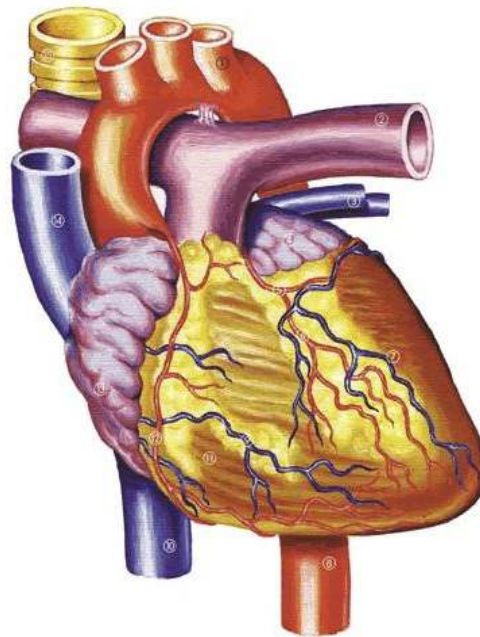


Vérnyomás

A szív mint pumparendszer

A szív két vastag falú izompumpával, a bal és jobb kamrával rendelkezik. A kamrák felett két vékony falú üreg helyezkedik el, ezek a pitvarok. A bal kamra a főútóeren keresztül löki ki a vért szervezetünk különböző helyeire, az agyba, a hasi szervekbe és a végtagokhoz. A jobb kamra a tüdőbe löki a vért. Az elhasznált (oxigénszegény, vénás) vér a jobb pitvaron, jobb kamrán át a tüdőbe kerül, ahol feltisztul, újra oxigéndús lesz. A felfrissült vér a tüdőből kivezető ereken keresztül a bal pitvarba jut, innen a bal kamrába, majd a szívből kivezető erekbe.

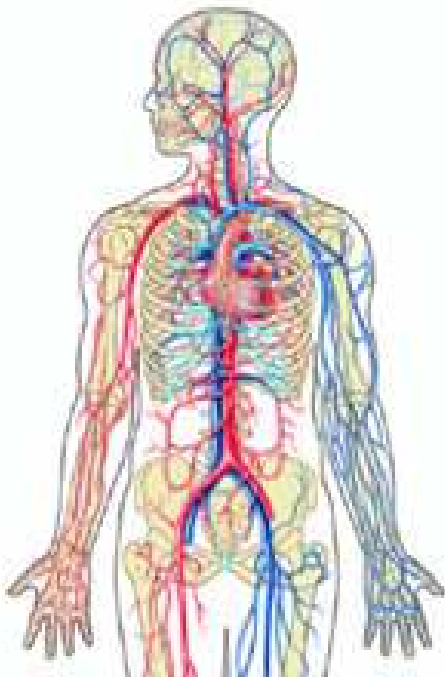


- A szív és a szív közelében haladó erek előlínázatban
1. a főverőér (aorta) iver
 2. baloldali tüdőverőér
 3. tüdővénák
 4. bal pitvar
 5. baloldali koszoróér
 6. előláb köztes kamra verőerege
 7. nagy szívvéna
 8. lemenő főverőér
 9. előláb szívvénák
 10. alsó ürešvéna
 11. bal szívkamra
 12. jobboldali koszoróér
 13. jobb pitvar
 14. alsó ürešvéna
 15. légcső

1. ábra Az emberi szív

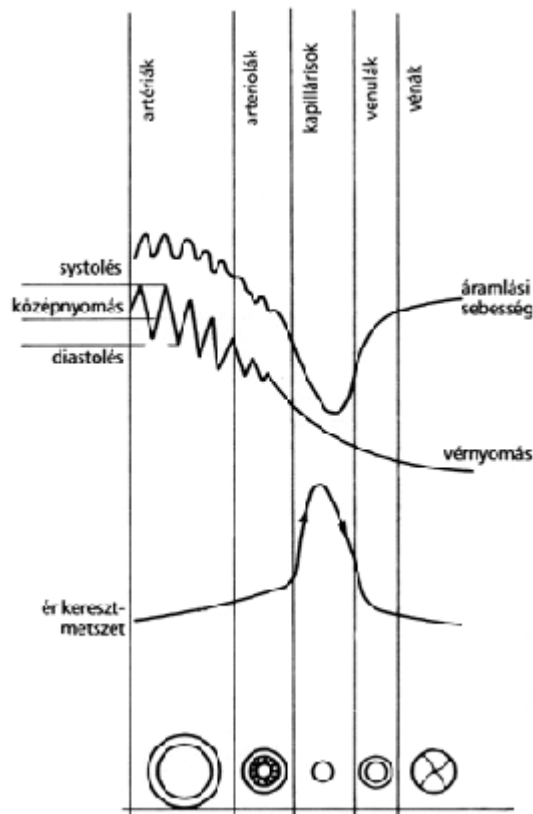
Az érrendszer felépítése

Egy pumpa csak úgy tud működni, ha benne folyadék (vér) van, és ezt a folyadékmennyiséget megfelelő nyomás alatt tartja, valamint izomtömegével megfelelő erővel kilöki. Így tud az oxigéndús vér a legkisebb, legeldugottabb helyre (szövetek) is eljutni. A bal kamra izomereje révén alakul ki az induló vérnyomás. Amint az egy pumpa-összehúzódás által kilökött vérmennyiség elhagyta a szívet, attól kezdve a vérnyomás fokozatosan, de nem egyenletesen csökken. A vér először az ún. nagyerekbe, artériákba kerül, majd a szervekben (agy, vese, vázizomzat) az erek egyre kisebbek lesznek. Az artériák rugalmas csőrendszerként képzelhetők el, melyek falában elsősorban rugalmas rostok és izomzat (simaizom) van. Minél nagyobb egy ér, annál inkább rendelkezik rugalmas rostokkal. Ezen erek rugalmasságuk révén jól tudnak tágulni. A további érlumencsökkenésnél már csak izompárnával rendelkező kiserek, arteriolák jelennek meg, ezek az érmeder keresztmetszetét nagyon megnövelik (1000-szeresére). A szövetekben minden arteriolából több ezer kapilláris (még kisebb erecskék, melyek behálózják minden szervünket) ered. A kapillárisok 6-10 μm átmérőjűek. A kapillárisok biztosítják a szövetek oxigénellátását. Ezek gyűjtik össze az elhasznált vért is a rendszer másik oldalán (vénás oldal), majd az erek újra növekednek venulákká, végül nagy gyűjtőerekké, vénákká állnak össze, és alacsony nyomás mellett a vér beáramlik a szív jobb pitvarába. Ez a keringés nagy körforgása.



