

## A vérnyomás értelmezése és mérése

Csordás Péter

[csordas@mit.bme.hu](mailto:csordas@mit.bme.hu)

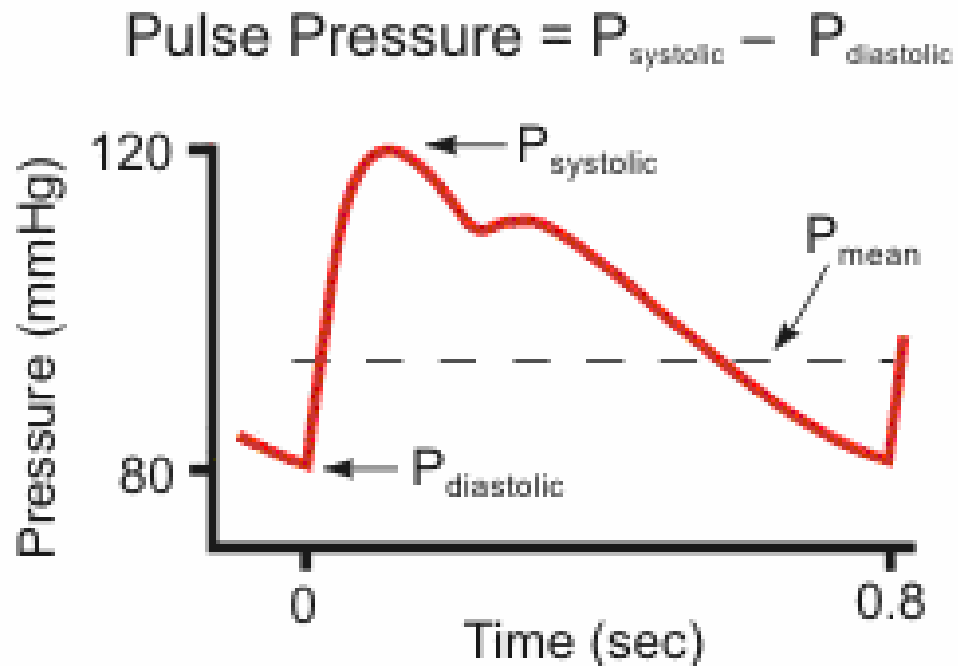
Jegyzet: (15. fejezet)

<http://home.mit.bme.hu/~jobbagy/obmtseged2.pdf>

- Definíció – mit mérünk, minek?
- A vérnyomás változékonysága
- Mérési módszerek
- Mérnöki feladatok
- Érállapot jellemzése

## Definíció

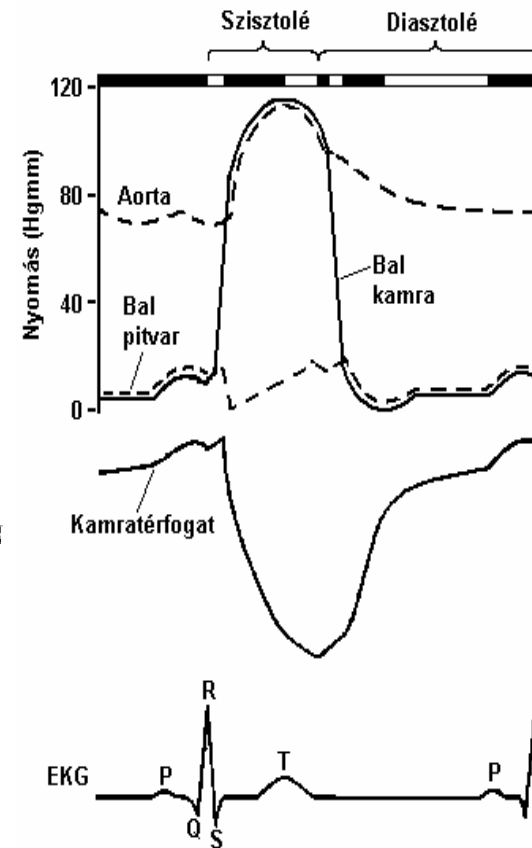
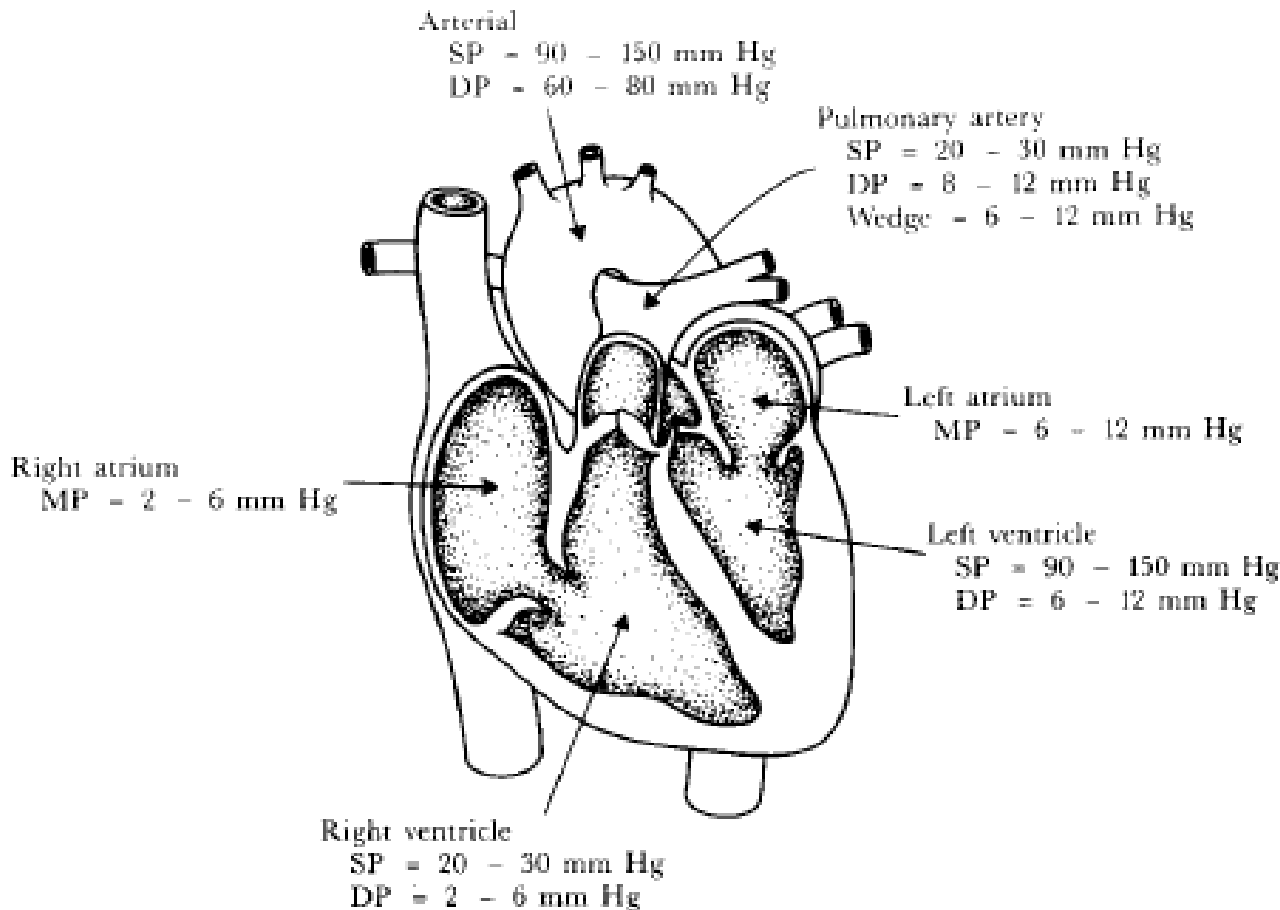
- Szívmagasságban mért, statikus túlnyomás az artériában



