

# KREVNÍ TLAK

- **Krevní tlak – tlak krve na stěnu cévy**

(laterální tlak krevního sloupce na tepennou stěnu)

- Systolický Tk, diastolický Tk, střední tlak, pulzový tlak

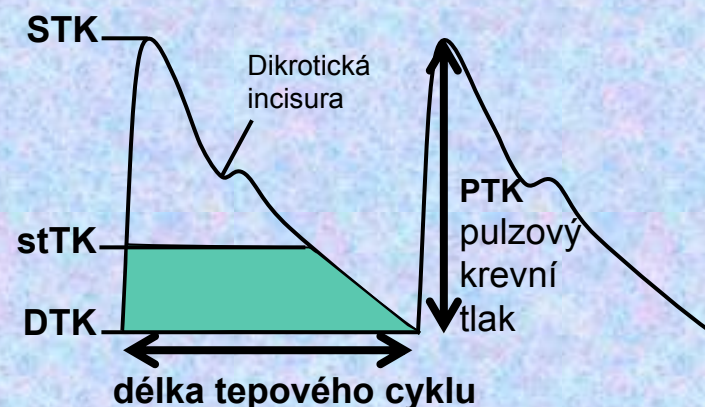
- TK je určen náplní krevního řečiště, která je závislá na srdečním výdeji a periferním odporu

Srdeční výdej

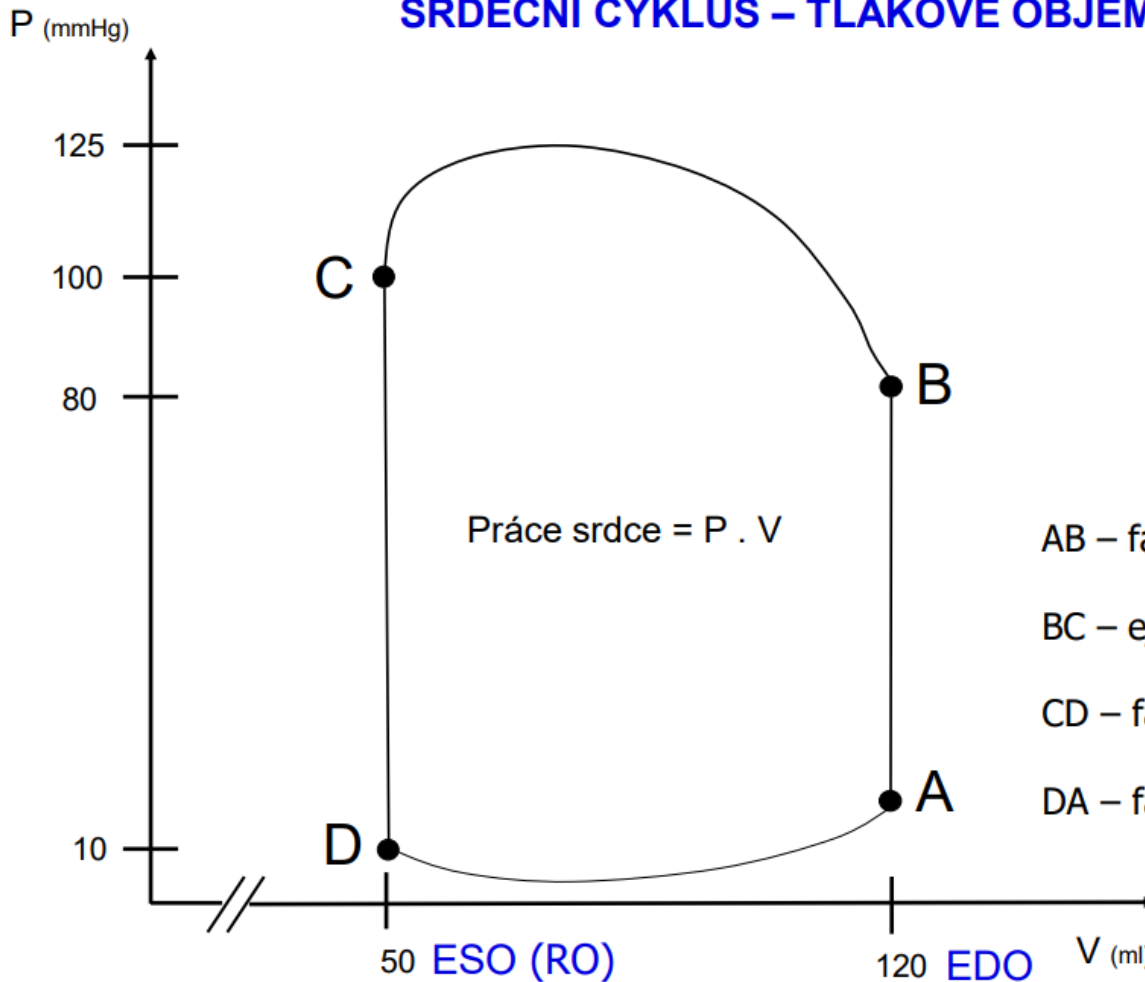
= systolický objem x tepová frekvence

# Křivka arteriálního krevního tlaku v průběhu tepového cyklu

- **Krevní tlak (TK): tlak krve na stěnu cévy**  
(arteriální TK: část energie systoly přeměněná na boční tlak působící na cévní stěnu)
- **Střední TK** : průměrná hodnota krevního tlaku v průběhu jednoho tepového cyklu (integrál tlakové křivky; **plocha nad stTK = plocha pod stTK** – viz křivka)  
(stTK je dopočítávaná veličina, nejedná se o aritmetický průměr hodnot systolického (STK) a diastolického (DTK) tlaku, protože čas trvání systoly a diastoly v průběhu srdečního cyklu se liší)  
 $PTK = STK - DTK$ ;  $stTK \approx DTK + 1/3 PTK$
- **Definice:**
  - **STK (systolický TK)**  
nejvyšší krevní tlak v průběhu tepového cyklu
  - **DTK (diastolický TK)**  
nejnižší krevní tlak v průběhu tepového cyklu
  - **Pozor:** hodnoty STK a DTK se liší v jednotlivých částech srdce a cévního systému



