

EREDETI KÖZLEMÉNY

Különböző cardiovascularis rizikóbecslő pontrendszereken, a pulzushullám-terjedési sebességen és a coronaria-kalcium pontszám alapján alapuló artériás életkor számítási módszereinek összehasonlítása

GYÖNGYÖSI Helga¹, VECSEY-NAGY Milán², NEMCSIK János^{1,3}

¹Családorvosi Tanszék, Semmelweis Egyetem, Budapest

²MTA-SE Kardiovaszkuláris Képző Kutatócsoport, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Semmelweis Egyetem, Budapest

³Zuglói Egészségügyi Szolgálat (ZESZ), Budapest

ABSZTRAKT

Bevezetés: Az artériás (vascularis) életkor meghatározása segíthet a betegeknek a preventív stratégiák fontosságának megértésében. Habár számítására több módszer is létezik, ezek összehasonlításáról jelenleg nem áll rendelkezésre adat.

Célkitűzés: Kutatásaink célja, hogy meghatározzuk az artériás életkort a Framingham Risk Score (FRS), a Systematic COronary Risk Evaluation Score (SCORE), a carotis-femoralis pulzushullám-terjedési sebesség (PWV), illetve a coronaria-kalcium pontszám (CACS) mérése alapján.

Módszerek: Első vizsgálatunkba szív- és érrendszeri szűrőprogramon részt vevő egyének kerültek bevonásra, míg második kutatásunk betegcsoportját kis és közepes rizikójú, mellkasi panaszos betegek képezték. A PWV-t tonometriás módszerrel határoztuk meg, míg az artériás életkor meghatározása az FRS, SCORE, valamint a CACS rizikóbecslő pontszámok segítségével történt. Az artériás, illetve kronológiai életkor különbsége alapján azonosítottuk az emelkedett artériás korú egyéneket (PWV+, FRS+, SCORE+, CACS+).

Eredmények: Az első vizsgálatba bevont 172 páciens esetében a PWV+ betegek közül 58 (84%) volt FRS+ is, és ez az arány a SCORE+ betegek esetében is magas volt (47/55, 85,4%). A PWV+ és a SCORE+ alanyok között azonban csak mérsékelt átfedés volt, a SCORE+ betegek közül mindössze 17 (30,9%) volt PWV+ is. A második vizsgálat 241 páciense esetén az FRS- és SCORE-alapú biológiai életkor erős korrelációt mutatott ($r=0,84$, $p<0,001$), míg a CACS alapján számított életkor mérsékelt korrelációt mutatott az FRS és a SCORE alapján kalkulálttal ($r=0,50$ és $r=0,52$, mindkettő $p<0,001$).

Következtetés: A különböző módszerrel meghatározott artériás életkorok között tapasztalt eltérések az egyes artériáséletkor-számítási módszerek további részletes összehasonlítását kívánják meg prospektív körülmények között.

Kulcsszavak: artériás életkor, pulzushullám-terjedési sebesség, coronaria-kalcium pontszám, Framingham, SCORE

Comparison of different cardiovascular risk score, pulse wave velocity and coronary artery calcium score- based methods for vascular age calculation

Gyöngyösi H, Vecsey-Nagy M, Nemcsik J.

Abstract

Background: The calculation of vascular age can help patients understand the importance of preventive strategies. However, multiple methods are available to calculate vascular age and no comparison data is available yet.

Aim: Our aim was to evaluate vascular age based on the Framingham Risk Score (FRS), the Systematic COronary Risk Evaluation (SCORE), carotid-femoral pulse wave velocity (PWV) and coronary artery calcium score (CACS).

Methods: Individuals participating in a cardiovascular screening program were included in our first study, whereas the population of our second study consisted of low and intermediate risk patients with stable chest pain. PWV was measured by tonometry, while vascular age was defined based on FRS, SCORE and CACS risk scores. Individuals with elevated vascular age (PWV+, FRS+, SCORE+, CACS+) were identified based on the observed differences between vascular and the respective chronological age.

Levelező szerző:

Dr. Nemcsik János,
SE Családorvosi Tanszék,
1085 Budapest, Stáhly út 9.
E-mail: janos.nemcsik@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33668/hn.26.029>

Hypertonia és Nephrologia
2022;26(6):257-65.

Results: In our first study, 172 patients were involved. Overall, 58 (84%) of the PWV+ subjects were also FRS+, and this proportion was high in case of SCORE+ patients as well (47/55, 85.4%). However, only moderate overlap was found between PWV+ and SCORE+ subjects as 17 (30.9%) of SCORE+ patients were also PWV+. In our second substudy involving 241 patients, FRS- and SCORE-derived biological age showed strong correlation ($r=0.84$, $p<0.001$), while vascular age based on CACS moderately correlated with FRS and SCORE ($r=0.50$ and $r=0.52$ respectively, both $p<0.001$).

Conclusion: The differences found between the calculated vascular ages and the proportion of subjects with elevated vascular age warrants further prospective comparison of different vascular age calculation methods.

Keywords: blood circulation, gender differences, physical activity, body mass index, ESC/ESH/HHS Guidelines

Bevezetés

A szív- és érrendszeri betegségek annak ellenére vezető halálokok világszerte, hogy életmódváltással, illetve megfelelő gyógyszeres kezeléssel mérsékelhető a kedvezőtlen hatásuk mértéke (1). Egy lehetséges módszer a beteg-együttműködés javítására a jövőbeni cardiovascularis esemény vagy halálozás kockázatának bemutatása a pácienseknek, azonban az ezt a kockázatot jellemző számérték (például a halálos kimenetelű cardiovascularis esemény 10 éves kockázata) igen alacsonynak is adódhat, így nem feltétlenül meggyőző a betegek számára. Ezért alkották meg az artériás (vascularis) életkor fogalmát, amely leírja, hogy a betegek artériás érrendszere idősebb-e a kronológiai életkoruknál (2). Az artériás életkor egy megközelítése a páciens becsült 10 éves cardiovascularis kockázatából származtatott, biológiai életkor kifejezésére szolgáló egyéni mérőszám, de meghatározása nemcsak rizikóbecslő pontszámokon, hanem eszközös méréseken is alapulhat.

Az artériás érfalmerevség növekedése – amely az artéria falának szerkezeti és funkcionális változásainak következménye – az érrendszeri öregedést jelzi. Az artériás érfalmerevség legelfogadottabb markere, a carotis-femoralis pulzushullám-terjedési sebesség (PWV) mérése is használatos a korai éröregedés kimutatására, azonban PWV-n alapuló pontos érrendszeri életkorszámítás még nem áll rendelkezésre (3, 4).

A Framingham Risk Score (FRS) egy ismert cardiovascularis kockázatbecslő módszer, amelyet 2008-ban publikáltak (2). Az FRS egyéni, nemre specifikus becsléseket ad a cardiovascularis halálozás és cardiovascularis esemény kialakulásának 10 éves kockázatát illetően. Az FRS-t leíró tanulmányban az artériás életkor becslésének módszerét is közlik a szerzők, amely először az FRS kiszámításán alapul, majd az ezzel asszociált cardiovascularis rizikót egy olyan személy életkorával egyeztetik, akinek azonos a becsült kockázata, azonban minden egyéb rizikófaktortól mentes (2).

