

A digitális fotopletizmográfia szerepe a cardiovascularis betegségek korai diagnózisában

Orban Victor, Incze Sándor, Buzogány Jázmin, Szabados Csongor

Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem, IV. Belgyógyászati Klinika

Rolul fotopletizmografiei digitale în diagnosticul precoce al bolilor cardiovasculare

Determinarea volumului pulsului digital (VPD) cu ajutorul fotopletizmografiei este o metodă sigură și non-invazivă pentru a obține informații despre distensibilitatea arterelor mari și furnizează doi parametri importanți: indicele de rigiditate (SI_{DVP}) și indicele de reflexie (RI_{DVP}). Studiul nostru a inclus 20 de pacienți hipertensivi cu disfuncție diastolică tip relaxare alterată a ventriculului stâng demonstrată ecocardiografic, și 10 tineri sănătoși (lot martor). Valoarea medie a SI_{DVP} a fost semnificativ mai mare la pacienții hipertensivi cu disfuncție diastolică ușoară a ventriculului stâng față de lotul martor ($10,59 \pm 1,22$ m/s vs. $5,48 \pm 0,69$ m/s, $p < 0,00001$). În privința RI_{DVP} , diferența a fost de asemenea semnificativă între cele două grupuri. Am găsit o corelație bună între SI_{DVP} și RI_{DVP} ($r=0,66$). Parametri obținuți prin fotopletizmografia digitală pot fi utilizați ca markeri ai leziunilor organelor-țintă la pacienții hipertensivi. Metoda este simplă, ieftină, rapidă și permite diagnosticul precoce al bolilor cardiovasculare.

Cuvinte cheie: rigiditate arterială, risc cardiovascular, fotopletizmografie digitală

The role of digital photoplethysmography in early diagnosis of cardiovascular diseases

The Digital Volume Pulse (DVP) is an accurate and non-invasive method to obtain information on the pressure pulse waveform, and provides two indexes: stiffness index (SI_{DVP}) and the reflection index (RI_{DVP}). Our study included 20 hypertensive patients evaluated by echocardiography with mild LV diastolic dysfunction. We also had a control group of 10 healthy subjects. The DVP contour was determined by digital photoplethysmography. Mean value of the SI_{DVP} was significantly higher in hypertensive patients with mild LV diastolic dysfunction than in healthy subjects ($10,59 \pm 1,22$ m/s vs. $5,48 \pm 0,69$ m/s, $p < 0,00001$). RI_{DVP} had also statistically higher values in these patients vs. the control group. We found a good correlation between SI_{DVP} and RI_{DVP} ($r=0,66$). The SI_{DVP} and RI_{DVP} can be used as markers of target organ damage for risk stratification in hypertensive patients. The method is simple, inexpensive, rapid and requires no special training.

Keywords: arterial stiffness, cardiovascular risk, digital photoplethysmography

Orvostudományi Értesítő, 2008, 81 (3): 175-182

www.orvtudert.ro

A cardiovascularis rizikófelismerés jelentős szerepet játszik a magas rizikójú betegek felderítésében, és ezáltal lehetőség nyílik a profilaktikus beavatkozások alkalmazására egyrészt aktív életmódváltoztatás által, másrészt a különböző gyógyszeres kezelések bevezetése révén: lipidszint csökkentés, vérnyomás kontroll és kardioprotektív terápia. A legfontosabb klasszikus cardiovascularis rizikófaktorok az életkor, nem, dohányzás, vérnyomás, koleszterinszint, cukorbetegség és a korai atherosclerosis a családi anamnézisben. Ezek a paraméterek azonban nem alkalmasak a korai érfalkárosodás közvetlen mérésére. Az atherosclerosis folyamatában a kezdeti elváltozások elsősorban az erek falában jelennek meg. Ezáltal a cardiovascularis rizikó felmérésének a leglogikusabb megközelítése az érfalfunkció vizsgálata és a korai strukturális elváltozások kimutatása.