## SRDEČNÍ CYKLUS – TLAKOVĚ OBJEMOVÝ DIAGRAM (P/V smyčka)



LAPLACEův zákon:

$$T = P \cdot R / 2h$$

$$\uparrow P = T \cdot \uparrow 2h / \downarrow r$$

AB – fáze izovolumické kontrakce

BC – ejekční fáze

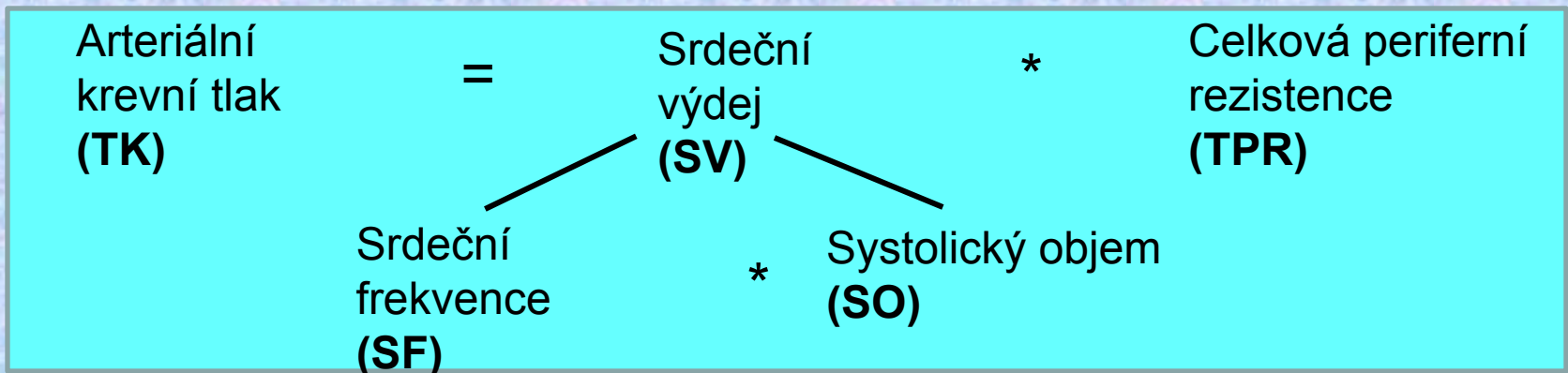
CD – fáze izovolumické relaxace

DA – fáze plnění

# Krevní tlak

Krevní tlak je funkcí srdečního výdeje a periferního odporu

- STK je závislý především na SV
- DTK je závislý především na TPR





# Klasifikace hodnot Tk

kategorie	Systolický tlak	Diastolický tlak
	(mmHg)	(mmHg)
optimální	< 120	< 80
normální	120 – 129	80 – 84
vysoký normální tlak	130 – 139	85 – 89
hypertenze 1. stupně	140 – 159	90 – 99
hypertenze 2. stupně	160 – 179	100 – 109
hypertenze 3. stupně	≥ 180	≥ 110
izolovaná systolická	≥ 140	< 90

Dle doporučení Evropské kardiologické společnosti 2013

## Klasifikace hodnot Tk dle „office BP“

kategorie	Systolický tlak (mmHg)	Diastolický tlak (mmHg)
optimální	< 120	< 80
normální	120 – 129	80 – 84
vysoký normální tlak	130 – 139	85 – 89
hypertenze 1. stupně	140 – 159	90 – 99
hypertenze 2. stupně	160 – 179	100 – 109
hypertenze 3. stupně	≥ 180	≥ 110
izolovaná systolická	≥ 140	< 90

Dle doporučení Evropské kardiologické společnosti /EHS 2018

# 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension

The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH)

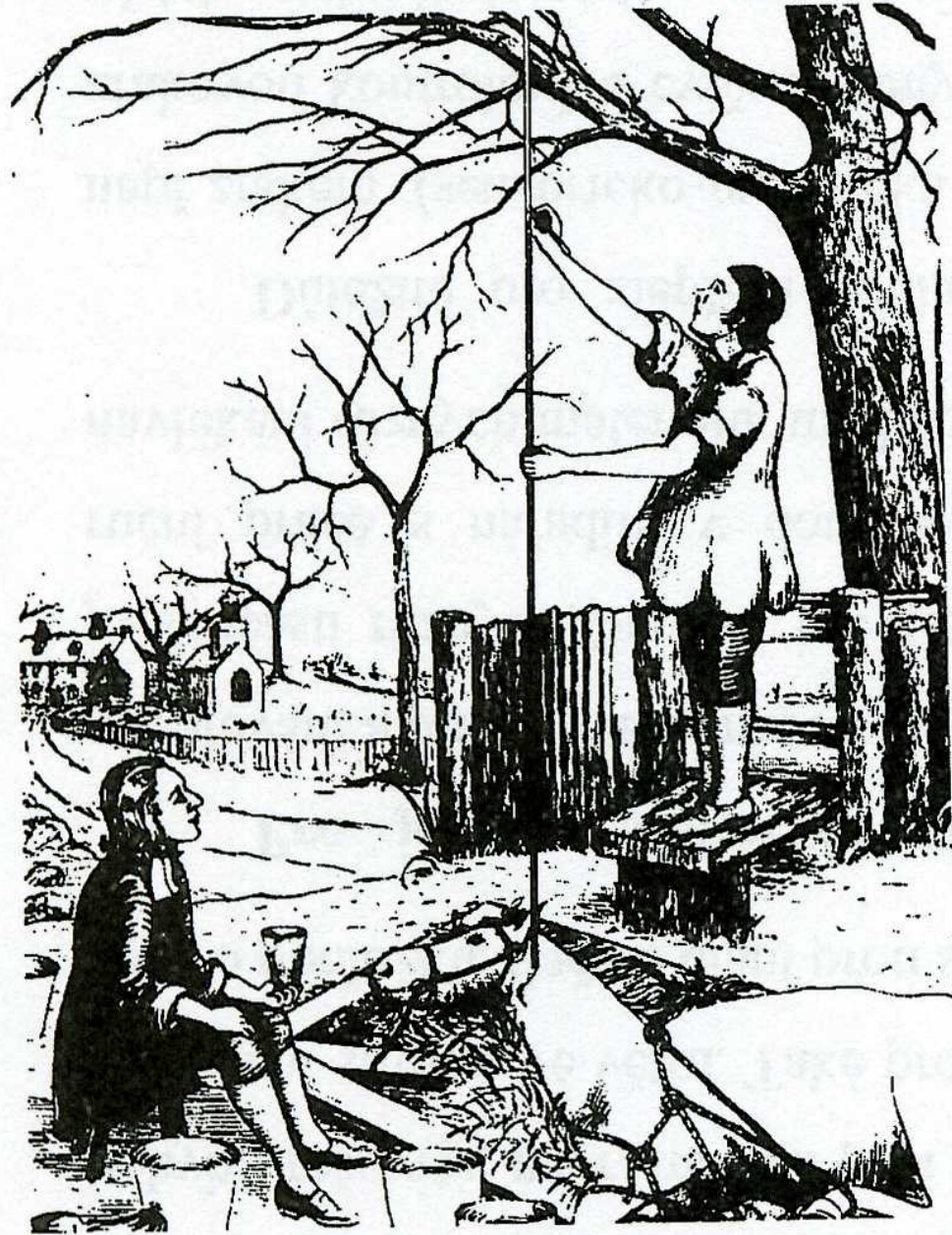
Authors/Task Force Members: **Bryan Williams\*** (ESC Chairperson) (UK), **Giuseppe Mancia\*** (ESH Chairperson) (Italy), Wilko Spiering (The Netherlands), Enrico Agabiti Rosei (Italy), Michel Azizi (France), Michel Burnier (Switzerland), Denis L. Clement (Belgium), Antonio Coca (Spain), Giovanni de Simone (Italy), Anna Dominiczak (UK), Thomas Kahan (Sweden), Felix Mahfoud (Germany), Josep Redon (Spain), Luis Ruilope (Spain), Alberto Zanchetti<sup>†</sup> (Italy), Mary Kerins (Ireland), Sverre E. Kjeldsen (Norway), Reinhold Kreutz (Germany), Stephane Laurent (France), Gregory Y. H. Lip (UK), Richard McManus (UK), Krzysztof Narkiewicz (Poland), Frank Ruschitzka (Switzerland), Roland E. Schmieder (Germany), Evgeny Shlyakhto (Russia), Costas Tsioufis (Greece), Victor Aboyans (France), and Ileana Desormais (France)

