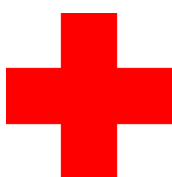


ARTERIOGRAPH

FORRADALMI ÚJÍTÁS A SZÍV-ÉRRENDSZERI BETEGSÉGEK KORAI DIAGNOSZTIKÁJÁBAN! FÁJDALMATLAN 10 PERC ALATT LEZAJLÓ SZŰRŐVIZSGÁLAT!

ISMEJE MEG ÖN IS AZ ARTERIOGRAPHOT!

ARTERIOGRAPH THE REAL STIFFNESS CONTROL!



10 millió emberből 70.000 hal meg évente szív-érrendszeri betegségekben! Részszint azért, mert napjainkig nem működött fájdalomtalan, olcsó szűrővizsgálati módszer!

Ismerje meg Ön is és használja orvosi gyakorlatában az ARTERIOGRAPHOT!

Mi az új mérési módszer, amely a szabadalom tárgyát képezi?



A mérés a felkaron történik egy a vérnyomásmérőkéhez hasonlóan felhelyezett mandzsetta segítségével, amit a készülék automatikusan különböző, előre meghatározott légnyomás értékekre felpumpál, és közben a készülékhez kapcsolt személyi számítógép gyűjti a szükséges adatokat. A TensioMed™ Arteriográfban felhasznált újonnan felfedezett mérési módszer alapját az képezi, hogy dr. Illyés Miklós és Béres József megfejtték a felkari verőérben (brachiális artériában) az oszcillometriás mérés során keletkező jelek információtartalmát, amely nem a

felkari verőérre, hanem az artériás rendszer egészére érvényes, s az érlemeszesedéssel kapcsolatos adatokat hordoz.

Mi az „artéria merevsége” (angolul: arterial stiffness)?

Az ember verőereinek fala rugalmas, hogy a mindenkori vérnyomáshoz tudjon alkalmazkodni. Az ember korának előre haladtával ezek az erek veszítenek ebből a rugalmasságukból, kevésbé képesek a változó vérnyomáshoz alkalmazkodni. Ezt a tulajdonságot jelenti az "artéria merevsége" (arterial stiffness) kifejezés. Egyes emberekben az életkornak megfelelő értéknél nagyobb a merevség. Ez a fokozódó rugalmatlanság tragikus kimenetelű betegségek kialakulásához vezet. Az időben észlelt folyamat lassítható, leállítható, sőt visszafordítható bizonyos kedvező esetekben (orvosával konzultáljon!)

Mit mér a készülék?

A TensioMed Arteriográf az artériákban uralkodó vérnyomás időbeli változását méri. Az összehúzódó szív vért lök a verőérbe, ami nyomáshullámot kelt benne. A nyomáshullám haladási sebessége annál nagyobb lesz, minél merevebb a verőér fala (fizikai ok). Az Arteriográf „artériás életkort”, azaz az artériáknak az életkor előrehaladtával kialakuló, egyre növekvő merevségét vizsgálja. Az artériák rugalmasságának csökkenését, merevségük fokozatos növekedését a szakirodalom egységesen „arterial stiffness”-nek nevezi (az angol stiffness szó merevséget, keménységet jelent).

A mérési eredmények számítógépes feldolgozásával nyert két legfontosabb vizsgálati eredmény az aortára vonatkozó pulzushullám sebesség (PWVao) és az augmentációs index, AIx (ld. alább).

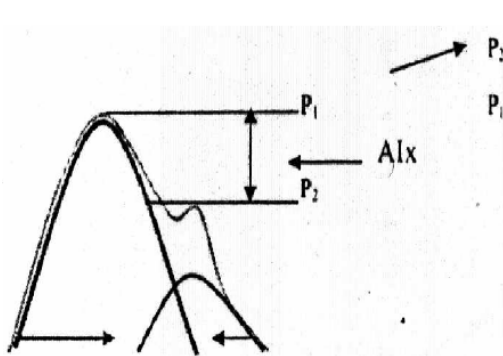
További fontos adatokat is megmér a készülék, mint a szív ciklus hossza, a szisztolés területi index, és a diasztolés területi index, melyek a szív oxigén ellátottságával vannak összefüggésben.

Mi a „pulzushullám sebesség (PWV - pulse wave velocity)”?

Valamely érszakasz két pontján megméri a nyomáshullám maximumának áthaladása között eltelt időt, és a két pont távolságát. Ezekből az adatokból az adott érszakaszra jellemző nyomáshullám haladási sebesség (vagy pulzushullám sebesség meghatározható. Ez az érték a vizsgált érszakasz merevségét jellemzi. Régebben ezt a vizsgálatot úgy tudták elvégezni, hogy az érbe kicsi nyomásmérőket juttattak tűk segítségével (véres, vagy invazív módszer). A gyakorlatban a főverőér, vagy aorta állapotára vagyunk kíváncsiak. Az Arteriográf az **aorta*** állapotát jellemző pulzushullám sebesség (PWV) értékeket képes szolgáltatni egy egyszerűen kivitelezhető vértelen (noninvazív) mérés segítségével, amely kb. 2 percig tart.

* A klinikai gyakorlatban a pulzushullám terjedési sebességen (PWV) általában az aorta PWV-jét értjük, mivel az érlemezés okozta érfali rugalmasságcsökkenés elsősorban itt jelenik meg. Az aorta PWV az arteria carotis-on és az arteria femoralis-on megjelenő pulzushullám maximuma időbeli különbségének, valamint a két mérési pont közötti távolság meghatározásával mért sebesség.

Mi az augmentációs index (AIx) ?



A szív összehúzódása nyomáshullámot kelt a verőérben, amelynek maximális értéke P_1 . Ez a hullám a kis erek (arteriolák, rezisztencia erek) tartományához érve részben azokba behatol, részben viszont visszaverődik, így az érben megjelenik egy ellentétes irányban mozgó nyomáshullám. A verőér valamely pontján mért nyomáshullám alakja így a szívtől távolodó, és a szív felé visszaverődött nyomáshullámok összeadásából alakul ki. Megjelenik a nyomáshullám alakjában egy második maximum

érték a visszaverődés következtében. Az összehúzódási (szisztolés) fázisban egyébként "simán" csökkenő vérnyomás megemelkedik a visszavert nyomáshullám következtében. Ezt a nyomás növekedést jellemzi az ún. augmentációs ("megemelkedési") index, AIx. Az így létrejövő másodlagos nyomásmaximumot P_2 -vel jelölik. Egy adott ember keringésére jellemző a szív összehúzódásakor (szisztolé) és elernyedésekor (diasztolé) mért vérnyomás különbsége, amit pulzusnyomásnak (angolul: pulse pressure-PP) neveznek. Ha a visszaverődés miatt bekövetkező vérnyomás emelkedés (P_2) és az első nyomásmaximum (P_1) különbségét ennek százalékában fejezzük ki, akkor kapjuk az AIx augmentációs indexet:

$$AIx(\%) = (P_2 - P_1) / PP \times 100$$

Hogyan függenek össze ezek a paraméterek az érrendszer állapotával?

Minél merevebb az aorta fala (érelmeszesedés), annál magasabb a PWV. A 12 m/s feletti értéket egyértelműen kórosnak tartjuk, mivel kimutatták, hogy e határ felett a betegek túlélési aránya igen jelentősen romlik.

Az AIx elsősorban a kisartériák ellenállásáról ad információt. Minél magasabb az AIx százalékos értéke, annál magasabb az arteriolák (rezisztencia erek) ellenállása. A kisartériák perifériás ellenállását az endothel, az érfal működő része, alapvetően befolyásolja. Rossz ér belhártya működés (endothel dysfunctio) esetében csökken a nitrogén monoxid (NO) termelődésének mennyisége az endothelben, emiatt fokozódik az értónus, növekszik a perifériás ellenállás (továbbiakban TPR = Teljes Perifériás Rezisztencia), növekszik a visszavert hullám nagysága, ami a szív megterhelésének növekedésével jár. Tehát az AIx az arteriolák működőképességéről ad közvetlenül információt.

A következő táblázat az AIx és a PWV – az artériás életkorral foglalkozó szakirodalom és saját tapasztalataink alapján összeállított – határértékeit mutatja.

