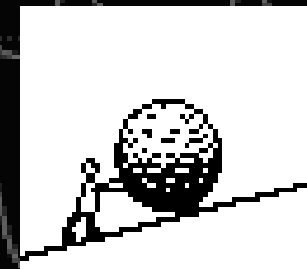
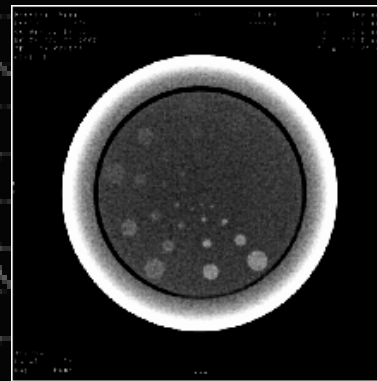


# Přednášky z lékařské biofyziky

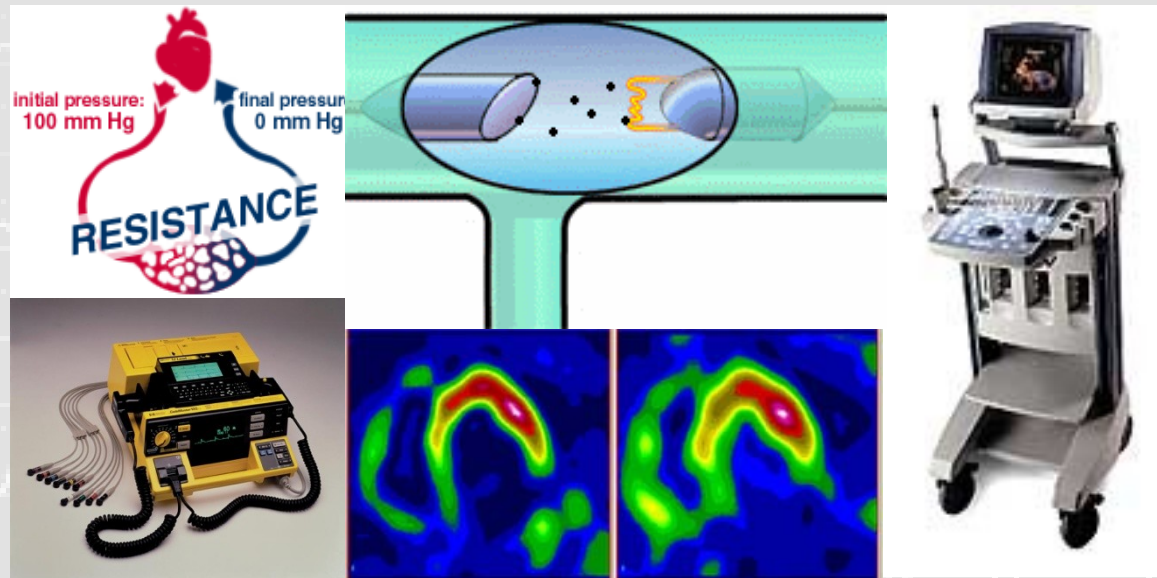
Biofyzikální ústav Lékařské fakulty  
Masarykovy univerzity, Brno



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.*

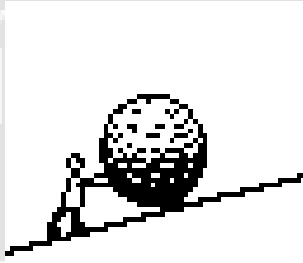
# Vazby

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



# 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 prezentace přednášek poskytují informaci nutnou pro úspěch u zkoušky!!!



# 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

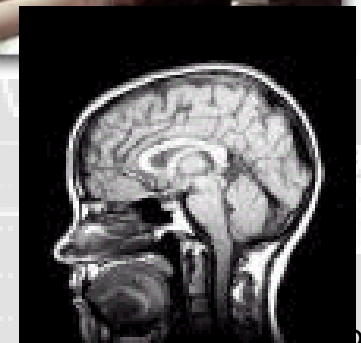


- Prevence
- Diagnóza
- Léčba
- Rehabilitace
- Paliativní péče (jestliže léčba není možná)



# 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?)



CVP

Mean

16

0

ABP

Sys.

