

Artériás és vénás diagnosztika

Mérési módszerek és értelmezései
az érrendszeri betegségek felmérésére



Forgalmazó:

Premium Health Concepts Kft.

H - 9400 Sopron, Híd utca 54.

office@premiumhealth.hu

+36 30 / 229 2196

www.premiumshop.hu

Garancia nélkül

Az információk csak oktatási célokat szolgálnak, és nem helyettesítik a megalapozott klinikai megítélést vagy döntéshozatalt, vagy a szakmai tapasztalatot, adott páciens betegségének diagnosztikai és kezelési lehetőségeire. A lehetséges terápia eldöntése előtt a mérési eredményeket mindig további mérési módszerrel kell ellenőrizni.

1	Bevezető	5
2	Paraméterek és mutatók	7
2.1	ABI – Boka-kar-Index	7
2.2	TBI – Lábujj-kar-Index	9
2.3	PWI™ – Pulzushullámindex	11
2.4	Ujj-/Lábujjnyomás	13
2.5	További artériás paraméterek	13
2.6	Értelmezési kritériumok	15
3	Artériás mérések	16
3.1	PVR – Pulzus volumen rögzítése	16
3.2	TOPP-Módszer (Tissue Optical Perfusion Pressure)	26
3.3	OPO – Optikai pulzus-oszcillográfia	30
3.4	OAP – Optikai artériás nyomás	33
3.5	Terheléses- ill. stresszteszt	36
3.6	TOS-Teszt (Thoracic Outlet Syndrom)	37
3.7	További artériás mérések	41
4	Vénás mérések.....	42
4.1	D-PPG/LRR Izompumpa-Teszt (Vénás reflux)	42
4.2	VVP – Vénás elzáródás pletizmográfia	48
4.3	További vénás mérések	51
	Szószedet	52
	Referenciák	56

Rövidítések

ABI	Ankle-Brachial-Index (Boka-kar-Index)
AHA	„American Heart Association“
AngE™	Angio Experience
APG	Air-Pletizmográfia
APPG	Artériás photopletizmográfia
AVK	Artériás elzáródásbetegség
AVP	Artériás elzáródás pletizmográfia
BP	Vérnyomás (Blood Pressure)
CLI	Kritikus végtagiszkémia (Critical Limb Ischemia)
CVI	Krónikus vénás elégtelenség
D-PPG	Digitális Photopletizmográfia
EKG	Elektrokardiográfia
ESC	„European Society for Cardiology“
HRV	Szívfrekvencia-variabilitás
LRR	Fény reflexió reográfia
mmHg	Higanymilliméter (Hgmm)
MS	Media Sklerosis
oABI	Oszcillometrikus boka-kar-index
OAP	Optikai artériás nyomás
OI	Oszcillometrikus index
OPO	Optikai pulzusoszcillográfia
OSCI	Oszcillográfia
PAT	Palmar Arch Test
pAVK	Perifériás artériás elzáródási betegség
PDM	Phlebo dynamometria
PPG	Photopletizmográfia
PTS	Poszt-trombotikus szindróma
PVR	Pulzus volumen rögzítése
PWG	Pulzushullám-sebesség
PWI™	Pulzushullám-index
RI	Reflexiós index
SI	Merevségi index
TASC	„Trans-Atlantic Inter-Society Consensus“
TBI	Toe-Brachial-Index (lábujj-kar-index)
TOPP	Tissue Optical Perfusion Pressure (szöveti optikai perfúziós nyomás)
TOS	Thoracic Outlet Szindróma
VFT	Vénás funkció teszt
VVP	Vénás elzáródás pletizmográfia

1. Bevezető

Az artériás és vénás érbetegségek kezelésére különböző tesztek és eljárások ajánlottak az iránymutatásokban és a folyóiratokban. A modern tesztműszerek, mint az AngioExperience – megoldást jelentenek, és az érdiagnosztikára, a paraméterek, a volumen és a pulzushullám értékelése alapján számos értékelési lehetőséget biztosítanak.

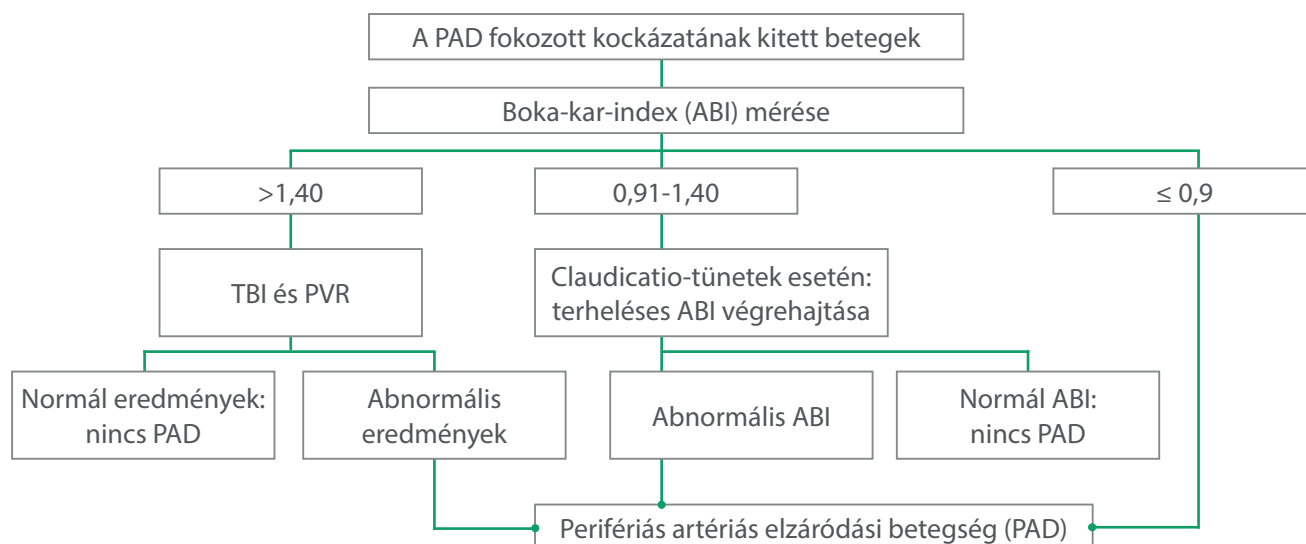
Ez az útmutató áttekintést nyújt az AngioExperience által támogatott artériás és vénás vizsgálatokról, valamint azok mérési elveiről. Az artériás szűrés során a PAD (perifériás artériás elzáródásbetegség) diagnózisa a közegészség javításában központi szerepet játszik. A közzétett iránymutatások a PAD értékeléséhez, pl. az American Heart Association (AHA), az Európai Kardiológiai Társaság (ESC) vagy a Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC) az értékelés egyes kulcsfontosságú mutatóira koncentrálnak:

- ABI (boka-kar-index, terhelés előtt és után)
- TBI (lábujj-kar-index)
- PVR (pulzus volumen rögzítés)

Az AHA/ACC- 2016-os iránymutatásában a perifériás artériás elzáródási betegség (PAD) kezeléséről:

1. A PAD fokozott kockázatával rendelkező betegek közé tartoznak a 65 éves vagy annál idősebb betegek, az atherosclerosis egyéb kockázati tényezőivel rendelkező betegek (pl. diabétesz, dohányzás, hiperlipidémia, magas vérnyomás), a PAD vagy az atherosclerosis más ismert formáinak családi kórtörténete (pl. koronária- vagy karotisz atherosclerosis, vese- vagy mezenterikus érelmeszesedés, hasi aorta aneurizmák).
2. A lehetséges PAD-ban szenvedő betegeknél a boka-kar-index (ABI) diagnosztizálásának felállítása ajánlott nyugalmi helyzetben, szegmentális nyomással és hullámformával, vagy anélkül ajánlott. Az ABI érték (az egyes végtagok két artériás nyomása közül a magasabb) lehet abnormális ($ABI \leq 0,90$), határeset ($ABI 0,91-0,99$), normál ($ABI 1,00 -1,40$) vagy értelmezhetetlen ($ABI >1,40$).
3. A lábujj-kar-indexet (TBI) meg kell mérni, a feltételezett PAD-ban szenvedő betegek diagnosztizálásához, ha a nyugalmi $ABI >1,40$. Terheléses ABI-t kell végezni azoknál a betegeknél, akiknél megerőltető, nem ízületi eredetű lábtünetek jelentkeznek, és normál vagy határeset nyugalmi $ABI (0,90-1,40)$ értéket mérnek.

Az ajánlott és megalapozott értékelési módszer egyszerűsített bemutatása lényegében a következőképpen nézhet ki:



Ezen paraméterek támogatása mellett az érrendszeri laboratóriumi megoldás AngioExperience™ innovatív mérési módszereket kínál az artériás szűrési (screening) eljárás érzékenységének javítása érdekében, amelyet ebben a bejegyzésben ismertetünk:

- PWI™ (pulzushullám-index)
- TOPP-módszer (optikai szövet perfúziós nyomás)
- 8 csatornás egyidejű pulzus volumen rögzítés

A vénás betegségek meghatározása, mint például a krónikus vénás elégtelenség (CVI), amelyek tüneteikhez kapcsolódnak például a varikózus vénák vagy akár nyitott vénás fekélyek, az érdiagnosztikai laborhoz tartoznak. A beteg vénás egészségének meghatározásához az AngioExperience™-rendszer számos tesztet kínál, a vénaszелеpek állapotának, valamint a véna volumenjének és számos más lényeges paraméter vizsgálatára:

- 2 csatornás PPG vénás reflux teszt (izompumpateszt a vénás szelep elégtelenségének kimutatására)
- Vénás elzáródás pletizmográfia (VVP)
- Dinamikus légpletizmográfia illetve Air-pletizmográfia (APG)
- Phlebodynamometria (PDM) stb.

A célunk a SOT Medical Systemnél, hogy az „érspecialista szakembereket támogassuk, a keringési zavarok korai diagnosztizálására és az amputációk megelőzésére, a legmodernebb és legmegfelelőbb mérőrendszerek biztosításával.” Reméljük, hogy ez az útmutató hozzájárul a misszióinkhoz és a betegek gondozásához, átfogó és szemléletes segítséget nyújtva a mérések értelmezéséhez.

2. Paraméterek és mutatók

2.1 ABI – boka-kar-index

2.1.1 Definíció

Az ABI (boka-kar-index, illetve ankle-brachial-index) a végtagok perfúziójának értékelési kritériuma az artériák nyomása alapján. Ez elsősorban a keringési rendellenességek meghatározására szolgál a perifériás artériás elzáródási betegséggel kapcsolatban.

Hagyományosan a szisztolés vérnyomásértékeket manuálisan mérik az egyes végtagokon külön-külön nyomásmanzsetta és érrendszeri Doppler alkalmazásával. A nyomást lassan kézi manométerrel engedik ki.

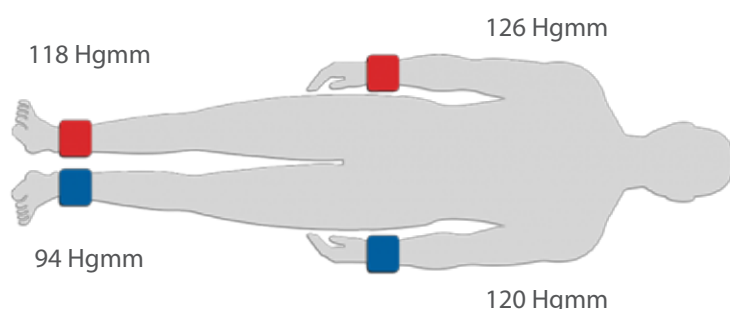
A modern megközelítés az oszcillometrikus módszer, amelyben a nyomást négy, egyidejűleg mérő manzsetta alkalmazásával detektálják a felkarra és a bokára egy automatizált rendszer segítségével. Ez a megközelítés üzemeltetőtől független, időben hatékony és lehetővé teszi a pulzushullám közvetlen összehasonlítását (már egy kisebb időkülönbség is lehet az artéria elzáródásának mutatója). Emellett rögzítik a pulzushullámformát, amit tovább tudnak vizsgálni.

Az oszcillometrikus ABI-mérésnél (oABI) manzsetták segítségével az erek vérellátását nézik a felkaron (alternatív esetben csuklón) és a bokákon, amelyek minden egyes végtag összes mögöttes eréből regisztrálják a pulzációt. Az oABI kiszámításához az artériák és kollaterálisok kollektív nyomási jeleit használják.

2.1.2 Mérési elv

A kar nagy artériái és a boka területén lévő nagy artériák szisztolés vérnyomásának kimutatásával végezzük a mérést. Az oszcillometriánál a középső artériás nyomást a manzsetták érzékelik.

Az ABI, a boka jobb, illetve bal oldalon a megfelelő szisztolés vagy átlagos artériás nyomás, osztva a karokon mért magasabb szisztolés ill. artériás átlag nyomással.



$$ABI = \frac{\text{szisztolés/átlag bokanyomás}}{\text{magasabb szisztolés/átlag felkarnyomás}}$$

$$ABI_J = \frac{118 \text{ Hgmm}}{126 \text{ Hgmm}} = 0,94$$

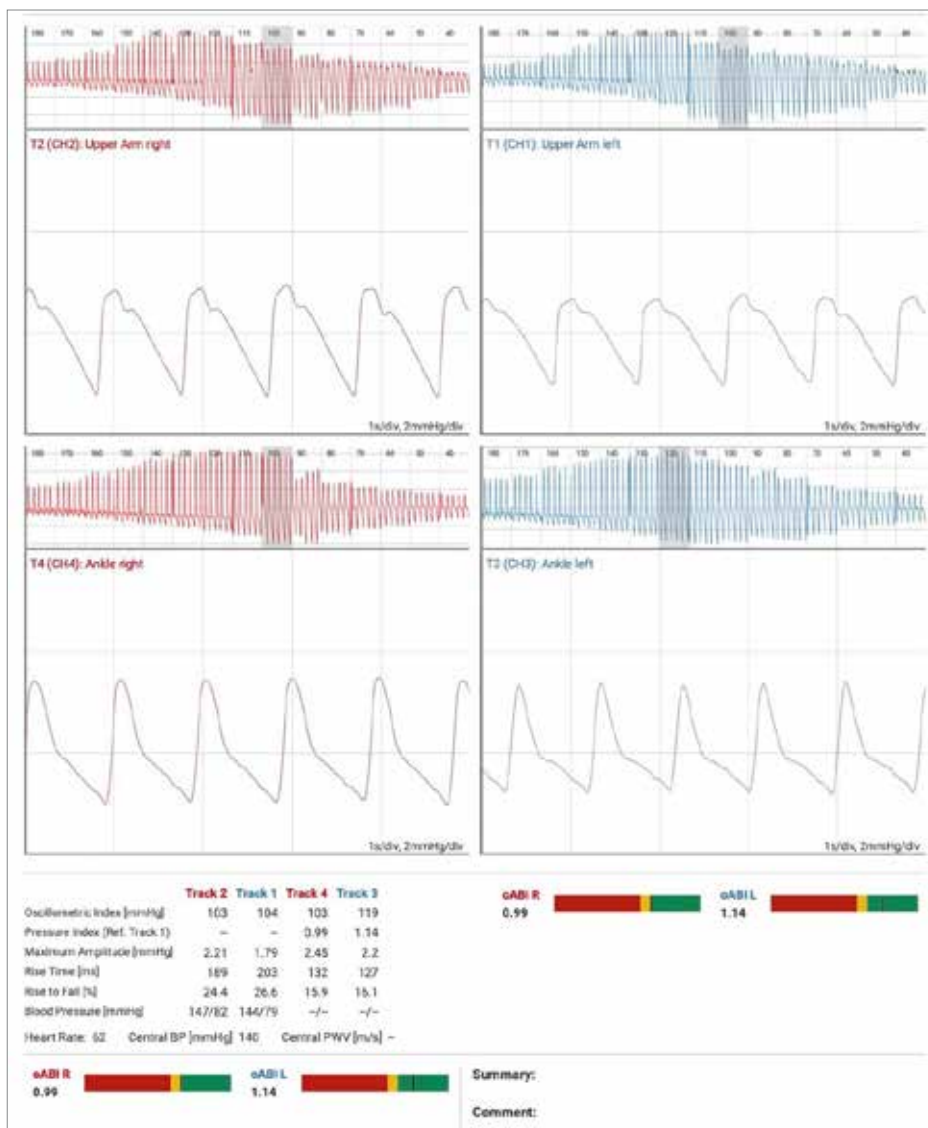
$$ABI_B = \frac{94 \text{ Hgmm}}{126 \text{ Hgmm}} = 0,75$$

ABI ÉRTÉK	MAGYARÁZAT
≤ 0,9	érrendszeri betegség gyanúja (PAD)
0,91 – 0,99	bizonytalan, ismételje meg a terhelés után
1,0 – 1,4	normál
> 1,4	értelmezhetetlen

2.1.3 Orvosi alkalmazások

- Páciensek a láb betegségeivel, tünetekkel, mint pl.:
 - lábdagadás
 - bőrelváltozások
 - hideg vagy érzéketlen lábak
 - fájdalom nyugalmi helyzetben
 - bőrelváltozások a bokákon, lábakon vagy lábujjakon
- Páciensek a végtagok perifériás artériás betegségének fokozott kockázatával (PAD):
 - kor ≥ 65 év
 - diabétesz, dohányzás, hyperlipidémia, magas vérnyomás és az atherosclerosis más rizikótényezői
 - PAD vagy az atherosclerosis egyéb jól ismert formái családi anamnézise
- Az érrendszeri állapot ellenőrzése az intervenció előtt és után

2.1.4 Mérési példa



Felkarpulzushullám csökkenő nyomásszinten

Felkarpulzáció nyomás alatt a legmagasabb amplitúdóval

Bokapulzushullám csökkenő nyomásszintben

Bokapulzáció nyomás alatt a legnagyobb amplitúdóval

Eredménytáblázat oABI-val, oszillometrikus indexszel, amplitúdókkal és emelkedési időekkel

2.2 TBI – lábujj-kar-index

2.2.1 Definíció

A TBI (Toe-Brachial-Index/lábujj-kar-index) egy könnyen mérhető mutató az alsó végtagok artériás betegségeinek objektív kimutatására. Amint azt a legtöbb iránymutatás ajánlja, ABI-teszt mellett használható, különösen akkor, ha az eredmények nagyon magasak vagy megbízhatatlanok.

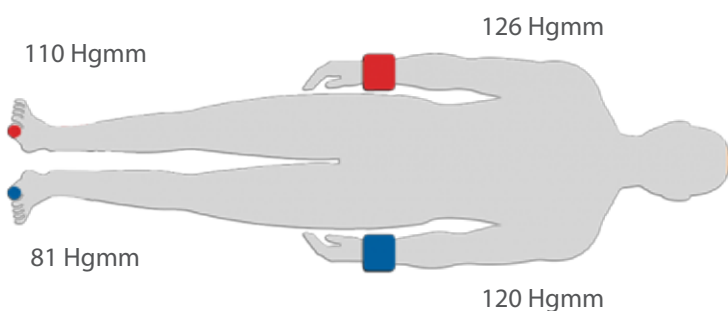
A TBI-tesztek különösen akkor lehetnek hasznosak, ha a véregek merevek vagy nem összenyomhatók, mivel az ujj vagy lábujj artériák általában nem meszesednek, és ezért nem mutatnak fokozott érmerevséget.

2.2.2 Mérési elv

A mérést a felkar nagy artériáinak, valamint a bal és a jobb lábujjak szisztolés rögzítésével végezzük.

A szükséges nyomásértékek kimutatásához, a pulzushullám rögzítéséhez szükséges vizuális PPG-érzékelők disztálisan kapcsolódnak a lábujj-mandzsettákhoz, amelyek az elzáródáshoz kapcsolódnak. A mandzsetták ezután felpumpálnak és összenyomják a lábujj artériákat, a PPG-jel lelapulásával (artériás elzáródás) ezután folyamatosan leeresztenek, amíg az első pulzushullám-oszcillációk regisztrálhatók. Ezeket ezután szisztolés lábujjnyomásként határozza meg.

A TBI kiszámolásra kerül jobb és bal oldalon, azáltal, hogy a megfelelő szisztolés nyomást a nagy lábujjon osztja a magasabb szisztolés felkar artéria nyomással.



$$TBI = \frac{\text{szisztolés lábujjnyomás}}{\text{magasabb szisztolés felkarnyomás}}$$

$$TBI_J = \frac{110 \text{ Hgmm}}{126 \text{ Hgmm}} = 0,87$$

$$TBI_B = \frac{81 \text{ Hgmm}}{126 \text{ Hgmm}} = 0,64$$

TBI ÉRTÉK	MAGYARÁZAT
< 0,7	abnormális
≥ 0,7	normál

A szisztolés lábujjnyomást mint olyant is figyelembe kell venni. A normál lábujjnyomás kb. 30 Hgmm-rel kevesebb, mint a boka nyomása. A TASC-csoport ajánlása szerint a 30-50 Hgmm-nél kisebb szisztolés lábujjnyomás krónikus végtagi ischaemiát jelez.

2.2.3 Orvosi alkalmazások

- Páciensek magas (> 1,4) vagy tisztázatlan ABI-val
- Páciensek normál ABI-val, de lassú, vagy nem gyógyuló sebekkel, amelyek a bokától távol vannak
- Páciensek lábbetegségekkel, tünetekkel, mint pl.
 - lábdagadás
 - bőrelváltozások
 - hideg vagy érzéketlen lábak
 - fájdalom nyugalmi állapotban
 - bőrelváltozások a bokákon, lábakon vagy lábujjakon
- Az alsó végtagok perifériás artériás betegségének fokozott kockázata (PAD):
 - kor \geq 65 év
 - diabétesz, dohányzás, hiperlipidémia, magas vérnyomás és az atherosclerosis egyéb rizikófaktorai
 - PAD vagy az atherosclerosis egyéb jól ismert formáinak családi anamnézise
- Az erek állapotának ellenőrzése a beavatkozás előtt és után

2.2.4 Mérési példa



Pulzáció az ujjszenzorokon és nyomásértékek a karmandzsettákon

Pulzáció a lábujjszenzorokon és nyomásértékek a bokamandzsettákon

Eredmény paraméterek oABI-val, TBI-vel, lábujjnyomással, pulzushullám-sebességgel és hőmérséklettel

2.3 PWI™ – Pulzushullámindex

2.3.1 Definíció

A PWI™ (pulzushullámindex) egy olyan mutató, amely nem a nyomásértékekre támaszkodik, hanem a pulzushullámforma (pulzus amplitúdó és emelkedési idő) tulajdonságaira, és számítása független a vérnyomástól. Tanulmányok azt mutatják, hogy ez az oszcillometriás ABI-val együtt a legnagyobb érzékenységgel van a PAD (perifériás artériás betegség) meghatározására:

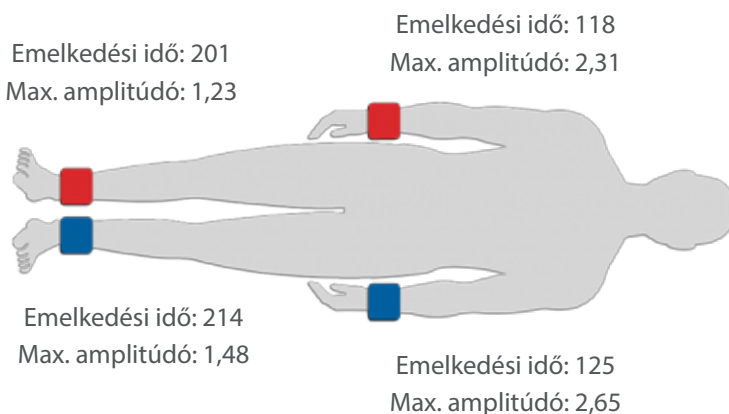
„Vizsgálatunkban a PWI jobban teljesített, mint az oABI és dABI. Ez a megállapítás új, de nem meglepő, mivel a PWI-t nagymértékben befolyásolja a volumen görbe time-to-peakje. Ez a paraméter arról ismert, hogy nagyon érzékeny a stenotikus áramlási görbékre és kevésbé befolyásolják az érfal jellemzői, mint például a mediasclerosis.”¹

A PWI fokozott érzékenysége miatt a test többi részén is kóros eltérést lehet kimutatni, bár a beteg ABI értéke normális is lehet. Mivel a rendszeres oszcillometriás mérés során észlelhető, a PWI időhatékony módszer a PAD korai felismerésére, valamint magas az elfogadottsága a páciensek körében is. Ezenkívül a PWI indikátorként szolgál az érterápiák jobb értékeléséhez, különösen a beavatkozások előtt és után.