**European Heart Journal (2018) 39, 3021–3104**



# Měření krevního tlaku

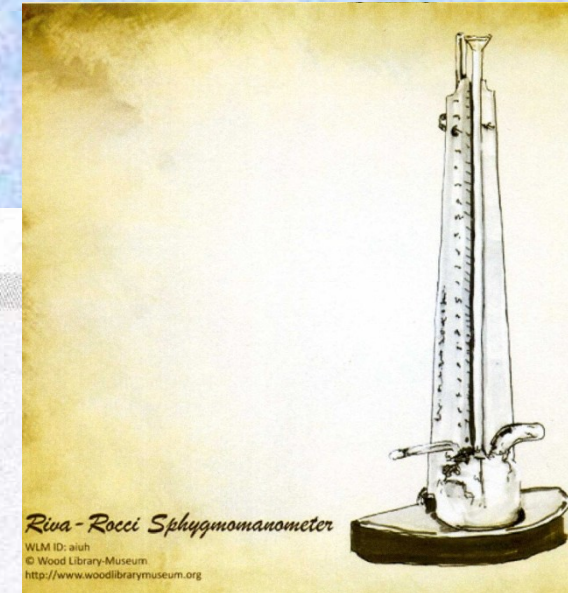
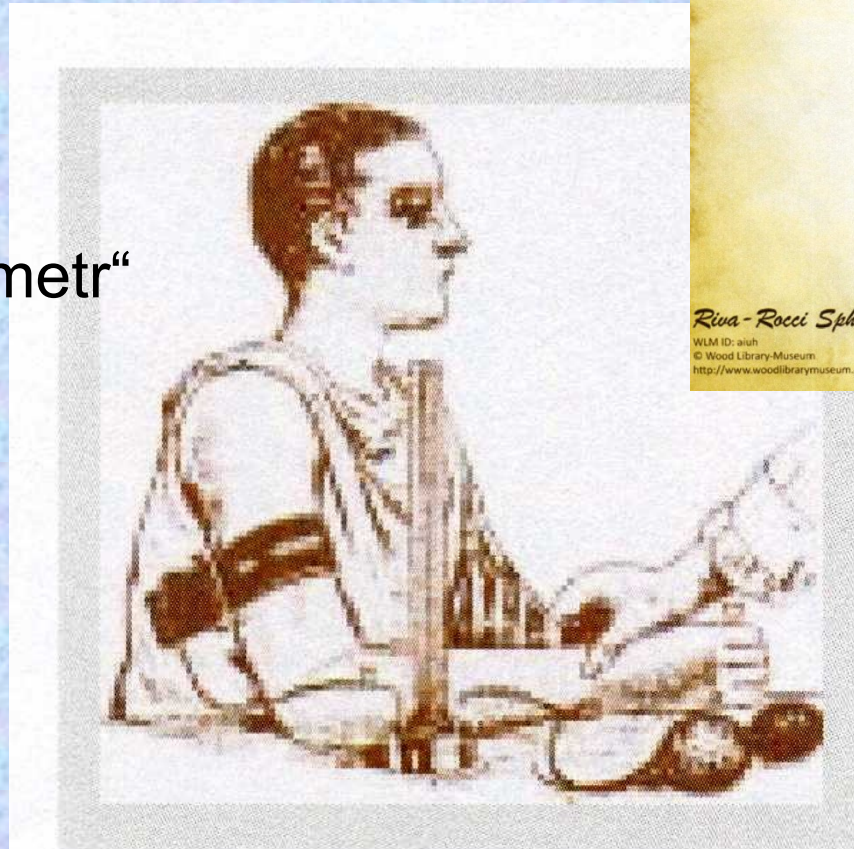
- **Přímé - invazivní měření**
  - 1733 Stephan Hales – u koně
  - součást srdeční katetrizace
- **Nepřímé - neinvazivní měření**
  - **Palpační metoda**
  - **Auskultační metoda Korotkovova**
  - **Oscilometrická metoda**  
(kombinace oscilometrie a auskultace)