2. ábra Az érrendszer

A vérnyomás nagyságának változása az érrendszerben



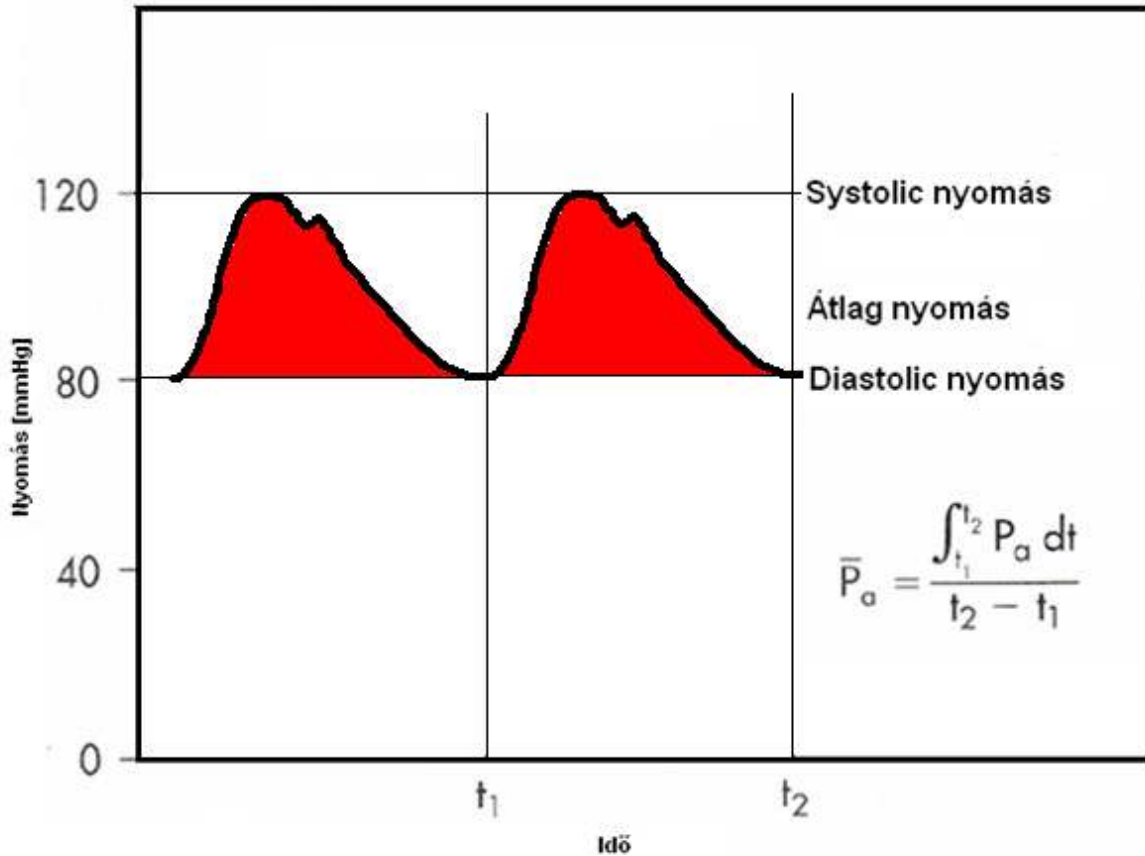
3. ábra Áramlási sebesség és vérnyomás a különböző értípusokban

nyomás, egyenletes, ún. középnyomás érvényesül. A vénákban a nyomás tovább esik, legalacsonyabb a jobb pitvarba kerülés időpontjában. Amikor a vér visszafelé áramlik a szív felé, sokszor a hidrosztatikus nyomás ellentétes az áramlási iránnyal. Például az alsó végtagokban felfelé áramlik a vér, a vénás billentyűrendszer segíti a helyes irányba terelni.

A vért az érrendszer egyes helyei között fennálló nyomáskülönbség, a vérnyomás tartja keringésben. A legnagyobb nyomás a bal kamrában van, akkor amikor a vér kilökődik a szívből a főútóérbe, az aortába. A vér helyes áramlását a szíven belül speciális billentyűrendszer szabályozza. A főerekbe kikerült vér nyomása kitágítja a rugalmas érfalat, ez mint kinetikai (mozgás) energia érvényesül, és a vér a mind kisebb erek felé áramlik. Eközben a kiserek szintjén érvényesülő rugalmas ellenállás még emeli a vérmennyiség nyomását, tovább tágítva a nagyereket. Ez a statikai energia a vérnyomás másik fő komponense. Amikor a szív összehúzódik, egy nagy lökéshullám érvényesül, ez a nyomás systolés értéke.

Ha a kiserek szintjén nem volna ellenállás, akkor a szív nyugalmi állapotában (diastole) nem volna nyomás, illetve nulla lenne. Mivel azonban van érellenállás, annak mértéke függvényében a szív nyugalmi állapotában is érvényesül nyomás az érrendszerben és ez a diastolés nyomás.

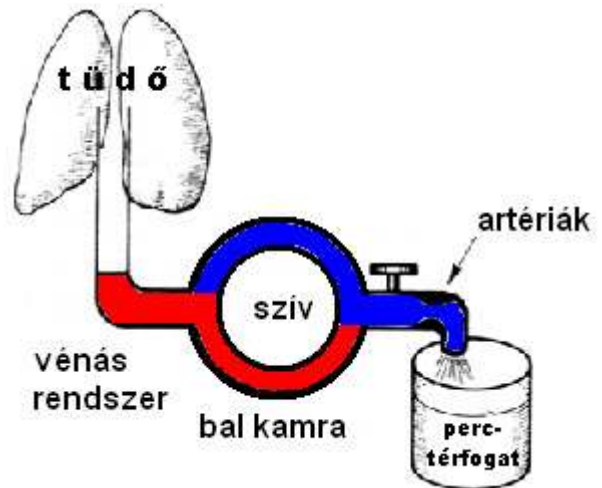
A másik érdekesség, hogy a nyomás pulzáló jellege (systoléban magasabb, diastoléban alacsonyabb) fokozatosan csökken, és egyúttal a nyomásértékek is kisebbek lesznek. A kapillárisok szintjén már igen alacsony a nyomás és nincs systolés vagy diastolés



4. ábra A vérnyomás jellező értékei

A szív, mint a keringés fenntartója

A szív alapfunkciója: a keringés fenntartása, hogy a szervekhez, szövetekhez elegendő oxigéndús vér jusson. A szövetekben nyugalomban és terhelés (fizikai terhelés) során egyaránt megfelelő nyomásnak (perfúziós nyomás) és oxigénmennyiségnek kell lennie. A szív erejét jellemző paramétert perctérfogatnak nevezzük. A perctérfogat az egy percre vonatkoztatott kilökött vér mennyisége. A perctérfogat nagysága attól függ, hogy az egy szívösszehúzódás alatti vérmennyiséget milyen szaporasággal (szívfrekvencia) tudja a szív kilököni. Normális nyugalmi állapotban 5-6 liter vért képes a szív 1 perc alatt kilököni. Terhelés alatt ez a többszörösére növekedhet, 10-15 liter is lehetséges. Egy edzett atléta szíve akár 50 l/perc térfogattal is képes dolgozni. Ez azt jelenti, hogy óriási teljesítménynövekedésre képes az emberi szervezet. Természetesen vannak gátló hatások. Ilyen a már említett, a kis arteriolák szintjén kialakuló ellenállás, akkor a szív nem tud nagyobb perctérfogatot produkálni ereje teljében sem, mert nem képes az ellenállást teljes mértékben leküzdeni. Ezt az ellenállást a szív utóterhelésének nevezzük.