2.3.2 Mérési elv

A PWI-t a felső végtag (bal vagy jobb csukló) magasabb maximális pulzus amplitúdójából számítjuk ki, osztva a maximális pulzus amplitúdóval (jobb vagy bal boka), amit megszorozunk a pulzushullám megfelelő emelkedési idejével a bokán.

$$PWI = \frac{\text{magasabb pulzus amplitúdó csukló (Hgmm)}}{\text{pulzus amplitúdó boka l/r (Hgmm)}} \times \text{boka emelkedési idő l/r (ms)}$$



$$PWI_J = \frac{2,65 \text{ Hgmm}}{1,23 \text{ Hgmm}} \times 201 \text{ ms} = 433$$

$$PWI_B = \frac{2,65 \text{ Hgmm}}{1,48 \text{ Hgmm}} \times 214 \text{ ms} = 383$$

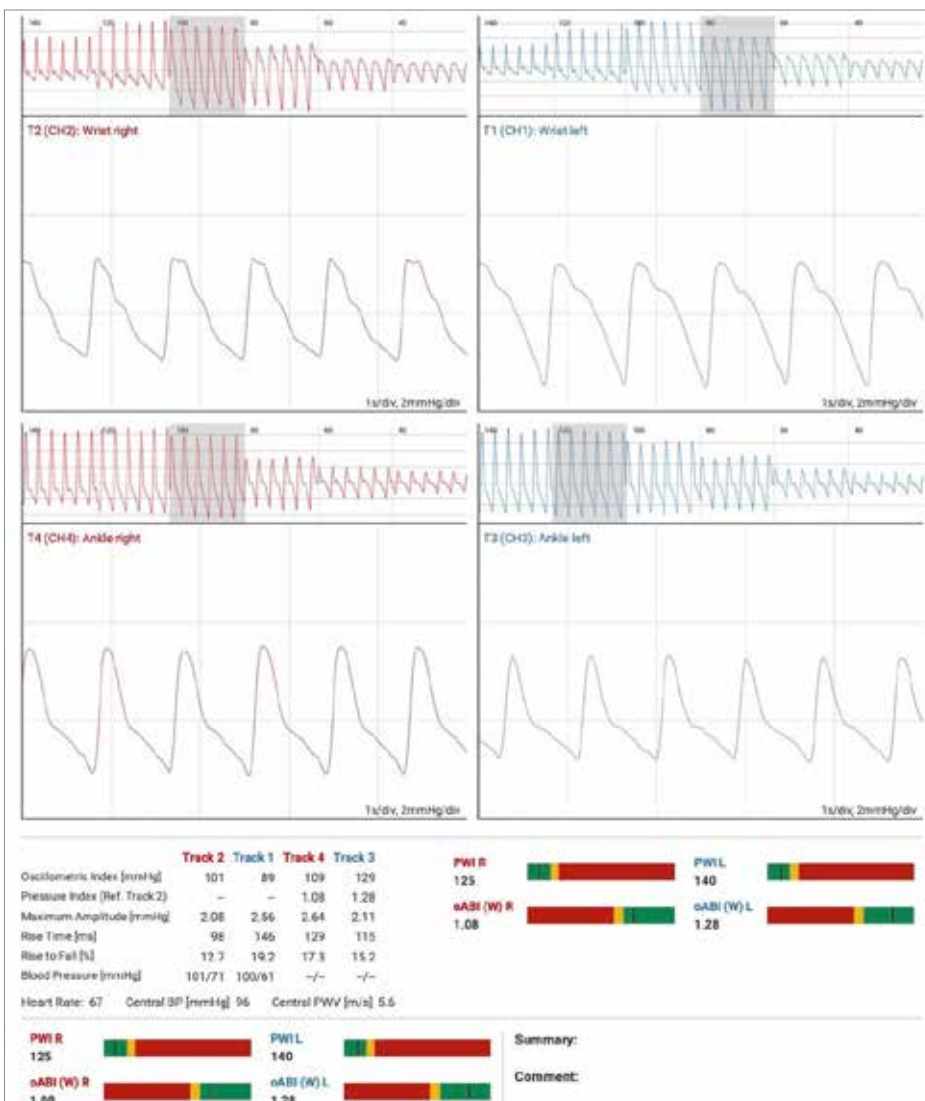
PWI ÉRTÉK	MAGYARÁZAT
> 220	kóros
180-220	tisztázatlan
< 180	normál

¹ Diagnostic accuracy of ankle-brachial index by Doppler-based versus four-point oscillometry based measurements; Mayr, Hirschl, Klein-Weigel, Girardi, Kundi; Vol. 48/6 – 2019, VASA – European Journal of Vascular Medicine

2.3.3 Orvosi alkalmazások

- Páciensek lábbetegségekkel, tünetekkel, mint pl.
 - lábdagadás
 - bőrelváltozások
 - hideg vagy érzéketlen lábak
 - fájdalom nyugalmi állapotban
 - bőrelváltozások a bokákon, lábakon vagy lábujjakon
- Az alsó végtagok perifériás artériás betegségének fokozott kockázata (PAD):
 - kor \geq 65 év
 - diabétesz, dohányzás, hiperlipidémia, magas vérnyomás és az atherosclerosis egyéb rizikófaktorai
 - PAD vagy az atherosclerosis egyéb jól ismert formáinak családi anamnézise
- Az erek állapotának ellenőrzése a beavatkozás előtt és után

2.3.4 Mérési példa



Csukló-pulzushullám csökkenő nyomásszinten

Csukló-pulzushullám a legmagasabb amplitúdó nyomáson

Boka pulzushullám csökkenő nyomásszinten

Boka pulzushullám a legmagasabb amplitúdó nyomáson

Eredménytábla PWI-vel, oszcilometrikus indexszel, amplitúdókkal és növekedési időekkel

2.4 Ujj-/lábujjnyomás

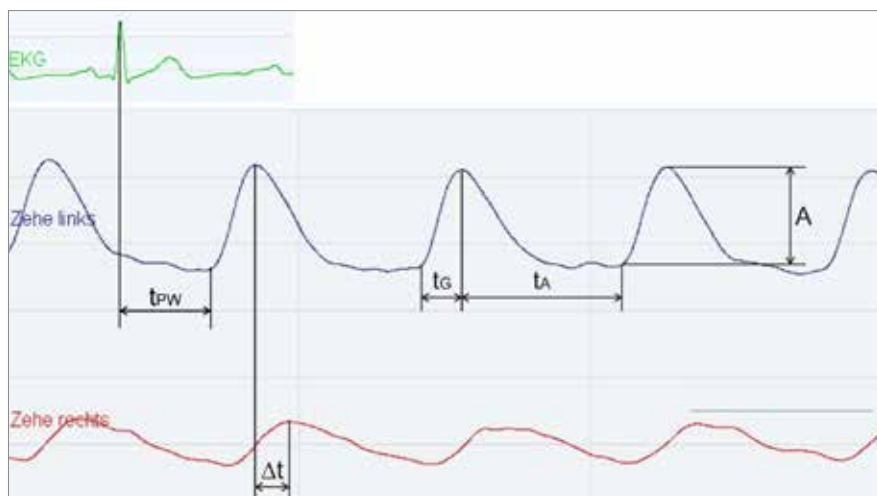
A „Transatlantic Inter-Society Consensus Document on Management of Peripheral Arterial Disease” (TASC) javasolja a szisztolés lábujjnyomás meghatározását a CLI (kritikus végtag-ischemia) diagnózisához. Ez értékes a súlyos perifériás artériás elzáródásbetegség értékelésében, különösen cukorbetegknél, ahol a bokanyomás mérése és az ABI gyakran megbízhatatlan (az artériás fal helyi merevedése miatt).

A normál lábujjnyomás kb. 30 Hgmm-rel kevesebb, mint a boka nyomása. A TASC-csoport ajánlásai szerint a 30-50 Hgmm-nél kisebb szisztolés lábujjnyomás krónikus végtagi ischaemiát jelez.

A szisztolés ujj-/lábujj nyomás meghatározására szolgáló megfelelő vizsgálat (OAD – optikai artériás nyomás) végrehajtásáról és értelmezéséről szóló információkhoz kérjük, olvassa el a dokumentum következő szakaszának megfelelő 3.4 fejezetét.

2.5 További artériás paraméterek

Egyéb fontos paraméterek és mutatók levezethetők a rögzített pulzushullámokból és EKG-nyomokból.



- **Amplitúdó A:** A legmeredekebb emelkedés kezdetétől a pulzushullám legmagasabb pontjáig mért magasság.
- **Oszcillometrikus index:** Az oszcillometrikus index megjelöli a nyomási fokozatot, amelyben a legmagasabb amplitúdót mértük, és összehasonlítható az átlagos artériás nyomással.
- **Növekedési idő t_G:** A növekedési idő a legmeredekebb emelkedéstől a pulzuszögbe legmagasabb pontjáig terjedő időtartamot jelöli. Néha csúcsidőnek (peak time) vagy time-to-peak-nek is nevezik.
- **Csökkenési idő t_A:** A csökkenés időtartama a pulzuszögbe legmagasabb pontjáról, a következő pulzuszögbe kezdetéig.
- **Emelkedéstől az esésig:** A növekedési idő és a csökkenési idő százalékos hányadosa.
- **Időeltolódás Δt:** Az időeltolódást a két pulzuszögbe legmagasabb pontja között mérik, bal és jobb végtag közötti átmeneti időeltolódást mutatja.
- **Pulzus futási idő t_{PW}:** A pulzus futási idő az EKG R-foka és a pulzushullám kezdete közötti idő.
- **Pulzushullám-sebesség (PWV):** A pulzushullám-sebességet a lefutási idő és a mért távolság alapján lehet kiszámítani. Ez általában méter/másodpercben van megadva. A PWV a beteg artériás merevségének közvetlen mutatója.

- **Központi pulzushullám sebesség (cPWV):** A PWV mérhető az érrendszer különböző szakaszaiban. Hacsak másként nem adjuk meg, a PWV kifejezés általában a cPWV-re, azaz a PWV-re utal a mellkas nagy artériáiban, főleg az aortára.
- **Szívfrekvencia variabilitás (HRV):** A szívfrekvencia variabilitás (HRV) a szívverések közötti időintervallum változásának fiziológiai jelensége. A 'puls-to-puls'- intervallum változásával mérik. Az ideális HRV az életkor függvényében változik, és minden beteg esetében egyedi.
- **Reflexiós index (RI):** A pulzushullám amplitúdómagassága és a dicrotikus hullám magassága közötti arány. Ez az artéria merevségének mutatója.
- **Merevségi index (SI):** A pulzushullám amplitúdómagassága és a szisztolés és diasztolés csúcsok közötti késleltetés/időhúzás közötti kapcsolat. Ez az artéria merevségének mutatója és korrelál a cPWV-gel.

Ezekre a paraméterekre a következő referenciaértékek alkalmazhatók²:

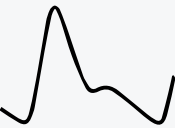


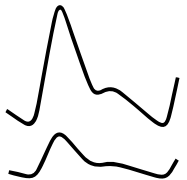
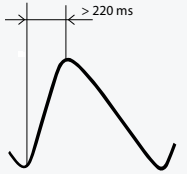
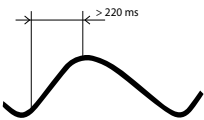


INDIKÁTOR (SZÍNKÓD)	NORMÁL (ZÖLD)	TISZTÁZATLAN* (SÁRGA)	KÓROS (PIROS)
Boka-kar-index (ABI)	≥ 1	1 - 0,9	< 0,9
Lábujj-kar-index (TBI)	≥ 0,7		< 0,7
Pulzushullámindex (PWI™)	< 180	180 - 220	> 220
Lábujjnyomás	> 50 Hgmm	30 - 50 Hgmm	< 30 Hgmm
Növekedési idő	< 200 ms	200 - 220 ms	> 220 ms
Növekedés esés	< 33%		> 33%
Időeltolódás	< 40 ms	40 - 50 ms	> 50 ms
Oldalkülönbségek (amplitúdó/ növekedési idő)	< 30%	30 - 40%	> 40%
Pulzushullám- sebesség (PWV)	< 10m/s		> 10m/s
Oscillometriás index		Magas vérnyomásnál > 120 Hgmm	

*Ha az oszcillometria nem világos érték, akkor a mérést meg kell ismételni fizikai terhelés után, hogy biztosítsuk a biztos diagnózist.

² Források: Rieger Schoop, Klinische Angiologie, 1998, A. Kappert, Lehrbuch und Atlas der Angiologie, 1989, Kröger, Gröchenig; Nichtinvasive Diagnostik angiologischer Krankheitsbilder, 2017

2.6 Értelmezési kritériumok

Az artériás vagy vénás mérési eredmények értelmezésekor fontos szerepet játszik a bal és jobb oldal összehasonlítása, valamint maga a pulzushullám minősége. Ezenkívül az alapvető paraméterek és referencia értékek mellett a pulzushullám alakját is értékelni kell, és óvatosan összehasonlítani a kóros minták felismeréséhez.

Normál pulzusgörbe		<ul style="list-style-type: none"> gyors pulzáló növekedés (< 200 ms) kifejezetten dicrot hullám leeső combjában növekedés – esés kapcsolat $< 30\%$
Vazospasztikus pulzusgörbe		<ul style="list-style-type: none"> a pulzushullám fűrészfog-szerű oszcillációk a leeső combjában
A végtagok csúcsidőbeli különbsége		<ul style="list-style-type: none"> oldalak különbsége az emelkedési idő alatt csúcsidőbeli különbség a bal és jobb oldali végtag között nagyobb 40 ms
A végtagok amplitúdó különbsége		<ul style="list-style-type: none"> amplitúdó különbségek $> 40\%$ kóros változást jelez
Enyhe patológia		<ul style="list-style-type: none"> lassú pulzáló emelkedés (> 200 ms) hiányzó dicrot hullám
Súlyos patológia		<ul style="list-style-type: none"> lassú pulzáló emelkedés (> 220 ms) hiányzó dicrot hullám kb. egyenlő szárú görbe progresszió
Anarchikus pulzusgörbe		<ul style="list-style-type: none"> feltűnő kiugrások nincs rendszeresen észlelhető pulzálás
Néma pulzusgörbe		<ul style="list-style-type: none"> maximális erősítés mellett sem mérhető pulzáció

3. Artériás mérések

3.1 PVR – Pulzus volumen rögzítése

A pulzus volumen rögzítése, illetve Pulse Volume Recording (PVR) az oszcillográfia hagyományos mérési elvének továbbfejlesztését írja le. Pneumatikus mérőmandzsetták felhelyezésével és felfújásával a végtagok bizonyos helyeiben, például a felkarok, csuklók, combok, boka, ujjak vagy lábujjak, a rendszer képes érzékelni a véráramlás által okozott nyomásváltozásokat. A modern eszközök elég érzékenyek a pulzushullám formájára (beleértve a releváns jellemzőket, például az amplitúdót, a növekedési időt, a dicrot hullámot stb.), és nem csak a beteg szívciklusa által okozott oszcillációk rögzítésére.

A standard vizsgálati eljárás megköveteli, hogy a vizsgáló a mandzsettapárokat felhelyezze (jobb és bal) a 4, 6 vagy 8 mérési pozícióban. Ezután a készülék felfújja az összes mandzsettát egy előre meghatározott indítási nyomásra (pl. 180 Hgmm), és rögzíti a kiváltott pulzusrezgéseket egy bizonyos időtartamra (pl. 10 másodperc). Következésképpen az összes mandzsetta nyomása egyidejűleg csökken a következő nyomásszint elérése érdekében, és ennek megfelelően rögzíti a pulzusrezgéseket. Ez a rutin véget ér, amint eléri az előre meghatározott minimális mért értéket, jellemzően 20 Hgmm-t.

Bár a teszt elsősorban minőségi jellegű, a hangsúly a kapott pulzushullámformák alakján van, a rendszer különböző kvantitatív értékeket határoz meg, például az oszcillometrikus indexet, a maximális amplitúdókat és az egyes mérési sávok emelkedési idejét. A mérési beállítás alapján a rendszer kiszámíthatja az ABI-t és a PWI™-t.

3.1.1 Fontos paraméterek

PARAMÉTER	EGYSÉG/RÖVID LEÍRÁS	LEÍRÁS
Amplitúdó	Hgmm	A magasság a legmeredekebb emelkedés kezdetétől az impulzusgörbe legmagasabb pontjáig az amplitúdó.
Emelkedési idő	ms	Az emelkedési idő a legmeredekebb emelkedés és az impulzusgörbe legmagasabb pontja közötti időintervallum, amelynek 200 milliszekundumnak kell lennie.
Emelkedés az esésig	%	Az emelkedési idő és az esés hányadosa, százalékban megadva. A normál érték esetén < 33%-nak kell lennie.
Időeltolódás	ms	A két pulzuszögbe legmagasabb pontja között mért időeltolódás a bal és a jobb végtag közötti átmeneti időeltolódást mutatja. Abnormális: 50 milliszekundum feletti értékek.
PWV	pulzushullám-sebesség	A PWV az a sebesség, amellyel a vérnyomás pulzusa a keringési rendszeren keresztül terjed, és általában ≤ 10 ms. Klinikailag az artériák merevségének mérésére használják.
PWI	pulzushullámindex	A felső végtag (csukló) maximális amplitúdója osztva a maximális pulzusamplitúdóval a megfelelő alsó lábszáron (boka) mérve, majd megszorozzuk a pulzushullám megfelelő boka emelkedési idejével. A 220 feletti értékeket rendellenesnek tekintik.
oABI	oszcillometrikus boka-kar ABI	A boka átlagos artériás nyomása a csukló átlagos artériás nyomásához viszonyítva: a $\leq 0,9$ értékek érrendszeri rendellenességet jeleznek (PAD).
Oscillometrikus index	Hgmm	Az oszcillometrikus index azt a nyomásszintet jelöli, amelyen a legnagyobb amplitúdót mértük, és összehasonlítható az átlagos artériás nyomással. A 120 Hgmm feletti értékeket rendellenesnek tekintik.

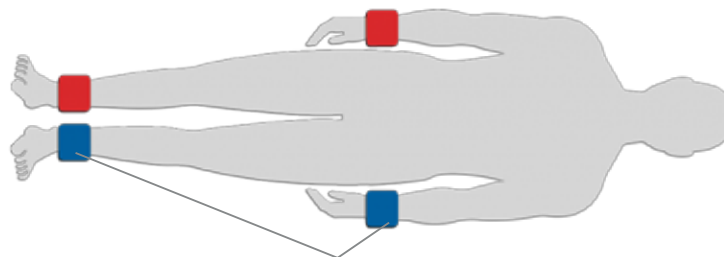
3.1.2 Orvosi alkalmazások

- A perifériás artériás betegség differenciáldiagnosztikája (PAD)
- Időszakos claudicatio vagy végtag ischaemia gyanúja
- Lábpszavakkal rendelkező betegek, olyan tünetekkel, mint pl.:
 - lábdagadás
 - elváltozások
 - hideg vagy érzéketlen lábak
 - fájdalom nyugalmi állapotban
 - bőrelváltozások a bokán, lábakon vagy lábujjakon
- Az alsó végtagok perifériás artériás betegségének fokozott kockázata (PAD):
 - 65 éves kor felett
 - diabétesz, dohányzás, magas vérnyomás, hyperlipidaemia és az atherosclerosis egyéb kockázati tényezői
 - a PAD családi anamnézise vagy az arteriosclerosis egyéb jól ismert formái
- Az érrendszeri állapot ellenőrzése az intervenció előtt és után

3.1.3 4-csatornás oszcillográfia

3.1.3.1 Mérési elv

A 4-csatornás oszcillográfias teszt tipikusan a fekvő páciens karján és lábán történik. Ez annak köszönhető, hogy hasonló átmérőjük lehetővé teszi a pulzus amplitúdók összehasonlítását.



