

Dispozitive Medicale de Diagnostic și Tratament 2

Măsurarea presiunii sanguine

Iavorschi Anatolie

Conținutul prezentării

- Metode invazive de măsurare
- Metode neinvazive de măsurare
- Testarea tonometrelor

Măsurarea presiunii sanguine

- Tensiunea arterială este presiunea exercitată de către sânge asupra pereților arterelor atunci când inima se contractă (tensiune arterială sistolică) și atunci când inima se odihnește (tensiune arterială diastolică).
- Se măsoară în milimetri ai coloanei de mercur (mmHg).

Măsurarea presiunii sanguine

- **PA sistolică** (maximă) este cea mai mare valoare în cadrul unui ciclu cardiac, corespunzând sistolei ventriculare. Depinde de forța de contracție și volumul bătaie al ventriculului stâng.
Valoarea normală: 100-140 mm Hg.
- **PA diastolică** (minimă) este cea mai mică valoare în cadrul unui ciclu cardiac, corespunzând sfârșitului diastolei ventriculare. Depinde de rezistența periferică opusă de sistemul arterial.
Valoarea normală: 60-90 mm Hg.

Măsurarea presiunii sanguine

- **PA medie** (efectivă) înlocuiește valorile instantanee (sistolică și diastolică) cu o valoare unică, la care s-ar realiza același debit circulator în condițiile în care curgerea ar fi continuă și nu pulsatilă. Poate fi aproximată cu formula:

$$PA_m = PA_d + \frac{PA_s - PA_d}{3}$$

- **PA diferențială** (presiunea pulsului) dată de diferența dintre PA sistolică și PA diastolică. Modificările ei caracterizează 2 tipuri de curbe presionale:
 - divergentă: crește PA sistolică, scade PA diastolică.
 - convergetă: scade PA sistolică, crește PA diastolică.

Metode de măsurare a presiunii arteriale

- ***Metode directe*** (sângerânde) realizate prin introducerea unui cateter în arteră și conectarea lui la un sistem de măsurare și înregistrare a presiunii.
- ***Metode indirecte*** (nesângerânde), bazate pe principiul comprimării unei artere mari cu ajutorul unei manșete pneumatice în care se realizează o presiune măsurabilă. Valorile presiunii intraarteriale se apreciază prin diverse metode, comparativ cu presiunea cunoscută din manșetă.

Măsurarea directă a presiunii arteriale

Măsurarea directă a presiunilor se face folosind traductoare de deformare mecanică la ieșirea cărora se obține semnal electric. Ele pot funcționa *piezorezistiv, capacitiv, inductiv* sau *optic* și pot fi realizate în tehnologia circuitelor integrate.

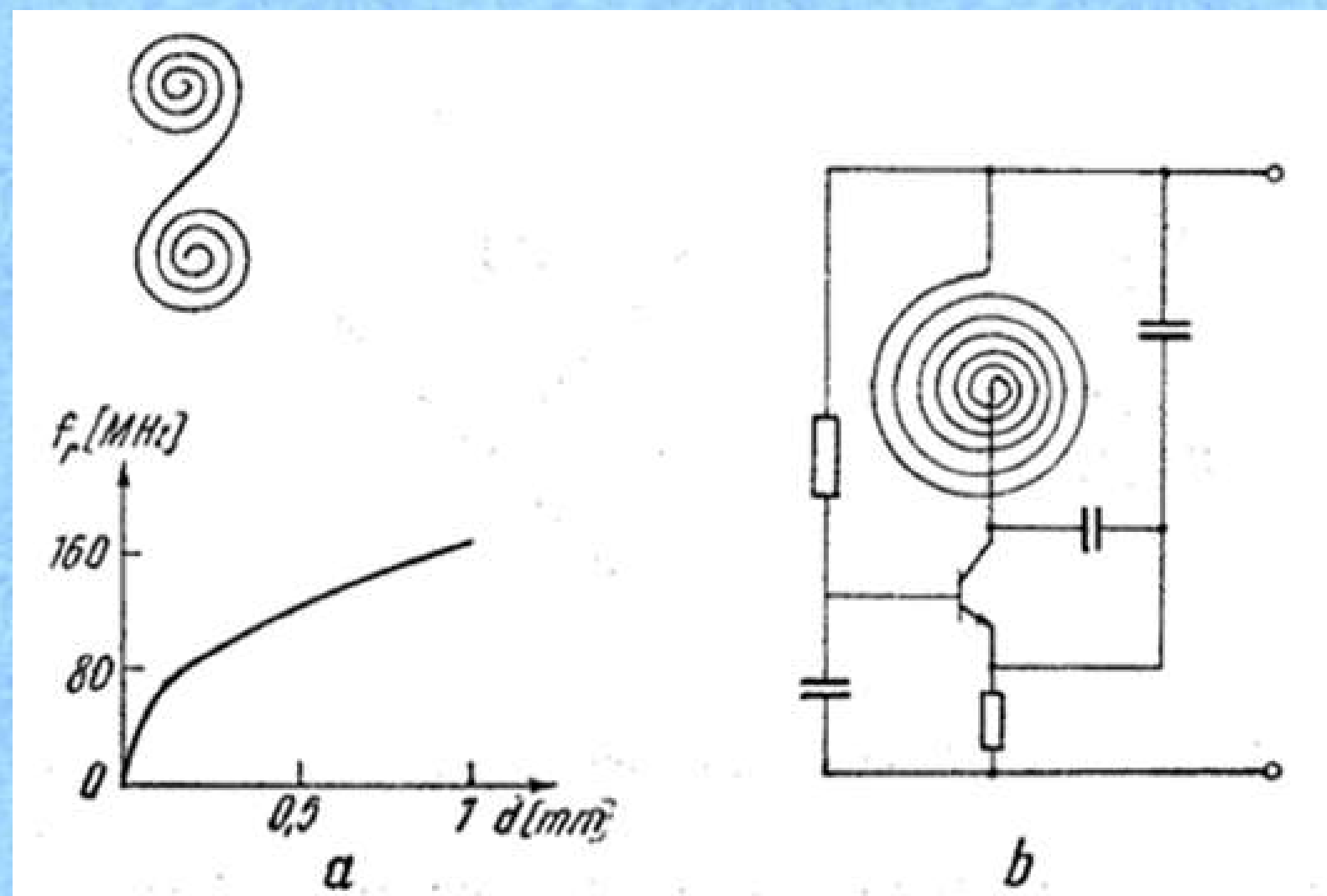
Traductorul piezorezistiv constă dintr-o punte tensiometrică și are sensibilitatea în jur de $10^{-4} \text{ (mmHg)}^{-1}$.

Traductoarele capacitive au sensibilitate de cca. 10 ori mai mare, dependență mai redusă cu temperatura și dimensiuni și consum mai mici. Astfel, ele pot fi cateterizate în artere.

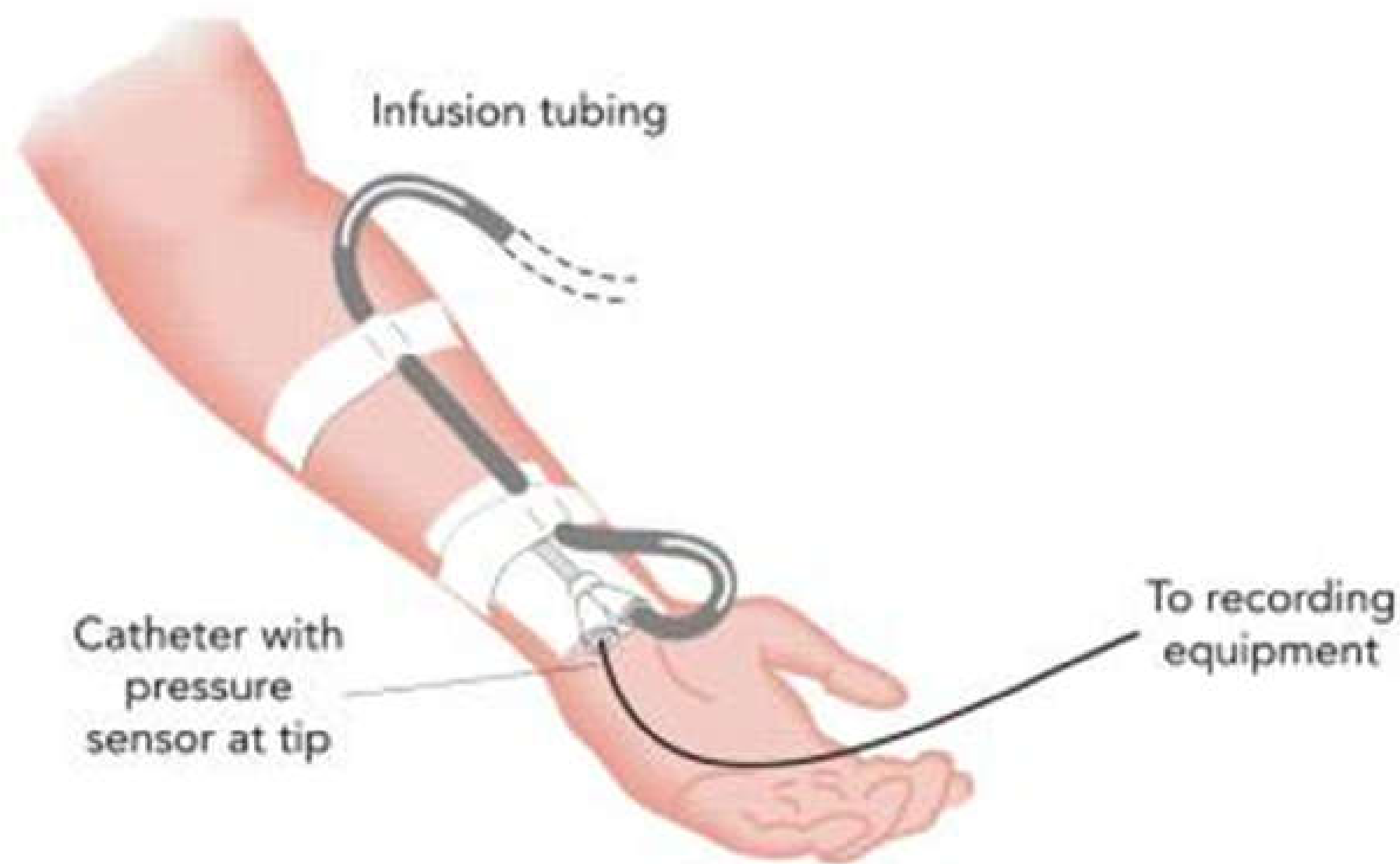
În neurochirurgie se folosesc *endoradiosonde* pentru monitorizarea presiunii intracraniene.

Măsurarea directă a presiunii arteriale

Realizate în tehnologia straturilor subțiri, ele pot fi pasive (circuit oscilant LC) sau active (oscilator Colpitts). Elementele de circuit își modifica mărimea sub acțiunea presiunii, determinând variații ale frecvenței de rezonanță. La cele pasive, absorbția de rezonanță se face cu un grid-dip-metru.

