

Az automata, négy végtagi vérnyomásmérő készülékek szerepe a perifériás verőérbetegség szűrésében

Fendrik Krisztina, Biró Katalin, Endrei Dóra,
Koltai Katalin, Tóth Kálmán, Késmárky Gábor



A szerző
video-összefoglalója

PTE KK, I. sz. Belgyógyászati Klinika, Angiológiai Tanszék és Kardiológiai Tanszék, Pécs

Levelezési cím:

Prof. dr. Késmárky Gábor, PTE KK, I. sz. Belgyógyászati Klinika, 7624 Pécs, Ifjúság útja 13. E-mail: kesmarky.gabor@pte.hu

A perifériás verőérbetegség (PAD) leggyakrabban az alsó végtagokat érintő progresszív ateroszklerotikus betegség. Magas prevalenciája ellenére igen gyakran csak elkésve, már a kritikus végtagiszkémia stádiumában kerül felismerésre. Az irányelvek által elfogadott, elsőként elvégzendő noninvaszív vizsgálómódszer a PAD diagnosztizálására a Doppler-készülék és manuális vérnyomásmérő segítségével végzett boka-kar index (BKI) meghatározása. A vizsgálat költséghatékony, széles körben elérhető, de a vizsgáló részéről jártasságot és időbefektetést igényel. A speciálisan BKI-meghatározásra kifejlesztett automata, négy végtagi vérnyomásmérő készülékek pletizmográfias vagy oszcillometriás elven működnek. Használatuk nem igényel különösebb szakképzettséget, a BKI-méréshez szükséges idő közel a felére rövidíthető velük. Hátrányuk, hogy szenzitivitásuk a Doppler-módszerhez viszonyítva alacsonyabb, illetve pontos PAD-diagnosztikára nem alkalmasak, mivel alacsony bokanyomásnál nem végeznek pontos méréseket. Több tanulmány 1,0 körüli automata BKI-határérték használatát javasolta a szenzitivitás növelésére. Fontos szerep juthat az automatákon elérhető kiegészítő funkcióknak (például lábujj-kar index meghatározás, pulzushullám terjedési sebesség mérése), amelyek növelik az érzékenységet a PAD felismerésében. Összességében a metaanalízisek tanulsága szerint a szakellátásban pontos diagnosztikára nem javasolt az automata készülékek használata, ugyanakkor az alapellátásban és szűrőprogramok keretében létjogosultsága lehet a használatuknak. A hazai érbetegellátás javítására széles körű használatuk mindenképpen megfontolandó lenne.

Kulcsszavak: perifériás verőérbetegség, PAD, szűrés, automata vérnyomásmérő

The role of automated, four-limb blood pressure monitors in the screening of peripheral artery disease

Peripheral artery disease (PAD) is a progressive atherosclerotic disease that most commonly affects the lower limbs. Despite its high prevalence, it is often recognized late, in the stage of critical limb ischemia. The first non-invasive test accepted by the guidelines to diagnose PAD is ankle-brachial index (ABI) determination using a Doppler device and a manual sphygmomanometer. The test is cost-effective, widely available, but requires expertise and time investment on the part of the examiner. Automatic, four-limb blood pressure measuring devices specially developed for ABI determination work on the plethysmographic or oscillometric principle. Their use does not require special skills, and the time required for ABI measurement can be cut in half with them. Their disadvantage is that their sensitivity is lower compared to the Doppler method, and they are not suitable for accurate PAD diagnostics, as they do not perform accurate measurements at low ankle pressure. Several studies have recommended the use of an automatic ABI cutoff of around 1.0 to increase sensitivity. An important role can be played by the additional functions available on automatic devices (e.g., determination of toe-brachial index, measurement of pulse wave velocity), which increase the sensitivity in the recognition of PAD. Overall, according to the meta-analyses, the use of automatic devices for accurate diagnosis is not recommended in specialist care, but their use may be justified in primary care and within the framework of screening programs. Their widespread use to improve vascular care in Hungary should definitely be considered.

Keywords: peripheral artery disease, PAD, screening, automated blood pressure monitors

A kézirat 2022. 09. 02-án érkezett a szerkesztőségbe, 2022. 09. 26-án került elfogadásra.