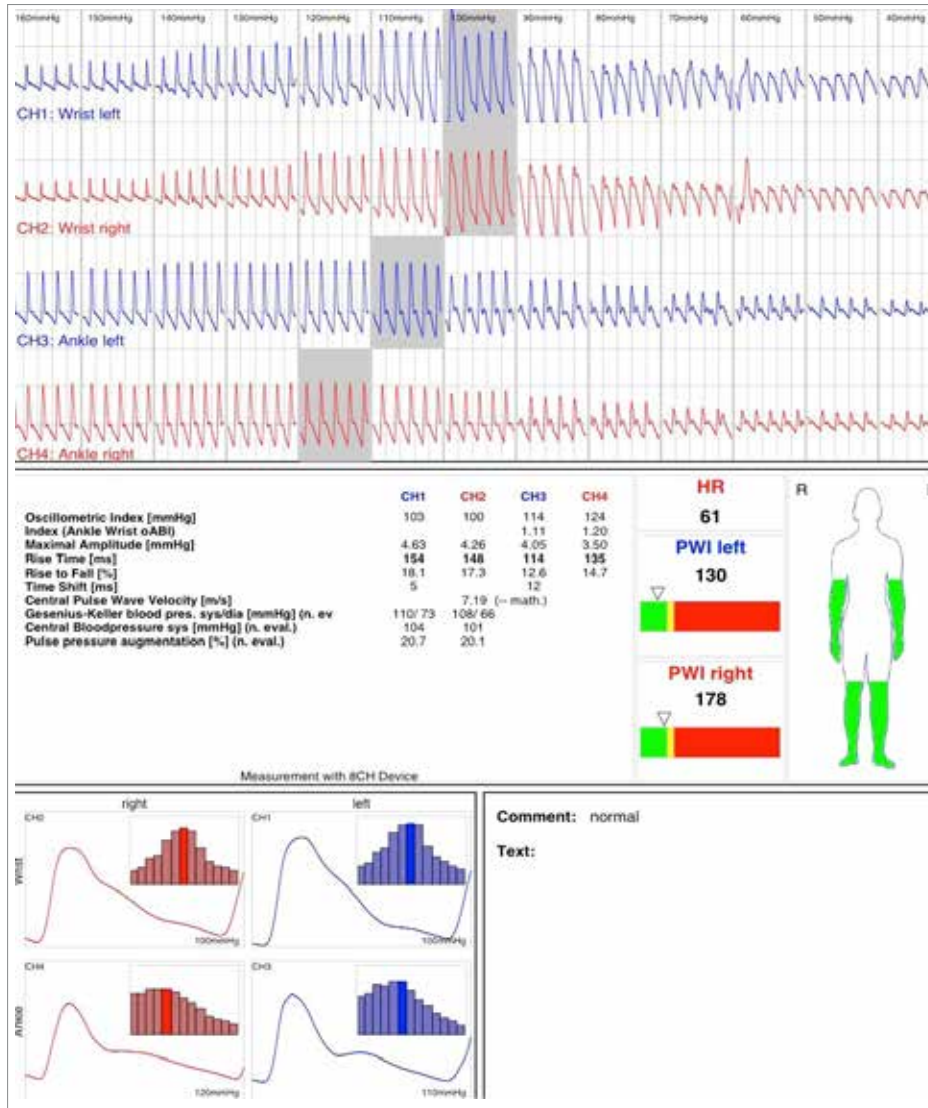
Pneumatikus mérőmandzsetta bokán és csuklón

A beteget arra utasítják, hogy ne mozogjon vagy beszéljen a teszt során a mérési hibák elkerülése érdekében. Az eljárás megkezdése után a mandzsettákat felfújják és csökkentik a nyomást a meghatározott lépésekben.

A beállítástól függően a mérés két vagy három perc múlva befejeződik. Az így kapott oszcillogrammokat ki kell értékelni különös figyelemmel a pulzusformák és paraméterek oldalkülönbségeire.

3.1.3.2 Mérési példa

Normál 4-csatornás oszcillográfia-mérés



A nyomás nyoma csuklón és bokán

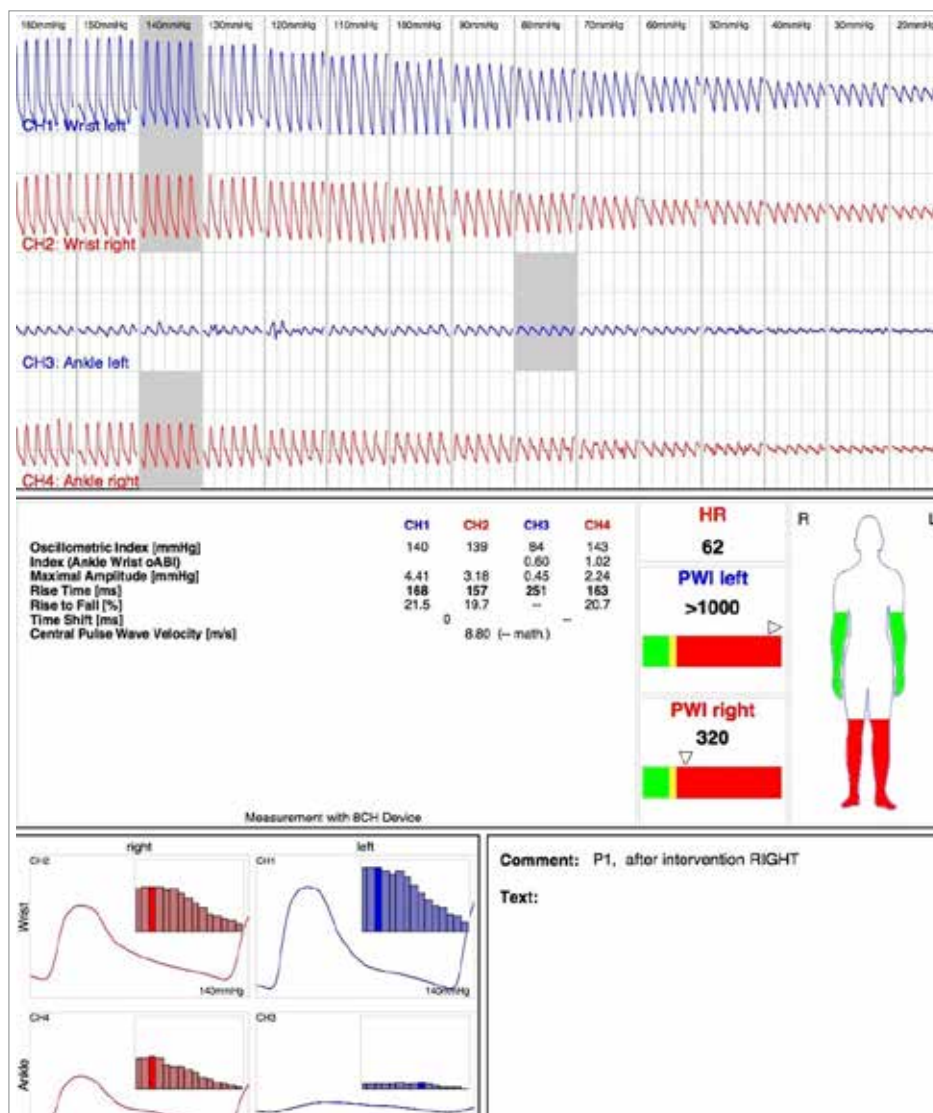
Eredménytáblázat PWI-vel, oABI-val és emelkedési idővel

Átlagos pulzushullámok és amplitúdó hisztogram

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	A bal és jobb oldali átlagos artériás nyomás majdnem azonos, mint az amplitúdó magassága.				
Pulzushullámok	Az összes pulzushullám növekedése meredeken emelkedik és az amplitúdó magassága jó. A pulzushullámok csúcsai normálisak. A dicrot hullám látható és a pulzushullámok nem esnek le túl meredeken, nem is túl laposak. Ez egy jó PWI-hez vezet, amely figyelembe veszi az emelkedési időt és az amplitúdó mennyiségét.				
PWI™	< 180	Időeltolódás és emelkedési idő	Mindkettő a referenciatartományon belül	Pulzushullám-sebesség	≤ 10 m/s
oABI	> 0,9				

Kóros 4-csatornás oszcillográfiás mérés



A nyomás nyoma csuklón és bokán

Eredménytáblázat PWI-vel, oABI-val és emelkedési időekkel

Átlagos pulzushullámok és amplitúdó hisztogram

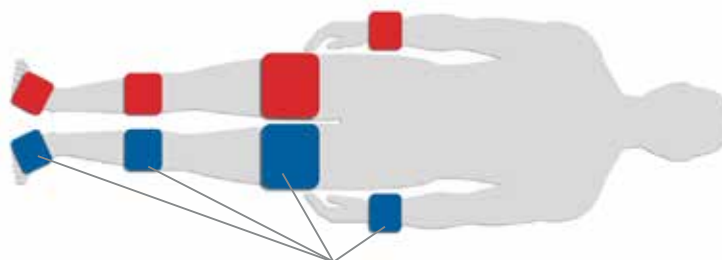
ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Jelentős különbség van a bal és jobb oldali legmagasabb középső artériás nyomás között. A bal láb nyomása sokkal alacsonyabb, mint a jobb oldalié, és mint az amplitúdó. Ezenkívül a bal láb nyomása sokkal alacsonyabb a bal kar nyomásához képest. Ezenkívül a legmagasabb amplitúdók nagyon magas mandzsetta nyomáson fordulnak elő, amit azt jelezheti, hogy a betegnek artériás hipertóniája van (karon 140 Hgmm-től) vagy összenyomhatatlan artériától (mediasclerosis) szenved. Az oABI érték bal oldalon kóros. A jobb oldalon azt mutatja, hogy a jobb végtagok véráramlása kielégítő.				
Pulzushullámok	Nagyon kicsi pulzushullámok a bal alsó végtagban, ami a kompenzált elzáródás jele lehet. A jobb oldalon lévő dicrot hullám alsó helyzetben látható, de az amplitúdó magassága kissé alacsonyabb, mint a karokban, ami rossz PWI™-hez vezet. Ha a páciensnek jobb oldali érrendszeri beavatkozása volt, a PWI ebben az esetben elfogadható. A bal oldali PWI™ reagál az elégtelen értékekre.				
PWI™	< 220	Időeltolódás és emelkedési idő	Az időeltolódás szabályos tartományban van, de a CH3-ra való emelkedési idő túl magas.	Pulzushullámsebesség	Mivel az eredmények keringési rendellenességet mutatnak, a PWV-t nem szabad figyelembe venni, mivel befolyásolva lehet.
oABI	B: < 0,9 (J: > 0,9)				

3.1.4 8-csatornás szegmens-oszcillográfia

3.1.4.1 Mérési elv

A szegmentális 8-csatornás oszcillográfiát általában egyszerre hajtják végre mindkét oldalon, a csuklón, combon, vádlikon és lábfejen. Ez lehetővé teszi az artériás véráramlás átfogó szűrését az alsó végtagokban, és az első jelzést adja a lehetséges elzáródásról és annak helyéről.



Pneumatikus mérőmandzsetták lábfejen, vádlin, combon és csuklón

A beteget arra utasítják, hogy ne mozogjon, vagy ne beszéljen a mérés során, hogy elkerüljük a pulzushullám-mérés eredményének eltorzulását. Az eljárás megkezdése után a mandzsettákat felfújják és csökkentik a nyomást meghatározott lépésekben.

A beállítástól függően a mérés két vagy három perc múlva befejeződik. Az így kapott oszcillogramokat a pulzushullámformák és paraméterek oldalkülönbségeinek figyelembe vételével kell értékelni.

Mint minden PVR-tesztnél, a mérés egy vagy több csökkenő nyomásszinten is elvégezhető. Ez utóbbi esetben a rendszer az oABI-t és az oszcillometrikus indexet is kiszámítja, számos egyéb pulzushullám-paraméter mellett.

„Svájci módszer”

A Svájcban létrehozott folyamat nem használ különböző nyomásszinteket, és csak egy folyamatos nyomásméréssel történik. Ez a módszer nem az oszcillometrikus index vagy az ABI értékelésére összpontosít, hanem a pulzushullámforma elemzésére.

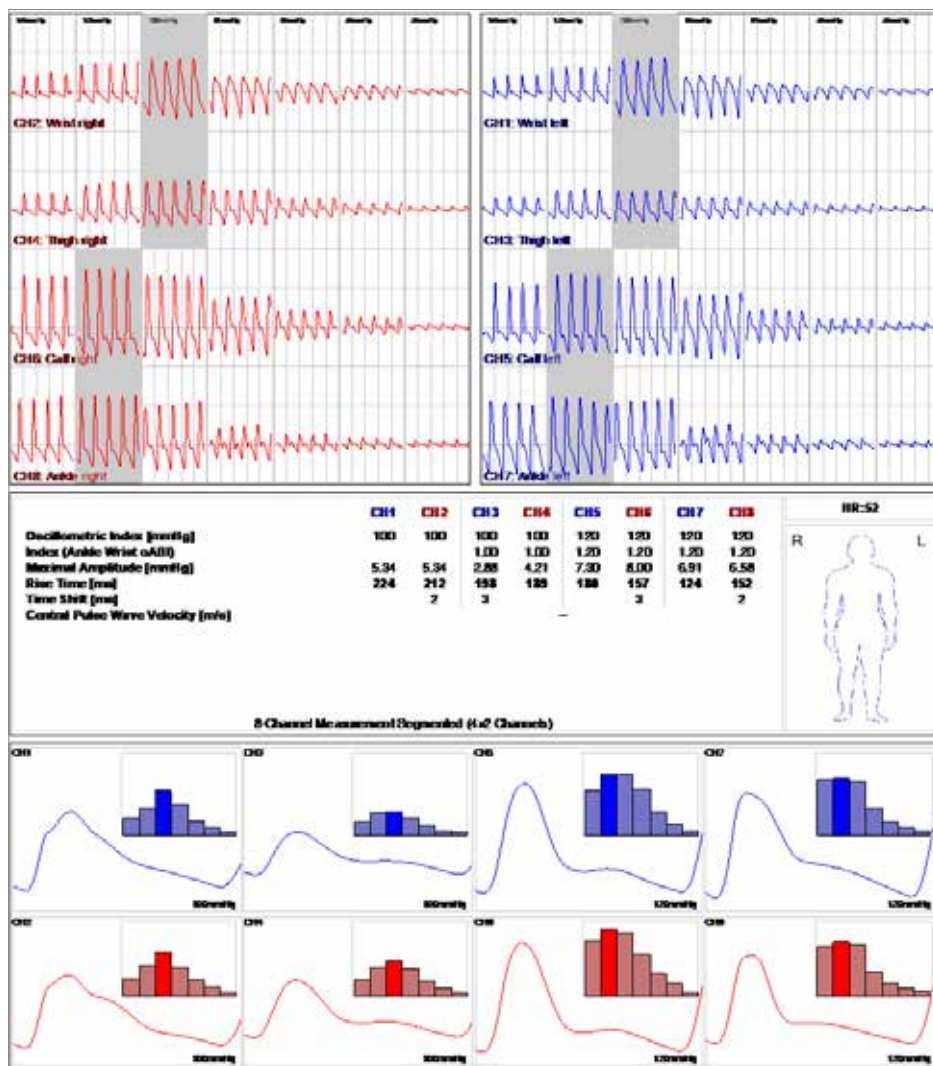
A mérőmandzsettákat a combra, az alsó lábszára és a lábfejre állandó mandzsettanyomással, például 60 Hgmm-rel kell alkalmazni. Ez lehetővé teszi tiszta pulzusgörbék létrehozását, amelyek feltárják a dicrot hullámot. A mérés kb. 10 másodpercet vesz igénybe a felfújás pillanatától, amelynek során az összes pulzushullámot egyszerre rögzítik a test mindkét oldalán.

Mivel a mérés egyidejűleg zajlik a láb proximális és disztális helyzetében, a nyomást alacsonyabban kell tartani, mint a beteg diasztolés vérnyomása, hogy elkerüljük a disztálisabb mérési pozíciókra gyakorolt hatásokat.

A többi kvalitatív PVR teszthez hasonlóan a dicrot hullám elveszik, csökkentett amplitúdó vagy meredek kezdeti emelkedés hiánya növeli a görbe idejét a perfúzió csökkenése felé. Ezenkívül fontos a görbék egymás melletti összehasonlítása. Az oszcillográfiai görbék értelmezéséhez nincs konkrét számérték.

3.1.4.2 Mérési példák

Normál 8-csatornás oszcillográfias mérés nyomásszintekkel



20 Hgmm nyomásszint
140 Hgmm-től 20 Hgmm-ig-
csuklón, combon, vádliban és
bokán

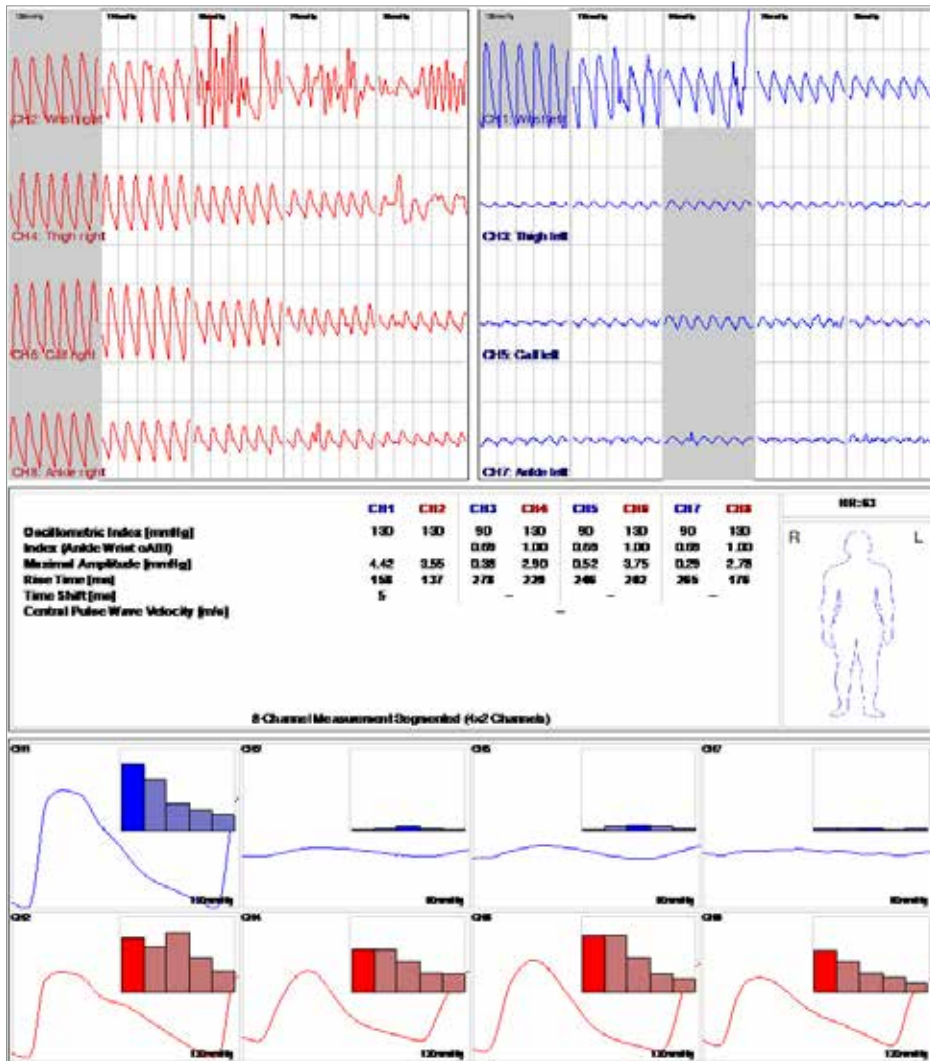
Eredménytáblázat oszcillomet-
rikus indexszel, amplitúdókkal,
emelkedési időkkel
és időeltolódással

Átlagos pulzushullám és ampli-
túdó hisztogram

ÉRTELMEZÉSI KRITÉLIUMOK

Oldalkülönbségek	Az összes bal és jobb mért pozíció pulzációja viszonylag szinkron, és semmilyen helyzetben nincsenek releváns oldalkülönbségek.				
Pulzushullámok	A pulzushullámok gyorsan és meredeken emelkednek, és a dicrot hullám minden mérési helyzetben látható. A csukló és a combok átlagos artériás vérnyomása 100 Hgmm. A vádli és a boka átlagos artériás vérnyomása valamivel magasabb, mint 120 Hgmm. A pulzushullám-forma és az átlagos artériás vérnyomás tekintetében nincs bizonyíték az elzáródásra.				
oABI	> 0,9	Időeltolódás és emelkedési idő	Emelkedési idő < 200 ms Időeltolódás < 25 ms	Pulzushullám-sebesség	Nem értékelhető

Patológiai 8 csatornás oszcillográfias mérés nyomásfokozatokkal (kórtan bal oldalon)



20 Hgmm nyomásszint
130 Hgmm-től 50 Hgmm-ig
a csuklón, a combon, a vádlin
és a bokán

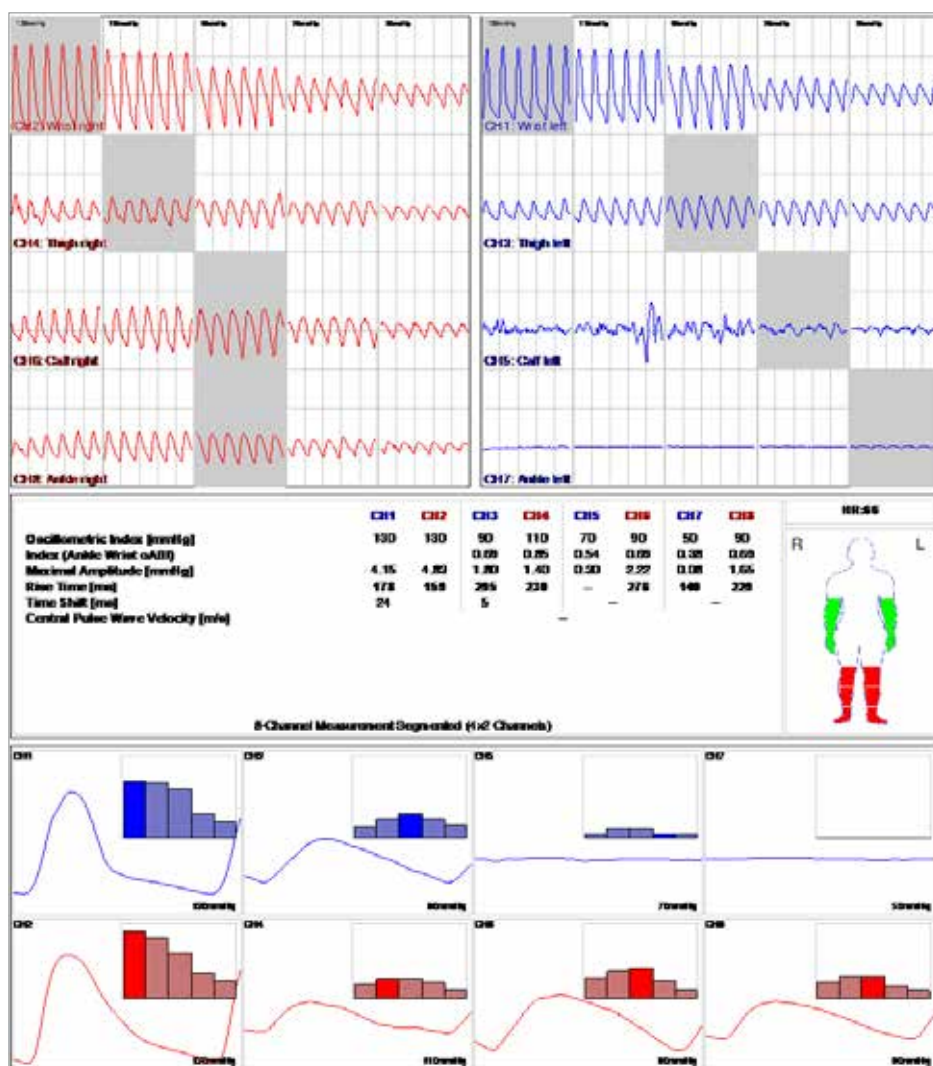
Eredménytáblázat oszcillometrikus indexszel, amplitúdókkal, emelkedési időekkel és időeltolódással