A Systematic COronary Risk Evaluation (SCORE) minden bizonyonnyal a legszélesebb körben használt módszer a halálos kimenetelű cardiovascularis események 10 éves kockázatának becslésére. A SCORE-alapú artériás kor meghatározása hasonlóságokat mutat az FRS artériás életkor számításával, hiszen definíciója szerint az artériás életkor egy olyan személy életkora, akinek rizikófaktorai mind a normáltartományon belül vannak, így cardiovascularis rizikóját kizárólag az életkorral és a nemmel kapcsolatos kockázat eredője határozza meg (5).

Az artériás életkor meghatározása a koszorúér-kalcium pontszám (CACS) alapján megbízható alternatíva lehet a manifest atherosclerosis közvetlen vizualizálása segítségével (6). Az artériás életkor CACS-mérésekből való származtatásának alapja annak az életkornak a meghatározása, amelyben a becsült koszorúér-betegség (CHD) kockázata egyenértékű a megfigyelt CACS-értékkel asszociált CHD-rizikóval (7).

Bár az FRS-t, a SCORE-t és a CACS-t korábban mind felhasználták artériás életkor mérésére, kevés az e technikákat összehasonlító adat. Jelen tanulmányaink célja, hogy összehasonlítsuk az FRS, a SCORE, a PWV, valamint CACS alapján végzett módszereket az artériás életkor számítására. Hipotézisünk szerint a hagyományos rizikófaktor-elemzések alapján számolt artériás életkorok jelentős különbségeket mutathatnak a PWV- és CACS-alapú módszertanhoz képest, ami hatással lehet a cardiovascularis prevenciók stratégiák hatékonyságára. A jelen kézirat alapját képező két vizsgálatunk eredményét nemrégiben nemzetközi szaklapokban publikáltuk (8, 9).

Módszerek

Az első vizsgálatba szív- és érrendszeri szűrőprogramban részt vevő 40–65 év közötti személyeket vontunk be 2012 augusztusa és 2019 januárja között három budapesti háziorvosi praxisban. Egészséges alanyok, fehéreköpeny-hypertoniában szenvedő betegek, kezelt krónikus (nem rezisztens) hypertoniában és rezisztens hypertoniában szenvedő betegek kerültek bevonásra. A pitvarfibrillációban (carotis-femoralis PWV értékelhetősége korlátozott) szenvedő páciensek kizárásra kerültek. Egészséges résztvevőknek minősültek azok, akik nem rendelkeztek dokumentált krónikus betegséggel. A magasvérnyomás-betegség az aktuális európai hypertonia-irányelv szerint került meghatározásra (10). Fehéréköpeny-hypertoniáról beszélünk, amennyiben emelkedett rendelői vérnyomásértékeket mérünk ($>140/90$ Hgmm), de a 24 órás ambuláns vérnyomásmérés (ABPM) során normális vérnyomásértékek észlelhetők: 24 órás átlag $<130/80$ Hgmm, nappali átlag $<135/85$ Hgmm, éjszakai átlag $<120/70$ Hgmm (10). Rezisztens hypertoniáról akkor beszélhetünk, ha a vérnyomás három különböző osztályba tartozó vérnyomáscsökkentő szer, köztük egy diuretikum egyidejű alkalmazása ellenére is $140/90$ Hgmm felett marad, vagy amennyiben csak háromnál több gyógyszer alkalmazása mellett kontrollálható (11). Korábban már publikálásra került néhány eredmény ebből a kohorszból (12–15). Az alanyok egy kérdőívet töltöttek ki a szűrővizsgálat során, amely a személyes és

családi kórtörténetet tartalmazta. Ezután egy előzetesen egyeztetett napon, reggel 7.00–8.00 óra között rendelői brachialis vérnyomás- és PWV-mérés, majd vérvétel történt. A klinikai mérések reggelén, öt perc pihenés után, mindkét karon kétszer mértünk vérnyomást egy validált oszcillometriás készülékkel (Omron M3, Kiotó, Japán). A vizsgálat során azon oldal (bal/jobbs) értékeinek átlagát használtuk, amelyen magasabb értékeket mértünk. Ezt a készüléket használtuk a PWV mérése során is. A laborvizsgálat elkészülte után a cardiovascularis rizikóbecslő pontszámok (FRS, SCORE) alapján számítottuk a betegek artériás életkorát.

A második vizsgálatban 241, alacsony és közepes CHD-kockázatú, stabil mellkasi fájdalommal rendelkező, klinikailag indikált koszorúér-CT-angiográfiára (CCTA) utalt beteg vett részt 2019 júniusa és 2021 augusztusa között. A betegektől a „Molecular Fingerprinting in Coronary Heart Disease” vizsgálat keretében vettünk vérmintát. A vizsgálat elsősorban a koszorúér-betegséggel összefüggésbe hozható specifikus molekuláris minták infravörös spektroszkópiával történő azonosítására összpontosít. Minden 40 és 65 év közötti, vizsgálatba beleegyező beteg megfelelt a beválasztási kritériumoknak. A vizsgálatból kizárásra kerültek a korábbi coronariaintervención vagy koszorúérbypass-műtéten átesett betegek. A CCTA-vizsgálatot megelőzően minden beteg részletes demográfiai, antropometriai és kórtörténeti adatait rögzítettük. A hypertonia definícióját vérnyomáscsökkentő szerek rendszeres szedése képezte, míg a dyslipidaemia meghatározása a sztatínok rendszeres, dokumentált felírásán alapult. A vérnyomást és a pulzusszámot kétszer mértük, egyszer egy órával a CT-vizsgálat előtt, egyszer pedig közvetlenül a vizsgálat előtt, validált oszcillometriás készülékkel (Omron M3, Kiotó, Japán), majd a két mérés átlaga került rögzítésre. A felvételtől átfogó laborvizsgálatot végeztünk, beleértve az összkoleszterin, az LDL-koleszterin és a HDL-koleszterin felmérését. Amint a laborvizsgálat eredményei rendelkezésre álltak, a különböző rizikóbecslő pontrendszerek alapján vascularis életkorszámításokat végeztünk.

Az artériás életkor kiszámítása a Framingham Risk Score (FRS) alapján

Az FRS-alapú érrendszeri életkor kiszámítását *D’Agostino* és munkatársai eredeti, FRS-számítás módszerét leíró tanulmánya alapján végeztük mindkét vizsgálatban (2). A modell figyelembe veszi az életkort, az összkoleszterinszintet, a HDL-koleszterint, a brachialis szisztolés vérnyomást, a magasvérnyomás-betegséget, a dohányzást és a cukorbetegséget, végül pedig nemre specifikus eredményeket szolgáltat. Az eredeti tanulmányban közölték a vascularis életkor FRS-alapú számításának módszerét is, amely alapja egy olyan rizikófaktoroktól mentes személy életkorának számítása, akinek a becsült kockázata megegyezik az FRS-alapú rizikóval (2). Az FRS artériás életkor számításának legmagasabb értéke 80+, de a matematikai számításokhoz a 80 éves életkort használtuk ezen alanyok esetében.

