

Egyszerű, gyors, automatikus, nem-invazív módszer a vérnyomás, az artériás stiffness és más hemodinamikai paraméterek egyidejű mérésére

DR. ILLYÉS MIKLÓS, DR. BÖCSKEI RENÁTA

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink igénye, hogy az artériák állapotát egyszerű, nem-invazív vizsgáló módszerekkel mérjük fel. Ezek révén a kardiovaszkuláris betegségek kockázata hatékonyan csökkenthető. Ebben fontos elem az artériás stiffness meghatározása. Ez alatt az augmentációs index és az aorta pulzushullám terjedési sebesség mérését értjük. Bizonyított, hogy az emelkedett stiffness paraméterek a kardiovaszkuláris halálozás önálló független markerei és már akkor körjelző értékűek, amikor az ismert rizikófaktorok alapján a beteg veszélyeztetettsége még kicsi. Az általunk kifejlesztett arteriográf nem-invazív új módszer, mely néhány percen belül meghatározza a fenti paramétereket. Eddigi saját és mások vizsgálatai amellet szólnak, hogy az eljárás mind a tünet- és panaszmentes rizikó csoportoknál, illetve a csak laboratóriumi eltérésekkel rendelkezőknél, mind bizonyos kardiovaszkuláris betegségben szenvedőknél az állapot felmérésére alkalmas. Az eszköz és a módszer további vizsgálatok végzésére ad lehetőséget. Nagy anyagon nyert eredmények birtokában állíthatjuk, hogy az eljárás jól szolgálja részben a megelőző, részben a gyógyító orvosi tevékenységet, beleértve egyes terápiás eljárások eredményességének megítélését is.

KULCSSZAVAK

artériás stiffness, augmentációs index, pulzushullám terjedési sebesség, nem invazív diagnosztika

*SIMPLE, FAST, AUTOMATIC, NON-INVASIVE
METHOD FOR THE MEASUREMENT OF
ARTERIAL PRESSURE, STIFFNESS AND
FURTHER HAEMODYNAMIC PARAMETERS
Miklós Ilyés M. D., Renata Böcskei M. D.*

Nowadays there is a great demand for assessing the state of the arteries with simple, non-invasive methods. We can effectively recognise the risk of cardiovascular disease. In this context the determination of arterial stiffness plays a key role. This means the measurement of the aorta pulse wave velocity and the augmentation index. It has been proven that the increased stiffness parameters in cardiovascular mortality are independent markers because, when the known risk factors show low risk in the patients, these increased stiffness parameters still show cardiovascular danger signs. The device we have developed, the Arteriograph, is a new non-invasive method which within a few seconds calculates the parameters mentioned above. Other studies and ours show that the method is appropriate for patients in the asymptomatic and complaint-free groups or rather in the group with just laboratory deviations or patients suffering from cardiovascular diseases. The device and the method stimulates us to carry out further examinations. Our results gained from a wide range of patients prove that the method could be used both in prevention or in clinical practice, including the estimation of the effectiveness of the therapy.

KEYWORDS

arterial stiffness, augmentation index, pulse wave velocity, non-invasive diagnostic method

Bevezetés

A fejlett ipari országokban minden második ember halálát az érlelmeszesedés következtében fellépő szív- és érrendszeri betegségek (agyvérzés, szívinfarktus stb.) okozzák.

Az érlelmeszesedés évekig lappangó, alattomosan, lassan előrehaladó folyamat, ezért az utóbbi években a kutatás a szubklinikai elváltozások felismerésére irányult. A korai diagnózis jelentős mértékben hozzájárulhat a szív- és érrendszeri halálozás csökkentéséhez és a születéskor várható élettartam növeléséhez.

A klasszikus rizikófaktorokra alapozott SCORE vagy Framingham analízis populációs szinten hatékony, de az egyén konkrét, individuális veszélyeztettségének meghatározására már kevésbé pontos. Jól példázta ezt a Johns Hopkins Egyetem (USA) „White Paper” sorozatának 1998-as „Coronary Heart Disease” kiadványa, amelyben arról számoltak be, hogy az általuk infarktus miatt ellátott betegek mindössze 40 %-ánál volt hipertónia, illetve emelkedett koleszterin szint kimutatható (9)! A mindennapi gyakorlatban is jól ismert az ún. Churchill-effektus: túlsúlyos, dohányzó, mozgásszegény életmódot élő, halmozott rizikóval rendelkező egyén 90 év feletti életkora. Sajnos ennek az ellenkezője is igaz, amikor fiatal, látszólag „egészséges” ember szenved el fatális kardiovaszkuláris (CV) eseményt.

Tekintettel arra, hogy a klasszikus rizikófaktorok csak közvetett információt hordoznak, egyre sürgetőbben merült fel annak az igénye, hogy nem invazív, az artériák tulajdonságait közvetlenül vizsgáló módszerekkel rendelkezünk, amelyek segítségével a CV rizikóbecslés hatékonyságát javítani tudjuk.

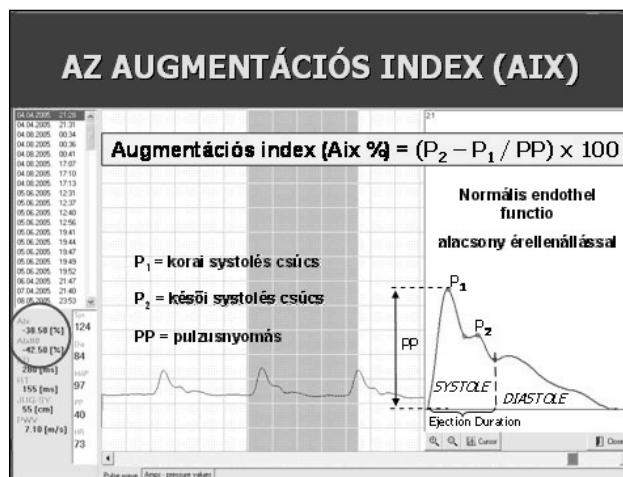
Az artériás stiffness

Számos módszer közül az artériás stiffness meghatározása terjedt el a legjobban, amely alatt az augmentációs index (Aix) és a pulzushullám terjedési sebesség (PWV) mérését értjük.