Az elmúlt években újabb módszerek terjedtek el a klinikai gyakorlatban, melyek lehetővé teszik az érfalkárosodás mértékének a kimutatását és ennek változását a preventív és protektív beavatkozások hatására. Léteznek invazív módszerek (intravasculáris ultrahang (IVUS), intraarteriális acetilkolin befecskendezés) valamint non-invazív módszerek [carotis intima-media vastagság, brachialis artéria reaktivitásának ultrahangos vizsgálata, pulzushullám-sebesség (PWV), digitális pulzustérfigyelő elemzés].

Az érfalmerevség és vascularis rizikó

Az életkor előrehaladásával az erek falának rugalmassága csökken, amit az artériák falvastagságának a növekedése okoz intima hiperplázia és a media elasztin tartalmának csökkenése és kollagénnal történő helyettesítése révén. Ez

a folyamat kifejezettebbé válik bizonyos patológiás esetekben, mint a magasvérnyomás vagy cukorbetegség. Az ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities) vizsgálat igazolta, hogy normotenzív egyének fokozott érfalmerevsége a később kialakuló hipertónia egyik prediktív tényezője [5]. Más vizsgálatok bizonyították, hogy az érfalmerevség a célszervkárosodás egyik markere. Összefüggést találtak a pulzushullám-elemzésből származó érfali merevséget jellemző paraméterek és az echokardiográfián meghatározott bal kamrai tömegindex (LVMI) között [9]. Roman és mtsai közvetlen összefüggést mutattak ki az artériák merevsége és a bal kamrai hipertrófia között [8]. Megtartott ejekciós frakciójú szívelégtelen betegek esetében mind a kamrafal, mind az artériák fala merevebbé válik [4]. Diasztolés szívelégtelenségben szintén kimutatták az aorta és a nagyerek fokozott merevségét, ami csökkent fizikai teljesítőképességgel járt együtt [3].

Egy prospektív, longitudinális vizsgálat azt bizonyította, hogy hipertóniás betegeknél az artériák merevsége a primer coronaria-események független prediktív tényezője. A hipertóniás csoportban a cardiovascularis szövődmények gyakorisága a pulzushullám-sebesség növekedésének függvényében szignifikánsan nőtt [2]. Egy másik vizsgálatban a pulzushullám-sebesség volt a cardiovascularis mortalitás legjobb prediktora a hipertóniás betegek valamennyi korcsoportjában [6]. Egy másik, az érfali merevséget jellemző paraméter, az augmentációs index szoros összefüggést mutat ismert cardiovascularis kockázati tényezőkkel, így a Framingham-pontszámmal is [7].

Fokozott arteriális merevség esetén az össz-mortalitás növekedését mutatták ki diabétesz okozta vesekárosodásban és végstádiumú veseelégtelenségben. Az erek rugalmassága



javult gyógyszeres kezelés hatására és ennek következtében nőtt a túlélési arány [1].

Az arteriális érfalmerevség mérése

Az arteriális érfalmerevség mérése az elmúlt években több non-invazív módszer terjedt el. A centrális artériás merevség egyik jellemző paramétere az a. carotis vagy az aorta pulzusnyomása. Jelenleg az egyik legjobban tanulmányozott módszer az aorta pulzushullám-sebességének (PWV – pulse wave velocity) meghatározása a bal a. carotis és az a. femoralis pulzusok közti távolság és időeltolódás mérésével applanációs tonometria segítségével. A centrális (carotis vagy aorta) pulzushullám elemzésével meghatározható az augmentációs index, amely az artériák merevsége miatt megnövekedett centrális aortanyomás jellemző paramétere. A szisztémás vasculatúra vizsgálatának egyik legegyszerűbb módja az általunk is alkalmazott digitális pulzustérfogat (DVP – digital volume pulse) elemzése fotopletizmográfia segítségével.

A helyi érfalmerevség a pulzusnyomás és az érátmérő változása révén határozható meg „echotracking” módszerrel.