160

90

PPV

Dis.

16

0

pO<sub>2</sub>

100

90

HR

30

8

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

# Lékařské zobrazovací přístroje (*in vivo* diagnostika)



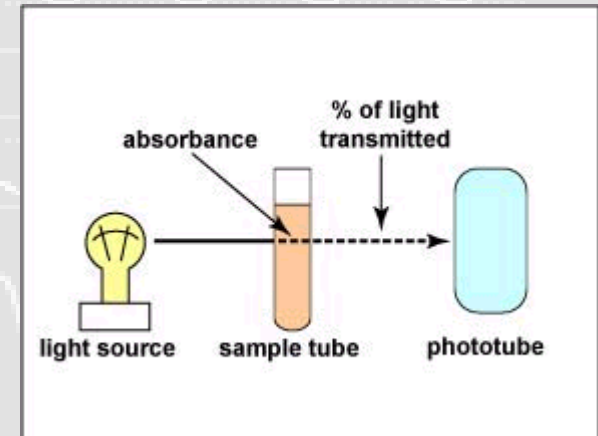
Teoretické pozadí:

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

# Lékařské laboratorní přístroje (*in vitro* diagnostika)



- Separáční technika, centrifugy atd.
- Elektroforéza, kapilární elektroforéza
- pH-metry, iontov selektivn elektrody
- Potae částic a bunek
- Spektrofotometry
- Flow-cytometrie
- Mikroskopie
- Vysokotlak kapalinov chromatografie
- Pístroje pro klinickou biochemii, hematologii, imunologii
- Scintilační potae
- Pístroje 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)



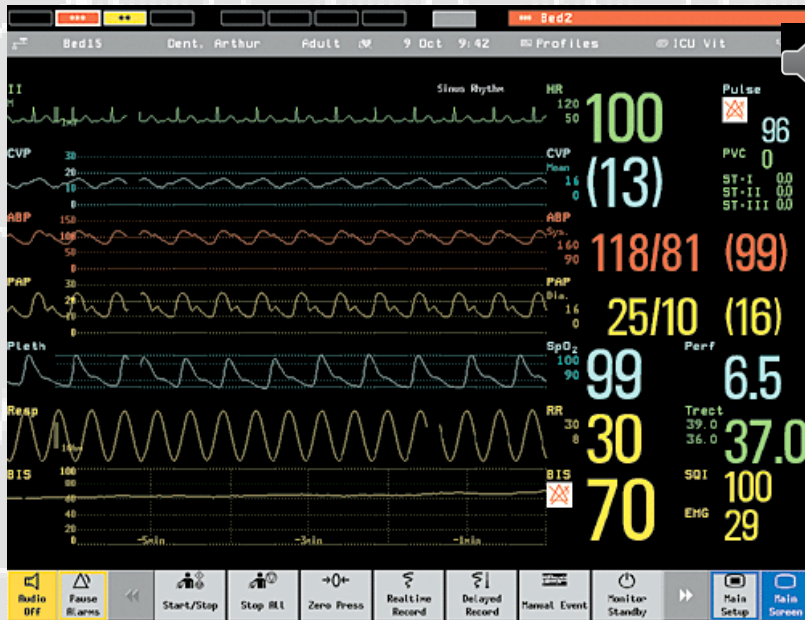
- Přístroje pro měření fyzikálních a chemických veličin *in vivo*
  - teploměry
  - Měření parametrů kardiovaskulárního systému: monitory krevního tlaku, průtokoměry, dopplerovské ultrazvukové systémy
  - Přístroje pro elektrofyziologická měření: EKG, EEG, EMG ....
  - Audiologické a oftalmologické přístroje
  - Měření parametrů respiračního systému: spirometry, pulzní oximetry, impedanční pneumografy
  - Endoskopy