A témában megjelent többszáz publikációt összefoglaló közlemények alapján ma már bizonyosan mondhatjuk, hogy az artériás stiffness fokozódása, azaz az augmentációs index növekedése és a pulzushullám terjedési sebesség emelkedése megelőzi az érlelmeszesedés megjelenését. Ezek a paraméterek biztos, önálló, a klasszikus rizikófaktoroktól független előrejelzői az érlelmeszesedés okozta CV megbetegedéseknek (2, 3, 6, 11, 14, 19, 20).

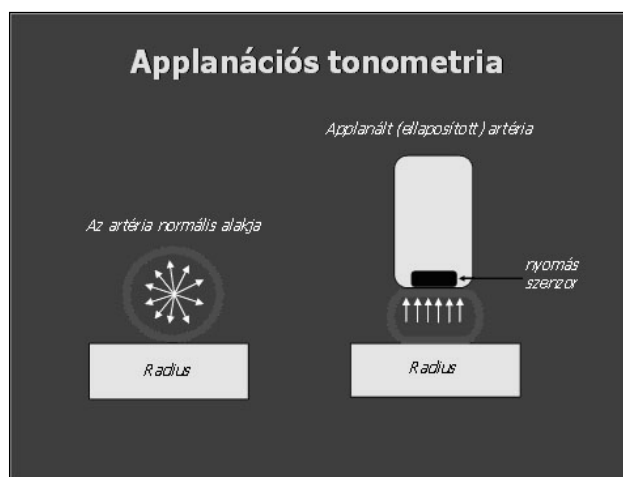
Az Aix alatt az artériás pulzushullámon látható két szisztolés hullámcúcs, azaz az ejekció okozta direkt (korai szisztolés) hullám (P_1) és a visszaverődött (késői szisztolés) hullám (P_2) amplitúdója közötti különbségének a pulzusnyomás (PP) százalékában kifejezett arányát értjük (1. ábra).

Az Aix a klasszikus rizikófaktorok hiányában is előrejelzője a CV eseményeknek (22, 23). Chirinos és munkatársainak vizsgálatai koszorúérbetegeken azt igazolták, hogy az Aix 10%-os növekedése a CV halálozás rizikóját 28%-kal növeli (8).



1. ábra. Augmentációs index ábrázolása és kiszámítása.

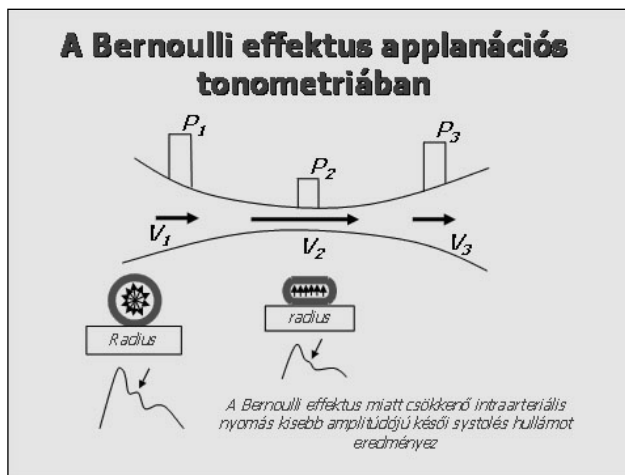
Fig. 1. Illustration of the augmentation index and its calculation.



2. ábra. Applanációs tonometria sematikus ábrázolása.

Fig. 2. Schematic drawing of the applanational tonometry.

Az aorta pulzushullám terjedési sebességét (v) úgy kaphatjuk meg, hogy az aortába ejektált szisztolés volumen keltette pulzushullámnak két pont (leggyakrabban az artéria carotis és az artéria femorális) közötti utazási idejét (t) határozzuk meg, majd megmérjük a mérési pontok közötti távolságot (s). A $v=s/t$ képletbe behelyettesítve kiszámolhatjuk a PWV-t m/sec értékben. Vigyázat, ez nem áramlás, hanem a nyomáshullám terjedési sebessége, amelyet döntően az aortafal rugalmassága befolyásol. A PWV a humán aortában az aortafal strukturális károsodásától függően 5-15 m/sec közötti értékű, míg az áramlás mértékegysége cm/sec, tehát nagyságrenddel lassúbb (1, 4, 5, 29). Az aorta PWV is bizonyítottan önálló, független előrejelzője a CV eredetű halálozásnak (26). Hansen és munkatársai 1600 beteg hosszú távú követésével igazolta, hogy a PWV növekedése előre jelzi a kedvezőtlen CV történéseket, a tradicionális rizikófaktoroktól függetlenül és sokkal nagyobb pontossággal (13).



3. ábra. Bernoulli effektus az applanációs tonometriában.
Fig. 3. Bernoulli-effect of the applanational tonometry.

Az Aix és a PWV mérésének és kiszámításának módszerei az elmúlt tíz évben a mikroprocesszorok feltalálása óta olyan egyszerű mérési lehetőséggé váltak, hogy minden praktizáló orvos rutineljárásként alkalmazhatja az artériás érhálózat funkciójának megítélésére.

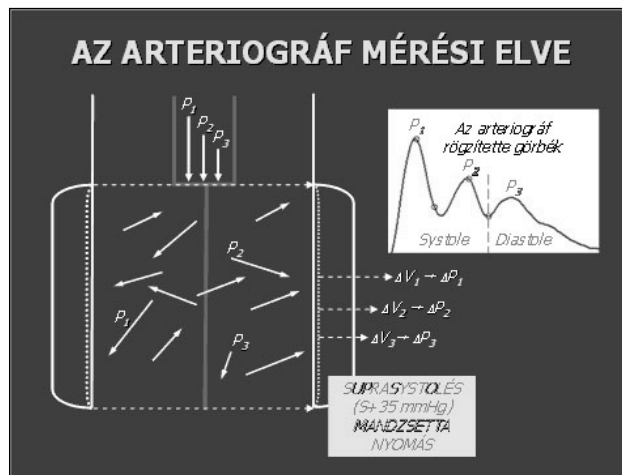
Az Aix-t nem invazív eljárással eddig a leggyakrabban applanációs tonometria módszerével mérték. Az Aix vizsgálatához az artéria radialisra (ritkábban az artéria brachialisra vagy az artéria carotisra) kézzel egy nyomásérzékelőt helyeznek, amellyel az artériát kissé összenyomják, ellaposítják azaz applanálják (18). Ennek hatására az érben lévő nyomás erővektorai a nyomá szenzorral párhuzamosak lesznek, s így ezt a pulzusgörbét érzékelni lehet. (2. ábra.)