	AIx	PWV
optimális	< -30%	< 7m/s
normális	-30% ≤ és < -10%	7m/s ≤ és < 9.7 m/s
emelkedett	-10% ≤ és ≤ 10%	9.7 m/s ≤ és ≤ 12m/s
kóros	10% <	12m/s <

Az érrendszeri és keringési betegségek milyen fázisához kapcsolhatók ezek a paraméterek?

Az érelmeszesedést már a legkorábbi fázisában, az endothel dysfunctio kialakulásakor ki tudjuk mutatni az Arteriográffal, mivel emelkedett AIx értékeket fogunk észlelni.

Az érelmeszesedés későbbi, macrovascularis fázisát is méri az Arteriográf. Ekkor az aorta PWV-jének növekedése figyelhető meg.

Figyelem! Emelkedett aorta PWV-t a perctérfogat növekedése is okozhat!

Milyen más módszerekkel lehet ezeket a paramétereket meghatározni?

A PWV-t és az AIx-et az invazív módszereken kívül leginkább ún. applanációs tonometriával (SphygmoCor, HDI, Complior) mérik. Közös jellemzőjük, hogy gyakorlati alkalmazásuk körülményes, időigényes, speciálisan képzett szakembert igényel, emiatt a klinikai gyakorlatban nem terjedtek el. Leginkább speciális, kardiológiai laboratóriumokban kutatóműszerként alkalmazták ezeket.

Az Arteriográf azért jelent módszertani áttörést, mert egyszerűsége, gyorsasága révén rutin, szűrővizsgálatként alkalmazható módszert jelent a gyakorló orvos számára.

Hogyan történt a TensioMed™ Arteriográf validációja?

Az Arteriográf validációját egyrészt invazív módszerrel szemben végezték el a PTE Szívgyógyászati Klinikáján, amelynek során az art. brachialisba vezetett kanül, valamint az Arteriográf által szolgáltatott pulzuszórbéket hasonlították össze. Az eredmények azt mutatták, hogy az Arteriográf a véres, intraarteriális pulzuszórbével teljesen azonos eredményt ad.

Az Arteriográf által mért PWV, valamint az AIX más non-invazív mérési módszerhez (Complior, SphygmoCor) is validálva lett. Mindkét paraméter igen szoros korrelációt ($P=0,8$) mutat a fent említett, más módszerekkel mért eredményekkel.

Hogyan zajlik egy vizsgálat? Milyen képesítés szükséges a vizsgálat elvégzéséhez?

A teljesen automatizált, számítógépesített vizsgálat fájdalommentes és veszélytelen, mivel mindössze egy néhány percig tartó, fekvő helyzetben elvégzett pulzushullám-görbe és vérnyomás-mérésből áll. Az asszisztens feladata mindössze a mérő mandzsetta helyes felhelyezése. A vizsgálat befejeztével leletet, arteriogramot adunk a mérés eredményéről, amelyben kiértékeljük az endothel funkciót, valamint az aorta pulzushullám terjedési sebességét. Az Arteriográfal történő mérés nem igényel speciális, orvosi szaktudást. Ugyanakkor hangsúlyozni kívánjuk, hogy a lelet értékelése és a klinikai képbe történő megfelelő interpretálása egyértelműen orvosi feladat! A lelet birtokában keresse meg kezelőorvosát!

Mit tartalmaz egy vizsgálati lelet?

Az Arteriográf az alábbi mérési paramétereket szolgáltatja egy kb. két percig tartó mérés után:

Systolés vérnyomás	(SBP)
Diastolés vérnyomás	(DBP)
Artériás középnyomás	(MAP)
Pulzusnyomás	(PP)
Augmentációs index (AIX)
80/min szívfrekvenciára normált augmentációs index	(AIX ₈₀)
Pulzushullám terjedési sebesség az aortán	(PWV)
A szív ciklus hossza msec-ban megadva	(Periódus)
Systolés terület index	(SAI)*
Diastolés terület index	(DAI)*

*E két utóbbi paraméter a coronariák perfúziós nyomásviszonyairól ad információt.

A mért AIX és PWV értékeket a műszer automatikusan értékeli is, aszerint, hogy optimális, normális, emelkedett vagy kóros tartományba estek-e a mért értékek.

Mi történjék az emelkedett vagy kóros értéket mutató páciensekkel?

Az emelkedett, illetve kóros értéket mutató betegek esetében az egyéb cardiovascularis rizikók alapos feltérképezése indokolt, még akkor is, ha ezek a közelmúltban negatív eredményt mutattak.

Figyelem! Félrevezető, fals negatív eredményeket kaphatunk, ha a beteg erőteljes vasoactív gyógyszerhatás alatt áll (elsősorban nitrátok, ACE-gátlók).

Milyen szakterületek alkalmazhatják sikerrel az Arteriográfot?

Az Arteriográf az alábbi szakmák képviselőinek nyújt hathatós segítséget prevenció, diagnosztikai és a terápia hatását monitorozó munkájuk során:

- Házi orvosok (primer szűrővizsgálatok érelmeszesedésre, kezelés nyomonkövetés)
- Foglalkozás-egészségügyben dolgozók (szűrővizsgálatok érelmeszesedésre)
- Kardiológusok (non-invazív hemodynamikai monitorozás, tudományos kutatás)
- Nephrológusok (a veseérintettség miatt accelerálódó atherosclerosis miatt)
- Diabetológusok (a diabetes gyorsítja az erek öregedésének folyamatát)

- Szülészek-nőgyógyászok (a preeclampsia endothel betegség, a menopausa alapvető rizikófaktor érlelmeszesedésre)
- Gyermek-kardiológusok (az atherosclerosis gyakran már fiatal korban kimutatható!)
- Tudományos kutatásban résztvevők (élettani, kórélettani)
- Gyógyszergyári hatásvizsgálatokat végzők (az adott gyógyszer hatása a TPR-re, a PWV-re, illetve az érlelmeszesedésre)

Hol lehet még több információhoz jutni?

A MEDPREV s.r.o. az arteriográf egyedüli forgalmazója egész Szlovákiában.
A vizsgálat javasolt ára 1200 SK Korona / fő.

Amennyiben Ön vagy az Ön által vezetett intézet szeretné megvásárolni az arteriográfot, az országos központunkban szívesen bemutatjuk a gép működését és betanítjuk Önt a gép használatára.

1. TensioMed™ arteriográf

1.1. A készülék alkalmazási célja és funkciói

A TensioMed™ arteriográf az artériás stiffness (augmentációs index, aorta pulzushullám terjedési sebesség) mérésére szolgáló speciális műszer, amely szabadalmaztatott, oszcillometriás elven működik.

Az artériás stiffness vizsgálatának jelentősége

A klasszikus cardiovascularis (CV) rizikófaktorokra alapozott stratifikáció korlátai

A klasszikus rizikófaktorokra (életkor, nem, dohányzás, koleszterin, systolés vérnyomás) alapozott SCORE vagy Framingham analízis populációs szinten hatékony, de az egyén konkrét, individuális veszélyeztetettségének meghatározására már kevésbé pontos. Ezt bizonyítja többek között a John Hopkins Kórház (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 hypertonia, illetve emelkedett koleszterin szint kimutatható! A mindennapi gyakorlatban is jól ismert a Churchill-effektus (túlsúlyos, dohányzó, mozgásszegény életmódot élő, halmozott rizikóval rendelkező egyén 90 év feletti életkorral), és sajnos ennek az ellenkezője is sokszor előfordul, amikor fiatal, látszólag „egészséges” ember szenved el fatális cardiovascularis eseményt.

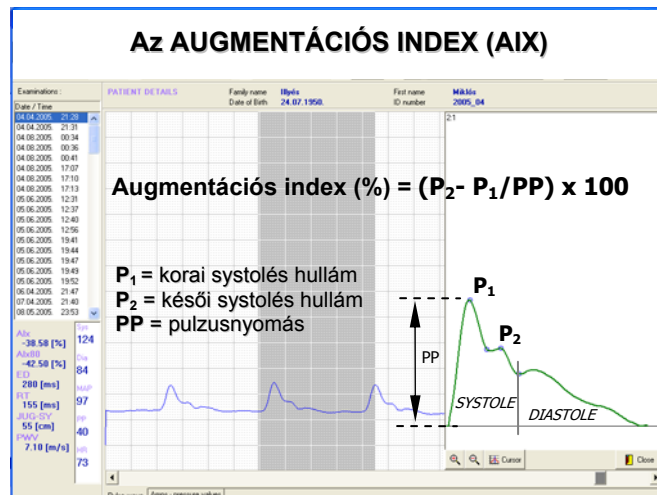
Tekintettel arra, hogy a klasszikus rizikófaktorok a CV eseményeket okozó atheroscleroticus folyamatokról csak közvetett információt hordoznak, egyre sürgetőbbben merült fel annak az igénye, hogy non-invazív, az artériák tulajdonságait közvetlenül vizsgáló módszerekkel rendelkezünk, amelyek segítségével a CV rizikóbecslés hatékonyságát javítani tudjuk és az érlemezésedet már korai, szubklinikai fázisban detektálhassuk.