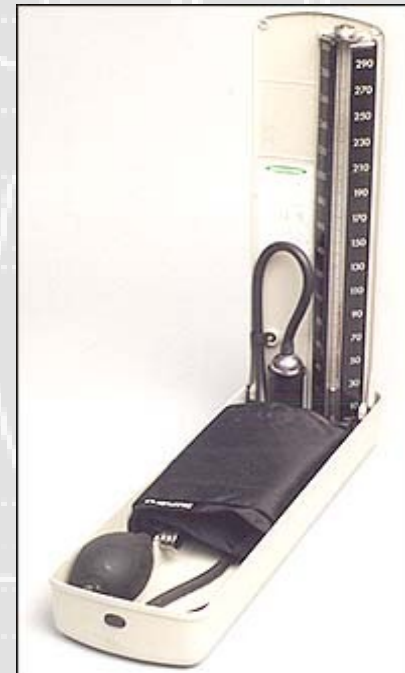
EKG



Measuring lung capacity using a spirometer.



Obrazovka víceúčelového klinického monitoru



Tonometr pro měření tlaku krve

# 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



CVP

Mean  
16  
0

ABP

Sys.  
160  
90

PAP

Dis.  
16  
0

SpO<sub>2</sub>

100  
90

RR

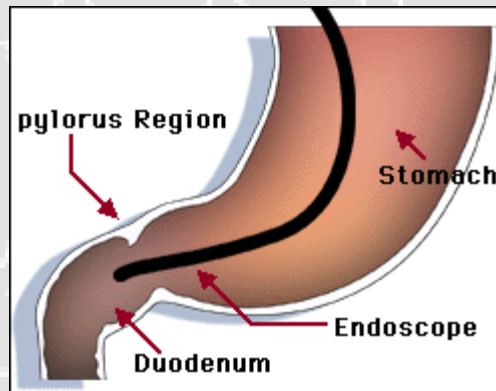
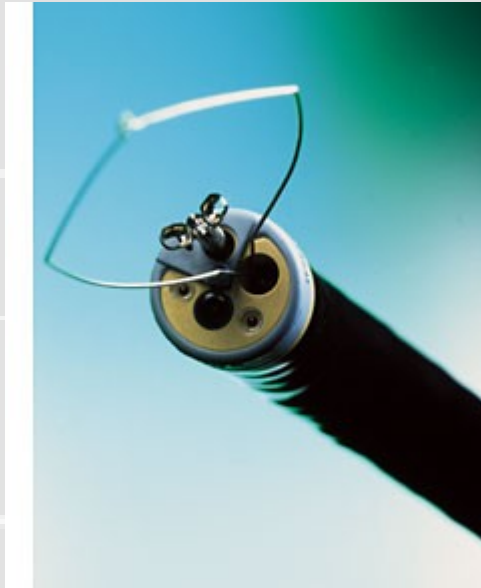
30  
8

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, 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...