A perifériás verőérbetegség (peripheral artery disease – PAD) a végtagi artériák és az aorta progresszív ateroszklerotikus betegsége, amely kezeletlenül az érintett erek szűkületéhez vagy elzáródásához vezet. Leggyakrabban az alsó végtagi artériák érintettek. A PAD rendszerbetegség, az ateroszklerózis szisztémás jellege miatt a perifériás érszűkület diagnózisa indikátora lehet más érterületek érintettségének is (1). PAD-betegeknél sokkal gyakrabban lehet diagnosztizálni cerebro- vagy kardiovaszkuláris érintettséget, a normál populációhoz képest háromszor gyakrabban lép fel náluk miokardiális infarktus vagy iszkémiás stroke (2). A perifériás verőérbetegség kardiovaszkuláris vagy egyéb okokból bekövetkező mortalitása hasonló az iszkémiás szívbetegségéhez, vagy ezt akár meg is haladhatja (3). A PAD magas prevalenciájú kórkép, világszerte 200 millió, Európában mintegy 40 millió személyt érinthet (4). Epidemiológiai vizsgálatok alapján a betegség prevalenciája mintegy 3 és 10% közé tehető (5). A prevalencia egyértelműen növekszik az életkorral, míg 50 éves kor alatt viszonylag ritka az előfordulása, 80 év felett akár a 20%-ot is elérheti (6). Fontos megemlíteni, hogy a diabétesz 2-4-szeresére emeli a PAD rizikóját (7).

A magas prevalencia ellenére a perifériás verőérbetegség sajnálatos módon igen gyakran csak elkésve, a kritikus végtagiszkémia stádiumában kerül felismerésre. Ez egyrészt arra vezethető vissza, hogy a kórkép tipikus tünetének tartott intermittáló klaudikáció, azaz a terhelés által kiváltott görcsös, alsóvégtagi fájdalom csak a páciensek mintegy 1/5-1/10-énél jelentkezik (8). Ennek egyik oka, hogy mozgásszervi okok, csökkent kardiopulmonális terhelhetőség vagy előrehaladott életkor miatt a betegek jelentős része klaudikációs küszöbénél kevesebbet mozog. Másik gyakori tényező, hogy diabéteszes polineuropátiából adódó érzéskiesés miatt a páciensek nem érzik meg az alsó végtag iszkémiáját. A PAD felfedezését késlelteti továbbá a magas kockázatú személyek szisztematikus kiemelésének, alapvető fizikális és műszeres vizsgálatának gyakori elmaradása.

Az elkészt diagnózis nemcsak a betegek életkilátásait és életminőségét rontja, hanem az egészségügyi ellátórendszerre is további terheket ró. Éppen ezért felmerül a kérdés, hogyan tudnánk korábbi stádiumban kiemelni az érintett betegeket, ezáltal életmódbeli változtatások és optimális gyógyszeres kezelés segítségével megállítani vagy lassítani a betegség progresszióját.

Noninvazív műszeres vizsgálat Doppler-módszerrel

Az irányelvek alapján az elsőként elvégzendő, noninvazív műszeres vizsgálat a Doppler-módszerrel végzett négy végtagi vérnyomásmérés és boka-kar index (BKI) meghatározás (8). A vizsgálat során a páciens fekvő helyzetében, pár perces nyugalommal követően az irány-

elvek által meghatározott sorrendben (jobb kar, jobb láb, bal láb, bal kar) manuális vérnyomásmérő és folyamatos hullámú Doppler-készülék segítségével szisztolés vérnyomást mérünk a karokon az arteria brachialis, a bokákon az arteria dorsalis pedis (ADP) és az arteria tibialis posterior (ATP) felett. Amennyiben a két kar között 10 Hgmm-t meghaladó különbséget mérünk, a vérnyomásmérést az első, azaz a jobb karon meg kell ismételni.

A BKI kiszámításában nincs egyértelmű konszenzus: a legtöbb ajánlás szerint az adott végtagon mért ADP- vagy ATP-nyomásérték közül a magasabbat kell elosztani a magasabb felkari nyomásértékkel. Ugyanakkor több helyen felvetették, hogy a szenzitivitás növelése és a pontosabb rizikóbesorolás céljából célszerűbb lenne a módosított BKI használata, amennyiben az ADP és ATP közül az alacsonyabb nyomásértéket vennék alapul (9, 10).