Az artériás stiffness

Számos módszer közül az artériás stiffness meghatározása terjedt el legjobban, amely alatt az augmentációs index (Aix) és a pulzushullám terjedési sebesség (PWV) mérését értjük. A témában megjelent több száz publikációt összefoglaló (review) közlemények alapján ma már bizonyosan mondhatjuk, hogy a vascularis (artériás) stiffness fokozódása, azaz az augmentációs index növekedése és az aorta pulzushullám terjedési sebességének emelkedése megelőzi az érlemezésedet megjelenését és ezek a paraméterek erős, önálló, a klasszikus rizikófaktoroktól független előrejelzői az érlemezésedet okozta CV megbetegedéseknek.

Az augmentációs index (Aix) és jelentősége a CV rizikó meghatározásában

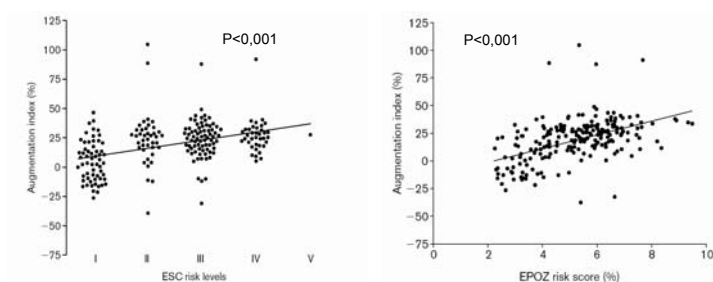
Az augmentációs index alatt az artériás pulzushullámon látható két systolés hullámcsúcs, azaz az ejekció okozta direkt (korai systolés) hullám (P_1) és a második, reflektált (késői systolés) hullám (P_2) amplitúdója közötti különbségének a pulzusnyomás (PP) százalékában kifejezett arányát értjük.



Értelemszerűen, ha P_2 kisebb, mint P_1 , az augmentációs index negatív lesz. Ellenkező esetben, a perifériális ellenállás fokozódása esetén, a reflektált hullám (P_2) amplitúdója nagyobb lesz, mint a direkt (P_1) hullám, így az Aix pozitívvá válik. Az Aix értékét az artériák rugalmassága mellett elsősorban a rezisztencia erek (kisartériák, arteriolák) aktuális perifériás vascularis rezisztenciája (TPR) határozza meg. Minél alacsonyabb a TPR, annál alacsonyabb az Aix, és fordítva.

Evidenciák bizonyítják, hogy az emelkedett értékű Aix és a klasszikus szív- és érrendszeri rizikófaktorok jelenléte között szoros összefüggés áll fenn.

Az augmentációs index jelzője a klasszikus szív- és érrendszeri rizikónak



Nürnberg et al.: J Hypertens 2002;20:2407

A fentiekén túl nagy jelentőségű tény, hogy **az augmentációs index a klasszikus rizikófaktoroktól függetlenül is rendelkezik prognosztikus erővel**, tehát akár azok hiányában is előrejelzője a CV eseményeknek.

Chirinos és munkatársainak vizsgálatai koszorúsér betegeken igazolták, hogy az Aix 10%-os növekedése a CV halálozás rizikóját 28%-al növeli.

Kapcsolat az Aix és a CV események között koszorúsér betegeknél

	Korrigált Relatív Rizikó	Változók a modellekben
Aix (10% növekedés)	1,28 (1,09-1,50)	Kor, magasság, gyógyszerek, MAP, HR, EF, diabétesz, dohányzás, CRP, szívelégtelenség, ISZB súlyossága

Aix az ismert rizikófaktoroktól független jelzője a CV betegségeknek!

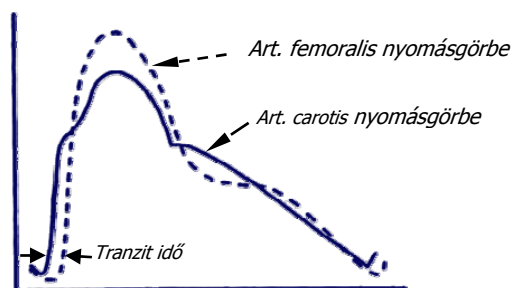
N = 297 CHD, 1182 nap utókövetés
Chirinos et al: Hypertension 2005;45:980

A pulzushullám terjedési sebesség (PWV) jelentősége a CV rizikó meghatározásában

Az aorta pulzushullám terjedési sebességét úgy kaphatjuk meg, hogy az aortába ejektált systolés volumen keltette pulzushullámnak két pont (leggyakrabban az artéria carotis és az artéria femoralis) közötti utazási idejét meghatározzuk, majd megmérjük a mérési pontok közötti távolságot. A $v=s/t$ képletbe behelyettesítve kiszámolhatjuk a pulzushullám terjedési sebességét m/s dimenzióban.

Vigyázat, ez nem áramlás! A fizikai entitás, amit vizsgálunk, az a nyomáshullám terjedési sebessége, amelyet döntően az aortafal rugalmassága befolyásol. A PWVao a humán aortában életkortól, pontosabban szólva az aortafal strukturális károsodásától függően 4-16 m/s közötti értékű, míg az áramlás mértékegysége cm/s, tehát nagyságrenddel lassabb!

A PWVao mérése



$$V = s/t \quad PWV (m/s) = \frac{A \text{ mérési helyek közötti távolság}}{\text{tranzit idő}}$$

Miként az augmentációs index, úgy az aorta PWV is bizonyítottan önálló, független prediktora a CV halálzásnak.

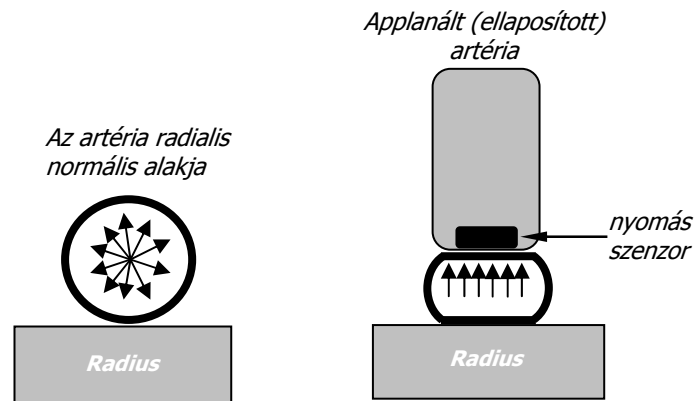
A Circulation 2006. februári számában Willum-Hansen és munkatársai több mint 1600 beteg bevonásával végzett kemény végpontú (CV halálzás, fatális és non-fatális coronaria betegség), hosszú távú (9,4 év) követéses vizsgálata igazolta, hogy **az aorta pulzushullám terjedési sebességének növekedése előre jelzi a kedvezőtlen cardiovascularis kimenetelt a tradicionális rizikófaktorok feletti hatékonysággal és azoktól függetlenül**. Ez az összefüggés még akkor is szignifikáns maradt, ha a multivariancia analízisben a klasszikus rizikófaktorokon túl a 24 órás ambuláns vérnyomás monitorozással nyert napi átlagértékeket is figyelembe vették.

Az artériás stiffness mérése

Az augmentációs index (Aix) mérése applanációs tonometriával

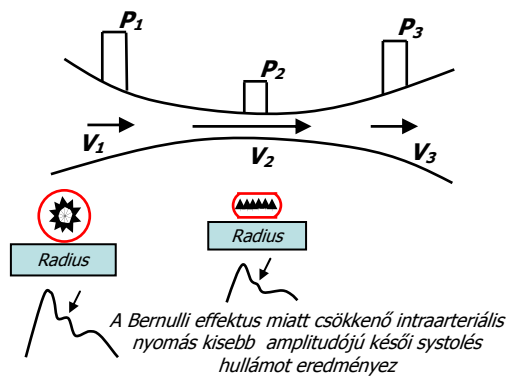
Az Aix non-invazív mérése leggyakrabban az ún. applanációs tonometria módszerét alkalmazzák. Az Aix vizsgálatához a radiális (ritkán brachialis, carotis) artériára kézzel egy nyomásérzékelőt helyeznek, amellyel az artériát kissé összenyomják, ellaposítják, azaz applanálják, ennek hatására az érben lévő nyomás erővektorai a nyomá szenzorral párhuzamosak lesznek, s így a pulzusgömbét érzékeltetni lehet (lásd az alábbi ábrát).