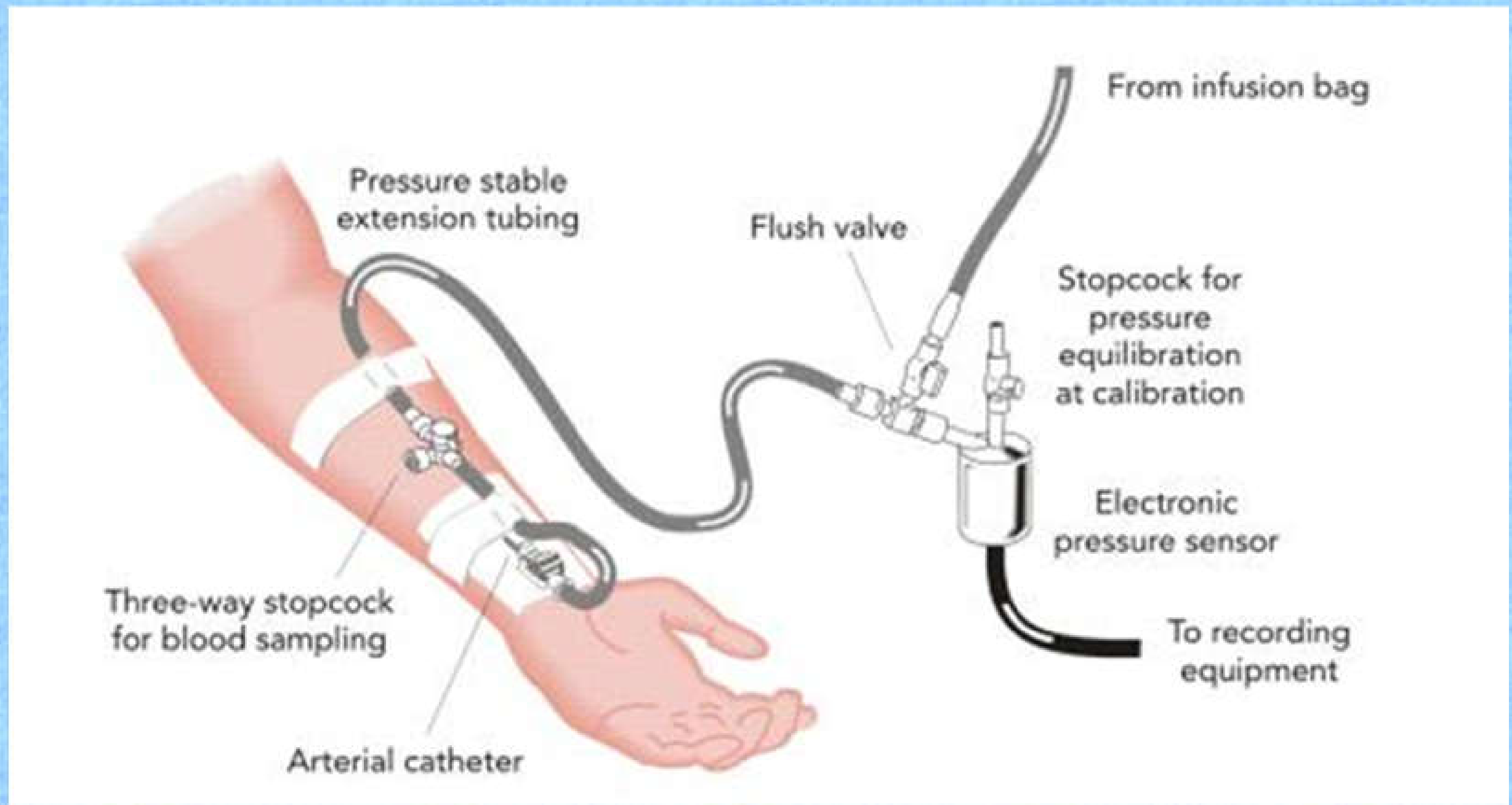


Măsurarea directă a presiunii arteriale



Măsurarea directă a presiunii arteriale

Măsurarea presiunii cu senzor extern

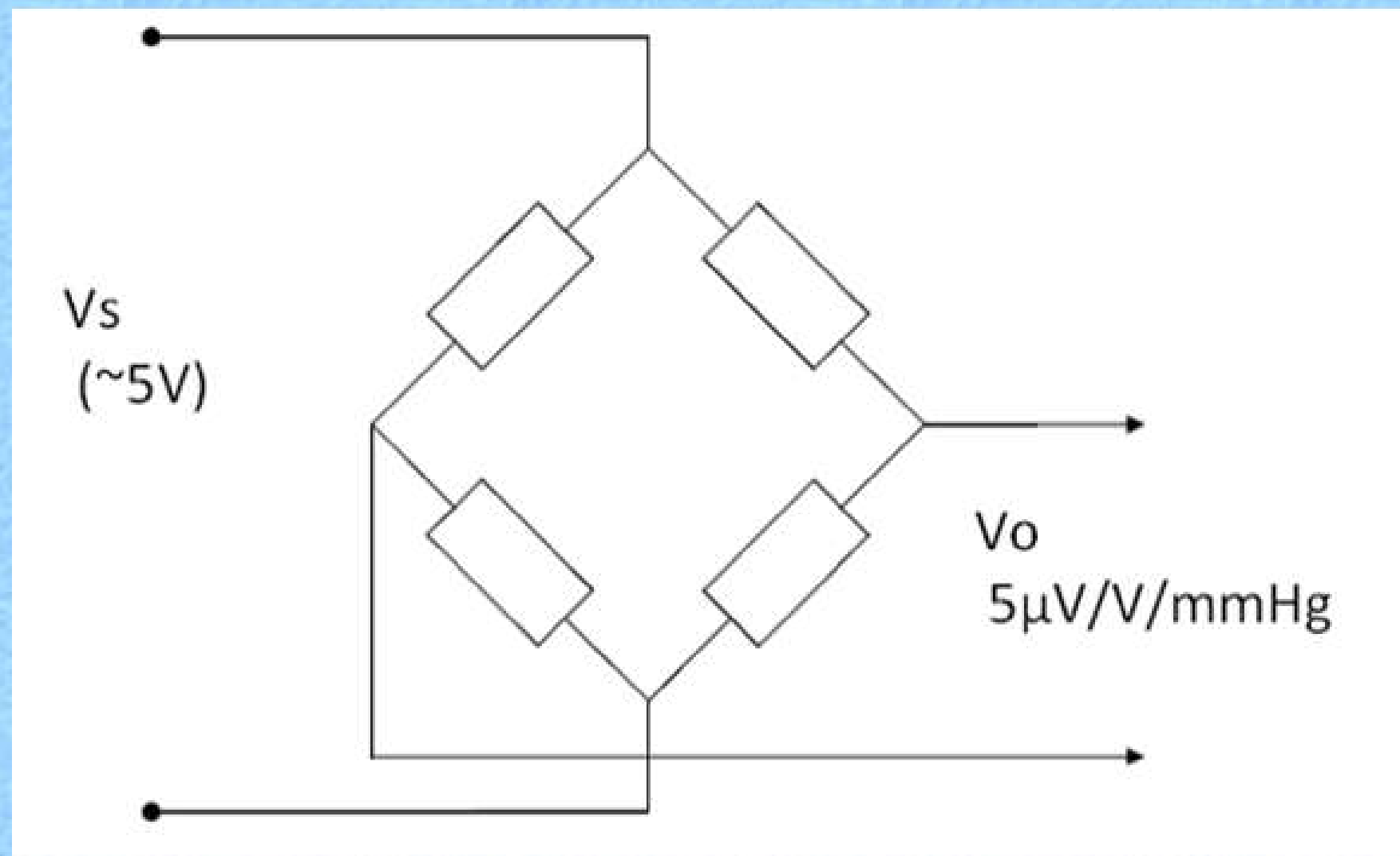


Măsurarea directă a presiunii arteriale



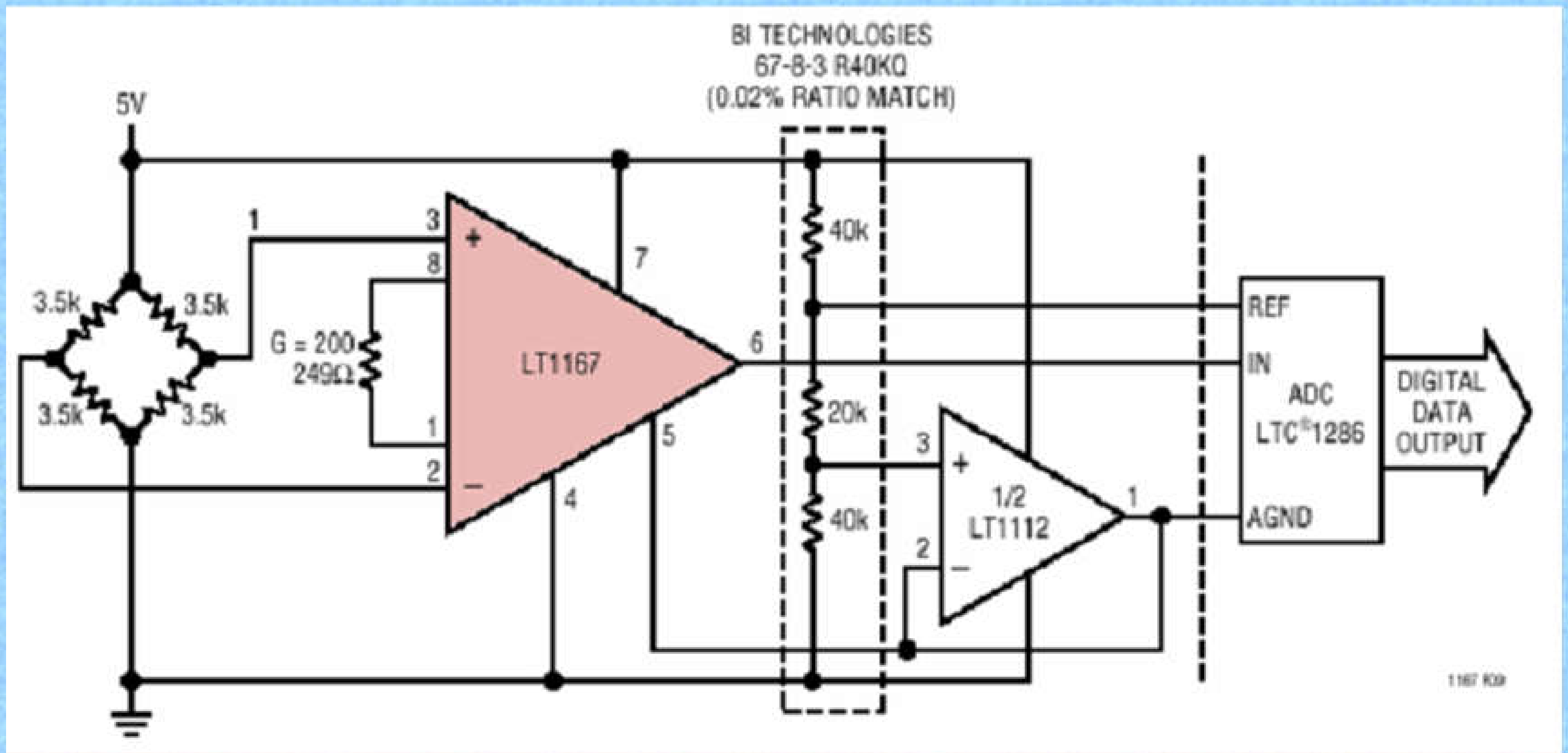
Măsurarea directă a presiunii arteriale

Puntea tensiometrică pentru măsurarea presiunii



Exemplu de circuit de măsurare

- Monitor de presiune sanguină