Jóllehet a módszer széles körben elterjedt, eddig egyetlen közlemény sem tett említést a vizsgálat során fel-lepő jelentős méréselméleti problémáiról. Az artéria applanálásával ugyanis életbe lép a Bernoulli-törvény. (3. ábra.)

Amint a fenti ábrán is látható, a jelenség az Aix mérésének lényegét érinti, mivel a szisztolés hullámcúscok detektálhatóságában okoz nehézséget. Az applanált érben felgyorsuló áramlás ugyanis nyomáscsökkenést, következésképpen kisebb amplitúdókat eredményez.

Az aorta PWV mérése mind ez ideig úgy történt, hogy az artéria carotisra és a femorálisra nyomásérzékelőt helyeztek és lemérték a carotis pulzus és a femorális pulzus közötti időt, valamint a két pont közötti távolságot. Az így mért sebesség azonban nem valós, mivel a szív keltette pulzushullám terjedési iránya a carotis illetőleg a femorális felé egymással ellentétes (7, 17, 27).

A fentiekben ismertetett, az artériás stiffness mérésére szolgáló eddigi lehetőségeinkről megállapítható, hogy ezek alkalmazása meglehetősen körülményes, időigényes, és a vizsgálat elvégzése felkészült, speciálisan képzett



4. ábra. Az arteriográf mérési elve: a szupraszistolés nyomásra felfújt madzsetta nyomásérzékelőjén értékes jelek regisztrálhatók, amelyek a centrális hemodinamikáról adnak információkat. P₁ – korai, P₂ – késői szisztolés hullám, P₃ – diastolés hullám.

Fig. 4. Measurement theory of the arteriograph: if the tonometer cuff is inflated to suprasystolic pressure then a sensory device in the cuff can register valuable information about the central haemodynamics of the circulation. P₁ – early systolic wave, P₂ – late systolic wave, P₃ – diastolic wave.

személyzetet igényel. Ez a magyarázata annak, hogy hiába volt az Aix és a PWV mérésének jelentősége régóta tudott, a mindennapi klinikai gyakorlatban nem terjedt el, s a módszer alkalmazása kizárólag kutatóhelyekre korlátozó-dott.

Célkitűzés

Kutatásaink célja tehát az volt, hogy kidolgozzunk az érfal rugalmasságának megítélésére egy egyszerű, bárhol kivitelezhető, fájdalomtalan, széles körben a lakosság szűrésére alkalmazható módszert.

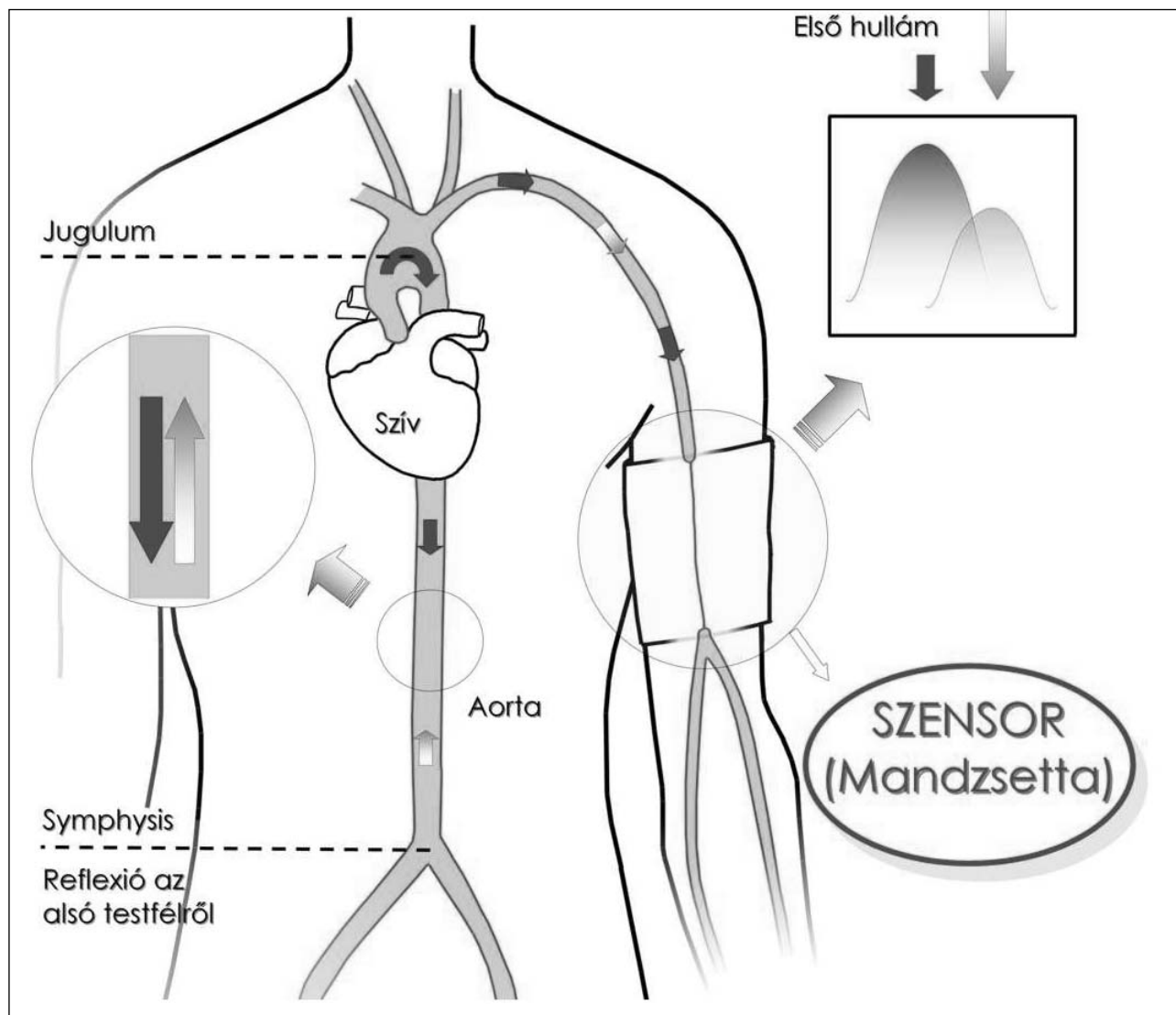
Az arteriográf mint új vizsgálati módszer

Ezek voltak az előzményei annak a célzott alapvetési projektnek, amelyet a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programok keretében 2001-ben kezdtünk el.