Applanációs tonometria

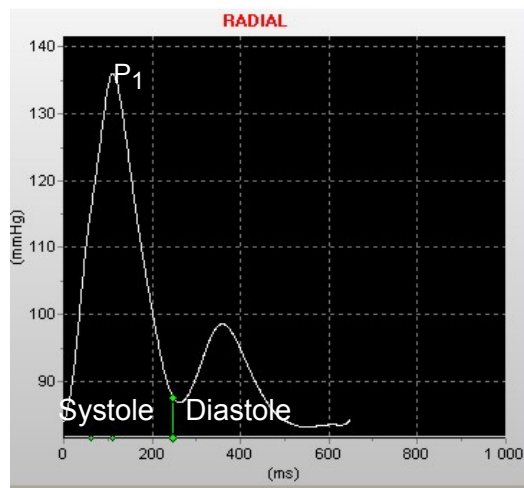


Jóllehet a módszer széles körben elterjedt, nem tesznek említést a vizsgálat során fellépő jelentős méréselméleti problémáról. Az artéria applanálásával ugyanis életbe lép a Bernoulli-törvény, amely szerint, ha egy cső átmérője csökken, akkor ott az áramlási sebessége felgyorsul, miközben – és a mérés szempontjából ez a fontos – a szűkületnél mérhető nyomás csökken.

A Bernoulli - effektus az applanációs tonometriában



Amint a fenti ábrán is látható, a jelenség az Aix mérésének lényegét érinti, amely a második (általában jóval kisebb) systolés hullámcsúcs detektálhatóságában okoz nehézséget. Az applanált érben felgyorsuló áramlás nyomáscsökkenést, következésképpen kisebb amplitúdókat eredményez. Emiatt az applanációs tonometriával végzett vizsgálatok egy részénél nem lehet észlelni késői systolés hullámcsúcsot, így az Aix meghatározása sem végezhető el (lásd az alábbi ábrát).

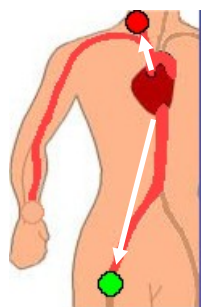


Nem észlelhető a késői (reflektált P_2) systolés hullám.

Az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWVao) mérése

Az aorta PWV non-invazív mérését - általános gyakorlat szerint - úgy végzik, hogy az art. carotisra és a femoralisra nyomásérzékelőt helyeznek és lemérik a carotis pulzus és a femoralis pulzus megjelenése közötti időt, valamint a két pont közötti távolságot. Az így mért sebesség azonban nem a valós, mivel a szív keltette pulzushullám terjedési iránya a carotis, ill. a femoralis felé egymással ellentétes.

A PWVao meghatározásának nehézségei



A szív által keltett pulzushullám terjedésének iránya ellentétes a carotis és a femoralis artéria között, amely jelentős hibát okoz, ha a távolságot a mérések helyétől számítjuk.

Sajnálatos módon a hiba kiküszöbölése a közölt tanulmányok egy részénél nem történt meg (vagy nem tettek említést róla a módszer leírásakor). A vizsgálatok egy másik csoportjában úgy kísérelték meg orvosolni a hibát, hogy a jugulum sterni és a carotisra helyezett érzékelő közti távolság kétszeresét vonták le a carotis és femoralis mérési helyek közti távolságból. Ez a módszer valamivel pontosabb eredményt ad, de ez sem tökéletes, mivel az aortagyök és a carotis mérési helye közötti távolság ismeretére lenne szükség, amelynek korrekt meghatározása gyakorlatilag kivihetetlen.

A fentiekben ismertetett, az artériás stiffness mérésére szolgáló applanációs tonometria módszere, különösen az aorta PWV mérése meglehetősen körülményes, időigényes, és a vizsgálat elvégzése felkészült, speciálisan képzett személyzetet igényel. Ez a magyarázata annak, hogy hiába volt az Aix és PWVao mérésének jelentősége régóta tudott, a mindennapi klinikai gyakorlatban sem külföldön, sem hazánkban nem terjedt el az artériás stiffness mérése, s a módszer alkalmazása szinte kizárólag kutatóhelyekre korlátozódott.

Ezek voltak az előzményei annak a célzott alapkutatási projektnek, amelyet a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programok keretében 2001-ben kezdtünk el. A konzorcium kutatásainak célja annak kiderítése volt, hogy az oszcillometriás vérnyomásmérés során észlelhető nyomásgörbék, azaz az oszcillometriás pulzusok, tartalmaznak-e klinikailag használható információt az artériás rendszer egészéről, nevezetesen az artériás stiffness-ről. Ilyen irányú ismereteket nem találtunk sem orvosi, sem műszaki-szabadalmi leírásokban.

A tudományos konzorciumban a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézete, A Semmelweis Egyetem Klinikai Kísérleti Kutató és Humán Élettani Intézete, valamint I. számú Belgyógyászati Klinikája és a budapesti Szent Imre Kórház I. számú Belgyógyászati Osztálya vett részt.

A Konzorcium kutatásainak ötletadója és vezetője a TensioMed Kft. volt.

Az arteriográf megszületéséhez vezető út és a módszer elve

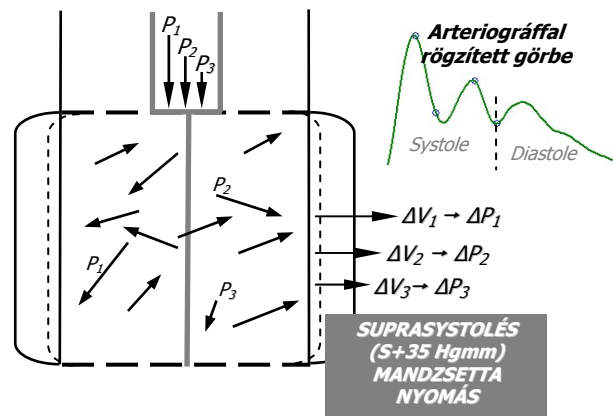
Kutatásaink során 650 beteg otthonából több hónapon át gyűjtöttük a vérnyomásmérés során keletkező oszcillometriás pulzusgörbéket, amelyeket telemedicinális módszerrel továbbítottunk számítógép központunkba. Ily módon hatalmas, több mint másfél millió oszcillometriás pulzust, tartalmazó adatbázist hoztunk létre. Modern matematikai módszerek, ún. adatbányászat alkalmazásával felfedtük, hogy a mandzsetta nyomásváltozása miatt igen heterogén görbék valóban tartalmaznak klinikailag releváns információt.

Az adatbázis oszcillometriás pulzusainak és a párhuzamosan rögzített klinikai adatok további tanulmányozása segített ahhoz a felismeréshez, amelynek során rájöttünk, hogy akkor is észlelhetők oszcillációs jelek, ha a mandzsetta nyomását jóval a systolés érték fölé (akár +100 Hgmm-el) fűjük fel, holott 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 az így keletkezett, igen gyenge jelek észlelésére mind felbontóképesség, mind mintavétel szempontjából ultraszenzitív nyomásmérőt illesztünk.

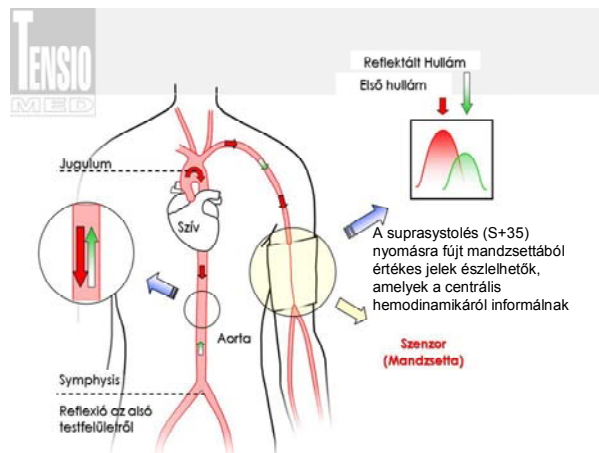


Ebben a speciális „stop-flow” állapotban a bal kamra keltette nyomáshullámok a folyadékok összenyomhatatlansága miatt gyakorlatilag torzítatlanul jutnak el a mandzsettáig, ahol egy kis kompressziót okozva térfogat, illetve nyomásváltozást idéznek elő, amelyeket rögzítünk.

