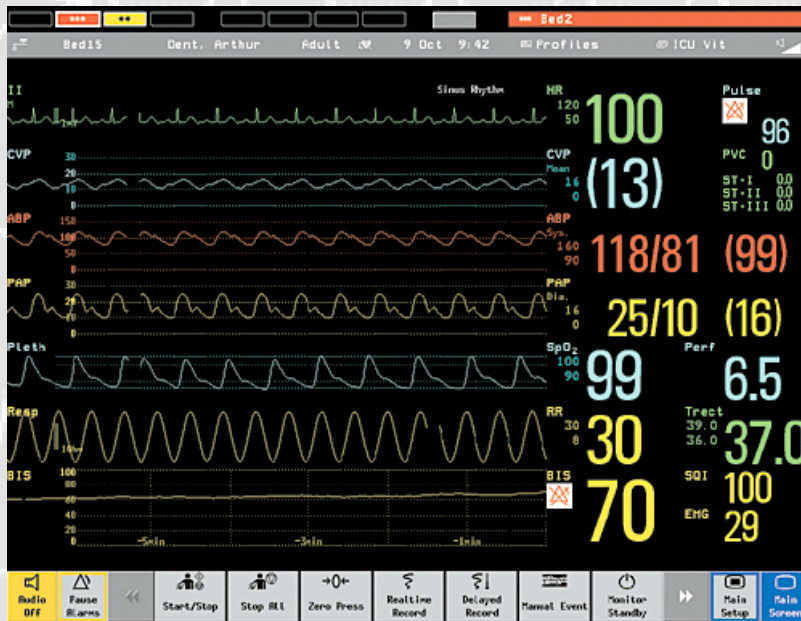
Úvod do termodynamiky, základní zákony hydrodynamiky, vznik bioelektrických potenciálů, vlastnosti zvuku a světla, ucho a sluch, oko a zrak, mechanické vlastnosti živé hmoty...



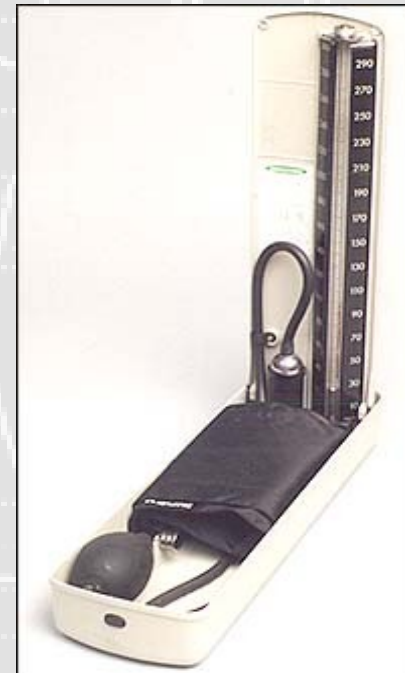
EKG



Measuring lung capacity using a spirometer.



Obrazovka víceúčelového klinického monitoru



Tonometr pro měření tlaku krve

Intenzivní péče v pediatrii

CVP

CVP

Mean

16

0

ABP

ABP

Sys.

160

90

PAP

PAP

Dis.