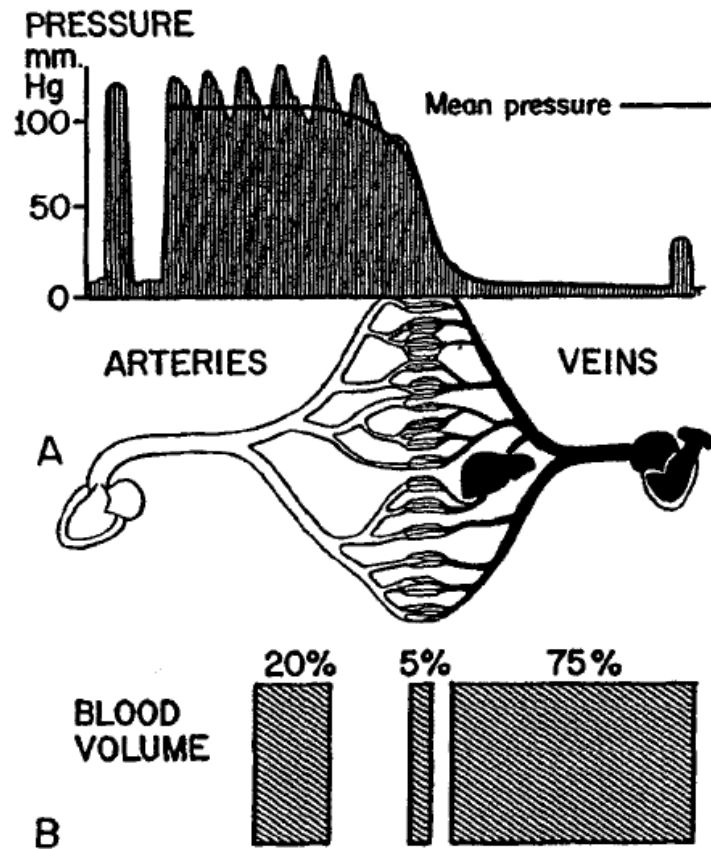
$$P = P_s + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h$$

$$MAP = DIA + \frac{SYS - DIA}{3}$$

# Tipikus nyomás értékek a szív üregeiben



# Vérnyomás az érhálózatban



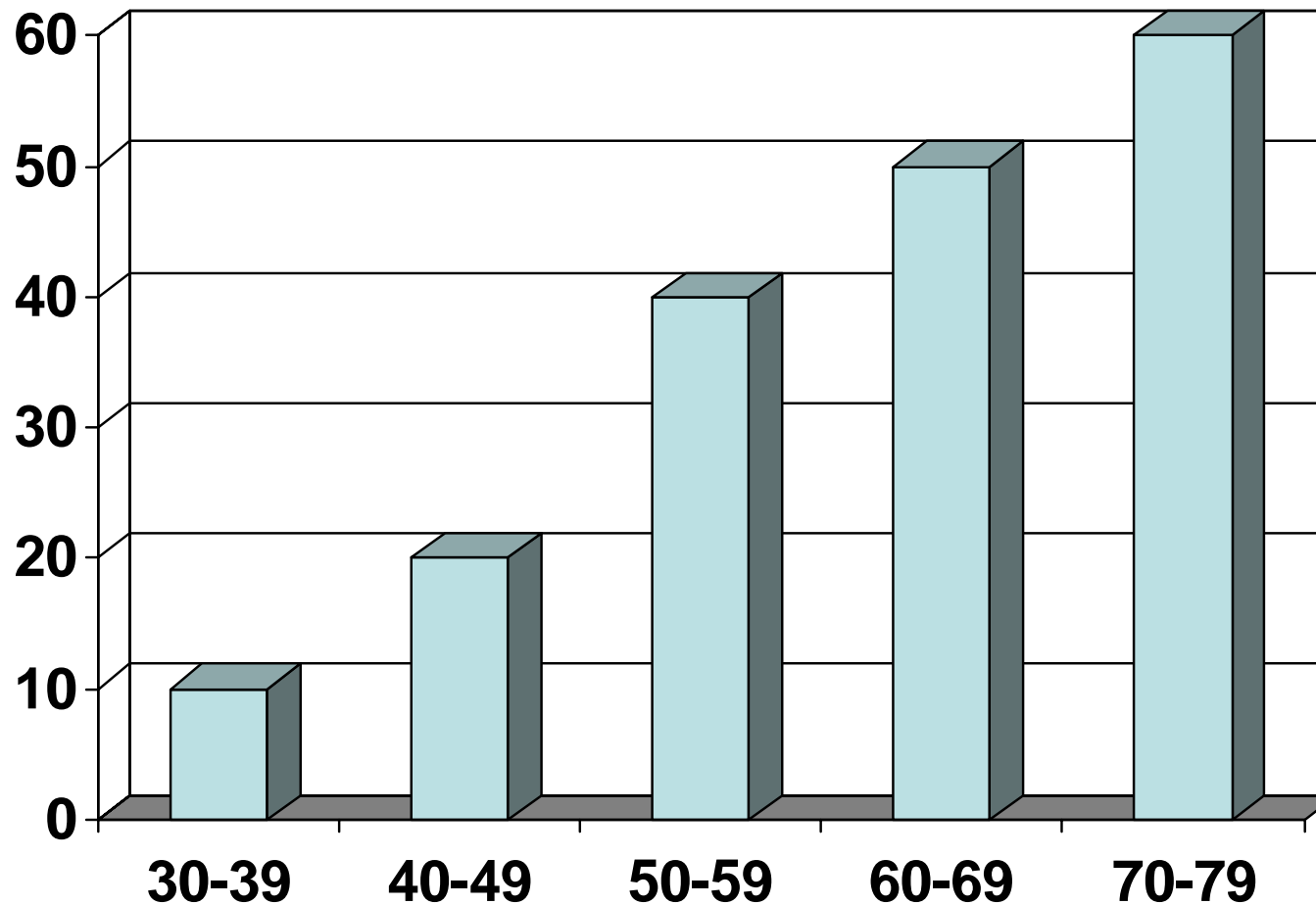
Befolyásoló tényezők:  
verőtér fogat [ml/ütés]  
erek állapota  
és geometriája