Az arteriográf mérési elve



Az előző ábrán jól látható, hogy az Arteriográffal suprasystolés nyomáson rögzített pulzusgörbe (a kép jobb felső részén) tartalmazza a korai (P_1) és a késői (P_2) systolés hullámot, jól felismerhető az aorta billentyű záródása okozta völgy, valamint a diastolés hullám (P_3).



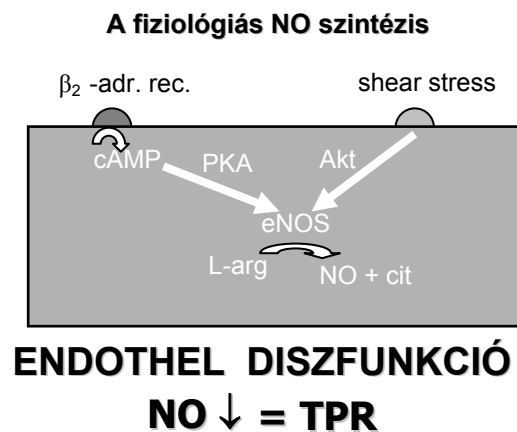
A fenti ábra a suprasystolén rögzített pulzushullámok információtartalmát mutatja be. A bal kamra által az aortába ejektált systolés volumen létrehozza a direkt (első) systolés hullámot, amely visszaverődik az alsó testfélről és létrehozza a késői systolés (reflektált) hullámot. A reflektált hullám amplitúdója a perifériális vascularis rezisztencia függvénye.

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

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, továbbá a PWVao meghatározásakor a valódi sebességet mérjük, hiszen az első és a második systolés hullám közötti idő az aortagyök és a bifurcatio aortae közötti távolsághoz tartozik.

A fentiekén túl **az új, oscillometriás módszer legnagyobb előnye, hogy az Aix, a PWVao, a systolés és diastolés vérnyomás, pulzusszám, valamint egyéb hemodinamikai paraméterek meghatározását roppant egyszerűen és gyorsan, mindössze egy vérnyomásmérésnyi idő alatt végzi el.**

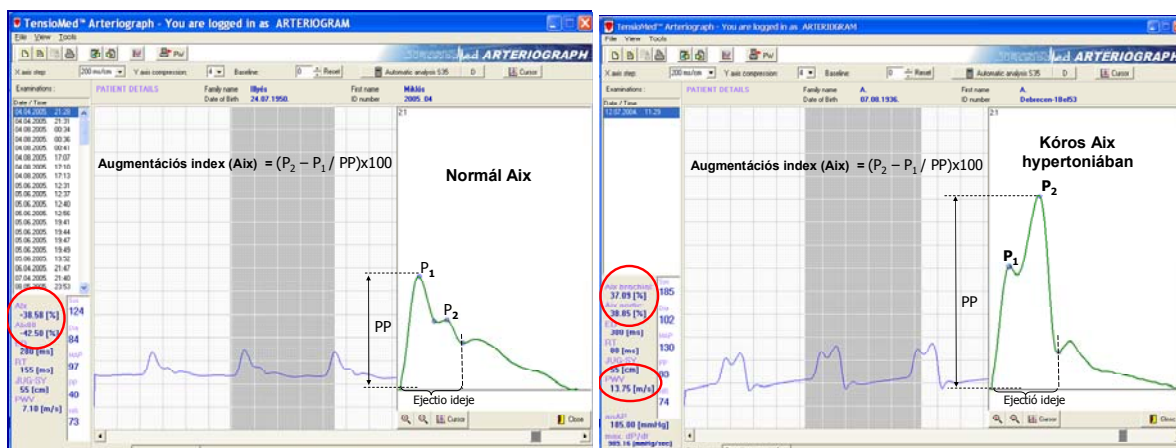
Az augmentációs index (Aix) kimutatja az endothel dysfunctio okozta vascularis tónusfokozódást



Az endothel dysfunctio komplex folyamat, de klinikai szempontból igen lényeges eleme, hogy az endothel függő vasodilatatio zavart szenved és arteriolás vasoconstrictio, perifériás ellenállás növekedés jön létre (lásd a fenti ábrát).

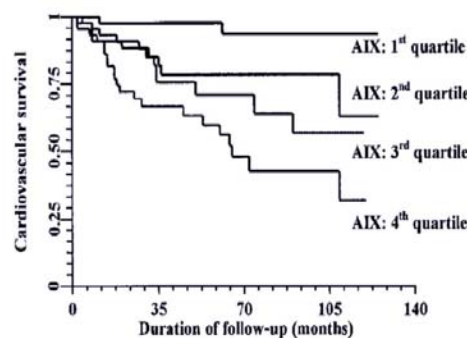
Ennek hatására a késői, reflektált systolés hullám amplitúdója és az augmentációs nyomás növekszik, amelynek eredményeképpen emelkedik az Aix értéke. Jól szemlélteti a leírt folyamatot az alábbi két ábra. A bal oldalin normális, a jobb oldalin nagymértékben emelkedett Aix látható, amelyet a hipertonia mellett fennálló fokozott perifériás

vasoconstrictio okozott. Az emelkedett TPR-t jelző kóros Aix háttérében endothel (vascularis) dysfunctio valószínűsíthető.



Az augmentációs index és a CV mortalitás között igazolt összefüggés áll fenn.

Kapcsolat az Aix és a CV rizikó között



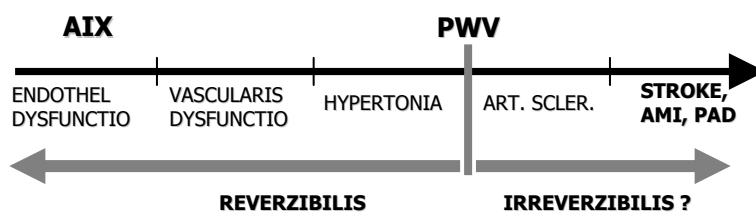
Hypertension 2001;38:434

Vesebetegek körében végzett követéses vizsgálatban a legmagasabb augmentációs indexű, azaz kóros kategóriába tartozó betegek kétharmada a megfigyelési periódus végére (átlagosan 6 év) meghalt. Jó túlélési esélyük csak a legalacsonyabb negyedbe tartozó augmentációs indexű betegeknek volt.

Mai ismereteink szerint az atherosclerosis kialakulásának első fázisa az endothel dysfunctio megjelenése, amelyhez a kisartériák strukturális remodellálásával, a vascularis dysfunctio társul, majd hypertonia és manifest atherosclerosis fejlődik ki. A sort és sajnos gyakran az életet egy major cardiovascularis esemény zárja.

Az érlelmeszesedés folyamata

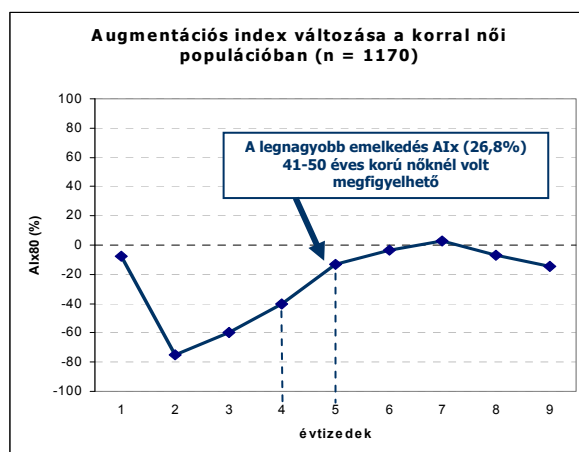
ÉVEK, ÉVTIZEDEK



Mind az endothel, mind a vascularis dysfunctiót a perifériás vascularis resistencia (TPR) emelkedése jellemzi, amely az augmentációs index (Aix) mérésével tetten érhető.