16

0

Pleth

SpO₂

100

90

Resp

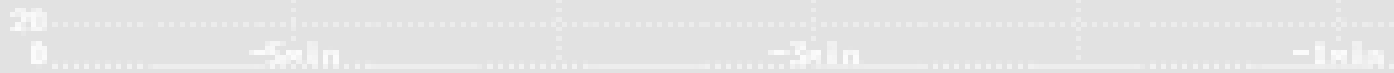
RR

30

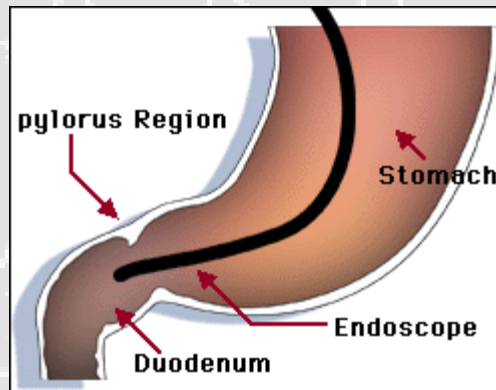
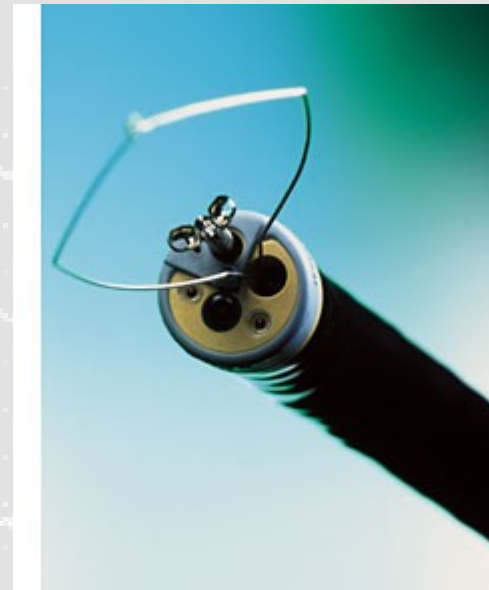
8

BIS

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

Přístroje pro fyzikální terapii

Teoretické pozadí

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

Přístroje používané na operačních sálech, litotripty



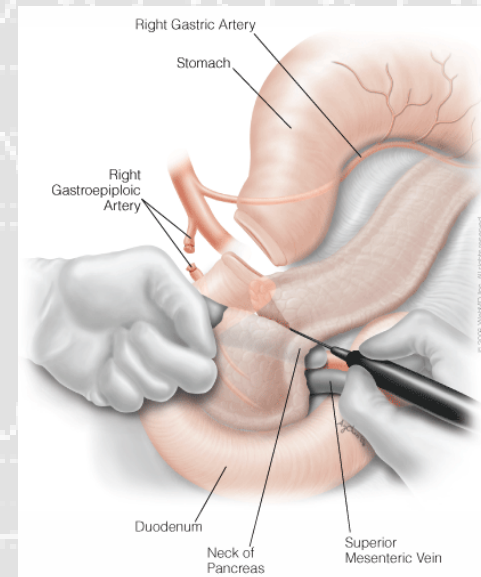
kryokauter



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 používané na operačních sálech



Sinus Rhythmus

HR

120

50

CVP

Mean

16

0

ABP

Sys.

160

90

PPV

Dis.

16

0

SpO₂

100

90

RR

30

8

BIS

100

80

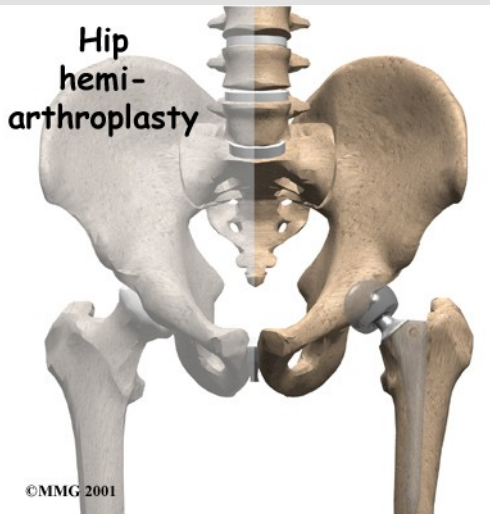
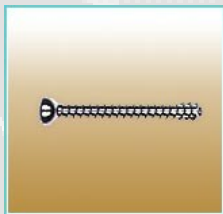
60