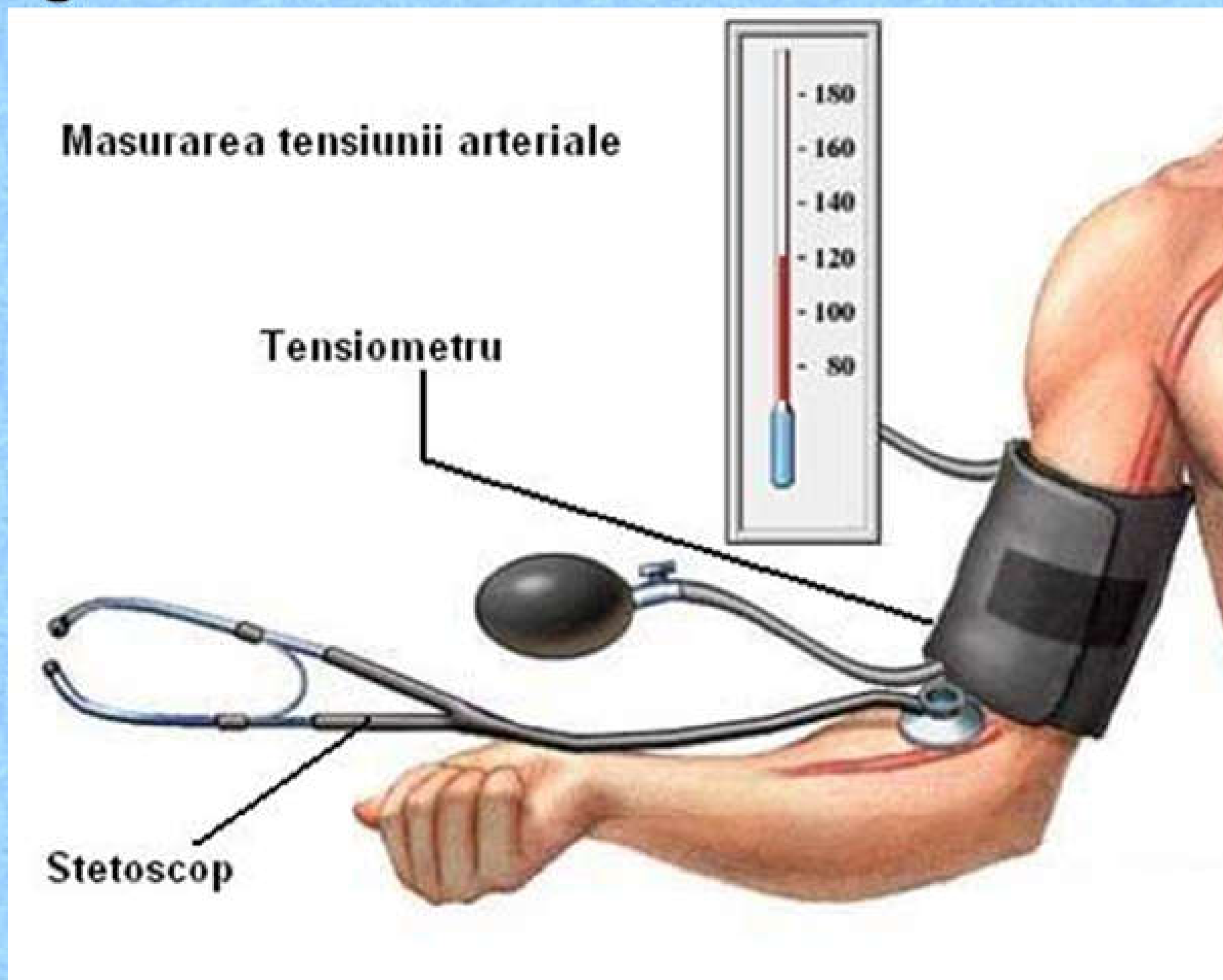


Măsurarea indirectă a presiunii arteriale

- Masurarea neinvaziva (indirectă) a presiunii sanguine arteriale are la baza auscultația zgomotelor sub manșeta specială, oscilotonometria în lumenul manșetei, detectarea mișcărilor peretelui arterial sub manșetă sau detectarea curgerii sângelui în aval de manșetă.

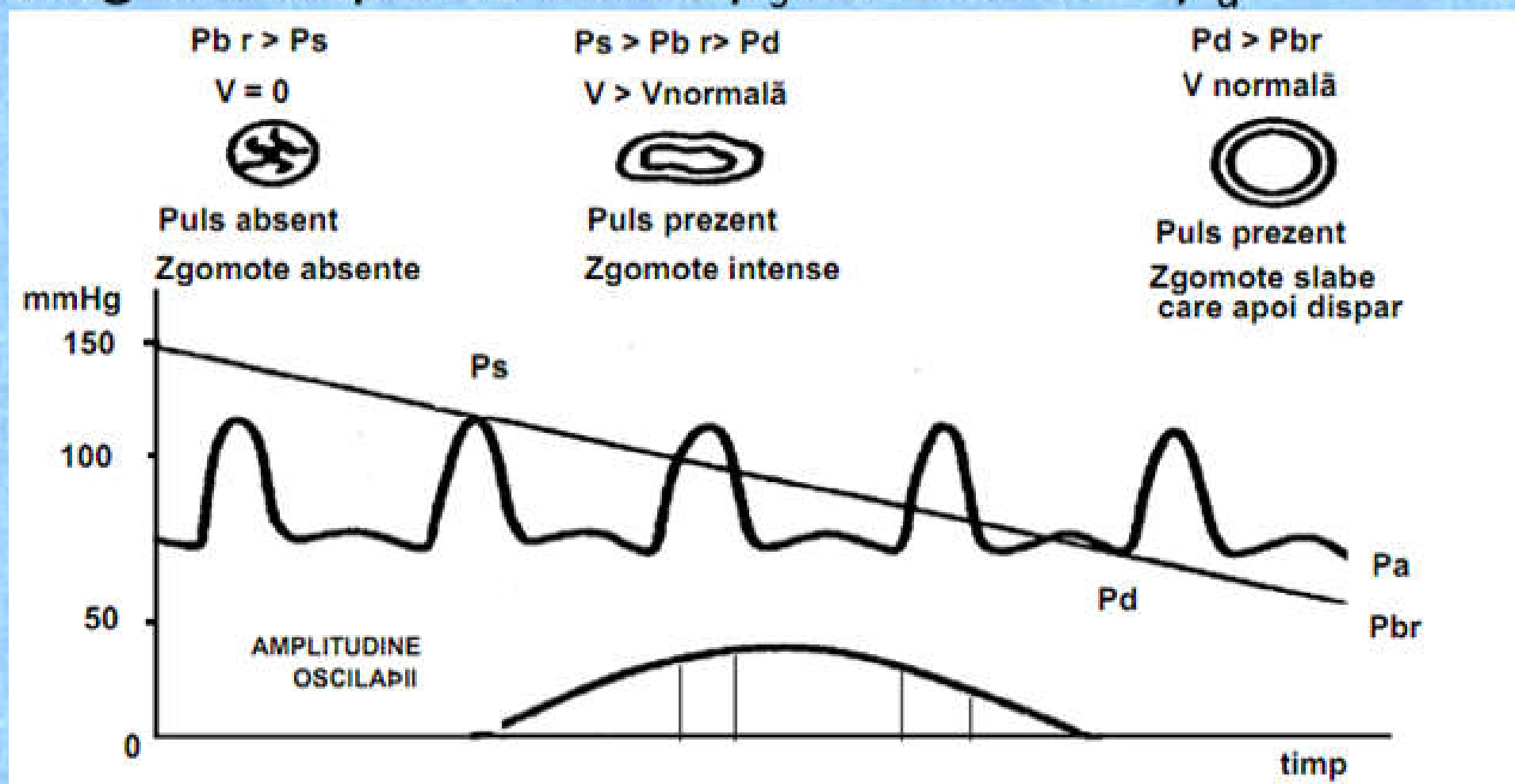
Măsurarea indirectă a presiunii arteriale