Konzorcium jött létre: TensioMed Tudományos Informatikai és Orvos-elektronikai Kft., dr. Illyés Miklós vezetésével.

A munkában az alábbi intézmények vettek részt:

- az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézete (prof. dr. Gyulai József akadémikus),
- a SOTE Kísérleti Kutató és Humánéletlani Intézete (prof. dr. Kollai Márk),
- a SOTE I. sz. Belgyógyászati Klinikája (prof. dr. de Chatel Rudolf),
- a Fővárosi Szent Imre Kórház I. sz. Belgyógyászati Osztálya (prof. dr. Farsang Csaba).



5. ábra. Szupraszistolés állapotban rögzített pulzushullámok információ tartalma.
 Fig. 5. Information content of pulse waves recorded at suprasystolic stage.

Az arteriográf megszületéséhez vezető út és a módszer elve

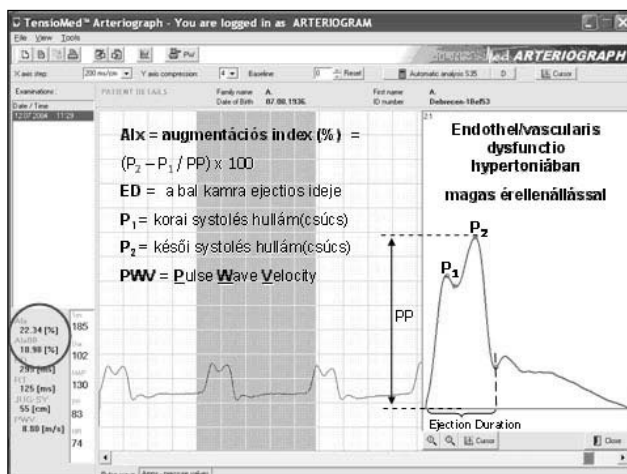
Kutatásaink célja a vérnyomásmérés során a mandzsettában keletkező oszcillációk tanulmányozása volt, melynek segítségével szerettük volna megtudni, hogy ezek a jelek hordoznak-e bármilyen információt az artériás stiffness-ről. Ilyen irányú ismereteket nem találtunk sem orvosi, sem műszaki-szabadalmi leírásokban. Munkánk során 650 beteg otthonából több hónapon át gyűjtöttük a vérnyomásmérés során keletkező oszcillometriás pulzusgörbéket, amelyeket telemedicinális módszerrel továbbítottunk számítógép központunkba. Ily módon hatalmas, több mint másfél millió oszcillometriás pulzust tartalmazó adatbázist hoztunk létre. Modern matematikai módszerek, ún. „adatbányászat” alkalmazásával felfedtük, hogy a mandzsetta nyomásváltozása miatt igen heterogén görbék valóban tartalmaznak klinikailag releváns információkat.

Az adatbázis oszcillometriás pulzushullámainak és a párhuzamosan rögzített klinikai adatoknak további tanul-

mányozása segített ahhoz a felismeréshez, hogy akkor is észlelhetők oszcillációs jelek, ha a mandzsetta nyomását jóval a szisztolés érték fölé (akár +100 Hgmm-rel) fújjuk fel. Ilyen állapotban komplett brachialis artéria occlusio áll fenn, és az áramlás keltette artériafal mozgás kizárt. Ebben a speciális állapotban azonban a mandzsetta érzékeny szenzorként használható, ha abban, az így keletkezett, igen gyenge jelek észlelésére mind a felbontóképesség, mind a mintavétel szempontjából ultraszenzitív nyomásmérőt illesztünk.

Ebben a speciális „stop-flow” állapotban a bal kamra keltette nyomáshullámok a folyadékok összenyomhatatlansága miatt gyakorlatilag torzítatlanul jutnak el a mandzsettáig, ahol egy kis kompressziót okozva tényleg, illetve nyomásváltozást idéznek elő, amelyeket rögzítünk.

Ezeket a piciny, gyenge változásokat észleli az arteriográf nagy felbontású nyomásérzékelője. Ennek az újonnan felfedezett módszernek köszönhetően az artériás stiffness paraméterei egyszerűen és gyorsan meghatározhatóvá válnak. (4. ábra)



6. ábra. Augmentációs index az arteriográffal: megnövekedett perifériás artériás ellenállású egyén görbéje és értéke.

Fig. 6. Augmentation index with the arteriograph: curve and value of the increased peripheral resistance.

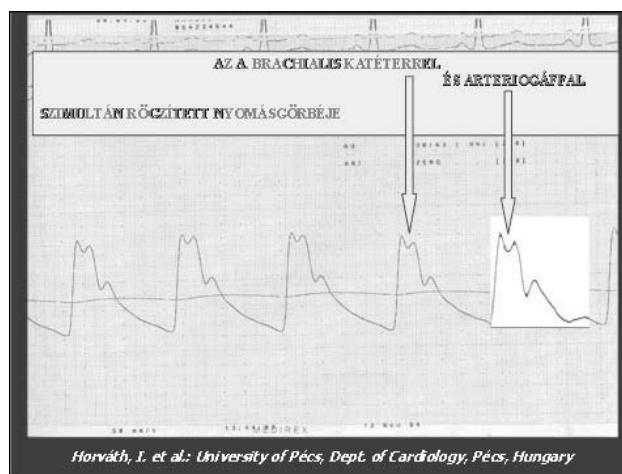
Ezen az ábrán jól látható, hogy az arteriográffal szupraszisztolés nyomáson rögzített pulzuscsoecs (a kép jobb felső részén) tartalmazza a korai (P_1) és a késői (P_2) szisztolés hullámot. Jól felismerhető az aorta billentyű záródása okozta völgy, valamint a diasztolés hullám (P_3).