Átlagos pulzushullám és amplitúdó hisztogram

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Jelentős oldalbéli különbségek a jobb és bal combok mérési eredményei között, valamint a vádli és boka között. A comb alatt az oldalkülönbség nem rosszabb. A bal oldali átlagos artériás vérnyomás 130 Hgmm-ről (csukló) 90 Hgmm-re csökken (comb), de a bokáig ugyanaz marad. Az elzáródást nem több szinten, hanem a medence körül egy szinten jelzi (a.iliaca oder a.femolaris).				
Pulzushullámok	Az átlagos artériás vérnyomás minden mért helyzetben kb. 130 Hgmm, vagy még magasabb. Nincs nyilvánvaló hivatkozás a jobb oldali elzáródásra. A bal csukló pulzushullámai olyanok, mint a jobb oldali, az oszcillációk szinte azonos magasságúak. Az alacsonyabb nyomásszinteken karmozgási eredménytorzulás fordul elő, különösen a jobb csuklón.				
oABI	< 0,9	Időeltolódás és emelkedési idő	A bal alsó végtag emelkedési ideje jelentősen megnő, különösen a jobb oldalhoz képest (> 200 ms)	Pulzushullám-sebesség	Nem értékelhető

Patológiai 8 csatornás oszcillográfiás mérés nyomásfokozatokkal (kórtan bal és jobb oldalon)



20 Hgmm nyomásszint
130 Hgmm-től 50 Hgmm-ig
a csuklón, a combon, a vádlin
és a bokán

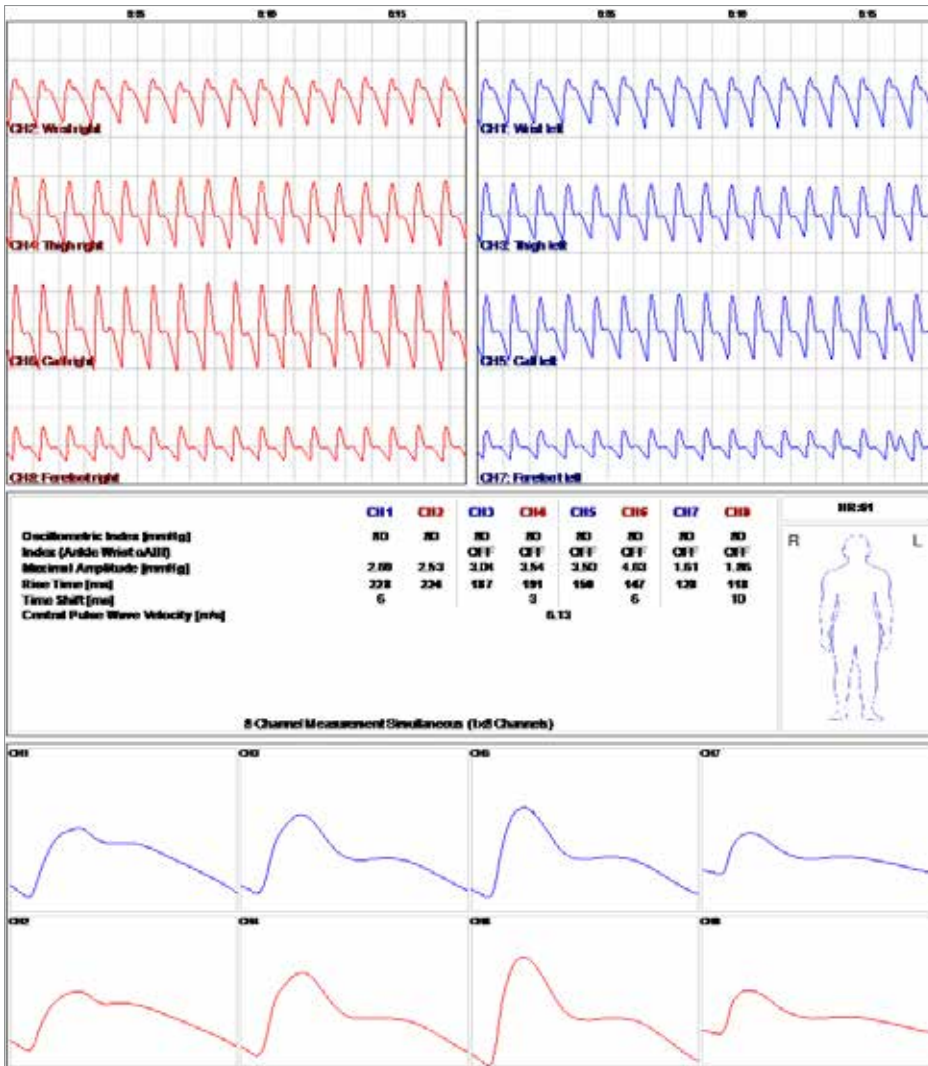
Eredménytáblázat oszcillometrikus indexszel, amplitúdókkal, emelkedési idővel és időeltolódással

Átlagos pulzushullám és amplitúdó hisztogram

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	A bal és jobb combon rögzített pulzációk már enyhe nyomáscsökkenést mutatnak, inkább a bal oldalon, mint a jobb oldalon. A mérés jelentős oldalbeli különbséget mutat az átlagos artériás vérnyomásban a comb alatt.				
Pulzushullámok	A csukló legmagasabb rögzített oszcillációja 130 Hgmm, és a jobb comb mérési sorrendjében pedig minimális mozgási hibák vannak, a bal combnál pedig nagyobbak. A jobb vádli és a boka pulzushullámainak amplitúdója jó magasságú, de meglehetősen rossz alakú (lassú emelkedési idő). A bal oldalon jelentős romlást van a combok és a vádli amplitúdója, és a boka szinte alig látható amplitúdója között. Ez artériás problémára utalhat mindkét lábban a comb felett és alatt. A bal láb többlépcsős elzáródásának gyanúja magas. Ez azt jelenti, hogy a combok és a vádli, illetve a vádli és a boka között további elzáródások fordulhatnak elő.				
oABI	< 0,9	Időeltolódás és emelkedési idő	Emelkedési idő > 200 ms	Pulzushullám-sebesség	Nem értékelhető

Normál 8-csatornás oszcillográfiás folyamatos nyomásmérés (svájci módszer)



20 másodperces folyamatos felvétel 80 Hgmm-en a csuklón, a combon, a vádlikon és az elülső lábakon

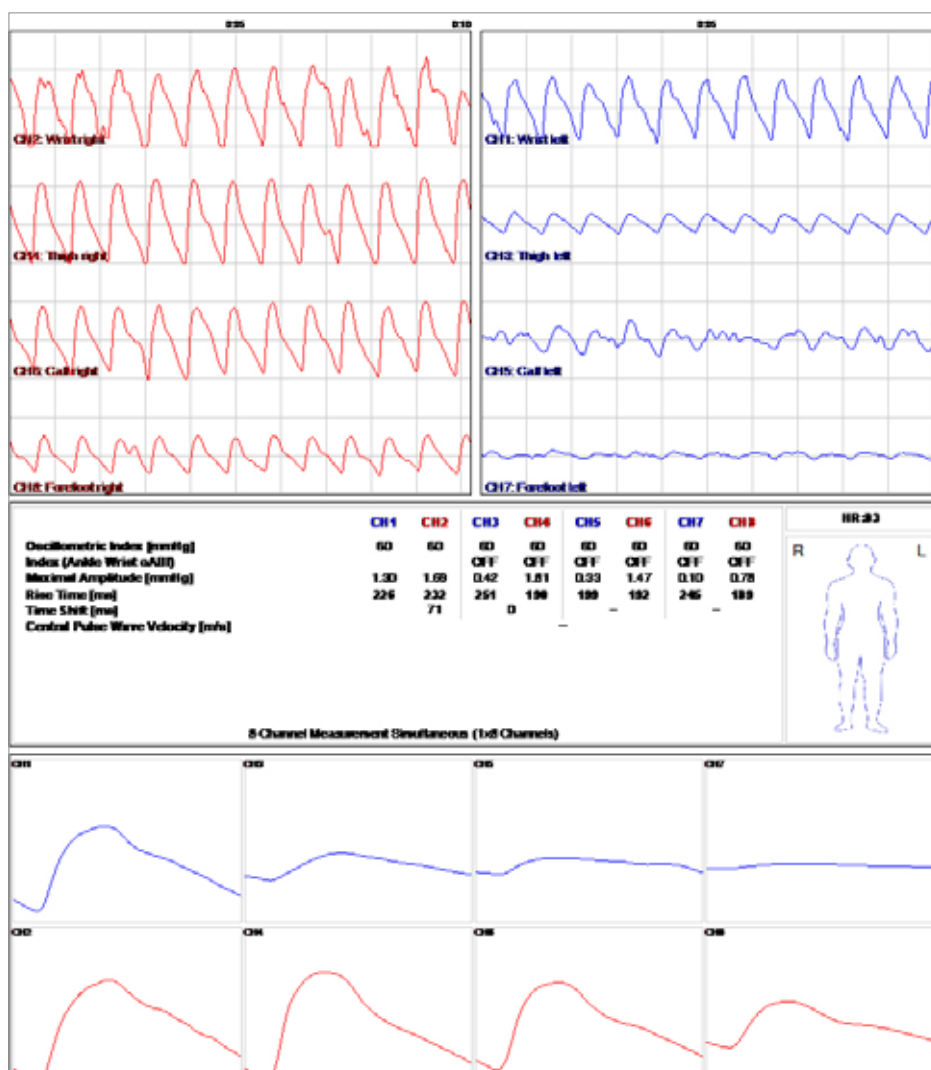
Eredménytáblázat amplitúdókkal, emelkedési idővel, időeltolódással és pulzushullám-sebességgel

Átlagos pulzushullám

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Nem változó amplitúdók és szinte nincs azonosítható különbség az összes mérési pozícióban (csukló, comb, vádli, boka).			
Pulzushullámok	A dicot hullám minden mérési pozícióban jól látható. Az emelkedési idő gyors, a 200 ms alatt az összes mért lábpozíciónál. Nincs bizonyíték az érszűkültre.			
oABI	Nem értékelhető	Időeltolódás és emelkedési idő	Emelkedési idő < 200 ms Időeltolódás < 25 ms	Pulzushullám-sebesség <10 m/s

Patológiai 8-csatornás oszcillográfias folyamatos nyomásmérés (svájci módszer)



10 másodperces folyamatos felvétel 60 Hgmm-en a csuklón, a combon, a vádlikon és az elülső lábakon

Eredménytáblázat amplitúdókkal, emelkedési időkkekel és időeltolódással

Átlagos pulzushullámok

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Jelentős oldalkülönbség a combok között. A bal comb lényegesen kisebb amplitúdóval rendelkezik, mint a jobb. A bal oldali lábfejnek nincs felismerhető pulzációja, és jelentős oldalkülönbség van a jobb oldali lábfejre.				
Pulzushullámok	A pulzushullámok minden helyes mérési helyzetben rendben vannak, elfogadható magasságúak. A bal combnak nincs látható dicot hulláma. A bal lábfejnek már nincs felismerhető pulzálása. Ezek a pulzushullám-felvételek jelezhetik a kismedencei artéria elzáródását a bal combszakasz felett.				
oABI	Nem értékelhető	Időeltolódás és emelkedési idő	A bal comb és a bal elülső láb emelkedési ideje rendkívül magas (> 200 ms). A bal vádli emelkedési ideje nem olvasható a mozgás eredménytorzulás miatt. A felső végtagok közötti időeltolódás túl magas a 71 ms-el. Ezt azonban a beteg mozgása okozza.	Pulzushullámsebesség	Nem értékelhető

3.2 TOPP-módszer (Tissue Optical Perfusion Pressure)

3.2.1 Leírás

TOPP-ABI fedezi az egyidejű automatizált oszcillometrikus ABI és PWI meghatározását a szisztolés optikai szövet perfúziós nyomásával (TOPP), a lábujj mikroperfúziójának legszélső végén egyetlen mérési menetben. Ez a szabványosított technika új betekintést nyújt a láb artériáiba és a mikrohemodinamikába a rutin ABI mérések mellett.

“A kritikus végtag-ischaemia egymást követő lábfekélyekkel és kisebb amputációkkal az ABI mérési küszöbértékei alatt vannak. Mivel a perifériás beavatkozások a pedál artériák területére lépnek, a makrocirkulációs és mikrocirkulációs hemodinamika javulását meghatározó további kritériumok a legérdekesebbek.”³

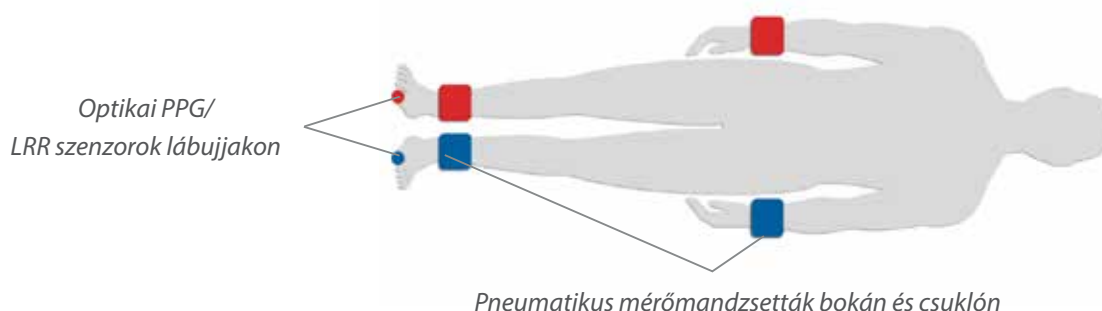
A TOPP tájékoztatást nyújt a pedál makro keringéséről és a mikrocirkulációról, amelyet önmagában nem lehet elérni az ABI analízissel.

A TOPP-vel illetve az oszcillometrikus ABI-val (TOPP-ABI), mint all-in-one szűrési módszerrel az ismeretlen vagy meg nem erősített PAD-ben szenvedő betegeket korábban diagnosztizáltak és kezelték, a betegség progressiójának lassítása érdekében.

3.2.2 Mérési elv

Miután a mandzsettákat felhelyeztük a bokákra és a csuklókra, illetve az optikai érzékelőket a lábujjakra, a rendszer 180 Hgmm nyomást gyakorol az összes mandzsettára, amely 10 Hgmm-es lépésekben csökken. Az optikai érzékelők rögzítésével a vizsgáló azonnal meghatározhatja, hogy milyen nyomáson lép fel a beteg lábujján az első pulzáció. Különböző kulcsfontosságú adatok, mint az oszcillometrikus ABI, a PWI, az amplitúdó vagy a pulzushullám emelkedési ideje egyidejűleg észlelhető.

Ezenkívül az elülső láb vérkeringésének fontos mutatóit, például a lábujj hullámformáit ugyanazon a mérésen belül rögzítik.



Ezen kívül a TOPP-mérési módszer gyakran tartalmaz stressztesztet az eredmények további tisztázása érdekében. Ennek oka az a tény, hogy az alsó végtagok tünetmentes artériás elváltozása indukált terhelés után hemodinamikailag releváns lehet. A módszert a vaszkuláris betegségek és súlyosságuk megkülönböztetésére használják. A stressztesztre vonatkozó további információk a 3.5 fejezetben találhatóak.

³ Források: Tissue optical perfusion pressure: a simplified, more reliable, and faster assessment of pedal microcirculation in peripheral artery disease; Horstick, Messner, Grundmann, Yalcin, Weisser, Espinola-Klein; Vol. 319: H1208–H1220, 2020, AJP Heart – American Physiological Society

3.2.3 Fontos paraméterek

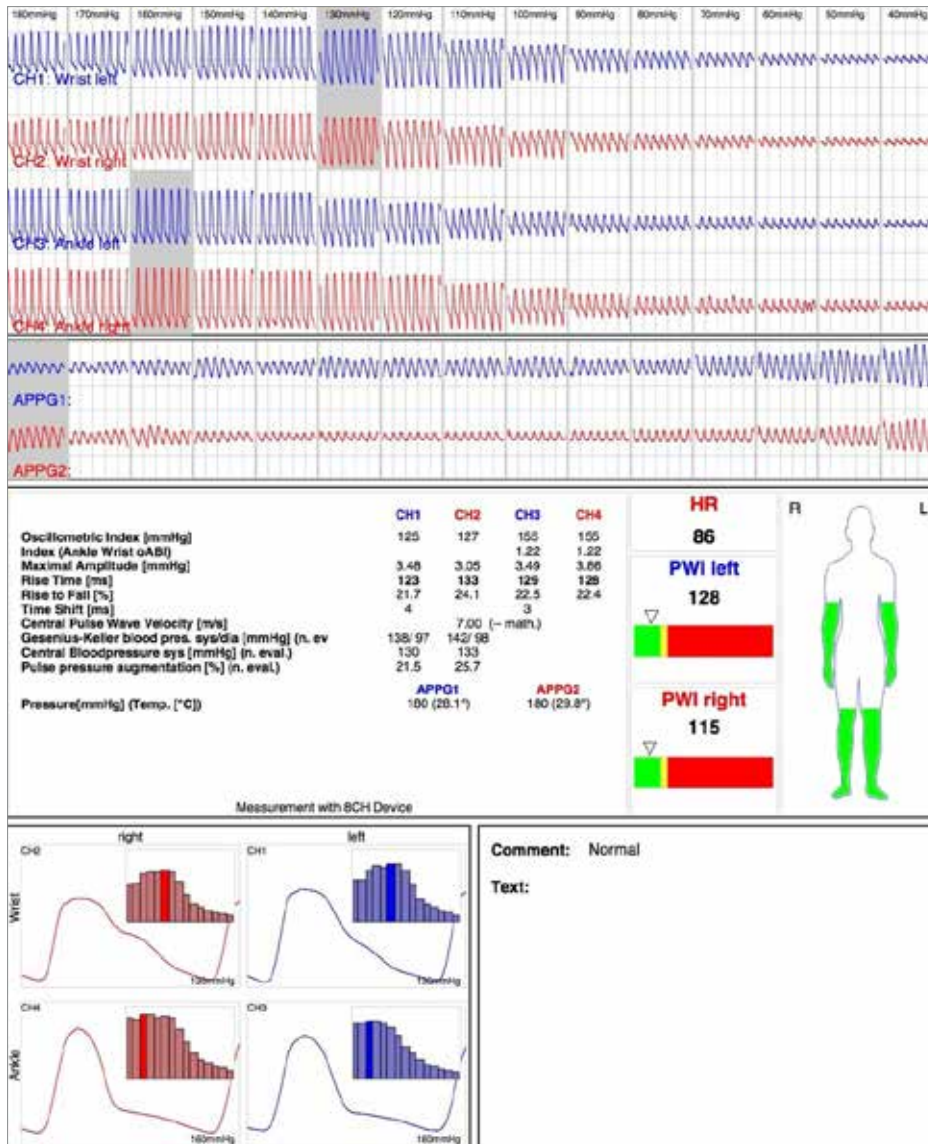
PARAMÉTER	NÉV	LEÍRÁS
PWI	pulzushullámindex	A felső végtag (csukló) maximális amplitúdója osztva az alsó végtagon (bokán) mért maximális pulzusamplitúdóval, majd megszorozzuk a pulzushullám megfelelő boka-emelkedési idejével. A 220 feletti értékeket rendellenesnek tekintik.
oABI	oszcillometrikus boka-kar-ABI	A boka átlagos artériás nyomása a csukló átlagos artériás nyomásához viszonyítva; ha az érték $\leq 0,9$ érrendszeri betegséget (PAD) jelez.
HRV	szívfrekvencia variabilitás	A szívfrekvencia variabilitás (HRV) a szívverések közötti időintervallum változásának fiziológiai jelensége. Az Pulse-to pulse-intervallum változásával mérik. Az ideális HRV az életkor függvényében változik, és minden beteg esetében egyedi.
PWV	pulzushullám-sebesség	A PWV olyan sebesség, amellyel a vérnyomáspulzus a keringési rendszeren keresztül terjed, és általában ≤ 10 m/s-nek kell lennie.
Időeltolódás	ms	Az időeltolódás, amelyet mindkét pulzuszögbe legmagasabb pontja között mérnek, a bal és a jobb végtag közötti futásidejű különbséget mutatja. Az 50 ezredmásodperc feletti értékek abnormálisnak minősülnek.
Amplitúdó	Hgmm	A magasság a legmeredekebb emelkedés kezdetétől a pulzuszögbe legmagasabb pontjáig az amplitúdó.
Emelkedési idő	ms	Az emelkedési idő a legmeredekebb emelkedéstől a pulzuszögbe legmagasabb pontjáig terjedő időtartamot jelöli. A normál értékhez < 200 milliszekundumnak kell lennie.
Emelkedés esés	%	Az emelkedési idő és az esési idő százalékos hányadosa. Normál értéknél $< 33\%$ lennie.
Oscillometrikus index	Hgmm	Az oszcillometrikus index azt a nyomásszintet jelöli, amelyen a legnagyobb amplitúdót mértük, és összehasonlítható az átlagos artériás nyomással. A 120 Hgmm feletti értékek abnormálisak.
Hőmérséklet	bőrhőmérséklet	A bőr hőmérséklete a lábujjakon, amit az optikai szenzorok szondái észlelnek. A $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál nagyobb oldalkülönbségeket kell figyelembe venni.