Metoda zgomotelor Korotkov

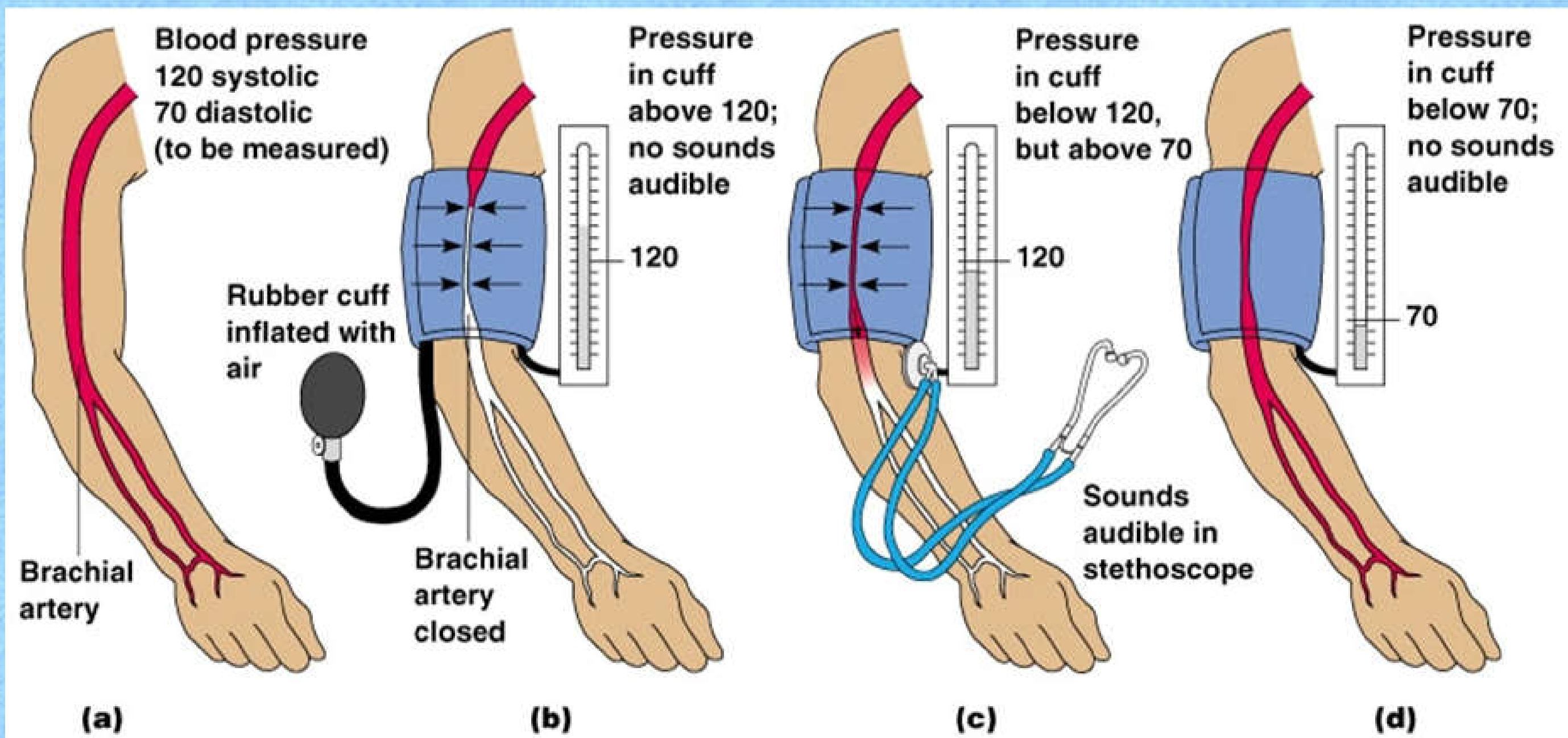


Măsurarea indirectă a presiunii arteriale

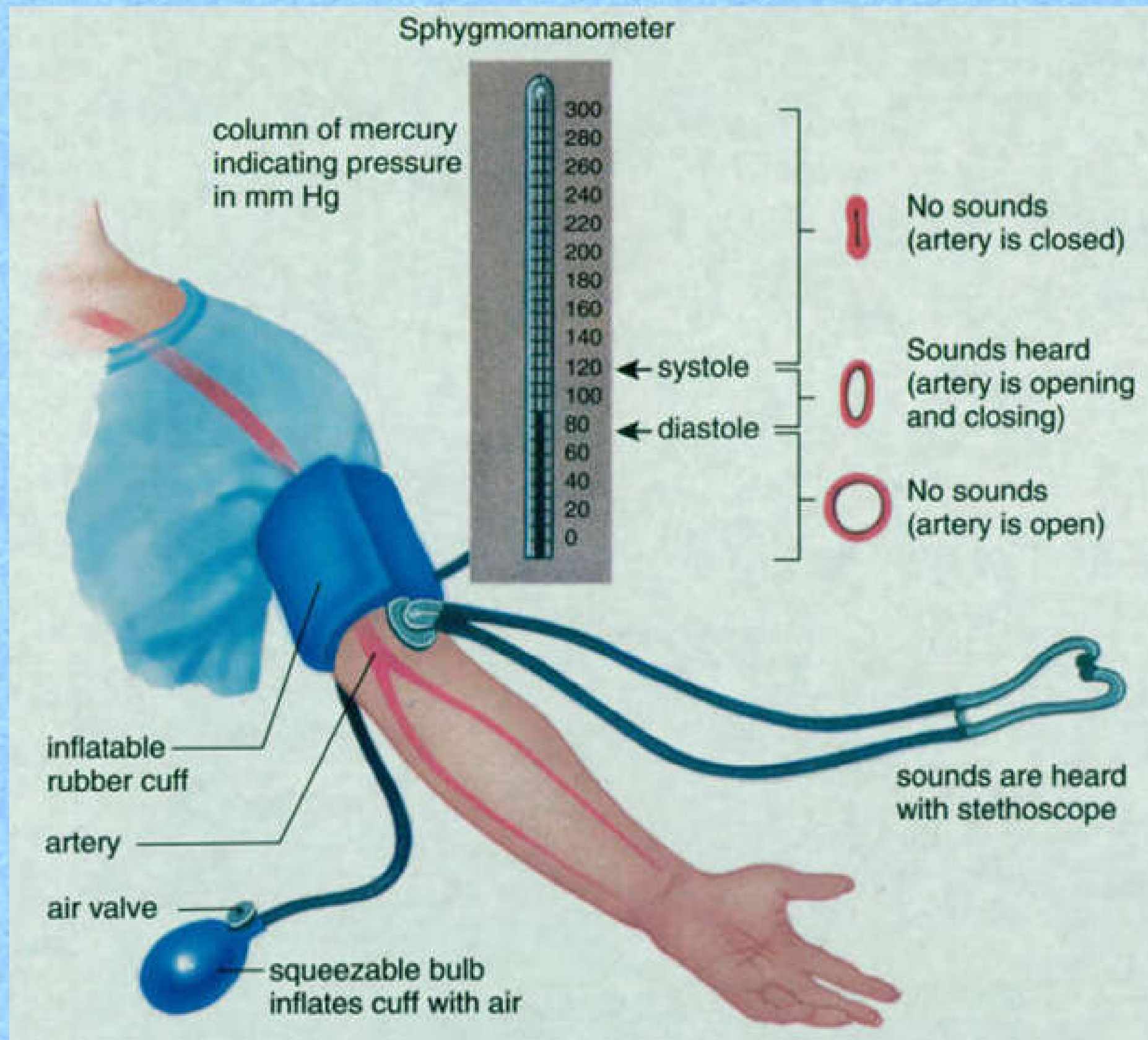
- **Metoda zgomotelor Korotkov (Riva-Rocci)** se bazează pe detecția zgomotelor produse de trecerea sângelui prin vasul comprimat din exterior de către manșetă. Aceasta este gonflată la o presiune mai mare decât presiunea sistolică și apoi degonflată gradat, cu o pantă de cca. 2...3 mmHg/sec. Primul zgomot apărut indică p_s iar ultimul - p_d .



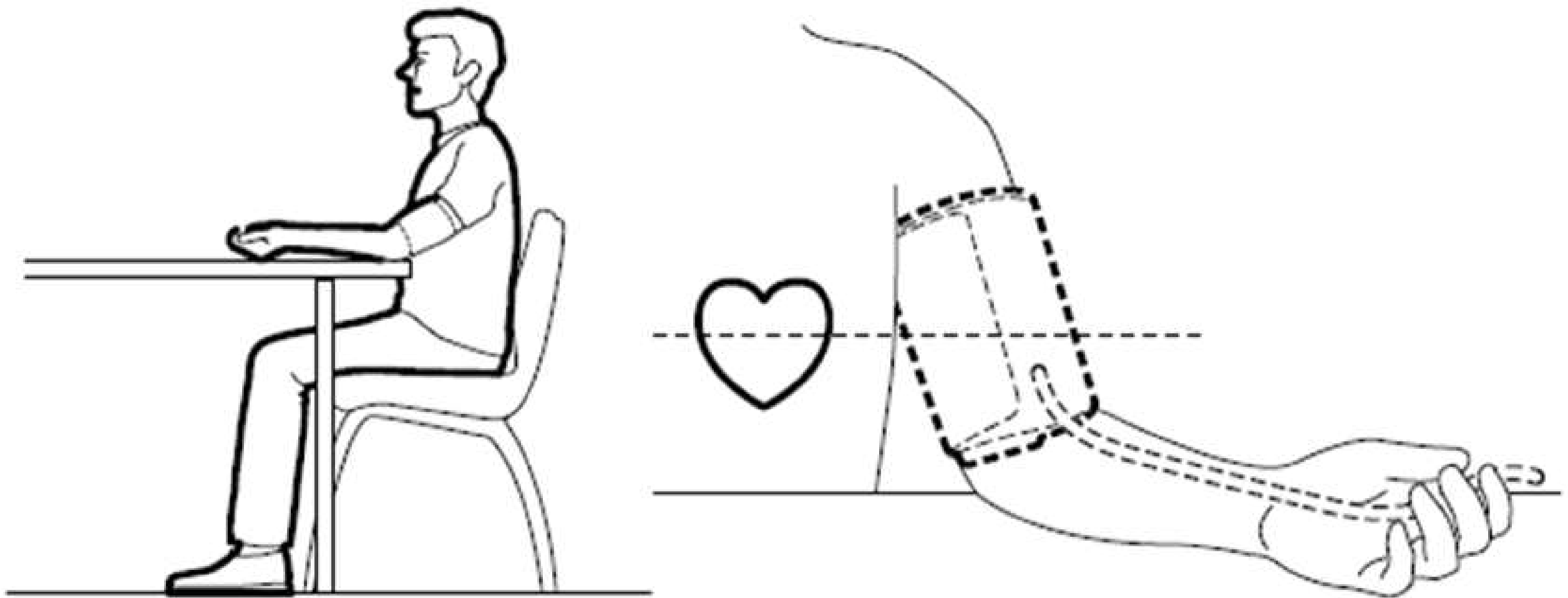
Metoda zgomotelor Korotkov



Metoda zgomotelor Korotkov



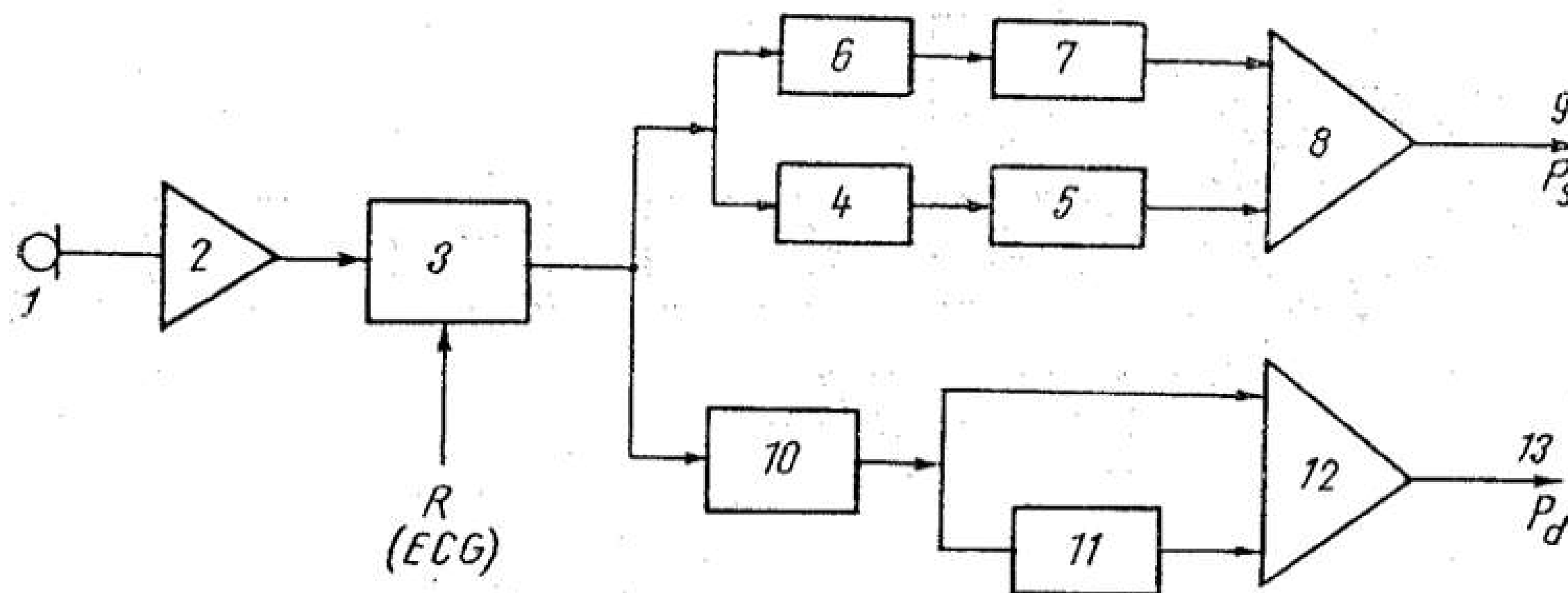
Poziția corectă a manșetei față de nivelul inimii