Az **5. ábra** illusztrálja a szupraszisztolés állapotban rögzített pulzushullámok információ tartalmát. A bal kamra által az aortába lökött szisztolés volumen létrehozza a direkt hullámot, amely visszaverődik (reflektálódik) az alsó testfélről és létrehozza a késői (reflektált) hullámot. A reflektált hullám amplitúdója a perifériás vaszkuláris rezisztencia függvénye.

Minél alacsonyabb az aortából nyíló erek által perfundált területek vaszkuláris rezisztenciája, annál alacsonyabb lesz a második (reflektált) szisztolés hullám amplitúdója, és fordítva. A két hullámcsúcs közötti időt meghatározva az oda- és visszautazás ideje definiálható. Ha a jugulum-symphysis távolságot lemérjük (amely invazív mérésekkel igazoltan megegyezik az aortagyök és a bifurcatio aortae közötti távolsággal) a pulzushullám terjedési sebesség egyszerűen kiszámolható (16).

Az arteriográf működésének elvéből adódóan fel kell hívni a figyelmet arra, hogy ezzel a módszerrel – szemben az applanációs tonometriával – az Aix mérésénél a Bernoulli effektusból eredő információvesztés nem áll fenn. Viszont az aortában mért PWV (PWV_{a0}) meghatározásakor a valódi sebességet mérjük, hiszen az első és a második szisztolés hullám közötti idő az aortagyök és a bifurcatio aortae közötti távolsághoz tartozik.

A fentiekén túl az új módszer legnagyobb előnye, hogy az Aix, a PWV_{a0} -n kívül egyéb hemodinamikai paraméterek meghatározását roppant egyszerűen és



7. ábra. Az arteriográffal és az arteria brachialisba vezetett katéterrel szimultán rögzített görbék azonosak. (Horváth I. és mtsai., Pécsi Tudományegyetem Kardiológiai Osztálya.)

Fig. 7. Curves registered simultaneously with arteriograph and a catheter introduced into the brachial artery are the same. (I. Horváth et al. Dept. Cardiol. Univ. Pécs)

gyorsan, mindössze egy vérnyomásmérési idő alatt elvégzi.

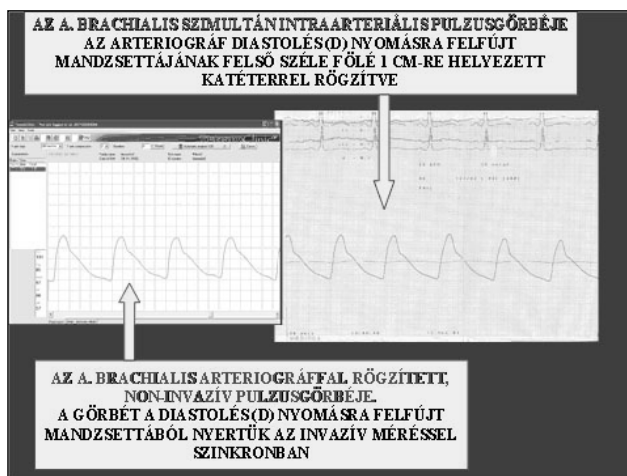
Az arteriográf az alábbi paramétereket méri:

- az endotel/vaszkuláris diszfunkciót az Aix meghatározásával,
- az aortafal merevségét a PWV mérésével,
- a balkamra ejekciós idejét (ED) az aortabillentyűk nyitása és záródása között eltelt idő meghatározásával,
- a szívkoszorúér diasztolés telődésére utaló töltőnyomást a szisztolés (SAI*) és diasztolés terület (DAI*), valamint a diasztolés reflexiós area (DRA) meghatározásával. (*E két paraméter a koronáriák perifúziós viszonyairól ad információt.)
- a szisztolés/diasztolés vérnyomást (BP) és a szívfrekvenciát (HR),
- az artériás középnyomást (MAP) és a pulzusnyomást (PP).

Eredmények

Az Aix és az endotel diszfunkció okozta vaszkuláris tónusfokozódás közötti összefüggés kérdése

Az endotel diszfunkció komplex folyamat, de klinikai szempontból igen lényeges eleme, hogy az endotel függő vazodilatáció zavart szenved és arteriolás vazokonstriktió, perifériás ellenállás növekedés jön létre. Ennek hatására a késői, reflektált szisztolés hullám amplitúdója és az augmentációs nyomás növekszik, amelynek eredményeképpen emelkedik az Aix értéke. Jól szemlélteti a leírt folyamatot a **6. ábra**, ahol nagymértékben emelkedett Aix



8. ábra. A diastolés nyomásra felfújtt mandzsetta mellett is azonosak az invazív és az arteriográffal regisztrált görbék. (Horváth I. és mtsai., Pécsi Tudományegyetem Kardiológiai Osztálya.)

Fig. 8. If the cuff is inflated to diastolic pressure then the curves registered invasively and with the arteriograph are also the same. (I. Horváth et al. Dept. Cardiol. Univ. Pécs)

látható, amelyet feltehetően a hipertónia mellett fennálló endotel (vaszkuláris) diszfunkció okozott. Következésképpen az endotel/vaszkuláris diszfunkció jelenléte megbízhatóan diagnosztizálható az arteriográffal mért Aix segítségével, mivel ennek értéke szoros kapcsolatban van a teljes perifériás ellenállással (TPR). Ezt az összefüggést meggyőzően támasztják alá Soltész és munkacsoportjának vizsgálata, amelynek során kimutatták, hogy az arteriográffal mért magas Aix értékek szoros, szignifikáns összefüggést mutatnak a flow mediált vazodilatáció során észlelt csökkent endotel függő vazodilatációval (30).