5. ábra Perctérfogatváltozás lehetőségei

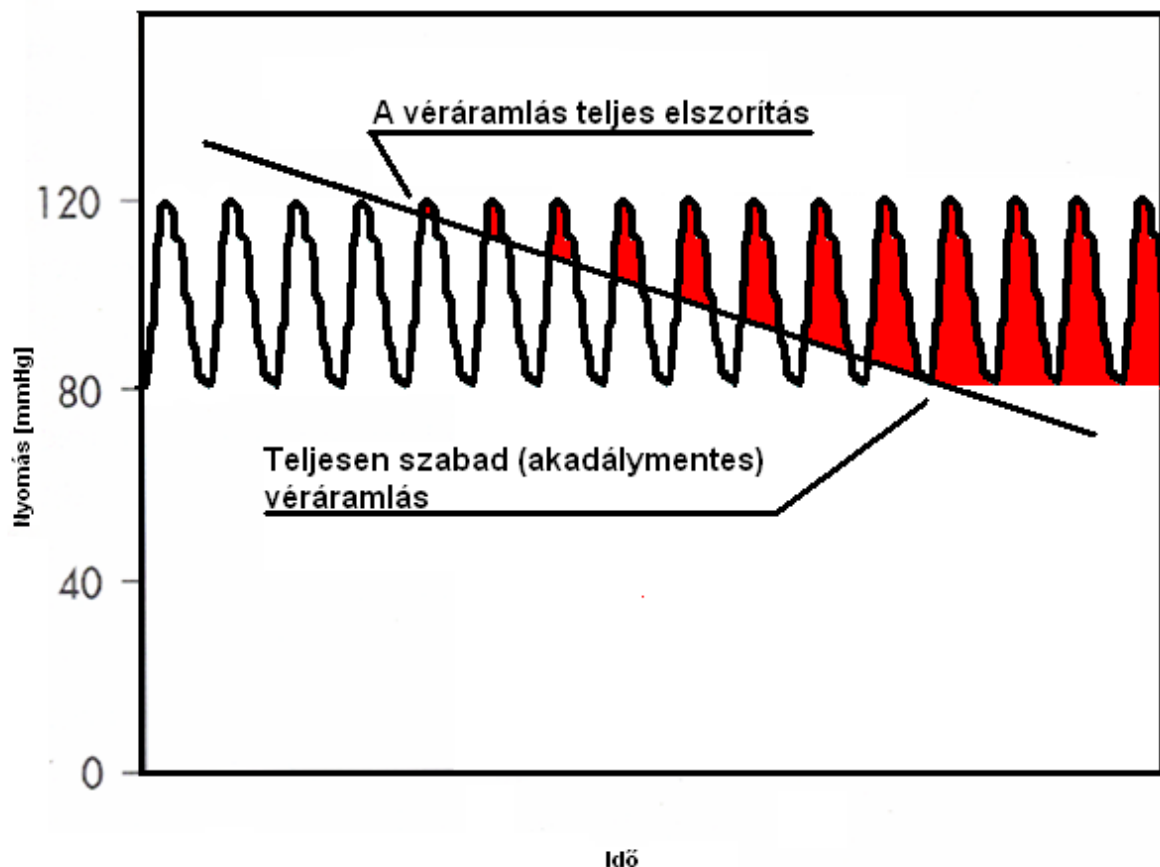
Ha a szív előtt nagy terhelés van (ellenállás-növekedés), akkor a vér hátrafelé torlódik, emelkedik a kamrákban a nyomás, majd a nyomásemelkedés áttevődik a tüdőerek szintjére. Itt a vértorlás nagy nyomást fejt ki a szívre, ezt a szív előterhelésének nevezzük. Normális körülmények, normális érellenállás mellett a pumpafunkció jól működik, zavar esetében azonban a keringés fenntartása nehézségekbe ütközhet.

A vérnyomás mérését közvetett módszerrel szokták végezni, amely azon alapul, hogy az érfal rugalmas, tehát megfelelő külső erővel összeszorítható, így egy adott rövid érszakaszon a véráramlás megszüntethető.

A vérnyomásmérő

Minden vérnyomásmérő eszköz alapvetően öt fő részből áll, közülük az érszakaszt az ún. mandzsetta szorítja el, ami rendszerint tépőzárral rögzíthető a karon, és nem más, mint egy szövetszátkban elhelyezkedő, felfújható gumipárna. A mandzsettába pumpált levegő nyomása az izmok és kötőszövetek közvetítésével fejt ki hatását az érfalra, és az eret a felkarcsonhoz szorítva állítja meg a vér áramlását.

A vérnyomásmérő pumpájának segítségével hozzuk létre a méréshez szükséges nyomást. A modernebb készülékek elektromos kompresszorral működnek.



6. ábra Non invazív vérnyomás mérés

A pumpa leengedésekor szükség van a nyomásváltozás sebességének pontos beállítására, melyet a korszerű műszerekben mikroprocesszor vezérel. A nyomásmérő

egység a hagyományos vérnyomásmérőkön higanyos vagy manométeres rendszerű, ma egyre inkább az elektronikus mérőátalakítóval ellátott készülékek terjednek el, és 0-300 Hgmm nyomás mérésére készülnek.

Korábban - de a jelenlegi gyakorlatban is - az avatott füleknek az ún. Korotkov-hangokat kellett meghallania a hallgatón keresztül a szisztolés és diasztolés nyomás beazonosításához. A hangok az artéria falának összecsapódásától származnak. Az oszcillometriás eljárásnál a rugalmas artéria keresztmetszetének változása miatt a mandzsettában létrejövő periodikus nyomásingadozást használjuk ki a vérnyomás meghatározására.