Maga a Doppler-vizsgálat költséghatékony és széles körben, akár a háziorvosi ellátásban is elérhető. Bár az irányelvek alapján számos társbetegség és rizikófaktor jelenléte indokolná, hogy szűrés céljából is elvégzésre kerüljön, sajnos ez csak elvétve történik meg, nagy létszámú populáció vizsgálatát lehetővé tevő szűrőprogramok pedig igen ritkán kerülnek megrendezésre. Magyarországon példaértékű kezdeményezésként 2007-ben indult útjára az Ereink Védelmében ÉRV Program, amelynek keretében hipertóniás betegek körében mérték fel a PAD gyakoriságát. A program folytatásaként létrehozott ÉRV Regiszterbe családorvosi praxisokban leszűrt páciensek adatai kerültek be. A 2015-ös adatelemzés során a vizsgált páciensek körében magas, 15,1%-os PAD-prevalenciát találtak (11). A szűrőprogramok iránti kiemelt igényt támasztja alá, hogy a PAD rizikójának kitett páciensek csoportja jelentős. Indokolt lenne érszűkület irányában szűrni az egyéb ateroszklerotikus betegségekben szenvedőket, például a koszorúérbetegeket, szívelégtelenségben, krónikus veseelégtelenségben szenvedőket, hasi aortaaneurizmával diagnosztizált pácienseket és a cukorbetegeket. Továbbá a rizikócsoportba tartozik minden 65 év feletti férfi és nő, illetve a 65 év alatti, ESC prevenciók irányelv alapján legalább magas kardiovaszkuláris rizikóval bíró személy és az 50 év alatti, pozitív PAD irányú családi anamnézissel rendelkező személy (8).

A Doppler-módszer hátránya, hogy viszonylag időigényes, az átlagosan 8-10 (vetkőzéssel/öltözéssel együtt inkább 15) perces vizsgálati idő az alapellátás vagy a nem angiológiai irányú szakrendelések időkeretébe nehezen illeszthető be. Másrészt a helyes kivitelezés a vizsgáló részéről gyakorlatot és jártasságot igényel. A vizsgálati eredmények inter- és intraobszerver variabilitását 10% körülnek írták le (12). A különbségek nüansznyi tünő helytelen kivitelezésből adódnak, ilyen lehet a mandzsetta túl gyors leengedése, a Doppler-szonda nem megfelelő szögben tartása (helyesen kivitelezve 60 foknál kisebb szöget kell bezárnia a vizs-

gált ér várható lefutásával), vagy éppen a nyomásérték igen gyakori „0” vagy „5” végűre kerekítése.

Több vizsgálatban jutottak arra a következtetésre, hogy a házi orvosi praxisban mért BKI-értékek szignifikánsan különböznek a kórházi szakellátásban mért értékektől, hiszen az egyszeri betanítás nem garantálja a helyes kivitelezést (13).

Négy végtagi vérnyomásmérő készülékek

Ezen okok miatt joggal tehetjük fel a kérdést, hogy létezik-e olyan vizsgálómódszer, ami kiküszöböli a viszonylagos szubjektivitást, könnyen kivitelezhető, nem igényel különösebb betanítást, lerövidíti a vizsgálati időt, ezáltal könnyebben lenne használható az alapellátásban vagy éppen szűrőprogramok keretében. Az utóbbi években elérhetővé váló automatizált, speciálisan a BKI meghatározására kifejlesztett négy végtagi vérnyomásmérő készülékeket alapvetően két nagy csoportba oszthatjuk, a foto- vagy levegőkiszorításos pletizmográfias elven és az oszcillometriás elven működő készülékekre (14). Általánosságban elmondható, hogy a készülékek könnyen kezelhetők, a vizsgálónak csak a négy végtagi mandzsettákat kell felhelyeznie, majd számítógépes szoftver segítségével gombnyomással tudja indítani a mérést. Típustól és működési elvtől függően pár percen belül leolvasható a kétoldali BKI-érték. A fotopletizmográfia elvén működő készülékek esetében a fotoszenzor infravörös fényt bocsát ki, majd a mandzsetták leengedésekor visszatérő véráramlásakor ennek visszaverődését detektálja, a mandzsettában ekkor mért nyomásérték megfeleltethető az adott végtag szisztolés nyomásának. A levegőkiszorításos vagy volumenpletizmográfia esetében a mandzsetta két kamrára van osztva, a felső szupraszisztolés értékre való felpumpálása elzárja a véráramlást az adott végtagi artériában, majd a nyomás fokozatos leengedésével visszatérő véráramlást az alsó kamra a végtag térfogatváltozásaként érzékeli (14).