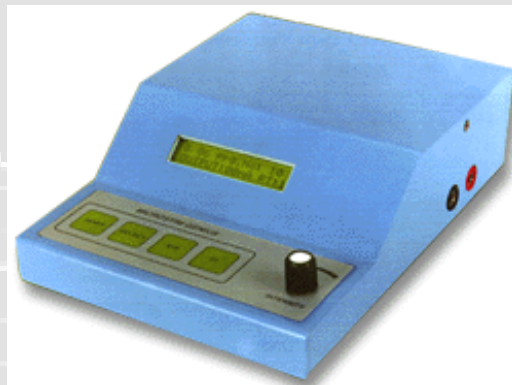
Ultrazvuková  
terapeutická  
jednotka



Laserová  
terapeutická  
jednotka



Krátkovlnná diatermie



Myostimulátor



# Přístroje pro fyzikální terapii

## Teoretické pozadí

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

# Přístroje používané na operačních sálech, litotripty



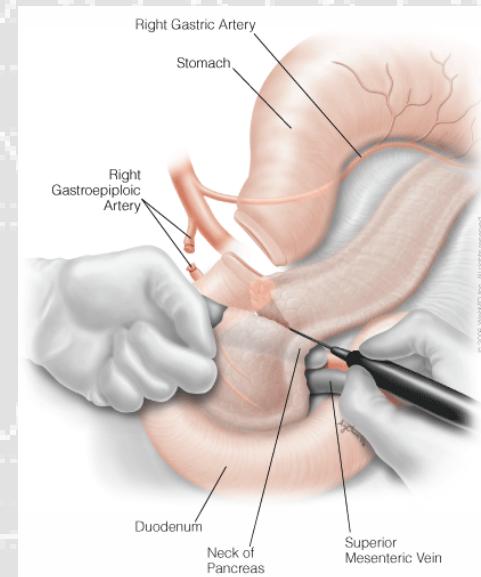
kryokauter



Operační lampy



anestézie



elektrokauter

# Přístroje používané na operačních sálech, litotripty

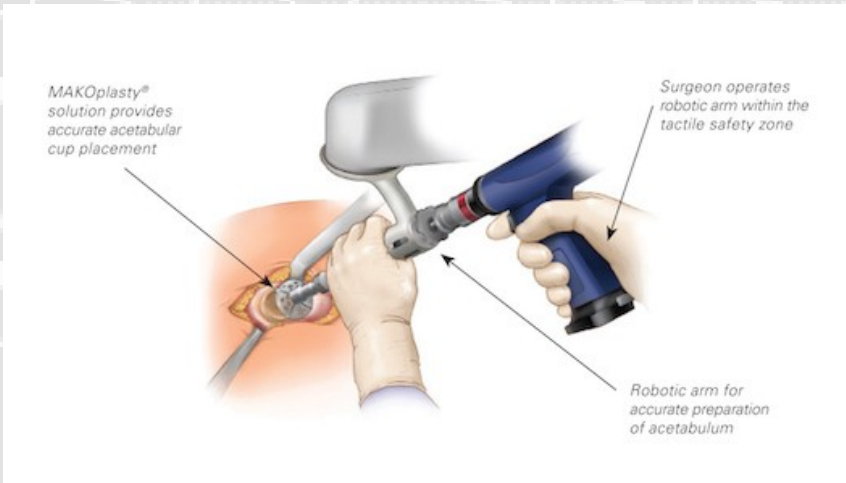
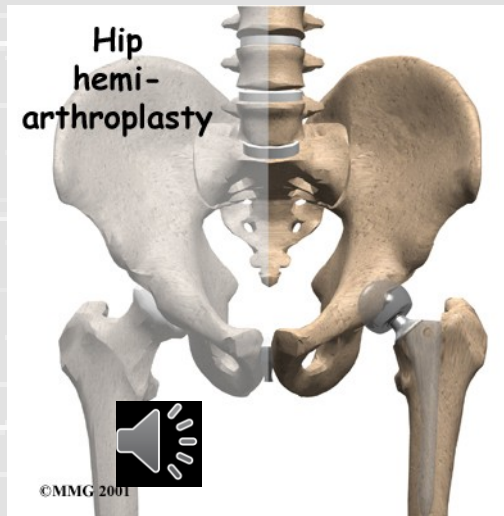