A digitális fotopletizmográfia

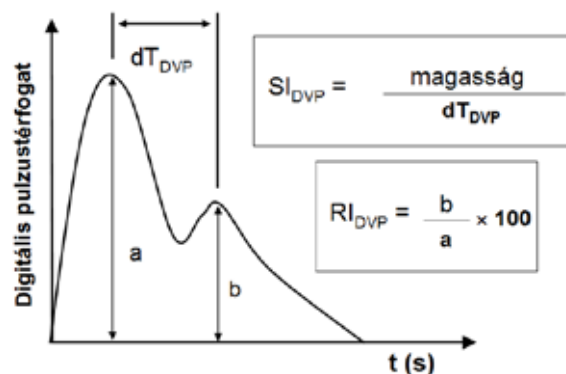
A fent említett módszerek többsége igen specifikus és szenzitív, de a klinikai gyakorlatban tömegesen alkalmazható, egyszerű, gyors és kevésbé költséges módszerre lenne szükség. A speciális felkészültséget igénylő applanációs tonometriával szemben a digitális fotopletizmográfia viszonylagos egyszerűsége folytán ígéretes megoldásnak tűnik.

A digitális fotopletizmográfia működése egy infravörös fényforrás által kibocsátott és az ujjbegyen áthaladó infravörös fény egy fotódióda által történő detektálásán alapul. A detektált fény mennyisége egyenesen arányos a ujjbegyen lévő vér térfogatával, és ezáltal meghatározható a digitális pulzustérfogat görbéje, amely jellegzetesen két púpú. A szisztolés fázisban az aortától az ujjbegy kapillárisokig végigfutó pulzushullámból származik a szisztolés hullám. A diasztolés vagy reflexiós hullám a test alsó felében lévő elasztikus erekben, az ellenállástól függően visszaverődő anterográd pulzushullámból származik, amely az aorta és nagyerek rugalmasságától függő időtartammal és a perifériás ellenállás által befolyásolt amplitúdóval rárakódik a szisztolés komponensre.

Rugalmas erekben a visszavert hullám a diasztolé alatt éri el az aortabillentyűt, ami a koszorúerek vérellátását növeli. Merev falú erekben a nagy sebességű pulzushullám túl gyorsan verődik vissza és rárakódik a szisztolés komponensre, fokozva a szisztolés nyomást és csökkentve a coronariákban a perfúziós nyomást.

A digitális pulzustérfogat elemzése során meghatározható a „stiffness index” (SI_{DVP}), amely a testmagasság és a szisztolés illetve diasztolés csúcs közötti időtartam aránya (1. ábra). Merev falú erekben ez az időtartam lerövidül, így a SI_{DVP} értéke nagyobb lesz. Egy másik jellemző paraméter

a „reflexiós index” (RI_{DVP}), amely a diasztolés és a szisztolés hullám amplitudójának az aránya. A RI_{DVP} értéke függ a nagy artériák tónusától és az endoteliális funkció non-invazív mérésére alkalmas [10].



1. ábra. A digitális pulzustérfogathoz (DVP) kapcsolódó paraméterek

Anyag és módszer

Fotopletizmográfias méréseket végeztünk 20 hipertenzív betegnél, akik echokardiográfiával igazolt enyhe balkamra (BK) diasztolés diszfunkcióval (relaxációs zavar, a mitrális áramlási görbén $E/A < 1$) rendelkeztek. A méréseket elvégeztük 10 fiatal, normotenzív egyén esetében is (kontrollcsoport). Minden esetben a meghatározásokat a jobb kéz mutatóujján végeztük, a HADECO – Bidop ES-100 V3 készülékhez csatolt PG-21 fotopletizmográfias transzduktor segítségével. A számítógépes feldolgozáshoz a Soft-Smart V-Link ver. 2.0 programot használtuk. A vizsgált paraméterek a digitális pulzustérfogat görbéjének analízise során nyert SI_{DVP} és RI_{DVP} voltak.