40

20

0

Přístroje pro náhradu a podporu orgánů - implantáty



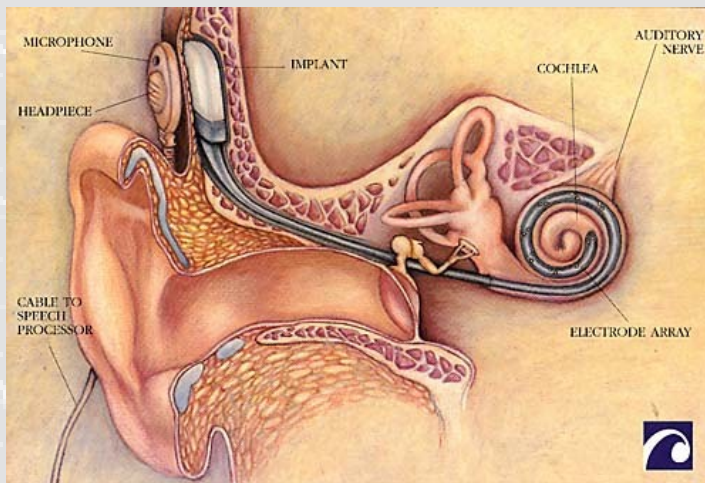
Robotické zařízení pro implantaci kolenní endoprotézy



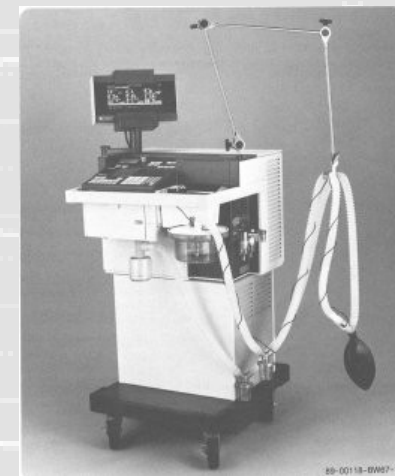
Přístroje pro náhradu a podporu orgánů – „umělé orgány“



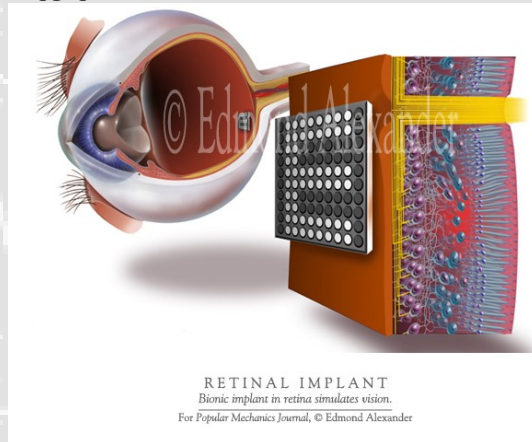
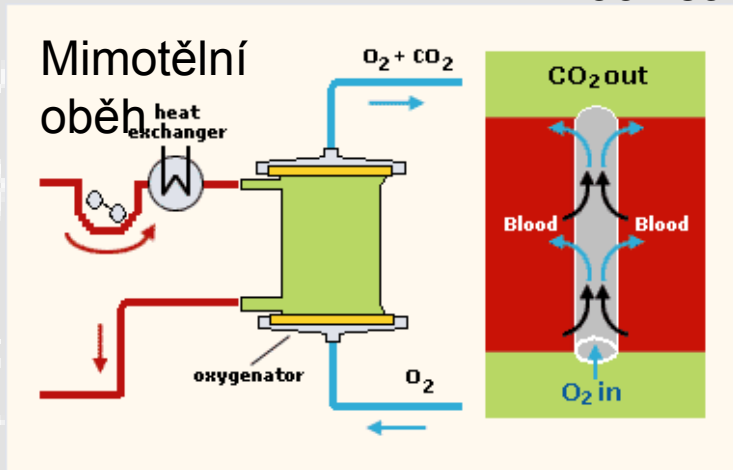
Umělé srdce