## Teoretické pozadí

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

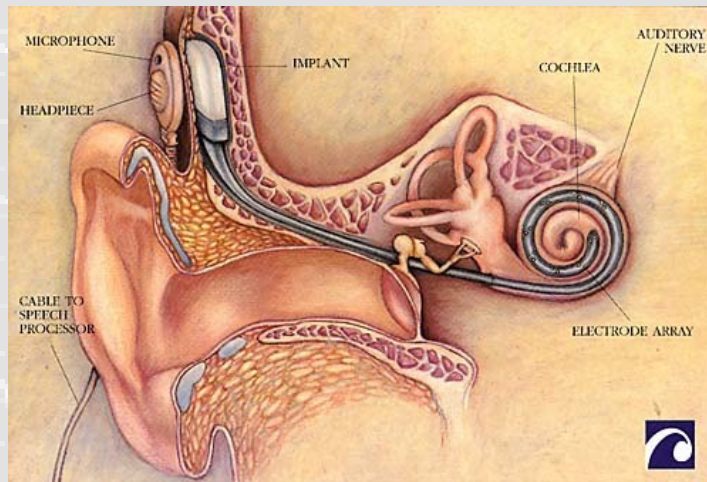


Robotické zařízení pro implantaci jamky kyčelního kloubu

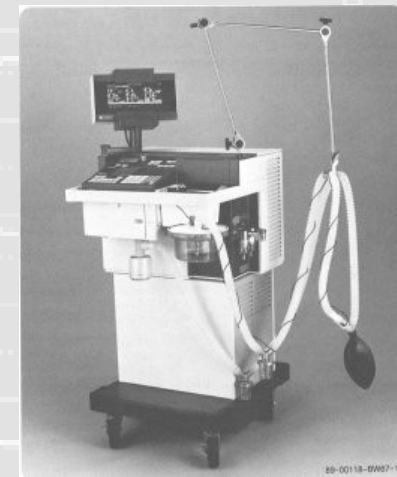
# Přístroje pro náhradu a podporu orgánů – „umělé orgány“



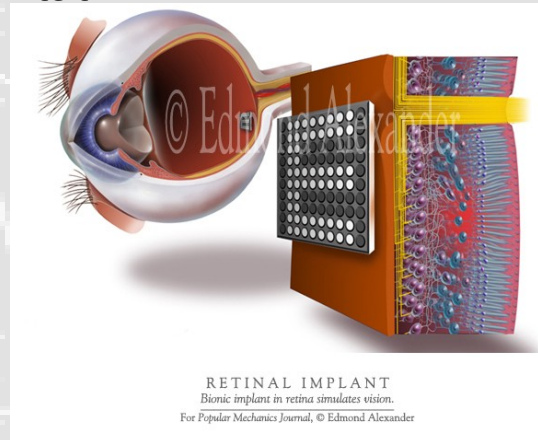
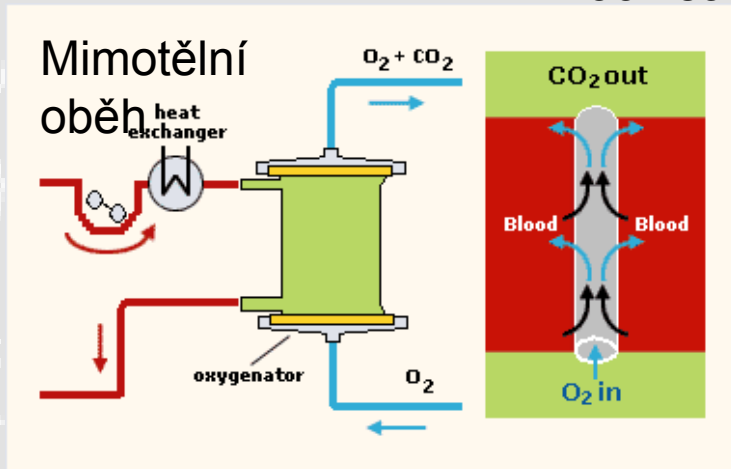
Umělé srdce