Oszcillometriás elven működő készülékek esetén a szív által generált artériás pulzációt a mandzsettában lévő szenzor nyomásváltozásként érzékeli. A mandzsetta szupraszisztolés értékre való felpumpálásával az okkludált artériában rövid időre megáll a véráramlás, de az artéria pulzációja tovább folytatódik és a mandzsetta által érzékelt nyomás oszcillációját okozza. A mandzsetta lassú leengedésével párhuzamosan a nyomás oszcillációjának amplitúdója fokozatosan nő. Az elsőként visszatérő normál amplitúdójú oszcillációs hullám megjelenésekor mért nyomás a szisztolés vérnyomásnak feleltethető meg (15).

A pletizmográfias elven működő készülékek egyelőre kevésbé elterjedtek, velük kapcsolatban kevesebb tanulmány áll rendelkezésre, az egyetlen ezt a módszert is érintő metaanalízis 2021 végén került publikálásra. A levegőkiszorításos pletizmográfia eredményeit kevés-

bé tartják biztatónak, önmagában alkalmazva alacsony szenzitivitásának bizonyult a Doppler-módszerhez viszonyítva, pulzusforma-analízissel kombinálva viszont pontosabbnak írták le (14).

A fotopletizmográfias készülékek esetében jó vagy mérsékelt egyezést mutattak ki a standard Doppler-módszerhez képest, ugyanakkor több esetben is azt találták, hogy az így mért nyomásértékek magasabbak a Dopplerrel mért értékekhez viszonyítva. Szenzitivitásuk az elérhető néhány tanulmány alapján széles skálán (20-100%) mozog, a magas értéket egy kis esetszámmú vizsgálatban írták le (14).

Oszcillometriás készülékekkel és a Doppler-módszerrel mért BKI-értékek összehasonlítása

Egy 2017-es metaanalízisben az oszcillometriás elven működő készülékekkel és a Doppler-módszerrel mért BKI-értékek között mindössze $0,020 \pm 0,018$ átlagos különbséget találtak, amely nem mutatkozott szignifikánsnak. Szignifikáns volt azonban az abszolút különbség ($0,048 \pm 0,009$), ami azt mutatja, hogy az oszcillometriás készülékek is magasabb BKI-értékeket mérnek, mint a Doppler-módszer (16). Ennek élettani magyarázata nincs, tekintve, hogy a mandzsetták ugyanúgy a boka körül helyezkednek el, mint a Doppler-módszerrel való mérés esetén. Különözhetnek azonban a vizsgált erek: Dopplerrel mind az ADP, mind az ATP szisztolés nyomását mérjük, míg az automata mandzsetták vagy körkörös érzékelnek, így a két artéria közül a magasabb nyomásértéket választják ki, vagy egy meghatározott ponton, például az ATP fölött helyezkedik el az oszcillometriás szenzor (17). Ezáltal nem alkalmasak a módosított, azaz az alacsonyabb nyomásértéket alapul vevő BKI kiszámítására. Azt találták ugyanakkor, hogy az automata BKI-értékek jól korrelálnak a Dopplerrel mért értékekkel, az összesített korrelációs együttható $0,71 \pm 0,05$ -nak mutatkozott. Diabéteszes betegek esetében alacsonyabb volt ez a korreláció ($0,58 \pm 0,18$) (16). Ennek oka, hogy az automata készülékek kevésbé alkalmasak a diabéteszben fokozott érfalmerevség, médiasklerózis okozta emelkedett nyomásértékek detektálására.