Az artériás életkor kiszámítása a Systematic COronary Risk Evaluation (SCORE) alapján

A SCORE kockázati pontszám számítása az életkor, a nem, a brachialis szisztolés vérnyomás, az összkoleszterinszint és a dohányzási státusz alapján történik, azonban szignifikáns

különbségek vannak az alacsony és a magas cardiovascularis kockázatú európai országok között (16). A SCORE alapján történő vascularis életkor számításának módszere az FRS-alapú vascularis életkor elveit követi, vagyis a vizsgált személy érrendszeri kora megegyezik egy olyan személy életkorával, aki ugyanakkora cardiovascularis kockázattal rendelkezik, azonban valamennyi rizikófaktor szintje normáltartományon belül van (5).

A carotis-femorális pulzushullám-terjedési sebesség mérése, a normális PWV kiszámítása és az emelkedett PWV-vel rendelkező betegek meghatározása

Brachialis vérnyomásmérést követően a páciensek 15 percig pihentek fekvő helyzetben, ezt követően került sor az artériás érfalmerevség mérésére. A PWV-t az aranystandard tonometriás módszerrel (PulsePen, DiaTecne, Milánó, Olaszország) mértük (17). Minden vizsgált személynél két PWV-mérési sorozatot végeztünk, és ezek átlagát használtuk a statisztikai elemzéshez. A PWV kiszámításakor a carotis-femorális távolság 80%-át használtuk (18). A normális PWV meghatározása korábban közzétett, életkorra korrigált PWV-referenciaértékek alapján történt (19). A várt PWV-nél magasabb PWV-vel (PWV+) rendelkező alanyokat a normális PWV mért PWV-értékből történő kivonásával határoztuk meg. Pozitív eredmény esetén az alanyt PWV+-ként azonosítottuk.

A vascularis életkor kiszámítása a coronaria-kalcium pontszám alapján

Minden betegnél natív koszorúér-vizsgálatot, illetve koszorúér-CT-angiográfiát (CCTA) végeztünk egy 256 szeletes CT-berendezéssel (Philips Brilliance iCT, Best, Hollandia) vagy egy dedikált cardiovascularis szkennelvel (CardioGrphe, GE Healthcare, Chicago, IL, Amerikai Egyesült Államok). A képeket 0,8 mm-es szeletvastagsággal, iteratív rekonstrukciós algoritmusok segítségével rekonstruáltuk (iDose, Philips Healthcare, Cleveland, OH, Amerikai Egyesült Államok/ASiR, GE Healthcare, Waukesha, WI, Amerikai Egyesült Államok). A koszorúér-kalcifikáció mértékét a natív felvételeken az Agatston-módszerrel számszerűsítettük (20). A koszorúér-betegség kiterjedésének, súlyosságának és eloszlásának megítélését tapasztalt szakemberek végezték (5-10 éves szív-CT-tapasztalattal). Súlyos koszorúér-betegségként a legalább 1 fő koszorúérben jelentős lumenszűkület ($\geq 70\%$ vagy $\geq 50\%$ a bal főtörzs esetében) definiáltuk. A betegek artériás korának becsülésére egy korábban leírt módszert alkalmaztunk (7). A páciens artériás életkora, vagyis az az életkor, amelyben a becsült CHD-kockázat megegyezik a mért CACS-sal asszociáltnal, a következő matematikai egyenlet segítségével számítható ki:

$$\text{artériás életkor} = 39,1 + 7,25 \times \log_{10}(\text{CACS} + 1).$$

Ezt követően kiszámítottuk az artériás és a kronológiai életkor különbségét. A pozitív különbség azt jelzi, hogy a vizsgálati alany 10 éves CHD-kockázata magasabb, mint ami a kronológiai életkor alapján várható lenne (artériás életkor+csoport), míg a negatív különbség azt jelenti, hogy a résztvevő 10 éves CHD-kockázata kisebb, mint ami a kronológiai életkor alapján várható (artériás életkor–csoport).

1. táblázat.

	Összes alany	PWV+	FRS+	SCORE+
n (%)	172	69 (40,1)	135 (78,5)*,#	55 (32)
Kronológiai életkor (évek)	55,5 (48,83–61,18)	51,2 (47,05–58,85)	54,1 (48,3–60,7)	58,8 (51,5–61,7)*,**
FRS artériás életkor (évek)	64 (54–79)	64 (51–80)	68 (59–80)	76 (60–80)*,**
SCORE artériás életkor (évek)	55 (44,2–60,7)	50 (41,5–56,5)	54 (44–62)	62 (56–68)*
Nem (férfi/nő)	72 (41,9%)/100 (58,1%)	39 (56,5%)/30 (43,5%)	63 (46,7%)/72 (53,3%)	23 (41,8%)/32 (58,2%)
Egészséges kontroll [n (%)]	26 (15,1%)	6 (8,7%)**	6 (4,4%)#	12 (21,8%)
KrónHT [n (%)]	75 (43,6%)	29 (42%)	64 (47,4%)#	18 (32,7%)
RezHT [n (%)]	13 (7,6%)	4 (5,8%)	13 (9,6%)	6 (10,9%)
FkHT [n (%)]	24 (13,9%)	11 (15,9%)	19 (14,1%)	5 (9,1%)
Dohányzás [n (%)]	40 (23,3%)	15 (21,7%)	39 (28,9%)	29 (52,7%)*,**
Alkoholfogyasztás [n (%)]	76 (44,2%)	32 (46,4%)	64 (47,4%)	27 (49,1%)
Diabetes [n (%)]	18 (10,5%)	9 (13%)	18 (13,3%)	7 (12,7%)
BMI [kg/m ²]	27,28±4,57	27,35±4,06	27,59±3,93	25,65±4,07
Vércukor [mmol/l]	5,39 (4,94–6,09)	5,48 (4,92–6,39)	5,4 (5–6,26)	5,4 (5,00–6,01)
GFR-EPI [ml/min/1,73 m ²]	87,2±13,89	89,67±15,29	93,27±15,00	95,90±11,29
Összkoleszterin [mmol/l]	5,59 (4,97–6,47)	5,6 (5,11–6,43)	5,65 (5,06–6,48)	6,42 (5,6–7,02)*,**
LDL-koleszterin [mmol/l]	3,61±0,97	3,43±0,94	3,65±1,17	4,07±1,12
HDL-koleszterin [mmol/l]	1,42 (1,18–1,66)	1,40 (1,16–1,51)	1,37 (1,15–1,59)	1,48 (1,21–1,82)
Triglicerid [mmol/l]	1,29 (0,94–1,98)	1,38 (0,940–2,05)	1,43 (0,98–2,05)	1,33 (1,03–2,03)
SBP [Hgmm]	136,16±16,41	134,6±10,77	132,4±10,31	126,23±12,00
DBP [Hgmm]	82,81±10,68	79,23±10,44	80,42±9,41	79,05±6,11
Pulzus [1/min]	74±10,97	75±11,38	73±11,07	81±10,74
PWV [m/s]	8,41 (7,6–9,38)	9,34 (8,41–10,69)**,#	8,58 (7,81–9,46)	8,67 (7,45–9,99)

PWV+ = a PWV alapján emelkedett artériás életkorú személyek; FRS+ = a Framingham Risk Score módszer alapján emelkedett artériás életkorú személyek; SCORE+ = a Systematic COronary Risk Evaluation módszer alapján emelkedett artériás életkorú személyek.