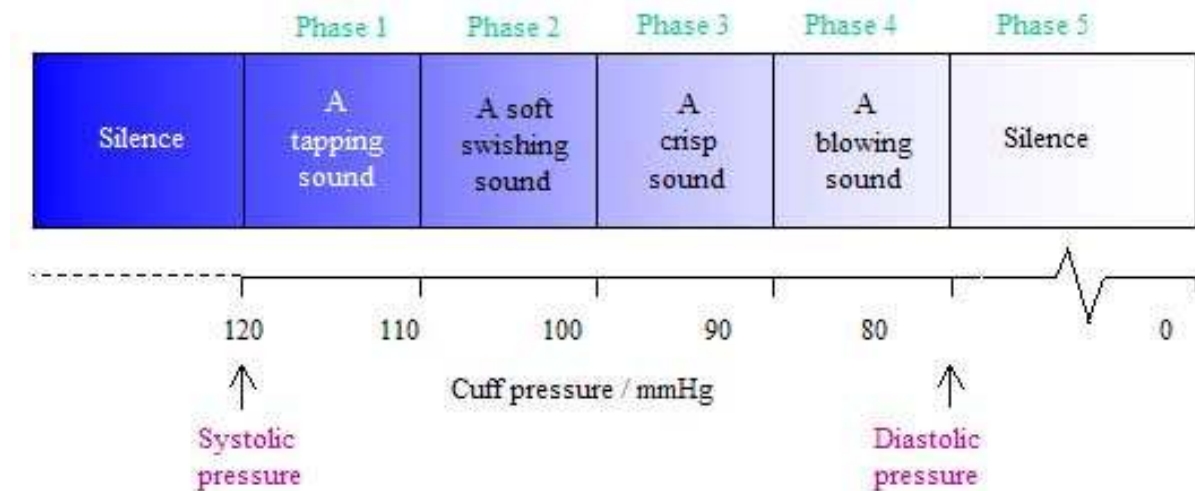
Az otthoni használatra készült vérnyomásmérők elektronikusan mérnek. A forgalomban lévő félautomata készülékeknél a felfújás kézi pumpával történik, a leengedés és a kiértékelés már automatikus. A teljesen automata készülékeknél minden automatikusan, a kiértékelés az oszcillometriás módszer alapján történik. A mérés végén a kijelzőn a szisztolés és a diasztolés értéket és a pulzusszámot olvashatjuk le. Az utóbbi években megjelentek, az ujjon, ill. csuklón mérő, elektronikus vérnyomásmérők, főként az utóbbiak által mért vérnyomás közelítőleg megegyezik a felkaron mért értékkel, feltéve, hogy a páciens érrendszere jó állapotban van. Ezért ezek a készülékek lényegében egészséges emberek vérnyomásának ellenőrzésére ajánlottak. A méréskor arra kell figyelni, hogy a csuklót a szívvel megegyező magasságba emeljük, különben a hidrosztatikai nyomás 20-30 Hgmm-rel is meghamisíthatja a mérést. Tartósan magas vérnyomás, cukorbetegség, vesebetegség, ödéma, érszűkület, érlemeszesedés esetén a vérnyomást mindig a felkaron kell mérni!

A mérés

A megfelelő helyre felhelyezett mandzsettát először a 30-40 Hgmm-rel a szisztolés vérnyomásérték fölé kell felfújni, hogy a véráramlást megállíthassuk. A hagyományos vérnyomásmérőnél ekkor kell a fonendoszkópot az artéria elszorított szakaszának szívtől távolabbi része fölé helyezni, majd a nyomást a készülék leeresztő szelepének segítségével, lassan, 2-3 Hgmm/másodperc sebességgel csökkentjük. A balkamra összehúzódási fázisában a vér egészen addig nem tud átjutni az elszorított érszakaszon, ameddig az artériában a vér nyomása kisebb, mint a mandzsetta nyomása. A nyomás csökkentésével azonban, akkor, amikor az összehúzódó bal kamrához tartozó maximális nyomást, azaz a szisztolés nyomást elérjük, a szív átpréseli a vért a megszorított érszakaszon. A szív elernyedési fázisa alatt a mandzsetta nyomása nagyobb, mint az érben uralkodó nyomás, így az ér a mandzsetta alatt megint összezárul, a fonendoszkópban először ekkor hallható a Korotkov-hang, mely a szisztolés vérnyomást jelzi, és amely hangok addig ismétlődnek és hallhatók, míg a mandzsetta nyomása nem csökken a diasztolés vérnyomásérték alá, ekkor a külső nyomás már annyira alacsony, hogy nem tudja a véreket összeszorítani.

A legújabb, otthoni használatra tervezett készülékek nem a Korotkov-hangokat használják a vérnyomás-értékek meghatározására, hanem az érfal mozgásából származó, a mandzsettában létrejövő 1-2 Hgmm-es amplitudójú nyomásváltozást, aminek az érzékelésére egy nagyon érzékeny nyomásmérő egységet építettek be, mely akár 0,05 Hgmm nyomásváltozást is képes detektálni. Az oszcillometriás elven működő vérnyomásmérők csak akkor adnak pontos eredményt, ha a szív ritmusa szabályos. Ritkán annyira gyenge lehet a pulzus, hogy méréséhez a hallgatózásos kiértékelés javasolt.

Source of illustration: Zimmermann, E. (1903). *XVIII. Preis- Liste über psychologische und physiologische Apparate* (p. 89). Leipzig: Eduard Zimmermann.



7. ábra Vérnyomásmérés fázisai

http://www.medphys.ucl.ac.uk/teaching/undergrad/projects/2003/group_03/how.html

Hogy valóban reális vérnyomás-értéket kapjunk, közvetlenül a mérés előtt nem szabad megerőltető fizikai munkát végezni, mozogni, inkább maradjunk nyugalomban. Mellőze a dohányzást. Az öltözet ne zavarja a mérést, ne szorítson. Kényelmes fekvő vagy ülő helyzetben jobb kézzel tegyük a bal felkarra a vérnyomásmérő mandzsettáját, mely a könyökhajlattól kb. két ujjnyira legyen. A mandzsettának szorosan kell a karra simulnia. Figyelnünk kell arra is, hogy ha a vérnyomásmérő mandzsettája túlságosan nagy vagy túlságosan kicsi, akkor a mérés során pontatlan eredményeket kapunk. Pl.: amennyiben a felkar körmérete meghaladja a 36 cm-t, a szokásos szélességű mandzsettával a valóságosnál magasabb értéket mérünk. Mérés közben ne beszéljünk. Az alkart csuklóval fölfelé fektessük az asztalra, a tenyér fölfelé nézzen, otthonában érdemes felső végtag alá puha, kényelmes támasztékot is helyezni. A vérnyomást mérhetjük a napnak ugyanabban a szakában, de értékes információnak számít az alkalmankénti mérési, illetve az esetleges panasz esetén történő mérés (pl. fejfájás, szédülés, arc kipirulás, fülszengés, ...). Ha szokatlan (általában szokatlanul magasat) értéket mértünk, öt perc múlva ismételjük meg a mérést. Ha ekkor akár az első (szisztolés), akár a második (diasztolés) érték kisebbnek bizonyul legalább 5 Hgmm-el, akkor harmadszor is mérjük, mindaddig, amíg a csökkenés - mindkét számot figyelembe véve - 5 Hgmm-nél kisebb. Ilyen esetekben az utolsó két mérés systoles és diastoles matematikai átlaga mutatja az aktuálisan reális vérnyomást. Célszerű a mért értékeket naplóban vezetni.

A pszichológiai tényezőket is figyelembe kell venni. Azok, akik túlságos félelemmel figyelik saját értékeiket, inkább ne mérvék maguk vérnyomásukat, mert túlzott lelki reakciójuk miatt nem kapnak valóban pontos értékeket.

A vérnyomást befolyásoló tényezők

Életkor

Fiatal- és felnőttkorban pontosan ismerjük a vérnyomás-növekedés ütemét, annak jellemzőit. Egészséges egyéneknél a legnagyobb növekedés a szüléstől 20 éves korig következik be, mikor a szisztolés nyomás 80 Hgmm-ről 120 Hgmm-re emelkedik.