Metoda zgomotelor Korotkov

- Măsurarea automată înlocuiește stetoscopul cu un microfon piezoelectric sau cu electret iar manometrul cu un traductor de presiune, circuite de măsurare și afișare separată a p_s și p_d . Micșorarea artefactelor (zgomote exterioare, mișcarea pacientului) se face comandând amplificatorul să fie activ pe o durată definită de unda R. Banda de frecvență a zgomotelor Korotkov este de 10...150 Hz.

Metoda zgomotelor Korotkov



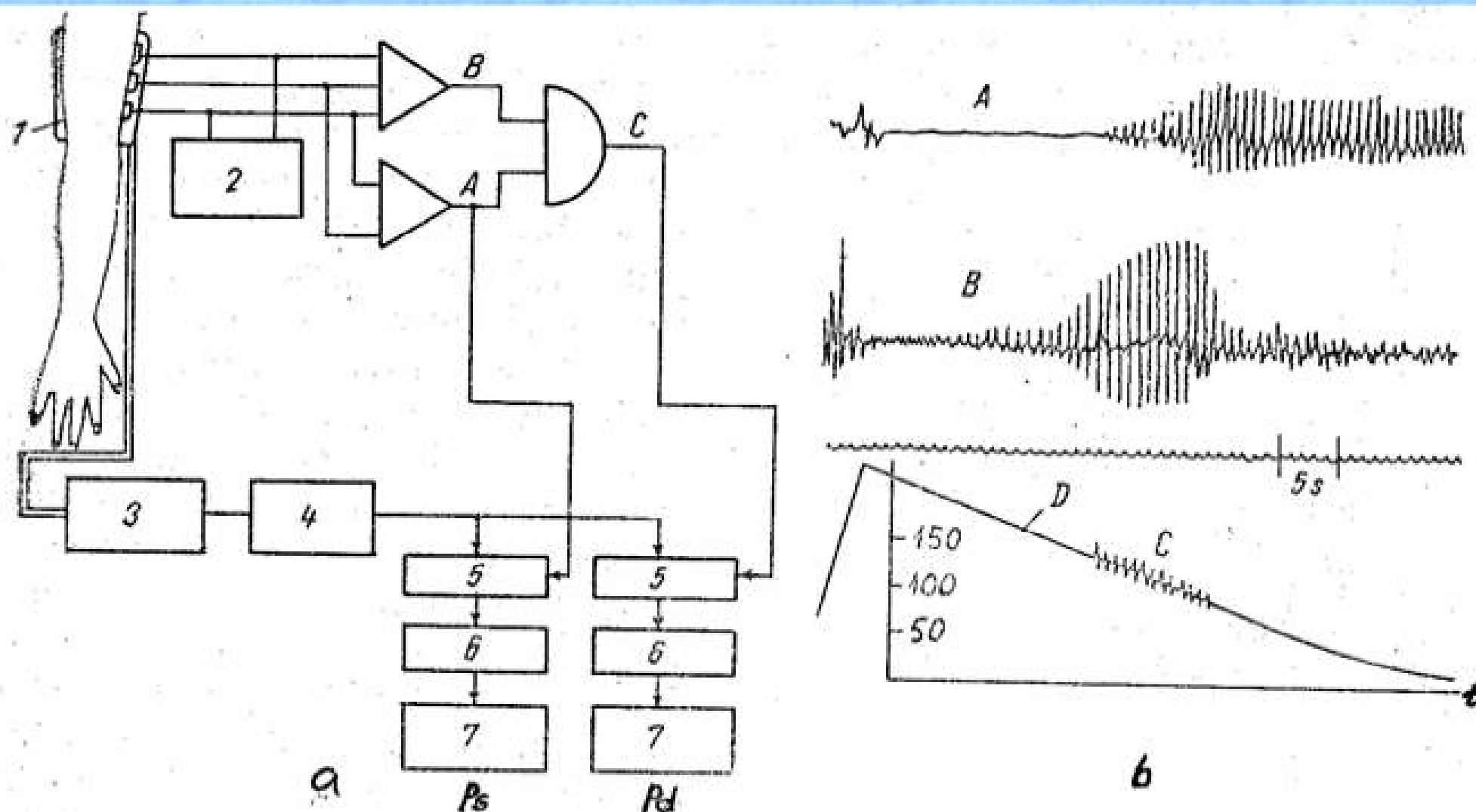
Prelucrarea pentru identificarea zgomotelor Korotkov:

1 — microfon; 2 — amplificator (10...150 Hz); 3 — poartă comandată de unda R ; 4 — detector de vîrf (valori absolute); 5 — memorie; 6 — filtru trece-bandă (18...26 Hz); 7 — detector vîrf (valoare absolută); 8 — comparator; 9 — zgomot Korotkov pentru identificarea presiunii sistolice; 10 — filtru (40...60 Hz); 11 — memorie; 12 — comparator; 13 — zgomot Korotkov pentru identificarea presiunii diastolice.

Metoda reografică de măsurare

- **Metoda reografică** de măsurare a presiunii sanguine folosește trei electrozi plasați pe piele sub manșetă. Injectând un curent constant de înaltă frecvență se poate sesiza variația impedanței țesutului între electrozi datorată trecerii pulsurilor de sânge, transformată în variații de tensiune electrică. Comanda circuitului de măsurare a p_s este data de primul impuls format între electrodul median și cel inferior. Comanda pentru p_d este dată de o poartă B între semnalul anterior și semnalul format datorită variațiilor de impedanță între electrozii extremi și cel median. Se pot detecta astfel variații mici de impedanță, respectiv presiuni scăzute (hipotensiune), caz când metoda Korotkov nu poate fi folosită.

Metoda reografică de măsurare



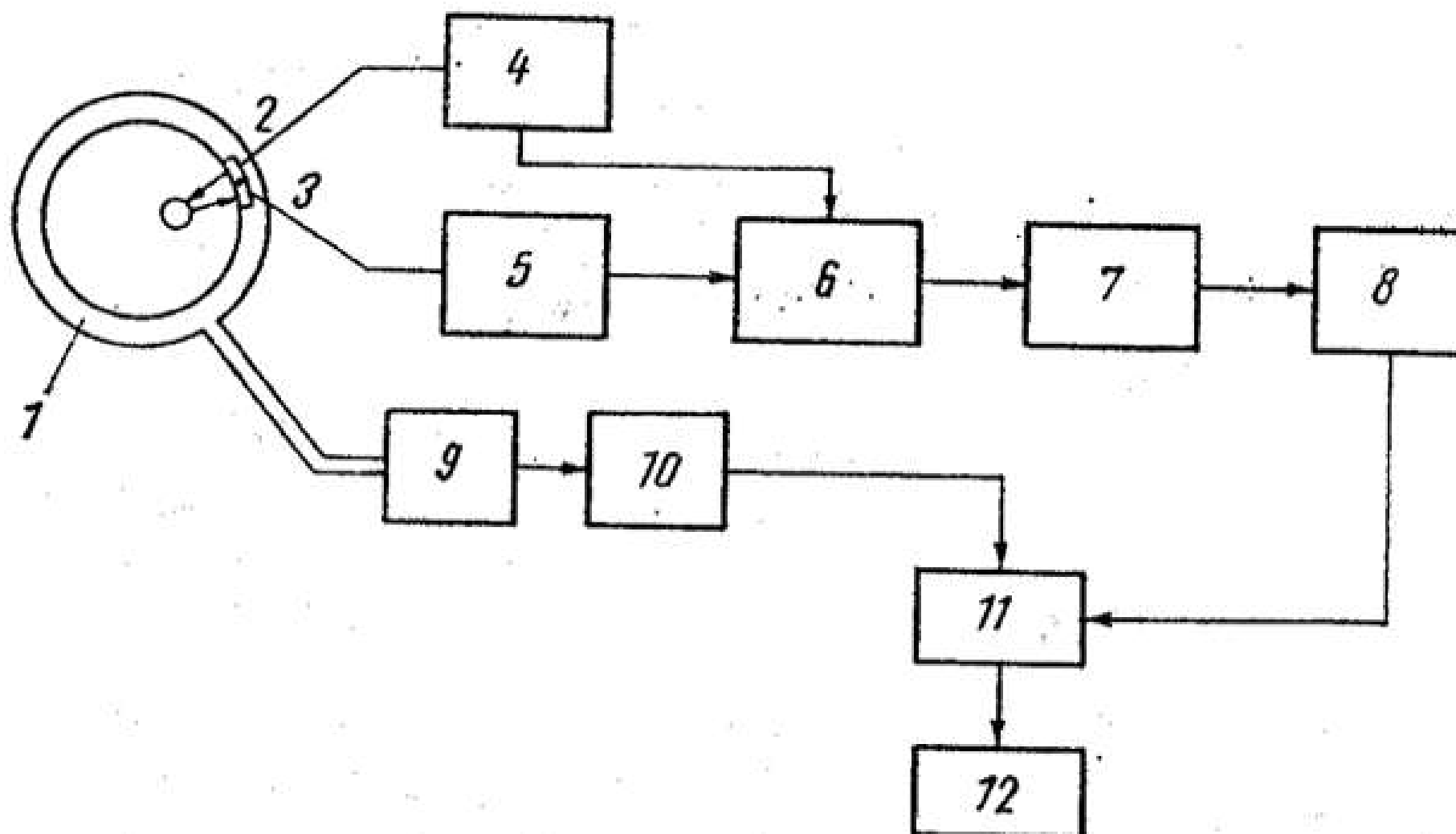
Principiul reografic de măsurare indirectă a presiunii sanguine:

a — schema bloc; 1 — manșetă; 2 — generator de curent constant; 3 — traductor de presiune; 4 — circuit de măsurare; 5 — poartă; 6 — memorie tampon; 7 — bloc de afișare; *b* — formele de undă de variație a impedanței între electrodul inferior și median (*A*), a diferenței de impedanță între electrozii extremi și median (*B*), a impulsurilor la ieșirea circuitului ȘI (*C*) și variația presiunii în manșetă (*D*).