Kochleární implantát

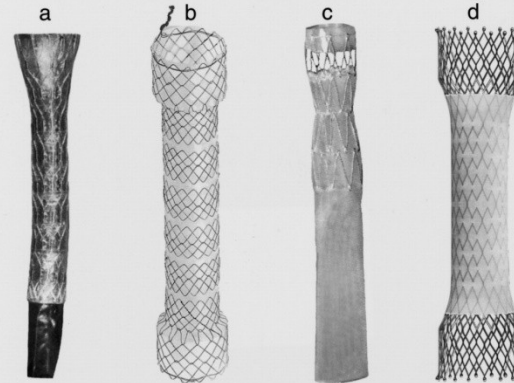
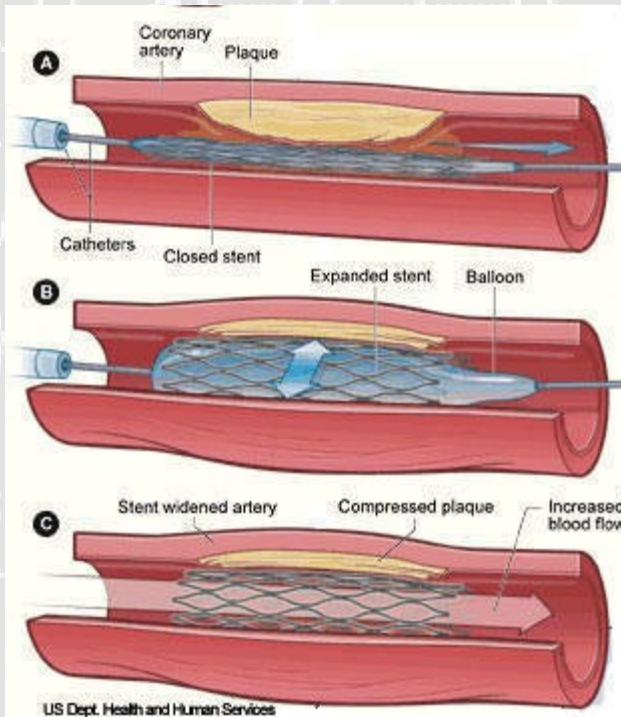


Plicní ventilátor



Sítnicový implantát

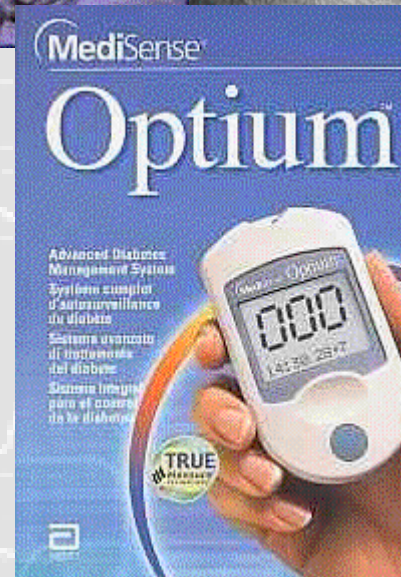
# Přístroje pro náhradu a podporu orgánů – „umělé orgány“



- 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)