Eredmények

A két vizsgált csoport egyes jellemzőit az 1. táblázat foglalja össze. Habár a BK diasztolés diszfunkcióval rendelkező hipertenzív betegcsoportban az átlagéletkor jóval magasabb volt, mint a kontrollcsoport esetében, a nemek megoszlását és a dohányzók arányát illetően nem volt különbség. A digitális pulzustérfogat görbéjének elemzése során nyert paraméterek közül a SI_{DVP} szignifikánsan magasabb volt a BK diasztolés diszfunkciós hipertenzív betegeknél, mint a kontrollcsoport esetében. A RI_{DVP} értékeit illetően szintén statisztikailag szignifikáns különbség volt a két csoport között. Ezen kívül jó korellációt állapítottunk meg az említett két paraméter között ($r=0,66$; $p<0,05$).

1. táblázat. A két csoport vizsgált paramétereinek átlagértékei

Jellemző	Hipertenzív BK diasztolés diszfunkciós csoport	Kontroll-csoport
Életkor	59	26
Férfi/Nő	8/12	4/6
Szisztolés vérnyomás	159	122
Diasztolés vérnyomás	87	73
Dohányzó/Nem dohányzó	12/8	6/4
SI _{DVP}	10,59+-1,22	5,48+-0,69
RI _{DVP}	0,67+-0,14	0,47+-0,14

Megbeszélés, következtetések

Az érfalmerevség mérése jelentős szerepet tölt be a cardiovascularis betegségek korai diagnózisában, mivel az artériák rugalmasságának csökkenése megelőzheti ezen betegségek kialakulását. Az elmúlt években számos módszer terjedt el, azonban közülük kevés alkalmazható széles körben a klinikai gyakorlatban. A digitális fotopletizmográfia segítségével könnyen kimutatható az artériák fokozott merevsége. Előnye, hogy egyszerű, non-invazív, klinikailag könnyen elvégezhető, nem igényel túl nagy gyakorlatot és nem költséges.

Rövid tanulmányunk rámutat arra, hogy a balkamra diasztolés diszfunkcióval rendelkező magasvérnyomásos betegek artériáinak merevsége fokozott, ami kvantifikálható a digitális fotopletizmográfia segítségével. A módszer lehetőséget teremt a cardiovascularis szempontból veszélyeztetett betegek kiszűrésére, akik erélyesebb terápiát igényelnek, mindazonáltal a rizikófelmérésben és a kezelés megválasztásában betöltött szerepének tisztázására további prospektív vizsgálatokra van szükség.

Irodalom

1. Blacher J., Pannier B., Guerin A.P. et al. – *Carotid arterial stiffness as a predictor of cardiovascular and all-cause mortality in end-stage renal disease*. Hypertension 1998;32:570-574.
2. Boutouyrie P., Tropeano A.L., Asmar R. et al. – *Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients*. Hypertension 2002;39:10-15.
3. Hundley W.G., Kitzman D.W., Morgan T.M. et al. – *Cardiac cycle-dependent changes in aortic area and distensibility are reduced in older patients with isolated diastolic heart failure and correlate with exercise intolerance*. J Am Coll Cardiol 2001;38:796-802.
4. Kawaguchi M., Hay I., Fetics B. et al. – *Combined ventricular systolic and arterial stiffening in patients with heart failure and preserved ejection fraction*. Circulation 2003;107:774-720.
5. Liao D., Arnett D.K., Tyroler H.A. et al. – *Arterial stiffness and the development of hypertension: the ARIC study*. Hypertension 1999;34:201-206.
6. London G.M., Cohn J.N. – *Prognostic application of arterial stiffness: task forces*. Am J Hypertens 2002;15:754-758.
7. Nürnberger J., Keflioglu-Scheiber A., Opazo Saez A.M. et al. – *Augmentation index is associated with cardiovascular risk*. J Hypertens 2002;20:2407-2414.
8. Roman M.J., Ganau A., Saba P.S. et al. – *Impact of arterial stiffening on left ventricular structure*. Hypertension 2000;36:489-494.
9. Saba P.S., Roman M.J., Pini R. et al. – *Relation of carotid pressure waveform to left ventricular anatomy in normotensive subjects*. J Am Coll Cardiol 1991;22:1873-1880.
10. Wilkinson I.B., Hall I.R., MacCallum H. et al. – *Pulse-wave analysis: clinical evaluation of a noninvasive, widely applicable method for assessing endothelial function*. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2002; 22: 147-152.