3.2.4 Orvosi alkalmazások

- Az alsó végtagok perifériás artériás betegségének fokozott kockázata (PAD) és/vagy diabéteszes láb:
 - kor ≥ 65 év
 - diabétesz, dohányzás, hiperlipidémia, magas vérnyomás és az atherosclerosis egyéb kockázati tényezői
 - PAD vagy az atherosclerosis egyéb ismert formái a családtörténetben
- Betegek lábbetegségekkel
- Az érrendszeri állapot ellenőrzése az intervenció előtt és után

3.2.5 Mérési példák

Normál TOPP-mérés



A csuklóra és bokára gyakorolt nyomás

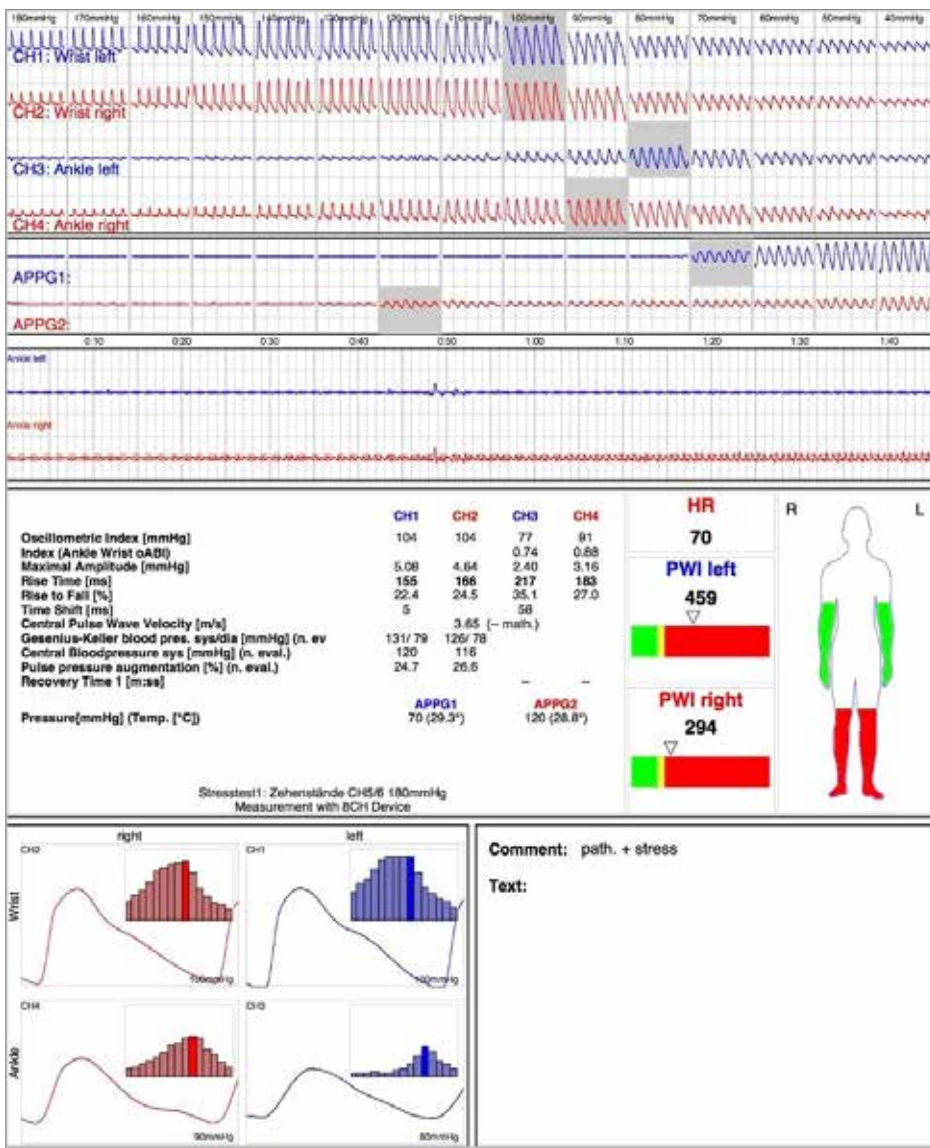
Optikai pulzusoszcillográfia a lábujjakon (APPG)

Eredménytáblázat PWI-vel oABI-val, amplitúdóval és emelkedési idővel

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Nincsenek szignifikáns oldalkülönbségek az amplitúdók, az átlagos artériás nyomás vagy a pulzushullámok időértékei tekintetében.				
Pulzushullámok	Ez a mérés kezdetben magas amplitúdókat mutat, amelyek jelezhetik a mediasclerosist, ahol a nyomás a kezdetektől a lábujjakig terjed. A pulzushullámok meredeken emelkednek, a dicrot hullám látható, az amplitúdó magassága normális. A PWI egészséges érrendszeri állapotot ír le.				
APPG differencia	A rezgések nagyon nagy nyomású szintről indulnak (legbaloldalibb), ami lehet a mediasclerosis jele is, kombinálva a csukló és a boka magas rezgéseivel a kezdetektől fogva. A lábujjak első amplitúdói azonban ugyanazon a nyomásszinten fordulnak elő.				
PWI™	< 180	Időeltolódás és emelkedési idő	Mindkettő a referenciatartományon belül.	Pulzushullám-sebesség	≤ 10 m/s
oABI	> 0,9				

Kóros TOPP-mérés



A csuklóra és bokára gyakorolt nyomás

Optikai pulzusoszcillográfia a lábujjakon (APPG)

A pulzusamplitúdó helyreállítása terheléses teszt után (lásd stresszteszt fejezet)

Eredménytáblázat PWI-vel oABI-val, amplitúdóval és emelkedési idővel

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Kis különbség van a felső és a bal alsó ellenőrzési pontok átlagos artériás nyomása között. Emellett a bal és a jobb láb amplitúdószintjében látható különbségeket mértek.				
Pulzushullámok	A bal alsó végtag átlagolt pulzushulláma lassú és sekély emelkedéssel, valamint alig kifejezett dicot hullámmal rendelkezik. Az alsó végtagok amplitúdóinak magassága is alacsony. A PWI-érték leírja a bal oldal rosszabb állapotát, és a jobb oldal kezdeti károsodását.				
APPG differencia	A lábujjakban az első rezgések a jobb lábujjban vannak, sokkal nagyobb nyomással, mint a bal lábujjban. Vagyis a súlyos keringési rendellenesség valószínűsége magas. Az első oszcillációk nyomásugrása a bal oldalon.				
PWI™	> 220	Időeltolódás és emelkedési idő	A bal oldalon lévő időkülönbség nyilvánvalóan túlzott, erős jelzés az artériás problémára.	Pulzushullámsebesség	Nem kiértékelhető érték, bizonyíték van egy meglévő elzáródásra.
oABI	< 0,9				

3.3 OPO – Optikai pulzus-oszcillográfia

3.3.1 Definíció

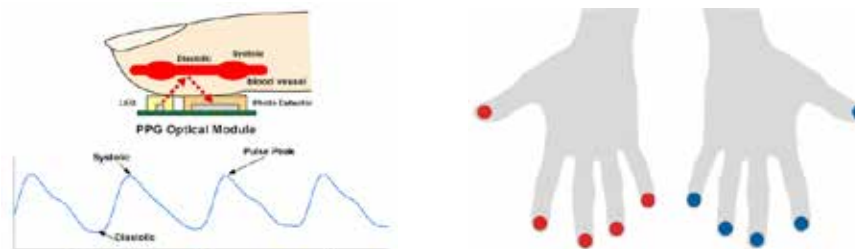
A pneumatikus pulzus volumen rögzítéshez (PVR) hasonlóan a pulzushullámok rezgései, optikai fotopletizmográfias (PPG) érzékelőkkel rögzíthetők. Infravörös fény kibocsátásával ezek a szondák képesek érzékelni az ujjak mikrocirkulációs véráramának ingadozásait.

A PPG-szondákat úgy viszik fel, hogy az ujjak vagy a lábujjak mérőfelületéhez ragasztógyűrűkkel rögzítik őket. Mivel alkalmazása egyszerűbb és gyorsabb, gyakran előnyben részesítik az ultrahangos Doppler-szondákat (pl. mind a tíz ujjon egyidejűleg). Ezen kívül több PPG-szenzor egyszerre képes rögzíteni a pulzusrezgéseket (pl. egyidejűleg mind a tíz ujjon).

3.3.2 Mérési elv

A fotopletizmográfia fő ötlete azon a tényen alapul, hogy a vérben lévő hemoglobin sokkal jobban elnyeli a fényt a spektrum közeli infravörös régiójában, mint a bőr összes többi szerkezete. A 940 nm hullámhosszú fény a bőrön keresztül behatol az alatta lévő szövetekbe, a transzilluminált szövetrétegekben tükröződik a helyi vérszinttől függően, amelyet a mérőszonda regisztrál.

A pletizmográfiaiban használt érzékelők két infravörös fénykibocsátó diódát és egy vevőelektrodát tartalmaznak, amelyek néhány milliméter távolságra vannak a szonda felületéhez rögzítve.



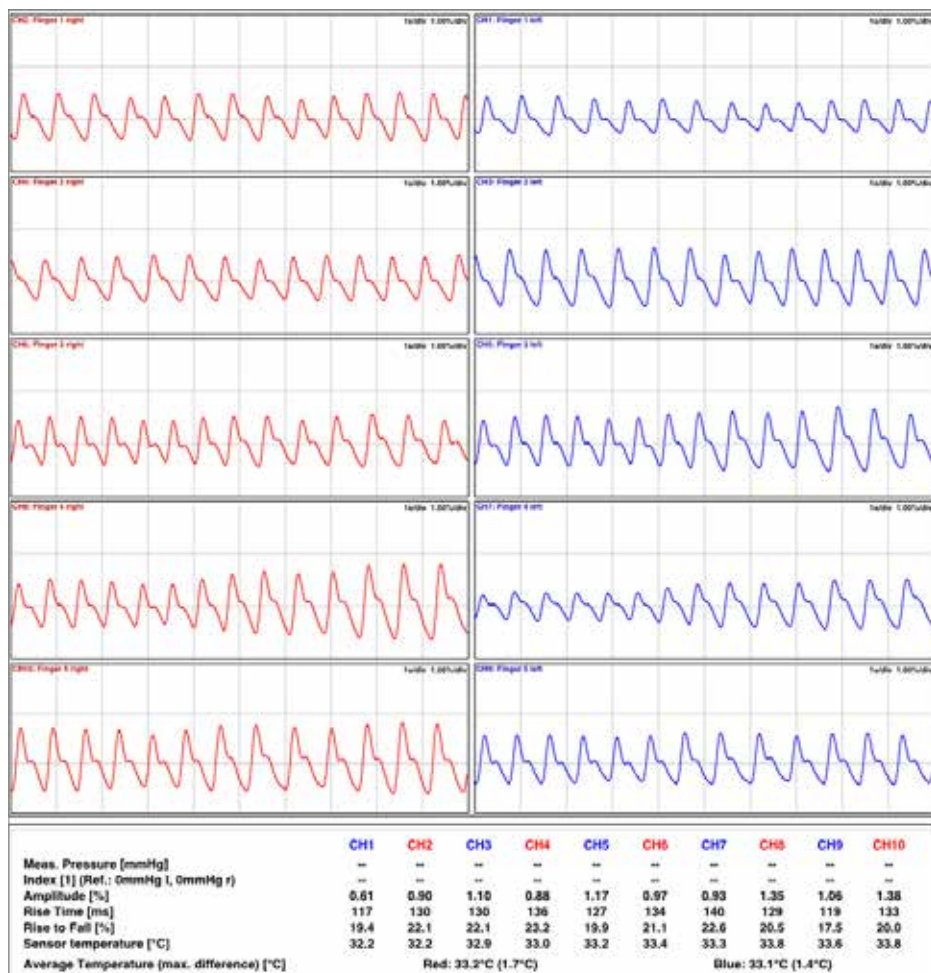
A tervezett tesztől vagy a meglévő jelzéstől függően a PPG-érzékelők különböző pozíciókban helyezhetők el az ujjakon vagy a lábujjakon. Míg a mellkaskimeneti szindróma (TOS) méréséhez csak két érzékelőt igényel a bal és jobb mutatóujjon, a Raynaud-szindrómát úgy tesztelik, hogy mindkét kézen mind az öt ujjat egyenként megmérjük.

3.3.3 Fontos paraméterek

PARAMÉTER	EGYSÉG	LEÍRÁS
Amplitúdó	%	Az amplitúdó a magasság a legmeredekebb emelkedés kezdetétől a pulzusgörbe legmagasabb pontjáig.
Emelkedési idő	ms	Az emelkedési idő a legmeredekebb emelkedéstől a pulzusgörbe legmagasabb pontjáig terjedő időtartamot jelöli. 200 milliszekundumnak kell lennie a normál értékekhez.
Emelkedéstől az esésig	%	Az emelkedési idő és az esési idő százalékos hányadosa. A normál értéknél < 33%-nak kell lennie.
Bőr hőmérséklete	°C	A bőr hőmérséklete a lábujjakon, amelyet az optikai érzékelők szondái érzelnek. A 3 °C-nál nagyobb oldalkülönbségeket figyelembe kell venni.

3.3.4 Mérési példák

Normál OPO-mérés az ujjakon



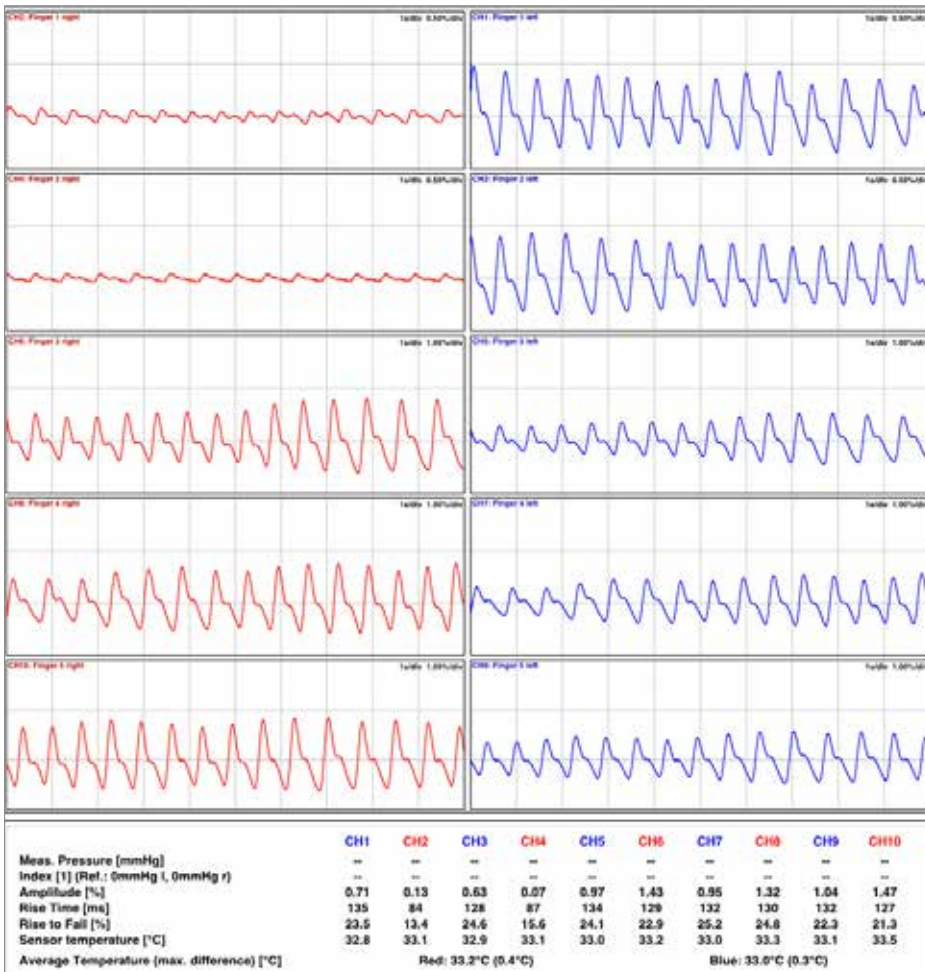
Optikai pulzus oszcillográfia az ujjakon (PPG)

Eredménytáblázat amplitúdókkal, emelkedési időikkel, emelkedéstől esésig és a bőr hőmérsékletével

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Nincs szignifikáns különbség a pulzushullámokban vagy a hőmérsékletben a test bal és jobb oldala között minden ujj esetében.		
Pulzushullámok	Egységes pulzushullámok mind a 10 mérési pozíción. A dicrot hullám jól látható minden mérési nyomon, és minden pulzushullám elején nagyon meredek pulzáló emelkedés van.		
Hőmérsékletkülönbségek	Az ujjak hőmérséklete mindenhol egyenletes, nagyobb eltérések nélkül, átlag hőmérséklet kb. 33 °C. A jobb oldalon a legmelegebbtől a leghidegebb ujjig terjedő különbség 1,7 °C, a bal oldalon pedig 1,4 °C.		
Emelkedési idő	Minden emelkedési idő < 180 ms	Emelkedéstől az esésig	< 33%

Kóros OPO-mérés az ujjakon



Optikai pulzus oszcillográfia az ujjakon (PPG)

Eredménytáblázat amplitúdókkal, emelkedési idővel, emelkedéstől esésig és a bőr hőmérsékletével

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Jelentős oldalbéli amplitúdó különbség a test bal és jobb fele között az első két ujjnál, de marginális hőmérsékleti különbségek a jobb és a bal oldal között, ami alátámasztja az esetleges ér- vagy izomfeszültség feltételezését. Az összes többi ujjnál tökéletesen szabályos, szép, nagy pulzushullámok, nincs észrevehető oldalsó különbség a bal és a jobb között (< 30%).				
Pulzushullámok	Lehetséges kóros mérési eredmény az 1. és 2. ujjnál a jobb oldalon, mivel az amplitúdószint minimális. Azonban a pulzushullámok, még akkor is, ha nagyon kicsik, gyorsak, meredek, lüktető emelkedéssel és egyértelműen felismerhető dicrot hullámmal rendelkeznek. Ez azt jelenti, hogy a kórosságra való hivatkozás lehet vaszkuláris vagy muszkuláris feszültség vagy TOS, és nem tartós érrendszeri elzáródás.				
Emelkedési idő	Minden emelkedési idő < 180 ms	Emelkedéstől az esésig	< 33%	Hőmérséklet különbségek	≤ 3 °C

3.3.5 Orvosi alkalmazások

- Digitális artéria elzáródások gyanúja
- Raynaud-szindróma vagy TOS (Thoracic-Outlet-Syndrom) gyanúja
- Perifériás keringési rendellenességek gyanúja

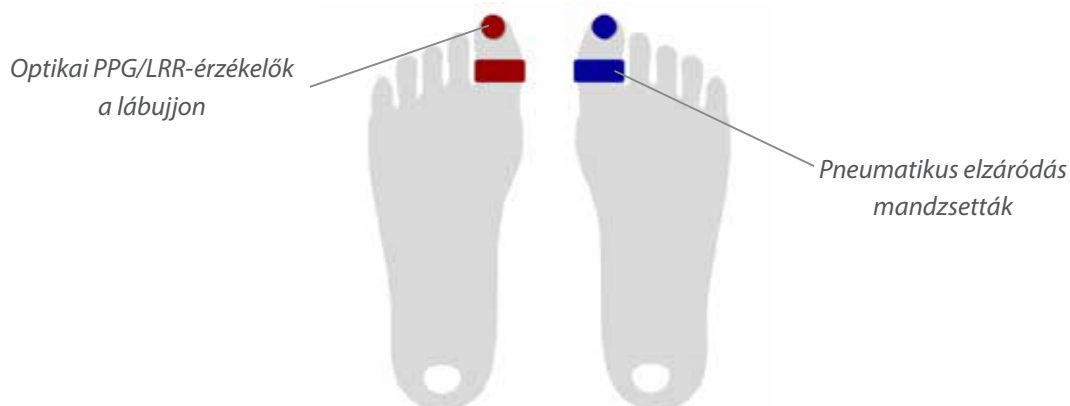
3.4 OAP – Optikai artériás nyomás

3.4.1 Leírás

Az optikai artériás nyomás egy mérési módszer az ujjak vagy lábujjak szisztolés vérnyomásának meghatározására. A TASC (Transatlantic Inter-Society Consensus) javasolja a szisztolés lábujjnyomás meghatározását a CLI diagnózisához (kritikus végtagi ischaemia). A súlyos perifériás artériás elzáródás betegség értékelésében, különösen cukorbetegéknél értékes (az artériás fal helyi merevsége miatt).

3.4.2 Mérési elv

A szükséges nyomásértékek észleléséhez lábujj mandzsettákat használnak, a pulzushullám rögzítésére szolgáló optikai PPG-érzékelőket pedig a mandzsettától disztálisan rögzítik. Ezután a mandzsettákat felpumpálják a lábujjartériák szorításához és a PPG jel megadásához (artériás elzáródás), majd folyamatosan enged fel, amíg az első pulzushullám rezgése regisztrálható, amelyeket azután szisztolés lábujjnyomásként határoznak meg. A szisztolés ujjnyomás meghatározására szolgáló mérési eljárás azonos.



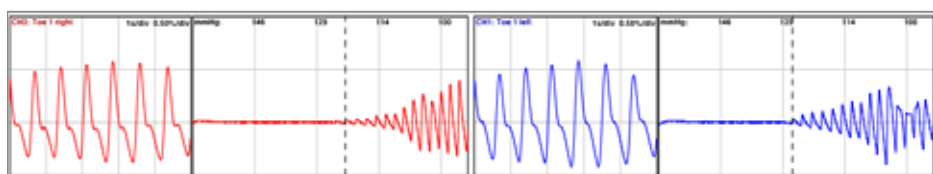
A normál lábujjnyomás kb. 30 Hgmm-rel kevesebb, mint a boka nyomása. A TASC-csoport ajánlasi szerint a 30-50 Hgmm-nél kisebb szisztolés lábujjnyomás krónikus végtagi ischaemiát jelez.

3.4.3 Fontos paraméterek

PARAMÉTER	EGYSÉG	LEÍRÁS
Lábujjnyomás	Hgmm	A 30-50 Hgmm-nél kisebb szisztolés lábujjnyomás krónikus végtagi ischaemiát jelez.
Ujjnyomás	Hgmm	A digitális artéria betegségeinek, például a Raynaud-szindróma felmérésére szolgál. Nincsenek ajánlott referenciaértékek a kóros mérésekhez..
Bőr hőmérséklete	°C	A bőr hőmérséklete ujjakon/lábujjakon, amit az optikai érzékelők szondái rögzítenek. A 3 °C-nál nagyobb oldalkülönbségeket kell figyelembe venni.