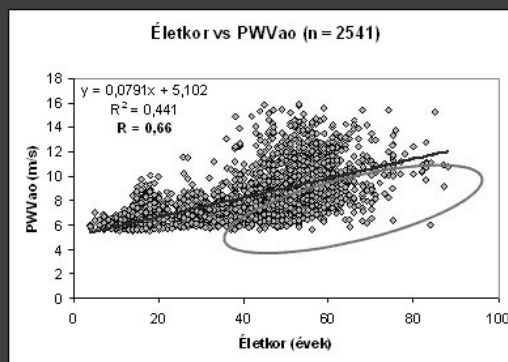
Az Aix mérésének fontosságát hosszú távon végzett CV túlélési tanulmányok igazolták, bizonyítékot szolgáltatva arról, hogy az Aix és a CV túlélés között szoros kapcsolat áll fenn. Mai ismereteink szerint az érlelmeszesedés kialakulásának első fázisa az endotel károsodás megjelenése, amely a kis artériák strukturális remodellálásával, a vaszkuláris diszfunkcióval folytatódik, majd hipertónia és manifeszt érlelmeszesedés fejlődik ki. A sort, és sajnos gyakran az életet is, egy nagy CV esemény zárja le.

Az arteriográffal tehát valóban az érlelmeszesedés kezdeti stádiumát tudjuk kimutatni, amikor a páciensek többsége tünet- és panaszmentes. Ebben az állapotban még jó eséllyel lehet kedvezően befolyásolni a folyamatot.

Aortafal PWV, aortafal rugalmasság és a CV- rizikó közötti összefüggés

Az aorta PWV mérésével elsősorban az aortafal tulajdonságairól kapunk információt. Minél merevebb, rugalmatlanabb az aorta fala, annál gyorsabban fog a bal kamra keltette pulzushullám végigszaladni az éren. Figyelembe kell azonban vennünk azt is, hogy ha az

A PWV_{ao} és az életkor összefüggése



9. ábra. A PWV értéke az életkor növekedésével szignifikánsan nő.

Fig. 9. Value of PWV increases with age.

aortába kerülő vérvolumen emelkedik (például hipertónia, tachikardia, emelkedő perctérfogat) az aortafal átmérője növekszik, a fal feszülése fokozódik, és emiatt emelkedhet a pulzushullám terjedési sebesség értéke is. Ezért az aorta PWV-nek csak akkor van prognosztikus értéke, ha a vizsgálatot izobáriás állapotban, azaz normotenzióban végezzük (24).

Igen szemléletesen bizonyítja a fentiekét Guerin és munkatársainak 2001-ben közzölt vizsgálata (12), amelynek során végállapotú vesebetegek körében eredményesen csökkentették a betegek vérnyomását és eközben figyelték a PWV_{ao} változását is. Abban a betegcsoportban, ahol a vérnyomáscsökkenéssel együtt a PWV_{ao} is csökkent, a betegek túléltek a követési időszakot. A másik betegcsoportban, ahol az alacsonyabb vérnyomás ellenére sem csökkent a PWV_{ao}, a vizsgált betegek mind meghaltak a követési periódus 51 hónapja alatt. Ez arra mutat, hogy itt, szemben az előző csoporttal, az emelkedett PWV_{ao}-t nem a hipertenzio okozta falfeszülés, hanem feltehetően az ér morfológiai károsodása idézte elő.

Felmerül a kérdés, hogy a PWV mérést miért az aortán végezzük, és miért nem például a brachialis vagy a femoralis artérián? A választ Pannier és munkatársainak vizsgálata (28) adja meg. 305 vesebetegben párhuzamosan mérték az aorta, az arteria brachialis és a femoralis PWV-jét, majd a betegeket átlagosan 70 hónapig követve figyelték, hogy melyik éren mért PWV áll összefüggésben a szív- és érrendszeri halálozással. Vizsgálataik, melyek eredményeit azóta mások is megerősítették, egyértelműen bizonyították, hogy csak az aortán mért PWV-nek van kórjelző értéke.

A hitelesítés (validáció) kérdése

Minden új mérési módszerrel kapcsolatban a legfontosabb szempont az, hogy mennyire megbízhatóak és pontosak a mért értékek. Általában a nem-invazív módszereket más nem-invazív módszerekkel hasonlítják össze, ami nem tekinthető tökéletesnek, ezért az igazi „gold standard”-nak

számító módszer az invazív, véres úton mért értékekkel történő összehasonlítás. A Pécsi Tudományegyetem Kardiológiai Osztálya segítségének köszönhetően lehetőségünk volt a TensioMed arteriográffal készített felvételeknek invazív módon rögzített, intrabrachiális nyomásgörbékkel való összehasonlítása, és így az Aix-nek mindkét módszerrel történő meghatározása.

A **7. ábra** bizonyítja, hogy milyen megbízhatóan ábrázolható a nyomásgörbe nem-invazív módon az arteriográffal. A képen látható invazív, intrabrachiális pulzusnyomásgörbék sorozatában az utolsó ütést duplikáltuk az arteriográffal szimultán felvett nem-invazív görbével. A két módszerrel nyert pulzusgörbe teljesen megegyezik egymással.

A Pécsi Tudományegyetem Kardiológiai Osztályán, Horváth és munkatársai által lefolytatott összehasonlító tanulmány során 11 betegen 91 nyomásgörbét rögzítettek szimultán arteriográffal és intrabrachiális katéterrel (15). A csoport tagjai -64-től +16,9%-ig terjedő Aix-szel rendelkeztek. Így a korábban látott formai azonosság statisztikailag is bizonyítottá vált az Aix-re vonatkozóan, hiszen a korreláció értéke több mint 0,9 lett. Mindez azt bizonyítja, hogy a brachiális artéria augmentációs indexe mind az arteriográffal nem-invazív módon, mind katéterrel invazív módon rögzítve ugyanaz. A **8. ábrán** látható, hogy az invazív és non-invazív felvételek nem csak a szupraszisztolés nyomáson azonosak, hanem a diasztolés nyomásra felfűjt mandzsettával rögzített pulzusgörbék is megegyezők.