# Palpační metody

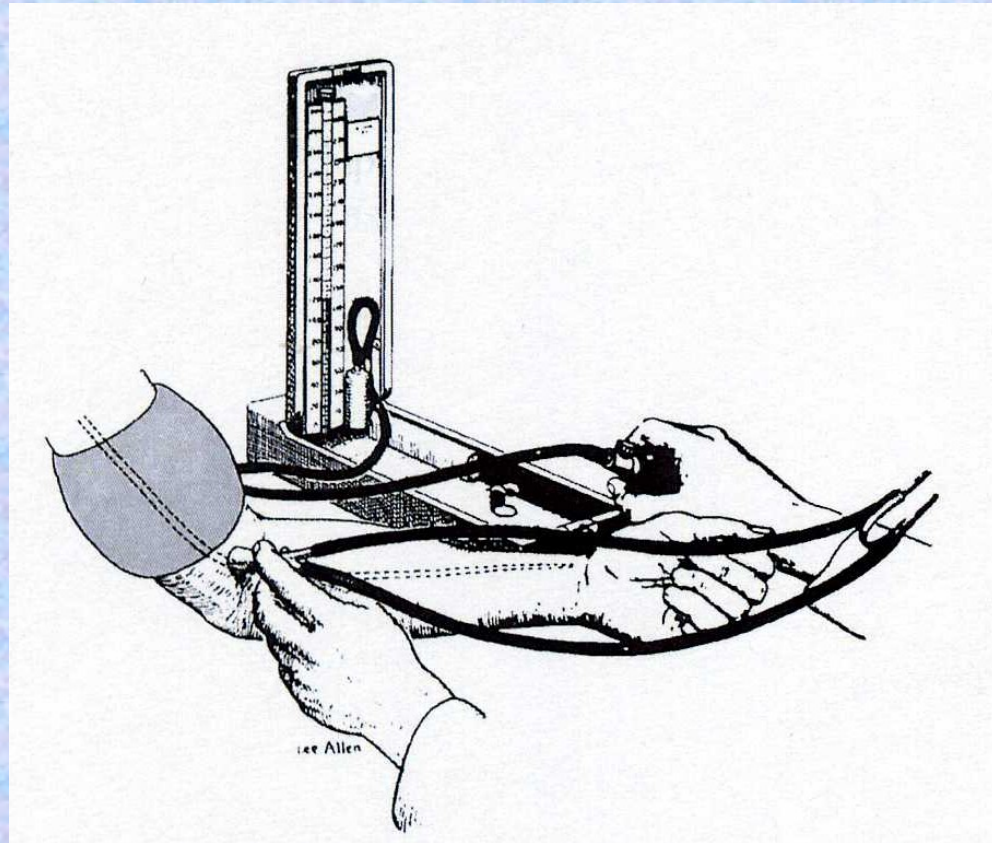
Italský lékař  
Riva Rocci  
„rtuťový sphygmomanometr“  
manžeta na paži  
1896



# Auskultační metoda

Ruský armádní chirurg  
Nikolaj Korotkoff  
1904

„rtuťový sfygmomanometr“  
manžeta na paži  
stetoskop v oblasti loketní  
jamky





# Oscilometrická metoda měření TK

Založena na stejném principu jako auskultační: **změna laminárního na turbulentní proudění**

Při testování přístrojů bylo opakovaně prokázáno, že **bod maximálních oscilací koresponduje se středním arteriálním tlakem měřeným invazivně**

Oscilace začínají přibližně kolem hodnot systolického tlaku a pokračují i po vypuštění manžety = **jak systolický, tak diastolický tlak je odhadován pouze nepřímo na základě empirických odvozených algoritmů**



# Laminární / turbulentní proudění, Korotkovův fenomén

laminární proudění  $Re < 2000$   
turbulentní proudění  $Re > 3000$

**Reynoldsovo číslo  $Re$ :** pravděpodobnost vzniku turbulentního proudění

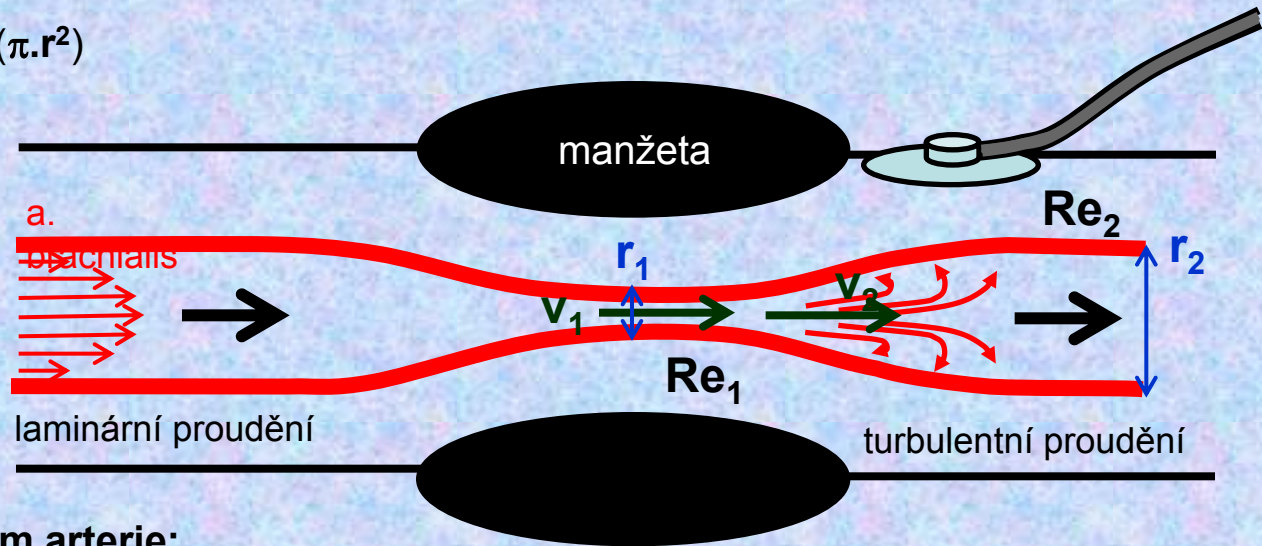
$v$ : rychlost toku krve

$S$ : plocha průřezu cévy ( $\pi \cdot r^2$ )

$\rho$ : hustota kapaliny

$\eta$ : viskozita kapaliny  
(nižší u anémie)