Az arteriográffal tehát valóban az érlelmeszesedés kezdeti stádiumát tudjuk kimutatni, amikor a páciensek többsége tünet és panaszmentes. Az atherosclerosis szubklinikai detektálásának jelentőségét az adja, hogy ebben az állapotban még jó eséllyel lehet életmódváltással vagy viszonylag egyszerű, költség-hatékony terápiával kedvezően befolyásolni a folyamatot.

Az endothel dysfunctio fennállását valószínűsítő emelkedett Aix kimutatása igen fontos a menopausa körüli korban lévő női populációban. Különös jelentőséget ad a középkorú nők vizsgálatához az a statisztikai adat, miszerint a nők cardiovascularis halálozása – szemben a férfiakéval – a legutóbbi években nőtt. A menopausa okozta cardiovascularis rizikó növekedését támasztják alá saját vizsgálatunk is, amelynek során 1170 arteriográf vizsgálatot hajtottunk végre 4-90 éves nők körében és kiszámítottuk az Aix átlagát életkori dekádonként.



Illyés, M.: TensioMed Artériás Stiffness Központ, Budapest

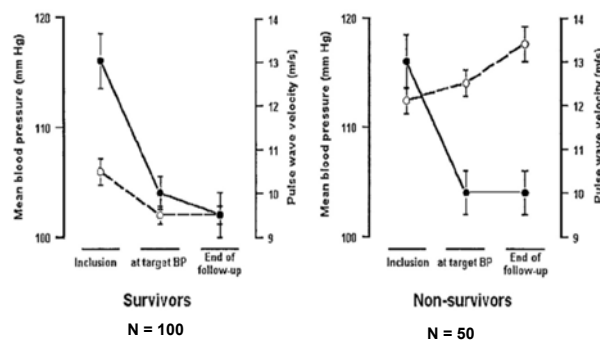
A fenti ábrán látható, hogy a menarche időszakában (1-2 életévtized közötti periódus) bekövetkező kezdeti markáns Aix (perifériás ellenállás) csökkenés utáni viszonylag lassú Aix emelkedést a 4-5 dekádban, azaz a menopausa kialakulásának idején, egy meredekebb,

26,8%-os emelkedés váltja fel. Feltételezhető, hogy mind a menarche környékén bekövetkező markáns vasodilatatio, mind a menopausa kapcsán bekövetkező arteriolás tónusfokozódás háttérében az oestrogen szintek jelentős változása áll. Mindazonáltal elgondolkodtató, hogy a menopausa milyen nagymértékben növeli az endothel dysfunctio kialakulásának a lehetőségét, amelyet a jelentős Aix fokozódás valószínűsít.

Aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWVao), aortafal rugalmasság és cardiovascularis rizikó

A PWVao mérésével elsősorban az aortafal tulajdonságairól kapunk információt. Minél rigidebb, rugalmatlanabb az aorta fala, annál gyorsabban fog a bal kamra keltette pulzushullám végigszaladni az éren. Figyelembe kell azonban vennünk azt is, hogy ha az aortába egységnyi idő alatt bekerülő vérvolumen emelkedik (pl. hypertonia, tachycardia, emelkedő perctérfogat) az aortafal átmérője növekszik, a fal feszülése fokozódik, s emiatt emelkedhet a pulzushullám terjedési sebesség értéke is. Ezért az aorta PWV-nek csak akkor van prognosztikus értéke, ha a vizsgálatot isobarias kondícióban, azaz normotensióban végeztük.

A vérnyomás és a PWVao összefüggése CV mortalitás vonatkozásában



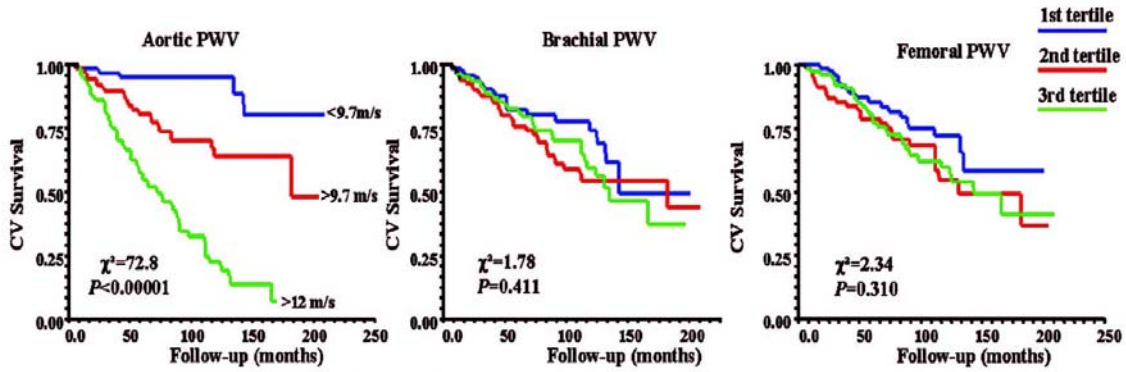
Circulation 2001;103:987

Igen szemléletesen bizonyítja a fentieket Guerin és munkatársainak a Circulation-ben 2001-ben közölt vizsgálata, amelynek során végállapotú vesebetegek körében eredményesen csökkentették a betegek vérnyomását, és eközben figyelték a PWVao változását is. Abban a betegcsoportban, ahol a vérnyomáscsökkenéssel együtt a PWVao is csökkent a betegek túléltek a követési időszakot.

A másik betegcsoportban ahol az alacsonyabb vérnyomás ellenére sem csökkent a PWVao, a vizsgált betegek sajnos mind meghaltak a követési periódus átlagosan 51 hónapja alatt. Ez arra utal, hogy szemben a másik csoporttal, itt az emelkedett PWVao-t nem a hypertensio okozta fokozott falfeszülés, hanem feltehetően az ér morphologiai (atheroscleroticus) károsodása okozta.

Felmerül a kérdés, hogy a PWV mérését miért az aortán végezzük, és miért nem pl. a brachiális vagy femoralis artérián. A választ Pannier és munkatársainak vizsgálata adja meg, akik 305 vesebetegnél párhuzamosan vizsgálták az aorta, a brachialis és a femoralis artéria PWV-jét, majd a betegeket átlagosan 70 hónapig követve figyelték, hogy melyik éren mért PWV áll összefüggésben a szív és érrendszeri halálozással.

Miért az aorta PWV-t kell mérni?

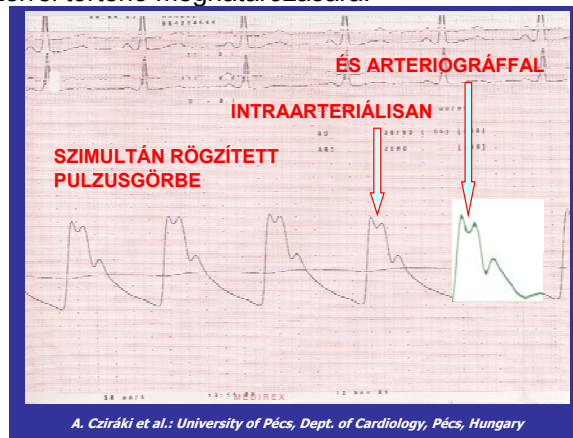


n = 305, 70 hónap utánkövetés Hypertension 2005;45:596

Vizsgálataik, amelyek eredményeit azóta mások is megerősítettek, egyértelműen bizonyították, hogy *csak az aortán mért PWV-nek van prediktív értéke.*

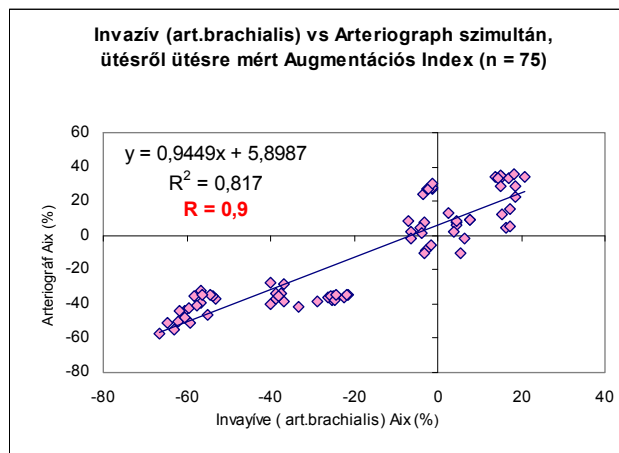
Validációs vizsgálatok

A legfontosabb kérdés minden új mérési módszerrel kapcsolatban, hogy mennyire megbízhatóak és pontosak a mért értékek. Általában a non-invazív módszereket más non-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 Szívgyógyászati Klinikájának köszönhetően lehetőségünk adódott az arteriográf által készített felvételeknek invazív módon rögzített intrabrachiális nyomásgörbékkel való összehasonlítására és így az Aix-nek mindkét módszerrel történő meghatározására.