Rövidítések: FRS Art. életkor = artériás életkor a Framingham Risk Score módszer alapján; SCORE Art. életkor = artériás életkor a Systematic COronary Risk Evaluation módszer alapján; KrónHT = krónikus, nem rezisztens hipertóniában szenvedő betegek; ResHT = krónikus, rezisztens hipertóniában szenvedő betegek; CV betegség = cardiovascularis betegség; BMI = testtömegindex; GFR-EPI = glomerularis filtrációs ráta; LDL-koleszterin = alacsony sűrűségű lipoprotein-koleszterin; HDL-koleszterin = magas sűrűségű lipoprotein-koleszterin; SBP = brachialis szisztolés vérnyomás; DBP = brachialis diasztolés vérnyomás; PWV = carotis-femorális pulzushullám-terjedési sebesség.

Az adatok átlag±standard eltérés vagy medián (interkvartilis tartomány) módon lettek feltüntetve.

A kategorikus paramétereket n (%) formában adjuk meg. A szignifikáns különbségeket félkövér és dőlt betűkkel jelöltük: *szignifikáns különbség a PWV+-tól; **szignifikáns különbség az FRS+-tól; #szignifikáns különbség a SCORE+-tól.

Statisztikai elemzés

A deskriptív adatok átlag±szórás vagy medián és interkvartilis tartományok formátumban vannak feltüntetve. A folytonos paraméterek normalitását Kolmogorov–Smirnov-tesztel vizsgáltuk. Az első vizsgálatban az FRS vagy SCORE segítségével számított érrendszeri életkorok összehasonlítására Wilcoxon-féle előjeles rangtesztet alkalmaztunk a teljes kohorszban és a vizsgált alcsoportokban külön-külön is (cukorbeteg, krónikus hipertóniában szenvedők, egészséges személyek és fehérképeny-hypertóniában szenvedők). A PWV, FRS, illetve SCORE alapján alacsonyabb vagy magasabb artériás életkorú alanyok arányának eloszlását Cochran Q-tesztel hasonlítottuk össze. A különböző módszerek alapján emelkedett artériás életkorú alanyok (PWV+, FRS+, SCORE+) összehasonlítására normáloszlású folytonos változók esetén ANOVA-t alkalmaztunk Tukey-féle

post hoc tesztel, nem normáloszlás esetén pedig Kruskal–Wallis-tesztet használtunk. A kategorikus változók összehasonlítására Pearson-féle χ^2 -tesztet használtunk.

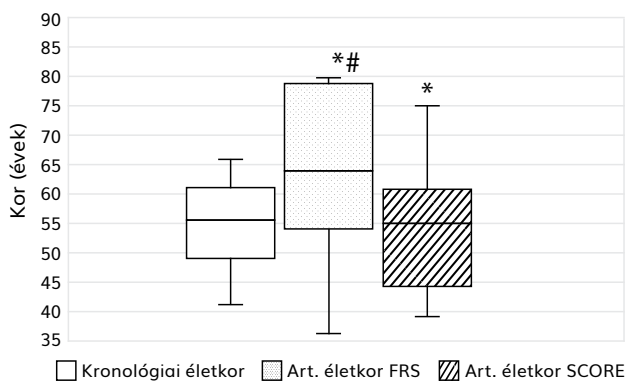
A második vizsgálatban a leíró adatok, a laboratóriumi paraméterek, a CACS-on, illetve különböző cardiovascularis kockázatbecslésen alapuló artériáséletkor-csoportok közötti különbségeket a csoportok között párosítatlan Student-féle t-próbával vagy Mann–Whitney-tesztel hasonlítottuk össze a normalitás függvényében, míg a kategorikus változók esetében χ^2 -próbát alkalmaztunk. A Wilcoxon előjeles rangtesztet végeztük el a különböző módszerekkel mért vascularis életkorok összehasonlítására a teljes populációban és a vizsgált alcsoportokban is (magasvérnyomás-betegségben szenvedő betegek és cukorbeteg).

A $p < 0,05$ értéket tekintettük szignifikánsnak. Minden számításhoz az SPSS 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, Amerikai Egyesült Államok) szoftvert használtuk.

Eredmények

Az első vizsgálatba 172 beteget vontunk be. A résztvevők jellemzőit, beleértve a demográfiai adatokat, valamint a laboratóriumi és hemodinamikai paramétereiket az 1. táblázat tartalmazza, ahol az emelkedett artériás életkorú egyének adatai is feltüntetésre kerültek az egyes módszerek alapján. A cukorbetegséggel vagy cardiovascularis betegséggel rendelkező betegek aránya relatíve alacsony volt, ami arra utal, hogy viszonylag alacsony kockázatú betegpopulációról van szó. Az FRS+ alanyok aránya (n=135, 78,5%) magasabb volt a PWV+ (n=69, 40,1%) és a SCORE+ (n=55, 32%) alanyokhoz képest (p < 0,05). A SCORE alapján emelkedett artériás korú egyének kronológiai kora, a dohányosok aránya, illetve a koleszterinszintjük a PWV+ és az FRS+ alanyoknál magasabbnak adódott, míg a PWV magasabb volt a PWV+ alanyokban az FRS+ és a SCORE+ alanyokhoz képest. A PWV- és az FRS-módszerrel arányaiban kevesebb egészséges kontrollt azonosítottunk, mint a SCORE-moddal. Az FRS-módszerrel a vizsgált populáció minden cukorbetegségben szenvedő és szinte minden cardiovascularis betegségben szenvedő betegénél emelkedett volt az artériás életkor. A SCORE+ betegeknél az FRS artériás életkor magasabb volt a PWV+ és FRS+ betegekhez képest, a SCORE artériás életkor pedig a PWV+ betegekhez képest volt emelkedett. Az FRS artériás életkor szerint 35 beteg (20,3%) 80+-nak minősült. Az 1. ábra alapján a kronológiai életkorhoz (55,5 [48,8–61,2] év) képest az FRS artériás életkor szignifikánsan magasabb volt (64 [54–79] év, különbség: 10,9 [1,5–18] év, p < 0,05). A SCORE artériás életkor szignifikánsan alacsonyabb volt (55 [44,2–60,7] év) a kronológiai életkorhoz képest (különbség: -1,9 [-4,3–1,1] év, p < 0,05) és az FRS artériás életkornál is (különbség: -12 [-17–5] év, p < 0,05).

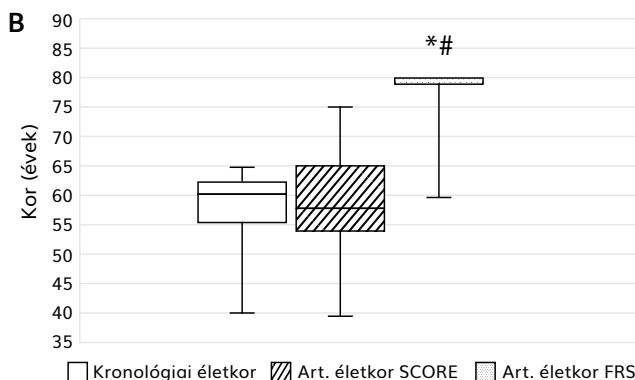
1. ábra. Kronológiai életkor és a különböző módszerrel kiszámított artériás életkorok a teljes kohorszban. A kronológiai életkor, a Systematic COronary Risk Evaluation és a Framingham Risk Score alapján számított artériás életkor a vizsgált populációban. Az adatokat mediánként, a minimális és maximális értékek hibásávokban történő feltüntetésével adtuk meg



*p < 0,05 a kronológiai életkorhoz képest;
#p < 0,05 az artériás életkor SCORE-hoz képest.