3.4.4 Mérési példák

Normál OAP-mérés lábujjakon



Optikai pulzushullámok a lábujjakon az elzáródás előtt és alatt

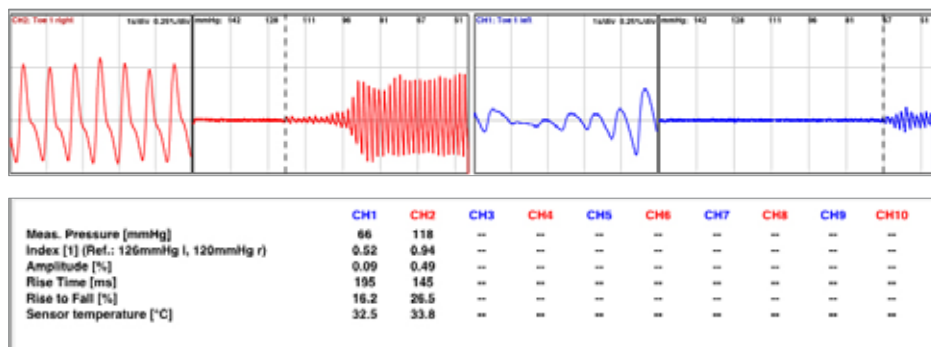
	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8	CH9	CH10
Meas. Pressure [mmHg]	127	123	--	--	--	--	--	--	--	--
Index [I] (Ref.: 130mmHg l, 128mmHg r)	0.98	0.95	--	--	--	--	--	--	--	--
Amplitude [%]	0.96	0.95	--	--	--	--	--	--	--	--
Rise Time [ms]	138	128	--	--	--	--	--	--	--	--
Rise to Fall [%]	23.6	21.5	--	--	--	--	--	--	--	--
Sensor temperature [°C]	33.7	34.4	--	--	--	--	--	--	--	--

Eredménytáblázat szisztolés nyomással, TBI-vel (index), amplitúdókkal és emelkedési idővel

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	A pulzushullámok amplitúdója, szisztolés nyomása vagy időértékei tekintetében nincsenek szignifikáns oldalkülönbségek.				
Pulzushullámok	Az optimális pulzushullám nyugalomban nagyon meredek pulzátilis emelkedéssel és oldalkülönbségek nélkül. A pulzushullámok egyenletes amplitúdóval rendelkeznek, alig vannak magasságkülönbségek, látható a dicrotic hullám.				
Szisztolés nyomás	Az első pulzációk bal oldalon fordulnak elő: 127 Hgmm és jobb oldalon: 123 Hgmm (szisztolés és lábujjnyomás). A mért nyomás megfelel a lábujj-kar-indexnek (TBI) 0,98 és 0,95 (referencianyomás bal: 130 Hgmm és jobb: 128 Hgmm formában adták meg).				
TBI	> 0,7	Időeltolódás és emelkedési idő	Mindkettő a referenciatartományon belül	Hőmérsékletkülönbségek	Nincs szignifikáns különbség

Kóros OAP-mérés (bal lábujj)



Optikai pulzushullámok a lábujjakon az elzáródás előtt és alatt

Eredménytáblázat szisztolés nyomással, TBI-vel (index), amplitúdókkal és emelkedési időkkel

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	A pulzushullámok amplitúdója, szisztolés nyomása vagy időértékei tekintetében nincsenek szignifikáns oldalkülönbségek.				
Pulzushullámok	Az optimális pulzushullám nyugalomban nagyon meredek pulzátilis emelkedéssel és oldalkülönbségek nélkül. A pulzushullámok egyenletes amplitúdóval rendelkeznek, alig vannak magasságkülönbségek, látható a dicrot hullám.				
Szisztolés nyomás	Az első pulzációk bal oldalon fordulnak elő: 127 Hgmm és jobb oldalon: 123 Hgmm (szisztolés és lábujjnyomás). A mért nyomás megfelel a lábujj-kar-indexnek (TBI) 0,98 és 0,95 (referencia-nyomás bal: 130 Hgmm és jobb: 128 Hgmm formában adták meg).				
TBI	> 0,7	Időeltolódás és emelkedési idő	Mindkettő a referenciatartományon belül	Hőmérséklet különbségek	≤ 3 °C

3.4.5 Orvosi alkalmazások

- Páciensek, akiknél magas (> 1,4) vagy tisztázatlan az ABI
- Artériás elzáródás gyanúja
- Raynaud-szindróma vagy TOS (Thoracic-Outlet-Syndrom) gyanúja
- Páciensek az alsó végtag perifériás artériás elzáródásos betegségének fokozott kockázatával (PAD):
 - kor ≥ 65 év
 - diabétesz, dohányzás, hiperlipidémia, magas vérnyomás, és az arterioszklerózis egyéb rizikófaktorai
 - PAD vagy az atherosclerosis más ismert formáinak családi története
- Az érrendszeri állapot ellenőrzése az intervenció előtt és után

3.5 Terheléses- illetve stresszteszt

3.5.1 Leírás

Számos irányelv javasolja a gyakorlati tesztet az eredmények további tisztázása érdekében. Ennek oka az a tény, hogy az alsó végtagok tünetmentes artériás elváltozása tünetekkel járhat az indukált stressz után. Lényegében az eljárás az érrendszeri betegségek és azok súlyosságának megkülönböztetésére szolgál. A stressztesztet különböző módon lehet elvégezni a TOPP-, PVR vagy ABI mérési protokollokkal együtt.

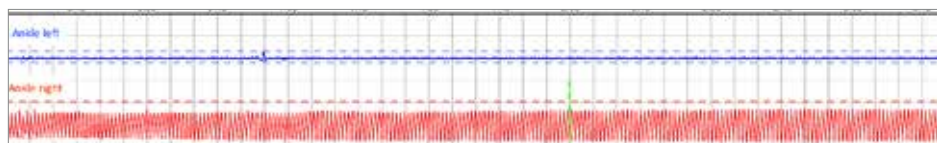
3.5.2 Mérési elv

A gyakorlat elvégzése előtt hagyományos TOPP-, PVR- vagy ABI mérést kell végezni a betegen a referenciaértékek megszerzéséhez. A befejezés után a beteget felkérlik, hogy végezzen bizonyos mozgásokat, például lábujjhegyen állás (vádli indikáció), guggoljon (comb és csípőjelzés) vagy futópadon gyalogoljon (gyalogtávolság meghatározására). A gyakorlatot orvosi útmutatás mellett kell elvégezni, és fizikai kényelmetlenséget kell okoznia.

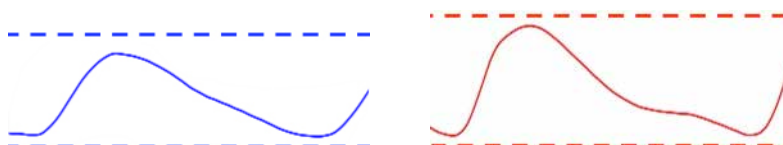


Pneumatikus mérőmandzsetták

A gyakorlat után a páciensnek fekvő helyzetbe kell kerülnie és a mérőmandzsettákat a bokákra kell felhelyezni. A mandzsetták a stresszteszt előtt feljegyzett legmagasabb boka-amplitúdóig fújódnak fel és tartják fenn azt. A mérési képernyőn szaggatott vonal jelzi az edzés előtti amplitúdókat, amelyekre a betegnek vissza kell térnie. A kezdeti pulzushullám-amplitúdó elérése után a teszt befejezhető, és a helyreállítási idő dokumentálva lesz.



Pneumatikus mérőmandzsetták Pulzushullám-felvétel a helyreállítási fázis alatt



Az amplitúdó stabilizálása

A helyreállítási idő a következőképpen értelmezhető:

- Gyors kezdeti amplitúdók 20-30 másodperc után → nincs jele a PAD-nak
- Kezdetben nincs amplitúdó, de 1 percen belül helyreáll → lehetséges elzáródás jó kompenzációja
- Nincs amplitúdó az elején, és a helyreállítás 2-3 percen belül → a lehetséges elzáródás gyenge, de elegendő a kompenzációja
- 5 percnél hosszabb helyreállítási idő → a lehetséges elzáródás elégtelen kompenzációja

Korlátozott mobilitású betegeknél passzív stresszteszt végezhető el, a combok három perces szupraszisztolés összenyomásával fekvő helyzetben. Ezt követően a helyreállítási idő rögzíthető.

3.5.3 Mérési példák

PARAMÉTER	EGYSÉG	LEÍRÁS
Helyreállítási idő	perc	Az az idő, amely alatt a páciens pulzushullám-amplitúdója visszatér az eredeti értékekhez egy provokációs stresszteszt elvégzése után.

3.5.4 Orvosi alkalmazások

- Magas (> 1,4) nem egyértelmű vagy enyhén csökkent ABI értékkel rendelkező betegek
- Claudicatio gyanúja
- Az alsó végtag perifériás artériás elzáródásos betegségének fokozott kockázatával élő betegek (PAD):
 - kor \geq 65 év
 - diabétesz, dohányzás, hiperlipidémia, magas vérnyomás és más arterioszklerózis rizikófaktorok
 - PAD családi anamnézise vagy az atheroszklerózis más ismert formái

3.6 TOS-teszt (Thoracic Outlet Syndrom)

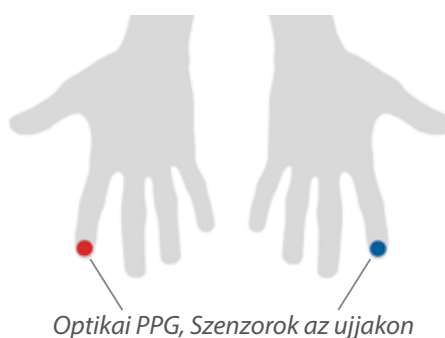
3.6.1 Leírás

A Thoracic-Outlet-Syndrom (TOS) egy olyan állapot, amelyben az idegek, artériák vagy vénák összenyomódnak az alsó nyaktól a hónaljig. Általában a külső tényezők felelősek a TOS tüneteikért, de a subclavia artéria aneurizma is kiválthatja a TOS-t. A belső tényező, például az erős izomterheléssel járó hosszú távú tevékenységek, különösen versenysportolóknál vagy zenészeknél, a TOS gyakori kiváltója. Mind a külső, mind a belső tényezők hatása az erek összenyomódásához vezethet.

3.6.2 Mérési elv

Annak megállapítása érdekében, hogy a tünetek oka vaszkuláris vagy neurogén eredetű-e, általában a betegnek tanácsos végezni egy sor provokatív tesztet különböző testhelyzetekben, miközben mérjük az artériás vér áramlását a karjában. Ezek a vizsgálati protokollok országonként vagy intézményenként eltérőek lehetnek, és magukban foglalhatják:

- A fej elfordítása az érintett oldalra az áll felemelésével, mély beléggzéssel, valamint a kar további húzásával. Ez a radiális pulzus és a tünetek eltűnéséhez vezethet.
- A radiális pulzus eltűnése a kar felemelésénél, amikor visszahúzza a vállát, vagy a fej fordításakor megfigyelhető.



A cél az, hogy meghatározzuk, hogy a beteg véráramlása csökken-e egy bizonyos testhelyzet felvételekor. Ebből a célból a modern rendszerek optikai PPG-érzékelőket használnak a bal és jobb oldali mutatóujjon, hogy rögzítsük a pulzus rezgéseit a provokáció során.

3.6.3 Fontos paraméterek

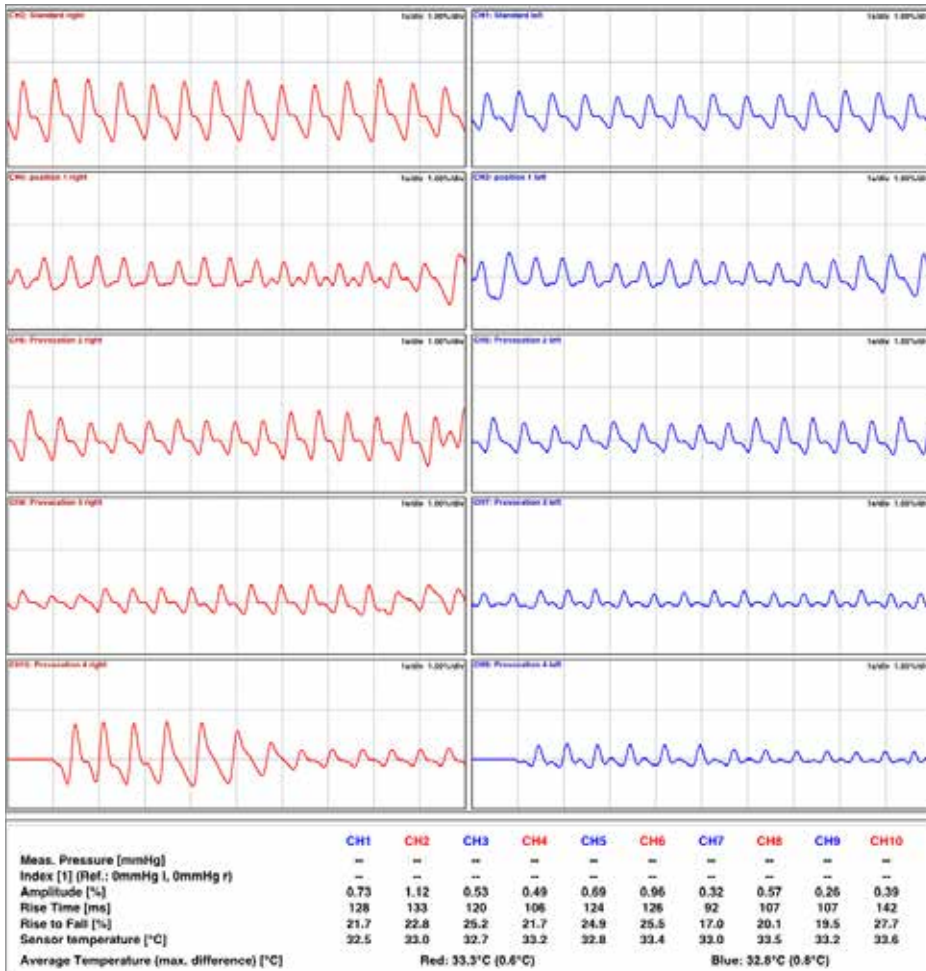
PARAMÉTER	EGYSÉG	LEÍRÁS
Amplitúdó	%	Az amplitúdó a magasság a legmeredekebb emelkedés kezdetétől a pulzusgörbe legmagasabb pontjáig.
Emelkedési idő	ms	Az emelkedési idő a legmeredekebb emelkedéstől a pulzusgörbe legmagasabb pontjáig terjedő időtartamot jelöli. < 200 milliszekundumnak kell lennie a normál értékekhez
Emelkedéstől esésig	%	Az emelkedési idő és az esési idő százalékos hányadosa. A normál értéknél < 33%-nak kell lennie.
Bőr hőmérséklete	°C	A bőr hőmérséklete a lábujjakon, amelyet az optikai érzékelők szondái észlelnek. A 3 °C-nál nagyobb oldalkülönbségeket figyelembe kell venni.

3.6.4 Orvosi alkalmazások

- TOS gyanúja (Thoracic-Outlet-Syndrom)

3.3.4 Mérési példák

Normál TOS-mérés



Optikai pulzus oszcillográfia a mutatóujjon (PPG) különböző provokációk alatt

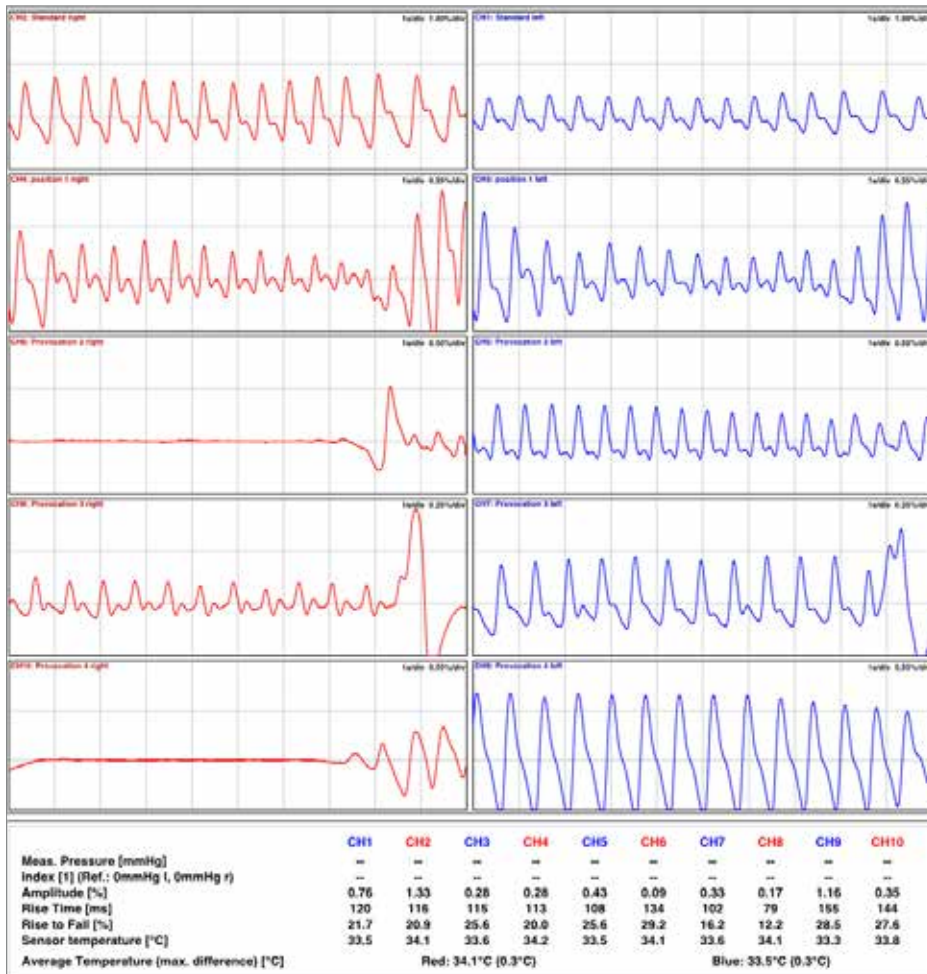
Eredménytáblázat amplitúdókkal, emelkedési időekkel, emelkedéstől esésig és a bőr hőmérsékletével

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbség minden provokációnál

Alig van különbség a bal és a jobb oldal között minden lehetséges provokatív helyzetben. A pulzushullám amplitúdó és alakkülönbségei a mérési pályák alatt normálisak a különböző testtartások miatt. Minden helyzetben és provokációban a mért pulzushullámok mindkét oldalon jól láthatóak, így nincsenek rendellenességek.

Kóros TOS-mérés



Optikai pulzus oszcillográfia a mutatóujjon (PPG) különböző provokációk alatt

Eredménytáblázat amplitúdókkal, emelkedési idővel, emelkedéstől esésig és a bőr hőmérsékletével

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Nyugodt helyzetben	Az 1. és 2. csatorna a csendes mérést mutatják, amelyben mindkét oldalon rendszeres pulzushullámokat rögzítenek.
Provokáció I	Optimális és egyenletes idő-szinkron pulzushullámokat rögzítenek mindkét oldalon.
Provokáció II	A 2-es provokációval az 5-ös és a 6-os csatornán, a bal oldalon tiszta, stabil ritmikus pulzushullámok vannak, de a jobb oldalon nincs véráramlás. Ha azonban a pozíció a mérés végén felszabadul, a pulzushullámok visszatérnek.
Provokáció III	A 7., illetve 8. (provokáció 3) mérőpályán ebben a helyzetben mindkét oldalon tiszta pulzushullámok láthatók, azonban ezek némileg korlátozottak a jobb oldalon, a bal oldalhoz képest.
Provokáció IV	A 4-es provokációnál egyértelműen hiányzik a véráramlás a jobb oldalon, míg a bal oldalon tiszta pulzások vannak. Amikor a mérés végén felszabadul a pozíció, a pulzushullámok visszatérése azonnal észrevehető. Ez azt jelenti, hogy ez nem mérési hiba vagy a véráramlás tartós korlátozása, hanem helyzeti korlátozás.

3.7 További artériás mérések

Az AngioExperience System rendszerrel elvégezhető további artériás mérések, amelyeket még nem írtak le a fejezetekben:

- Morbus Raynaud
- Doppler ABI
- PAT – Palmar Arch Test vagy „Allen’s Test“
- AVP – Artériás elzáródás pletizmográfia (reaktív hiperémia)

4. Vénás mérések

4.1 D-PPG/LRR Izompumpa-teszt (véna reflux)

4.1.1 Leírás

A vénás reflux-teszt (D-PPG – digitális fotopletizmográfia használata) egy nem invazív szűrési módszer a lábvéna rendszer hemodinamikájának funkcionális értékeléséhez és a vénaszелеpek működőképességének meghatározására. A felületes vénás szárnyak nem megfelelő funkciója például oda vezethet, hogy a páciensnek kompressziós harisnyát kell viselnie annak kompenzálására.

A mediális malleolushoz közel 10 cm-es optikai érzékelők csatlakoztatásával rögzíthető a vénás véráramlás mennyisége ezen a területen. A beteget arra kéri, hogy végezzen háti reflexiókat a vénás nyomás csökkentése érdekében, amelyet a rendszer V_0 térfogat növekedéseként ismer fel. A mozgások leállítása után megfigyelhető a feltöltési idő (T_0).

Gyors és nem invazív alkalmazásának köszönhetően a D-PPG izompumpa-tesztje a vénás refluxhoz egy gyakori és széles körben alkalmazott mérési módszer.

Air-VFT (légvénás funkció teszt)

Hasonló vizsgálat csak pneumatikus mérő mandzsettával történhet. Néha pontosabbnak tekinthető, mert a mandzsetta rögzíti a végtagok teljes területét, és így szélesebb mérési tartományt fed le. A mandzsettákon kívül a tesztet a D-PPG izompumpa mérésével azonos módon kell elvégezni a vénás töltési idő T_0 szempontjából.

4.1.2 Mérési elv

A mérés ülő helyzetben történik. Az érzékelőket ideálisan 10 cm-re proximálisan a malleolus medialishoz helyezik. A felső és alsó lábszár közötti szögnek kb. 110° -nak kell lennie, ezért a lábat kissé előre kell nyújtani.

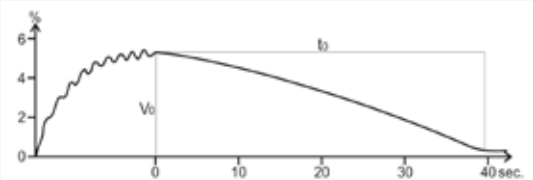
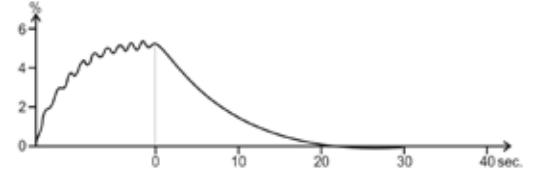
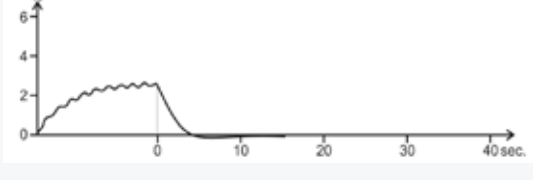
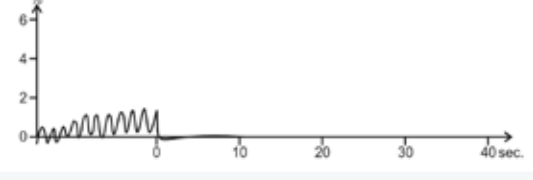
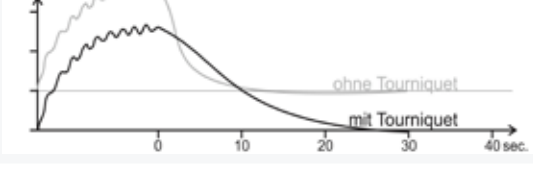
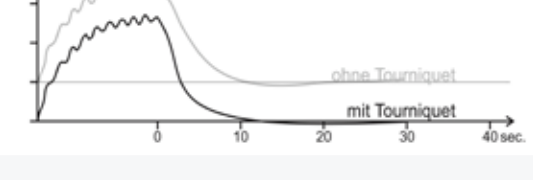


Ennek a mérésnek az elején a vért az alsó lábszár vénáiból pumpálják a hátsó reflexió segítségével, valamint az azzal összekötött alsó lábszár vénáiból pumpált vádli izmok aktiválásával. Ez felismerhető a mérésben látható ritmikus hullámokból.