Metoda ultrasonoră

- **Metoda ultrasonoră** se bazează pe detecția mișcărilor peretelui arterial prin dreptul manșetei corelate cu presiunea în manșetă. Conform principiului Doppler, fasciculul US reflectat de artera și sângele în mișcare are o deviație de frecvență față de fasciculul incident proporțională cu viteza de mișcare a peretelui și fluidului reflectant. Pentru curgere normală ($p < p_d$) mișcarea rapidă a arterei încetează, vitezele sunt mai mici și rezultă o deviație de frecvență mai redusă, care este folosită la comanda nivelului de trigger al circuitelor care măsoară p_s și p_d . Eroarea de măsurare este sub 10 mmHg.

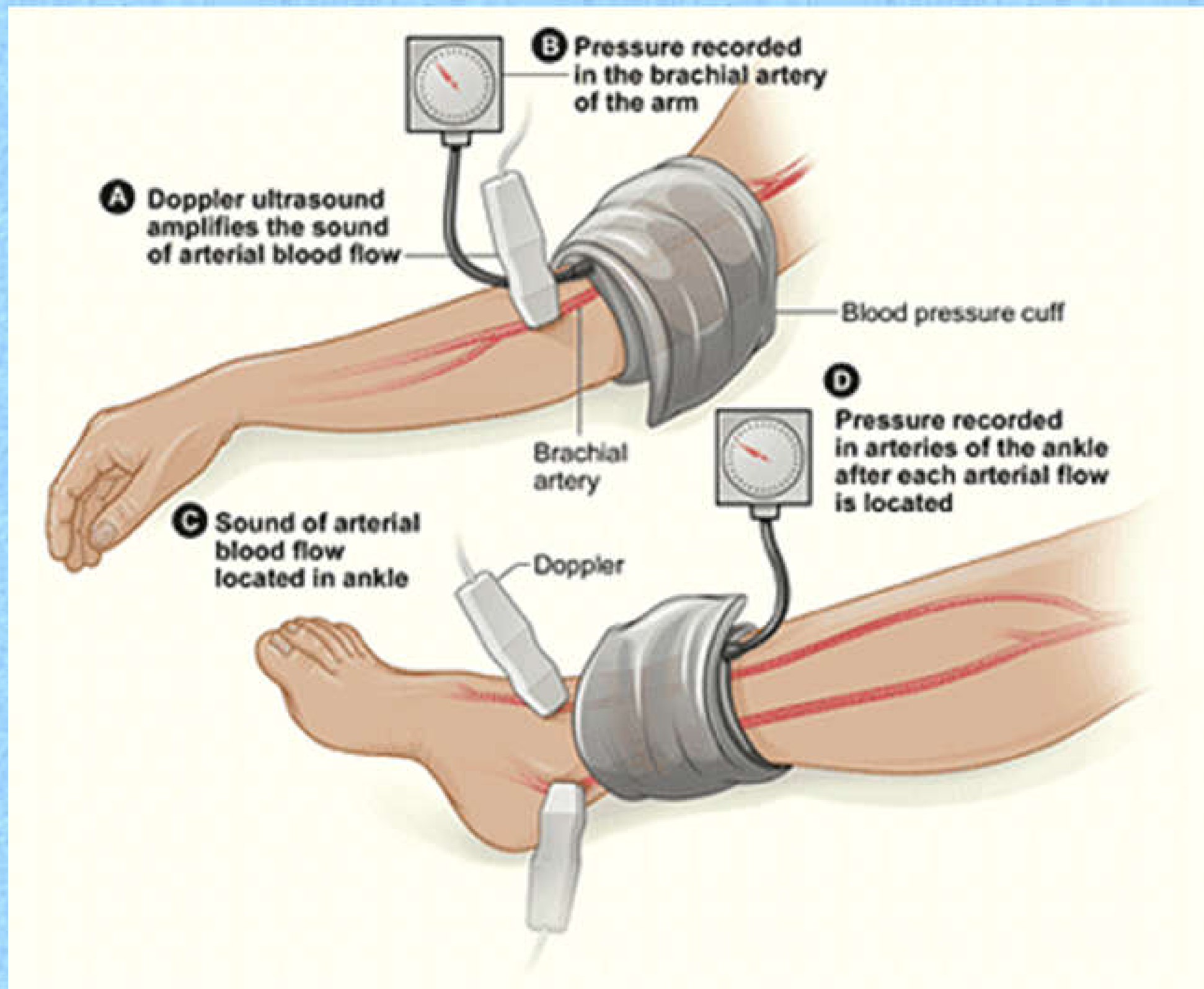
Metoda ultrasonoră



Schema-bloc de măsurare indirectă a presiunii arteriale prin metoda ultrasonoră:

1 — manșetă; 2 — traductor emițător; 3 — traductor receptor; 4 — generator de radiofrecvență; 5 — amplificator r.f.; 6 — demodulator MF; 7 — convertor f/U ; 8 — formator impulsuri și prelucrare digitală; 9 — traductor de presiune; 10 — circuit de măsurare; 11 — poartă; 12 — afișare p_s , p_d , ritm cardiac.

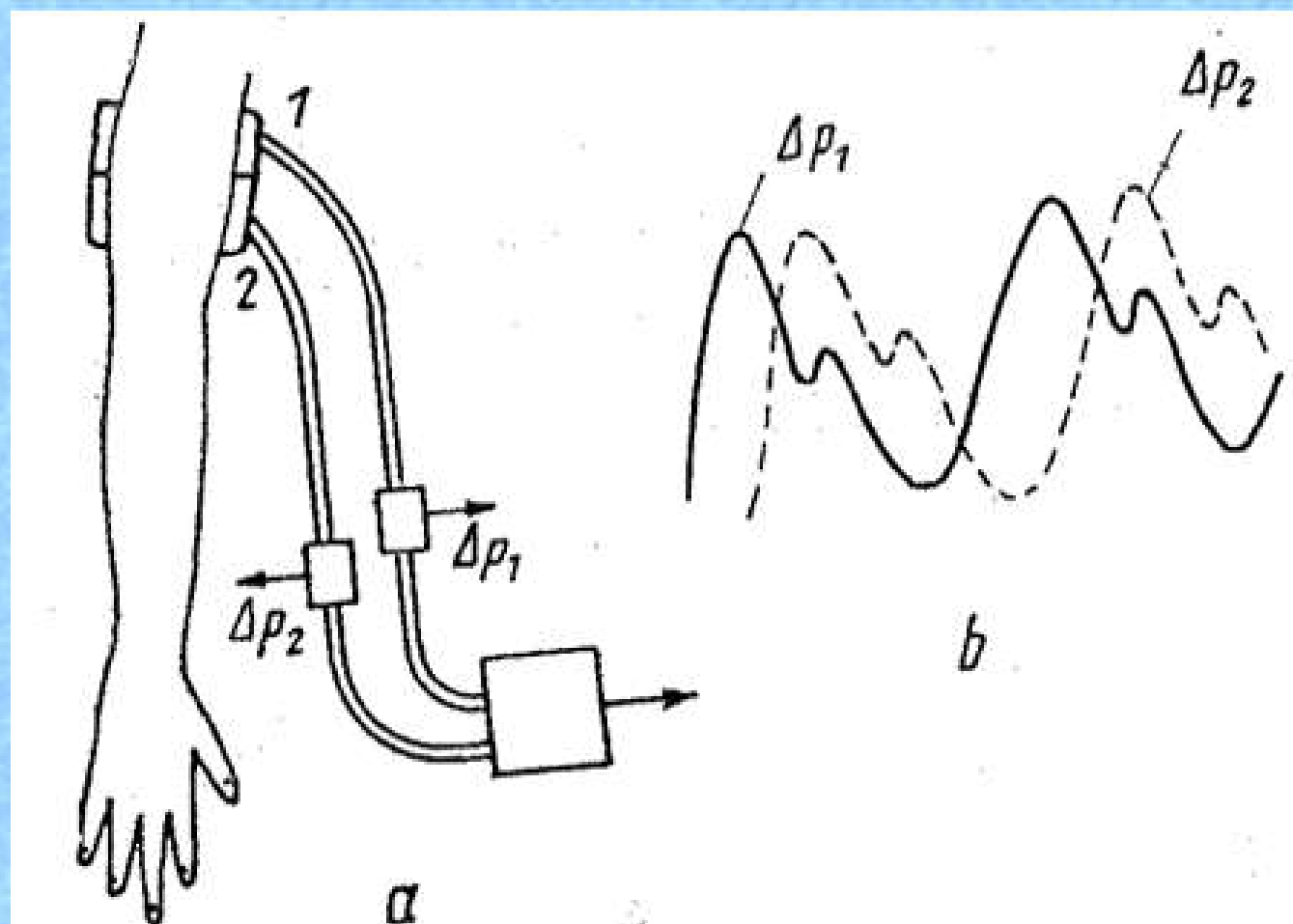
Metoda ultrasonoră



Metoda oscilometrică

- **Metoda oscilometrică (oscilotonometria)** sau **metoda celor două manșete** are la bază detectarea variațiilor de presiune Δp produse în două manșete alăturate, acționate simultan. Primul puls de sânge aferent primei manșete ($p = p_s$) determină variația Δp_1 și, cu o întârziere, Δp_2 . Presiunea sistolică p_s este valoarea presiunii în manșete la apariția lui Δp_2 . Pe măsură ce presiunea scade, decalajul între variațiile Δp scade iar când $p = p_d$ acesta este minim. Un traductor de vânt (sesizează Δp) se montează pe canalele de aer ale manșetelor. Impulsurile provenite de la el comandă circuitele de măsurare și afișare a presiunii din manșete de la traductorul de presiune absolută.