A 2. ábra a betegek különböző alcsoportjainak kronológiai életkorát, valamint SCORE- és FRS-alapú vascularis életkorát mutatja be. Az FRS artériás életkor a krónikus, kezelt hypertóniás betegeknél szignifikánsan magasabb volt a kronológiai

2. ábra. Kronológiai életkor és a különböző módszerrel kiszámított artériás életkorok különböző alcsoportokban. A kronológiai életkor, a Systematic COronary Risk Evaluation és a Framingham Risk Score alapján számított artériás életkor krónikus magasvérnyomás-betegségben szenvedő betegeknél (n=122, A), cukorbetegknél (n=18, B), illetve az egészséges és fehérvérnyomás-hypertóniában szenvedők körében (n=50, C). Az adatok mediánként vannak feltüntetve. (A minimális és maximális értékek hibásávokban láthatók)



*p < 0,05 a kronológiai életkorhoz képest;
#p < 0,05 az artériás életkor SCORE-hoz képest.

életkorhoz és a SCORE vascularis életkorhoz képest (68 [57–80], 58,3 [51,3–61,9], illetve 56 [49,2–62] év, $p < 0,05$) (2. A ábra). A cukorbetegknél ($n=18$) az FRS artériás életkor a kronológiai, illetve SCORE vascularis életkornál is jelentősen nagyobbak adódott (80 [79–80], 59,7 [55,8–61,8] és 58 [54–65] év, $p < 0,05$) (2. B ábra). Az egészséges alanyok és a fehérköpeny-hypertoniás betegek csoportjában a három életkor érdemben nem különbözött (kronológiai életkor: 55,5 [48,9–60,9] év, SCORE vascularis életkor: 55 [42–59,7] év, FRS vascularis életkor: 54 [48–63] év) (2. C ábra). Mindössze 16 (9,3%) alany érrendszeri életkora bizonyult magasabbnak a kronológiai életkoruknál mindhárom módszerrel. Ezzel szemben csak 19 alany (11%) találtak mindhárom módszerrel egészséges vascularis életkort. A PWV+ alanyok közül 58 (teljes populáció 84%-a) volt egyben FRS+ is, és ez az arány a SCORE+ betegek esetében is magas volt ($n=47$, 85,4%). A PWV+ és a SCORE+ alanyok között azonban mérsékelt átfedést találtunk, mivel a SCORE+ betegek közül csak 17 (30,9%) volt PWV+, ami a PWV+ alanyoknak csak 24,6%-a volt.

A második vizsgálatba összesen 241 beteget vontunk be. Kohorszunk medián életkora 56,2 (48,5–66,2) év volt, megközelítőleg felük volt nő (117/241, 48,5%), illetve dyslipidaemiás

(117/241, 48,5%), míg a medián Agatston-pontszám 2,0 (0,0–99,0) volt. A demográfiai paramétereket, a klinikai adatokat és a laboratóriumi eredményeket a 2. táblázat foglalja össze a teljes kohorszra és azon alcsoportokra vonatkozóan külön is, akiknek az artériás életkora a három alkalmazott modell esetén magasabb volt a kronológiai életkoruknál (CACS+, FRS+, SCORE+). Az FRS- és SCORE-alapú artériás életkor mediánja 68,0 (55,0–82,0), illetve 63,0 (53,0–75,0) év volt, ami 11,8, illetve 6,8 év többletet jelentett a medián kronológiai életkorhoz képest (mindkét esetben $p < 0,001$). Másrészt a CACS-sal korrigált medián vascularis életkor nem különbözött szignifikánsan a medián kronológiai életkortól ($p=0,19$). Összességében a CACS+ csoportba tartozóknál szignifikánsan magasabb kalciumscore és CACS-ból származtatott artériás életkor volt látható, mint az FRS+ és SCORE+ alpopulációban (mindkettő $p < 0,001$). A nők aránya szignifikánsan magasabb volt a SCORE+ csoportban a CACS+ betegekhez képest ($p=0,01$). Mindemellett a SCORE+ csoportban magasabb volt a hypertoniában szenvedő alanyok ($p=0,03$) és a dyslipidaemiás páciensek ($p=0,02$) aránya, mint a CACS+ populációban. Összességében a betegek 11,2%-ánál (27/241) volt súlyos CAD a CCTA során. A CACS (80,0 [65,0–94,2] vs.

2. táblázat.

	Összes alany	CACS+	FRS+	SCORE+
n (%)	241	102 (42,3)	201 (83,4)	226 (93,8)
Demográfiai adatok				
Kronológiai életkor (évek)	56,2 (48,5–66,2)	60,9 (50,2–68,1)	57,3 (48,7–66,8)	57,7 (48,5–66,4)
CACS artériás életkor (évek)	47,1 (39,1–72,3)	75,7 (66,3–84,8)	55,8 (39,1–75,9) *	50,0 (39,1–72,5) *
FRS artériás életkor (évek)	68,0 (55,0–82,0)	80,0 (60,0–84,0)	76,0 (60,0–83,0)	72,0 (57,0–82,0)
SCORE artériás életkor (évek)	63,0 (53,0–75,0)	69,5 (57,0–78,3)	65,0 (54,5–77,0)	64,0 (54,0–76,0)
Női nem [n (%)]	117 (48,5)	34 (33,3)	87 (43,3)	109 (48,2) *
BMI [kg/m ²]	27,2 (24,7–30,5)	28,4 (25,4–31,7)	27,6 (24,9–31,1)	27,2 (24,7–30,5)
Cardiovascularis rizikófaktorok				
Dohányzás [n (%)]	38 (15,8)	21 (20,6)	36 (17,9)	38 (16,8)
Hypertonia [n (%)]	151 (62,7)	75 (73,5)	141 (70,1)	139 (61,5) *
Diabetes [n (%)]	33 (13,7)	18 (17,6)	33 (16,4)	32 (14,2)
Dyslipidaemia [n (%)]	117 (48,5)	63 (61,8)	102 (50,7)	109 (48,2) *
SBP [Hgmm]	146,5±18,4	149,1±17,8	149,8±17,6	148,3±17,6
DBP [Hgmm]	88,9±10,4	89,9±10,5	90,1±10,2	89,6±10,1
Laboratóriumi paraméterek				
Vércukor [mmol/l]	5,4 (5,1–5,8)	5,5 (5,2–6,1)	5,4 (5,1–5,9)	5,4 (5,1–5,8)
GFR [ml/min/1,73 m ²]	78,5 (68,2–87,0)	75,2 (67,6–87,0)	78,5 (68,5–87,0)	78,2 (68,2–87,6)
Összkoleszterin [mmol/l]	5,0 (4,2–5,9)	5,0 (4,0–6,1)	5,1 (4,2–6,1)	5,1 (4,3–6,0)
LDL-koleszterin [mmol/l]	3,3 (2,4–4,0)	3,1 (2,3–4,2)	3,4 (2,4–4,2)	3,3 (2,4–4,1)
HDL-koleszterin [mmol/l]	1,3 (1,1–1,7)	1,3 (1,1–1,7)	1,3 (1,1–1,6)	1,3 (1,1–1,7)
Triglicerid [mmol/l]	1,4 (1,0–2,3)	1,5 (1,0–2,3)	1,5 (1,1–2,4)	1,5 (1,0–2,3)
Agatston-pontszám	2,0 (0,0–99,0)	154,5 (41,5–544,8)	9,0 (0,0–154,5) *	3,5 (0,0–103,3) *