## Miért mérjük?

### A magas vérnyomás népbetegség

- Primer hipertónia: a magas vérnyomás eredete ismeretlen, infarktust, stroke-ot és vesekárosodást okozhat
- Szekunder hipertónia: a vérnyomás emelkedés betegség indikátora

## Népbetegség...



## Normális – magas vérnyomás

Az osztályozás nem egyértelmű, változik,  
statisztikákon alapszik

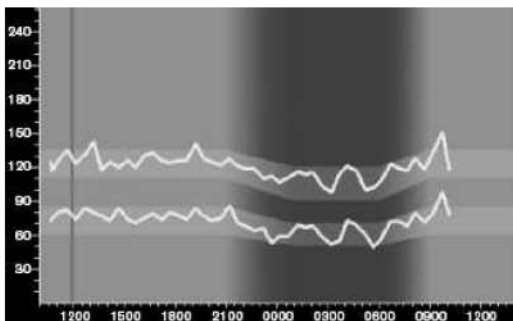
Kategória	<i>SYS</i>		<i>DIA</i>
Normotenzív	<120	és	<80
Prehipertenzív	120-139	vagy	80-89
Hipertenzív (1. stádium)	140-159	vagy	90-99
Hipertenzív (2. stádium)	$\geq 160$	vagy	$\geq 100$

# A vérnyomás változékonysága I.

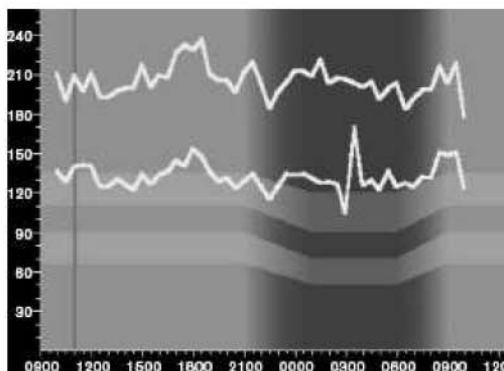
Mit mérünk? *Nyugalmi* vérnyomást

De még ez is változékony!

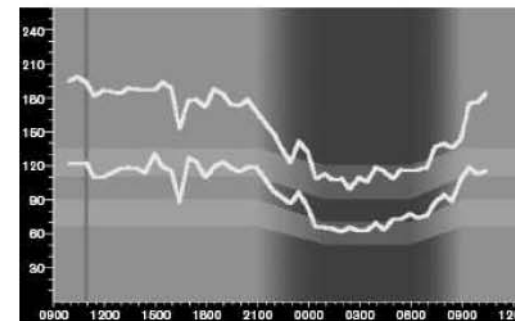
Hosszú távon: circadian ritmus – már próbálják figyelni  
(fehérvérsejt effektus)



Normál



Non-dipper hipertóniás

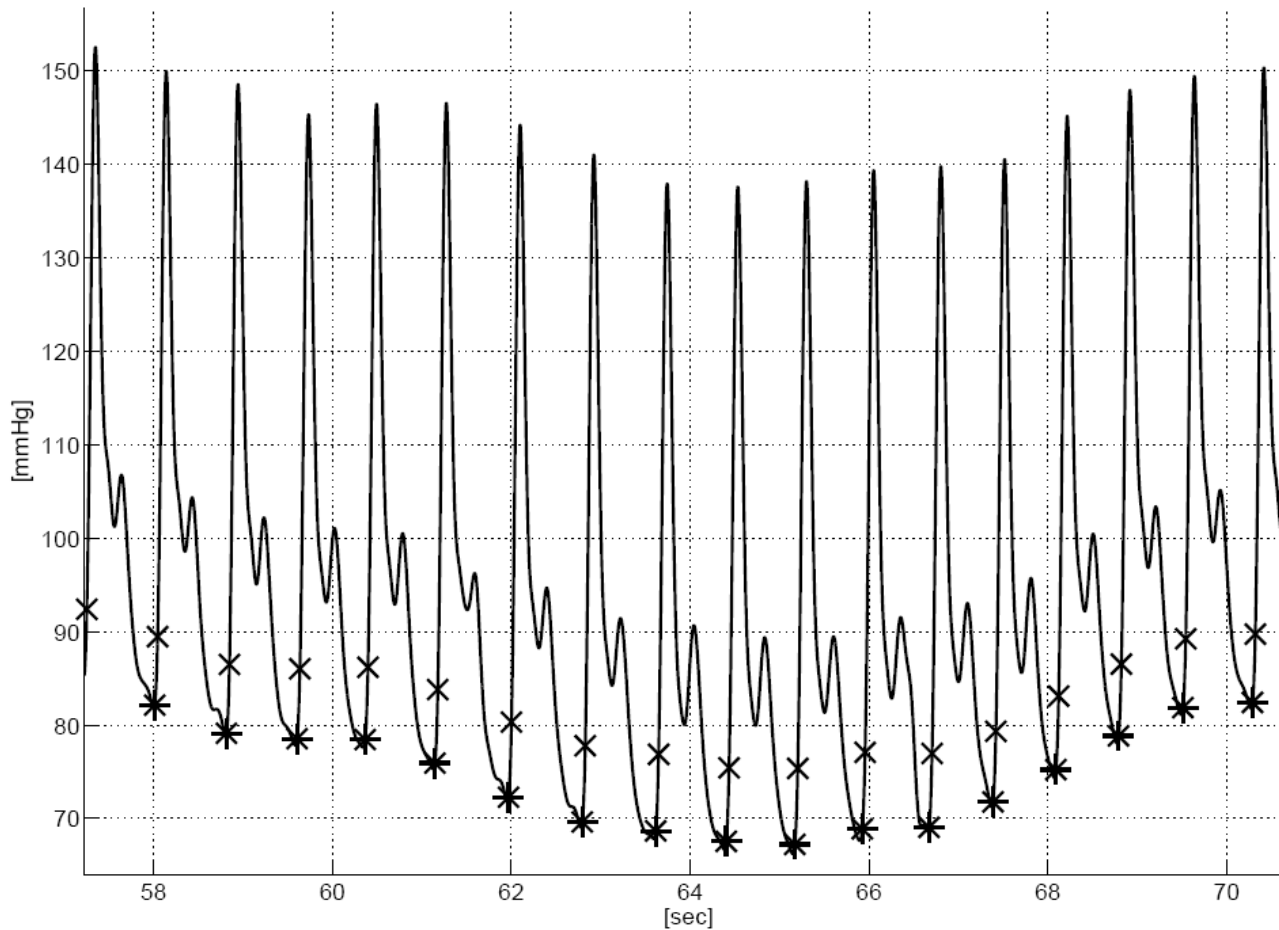


Dipper hipertóniás



## A vérnyomás változékonysága II.

Rövid távú változékonyság  $\leftrightarrow$  “120/80”