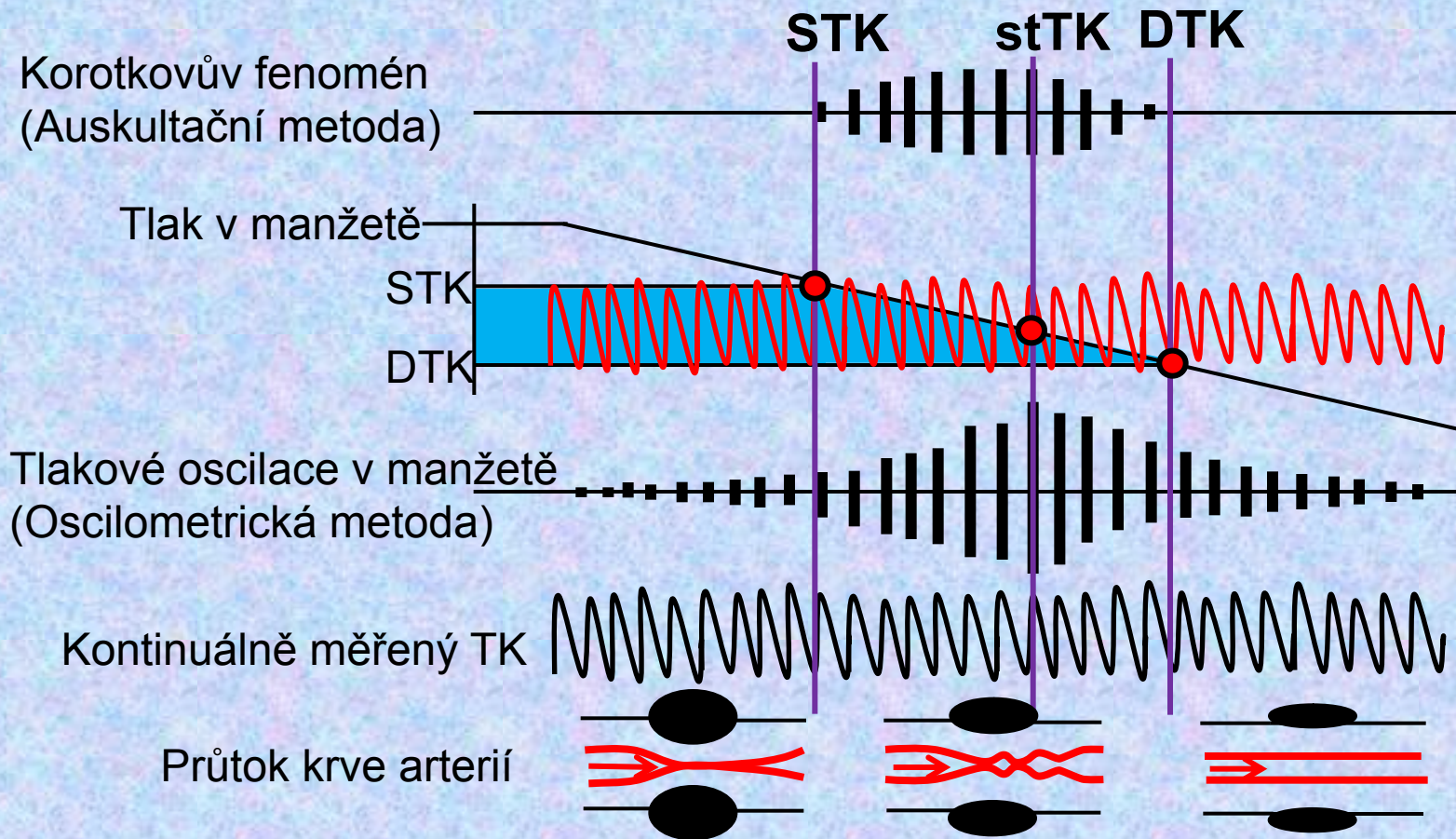
$$Re = \frac{v \cdot S \cdot \rho}{\eta}$$



situace těsně za zúžením arterie:

$$S_1 < S_2 \text{ a } v_1 \approx v_2 \rightarrow Re_1 < Re_2 \rightarrow \text{turbulentní proudění}$$

# Princip měření TK





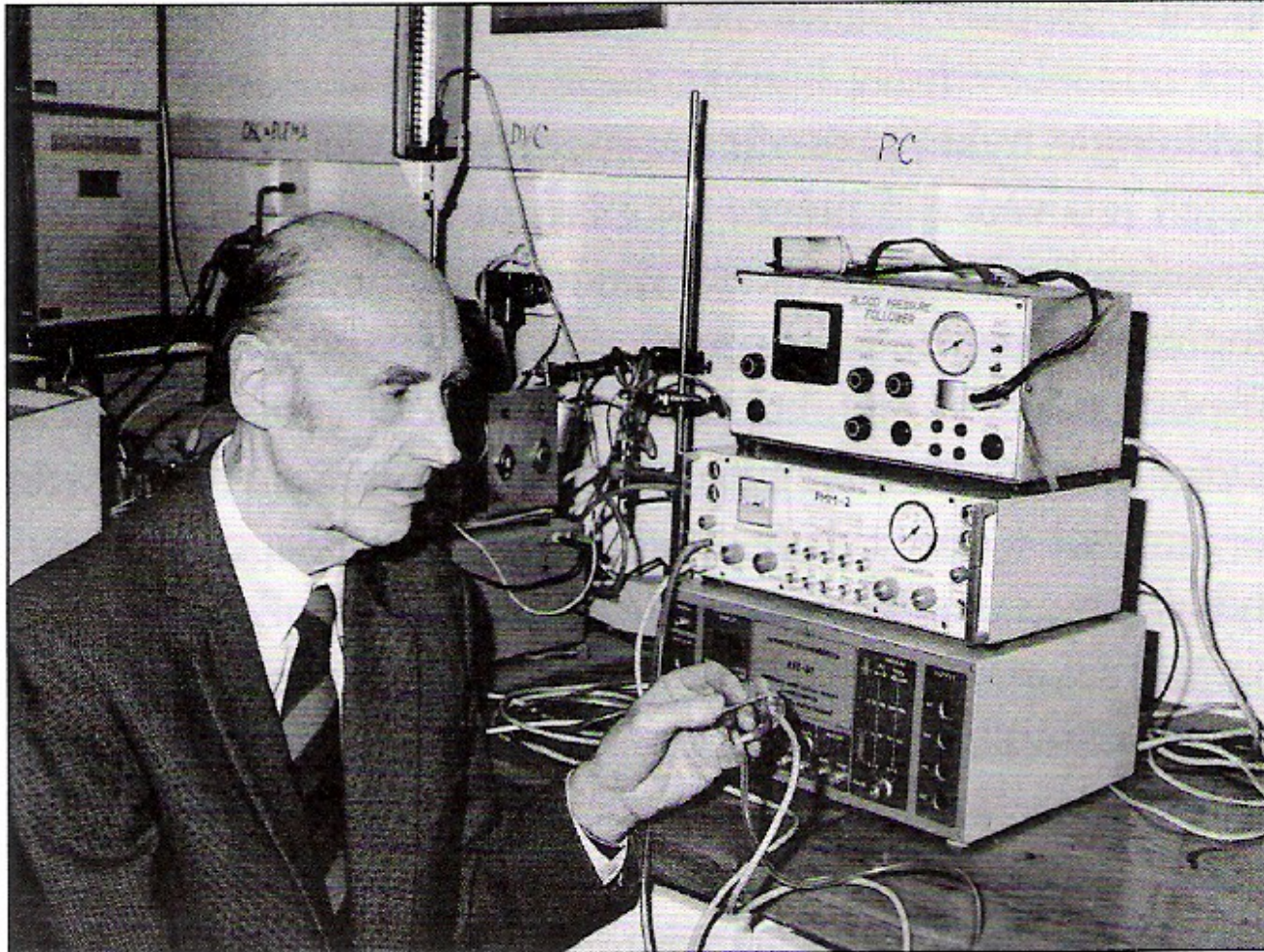
Tab. 7.2 Doporučená šířka manžety tlakoměru u dospělých podle obvodu paže vyšetřovaného