Egy áttekintő tanulmányban a Doppler-módszer szenzitivitását 15-79%-nak találták legalább 50%-os alsó végtagi érszűkület felismerésében, az érzékenység különösen idős vagy diabéteszes betegek esetében volt alacsonyabb. Specifitása a különböző vizsgálatokban 83,3 és 99% közötti volt (18). Az automata, oszcillometriás készülékek szenzitivitásának és specifitásának megállapításához a legtöbb vizsgálatban a Doppler BKI-értékeket vették referenciának, így $69 \pm 6\%$ -os szenzitivitást és $96 \pm 1\%$ -os specifitást találtak (16). Sajnos egyelőre igen kevés tanulmány áll rendelkezésre, amely képalkotó vizsgálatok eredményeit ven-

né alapul. Ezeknél a vizsgálatoknál felvetették, hogy a Doppler-módszernél általánosan elfogadott 0,9-es BKI-határérték helyett a szenzitivitás növelése céljából célszerűbb lenne-e felemelni a határértéket. Egy tanulmány szerint a CT-angiográfiával leírt legalább 50%-os érszűkület kimutatásához optimálisan 0,99 „cut-off” értéket kellene alkalmazni (így 90% szenzitivitást és 85% specificitást lehetne elérni), míg legalább 75%-os szűkület kimutatásához 0,87-os határérték alkalmazásával 84%-os a szenzitivitás és 89%-os a specificitás (19). Egy diabéteszes betegeket is bevonó, duplex ultrahang-képzésként alapul vevő vizsgálatban nem szelektált betegek esetében 1,02, nem diabéteszesek esetén 1,00, míg diabéteszes páciensek esetén 1,04-es határérték használatát javasolták (20). Egy (ugyan nagyon kis létszámú PAD-beteget érintő) tanulmány került eddig publikálásra, amely az oszcillometriás elven mért BKI-értékeket DSA-eredményekkel vetette össze, itt az 50%-os szűkület detektálására 0,95-os „cut-off” értéket találtak optimálisnak (21). Egy görög vizsgálat 0,97-os általános „cut-off” értéket ajánl a Doppler BKI-eredményeket alapul véve (22). A hazai ÉRV Program keretei között végzett vizsgálatban 397 páciensnél végeztek a Doppler-módszerrel való mérés mellett oszcillometriás készülékkel (BOSO ABI system-100) BKI-meghatározást. A ROC-analízis során itt is a Doppler-módszert tekintették referenciának, az optimálisnak tekinthető diagnosztikus BKI határértéket 0,96-nak találták (23). Az említett, duplex ultrahangot referenciának vevő tanulmányban a Doppler és oszcillometriás BKI-eredmények ROC-görbéit elemezve Doppler esetén magasabb volt a görbe alatti terület értéke (0,873), mint az oszcillometriás BKI esetén (0,806), ezek alapján az előbbi módszer jobban alkalmazható PAD diagnosztizálására. Diabéteszes betegek esetében mindkét módszer szenzitivitása alacsonyabb volt a nem diabéteszes betegeknél mértékhez viszonyítva. Végső soron arra a következtetésre jutottak, hogy mind a Doppler-, mind az oszcillometriás módszer alkalmas szűrés céljára, 1,0 és 1,1 közötti „cut-off” érték használatával mindkét módszer felismeri a PAD-betegek több mint 80%-át diabétesz-társbetegség meglététől függetlenül (20). Egy érdekes, 2019-ben publikált tanulmány szerint az oszcillometriás módszerrel mért kóros BKI sokkal inkább tudta megjósolni a minden okból bekövetkezett mortalitást, mint a kóros Doppler BKI-értékek (24).

Az automata készülékek használata mellett elsősorban a gyors kivitelezhetőség szól. Különböző tanulmányok a Doppler BKI-méréshez szükséges időt 6,65 és 14 perc közöttinek (a 2017-es metaanalízisben átlagosan 10,06 percnek), míg az automata mérés idejét 2 és 8,1 perc közöttinek (átlagosan 5,9 percnek) írták le (25).

Természetesen nem elhanyagolható a költségek kérdése sem. Egy kézi Doppler-készüléket már 150-200 ezer forintért beszerezhetünk, míg egy automata készülék

ára 1-1,5 millió forintnál kezdődik. Figyelembe véve a Doppler-módszerhez viszonyítva rövidebb mérési időt, a 2012-es metaanalízis összességében költséghatékonyan írta le az automata készülékek használatát (16).