Ez a kép bizonyítja, hogy milyen megbízhatóan rögzíthető a pulzusnyomás görbe non-invazív módon az arteriográffal. Az invazív, intrabrachiális pulzus-nyomásgörbék sorozatában az utolsó ütést duplikáltuk az arteriográffal szimultán felvett non-invazív görbével. Látható, hogy a két különböző módszerrel nyert pulzusgörbe szinte teljesen megegyezik egymással.

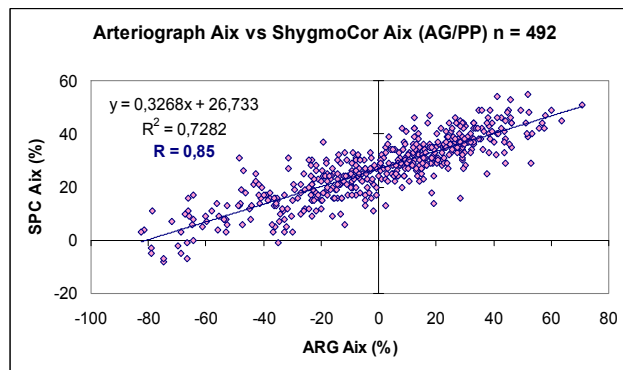
A Pécsi Tudományegyetem Szívgyógyászati Klinikáján lefolytatott összehasonlító tanulmány során 75 pulzusgörbét rögzítettek szimultán arteriográffal és intrabrachiális katéterrel tíz páciensről, akiknek augmentációs indexe -64%-tól +16,9%-ig, tehát optimálistól kóros tartomány között változott. A formai azonosság statisztikailag is bizonyítottá vált, hiszen az intraarteriálisan és non-invazív módon Arteriográffal rögzített pulzusgörbék Aix paraméterei közötti korreláció R értéke 0,9 lett (lásd a következő ábrát).



A. Cziráki et al.: University of Pécs, Dept. of Cardiology, Pécs, Hungary

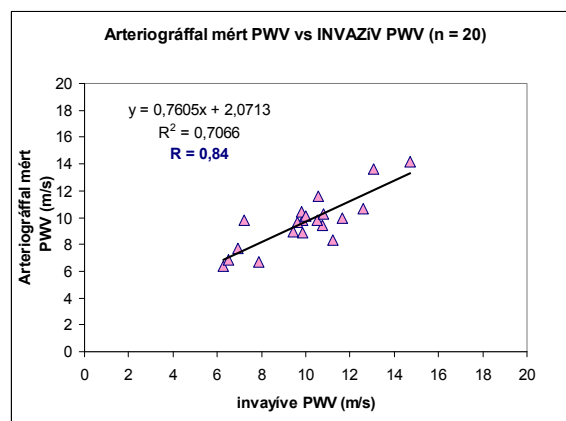
Az arteriográf által mért Aix-et non-invazív módszerrel is validálták. Bécsben Prof. Dr. Magometschnigg szimultán méréseket folytatott le applanációs tonométerrel (SphygmoCor, Atcor, Ausztrália) és arteriográffal. Ugyanúgy, ahogy az invazív teszteknel, az összehasonlítás hasonló eredményeket szolgáltatott, igen magas korrelációval (R=0,85).

Szimultán mért Aix ARTERIOGRAPH vs SPHYGMOCOR



Magometschnigg, D.: WMW 2005, 155/17-18: 404-410

Az Aix mellett az PWVao invazív validálása is megtörtént. Ebben a vonatkozásban a TensioMed™ arteriográf az egyetlen piacon lévő készülék, melyet invazív PWV-méréssel teszteltek. 16 páciens szimultán vizsgálatakor (invazív és arteriográffal történő PWV-méréssel) a korreláció kitűnőnek bizonyult (R=0,85).

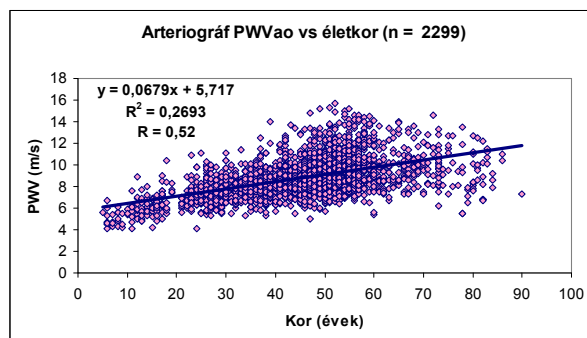


A. Cziráki et al.: University of Pécs, Dept. of Cardiology, Pécs, Hungary

A PWVao esetében is az invazív vizsgálaton túl non-invazív összehasonlításokat is végeztek. A Bonni Egyetemen (Medizinische Poliklinik) végzett összehasonlító tanulmány eredményeképpen arra a következtetésre jutottak, hogy „az új, oszcillometriás úton nyert PWVao érték erősen korrelál az applanációs tonometriás módszerrel mért értékekkel.”

Az Arteriográf mérési pontosságának talán legmegbízhatóbb klinikai tesztje az, hogy az oszcillometriás módon mért PWV értékeket az életkorhoz viszonyítjuk, hiszen az aorta PWV kornövekedéssel együtt járó növekedése már a korábbiakban jól dokumentált tény. Valóban, a több, mint 2000, 4 és 90 év közötti páciens arteriográffal mért PWVao adatainak elemzésével kimutattuk, hogy, az aorta pulzushullám terjedési sebessége az életkor előrehaladtával szignifikáns mértékben emelkedik (lásd az alábbi ábrát).

PWVao vs KOR



M. Illyés, et al.: TensioCare Telemedical Hypertension Centre, Budapest, Hungary

A rendelkezésünkre álló irodalmi adatok alapján megállapítható, hogy **az emelkedett Aix és PWVao** egyrészt a már ismert klasszikus rizikófaktorok markerei, másrészt – s ez talán még jelentősebb ismeret - **a klasszikus rizikófaktoroktól független, önálló előrejelzői a szív és érrendszeri mortalitásnak**. Mindezek következtében az Aix és PWVao mérése mással nem pótolható információval szolgál az individuális cardiovascularis rizikó meghatározásához.

Az arteriográf azért jelent áttörést az artériás stiffness vizsgálatában, mert megszületésével megteremtődött a feltétele az artériás stiffness (augmentációs index (Aix), az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWVao) szimultán történő non-invazív, egyszerű, gyors, felhasználó független mérésének. Ezzel megnyílt az út a tömeges, populációs méretű szekunder prevenció szűrővizsgálatok előtt.

Az arteriográffal végzett vizsgálatok kimutatták, hogy ezzel az egyszerű eljárással ugyanolyan minőségű és részlethűségű pulzuszórbék rögzíthetők a felkar artériájáról, mint az érbe felvezetett katéterrel.

AZ ARTERIOGRÁF ÁLTAL MÉRT HEMODINAMIKAI PARAMÉTEREK

Sys - Systolés vérnyomás (Hgmm)

Dia - Diastolés vérnyomás (Hgmm)

HR - (Heart Rate) - pulzusszám (ütés/perc)

MAP (Mean Arterial Pressure) – artériás középnyomás (Hgmm)

A systolés és a diastolés vérnyomásból számított érték

$MAP = \text{diastolés vérnyomás} + (\text{systolés} - \text{diastolés vérnyomás})/3$

PP (Pulse Pressure) – pulzusnyomás (Hgmm)

A PP a systolés és a diastolés vérnyomás közötti különbség Hgmm-ben. 60 felett értéke CV rizikónak tekinthető, különösen, ha ez normális vagy alacsony diastolés nyomás mellett észlelhető, mivel ez az aortafal szélkázán funkciójának romlására utal.

Aix brachial (%)

Az arteriográf által az artéria brachialison mért augmentációs index. Az Aix számításának módját és jelentőségét az előzőekben már részletesen ismertettük.

Aix aortic (%)

A szimultán mért aorta és brachialis Aix korrelációja alapján számított érték.