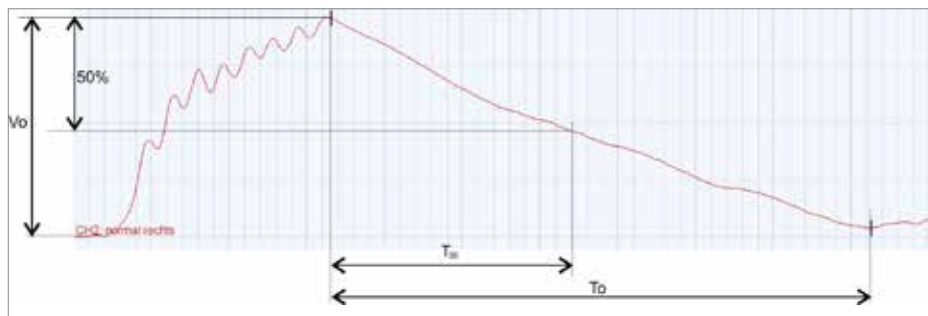
A vénás vért pumpálja a vénás rendszerből. Ezt egy pihenőidő követi a mérés végéig, amelynek során a vénás feltöltést rögzítik.

Ha a vénás reflux teszt a vénás elégtelenség gyanúját sugallja, akkor érszorító mandzsettát lehet alkalmazni fent vagy a térd alatt, hogy a felületes vénákat összenyomja és a mérésre gyakorolt hatásukat kizárják. Ily módon meg lehet különböztetni a mély és a felületes szelep elégtelenségét.

A lehetséges görbemintákat és azok értelmezését általában a következőképpen írják le:

	<p>Normál diagnózis</p> <ul style="list-style-type: none"> • jó pumpáló teljesítmény > 3% • a görbe laposabb, domború esése • hosszú feltöltési idő > 25s 												
	<p>Enyhe elégtelenség</p> <ul style="list-style-type: none"> • jó pumpáló teljesítmény > 3% • a görbe gyors, kissé megereszkedett esése • feltöltési idő < 25s 												
	<p>Súlyos elégtelenség</p> <ul style="list-style-type: none"> • jó pumpáló teljesítmény < 3% • a görbe azonnali esése • feltöltési idő < 10s 												
	<p>Poszt-trombotikus szindróma</p> <ul style="list-style-type: none"> • pumpáló teljesítmény közel 0% • nem lehetséges jelentős pumpálás • feltöltési idő ennek megfelelően közel 0s 												
	<p>Javítható elégtelenség</p> <ul style="list-style-type: none"> • a töltési idő jelentős javulása érszorítóval történő mérésnél • felületes elégtelenség • jó prognózis a terápiára 												
	<p>Nem javítható elégtelenség</p> <ul style="list-style-type: none"> • a töltési idő nem javul az érszorítóval történő mérésnél • elégtelenség a mélységben • rossz előrejelzés a terápia számára 												
<p>Vénás feltöltési idő</p> <table border="0"> <tr> <td>> 25s</td> <td>vénák egészségesek</td> </tr> <tr> <td>20s – 25s</td> <td>vénás elégtelenség 1. fokú</td> </tr> <tr> <td>10s – 19s</td> <td>vénás elégtelenség 2. fokú</td> </tr> <tr> <td>0s – 9s</td> <td>vénás elégtelenség 3. fokú</td> </tr> </table>	> 25s	vénák egészségesek	20s – 25s	vénás elégtelenség 1. fokú	10s – 19s	vénás elégtelenség 2. fokú	0s – 9s	vénás elégtelenség 3. fokú	<p>Vénás pumpáló teljesítmény</p> <table border="0"> <tr> <td>3% felett</td> <td>normális</td> </tr> <tr> <td>3% alatt</td> <td>csökkent</td> </tr> </table>	3% felett	normális	3% alatt	csökkent
> 25s	vénák egészségesek												
20s – 25s	vénás elégtelenség 1. fokú												
10s – 19s	vénás elégtelenség 2. fokú												
0s – 9s	vénás elégtelenség 3. fokú												
3% felett	normális												
3% alatt	csökkent												

4.1.3 Fontos paraméterek



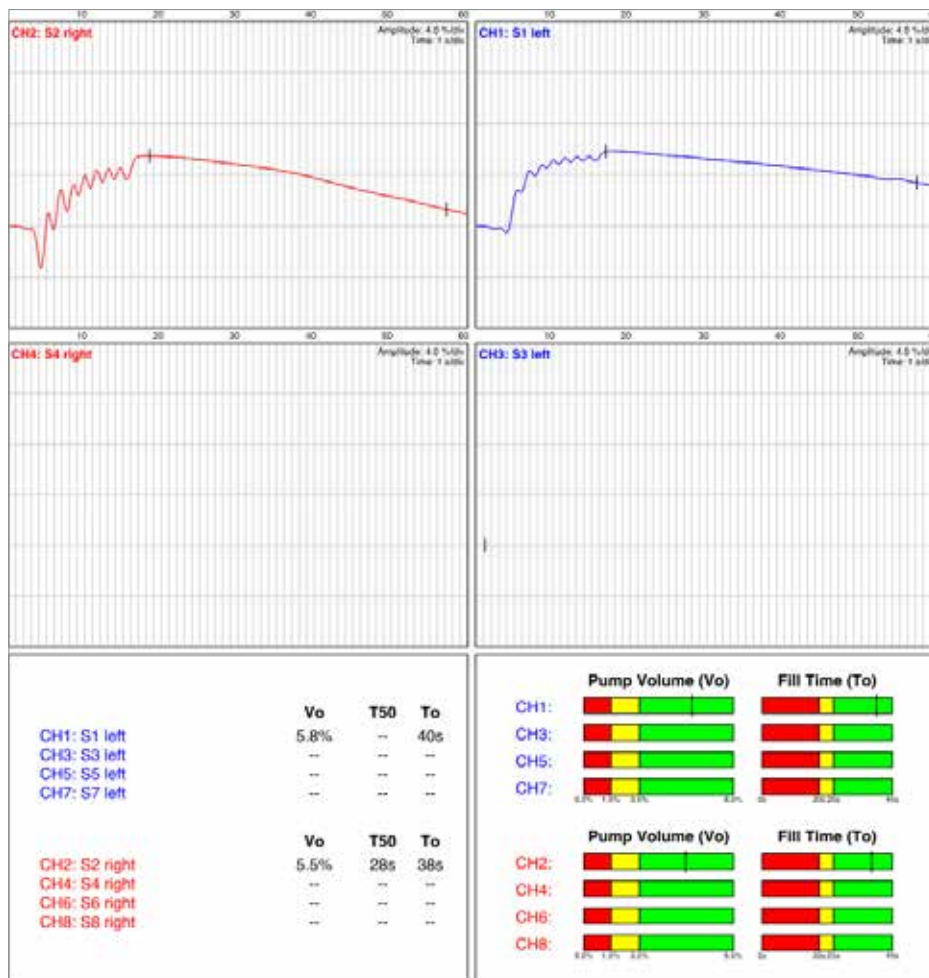
PARAMÉTER	EGYSÉG	LEÍRÁS
Vénás pumpálás teljesítmény V_0	%	A pumpálási volumen azt jelzi, hogy a beteg mennyire pumpálja a vénás vért a láb mozgásán keresztül a szív felé. A pumpálási volumennek nagyobbak kell lennie, mint 3%, de ez betegenként nagyon eltérő. Ezen kívül ez az érték az érzékelő helyzetétől és a bőr szerkezetétől függően is változhat.
Vénás töltési idő T_0	másodperc	A töltési idő a vénás szelepek szorosságának mutatója. A hibás vénás szelepek a vér gyors visszafolyásához vezetnek a lábban, aminek következtében csökken a töltési idő. Az intakt vénás szelepek a vér lassú és folyamatos visszafolyásához vezetnek a vénákból az artériákon keresztül. A töltési idő értéke ekkor legalább 25 másodperc.
Vénás felezési idő T_{50}	másodperc	A vénás felezési idő jelzi a vénás pumpa volumenjének felének feltöltéséhez szükséges időt. Ha az erek az elején gyorsabban megtelnek, ez a mutató csökken.
Bőr hőmérséklete	°C	A mérési képernyőn a bőr hőmérséklete megjelenik a bal és a jobb oldali érzékelők alatt, valamint az eredménytáblában további informatív paraméterként.

4.1.4 Orvosi alkalmazások

- Vénás elégtelenség gyanúja
- Vénás szelep elégtelenségének gyanúja
- Vénás elzáródás gyanúja

4.1.5 Mérési példák

Normál D-PPG-mérés



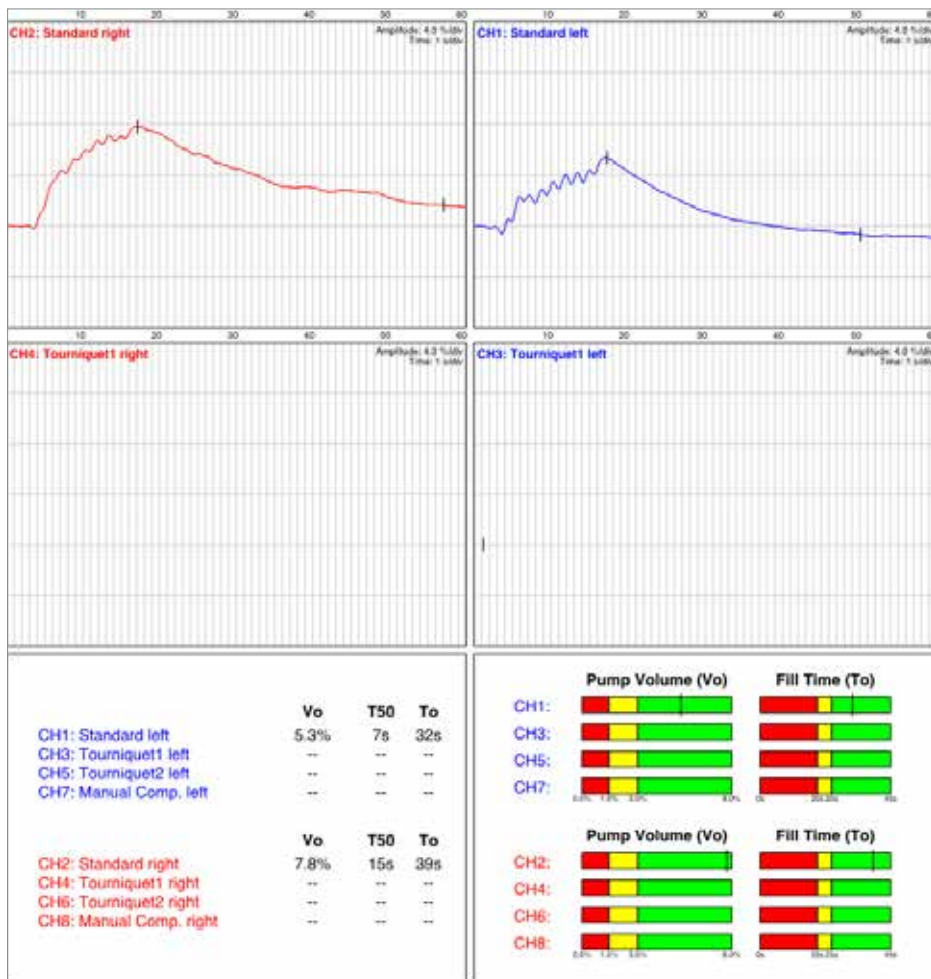
Optikai érzékelő sávok a jobb és a bal vádlin (PPG)

Eredménytáblázat és színes kijelző a pumpavolumennel, vénás felezési idővel és a töltési idővel

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Görbe forma	A pulzushullámok lassan leesnek, ahogy annak egy egészséges vénás állapotnál lennie kell.		
Vénás felezési idő T_{50}	A bal oldalon ezt az értéket nem lehetett meghatározni, mivel a vénás rendszer még nem volt teljesen feltöltve a felvétel végén. A jobb oldalon lévő T_{50} érték 28 másodperc, ami meghaladja a T_0 töltési idő felét, ami a vénák lassú töltésének másik mutatója.		
Pumpálási volumen V_0	> 3%	Töltési idő T_0	> 25s

Normál D-PPG mérés enyhe romlással (bal)



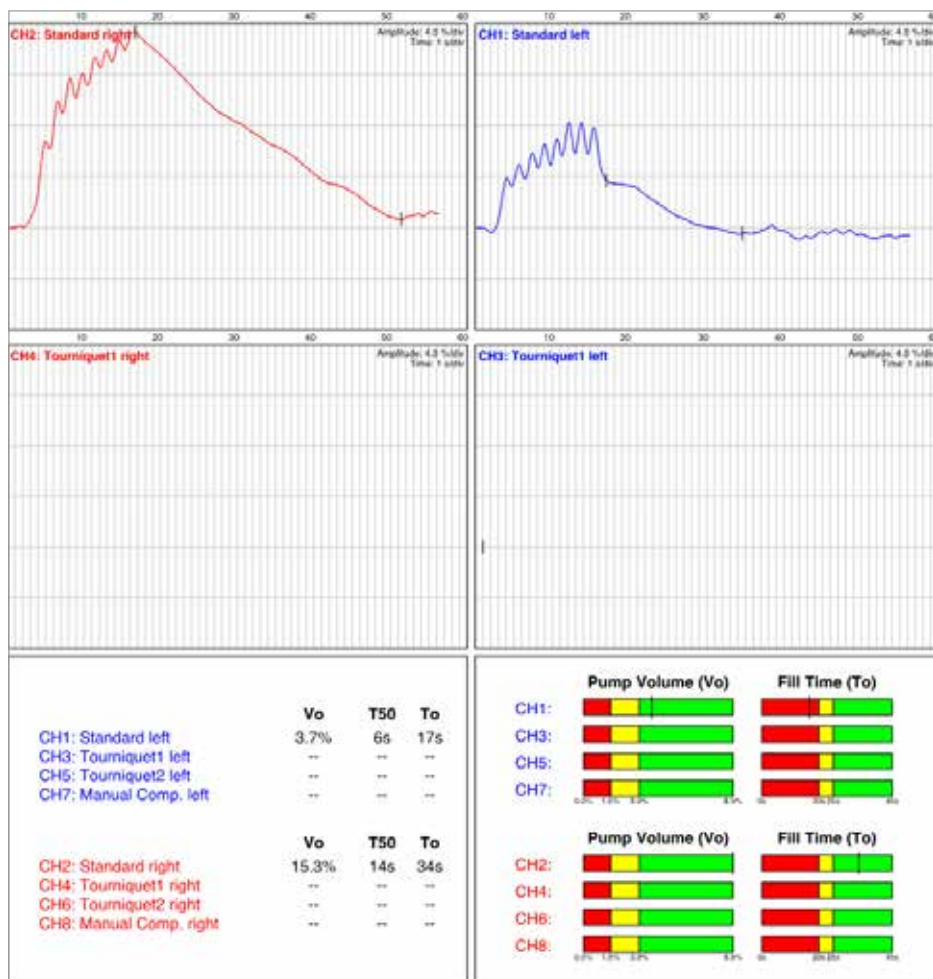
Optikai érzékelő sávok a jobb és a bal vádlin (PPG)

Eredménytáblázat és színes kijelző a pumpavolumennel, vénás felezési idővel és a töltési idővel

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Görbe forma	A jobb lábon a vér pumpálása sikeresebb volt, mint a baloldalon, a görbe pedig viszonylag lineárisan lefelé esik a nyugalmi fázisban. A baloldalon a görbe gyorsabban csökken. A töltési szakasz elején a görbe meredeken csökken, csak később válik lapossá. Ha a láb a pumpálás utáni első pillanatban túl gyorsan feltöltődik a vénás oldalról, ez vénás problémára utalhat, és figyelni kell rá.		
Vénás felezési idő T_{50}	A láb jobb oldalán a vénás felezési idő csak kissé rövidebb, mint a T_0 töltési idő fele, azaz a görbe nem lóg le erősen. A bal oldalon a vénás felezési idő jóval kevesebb, mint a T_0 fele, ami a görbe alakján is tükröződik.		
Pumpálási volumen V_0	> 3%; a pumpálás teljesítményében azonban van egy kis különbség	Töltési idő T_0	> 25s

Kóros D-PPG-mérés (bal)



Optikai érzékelő sávok a jobb és a bal vádlin (PPG)

Eredménytáblázat és színes kijelző a pumpavolumennel, vénás felezési idővel és a töltési idővel

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Görbe forma	Az első 17 másodpercben a vért láthatóan a vénából pumpálja ki. A jobb oldalon azonban lényegesen nagyobb pumpálási kapacitás látható, mint a bal oldalon, ami azt jelenti, hogy lényegesen több vér szállítható a lábból. A jobb láb a pumpálási szakasz után is egyenletesen töltődik fel, míg a bal láb a nyugalmi szakaszban nagyon gyorsan megtelik.		
Vénás felezési idő T_{50}	A jobb oldalon 14 másodperc, amely megfelel az egész töltési időnek, azaz a görbe viszonylag egyenes és lineáris, így sem konvex, sem konkáv. 6 másodpercnél a vénás felezési idő a bal oldalon jóval a töltési idő fele alatt van, azaz lefelé mutató görbe. Tehát a töltési sebesség az elején gyorsabb, mint a végén.		
Pumpálási volumen V_0	Töltési idő T_0	A jobb oldalon a töltési idő optimális, szignifikánsan több mint 25 másodperc, a bal oldalon a 17 másodperces töltési idő egyértelműen túl rövid. Ez azt jelenti, hogy a bal oldalon lévő vénák 17 másodperc után teljesen tele vannak vérrel.	

4.2 VVP – Vénás elzáródáspletizmográfia

4.2.1 Leírás

A vénás érrendszert nagy kapacitás jellemzi. A teljes vérmennyiség kb. kétharmadát tartalmazza. Ráadásul a vénák sokkal rugalmasabbak, mint az artériák. A vénáknak szelepmechanizmusa van, az ún. vénás szelepek, annak érdekében, hogy a perifériáról a vér visszaáramlása függőleges helyzetben is biztosítható legyen.

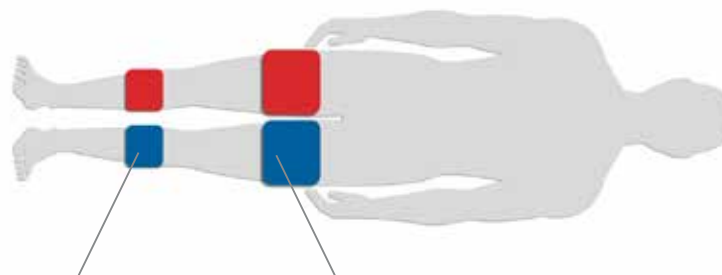
Mikor a beteg fekszik, és a lábak messze a szív szintje fölé emelkednek, a láb vénák passzívan szinte teljesen nyomás nélkül futnak. Csak az artériás beáramlás által fenntartott vérmennyiség halad át a vénákon.

Ha a láb vénás kiáramlása blokkolva van a combon, az artériás beáramlás a vérmennyiség növekedéséhez vezet, amely minden szívverésnél összegyűlik a láb vénába. A vénák nagy térfogata miatt néhány percig tart, amíg a láb vénák teljesen megtelnek.

A vénás kapacitás meglehetősen teoretikus érték. Ez a maximális vérmennyiség, amelyet a perifériás vénák képesek megtartani. A jelenlegi vénás térfogatot befolyásolhatja a környezeti hőmérséklet és a víz egyensúlya, de a varikózis vagy a trombózis is. Ezért ez a teszt segít meghatározni vagy kizárni ezeket a betegségeket.

4.2.2 Mérési elv

A VVP-teszt elvégzése során mandzsettákat alkalmaznak a combokra és a vádlikra. A beteg lábait a szív szintje fölé emelik. A combmandzsetta 80 Hgmm-re fúj fel, hogy megakadályozza a vénás kiáramlást, de nem befolyásolja a vér artériás beáramlását. Ugyanakkor a vádli mandzsetta nagyon érzékeny szenzorként működik.



Pneumatikus mérőmandzsetta vádlin

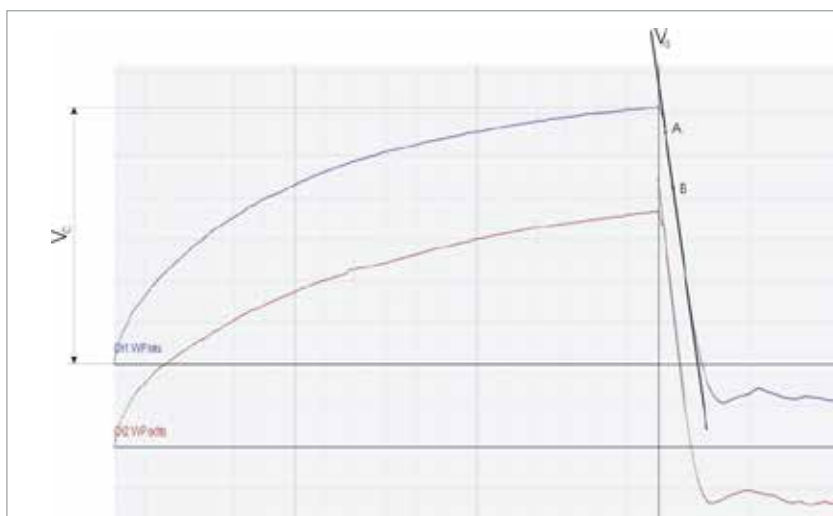
Kompressziós mandzsetta combon

A mérési eljárás három percig tart, amely alatt a láb vénák volumene nő. Ezt követően a rendszer leengedi a combmandzsetta nyomását. Egészséges betegnél ez a visszatartott vénás vér gyors elvezetéséhez vezet.