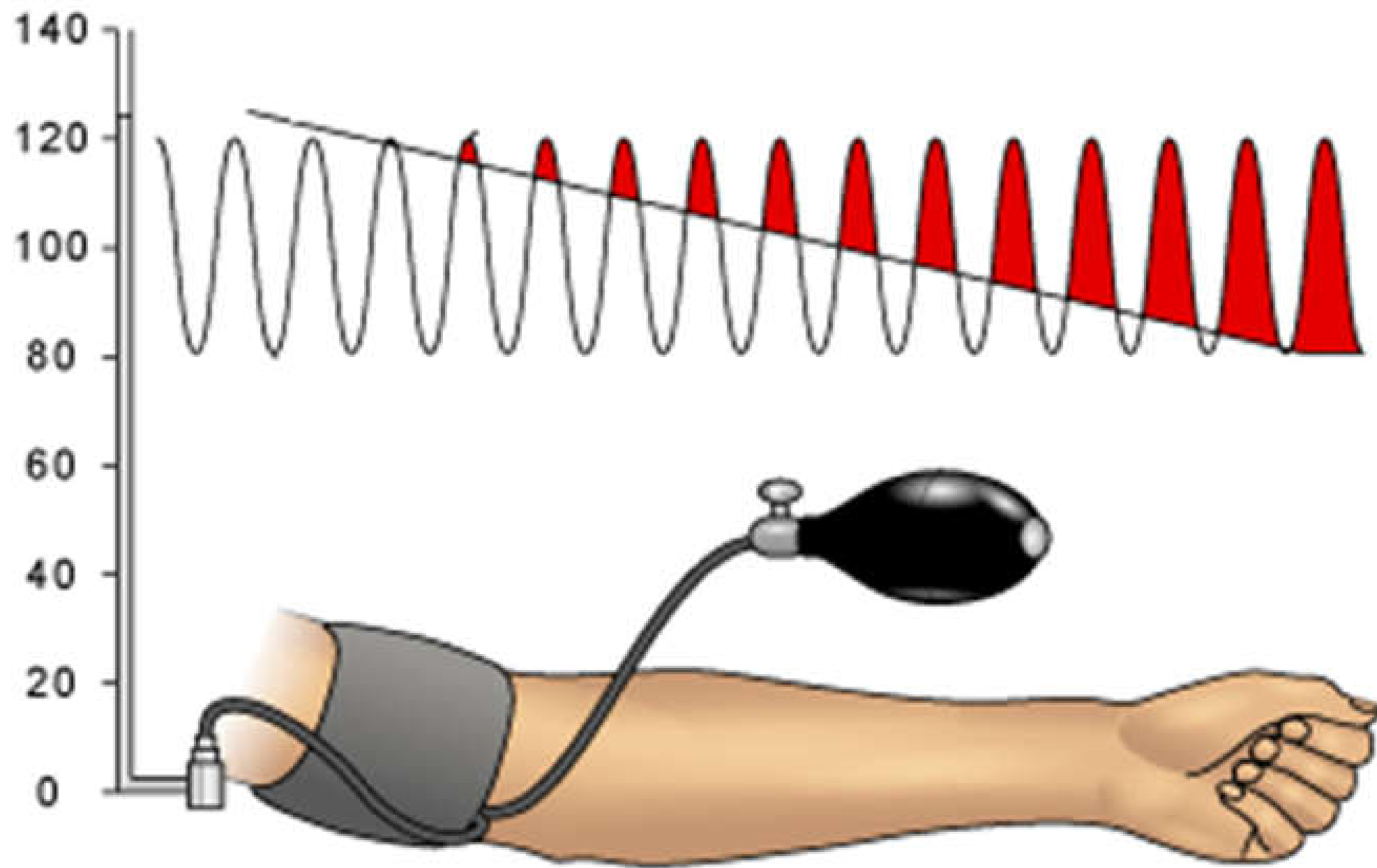
Metoda oscilometrică



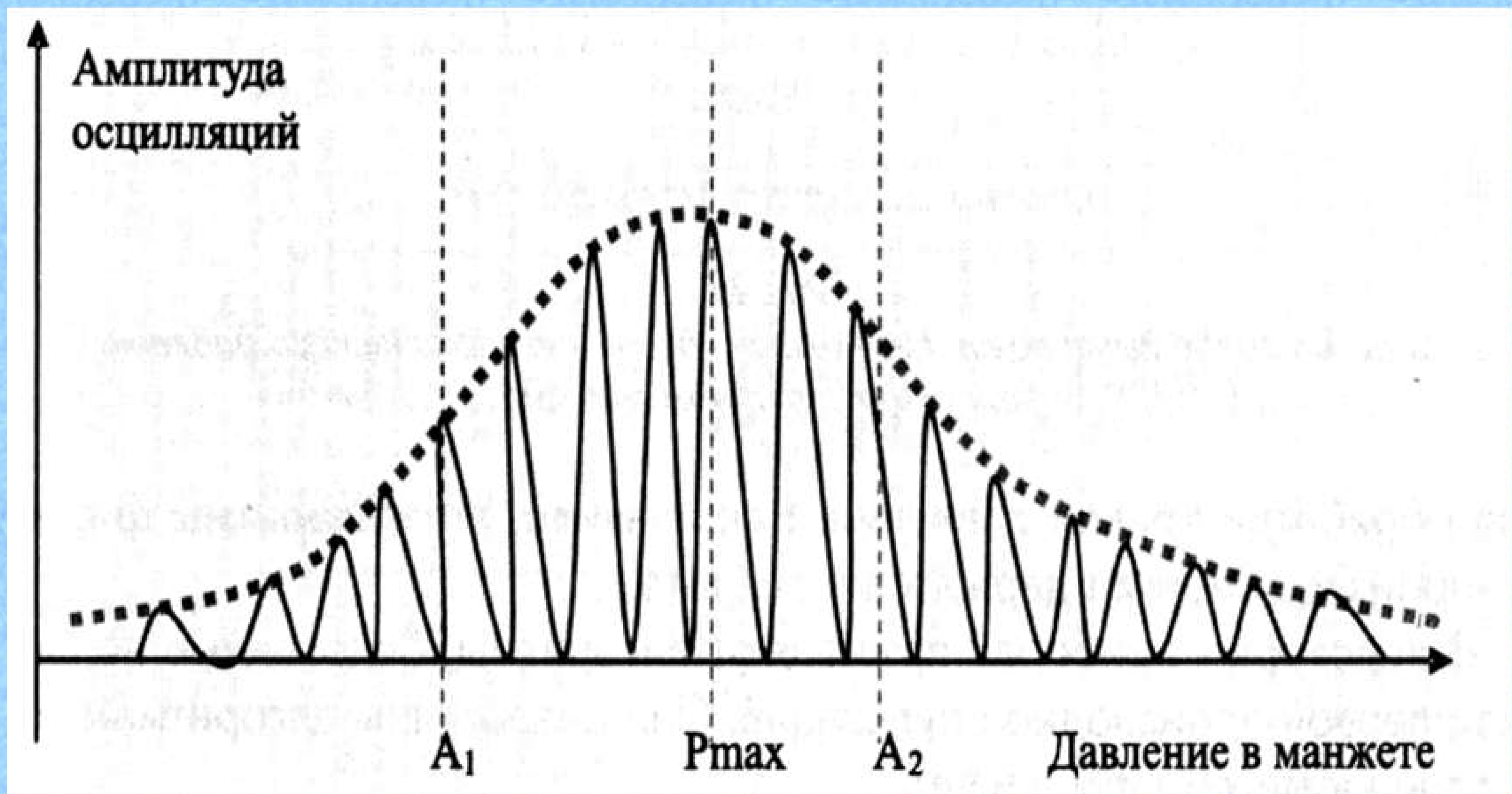
Principiul oscilometric de măsurare a presiunii sanguine:

1 — manșetă superioară, 2 — manșetă inferioară;
 Δp_1 — traductor pentru variații de presiune Δp produse în manșeta superioară; Δp_2 — traductor pentru variații de presiune Δp produse în manșeta inferioară.

Metoda oscilometrică



Metoda oscilometrică



Exemple de tonometre



Reguli generale care vă ajută să efectuați corect măsurătoarea

1. Odihniți-vă aprox. 5 minute înainte de a vă măsura tensiunea. Chiar și munca de birou conduce la creșterea tensiunii arteriale, în medie, cu aprox. 6 mmHg în cazul valorii sistolice și 5 mmHg în cazul celei diastolice.
2. Nu consumați nicotină și cafea timp de o oră înainte de măsurare.
3. Nu măsurați tensiunea când simțiți nevoia imperioasă de a urina. Vezica plină, aflată sub presiune, poate duce la creșterea tensiunii cu aprox. 10 mmHg.
4. Măsurați tensiunea pe încheietura mâinii neacoperită, în poziție așezat, cu spatele drept.

Reguli generale care vă ajută să efectuați corect măsurătoarea

5. La folosirea unui tensiometru pentru încheietura mâinii țineți manșeta în timpul măsurătorii la nivelul inimii. La un tensiometru pentru braț, manșeta se poziționează automat pe braț la înălțimea corectă.
6. Nu vorbiți și nu vă mișcați în timpul măsurării. Vorbitul crește valorile măsurate cu aprox. 6 – 7 mmHg.
7. Așteptați cel puțin un minut între două măsurători pentru ca presiunea din vase să revină la starea inițială, permițând repetarea măsurării.
8. Notați valorile măsurate în carnetul personal de monitorizare a tensiunii arteriale: împreună cu aceste valori, scrieți în carnet de fiecare dată și medicamentele administrate, indicând data și ora.

Reguli generale care vă ajută să efectuați corect măsurătoarea

9. Măsurați-vă cu regularitate tensiunea arterială. Chiar dacă valorile s-au îmbunătățit, acestea trebuie controlate în continuare.
10. Măsurați întotdeauna la aceeași oră. Deoarece în cursul unei zile tensiunea arterială are aprox. 100.000 de valori diferite, măsurătorile disparate nu sunt relevante.

Numai măsurarea cu regularitate la aceeași oră, pe o perioadă mai lungă de timp, permite o evaluare reală a valorilor tensiunii arteriale.