## A vérnyomás változékonysága III.

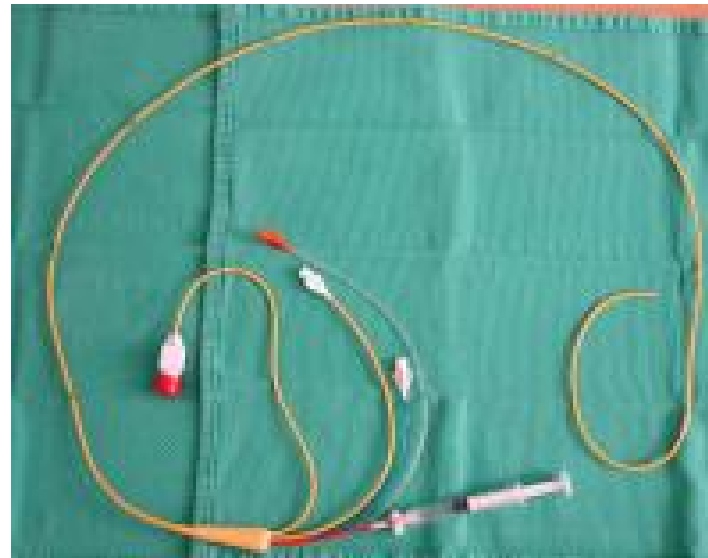
• találka	+ 20/15
• munka	+ 16/13
• utazás	+ 14/9
• gyaloglás	+ 12/6
• öltözködés	+ 11/9
• telefon	+ 10/7
• étkezés	+ 9/10
• TV	+0,3/1,1
• alvás	- 10/7,6

## Mérési módszerek – invazív technikák

Stephen Hales (1733)  
(első humán: Carl Ludwig - 1847)



Invazív szonda, érzékelő  
éren belül/kívül



## Nem invazív technikák – történeti áttekintés

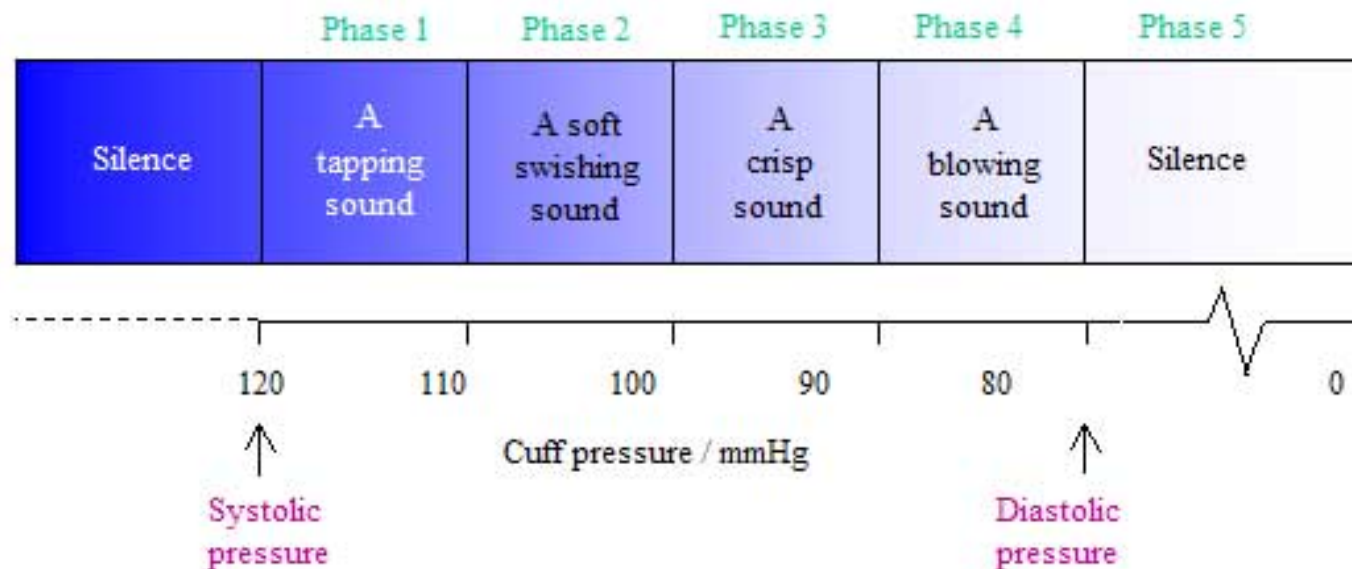
- Karl Vierordt (1855): megfelelő nyomással az artériás pulzálás megszüntethető, felfújható mandzsetta
- Etienne Jules Marey (1860): oszcillometriás hullámok
- Scipione Riva-Rocci (1896): higanyos sphygmomanometer csak szisztolé mérése tapintással
- Nikolai Korotkoff (1905): sztetoszkóppal szisztolé és diasztolé meghatározása

## Mérési módszerek – auscultation

Riva-Rocci (1896): mandzsettás elszorítás ötlete

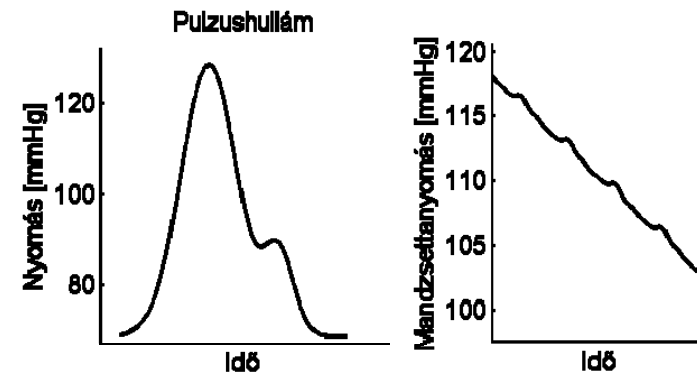
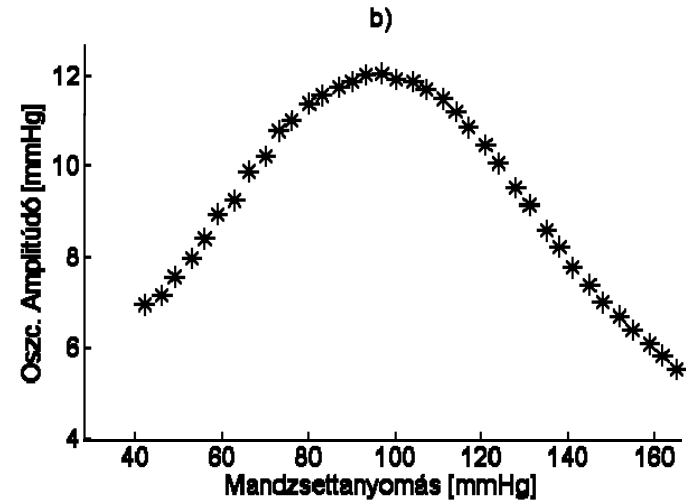
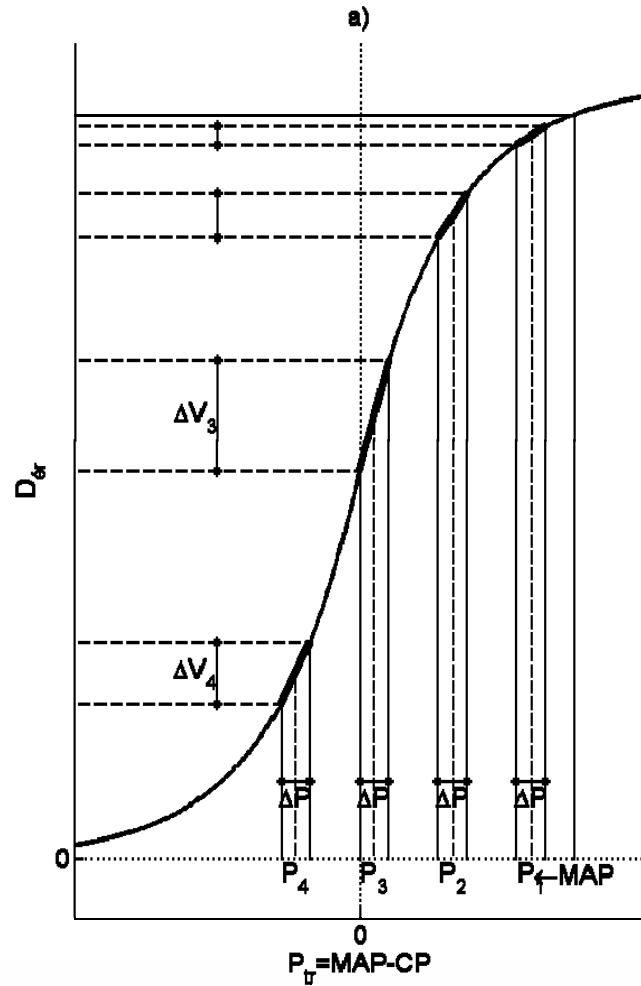
Korotkoff (1905): máig referencia – pedig:

- Beavatkozik a mérendőbe
- Metodikai hibával terhelt
- A hangok detektálása nem objektív

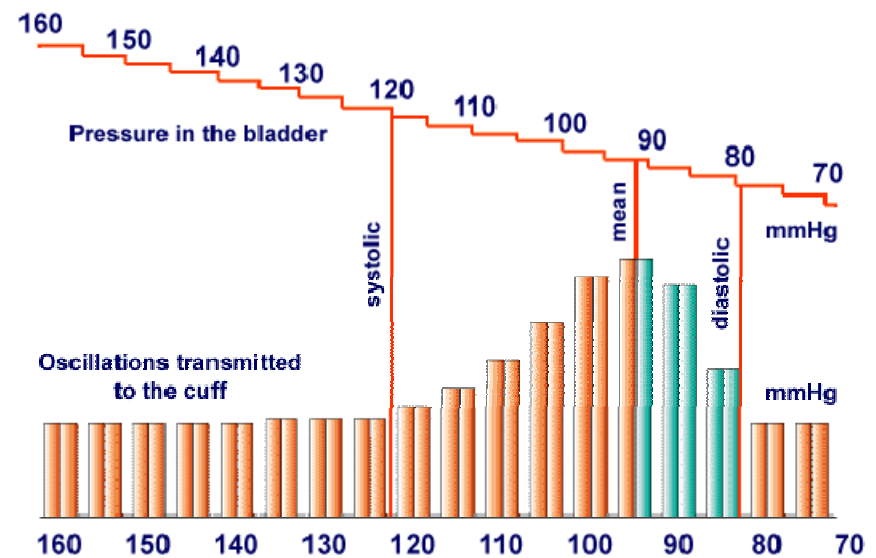
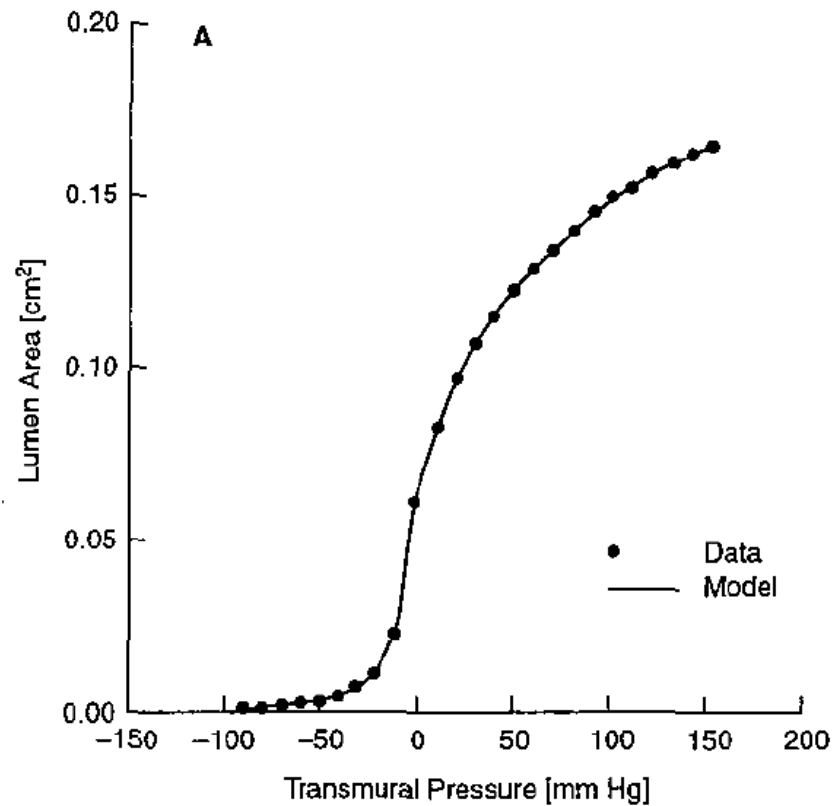