Kochleární implantát

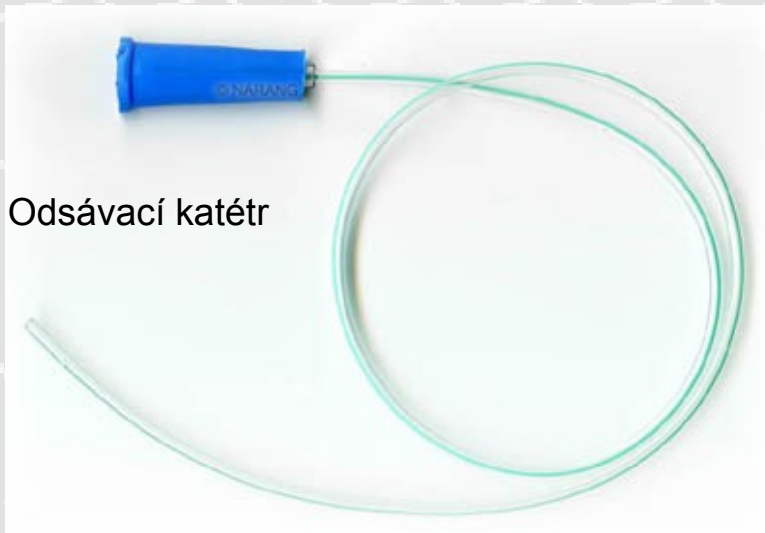


Plicní ventilátor



Sítnicový implantát

Jednorázová zařízení a pomůcky



Odsávací katétr



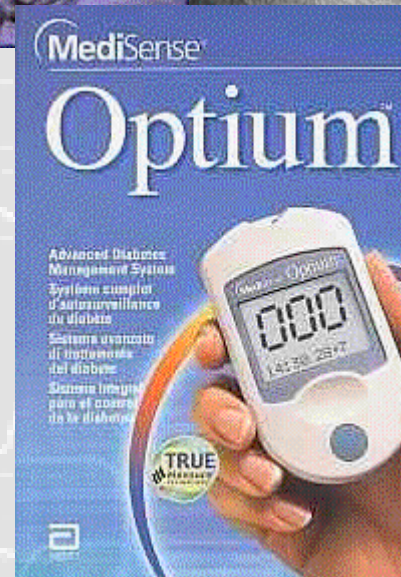
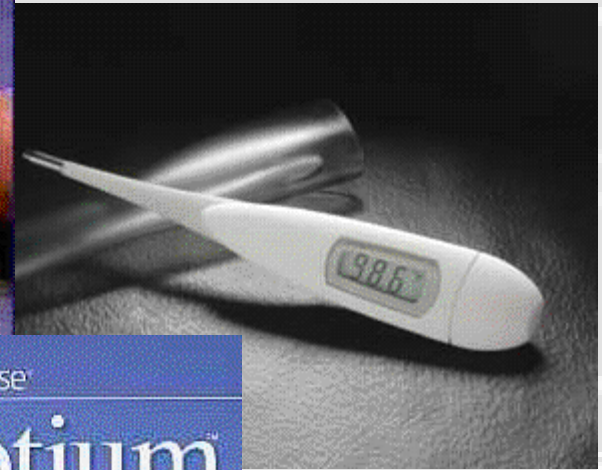
I.V. kanyla



Pupečnicková svorka

Přístroje pro samovyšetření pacientů (‘domácí přístroje’)

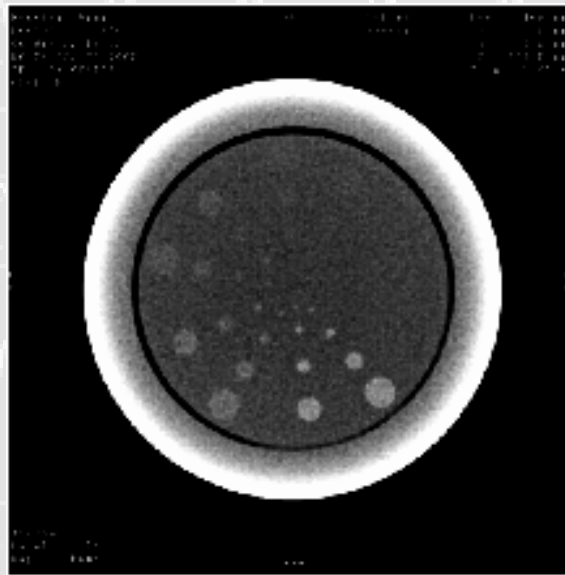
- ,přístroje pro samovyšetření` jsou jakékoliv přístroje určené výrobcem k laickému použití v domácím prostředí
- Teploměry, tlakoměry atd.
- Vyšetřovací soupravy používané v těhotenství a pacienty trpícími cukrovkou (stanovení hladiny glukózy v krvi)