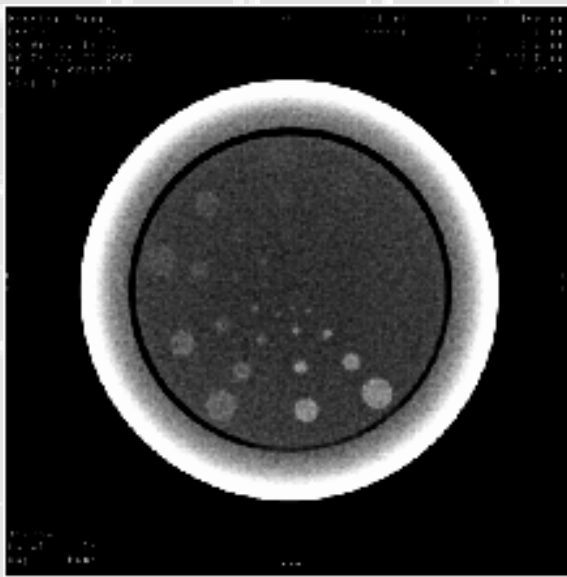


Glukometr

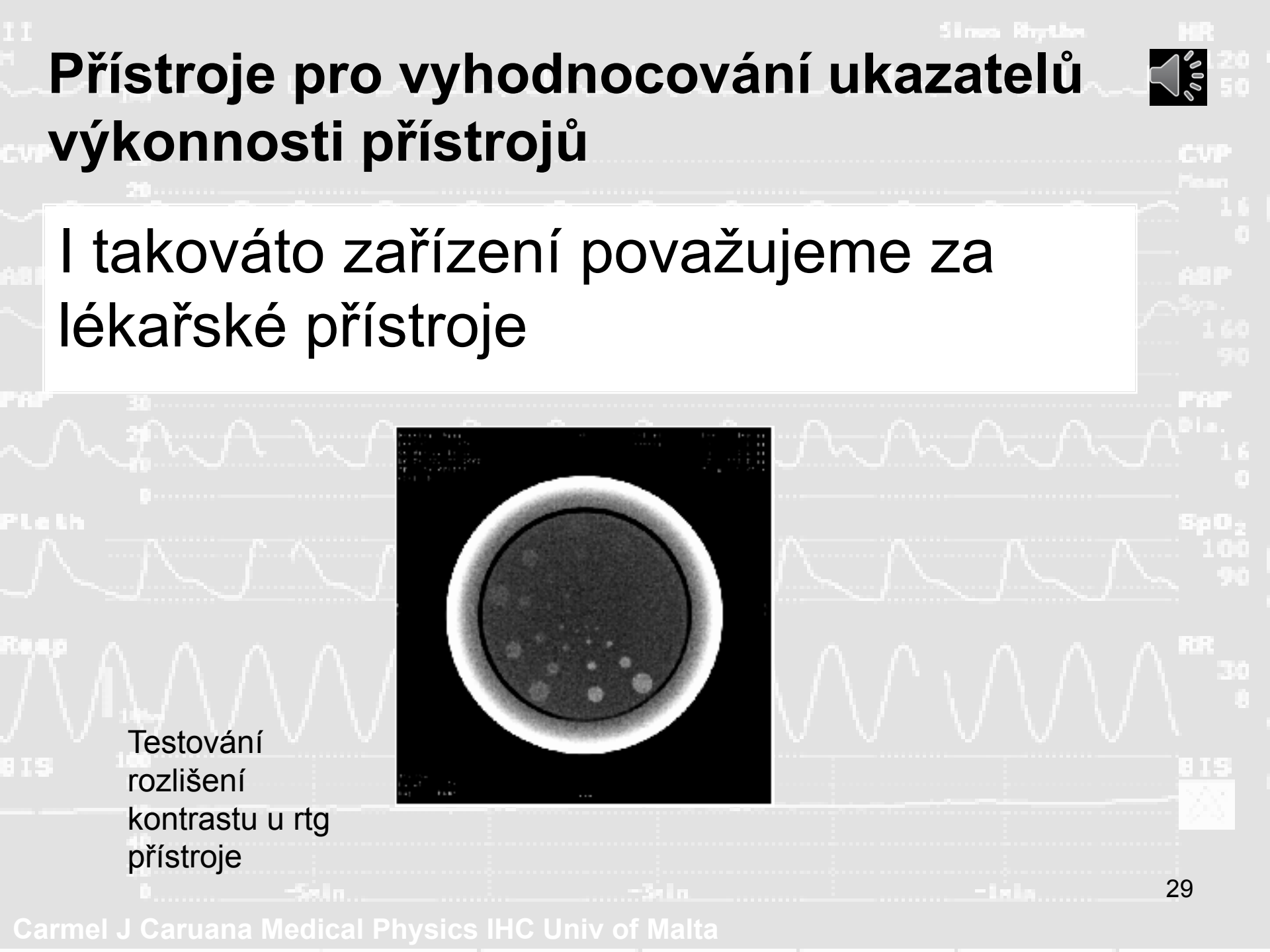
# Přístroje pro vyhodnocování ukazatelů výkonnosti přístrojů