A lábak megemelése szívmagasság fölé párna segítségével

4.2.3 Fontos paraméterek



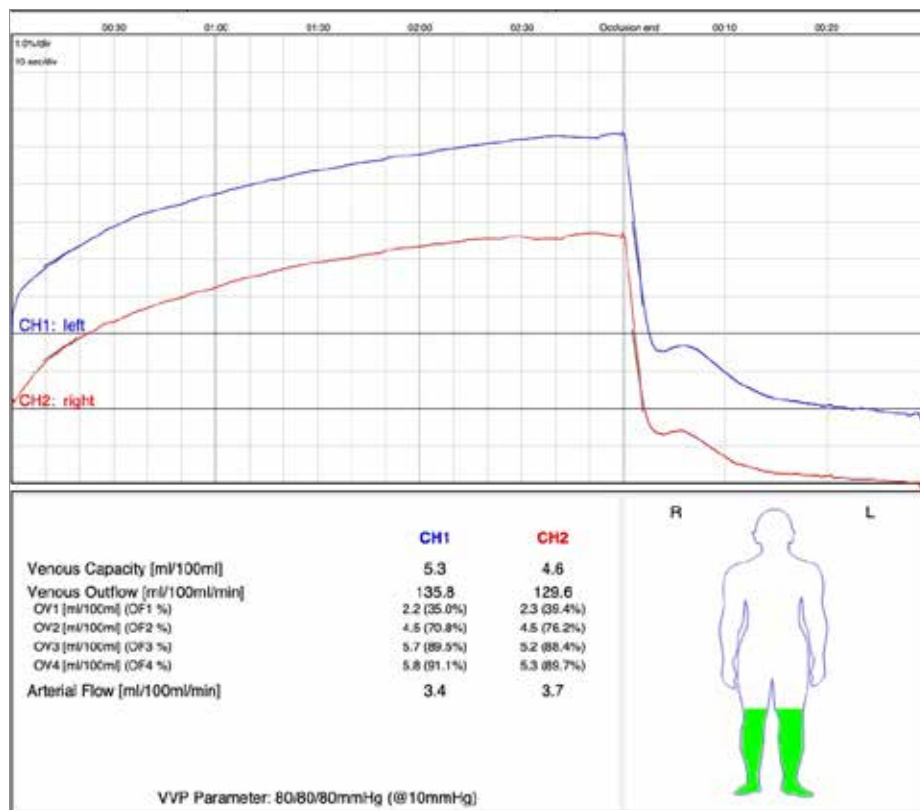
PARAMÉTER	EGYSÉG	LEÍRÁS	REFERENCIAÉRTÉK
Vénás kapacitás V_c	ml/100 ml	A vénás növekedés a kezdeti értéktől a végső értékig 3 perc elteltével.	3-6 ml/100 ml
Vénás lefolyás V_o	ml/100 ml/perc	Az A és B pontokon áthúzott vonal mutatja. Az A pont 500 ms-re van beállítva a kompressziós mandzsetták kinyitása után. A B pont 1000 ms-sel későbbi, mint az A pont. Ez a vonal ml/100 ml/percben van meghatározva.	≥ 30 ml/100 ml/perc
Artériás befolyás	ml/100 ml/perc	Ez a mutató az eredménytáblázatban is megjelenik, és kifejezi a volumen-emelkedés relatív sebességét.	Nincs definiálva

4.2.4 Orvosi alkalmazások

- Vénás trombózis gyanúja (medence, láb és kar)
- Poszttrombotikus szindróma gyanúja (PTS)
- Varikózis gyanúja
- Duzzadt lábakkal rendelkező betegek tisztázása
- Az érrendszeri állapot ellenőrzése az intervenció előtt és után

4.2.5 Mérési példák

Normál VVP-mérés



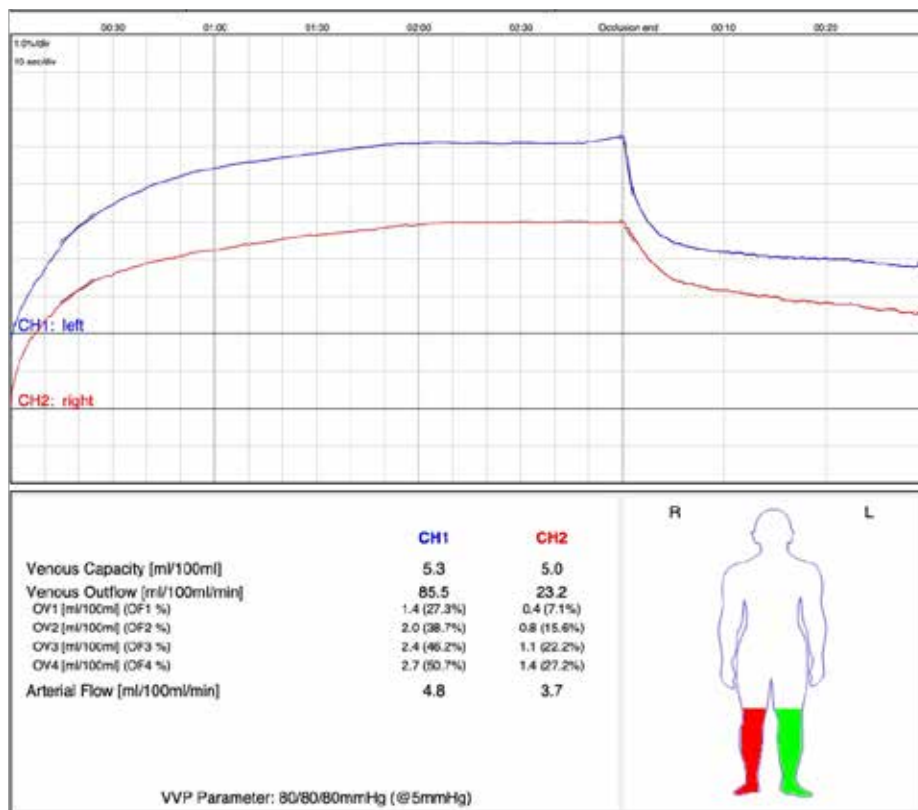
Nyomásnyomok a jobb és a bal lábszáron (mandzsetták), amelyek a volumen és a kiáramlás kezdeti növekedését mutatják 3 perc elteltével

Eredménytáblázat vénás kapacitással, vénás kiáramlással és artériás hatással

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Egyenletes beáramlás mindkét oldalon, és nincs jelentős különbség a véna térfogatában (L 5,3, R 4,6). Mindkét oldalon szinte az ugyanolyan gyors kiáramlás jelentősen meghaladja a megadott 30 ml/100 ml-s határértéket.		
Vénás kapacitás V_c	< 6 ml/100 ml	Vénás lefolyás V_o	> 30ml/100 ml/perc

Kóros VVP-mérés



Nyomásnyomok a jobb és a bal lábszáron (mandzsetták), amelyek a volumen és a kiáramlás kezdeti növekedését mutatják 3 perc elteltével

Eredménytáblázat vénás kapacitással, vénás kiáramlással és artériás hatással

ÉRTELMEZÉSI KRITÉRIUMOK

Oldalkülönbségek	Szinte ugyanaz a beáramlás L/R és azonos vénás kapacitás. Azonban különböző a vénás kiáramlás a 85,5 L-el és 23,2 R-el, egyértelműen kóros a jobb oldalon.		
Vénás kapacitás V_c	< 6 ml/100 ml	Vénás lefolyás V_o	< 30ml/100 ml/perc (jobb oldal)

4.3 További vénás mérések

További vénás tesztek, amelyeket az Angio Experience Systemmel végezhetünk, és a fejezetekben nem írták le:

- APG – Air Plethysmographie
- PDM – Phlebodynamometria (beleértve a rekesznyomás mérését)

Szószedet

Artériás merevség

Az artériás merevség a biológiai öregedésből és az ateroszklerózisból ered. A megnövekedett artériás merevségnek fokozott kardiovaszkuláris kockázata van, pl. szívroham és stroke.

Amikor a szív összehúzódik, pulzust vagy energiahullámot hoz létre, amely a keringési rendszeren áthalad. A sebesség, amivel a pulzushullám terjed (pulzushullám-sebesség PWV), az artériák merevségéhez kapcsolódik. Az aorta pulzushullám-sebességének mérése, a nagy artériák merevségének prognosztikai jelentőségének legerősebb bizonyítékát nyújtja.⁴

Atherosclerosis

Az atherosclerosis az arteriosclerosis klinikai képe, amelynél az artéria fala anomáliákat, ún. léziókat alakít ki. Ezek a sérülések szűküléshez vezethetnek az atheromatous plakkok lerakódása miatt. Kezdetben általában nincsenek tünetek. Súlyos esetekben szívkoszorúér-betegséghez vezethet, stroke-hoz, perifériás artériás betegséghez, veseproblémákhoz, attól függően, hogy mely artériák érintettek. Általában a tünetek csak később jelennek meg.

A pontos oka nem ismert. A kockázati tényezők közé tartozik az abnormális koleszterinszint, a gyulladós markerek emelkedett szintje, a magas vérnyomás, a cukorbetegség, a dohányzás, az elhízás, a családi anamnézis és az egészségtelen étrend. Az artériák szűkülése korlátozza az oxigénben gazdag vér áramlását a testrészekhez. A diagnózis többek között fizikai vizsgálaton, elektrokardiogrammon és terheléses teszten alapul.

Az atherosclerosis általában fiatal korban kezdődik, és az életkor előrehaladtával súlyosbodik. Szinte minden ember érintett bizonyos mértékig 65 éves koráig. A fejlett országokban az atherosclerosis a halál és a fogyatékos állapot leggyakoribb oka.⁵

Krónikus vénás elégtelenség (CVI)

A krónikus vénás elégtelenség (CVI) olyan betegség, amelyben a vér felhalmozódik a vénákban, és megterheli a vénafalakat. A CVI leggyakoribb oka egy felületes vénás reflux, ami egy kezelhető állapot. Mivel működő vénás szelepek szükségesek az alsó végtagok hatékony vérvisszaáramlásához, ez a betegség általában a lábakat érinti. Ha a zavart vénafunkció jelentős tüneteket okoz, például duzzanat és fekélyképződés, akkor egy krónikus vénás betegségről beszélhetünk. Néha krónikus perifériás vénás elégtelenségnek is nevezik, ezért nem szabad összetéveszteni a poszttrombotikus szindrómával, amelyben a mélyvénákat egy korábbi mélyvénás trombózis károsította.

A CVI legtöbb esete javítható a felületes vénás rendszer kezelésével, vagy a mély rendszer stentálásával. A visszér például most már helyi érzéstelenítéssel endovénás műtéttel kezelhető. A CVI gyakorisága magasabb a nőknél, mint a férfiaknál. Egyéb kockázati tényezők a genetika, a dohányzás, az elhízás, a terhesség és a hosszú ideig tartó állás.⁶

Claudicatio intermittens

A claudicatio intermittens, amelyet vaszkuláris claudicationnak is neveznek, olyan tünet, amely leírja az izomfájdalmat enyhe erőfeszítés (fájdalom, görcsök, zsibbadás, fáradtság érzés) esetén, klasszikusan a vádliizomban, amelyek fizikai erőfeszítés során fordulnak elő, például járás közben és rövid pihenőidő után javulnak. A korai szakaszban általában perifériás artériás betegséggel társul, és a végtagok kritikus ischaemiájává válhat, hanem kezelik, vagy a kockázati tényezők nem változnak.⁷

⁴ Vgl.: https://en.wikipedia.org/wiki/Arterial_stiffness

⁵ Vgl.: <https://en.wikipedia.org/wiki/Atherosclerosis>

⁶ Vgl.: https://en.wikipedia.org/wiki/Chronic_venous_insufficiency

⁷ Vgl.: https://en.wikipedia.org/wiki/Intermittent_claudication

Kritikus végtag ischaemia (CLI)

A kritikus végtagi ischaemia (CLI) az alsó végtagok artériáinak súlyos elzáródása, ami jelentősen csökkenti a véráramlást. Ez a perifériás artériás elzáródásos betegség (PAD) súlyos formája, amely azonban ritkábban fordul elő, mint a claudicatio. A PAD-t az ateroszklerózis okozza, az artériák megkeményedése és szűkülése, idővel a zsíros lerakódások, úgynevezett plakkok lerakódása miatt.

A CLI egy krónikus betegség, amely súlyos fájdalomhoz vezet a lábakban vagy lábujjakban, még akkor is, ha pihe-nünk. A rossz vérkeringés szövődményei között szerepelhetnek a lábfejen és a lábakon lévő sebek, amelyek nem gyógyulnak. Kezelés nélkül a CLI szövődményei az érintett végtagok amputációjához vezetnek. A kritikus végtagi ischaemia a legszembetűnőbb jellemzői az ún. ischaemiás nyugalmi fájdalom – súlyos fájdalom a lábakban és lábfejekben, amikor nem mozgunk, vagy lábon/lábfejen nem gyógyuló sebek. További tünetek:

- Fájdalom vagy zsibbadás a lábakban
- Fényes, sima száraz bőr a lábakon vagy lábfejen
- Körmök megvastagodása
- Hiányzó vagy csökkent pulzus a lábakban/lábfejekben
- Nyitott sebek, bőrfertőzések vagy fekélyek, amelyek nem gyógyulnak
- Száraz gangréna (száraz, fekete bőr) a lábakon vagy lábfejekben⁸

Mediasclerosis (MS)

Míg az atherosclerosis az Intima betegsége, amelyet progresszív plakképződés jellemez, a mediasclerosis (MS) a Média betegsége, amelyet progresszív meszesedés jellemez. Mivel az MS nem elsősorban az Intima-t érinti, a múltban a perifériás artériás érelmeszesedés ártatlan szemlélőjének tekintették. A közelmúltban azonban az SM-et fontos független kardiovaszkuláris kockázati tényezőként és erős negatív prognosztikai mutatóként ismerték el. Az MS csodálatos következménye a véráramlásra gyakorolt hatása. A hatékony vérkeringés az érfalak rugalmasságától és a nyomásgradiensek átvitelétől függ, amelyek együtt dolgoznak, hogy „vis a tergo”-erőket hozzanak létre, amelyek pumpálják a vért a testen keresztül. A fejlett MS-el rendelkező erek elveszítik rugalmasságukat és képességüket a nyújtásra és visszafordulásra; következésképpen a „vis a tergo”-erő fokozatosan elvész. Előrehaladott esetekben a perifériás véráramlás gyakorlatilag megtorpan.⁹

Mikro- és makrocirkuláció

A mikrocirkuláció a vér keringése a legkisebb erekben, a mikrovaskulátúra mikroereiben, amelyek a szervek szöveteiben vannak jelen. A mikroerekhez tartoznak a terminális arteriolák, metarteriolák, kapillárosok és venolák. Az arteriolák oxigénben gazdag vért szállítanak a kapillárisokba, a vér pedig a kapillárisokból a venulákon keresztül a vénákba áramlik.

Ezen vérerek mellett a mikrocirkuláció magában foglalja a nyirokkapillárisokat és a kollektív csatornákat is. A mikrocirkuláció legfontosabb funkciói az oxigén és a tápanyagok ellátása, valamint a szén-dioxid eltávolítása (CO₂). A véráramlás és a szöveti keringés szabályozására is szolgál, ezáltal befolyásolja a vérnyomást és a gyulladási reakciókat, amelyek magukban foglalhatják az ödémát (duzzanatot) is. A mikrocirkuláció ellentétben áll a makrocirkulációval, amely a vér keringése a szervekbe és a szervekből.¹⁰

⁸ UCDAVISHEALTH, Vascular Center: „Critical limb ischemia (CLI)”, under: <https://health.ucdavis.edu/vascular/diseases/cli.html> (accessed on September 3, 2020).

⁹ Vgl.: Media sclerosis drives and localizes atherosclerosis in peripheral arteries; Fok, P. W., & Lanzer, P. (2018). PloS one, 13(10), e0205599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205599>

¹⁰ Vgl.: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microcirculation>

Oszcillográfia

Az oszcillográfia változó áramok, feszültségek vagy egyéb elektromossággá alakítható mennyiségek hullámformáit, például fényt, hanghullámokat vagy pulzushullámokat tanulmányozza. A pulzus-oszcillográfiát pneumatikus vagy optikai alkalmazásban lehet elvégezni a pulzushullámok időbeli rögzítésére.

Oszcillometrikus index

Az oszcillometrikus index az átlagos artériás vérnyomás jó közelítő értéke. Az artériás szegmens körüli mandzsetták használatával, pl. az ujj proximális területe, pulzushullámokat rögzítenek.

Ha a mandzsettanyomás supra-szisztolés, nagyon alacsony pulzáló nyomás és térfogat ingadozás lehetséges. Ennek eredményeként a mandzsetta belseje nem nyúlik meg, csak a proximálisan pulzáló ér által okozott nagyon kis rezgések rögzíthetők. A mandzsettanyomás fokozatosan csökken. Amikor a nyomás eléri a szisztolés artériás vérnyomás értékét, az amplitúdó növekedni kezd. E küszöb alatt az artériák kibővíülhetnek a szisztolés alatt, miközben teljesen összenyomódnak a diasztolésban. A pulzáló térfogatváltozások csökkentik a mandzsetta térfogatát, és ezáltal megváltoztatják a mandzsettában lévő nyomást.

A szisztolés és a diasztolés érrendszer átmérője közötti legnagyobb különbség nyomásszinten fordul elő, amelyben az artériák szinte a maximális vaszkuláris átmérővel rendelkeznek a szisztolés alatt, a diasztolés során pedig teljesen összenyomódnak. Ezért a mandzsetta regisztrálhatja a maximális nyomáskülönbségeket ebben a nyomási lépésben. Ez azt jelenti, hogy a rögzített pulzushullámoknak a legnagyobb amplitúdója van. Ezt a nyomást oszcillometrikus indexnek nevezzük.

PAD

A perifériás artériás betegség (PAD) a karok és a lábak artériás keringési rendellenessége. Ennek oka a végtagok nagy ereinek bezárulása vagy szűkülése. PAD-nál az érintett betegek fájdalomról panaszkodnak járás közben, a keringés zavar mértékétől függően (claudicatio intermittens), nyugalmi fájdalomról vagy sebek jelennek meg. PAD feltételezhető, ha az egyik lábon $ABI \leq 0,9$ értéket észlelnek. Másrészt az $ABI > 0,9$ nem feltétlenül kontraindikáció a PAD-nak.

Pletizmográfia

A pletizmográfia méri a volumenváltozásokat a test különböző részein. Ezeket a változásokat vérnyomás mandzsettával vagy optikai érzékelőkkel mérik. Ezeket ún. pletizmográfhoz csatolják.

Poszttrombotikus szindróma – PTS

A poszttrombotikus szindróma (PTS) más néven posztflebitikus szindróma vagy vénás terhelés zavar, egy olyan betegség, amely a mélyvénás trombózis (TVT) hosszú távú szövődményeként fordulhat elő.¹¹

Pulzusvolumen-rögzítés – PVR

A pulzusvolumen-rögzítés a hagyományos oszcillográfiai mérési elv továbbfejlesztését írja le. A pneumatikus mérőmandzsetták felhelyezésével és felfújásával a végtagok bizonyos pontjain, mint például a felkar, csukló, comb, vádli, boka, kéz- vagy lábujjak, rögzíthetők a véráramlás rezgései által okozott nyomásváltozások.

¹¹ Vgl.: https://en.wikipedia.org/wiki/Post-thrombotic_syndrome

A modern eszközök elég érzékenyek ahhoz, hogy rögzítsék a pulzushullám formáját (beleértve azok releváns tulajdonságait, például amplitúdót, emelkedési időt stb.), és nem csak a beteg szívciklusa által okozott rezgéseket.

Raynaud-szindróma (Morbus Raynaud)

A Raynaud-szindróma, avagy más néven Raynaud-jelenség, egy olyan betegség, amelyben a kis artériák görcse az endarteriolák csökkent véráramlásának epizódjait okozza. Általában az ujjak, ritkábban a lábujjak érintettek. Még ritkábban az orr, a fül vagy az ajkak is. A rohamok során az érintett terület először fehérré válik, majd kékre vált. Zsibbadásérzés vagy fájdalom is gyakran előfordul. Amikor a vérkeringés újból beindul, a terület pirosra vált és égni kezd. A rohamok általában percekig tartanak, de több órán át is eltarthatnak.

A diagnózis érdekében az ujjak artériáiban a nyomást a kezek lehűlése előtt és után mérik. Legalább 15 Hgmm esés diagnosztikus (pozitív).¹²

Mélyvénás trombózis (TVT)

A mélyvénás trombózis (TVT) egy vérrög képződése egy mély vénában, főleg a lábakban vagy a medencében. A tünetek közé tartozik a fájdalom, duzzanat, bőrpír és megnagyobbodott vénák az érintett területen. A TVT leggyakoribb hosszú távú szövődménye a posztthrombotikus szindróma, ami fájdalmat, duzzanatot, viszketést, súlyos esetekben fekélyeket is okozhat.¹³

¹² Vgl.: https://en.wikipedia.org/wiki/Raynaud_syndrome

¹³ Vgl.: https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_vein_thrombosi

Referenciák

Tissue optical perfusion pressure: a simplified, more reliable, and faster assessment of pedal microcirculation in peripheral artery disease; Horstick, Messner, Grundmann, Yalcin, Weisser, Espinola-Klein; Vol. 319: H1208–H1220, 2020, AJP Heart – American Physiological Society

Diagnostic accuracy of ankle-brachial index by Doppler-based versus four-point oscillometry based measurements; Mayr, Hirschl, Klein-Weigel, Girardi, Kundi; Vol. 48/6 – 2019, VASA – European Journal of Vascular Medicine

Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II); Norgren et al., Journal of Vascular Surgery, Volume 45, Issue 1, 2007

2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients With Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines; Gerhard-Herman et. al., AHA – American Heart Association, 2017

Interrater and intrarater reliability of photoplethysmography for measuring toe blood pressure and toe-brachial index in people with diabetes mellitus. (Scanlon C. et al. 2012)

Photoplethysmography detection of lower limb peripheral arterial occlusive disease: a comparison of pulse timing, amplitude and shape characteristics. (Allen J et al. 2005)

Photoplethysmography can replace hand-held Doppler in the measurement of ankle/brachial indices. (Whitely MS et al. 1998)

Effects of isokinetic calf muscle exercise program on muscle strength and venous function in patients with chronic venous insufficiency. (Ercan et al. 2018)

How posture influences venous blood flow in the lower limbs: results of a study using photoplethysmography. (Lastowiecka-Moras 2017)

An evaluation of the lower extremity muscle strength of patients with chronic venous insufficiency. (Cetin et al. 2016)

Risk factors for chronic ulceration in patients with varicose veins: a case control study. (Robertson et al. 2009)

Automated oscillometric blood pressure and pulse-wave acquisition for evaluation of vascular stiffness in atherosclerosis. (Massmann et al. 2017)

Diagnostic Accuracy Study of an Oscillometric Ankle-Brachial Index in Peripheral Arterial Disease: The Influence of Oscillometric Errors and Calcified Legs. (Herraiz-Adilo et al. 2016)

Venous filling time using air-plethysmography correlates highly with great saphenous vein reflux time using duplex.
(Lattimer et al. 2014)

UCDAVISHEALTH, Vascular Center: „Critical limb ischemia (CLI)“, under: <https://health.ucdavis.edu/vascular/diseases/cli.html> (accessed on September 3, 2020).

Media sclerosis drives and localizes atherosclerosis in peripheral arteries; Fok, P. W., & Lanzer, P. (2018). PloS one, 13(10), e0205599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205599>



Speciális érrendszeri diagnosztika

www.sot-medical.com

Sonotechnik Austria Angio Experience GmbH
Alte Hollenburger Strasse 4, A-9161 Maria Rain
AUSTRIA

Forgalmazza:

Premium Health Concepts Kft.

H - 9400 Sopron, Híd utca 54.

office@premiumhealth.hu

+36 30 / 229 2196

www.premiumshop.hu