A TensioMed arteriográf által mért Aix-et más, nem-invazív módszerekkel is összehasonlították. Bécsben Magometschnigg szimultán méréseket végzett applanációs tonométerrel (SphygmoCor, Atcor, Ausztrália) és TensioMed arteriográffal (21). Ugyanúgy, ahogy az invazív teszteknel, az összehasonlítás hasonló eredményeket adott, igen magas korrelációval ($R=0,8$). Az Aix és a PWV hitelesítése is megtörtént invazív módszerrel. Az arteriográf az egyetlen készülék az arteriál stiffness és komplex hemodinamikai paraméterek meghatározására, melyet invazív PWV-méréssel teszteltek. Horváth és munkatársai által 11 páciensen szimultán, arteriográffal és invazív technikával végzett PWV méréssel a korreláció kitűnőnek bizonyult ($R=0,88$), (15).

Ugyanúgy mint az Aix-nél, az invazív vizsgálatokon kívül nem-invazív vizsgálatokat is végeztek a Bonni Egyetemen. Arra a következtetésre jutottak, hogy az „új, oszcillometriás úton nyert PWV-érték erősen korrelál a tonometriás módszerből származó PWV-vel”.

Dér és munkatársai a Debreceni Orvostudományi Egyetemen 90 vasculopáthiás betegen ultrahanggal mérték meg az artéria brachialis flow-mediált és nitrát-mediált vazodilatációját, valamint az artéria carotis communis intima-média vastagságát és hasonlították össze a TensioClinic arteriográffal mért augmentációs indexszel és pulzushullám terjedési sebességgel. Eredményeik szignifikáns összefüggést mutattak a két mérési módszer

között (10). Ezzel is bizonyították, hogy az arteriográf gyors, pontos és alkalmas eszköz az endothel diszfunkció nem-invazív módszerrel történő vizsgálatához.

Az arteriográf mérési pontosságának talán egyik legmegbízhatóbb klinikai tesztje az, ha az oszcillometriás módon mért PWV értékeket az életkorhoz viszonyítjuk, hiszen az aorta PWV-nek a kor előrehaladtával együtt járó növekedése már a korábbiakban jól dokumentált tény. Saját vizsgálataink is a PWV-nek a korrallal együtt történő hasonlóan szignifikáns növekedését mutatták ki több mint 2000, 4 és 90 év közötti korú páciens PWV-jének analízisakor (**9. ábra**).

Következtetések

Összefoglalva a fent felsorolt tényeket, megállapítható, hogy a TensioMed arteriográf áttörést jelent a komplex hemodinamikai paraméterek és az artériás stiffness meghatározásában a mérés egyszerűsége, a vizsgálat gyorsasága és kényelmessége miatt. Az arteriográf lehetővé teszi számunkra a technológia széles körben történő alkalmazását, eszközt biztosítva a lakosság CV állapotának szűréséhez.

Az arteriográf helye a klinikai gyakorlatban

– Tünet- és panaszmentes népesség bizonyos csoportjainak szűrése. Az érrendszer állapotának objektív felmérése. Fokozott fizikai és pszichés hatásnak kitett személyek (sportolók, üzletemberek, felelős vezetők, biztonsgági szolgálatot ellátók stb.).

– Anamnézisükben rizikó-faktorokkal rendelkezők (infarktus, agyi történések a családban stb.) vizsgálata.

– Kóros laboratóriumi eltérések (hiperlipidémia, hiperkoleszterinémia, stb.).

– Szív- és érrendszeri betegek első vizsgálata (hipertónia, anginás panaszok stb.).

– Anyagcsere betegségek (diabetes mellitus, elhízás stb.).

– A fentiek miatt kezeltek követése, kontrollja.

Ennek a módszernek és berendezésnek a használatával nemcsak egy optimális szűrési módszer áll rendelkezésünkre, hanem a vazoaktív gyógyszereknek a hemodinamikai hatása is ellenőrizhetővé válik. Segítségével tökéletesíthetjük a betegek CV rizikó szerinti csoportokba sorolását. Az érlemezésedet még annak korai stádiumában felfedezhetjük, amikor a megfelelő terápia alkalmazása elkerülhetővé teszi a CV események kialakulását. Az arteriográf maga is képes SCORE-számításra, a kockázat kicsi, közepes vagy nagy voltának kimutatására.

Az arteriográf számos szakma művelőinek nyújt hathatós segítséget megelőző, diagnosztikus és a terápia hatását monitorozó munkájuk során. E körbe tartoznak elsősorban a házi orvosok, foglalkozás-egészségügyben dolgozók, kardiológusok, nefrológusok, diabetológusok, szülészek-nőgyógyászok, gyermek-kardiológusok,

tudományos kutatásban résztvevők, gyógyszeripari hatásvizsgálatokat végzők.