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

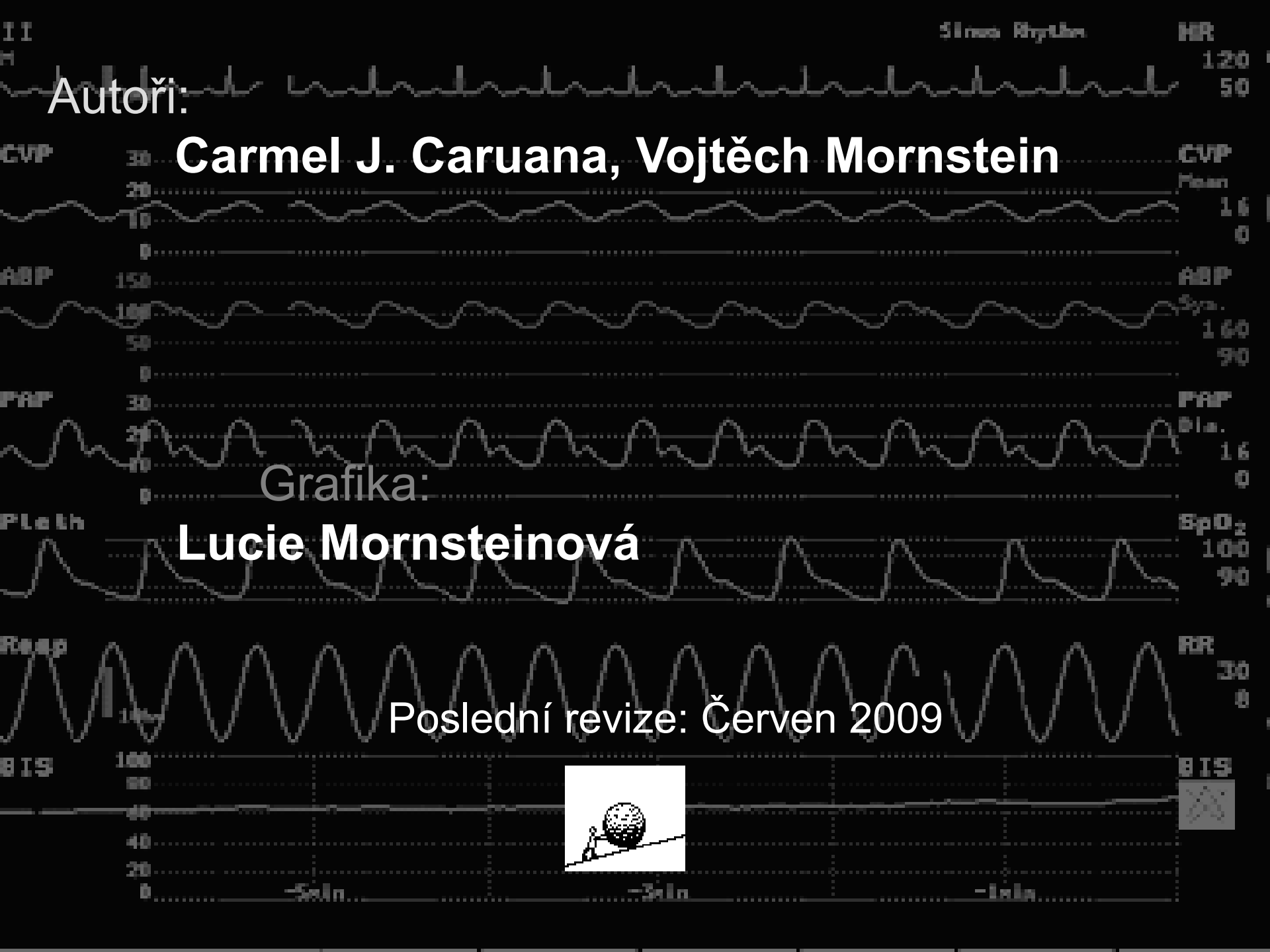
Některé kompetence uživatelů lékařských přístrojů

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