Életkor		6 év	8 év	10 év	12 év	14 év	18 év
Fiúk	systolés	102	107	112	114	116	118
	diastolés	60	62	63	65	67	68
Leányok	systolés	100	102	107	110	112	114
	diastolés	62	63	64	66	65	64

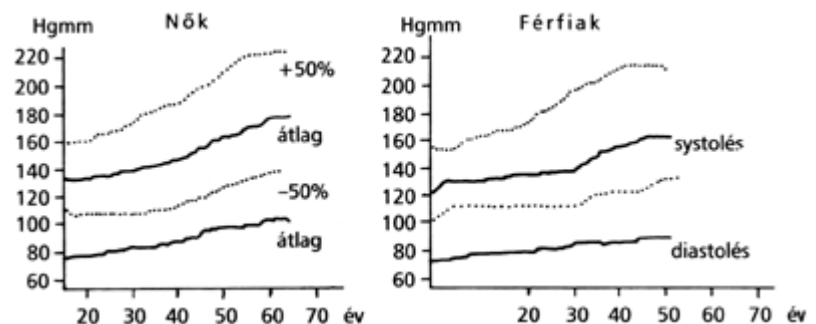
Loggie JMH. 1975 adatai alapján

A felnőttkorban, egészségnek ismert populációban, a hagyományos mérési technikát alkalmazva, a tapasztalatok szerint a vérnyomás systolés és diastolés értéke 50-55 éves korig emelkedik, majd rendszerint stabilizálódik. A nők vérnyomása alacsonyabb a menopauzáig, majd csökken a különbség, de a normális értékhatárok között a nőknél az átlagok mindig alacsonyabbak.

Életkor		17-29 év	30-39 év	40-49 év	50-79 év
Férfi	systolés	121	122	125	133
	diastolés	73	77	81	85
Nő	systolés	110	113	121	130
	diastolés	71	72	78	81

Az átlagos populációban (nincs válogatás az egyedek között), ahol tehát a betegek és egészségesek keverednek, a vérnyomás másképpen alakul a kor előrehaladásával. Egy híressé vált skandináv város (Bergen) adatai az egész világon ismertté váltak, mert a teljes felnőtt lakosság vérnyomásértékeit feldolgozták.

Ebben a vizsgálatban azt figyelhetjük meg, hogy a lakosság felének vérnyomása 50 %-nál magasabb az átlagnál (+50 %), míg a másik felénél ennél alacsonyabb. Érdekes volt az a megfigyelés is, hogy a férfiaknál kissé alacsonyabb átlagértékeket találtak.



7. ábra. Bergen skandináv város felnőtt lakosainak vérnyomás-átlagértékei

Testhelyzet

A hidrosztatikai nyomás a lefelé irányuló véráram nyomását növeli, a felfelé irányulóét csökkenti. Ezt a hatást egészséges emberben az idegrendszer szabályozza, sőt kissé túlkompenzálja. Ebből adódik, hogy amíg vízszintesen fekvő a felkar és a lábszár vérnyomása kb. azonos, addig álló helyzetben a lábszáré 30-60 Hgmm-rel magasabb. Álló helyzetben a fekvővel szemben annyira emelkedik a vérnyomás, hogy a szív feletti artériákban a hidrosztatikus nyomás levonódása ellenére is változatlan maradjon. Ez a vérnyomás orthosztatikus szabályozása. Egyes vérnyomáscsökkentő (antihipertenzív) gyógyszerek gátolják ezt a szabályozást, és ekkor orthosztatikus hypotonia (álló helyzetben leesik a beteg vérnyomása) alakul ki. Egészséges egyénben is a hirtelen felállás hatására eshet a felkaron mért nyomás (5-30 Hgmm-t), de 1-30 másodpercen belül ez rendeződik, vagy akár túlkompenzálás is lehetséges.

Fizikai és szellemi aktivitás változása

A váratlan, hirtelen indított fizikai aktivitás, valamint a mentális stressz egyaránt képes különböző mértékben a vérnyomást emelni. A változás nagyságát az adott egyén vegetatív idegrendszerének individuális jellemzői szabják meg. A külső behatások, más környezet megjelenése önmagában már megemeli a vérnyomást, és ez tartós behatása lehet. Ez magyarázza a "fehérvérnyomást" kialakulását is az orvosi rendelőben. Az idegrendszer aktivitásának változása rendkívül jellemzően befolyásolja vérnyomásunkat.

Ezt biológiai variációnak kell tekinteni. Egészséges embernél is széles határok között változik a vérnyomás. Munkatevékenységre, anyagcsereváltozásokra (pl. étkezés), izgalomra jelentősen emelkedhet vérnyomásunk. Ez azonban csak átmeneti jelenség és gyors kompenzálás indul meg, melyre már előzőekben is utaltunk. A vérnyomásváltozás rendszerint együtt jár a szívfrekvencia változásával, emelkedéssel vagy csökkenéssel.

Örökletes tényezők

Ismerjük a magas vérnyomás kialakulásában az örökletes tényezők szerepét, de csak újabban tisztázódott, hogy a hipertóniás familiákban az utódoknál csaknem törvényszerűen magasabb alapvérnyomás-értékkel, sőt a korai és tartós szívterhelés miatt a szívizom megvastagodásával (vastag kamrafal) is kell számolnunk (bergen Blood Pressure Study 1995).

Testsúly

A testsúlynövekedés általában együtt jár a vérnyomás emelkedésével. Minél több valakinek a súlytöbblete, annál inkább magasabb a mért vérnyomásérték. Ez igaz egészséges egyéneknél, még inkább érvényesül magasvérnyomásban szenvedő betegekben. A testsúlytöbblet hatása a vérnyomásra egészséges populációban is jól érvényesül minden korcsoportban.

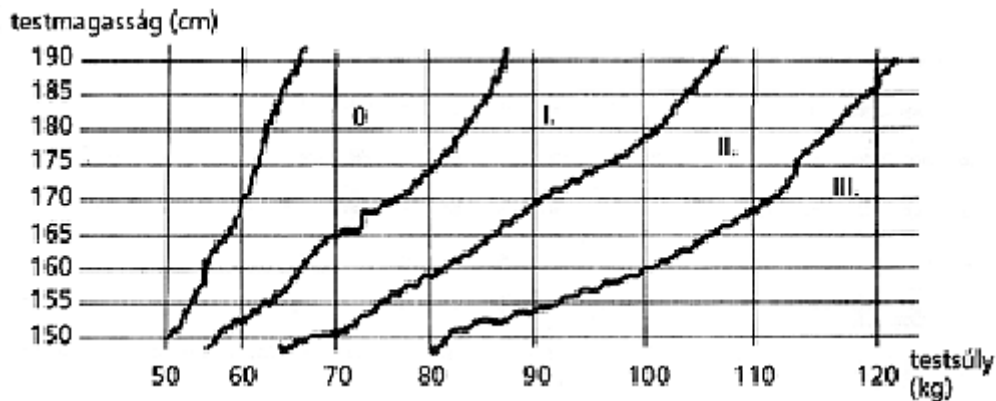
3. táblázat A vérnyomás alakulása testsúlytöbblet hatására