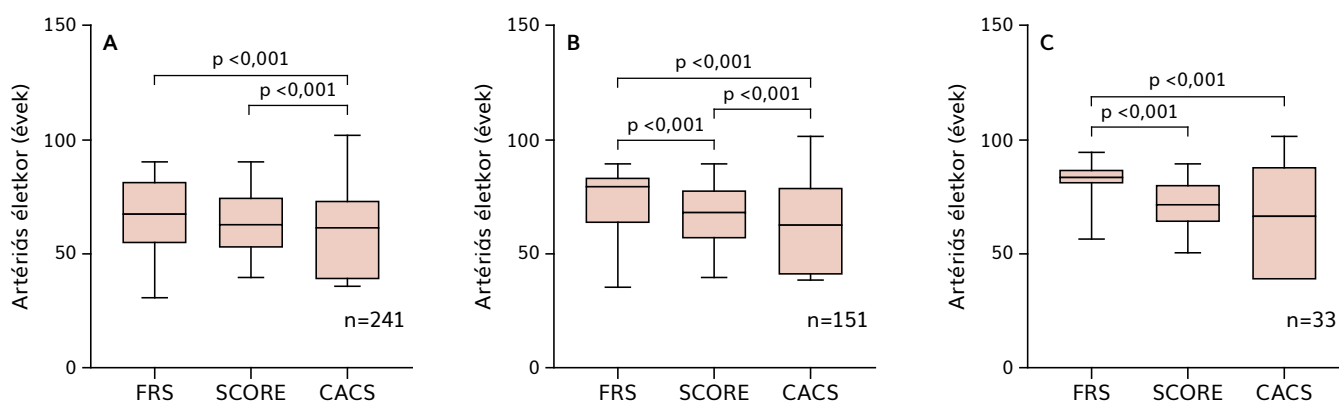
CACS+ = coronaria-kalcium pontszám alapján emelkedett artériás életkorú alanyok;

FRS+ = a Framingham Risk Score módszer alapján emelkedett érkorú alanyok; SCORE+ = a Systematic Coronary Risk Evaluation módszer alapján emelkedett artériás életkorú alanyok; CACS = coronary artery calcium score (coronaria-kalcium pontszám);

FRS = Framingham Risk Score; SCORE = Systematic COronary Risk Evaluation; BMI = testtömegindex;

SBP = szisztolés brachialis vérnyomás; DBP = diasztolés brachialis vérnyomás; GFR = glomerularis filtrációs ráta; LDL-koleszterin = alacsony sűrűségű lipoprotein-koleszterin; HDL-koleszterin = magas sűrűségű lipoprotein-koleszterin. A folytonos változók átlag±standard eltérés (SD) vagy medián (interkvartilis tartomány), míg a kategorikus változók számok és százalékok formájában lettek feltüntetve. A szignifikáns különbségeket félkövér és dőlt betűkkel jelöltük: *Szignifikáns különbség a CACS+-tól.

3. ábra. Különböző módszerekkel számított artériás életkorok közötti különbségek a teljes kohorszban és egyes alcsoportokban. FRS, SCORE és coronaria-kalcium pontszám segítségével számított artériás életkor közötti különbségek a teljes kohorszban (A) és külön-külön a magasvérnyomás-betegekre (B), illetve cukorbetegre (C) összpontosítva. **A** A teljes kohorszban szignifikáns különbség volt megfigyelhető az FRS és a coronaria-kalcium pontszám ($p < 0,001$), valamint a SCORE és a coronaria-kalcium pontszám ($p < 0,001$) között. Nem volt különbség az FRS- és a SCORE-ból származtatott artériás életkor között ($p = 0,08$). **B** Minden párszerű összevetés szignifikánsnak bizonyult a kezelt hypertóniás betegek értékelésekor (mindegyik $p < 0,001$). **C** A cukorbetegre vizsgálva az FRS-sel számított artériás életkor szignifikánsan magasabb volt, mint a többi módszerrel számított artériás életkor (mindkettő $p < 0,001$), míg a SCORE- és a coronaria-kalcium pontszám eredetű érrendszeri életkor nem különbözött szignifikánsan ($p = 0,16$).



FRS = Framingham Risk Score; SCORE = Systematic Coronary Risk Evaluation

39,1 [39,1–68,4], $p < 0,001$) és az FRS (80,0 [64,0–84,0] vs. 68,0 [55,0–82,0], $p = 0,03$) alapján számított medián vascularis életkor szignifikánsan magasabbnak bizonyult a súlyos fokú szűkülettel rendelkező betegeknél. A 3. ábra az egyes score-alapú érrendszeri életkorok összehasonlítását mutatja be. A teljes vizsgált populációt tekintve nem volt különbség az FRS- és SCORE-alapú artériás életkorok között ($p = 0,08$), míg a CACS-alapú korrigált biológiai életkor szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a másik két módszerrel számított vascularis életkor (mindkettő $p < 0,001$) (3. A ábra). A 3. B ábra az FRS-, a SCORE- és a CACS-alapú artériás életkorok összehasonlítását mutatja be hypertóniás betegeknél ($n = 151$). Minden pár szerinti összevetés szignifikáns különbségeket mutatott, mivel az FRS-hez igazított artériás életkor szignifikánsan magasabb volt, mint a SCORE- és a CACS-alapú artériás életkor, valamint a CACS-hoz igazított artériás életkor szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az FRS- és a SCORE-alapú artériás életkorok (mindegyik $p < 0,001$). A dokumentált cukorbetegségben szenvedő betegek ($n = 33$) esetében az FRS által számított vascularis életkor statisztikailag magasabbnak adódott, mint a SCORE- és a CACS-alapú artériás életkor (mindkettő $p < 0,001$), míg a SCORE és a CACS alapján megállapított vascularis életkor mediánja nem különbözött szignifikánsan ($p = 0,16$) (3. C ábra).

Megbeszélés

Vizsgálatainkban összehasonlítottuk a különböző módszerekkel számított artériás életkorok értékeit, valamint az emelkedett artériás életkorú alanyok arányait az egyes modellekben. Jelentős különbségeket találtunk az FRS és SCORE segítségével számított artériás életkor értékei között, valamint a PWV, FRS vagy SCORE

alapján meghatározott, csökkent érrendszeri életkorú egyének arányában. Mindemellett jelentős különbségek mutatkoztak a CACS, illetve hagyományos kockázati pontszámok alapján mért artériás életkorok között is.