Fontos megjegyezni, hogy a fent említett előnyök ellenére sem a European Society of Cardiology, sem az American Heart Association, sem a European Society of Vascular Medicine PAD irányelve nem támogatja az automata készülékek használatát. Ennek egyik oka, hogy a Doppler-módszerrel összevetve magasabb nyomásértékeket mérnek (16). A másik ellenérv, amelyet több készüléket vizsgáló tanulmány is megerősített, hogy a készülékek 50, illetve 30 Hgmm alatti tartományban nem végeznek pontos bokanyomásmérést (12, 26, 27), így pontos PAD-diagnosztika céljából nem ajánlott a használatuk. A metaanalízisek alapján széles körű használatuknak ezért elsősorban az alapellátásban, szűrővizsgálatok céljából lehet létjogosultsága. Az említett magyar vizsgálatban a mérések 7,4%-ában jelzett ki az oszcillometriás készülék „0 Hgmm”-t eredményként, miközben a Doppler-módszer 0-tól különböző, pontos eredményt adott, így ezeket az eredményeket nem értékelhetőnek tekintették (23).

Hogy a készülékek érzékenysége növekedjen a perifériás verőérbetegség felismerésében, az utóbbi években új fejlesztések váltak elérhetővé, egyes készülékeket kiegészítő funkciókkal láttak el, ilyen például a pulzushullám terjedési sebesség (pulse wave velocity – PWV) mérése vagy a lábujj-kar index (TBI) meghatározása. Egyelőre ezzel kapcsolatban még igen korlátozott számú adat látott napvilágot. Klinikánkon jelenleg két oszcillometriás készülékkel (BOSO ABI-system 100 PWV és MESI mTablet) végzünk méréseket, azt is vizsgálva, hogy a kiegészítő PWV-, illetve TBI-funkció mennyiben járul hozzá a szenzitivitás növeléséhez. Első eredményeink alapján ezen kiegészítő modalitások használata akár a Doppler-módszer szintjére emelheti az érzékenységet a PAD felismerésében, amennyiben 0,9 helyett 1,0 automata BKI-határértéket alkalmazunk.

Következtetések

Összefoglalva a leírtakat elmondhatjuk, hogy ugyan pontos PAD-diagnosztika céljából nem támogatott az automata készülékek használata, a könnyű és gyors kivitelezhetőség miatt használatuknak elsősorban az alapellátásban és szűrésben lehet létjogosultsága. Tanulmányok egyértelműen magasabb, 1,0 körüli BKI-határérték használatát javasolják e készülékek esetén, továbbá nagy szerepe lehet a kiegészítő funkcióknak is. A magasabb beszerzési költségek nagy betegpopulációt felölelő szűrőprogramok keretében ellensúlyozódhatnak, amelyekre a hazai érbetegellátás hiányosságai miatt igen nagy szükség lenne.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