Testsúlytöbblet %-ban	Korcsoportok		
	30-39 év	40-49 év	50-59 év
5-15 %	124 Hgmm	126 Hgmm	129,6 Hgmm
15-25 %	125,9 Hgmm	127,4 Hgmm	130,2 Hgmm
25-35 %	126,5 Hgmm	127,8 Hgmm	130,3 Hgmm
35-45 %	127,8 Hgmm	129,4 Hgmm	134,3 Hgmm
45-55 %	129,6 Hgmm	131 Hgmm	136,4 Hgmm
55-65 %	129 Hgmm	133,7 Hgmm	138,3 Hgmm

$$\frac{\text{mért testsúly kg-ban}}{\text{testmagasság cm-ben} - 3} \times 100 = \text{testsúlytöbblet \% -ban}$$

Az ideális testsúly legegyszerűbb megközelítése az - mely ma már nő és férfi számára

egyaránt izgalmas -, ha a testmagasságból 100-t levonunk. Ennél azonban pontosabb táblázatot mutatok be, melyben mindenki könnyedén megtalálhatja a maga értékeit. A 0 sáv felel meg az optimális régióknak, az I. sáv már testsúlytöbbletet fejez ki, a II. sávba tartozók már kövéreknek tekinthetik magukat. A III. sávba abszolút kóros tartománynak felel meg. Ha valaki arra kíváncsi, hogy hány százalékkal haladja meg testsúlya az optimálist, erre egy egyszerű képlet szolgál:



8. ábra. Optimális testsúly értékelése

Egy másik mérési módszer is nagyon elterjedt, könyvekben is gyakran írnak róla. Indokolt, hogy az olvasó ismerje, annál is inkább, mert a testsúlycsökkentő kúráknál sokszor említik. Ez a **testtömegindex**, amelyet megkapunk, ha a kilogrammban mért testsúlyt elosztjuk a méterben kifejezett testmagasság négyzetével. Így tehát egy 70 kg súlyú 1,70 m magas egyénnél $70/1,7 \times 1,7 = 24,22 \text{ kg/m}^2$ a testtömegindex. A testsúly megítélése a testtömegindex alapján az alábbi értéktartók szerint történik:

- optimális testsúly -25-ig;
- mérsékelt többlet 26-29;
- kifejezett többlet 30-39;
- jelentős testsúlytöbblet 40 felett.

A világ egyik híres vizsgálata (az USA egyik kisvárosának lakosságát már 30 éve figyelemmel kísérik), a Framingham-tanulmány alapján mondhatjuk, minél magasabb valakinek a testtömegindexe, annál gyakrabban fordul elő magasvérnyomás-betegség.

A vérnyomás mérése

A mérési eszközök: higanyos manométer

A legrégebb óta alkalmazott mérési technika, ahol a zárt üvegcsőben higany helyezkedik el. A rendszert a legpontosabbnak tartják, és gyakran más eszközök vagy vérnyomásmérő rendszerek kalibrálására használják. Mégis tudnunk kell, hogy a systolés vérnyomást kissé alulbecsüli 1-2 Hgmm-rel, míg a diastolés értékeket felülértékeli. A higanyoszlop nyugalmi állapotban pontosan a 0 értéknél van. Ha nyugalmi helyzetben ez alatt van, akkor higanyt kell tölteni a tároló rendszerbe. 1 Hgmm-es osztályozással a skála 0 és 300 Hgmm között van jelölve. A manométert mindig függőlegesen kell tartani, mert különben torz értékeket kapunk. A higanyos manométereknél a legfontosabb a 0 pont ellenőrzése. Ennek biztosítására több korrekciós eljárást alkalmaztak, de ezeknek csak a kutatásokban van szerepe.

A mérés technikája

A mérés megvalósításához fonendoszkópra és a higanyos manométerhez illesztett mandzsettára van szükség. A mérés folyamán vizsgált egyénnél a vérnyomásmérő pumpájával a mandzsettát felpumpáljuk oly módon, hogy a higanyoszlopot kb. 150-160 Hgmm-es értékre visszük fel (ha szükséges magasabbra), majd lassan engedjük lefelé menni. A fonendoszkópot a könyökhajlatban kitapintott verőérre helyezzük. A systolés érték elérését hang (érhang) jelzi. A hang megjelenése

fejezi ki számunkra a systolés vérnyomásértéket. A hangot egy darabig folyamatosan halljuk a szív ritmusának megfelelően. Majd a hang hirtelen megszűnik, ez jelzi a vérnyomás diastolés értékét. Előfordul, hogy az érhangok nem szűnnek meg, csak elhalkulnak, akkor az elhalkulás időpillanata jelzi a diastolés nyomást. A modern automata rendszereknél nincs szükség közvetlen mérésekre, ezek automatikusan történnek oly módon, hogy a fonendoszkóp helyét egy piezoelektromos felvevő foglalja el, és az regisztrálja az érhangokat és hasonló módon értékeli.

Technikai nehézségek

A leggyakoribb probléma a mandzsetta kiválasztása. Ha a kar méretéhez képest túl kicsi a mandzsetta, az eszköz pumpája nem tudja megfelelően elnyomni az arteria brachialist, a mért értékek a vártnál magasabbak lesznek. A pontos méréshez szükséges, hogy a zsák hossza a felkar körfogatának legalább 80 %-át, szélessége a körfogat legalább 40 %-ot elérje. Ez elsősorban vastag karú, elhízott felnőtteknél jelent gondot. Újabban már kezdenek a nagyobb méretű mandzsetták is elterjedni.

Aneroid manométer

A rendszer alapvetően hasonlít a higanyos rendszerhez, csak ebben az esetben a mandzsetta egy levegővel teli zárt rendszerben pumpa segítségével telődik. Olyan nyomást kell elérnünk, hogy a kar ereiben a véráramlást megszüntessük. A továbbiakban hasonló eljárást alkalmazunk, mint a higanyal töltött rendszer esetében. Figyeljük fonendoszkóppal a könyökhajlat artériás verőérben az érhangot és észleljük a systolés és diastolés nyomásértéket jelző hangokat, illetve azok eltűnését. A manométer skáláján az értékeket egyszerűen leolvassuk.

Modern félautomata és automata manométerek

A rendszerek alapelve teljesen hasonló az aneroidhoz, azonban a hangok észlelése automatikus és a kijelzés LCD-panelen azonnal numerikus formában jelenik meg. A vérnyomásértékek mellett a pulzusszámot is azonnal mutatja. A rendszerek fejlettségi fokától függően a mandzsetták felfúvása lehet hagyományos (gumiballonnal), de lehetséges automatikusan gombnyomásra akkumulátor vagy elemek felhasználásával. A mérés technikája alapulhat az érhangok detektálásán (piezoelektromos felvevő), de lehetséges Doppler-technikával (ultrahang) az áramlás észlelése révén.

Oszcillometriás módszeren alapuló manométerek

Ebben a rendszerben az arteria brachialisról a mandzsettára terjedő oszcillációt érzékelik, megállapítják a systolés és középnyomást, majd kiszámítják a diastolés nyomást. A mérés lehetséges a csuklóra helyezett mandzsettával is.