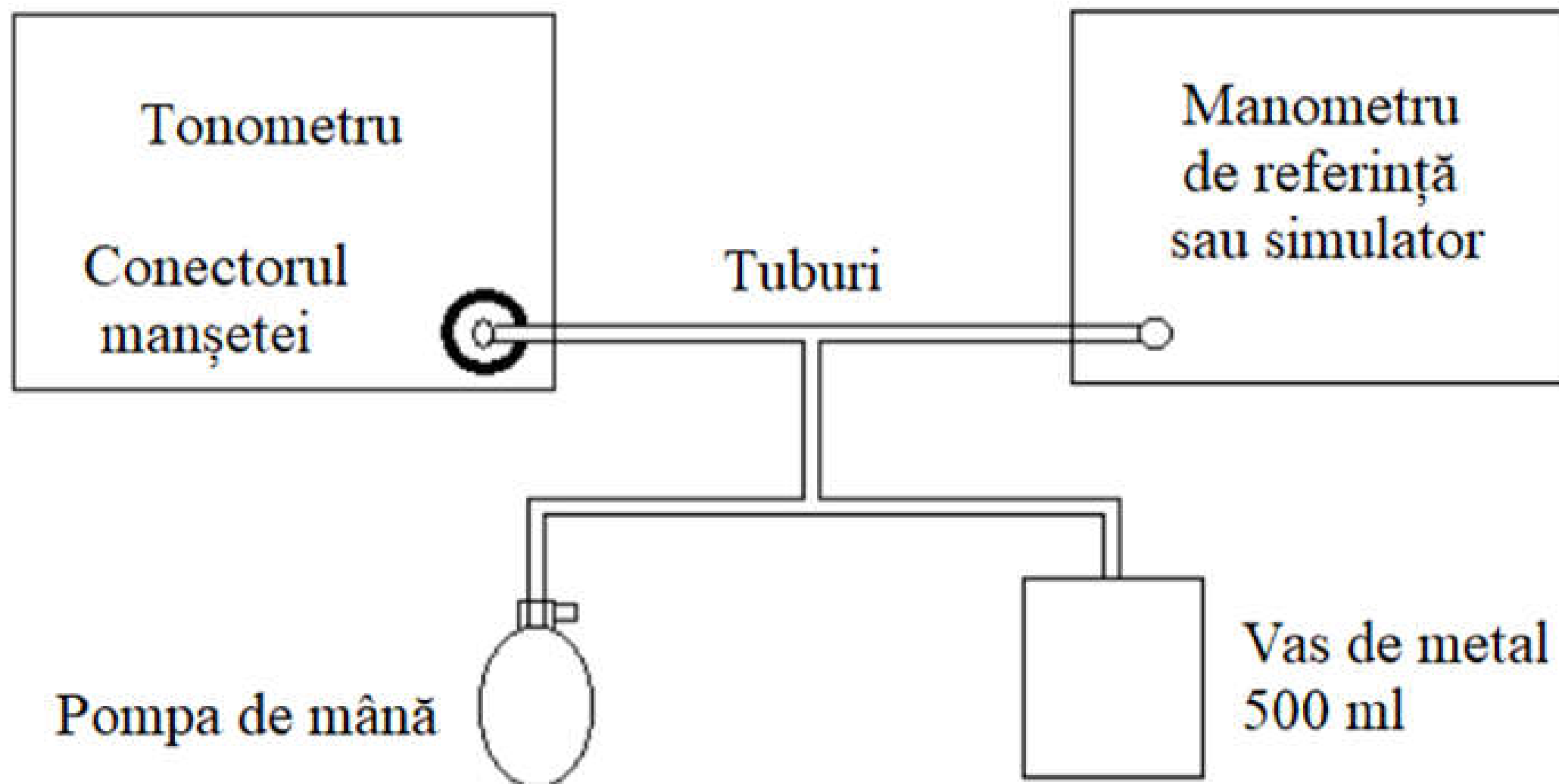
Testarea tonometrelor

- Teste de acuratețe
- Test de scurgere a manșetei gonflabile
- Teste de performanță



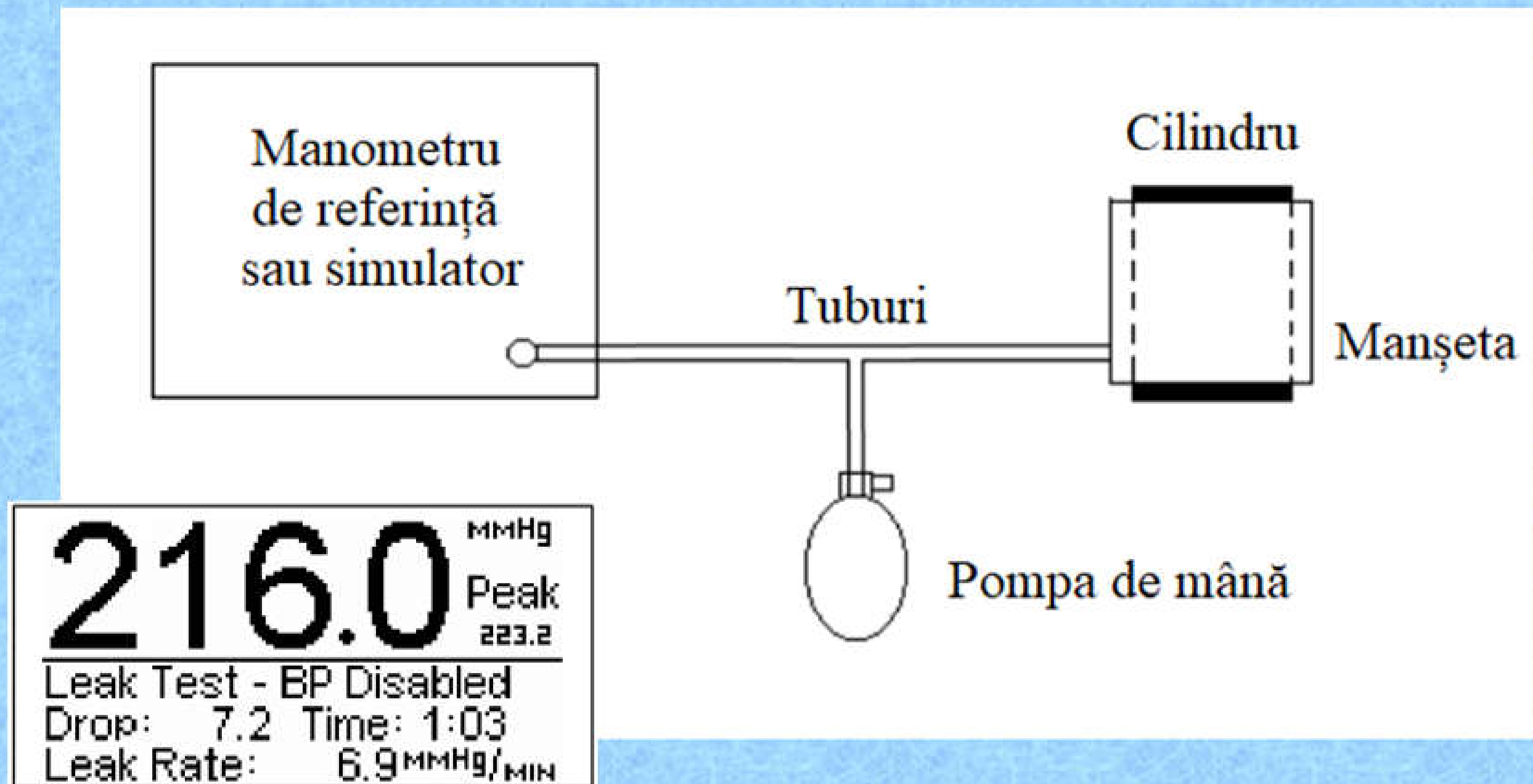
Teste de acuratețe

- Se verifică acuratețea sistemului de măsurare a presiunii din componența tonometrelor
- Se compară rezultate măsurărilor, cel puțin pentru următoarele valori:
50, 100, 150, 200 și 250 mmHg



Test de scurgere a manșetei gonflabile

- Se gonflează până la o anumită valoare și se urmărește rata de scurgere a aerului din manșetă



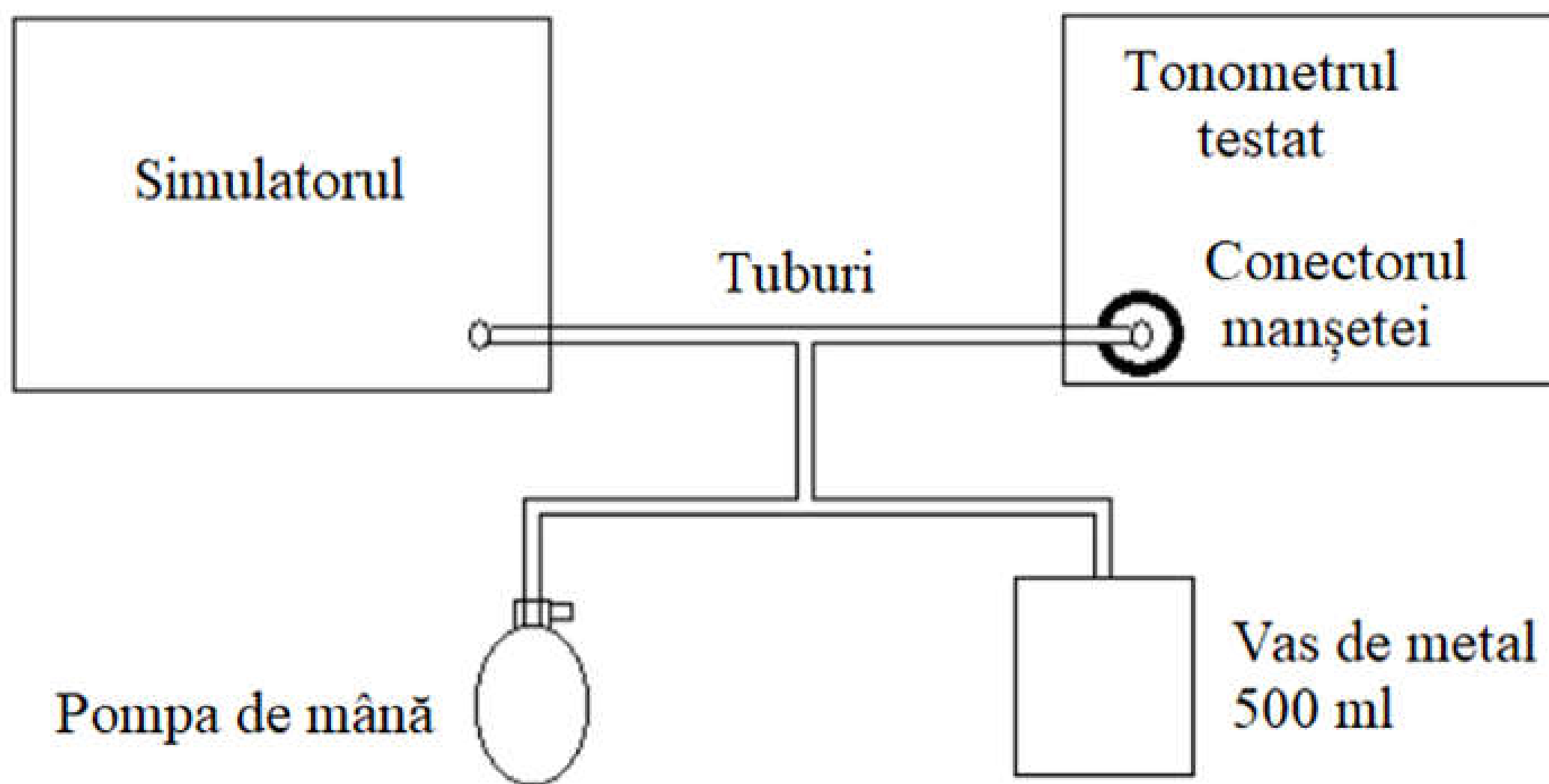
Teste de performanță

- Verificarea corectitudinii măsurării tonometrelor bazate pe măsurarea neinvazivă prin metoda oscilometrică

120/80 mmHg

190/120 mmHg

80/40 mmHg



Vă mulțumim pentru atenție!!!