# Mérési módszerek – oscillometria I.

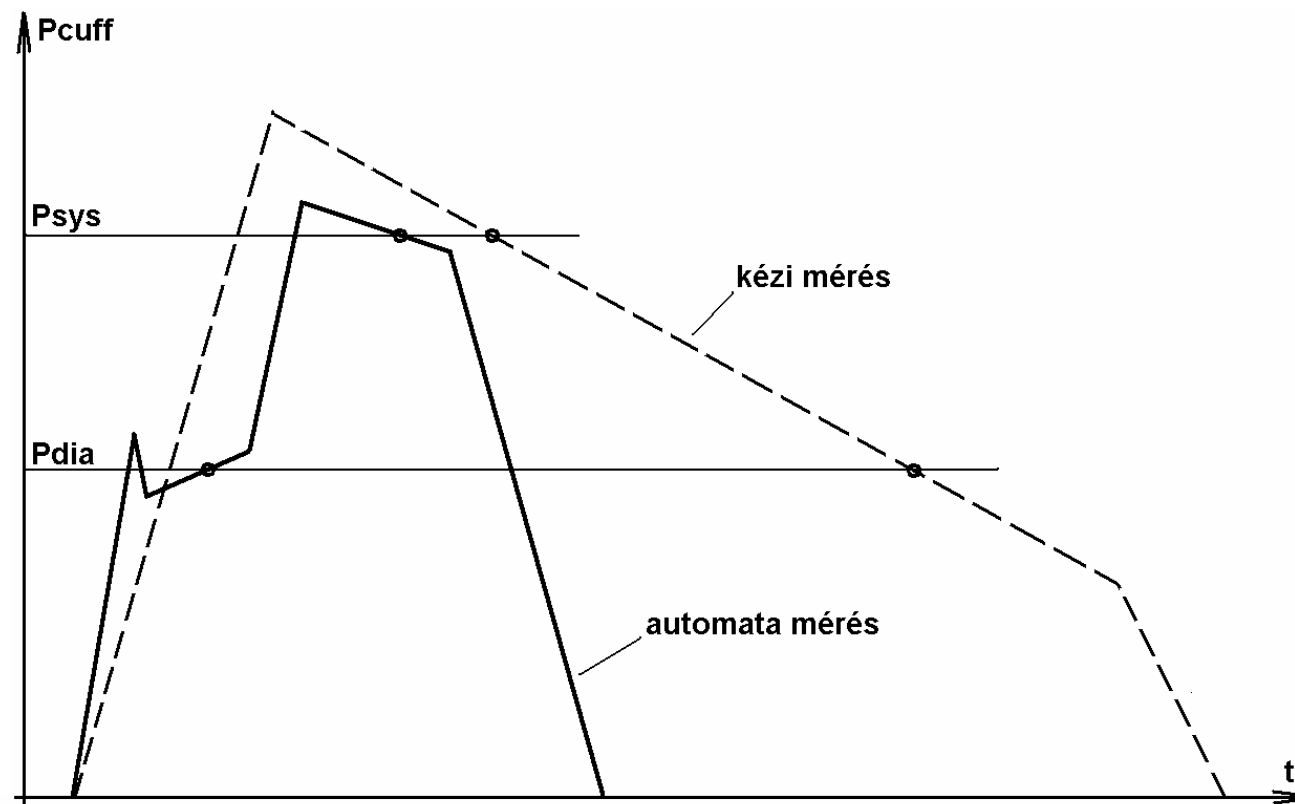
$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$



# Mérési módszerek – oscillometria II.



## Speciális nyomásprofil a metodikai hiba csökkentésére



# Mérési módszerek – Tonometria

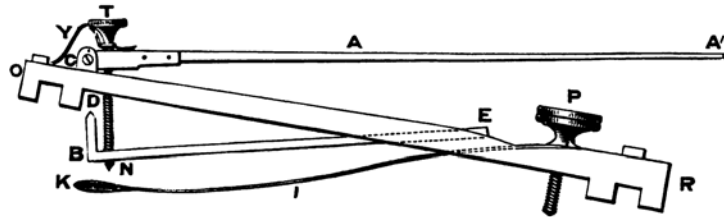


Figure 4.  
The interior of the Marey sphygmograph. From J. Burdon-Sanderson, *Handbook of the sphygmograph*  
London, Robert Hardwicke, 1865, frontispiece.

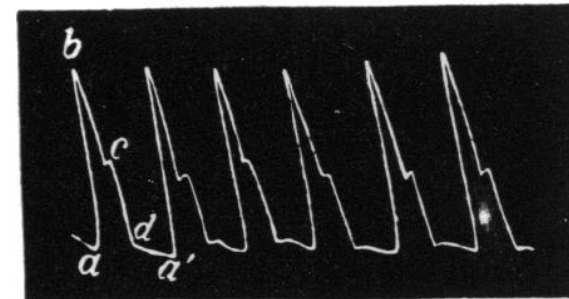
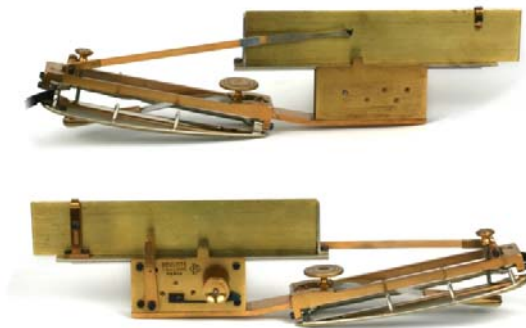


FIG. 11.—Pressure,  $2\frac{1}{2}$  oz.



Cél: nyomás „kitapintása”, vagy a transzmurális nyomás nullán tartása



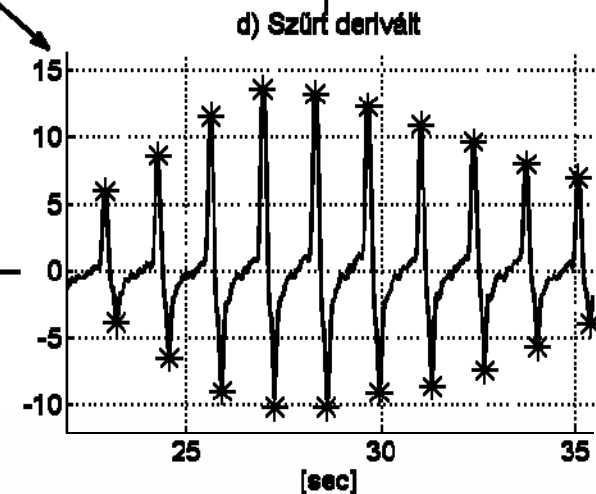
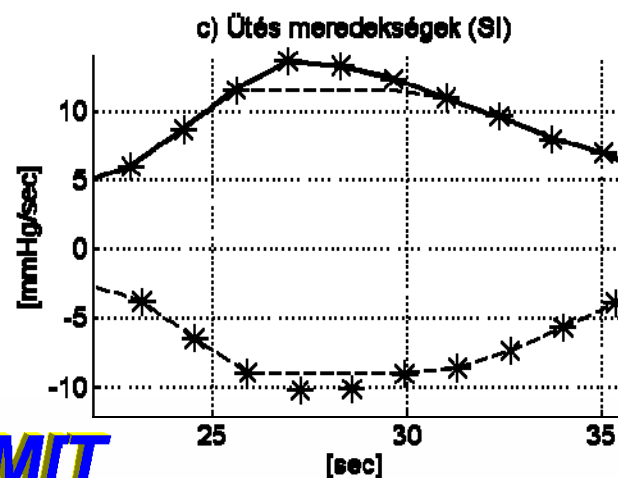
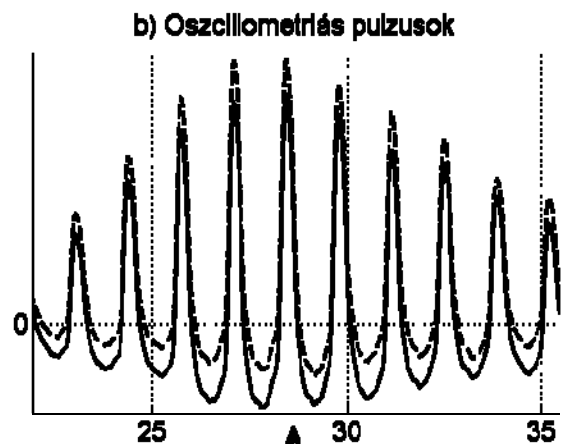
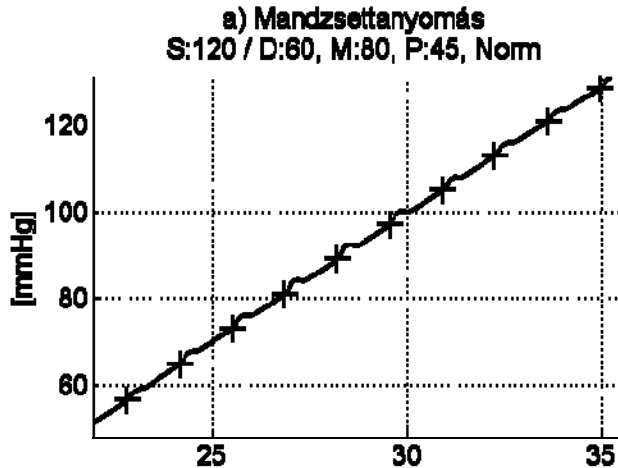
## A mérnök feladatai