17. ábra. OMRON R2 és R3 csuklón mérő vérnyomásmérő

18. ábra. OMRON HEM-815-F ujjon mérő vérnyomásmérő

Ujjpletizmográfias módszer

A betegek otthonában történő mérések számának növelése érdekében fejlesztették ki a nyolcvanas évek elején ezeket a rendszereket, melyekben a volumenváltozásokból adódó pulzushullám segítségével határozzák meg a vérnyomásértékeket. Otthoni mérésre nagyon elterjedtek ezek a műszerek a használat egyszerűsége és kis méret miatt. A kéz ujjaira helyezhető mérő a vérvolumen-, illetve áramlásváltozás alapján méri a vérnyomást.

A vérnyomásmérés új módszere, a folyamatos, 24 órás vérnyomás-monitorozás

Mit jelent a vérnyomás-monitorozás?

A nap bármely időpontjában végzett egyszeri, vagy többszöri vérnyomásmérés helyett napi vérnyomásprofil mérésére törekszik a módszer azáltal, hogy nappal és éjjel előre meghatározott időpontokban rendszeres vérnyomásmérést végez. A napi vérnyomásmérések száma mindig meghaladja az ötvenet.

Miért indokolt ilyen sok napi mérést végezni?

Már a vérnyomás-szabályozás bemutatásánál említettem, hogy a vérnyomás a nap egészében folyamatosan változik. Egy időpillanatban kiragadott érték alapján nem lehet eldönteni, hogy normális vagy kóros vérnyomással állunk-e szemben.

A nap különböző periódusaiban eltérő értékek lehetnek. Előfordul, hogy az orvos rendelési idejében mindig normális a vérnyomás (pl. délután), ennek ellenére a reggeli órákban akár 200 Hgmm, vagy ennél magasabb értékeket is mérhetünk.

Az orvosi rendelő, illetve maga az egészségügyi környezet, az orvosi vizsgálat kisebb-nagyobb mértékű stresszt jelent a beteg számára és ott, akkor - de nem máskor - magasabb vérnyomást mérünk. Ezt hívjuk fehérvérnyomás-reakciónak. Ezért fontos, hogy az orvosi rendelőn kívül, a megszokott hétköznapi tevékenység közben is ismerjük a vérnyomásértékeket.

Az úgynevezett veszélyes időszakok leleplezése csak folyamatos méréssel lehetséges. Igaz, hogy a napi bioritmus ismerete alapján tudjuk, hogy általában reggel és késő délután 18-20 óra között a legmagasabb a vérnyomás, de ez nem szabály, hiszen lehetnek igen veszélyes vérnyomáskiugrások, "krízisek" más időpontokban is.

Nagyon fontos tudnunk, hogy milyen a nappali és éjjeli vérnyomás aránya. Normális körülmények között éjjel mindig alacsonyabb a vérnyomás. Diurnális differencia van a nappali és éjjeli értékek között. Feltehetően szervkárosodással járó komolyabb magasvérnyomás-betegség egyik korai jele, ha éjjel nem csökken megfelelően a vérnyomásunk. Ugyanakkor a nappali vérnyomás akár teljesen normális lehet.

Ha a magas vérnyomásban szenvedő beteg valamilyen gyógyszert kap, akkor azért fontos a napi teljes időszak mérése, mert előfordulhat, hogy bizonyos napszakokban túlzottan jól sikerül a vérnyomáscsökkentés és pl. gyógyszerdózis-változtatásra van szükség.

Milyen gyakorisággal indokolt a mérést végezni?

A jelenlegi tapasztalatok alapján nappal 15 percenként, éjjel félóránként célszerű az automatikus mérést beállítani az ilyen készülékeken. Természetesen ettől eltérő speciális beállítások is lehetségesek, ha azt a kezelőorvos indokoltnak tartja. A forgalomban lévő készülékeket komputer segítségével lehet programozni tetszőleges időmérési frekvenciára. A javasolt optimális mérési frekvenciától azonban csak ritkán térnek el az orvosok. Elvileg lehetséges 5 percenkénti mérés is, ezt azonban sokáig nem lehet fenntartani, mert az ismételt mérések (mandzsettafelfúvások) nagyon sok embert irritálnak, idegrendszeri izgalom alakul ki és valószínűleg magasabb vérnyomásértékeket mérhetünk. A jelzett mérési gyakoriságot az egyének több mint 95 %-a jól tűri, még az idős emberek is.

Mérési eszközök felépítése

Tudnunk kell, hogy az ambuláns vérnyomás monitorozás - divatos, de idegen rövidítéssel ABPM (Ambulatory Blood Pressure Monitoring) - több elemből áll:

1. Érzékelő eszköz (piezoelektromos egység vagy vibrációs jelrögzítő stb.) a mandzsettával. A mandzsetta legtöbb esetben a felkarra kerül, de a pletizmográfias rendszernél az ujjakra (2 ujjra). A mandzsetták nagyságának itt is jelentősége van, (elhízott ember vagy gyermek).
2. Felvevő egység. Ez általában zseb nagyságú vagy annál valamivel nagyobb. Benne helyezkedik el a jelátalakító mikroprocesszor, a vérnyomásértékeket mutató LCD-kijelző, a pumpa, valamint az energiát szolgáltató elemek. A vérnyomásmérési adatok itt kerülnek tárolásra.
3. Kiegészítő elemek. Lehetséges szimultán EKG-jel készítés is párhuzamos EKG-ábrázolásra, illetve mérési illesztésre. Összekötő kábelek a mandzsetta, illetve a számítógépes csatlakozáshoz.
4. Személyi számítógép színes monitorral és printerrel. Ez tetszőleges lehet, de döntő, hogy a készülékek beállítása, mérési előkészítése, valamint a kiértékelés csak számítógéppel lehetséges. A program (szoftver) nélkülözhetetlen része a rendszernek.
5. Napló. A naplóban a beteg leírja a lefekvés, felébredés, felkelés idejét, a napi tevékenységeket időrendi sorrendben. Ha panaszt észlel, azt is jelzi időjelöléssel együtt.

Forgalomban levő készülékek

1. Meditech 24 órás vérnyomásmonitor

A vérnyomásmonitor előre megszabott menetrend szerint 24-48 órán keresztül méri a beteg vérnyomását. A mérés gyakoriságát be lehet állítani. Általában nappal (reggel 8 órától este 10 óráig) 15 percenkénti, éjjel (este 10 órától reggel 8 óráig) 30 percenkénti mérésre szokták a készüléket beállítani. 24 órás (egynapi) időszakban 70-90 mérés történik. A beépített marker segítségével az automatikus méréseken túl lehetőség van extra mérésekre is, ha a betegnek panasza van.

A rendszer oszcillometriás elven alapul. A mandzsetta felhelyezése egyszerű. A felhasználó a készüléken elhelyezett LCD-kijelzőn látja az aktuális mérési eredményeket. Bár a mérés bonyolult számításokon alapul, a mérési pontosság nagy. 2 Hgmm-s eltérés megengedett 40-280 Hgmm között.