Az abszolút cardiovascularis kockázat matematikai fogalma a betegek többsége számára nehezen értelmezhető. Az artériás életkor számítása mögött az a megfontolás áll, hogy pusztán a kronológiai életkor önmagában nem szolgáltat elegendő információt az érrendszer öregedési folyamatáról, ezzel szemben az artériás életkor értékes információkat nyújthat a betegeknek az érrendszerük biológiai kora és a tényleges életkoruk közötti kapcsolatról. A közérthetőbb módon kommunikált cardiovascularis kockázatbecslések javítják a beteg gyógyszeres kezeléshez és életmódbeli módosításokhoz való adherenciáját (21). A cardiovascularis megelőző stratégiák – például testmozgás (22), diéta (23), sófogyasztás csökkentése (24) – időszzerű megkezdéséhez elengedhetetlen az emelkedett artériás életkorú egyének azonosítása. Ezzel szemben az időben nem kiszűrt betegek hosszabb távon hátrányos helyzetbe kerülhetnek az elmulasztott életmódbeli változtatások miatt. Mivel a korai artériás öregedés felmérésére számos különböző módszer létezik, ideális lenne, ha ezek ugyanazokat a betegeket azonosítanák, de vizsgálataink azt mutatják, hogy ez nem így van. Az FRS segítségével sokkal több alanytal volt magasabb az artériás, mint a kronológiai életkor a PWV- és a SCORE-alapú módszerekhez képest, míg az artériás életkor kiszámításának hagyományos módszerei a CACS-hez képest tendenciaszerűen felülbecsülték az artériás életkort. Emellett csak mérsékelt átfedés volt a PWV és a SCORE alapján azonosított alanyok között. A számított artériás életkorokban talált különbségeket a módszertani különbségek indokolhatják.

Mindazonáltal a manifeszt koszorúér-atherosclerosis kimutatása magában hordozza annak lehetőségét, hogy az egyének valódi cardiovascularis kockázatát pontosabban mérje fel (25, 26). Ezenkívül a CT-angiográfia eredményének bemutatása a betegeknek megkönnyítheti a módosítható kockázati tényezők és az atherosclerosis közötti kapcsolat érzékeltetését, így a hagyományos kockázati pontszámmodellekhez képest hatékonyabban segítheti a compliance-t. Az FRS-sel és a SCORE-ral ellentétben a PWV-meghatározás nemcsak kockázatbecslő rendszer, hanem definitív mérés is, ami számos előnnyel jár. Vizsgálatunkban azt találtuk, hogy a PWV-alapú módszer az FRS-hez képest kevesebb emelkedett artériás életkorú alanyt azonosított és nagy arányban különböző alanyokat azonosított a SCORE-hoz képest. Ennek a jelenségnek a magyarázatára szolgálhat, hogy a PWV inkább a nagyartériák öregedését mutatja, kevésbé a kiserek változásait, ezzel szemben az FRS és a SCORE néhány paraméterre (összkoleszterin, HDL-koleszterin) a teljes érrendszerre vonatkozó kockázatot tükrözi.

Az eredeti SCORE-modell a cardiovascularis halálozás 10 éves kockázatának becslésére lett kifejlesztve, a módszert pedig elsősorban az életkor határozza meg, ami ahhoz vezethet, hogy egy fiatal, ugyanakkor számos cardiovascularis rizikótényezővel rendelkező beteg alacsony abszolút kockázatú egyénnek számít. Az FRS további, nem halálos kimenetelű cardiovascularis eseményeket is vizsgál, integrálva a cukorbetegséget és a kezelt magasvérnyomás-betegséget is (2, 16). Valószínűleg ez magyarázza a markánsabb különbségeket a diabeteses és hypertóniás páciensek esetén az FRS, illetve SCORE között. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy cukorbeteg és kezelt hypertóniás betegek esetében az FRS-alapú érrendszeri életkor számítása hatékonyabb lehet a betegek meggyőzésében a terápia betartásának fontosságáról, mint a SCORE-alapú módszer. Egészséges alanyok és fehérvérnyomás-hypertóniás betegek esetében a két módszer (FRS és SCORE) egyenértékűnek tűnik, de további, nagyobb számú beteg bevonásával végzett prospektív vizsgálatokra van szükség a megfigyelés megerősítéséhez.

Tanulmányainknak voltak bizonyos korlátai. Mivel nincs egyértelmű ajánlás arra vonatkozóan, hogy milyen határértékek mentén kell meghatározni azt az emelkedett artériás életkort, amely életmódváltást vagy agresszív terápiát tehet indokoltá, vizsgálatainkban nem tettünk különbséget a néhány hónappal vagy több évvel előrehaladott artériás korú alanyok között. Emellett az első vizsgálatot alacsony cardiovascularis kockázatú betegpopulációban végeztük, a második vizsgálatban pedig kizárólag olyan betegeket vontunk be, akiket stabil angina pectoris miatt utaltak CCTA-vizsgálatra, ami korlátozhatja eredményeink általánosíthatóságát. A második vizsgálatban a vérnyomásmérés nem a jelenlegi irányelveknek megfelelően történt, csak az egyik karon végeztünk mérést, ami befolyásolhatja a SCORE és az FRS számítását. Továbbá a bevont alanyok limitált száma, valamint a vizsgálat keresztmetszeti jellege korlátozta a további elemzések lehetőségét.

Összefoglalás

Vizsgálataink rámutattak arra, hogy a különböző módszerekkel számított artériás életkorok jelentősen eltérhetnek egymástól, valamint, hogy az azonosított, emelkedett artériás életkorú személyek aránya módszerfüggő. Eredményeink további

prospektív vizsgálatok szükségességét hangsúlyozzák, amelyek segíthetnek a különböző módszerek használatának optimalizálásában.