ED - bal kamra ejectios idő (Ejection Duration)

A mechanikai systole hossza, azaz az aortabillentyű nyitásától, zárásáig tartó időszak.

Ideje szívelégtelenség (csökkent ejekciós frakció) esetén rövidül.

RT - Return time

Az RT a pulzushullám terjedési ideje az aortagyóktól a bifurcatio-ig, és vissza. Értéke annál rövidebb, minél merevebb az aorta fala.

PWVao (m/s)

A pulzushullám terjedési sebessége az aortán.

SD_{PWV} (m/s)

A mérés minőségéről informáló paraméter. Az arteriográf által suprasystolés tartományban detektált szív ciklusok PWVao értékeinek szórása. 1,1 m/s feletti szórás esetén a szoftver képernyőjén piros színben jelenik meg a figyelmeztető jelzés. Jelentősége abban áll, hogy a mérést zavaró körülmények (mozgás, ritmuszavar, légzés, stb.) az egyes pulzusgörbék alakját torzítják, így hamis értéket kaphatunk. 1,1 m/s feletti SD esetén a mérést meg kell ismételni a szabályok szigorúbb betartásával. A vizsgálat elvégzésének szabályait a kézikönyv későbbi fejezete tartalmazza.

SBPao (Hgmm)

Az aortagyókben uralkodó systolés vérnyomás.

DRA - Diastolés reflexiós terület (dimenzió nélküli index)

A DRA információt nyújt a coronariák diastolében történő telődésének minőségéről. Számításának módja, hogy a diastolés mandzssettanyomáson felvett volumengörbék diastolés szakaszát a szoftverbe épített matematikai modell úgy számolja ki a systolés szakasz alapján, mintha nem lenne hullámreflexió a diastolében. A DRA a reflexió nélküli számított, és a valós, reflexiót tartalmazó görbeszakaszok által határolt terület nagysága a diastole/teljes szív ciklus arány figyelembe vételével. Minél nagyobb a DRA, annál jobb a coronariák perfusiója.

SAI – Systolés Area Index (%)

A SAI a teljes szív ciklus görbéje alatti terület systoléra eső része.

DAI – Diastolés Area Index (%)

A DAI a teljes szív ciklus görbéje alatti terület diastoléra eső része.

Minél nagyobb a DAI értéke, annál kedvezőbb a coronariák perfusiója.

Automatikus analízis során alkalmazott határértékek

Aix brachial

-30% alatt	optimális
-30% és -10% között	normális
-10% és +10% között	emelkedett
+10% fölött	kóros

PWVao

7m/s alatt	optimális
7m/s és 9.7m/s között	normális
9.7m/s és 12m/s között	emelkedett
12m/s fölött	kóros

A határértékeket a szakirodalom és saját tapasztalataink alapján állítottuk össze. Klinikai konzekvenciája az emelkedett/kóros tartományba tartozó értékeknek van.

A mérés minőségének ellenőrzése. A mérés minőségéről a SD_{PWV} paraméter informál, amely az arteriográf által suprasystolés tartományban detektált szív ciklusok PWVao értékeinek szórása. 1,1 m/s feletti szórás esetén a szoftver képernyőjén az SD_{PWV} értéke piros színű figyelmeztető jelzés formájában jelenik meg. Az SD_{PWV} meghatározásának jelentősége abban áll, hogy a mérést zavaró körülmények (mozgás, ritmuszavar, légzés, stb.) az egyes pulzusgörbék alakját torzíthatják, így hamis PWVao értéket kaphatunk. 1,1 m/s feletti SD esetén a mérést meg kell ismételni a szabályok szigorúbb betartásával.

A KÉSZÜLÉK HASZNÁLATA ÉS A MÉRÉS KIVITELEZÉSE

- A műszerhez 3 különböző méretű mandzsetta tartozik:
 - Legkisebb méretű „CHILD” jelzésű
 - Közepes méretű „CHILD”
 - Nagy méretű „ALTERNATIVE ADULT”
- Helyezze a közepes méretű (CHILD jelzésű) mandzsettát a beteg domináns felkarjára úgy, hogy azt a lehető leghamarán húzza meg. FIGYELEM! Felnőttön is ezt a közepes (CHILD jelzésű) mandzsettát kell alkalmazni!

A műszer nem fog megfelelően működni, ha a szükségesnél nagyobb méretű mandzsettát alkalmazunk!

MINDEN ALKALOMMAL A LEHETŐ LEGKISEBB MÉRETŰ (CHILD JELZÉSŰ) MANDZSETTÁVAL MÉRJÜNK!

CSAK AKKOR TÉJÜNK ÁT A NAGYOBBRA, HA EZ EGYÁLTALÁN NEM ÉRI ÁT A FELKART!

FIGYELJÜNK ARRRA, HOGY A MANDZSETTÁT KIFEJEZETTEN SZOROSAN HÚZZUK MEG!

A KIS MÉRETŰ MANDZSETTÁK A VÉRNYOMÁSMÉRÉS PONTOSSÁGÁT ÉRDEMBEN NEM BEFOLYÁSOLJÁK.

Amennyiben a szükségesnél nagyobb méretű, vagy túl laza mandzsettát alkalmaz, figyelmeztetést ad a szoftver is, mert jelzi, hogy kicsik a pulzus amplitúdók, s emiatt nem végzi el az automatikus kiértékelést.

VIGYÁZAT!

A MANDZSETTA ÉS A BETEG MELLKASA NE ÉRINTKEZZEN, MERT A LÉGZÉS OKOZTA MELLKASMOZGÁS VÁLTOZTATHATJA A MANDZSETTA NYOMÁST!

A SUPRASYSTOLÉS MÉRÉSI FÁZISBAN (3. FELPUMPÁLÁS) SZÓLÍTSUK FEL A PÁCIENST, HOGY TARTSA VISSZA LÉLEGZETÉT !

EZÁLTAL NAGYMÉRTÉKBEN JAVÍTHATJUK A REGISZTRÁTUM MINŐSÉGÉT, MIVEL A LÉGZÉS OKOZTA SYSTOLÉS VOLUMEN VÁLTOZÁST KIKTATJUK, ÍGY A PULZUSGÖRBÉK ALAKJA HOMOGÉN LESZ.

A MÉRÉSEKHEZ RUTINSZERŰEN A HÁTON FEKVŐ HELYZETET JAVASOLJUK! Amennyiben a vizsgálatot ülő helyzetben végzi el, ezt a körülményt a szoftver megjegyzés rovatában a betegadatok felvételekor tüntesse fel!

- A mandzsettát gumicsövével lefelé az a. brachialis magasságában helyezze fel. Ügyeljen arra, hogy a mandzsetta gumicsöve a szabad mozgást ne gátolja.

- A bőrirritáció elkerülése érdekében a mandzsetta alatt vékony anyagból készült póló/ing használható.

- A mandzsetta csövének csonkját a készülék bal oldalán található matt, fekete színű nyílásba illessze. **Figyelem ! Ügyeljen arra, hogy a mandzsetta csatlakoztatása ne legyen túl laza, ne eresszen**, amelyet úgy érhet el, hogy határozott csavaró mozdulatokkal a csonkot ütközésig a lyukba helyezi.

- **A mérés alatt beszéd, izommozgás, különösen a karizmok mozgása kerülendő, mert az a mérés idejét jelentősen megnöveli, illetve sikertelen méréshez vezethet, valamint csökkentheti annak pontosságát. Az izommozgás a mért pulzushullám alakját eltorzíthatja, kiértékelését lehetetlenné teszi.**

- **A vizsgálat előtt a beteg ne fogyasszon 3 órán belül nagyobb ételmennyiséget, ne igyon feketekávét, ne dohányozzon, és ne fogyasszon 10 órán belül alkoholt. A beteg a mérés alatt ne aludjon!**

- **A gyógyszerek közül a nitrátok befolyásolják legnagyobb mértékben a mért értékeket, mert erős értágítást okoznak mind a kisartériákban, mind a nagyobb, vezető típusú artériákban, ezért csökkentik az Aix és a PWV értékeit.**

- **A vizsgálat előtt legalább 10 perc testi, lelki nyugalom szükséges.**

- **A mérés során kerülendő minden olyan körülmény (ajtónyitás, telefoncsörgés, stb.), amely a beteg teljes nyugalomát megzavarhatja.**

Fehérköpeny effektust észlelve a mérést többször meg kell egymás után néhány perccel ismételni.