Irodalom

1. *Alexander, R. S.*: Genesis of the aortic standing wave. *Circ. Res.*, 1953, 1, 145-151-2.
2. *Baulman, J., Homsí, R., Ün, S. és mtsai*: Érfali merevség a bal kamrai hypertonia és a szívelégtelenség új kockázati tényezője? *Orv. Továbbképző Szemle*, 2005, 12, 76-83.
3. *Boutouyrie, P., Tropeano, A. J., Asmar, R. és mtsai*: Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study. *Hypertension*, 2002, 39, 10-15.
4. *Bramwell, J. C., Hill, A. V.*: The velocity of the pulse wave in man. *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*: 1922, 93, 298-306.
5. *Callaghan, F. J., Geddes, L. A., Babbs, C. F. és mtsai*: Relationship between pulse-wave velocity and arterial elasticity. *Med. Biol. Eng. Comput.*: 1986, 24, 248-254.
6. *Celermayer, D. S., Sorrensen, K.E., Gooch, V. M. és mtsai*: Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet*, 1992, 340, 1111-1115.
7. *Chen, C. H., Nevo, E., Fetcs, B. E. és mtsai*: Estimation of central aortic pressure waveform by mathematical transformation of radial tonometric pressure. *Circulation*, 1997, 95, 1827-1836.
8. *Chirinos, A. J., Zambrano, J. P., Chakko, S. és mtsai*: Arterial stiffness: its measurement and prognostic importance. *Hypertension*, 2005, 45, 980-985.
9. *Coronary heart disease*. Johns Hopkins University Press., White Papers, 1998.
10. *Dér H., Kerekes Gy., Veres K. és mtsai*: Artéria brachialis flow-mediált vasodilatáció, carotis intima-media vastagság és augmentációs index (Aix) összehasonlító vizsgálata. *Érbetegségek*, 2006, 3, 79-86.
11. *Gibbons, G. H.*: Endothelial function as a determinant of vascular function and structure: a new therapeutic target. *Am. J. Cardiol.*, 1997, 79, 3-8.
12. *Guerin, A. P., Blacher, J., Pannier, B. és mtsai*: Impact of aortic stiffness attenuation on survival of patients in end-stage renal failure. *Circulation*, 2001, 103, 987-992.
13. *Hansen, T. W., Staessen, J. A., Torp-Petersen, C. és mtsai*: Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population. *Circulation*, 2006, 113, 663-664.
14. *Hirai, T., Sasayama, S., Kawasaki, T. és mtsai*: Stiffness of systemic arteries in patients with myocardial infarction: non-invasive method to predict severity of coronary atherosclerosis. *Circulation*, 1989, 80, 78-86.
15. *Horváth, I.*: Intraarteriálisan és arteriográffal mért pulzushullám görbék összehasonlító vizsgálata. II. Nemzetközi Artériás Stiffness Szimpóziumon elhangzott előadás. 2006. Budapest.
16. *Illyés, M.*: A new and fast screening method for measuring complex hemodynamical parameters and arterial stiffness non-invasively with a simple arm cuff. *Am. J. Hypertens.* 2005, 18, Part. 2:
17. *Karamanoglu, M., O'Rourke, M. F., Aviole, A. P. és mtsai*: An analysis of the relationship between central aortic and peripheral upper limb pressure waves in man. *Eur. Heart. J.*, 1993, 16, 141-152.
18. *Kelly, R., Hayward, C., Ganis, J. és mtsai*: Non-invasive registration of the arterial pressure pulse wave form using high-

- fidelity appplanation tonometry. *J. Vasc. Med. Biol.*, 1989, 1, 142-149.
19. *Laurent, S., Boutouyre, P., Asmar, R. és mtsai:* Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension*, 2001, 37, 1236-1241.
 20. *Laurent, S., Katsahian, S., Fassot, C. és mtsai:* Aortic stiffness is an independent predictor of fatal stroke in essential hypertension. *Stroke*, 2003, 34, 1203-1206.
 21. *Magometschnigg, D.:* Arterieller Blutdruck und die Elastizität der Arterienwand Augmentationsindex (AIx) und Pulswellengeschwindigkeit (PWV): Ein Vergleich von zwei Messgeräten. *Wien. Med. Wochenschr.*, 2005, 155, 404-410.
 22. *Nichols, W., Singh, B.:* Augmentation index as a measure of peripheral vascular disease. *State Current Opinion in Cardiology*: 2002, 17, 543-551.
 23. *Numberger, J., Keflioglu-Scheiber, A., Opazo Saez, A. és mtsai:* Augmentation index is associated with cardiovascular risk. *J. Hypertens.*, 2002, 20, 2407-2414.
 24. *O'Rourke, M. F., Brunner, H. R.:* Introduction to arterial compliance and function. *J. Hypertens. Suppl.*, 1992, 10, 53-55.
 25. *O'Rourke, M. F., Gallagher, D.E.:* Pulse wave analysis. *J. Hypertens.*, 1996, 14, 147-157.
 26. *O'Rourke, M. F., Staessen, J. A., Vlachopoulos, C. et al:* Clinical applications of arterial stiffness: definitions and reference values. *Am. J. Hypertens.*, 2002, 15, 426-444.
 27. *Pauca, A.L., O'Rourke, M. F., Kon, N. D.:* Prospective evaluation of a method for estimating ascending aortic pressure from the radial artery pressure waveform. *Hypertension*, 2001, 38, 932-937.
 28. *Pannier, B. M., Avolio, A. P., Hoeks, A. et al:* Methods and devices for measuring arterial compliance in humans. *Am. J. Hypertens.* 2002, 15, 743-753.
 29. *Roy, C. S.:* The elastic properties of the arterial wall. *J. Physiol.*, 1880, 3, 125-159.
 30. *Soltész P.:* Artéria brachialis flow-mediált vazodilatáció, carotis intima-média vastagság és TensioClinic arteriográffal meghatározott augmentációs index és pulzushullám terjedési sebesség összehasonlító vizsgálata. II. Nemzetközi Artériás Stiffness Szimpóziumon elhangzott előadás. 2006. Budapest.

Dr. Illyés Miklós

*TensioMed Kft. Telemedicinális Hypertonia Központ,
1103 Budapest, Kőér u. 2/d.
E-mail: miklos.illyes@tensio-med.com*

Mi újság a Compri-Med Kft.-nél?

Új termékeink:

BODYFORM harisnyanadrág

- annyiban különbözik a szokásos harisnyanadrágoktól, hogy a kompresszió nem ér véget a combtőnél, hanem egyre csökkenő mértékben egészen derékig tart.
Már most igen népszerű lett a lipödémás hölgyek körében.

VENO-LEG Greme

- gél állagú, kellemes illatú, gyorsan beszívódó testápoló, amely csökkenti a láb bőrének szárazságát (ez gyakran előfordul kompressziós harisnyák hordásakor), enyhe mentol tartalma hűsíti a lábat, és a krém nem károsítja a kompressziós harisnyát, sőt, segíti a harisnya felvételét.

LIQUACARE folyadékös talpbetét

- folyékony gél tartalmú, szövet borítású, mosógépben is mosható talpbetét, amelyben a folyadék anatómiailag megtervezett „csatornában” áramlik, folyamatosan masszírozva a talpat állás és járás közben. Alkalmazható álló vagy megterhelő munka esetén, fáradt lábra, visszseresség, avagy cukorbetegség és terhesség esetén is. Az állás és a járás szenzációs élményé válik, a betét hatékonysága vetekszik a prevenciós harisnyakéval.

A Compri-Med Kft. internetes elérhetőségei:

e-mail: info@compri-med.hu; weblap: www.compri-med.hu

A SIGVARIS honlapja: www.ganzoni.com

COMPRI-MED KFT., 1062 Budapest, Aradi u. 41. Telefon/fax: 311-1883.

Nyitva tartás: hétfőtől péntekig 9-17 óra között.