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

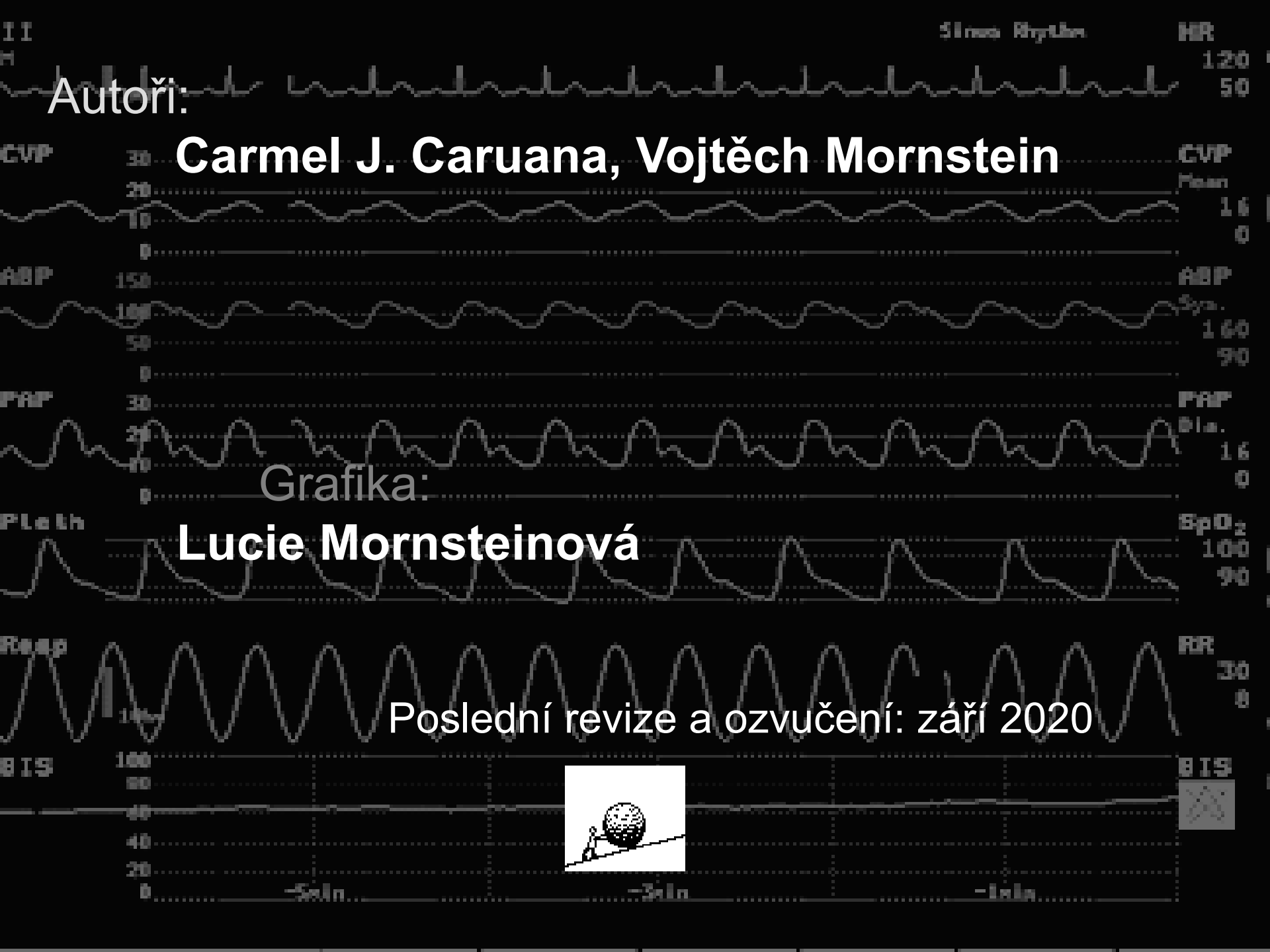


- Specifikovat diagnostické, terapeutické aj. přínosy používání daného přístroje
- Vysvětlit fyzikální principy, které jsou základem činnosti přístroje
- Popsat hlavní části komerčně dostupných přístrojů, včetně uživatelského nastavení a ovládání
- Identifikovat možná zdravotní rizika (např. mechanická, 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

- 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 a ozvučení: září 2020