- Newman AB, Siscovick DS, Manolio TA, et al. Ankle-arm index as a marker of atherosclerosis in the Cardiovascular Health Study. *Circulation* 1993; 88: 837–845. <https://doi.org/10.1161/01.cir.88.3.837>
- Criqui MH, Langer RD, Fronek A, et al. Mortality over a period of 10 years in patients with peripheral arterial disease. *N Eng J Med* 1992; 326: 381–386. <https://doi.org/10.1056/NEJM199202063260605>
- Agnelli G, Belch JJF, Baumgartner I, et al. Morbidity and mortality associated with atherosclerotic peripheral artery disease: A systematic review. *Atherosclerosis* 2020; 293: 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.09.012>
- Fowkes FG, Rudan D, Rudan I, et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet* 2013; 382: 1329–1340. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61249-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61249-0)
- Criqui MH, Fronek A, Barrett-Connor E, et al. The prevalence of peripheral arterial disease in a defined population. *Circulation* 1985; 71: 510–551. <https://doi.org/10.1161/01.cir.71.3.510>
- Allison MA, Ho E, Denenberg JO, et al. Ethnic-specific prevalence of peripheral arterial disease in the United States. *Am J Prev Med* 2007; 32: 328–333. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2006.12.010>
- Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, et al. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients with Peripheral Arterial Disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Associations for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease) – summary of recommendations. *J Vasc Interv Radiol* 2006; 17: 1383–1397. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.174526>
- Aboyans V, Ricco JB, E L Bartelink ML, et al. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J* 2018; 39(9): 763–816. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx095>
- Schröder F, Diehm N, Kareem S, et al. A modified calculation of ankle-brachial pressure index is far more sensitive in the detection of peripheral arterial disease. *J Vasc Surg* 2006; 44(3): 531–6. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.05.016>
- Espinola-Klein C, Rupprecht HJ, Bickel C, et al. Different calculations of ankle-brachial index and their impact on cardiovascular risk prediction. *Circulation* 2008; 118: 961–967. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.763227>
- Farkas K, Kiss I. Az ÉRV Program és az ÉRV Regiszter legújabb eredményei: EReink Védelmében. *Hypertonia Magazin* 2015; 1.
- Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, et al. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012; 126: 2890–2909. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e318276fbc>
- Nexø J, Damsbo B, Lund JO, et al. Measurement of blood pressure, ankle blood pressure and calculation of ankle brachial index in general practice. *Fam Pract* 2012; 29(3): 345–51. <https://doi.org/10.1093/fampra/cm094>
- Danieluk A, Chlabicz S. Automated Measurements of Ankle-Brachial index: A Narrative Review. *J Clin Med* 2021; 10: 5161. <https://doi.org/10.3390/jcm10215161>
- Naidu MUR, Reddy BM, Yashmaina S. et al. Validity and reproducibility of arterial pulse wave velocity measurement using new device with oscillometric technique: A pilot study. *BioMed Eng* 2005; 4: 49. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-4-49>
- Verberk W, Kollias A, Stergiou G. Automated oscillometric determination of the ankle-brachial index: a systematic review and meta-analysis. *Hypertens Res* 2012; 35: 883–891. <https://doi.org/10.1038/hr.2012.83>
- Aboyans V, Lacroix P, Doucet S, et al. Diagnosis of the peripheral arterial disease in general practice: can the ankle-brachial index be measured either by pulse palpation or an automatic blood pressure device? *Int J Clin Pract* 2008; 62: 1001–1007. <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2008.01784.x>
- Xu D, Li J, Zou L, et al. Sensitivity and specificity of the ankle-brachial index to diagnose peripheral artery disease: a structured review. *Vasc Med* 2010; 15(5): 361–9. <https://doi.org/10.1177/1358863X10378376>
- Ichihashi S, Hashimoto T, Iwakoshi S, et al. Validation study of automated oscillometric measurement of the ankle-brachial index for lower arterial occlusive disease by comparison with computed tomography angiography. *Hypertens Res* 2014; 37: 591–594. <https://doi.org/10.1038/hr.2014.34>
- Clairotte C, Retout S, Potier L, et al. Automated ankle-brachial pressure index measurement by clinical staff for peripheral arterial disease diagnosis in nondiabetic and diabetic patients. *Diabetes Care* 2009; 32: 1231–1236. <https://doi.org/10.2337/dc08-2230>
- Guo X, Li J, Pang W, et al. Sensitivity and specificity of ankle-brachial index for detecting angiographic stenosis of peripheral arteries. *Circ J* 2008; 72: 605–610. <https://doi.org/10.1253/circj.72.605>
- Kollias A, Xilomenos A, Protogerou A, et al. Automated determination of the ankle-brachial index using an oscillometric blood pressure monitor: validation vs. Doppler measurement and cardiovascular risk factor profile. *Hypertens Res* 2011; 34: 825–830. <https://doi.org/10.1038/hr.2011.53>
- Járai Z, Kolossváry E, Szabó I, et al. Az oszcillometriás elven működő boka-kar index meghatározás helye a klinikai gyakorlatban. *Orv Hetil* 2018; 159(5): 176–182. <https://doi.org/10.1556/650.2018.30957>
- Herraiz-Adillo A, Mariana-Herraiz JA, Pozuelo-Carrascosa DP. Oscillometric and Doppler Ankle Brachial Indexes as Predictors of A – Cause Mortality in a Primary Care Population. *Int Angiol* 2019; 38: 256–263. <https://doi.org/10.23736/S0392-9590.19.04167-1>
- Herraiz-Adillo A, Cavero-Redondo I, Alvarez-Bueno C, et al. The accuracy of an oscillometric ankle-brachial index in the diagnosis of lower limb peripheral arterial disease: a systematic review and meta-analysis. *Int J Clin Pract* 2017; 71: e12994. <https://doi.org/10.1111/ijcp.12994>
- Adishesiah M, Cross FW, Belsham PA. Ankle blood pressure measured by automatic oscillometry: a comparison with Doppler pressure measurements. *Ann R Coll Surg Engl* 1987; 69: 271–273.
- Beckman JA, Higgins CO, Gerhard-Herman M. Automated oscillometric determination of the ankle-brachial index provides accuracy necessary for office practice. *Hypertension* 2006; 47: 35–38. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000196686.85286.9c>