kategorie manžety	obvod končetiny (cm)	šířka × délka gumového vaku (cm)
malá dospělá	22–26	10 × 24
dospělá	27–34	13 × 30
velká dospělá	35–44	16 × 38
stehenní dospělá	45–52	20 × 42



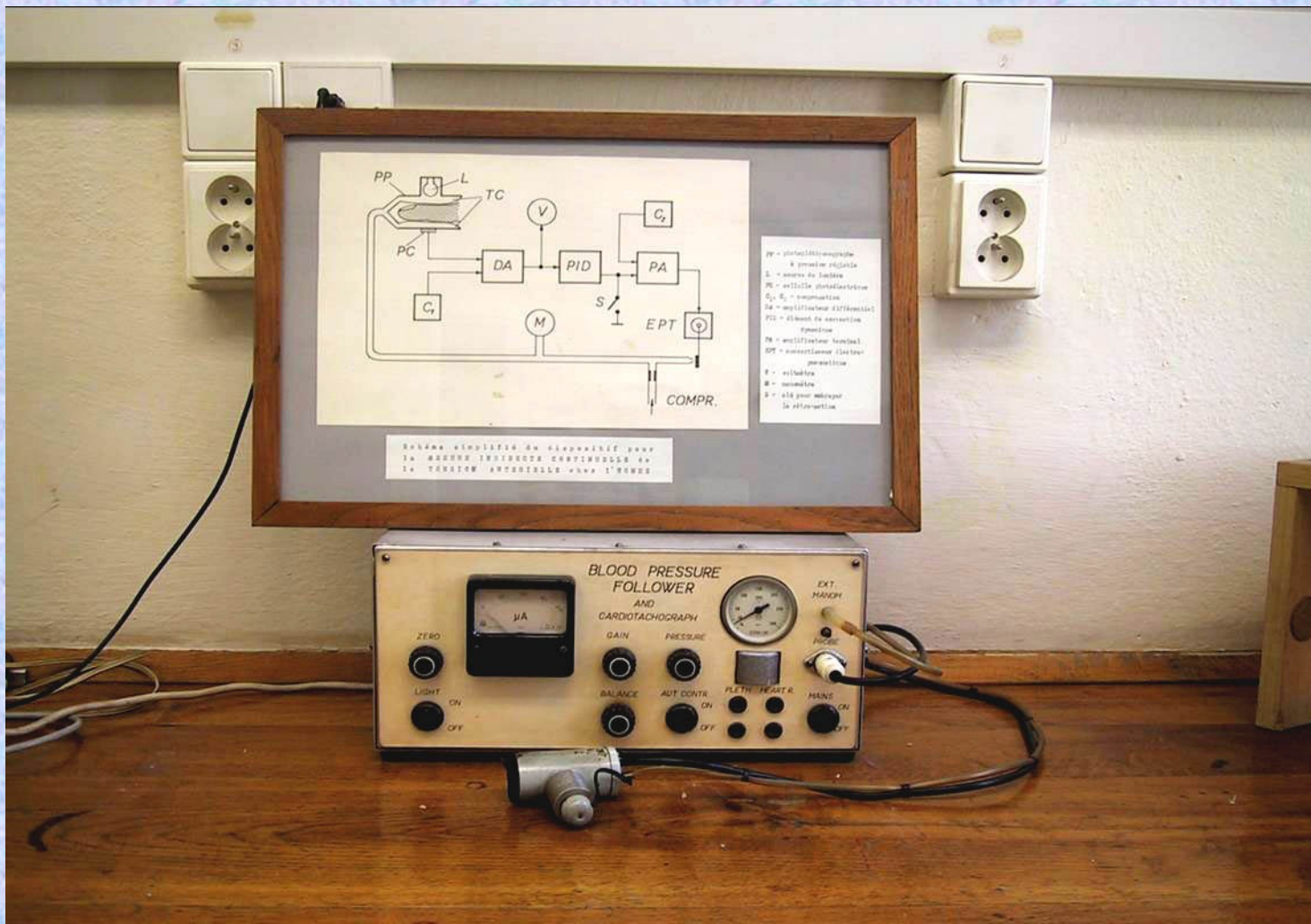
# Kontinuální neinvazivní měření tep po tepu - Peňázova metoda

- Profesor MUDr. Jan Peňáz, CSc.
- Fyziologický ústav LF MU
- Čs. patent z roku 1969