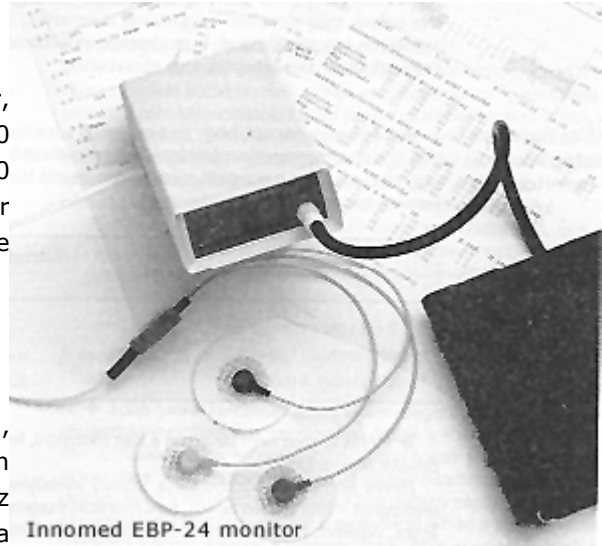
A rendszer igen stabil. Mellette a napi élettevékenység végezhető, hiszen éppen az a cél, hogy a



napi életritmus és tevékenység közben lássuk a vérnyomás változását. A monitorozás aktív szakasza után a mérési eredményeket átvizsgáljuk a komputerre, ahol a képernyőn megjelenik a teljes vérnyomásspektrum, számtalan mérési eredmény és vérnyomáslista (20. ábra, I. következő oldal). A képi megjelenítés lehetővé teszi a - görbe megtekintésével - a vérnyomáskiugrások (pl. reggeli órákban), valamint vérnyomásesések időpontjainak megfigyelését.

2. Innomed EBP-24 monitor

Ugyancsak oszcillometriás elven működő rendszer, melynek mérési pontossága ± 3 Hgmm 20-280 Hgmm között. 180 automatikus mérés mellett 40 extra mérést lehet kivitelezni. Az akkumulátor töltése 150, egy elemkészleté 300 mérésre alkalmas (21. ábra).



3. Külföldi rendszerek

Számtalan vérnyomás-monitor áll rendelkezésre, részben oszcillometriás (pl. Space Lab), részben auscultációs (pl. Accutracker II) típusú. Az auscultációs rendszerek túlzottan felfogják a környezet zajait, az oszcillometriás rendszerek túl sok számítást alkalmaznak.

4. Összetett rendszerek

A legnagyobb sikert az az ötlet eredményezte, mikor a vérnyomás-monitorozást EKG monitorozással kapcsolták össze. Az ilyen típusú készülékek hasznosak arra, hogy a magasvérnyomás-betegséghez társult ritmus- zavarokat igazolja, illetve az anginákat (mellkasi fájdalom) leleplezze. Mindkét magyar készülék új típusa alkalmas vérnyomással párhuzamos EKG monitorozásra.

Az adatok továbbításának lehetőségei

A technika óriási lehetőségei a vérnyomásméréshez is elérték. Az otthoni adatokat telefonon, modem elemek segítségével lehet továbbítani tetszőleges helyre. Nem ritka külföldön az a megoldás sem, hogy a monitorgységeket bérebe adják meghatározott időre, és a beteg a 24 órás mérési eredményeket modemmel továbbítja orvosra felé. Különösen nagy távolságok esetében fontos szerepe van ezen megoldásoknak. Pénzügyi oldalról megközelítve nálunk még szokatlan megoldások is ismertek. Egyes cégek csak a monitorok kölcsönadásával, a rendszerek működtetésével foglalkoznak, és leletet juttatnak a betegnek vagy az orvosnak.

Mire figyeljen a beteg vérnyomás-monitorozás közben?

Kérje meg orvosát, hogy mutassa meg a mérés technikáját. Ennek első lépése a mandzsetta helyes méretének helyes kiválasztása. Ha erős a felkar, vagy elhízott, akkor a normális méretű mandzsetta kibukik (kifordul) és sikertelen lesz a mérés.

Mérés közben nem tanácsos a kart mozgatni, feszíteni, vagy a mandzsettát meglazítani.

Mérés közben ellenőrizhetjük a felvevő kijelzőjén az aktuális mérési eredményt. Alvás közben helyes, ha a monitort magunk mellé helyezzük az ágyra, vigyázva, hogy a monitor és a mandzsetta közötti összeköttetés ne szakadjon meg.

	Javasolt mandzsettaméretek:	
	szélesség	hosszúság
5-15 éves gyermek	8-12 cm	12-23 cm
felöltt normális felkar	12 cm	23-35 cm
felöltt vastag, izmos felkar	12-15 cm	35-42 cm

A naplózás fontos dolog, mert minden, a napi tevékenységgel összefüggő jelenséget érdemes leírni az ébredéstől a lefekvésig. Ezzel összefüggő tény, hogy a beteg maga is aktivizálhatja a mérést egy jelzőgomb segítségével. A kombinált rendszereket oly módon állították össze, hogy panasz esetében az EKG- és vérnyomásmérés együtt is lehetséges. Modern automata monitorok esetében az egyik rendszerben észlelt kóros érték (megszabott érték feletti vérnyomás, illetve bizonyos nagyságú EKG-eltérés vagy ritmuszavar) automatikusan elindítja a másik komponens (EKG, illetve vérnyomás) mérési folyamatát. Így nagyon sok kóros jelenséget lehet tisztázni a vérnyomás-emelkedésen vagy csökkenésen túl is.

Mi a "fehérvköpeny-hypertonia", mi az oka, hogyan értékeljük?

Valójában a 24 órás vérnyomás-monitorozás bevezetésének egyik oka a "fehérvköpeny-hypertonia" leleplezése volt. Ha a beteg az orvosi rendelőbe kerül, már az előszobában, várakozóhelyiségben emelkedik a vérnyomása. Az orvos ilyen esetekben még a szokásos pihentetés után sem tud alacsonyabb vérnyomásértéket mérni. Éppen ennek érdekében vezették be a 24 órás vérnyomás-monitorozást. Van egyszerűbb megoldás is: az otthoni vérnyomásmérés.

Két dologra szeretném a figyelmet felhívni!

1. Ne gondoljuk, hogy ez a jelenség egy közömbös dolog. Nemrég olyan adatokat közöltek, mely szerint ezen egyénekben gyakrabban figyelnek meg szervkárosodásokra utaló jeleket az elkövetkező években, mint a egészségeseken. Tehát itt eleve hiperreaktor típusú egyénekről van szó. Ezeket az embereket hosszantartóan megfigyelni és ellenőrizni kell. Még akkor is tanácsos időnként a vérnyomást megmérni vagy méretni, ha az orvos igyekszik teljes mértékben bennünket megnyugtatni.
2. Messze nem minden egyénnél észleljük a jelenséget. Sok hypertoniás betegnél a reakció elmarad. Nyugodt, idősebb emberek között, akik szívesen ülnek a rendelő várócsarnokában és beszélgetnek, ritkán találkozunk ezzel a jelenséggel.