Irodalom

1. *Ettehad D, Emdin CA, Kiran A, et al.* Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2016;387:957-67. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01225-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01225-8)
2. *D'Agostino RB, Vasan RS, Pencina MJ, et al.* General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2008;117:743-53. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.699579>
3. *Nemcsik J, Cseprekál O, Tislér A.* Measurement of Arterial Stiffness: A Novel Tool of Risk Stratification in Hypertension. *Adv Exp Med Biol* 2017;956:475-88. https://doi.org/10.1007/5584_2016_78
4. *Nilsson PM, Boutouyrie P, Laurent S.* Vascular aging: A tale of EVA and ADAM in cardiovascular risk assessment and prevention. *Hypertension* 2009;54:3-10. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.129114>
5. *Cuende JJ, Cuende N, Calaveras-Lagartos J.* How to calculate vascular age with the SCORE project scales: a new method of cardiovascular risk evaluation. *Eur Heart J* 2010; 31:2351-8. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq205>
6. *Nasir K, Vasamreddy C, Blumenthal RS, et al.* Comprehensive coronary risk determination in primary prevention: an imaging and clinical based definition combining computed tomographic coronary artery calcium score and national cholesterol education program risk score. *Int J Cardiol* 2006;110:129-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2005.09.009>
7. *McClelland RL, Nasir K, Budoff M, et al.* Arterial age as a marker of coronary artery calcium (from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis [MESA]). *Am J Cardiol* 2009; 103:59-63. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2008.08.031>
8. *Vecsey-Nagy M, Szilveszter B, Kolossváry M, et al.* Correlation between Coronary Artery Calcium- and Different Cardiovascular Risk Score-Based Methods for the Estimation of Vascular Age in Caucasian Patients. *J Clin Med* 2022;11. <https://doi.org/10.3390/jcm11041111>
9. *Gyöngyösi H, Kőrösi B, Batta D, et al.* Comparison of Different Cardiovascular Risk Score and Pulse Wave Velocity-Based Methods for Vascular Age Calculation. *Heart Lung Circ* 2021;30:1744-51. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2021.06.518>
10. *Williams B, Mancia G, Spiering W, et al.* 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J* 2018;39:3021-104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>
11. *Calhoun DA, Jones D, Textor S, et al.* Resistant hypertension: diagnosis, evaluation, and treatment. A scientific statement from the American Heart Association Professional Education Committee of the Council for High Blood Pressure Research. *Hypertension* 2008;51:1403-19. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.108.189141>
12. *László A, Tabák Á, Kőrösi B, et al.* Association of affective temperaments with blood pressure and arterial stiffness in hypertensive patients: a cross-sectional study. *BMC Cardiovasc Disord* 2016;16:158. <https://doi.org/10.1186/s12872-016-0337-9>
13. *Kőrösi B, Vecsey-Nagy M, Kolossváry M, et al.* Association between Cyclothymic Affective Temperament and Age of Onset of Hypertension. *Int J Hypertens* 2019;2019:9248247. <https://doi.org/10.1155/2019/9248247>
14. *Kőrösi B, Gyöngyösi H, Batta D, et al.* Evaluation of affective temperaments and arterial stiffness in different hypertension phenotypes. *Hypertens Res* 2021;44:47-54. <https://doi.org/10.1038/s41440-020-0513-2>
15. *Kőrösi B, Batta D, Gonda X, et al.* Association between irritable affective temperament and nighttime peripheral and central systolic blood pressure in hypertension. *Artery Res.* 2019;25:41-7. <https://doi.org/10.2991/artres.k.191123.002>
16. *Conroy RM, Pyörälä K, Fitzgerald AP, et al.* Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur Heart J* 2003;24:987-1003. [https://doi.org/10.1016/S0195-668X\(03\)00114-3](https://doi.org/10.1016/S0195-668X(03)00114-3)
17. *Salvi P, Lio G, Labat C, et al.* Validation of a new non-invasive portable tonometer for determining arterial pressure wave and pulse wave velocity: the PulsePen device. *J Hypertens* 2004;22:2285-93. <https://doi.org/10.1097/00004872-200412000-00010>
18. *Van Bortel LM, Laurent S, Boutouyrie P, et al.* Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity. *J Hypertens* 2012;30:445-8. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32834fa8b0>

19. Determinants of pulse wave velocity in healthy people and in the presence of cardiovascular risk factors: 'establishing normal and reference values'. *Eur Heart J* 2010;31:2338-50. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq165>
20. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:827-32. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(90\)90282-T](https://doi.org/10.1016/0735-1097(90)90282-T)
21. Lopez-Gonzalez AA, Aguilo A, Frontera M, et al. Effectiveness of the Heart Age tool for improving modifiable cardiovascular risk factors in a Southern European population: a randomized trial. *Eur J Prev Cardiol* 2015;22:389-96. <https://doi.org/10.1177/2047487313518479>
22. Kokkinos P, Manolis A, Pittaras A, et al. Exercise capacity and mortality in hypertensive men with and without additional risk factors. *Hypertension* 2009;53:494-9. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.108.127027>
23. Estruch R, Ros E, et al. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet Supplemented with Extra-Virgin Olive Oil or Nuts. *N Engl J Med* 2018;378:e34. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1800389>
24. He FJ, Li J, Macgregor GA. Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. *Cochrane Database Syst Rev* 2013:Cd004937. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004937.pub2>
25. Stein JH, Fraizer MC, Aeschlimann SE, et al. Vascular age: integrating carotid intima-media thickness measurements with global coronary risk assessment. *Clin Cardiol* 2004;27:388-92. <https://doi.org/10.1002/clc.4960270704>
26. Khalil Y, Mukete B, Durkin MJ, et al. A comparison of assessment of coronary calcium vs carotid intima media thickness for determination of vascular age and adjustment of the Framingham Risk Score. *Prev Cardiol* 2010;13:117-21. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7141.2010.00071.x>

REFERÁTUM

A szívizom tömegéhez viszonyított kisebb coronariaáramlás előre jelzi a szívelégtelenséget a tünetekkel rendelkező hypertóniás, de obstrukciót nem okozó coronariaartéria-betegségben szenvedő páciensekben

Lene V. Halvorsen, Ola U. Bergland, Camilla L. Søråas, Anne Cecilie K. Larstorp, Ulla Hjørnholm, Vibeke N. Kjær, et al. Nonadherence by Serum Drug Analyses in Resistant Hypertension: 7-Year Follow-Up of Patients Considered Adherent by Directly Observed Therapy. *Journal of the American Heart Association* 2022;11:e025879. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.025879>

A hypertóniától a szívelégtelenségbe történő átmenetet illetően továbbra is korlátozott információkkal rendelkezünk. A szerzők feltételezték, hogy a globális metabolikus igényekhez képest elégtelen perfúzió, amit a myocardialis véráramlásnak a globális myocardialis tömeghez viszonyított kisebb aránya tükröz, a szívelégtelenség kockázatának a mutatója lehet. Egy retrospektív módon elemzett, 346 személyből álló, magas vérnyomásban szenvedő, mellkasi fájdalomra és/vagy dyspnoéra panaszkodó kohorsznál pozitronemissziós tomográfias (PET) szívizom-perfúziós vizsgálatot végeztek a Brigham and Women's Hospitalban (Boston, MA, Amerikai Egyesült Államok). A kórelőzmény vagy a PET-perfúzió (összesített stresszpontszám <3) alapján obstruktív coronariaartéria-betegség, szívelégtelenség, cardiomyopathia vagy <40%-os ejekciós frakció nélküli személyeket követtek, és elemezték a szívelégtelenség miatti kórházi kezelést (elsődleges kimeneteli mutató), a teljes halálozást és ezek együttes gyakoriságát. A myocardialis véráramlásra, a bal kamrai tömegre, a térfogatokra, az ejekciós frakcióra vonatkozó eredményeket a PET-ből nyerték, az áram-

lás/tömeg arányt a testfelszínre indexált bal kamrai tömeg feletti hyperaemiás véráramlásként határozták meg. Az áramlás/tömeg kisebb aránya független módon együtt járt a nagyobb végdiasztolés ($\beta = -0,44$, $P < 0,001$) és a nagyobb végszisztolés ($\beta = -0,48$, $P < 0,001$) térfogattal, valamint a kisebb ejekciós frakcióval ($\beta = 0,33$, $P < 0,001$). A mediánál kisebb áramlás/tömeg arány esetén a szívelégtelenség miatti kórházi kezelés kockázati aránya 2,47 (95%-os konfidenciaintervallum [CI] 1,24–4,93; $P = 0,01$), a halálé 1,95 (95%-os CI 1,12–3,41; $P = 0,02$) az együttes mutatóé 2,20 (95%-os CI 1,39–3,49; $P < 0,001$) volt. A tanulmány eredményei alapján, egy, a globális metabolikus igényekhez képest elégtelen myocardialis perfúziót megjelenítő integrált fiziológiai mutató képes azonosítani a szubklinikai hypertensív szívbetegségben és a szívelégtelenség, valamint a halál fokozott kockázatával rendelkező személyeket a tüneteket mutató hypertóniás, de az áramlást korlátozó coronariabetegségben nem szenvedő páciensek között.

Vályi Péter