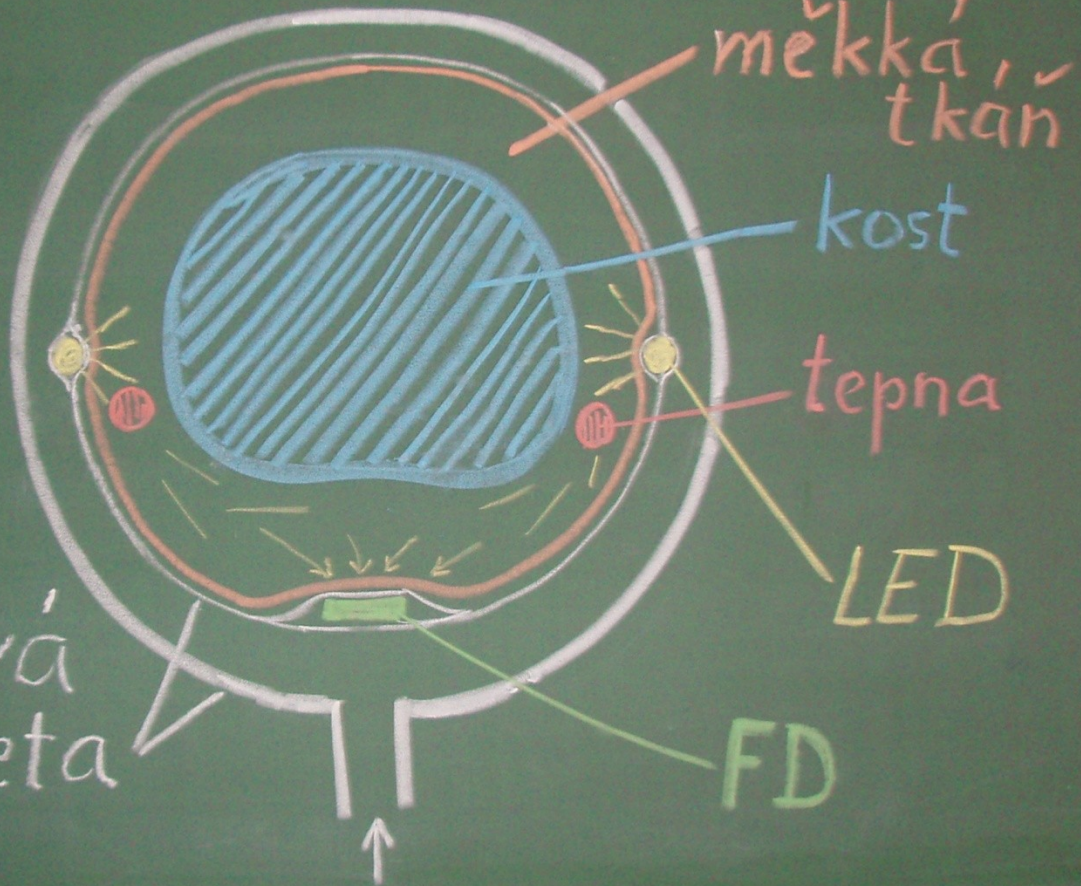
# Kontinuální neinvazivní měření krevního tlaku – metoda patentovaná Peňázem v roce 1969







tlaková  
manžeta





- **Peňázova metoda**
- **Fotopletysmografie** (zaznamenává fotoelektrický pletysmogram)
- (metoda „volume-clamp“, metoda „odlehčené arterie“)
- Je založena na udržení stálého objemu prstových tepen rychlými změnami tlaku ve speciální manžetě vybavené fotoelektrickým pletysmografem pro měření cévního objemu.
- Na základě této skutečnosti potřebujeme, aby tlak v manžetě odpovídal tlaku v digitální tepně

**Transmurální tlak** –  $TKt$  (tlak napříč stěnou arterie)

Jaké tlaky zde hrají roli:

$TK$ =krevní tlak uvnitř prstové arterie,  $TKm$  = tlak v manžetě,  $TKt$  =transmurální tlak

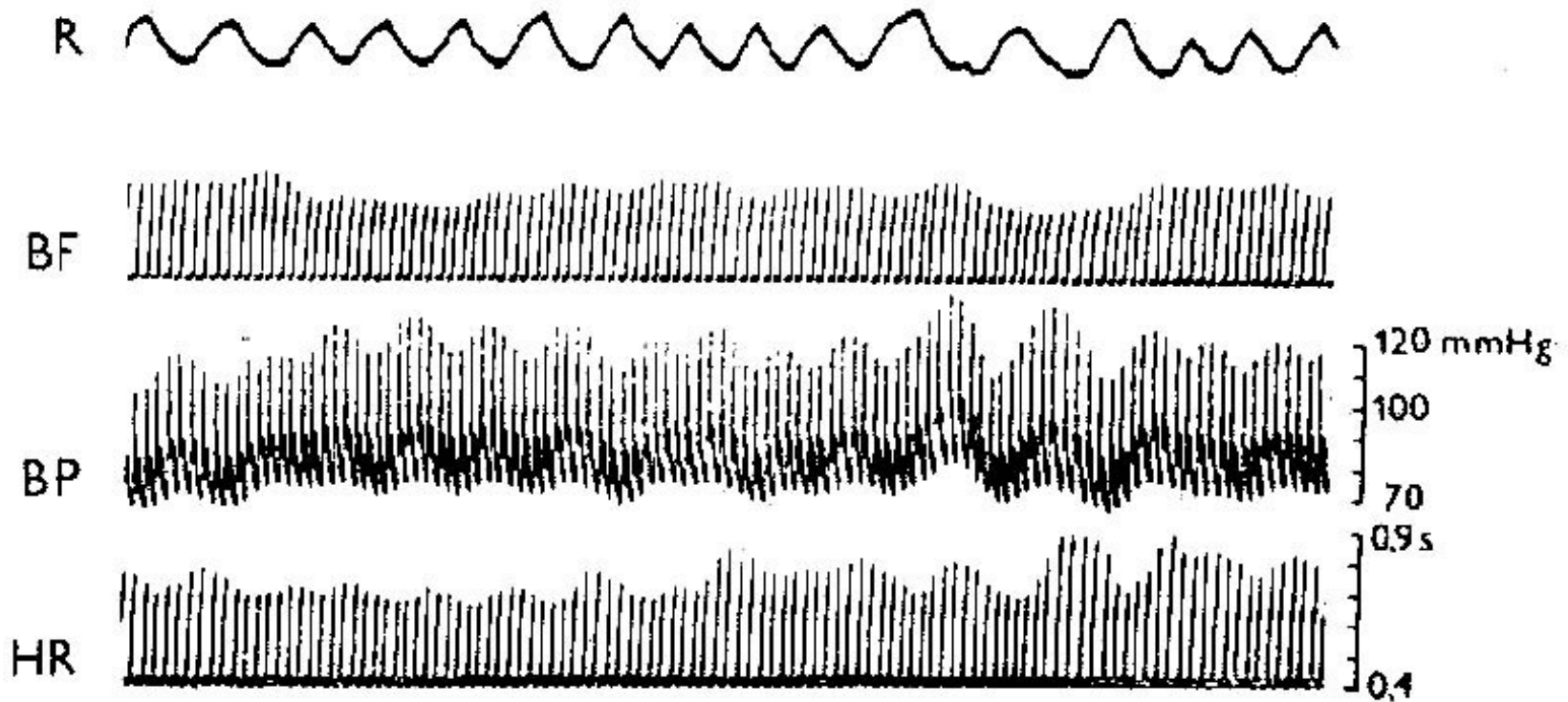
Když systém nastavíme tak, že  **$TK = TKm$  znamená to, že  $TKt = 0$  ...**  
 ....fotopletysmogram zaznamenává nejvyšší amplitudu oscilací