- Algoritmus fejlesztés, implementálás, validálás
- Élettanra támaszkodva modell alkotás, új módszerek kidolgozása, ezek elfogadtatása

# Felvételek készítése



# Oszcillometriás algoritmus – Szegmentálás



# Validálás

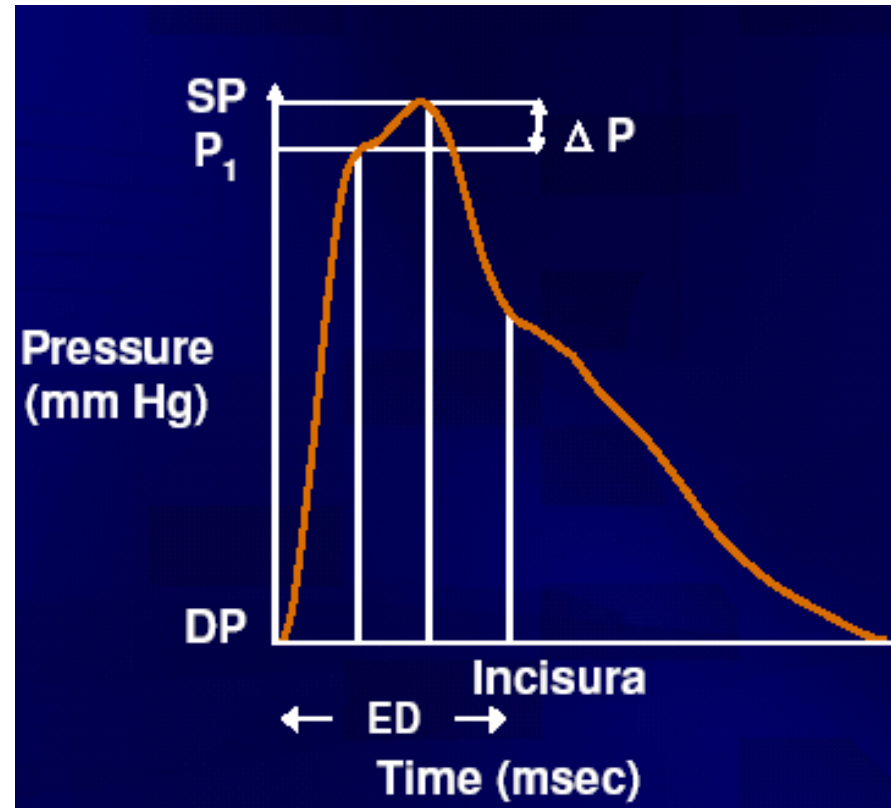
Fokozat	Abszolút hiba határa		
	$\leq 5$	$\leq 10$	$\leq 15$
A	60%	85%	95%
B	50%	75%	90%
C	40%	65%	85%
D	C-nél rosszabb		

Minden esetben „meg kell győzni” az orvost – nem a vérnyomás az érdekes, hanem a helyes diagnózis, kezelés

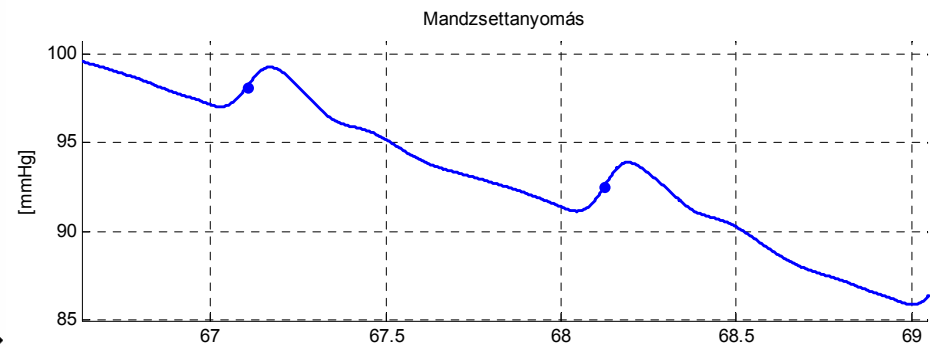
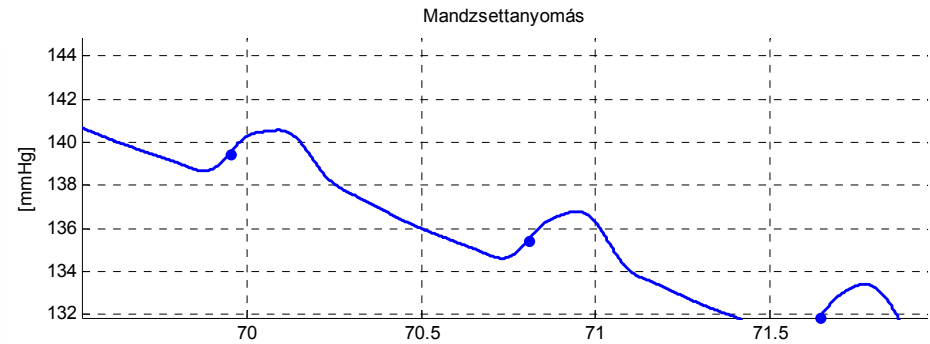
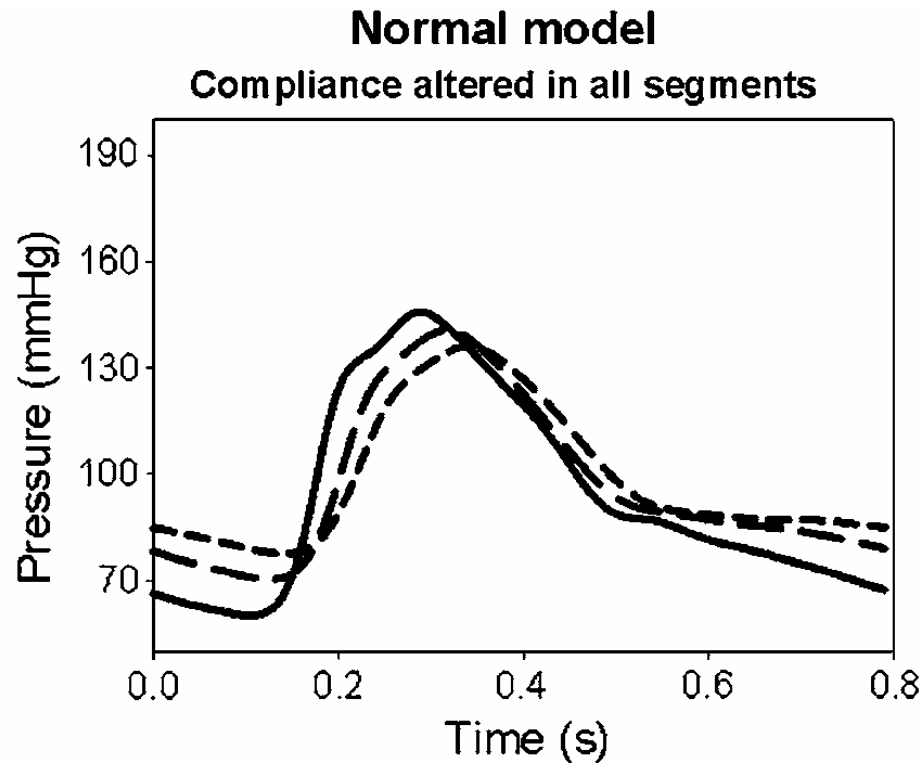
Néhány feladat:

- Nyugalomban van –e a páciens? A mért érték jellemző is?
- Mennyire pontos a mérés? Mennyire változékony a vérnyomás?
- Mérjük a mandzsetta felfújása alatt
- Adjunk jellemzést az erek állapotára...

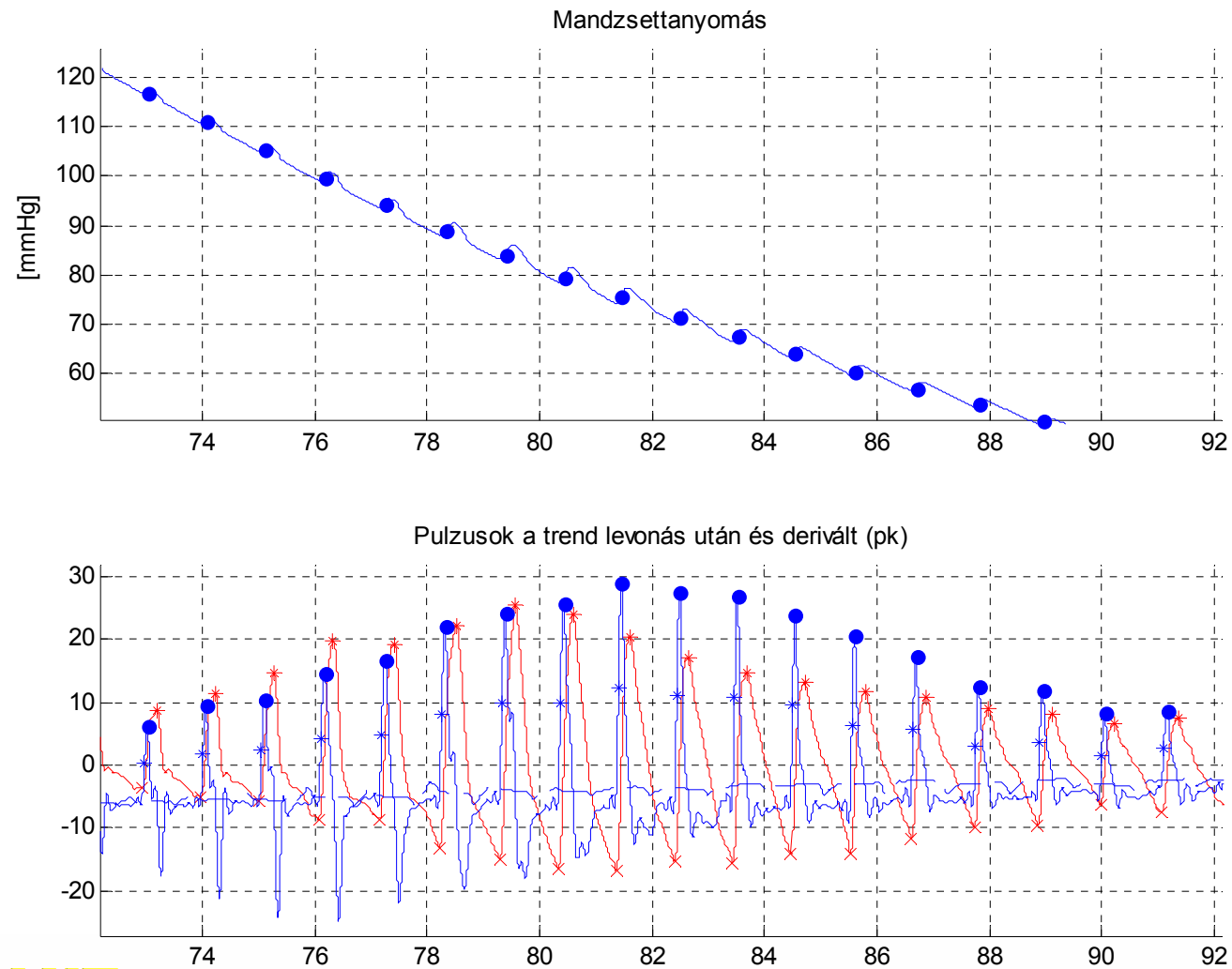
## Az augmentációs index



# Érállapot jellemzése



# Valós oszcillometriás mérés



## Ellenőrző kérdések I.

- Rajzolja fel egy véres vérnyomásmérőnél használt katéter átvitelének frekvenciafüggését jellegre helyesen. Hogyan változik ez meg, ha a katéterbe buborék kerül?
- A véredényrendszer egy pontján mérhető nyomásnak milyen összetevői vannak?
- Milyen előnyei és hátrányai vannak a véres vérnyomásmérésnek? (b2b, pontosság, ár...)
- Ismertesse a közvetett vérnyomásmérés elvét.
- Mi a Korotkov hangok eredete?

## Ellenőrző kérdések II.

- Milyen nyomásprogramokat ismer közvetett vérnyomásméréshez?
- Ismertesse az oszcillometriás vérnyomásmérés elvét.
- Mit nevezünk metodikai hibának indirekt vérnyomásmérésnél?
- Rajzoljon fel egy tipikus artériás nyomásgörbét. Adja meg, hogyan számítható az artériás középnyomás.
- (A fonokardiogramm felvételéhez szükséges ismerni a szív-mellkas rész átvitelét. Milyen jellegű ez? - LP)
- (Milyen frekvencia tartományra terjednek ki a szívhangok? 0.1-2000 Hz)