Tato situace přichází na začátku měření, kdy se manžeta postupně skokově nafukuje (1 skok=5 mmHg) a  $TKm$  se zvyšuje. V okamžiku nejvyšší amplitudy oscilací se zapíná zpětnovazebná smyčka - zpětná vazba spuštěna pro získání konstantního objemu prstové arterie. Tato kontrola zpětné vazby je založena na záznamu množství světla z fotobuňky.....patent pana profesora Peňáze

# Peňázův patent

- **Použil signál z fotobuňky k regulaci  
přítlaku zevní manžety tak, aby se  
objem prstu neměnil.**

# Záznam dýchání a vln v oběhových parametrech (Peňázův plethysmomanometr)



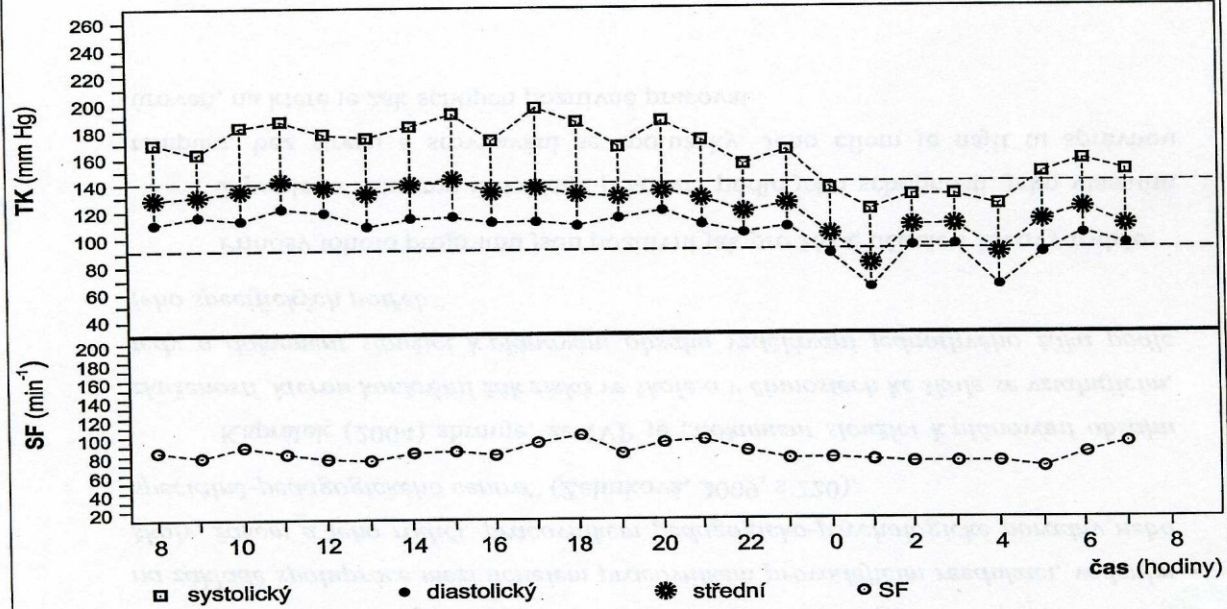


# 24-hodinové ambulantní monitorování krevního tlaku

- **Umožní měření v domácích podmínkách**
- dle možností přístroje – nasazení 24 – 48 hod. až 7 dnů
  - Dif. dg. hypertenze bílého pláště
  - Dif. dg. maskované hypertenze
  - **Kontrola léčby hypertenze**
- **Při hodnocení :**
  - Průměrné denní hodnoty < 135/85
  - Průměrné noční hodnoty < 120/70
  - 24hodinový průměr < 125/80
  - **Hypertenze:**
    - **nález více jak 40% hodnot ve dne nad 140/90, v noci nad 120/80 mmHg**

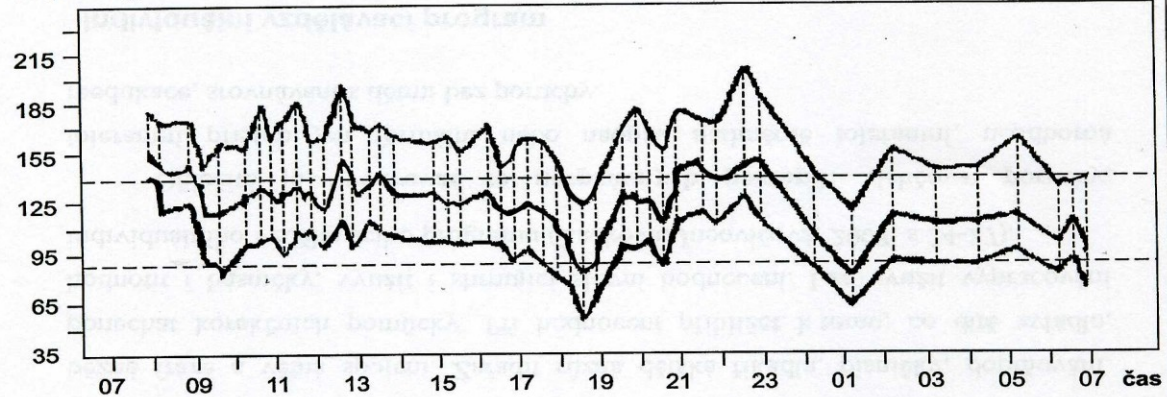


průměrný hodinový TK



B

TK (mm Hg)



C



## numeric display of day / night phase

	overall time 08:15 - 08:00		day phase 06:00 - 22:00		night phase 22:00 - 06:00		Day -> Night
	mean	max	mean	max	mean	max	
Ps [mmHg]	127	160	129	160	118	152	-8 %
Pd [mmHg]	74	120	76	120	63	81	-17 %
Pm [mmHg]	91	133	93	133	81	104	
BP-Ampl.	53	95	52	95	55	76	
Pulse [1/min]	71	103	74	103	62	79	-16 %
measurement count	95		76		19		
repeat measurements	13		10		3		
error + ignored meas.	14		11		3		
	count	%	count	%	count	%	
Ps > 140 mmHg:	14	17	12	18	2	13	
Pd > 90 mmHg:	9	11	9	14			
Pulse > 100 / min:	2	2	2	3			

