

A videodenzitometriával vizsgált korai myocardialis reperfúzió és a kései balkamra-funkció összefüggései

Eredmények acut myocardialis infarctus invazív ellátását követően

Sasi Viktor dr.¹ ■ Kalapos Anita dr.¹ ■ Gavallér Henriette dr.^{1,3}
 Domsik Péter dr.¹ ■ Ungi Tamás dr.² ■ Zimmermann Zsolt dr.¹
 Nagy Ferenc Tamás dr.¹ ■ Horváth Tamás dr.¹
 Forster Tamás dr.¹ ■ Nemes Attila dr.¹

¹Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, II. Belgyógyászati Klinika
 és Kardiológiai Központ, Invazív Kardiológiai Részleg, Szeged

²Queen's University, School of Computing, Kingston, ON, Kanada

³Euromedic Diagnostics Szeged Kft., Szeged

Bevezetés: Ismert tény, hogy a myocardialis perfúzió és a bal kamra funkciója között összefüggés mutatható ki. **Célkitűzés:** A szerzők arra a kérdésre keresték a választ, vajon milyen kapcsolat áll fenn az ST-elevációval járó myocardialis infarctus invazív ellátását követően a koronarográfiás felvételeken videodenzitometria során meghatározott myocardialis reperfúziót jellemző paraméterek és a mágneses rezonanciás képalkotás során vizsgált kései balkamra-funkció között. **Módszer:** A vizsgálatba 25 ST-elevációval járó myocardialis infarctuson átesett beteget vontak be. Az invazív ellátást követően a koronarográfiás felvételeken a myocardialis (re)perfúziót jellemző kvantitatív paramétert számítottak a maximális denzitás (G_{\max}) és a maximális denzitás eléréséhez szükséges idő (T_{\max}) hányadosaként. Az ST-elevációval járó myocardialis infarctust követően 387±262 nappal valamennyi esetben mágneses rezonanciás vizsgálat történt a bal kamra funkciójának meghatározása céljából. **Eredmények:** Szignifikáns korreláció volt igazolható a kései bal kamrai ejekciós frakció és az érmaszkolással mért G_{\max} ($r = 0,40$, $p = 0,05$) és G_{\max}/T_{\max} között ($r = 0,41$, $p = 0,04$). **Következtetések:** A denzitometriás G_{\max}/T_{\max} szoros összefüggést mutat a kései balkamra-funkció mértékével ST-elevációval járó myocardialis infarctust követően. *Orv. Hetil.*, 2014. 155(5), 187–193.

Kulcssavak: bal kamra, blush, denzitometria, mágneses rezonanciás vizsgálat, myocardialis perfúzió

Relationship between early myocardial reperfusion assessed by videodensitometry and late left ventricular function

Results following invasive treatment of acute myocardial infarction

Introduction: It is known that there is a relationship between myocardial perfusion and left ventricular function. **Aim:** The aim of the current study was to examine the relationship between myocardial reperfusion as assessed by videodensitometry on coronary angiograms following invasive treatment of ST elevation myocardial infarction and magnetic resonance imaging-derived late left ventricular function. **Method:** The study included 25 patients with ST elevation myocardial infarction. A quantitative parameter of myocardial (re)perfusion was calculated by the ratio of maximal density (G_{\max}) and the time to reach maximum density (T_{\max}) following invasive treatment. Magnetic resonance imaging was performed 387±262 days after ST elevation myocardial infarction for the evaluation of left ventricular function in all cases. **Results.** Significant correlations were demonstrated between left ventricular

ejection fraction and G_{\max} ($r = 0.40$, $p = 0.05$) and G_{\max}/T_{\max} ($r = 0.41$, $p = 0.04$) following vessel masking. *Conclusions:* The results demonstrate significant relationship between densitometric G_{\max}/T_{\max} and late left ventricular function following ST elevation myocardial infarction.

Keywords: blush, densitometry, left ventricle, magnetic resonance imaging, myocardial perfusion

Sasi, V., Kalapos, A., Gavallér, H., Domsik, P., Ungi, T., Zimmermann, Z., Nagy, F. T., Horváth, T., Forster, T., Nemes, A. [Relationship between early myocardial reperfusion assessed by videodensitometry and late left ventricular function. Results following invasive treatment of acute myocardial infarction]. *Orv. Hetil.*, 2014, 155(5), 187–193.

(Beérkezett: 2013. október 9.; elfogadva: 2013. november 19.)

Rövidítések

BK = bal kamra; CFR = coronary flow reserve; CI = confidence intervallum; CT = computer tomography; CX = left circumflex coronary artery; ESV = end-systolic volume; EF = ejekciós frakció; HCM = hypertrophiás cardiomyopathia; IMR = index of microcirculatory resistance; LAD = left anterior descending coronary artery; MBG = myocardial blush grade; MPR = myocardial perfusion reserve; MRI = magnetic resonance imaging; PTSMA = percutan transluminális septális myocardialis ablatio; RC = right coronary artery; ROC = receiver operating characteristic; ROI = region of interest; SPECT = single-photon emission computer tomography; STEMI = ST elevation myocardial infarction; PET = positron emission tomography; TDC = time-density curve; TMPG = TIMI myocardial perfusion grade; TFC = TIMI frame count

A myocardialis perfúzió jellemzésére számos képalakító módszer áll rendelkezésünkre, beleértve az izotópos technikákat (single-photon emission computer tomography – SPECT) [1], a komputertomográfiát (computer tomography – CT) [2], a mágneses rezonanciás vizsgálatot (magnetic resonance imaging – MRI) [3], a pozitronemissziós tomográfiát (positron emission tomography – PET) [4], illetve a kontraszt-echokardiográfiát [5]. A napi gyakorlatban azonban szükség lenne egy olyan klinikai eljárásra, amely már a katéteres laboratóriumban, a hemodinamikai vizsgálattal egy időben lehetőséget nyújtana egy adott coronaria által ellátott myocardialis area mikrokeringésének jellemzésére. Ebben nyújthatna segítséget az az új számítógép-asszisztált módszer, amely az elmúlt években, intézetünkben, programozó matematikusokkal együttműködve került kifejlesztésre. A módszerrel koronarográfiás felvételeken a kontrasztanyag beadását követő denzitásváltozás segítségével jellemezhetjük a myocardium mikrocirkulációjának állapotát, a myocardialis „blush” [6]. A módszerrel szerzett kezdeti tapasztalataink már bemutatásra kerültek a hazai és nemzetközi irodalomban [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. A denzitometriás myocardialis „blush” meghatározása alkalmasnak bizonyult az ST-elevációval járó myocardialis infarctuson (STEMI) átesett betegeknél a reperfúziós terápia korai sikerességének, illetve a myocardiumkárosodás mértékének becslésére [6, 7].

Jelen vizsgálatunk során arra a kérdésre kerestük a választ, vajon milyen kapcsolat áll fenn az ST-elevációval járó myocardialis infarctus (STEMI) invazív ellátását követően a koronarográfiás felvételeken videodensitometria során meghatározott myocardialis reperfúziót jellemző paraméterek és a mágneses rezonanciás képalkotás (MRI) során vizsgált kései BK funkció között.

Betegek és módszerek

A vizsgált betegcsoport

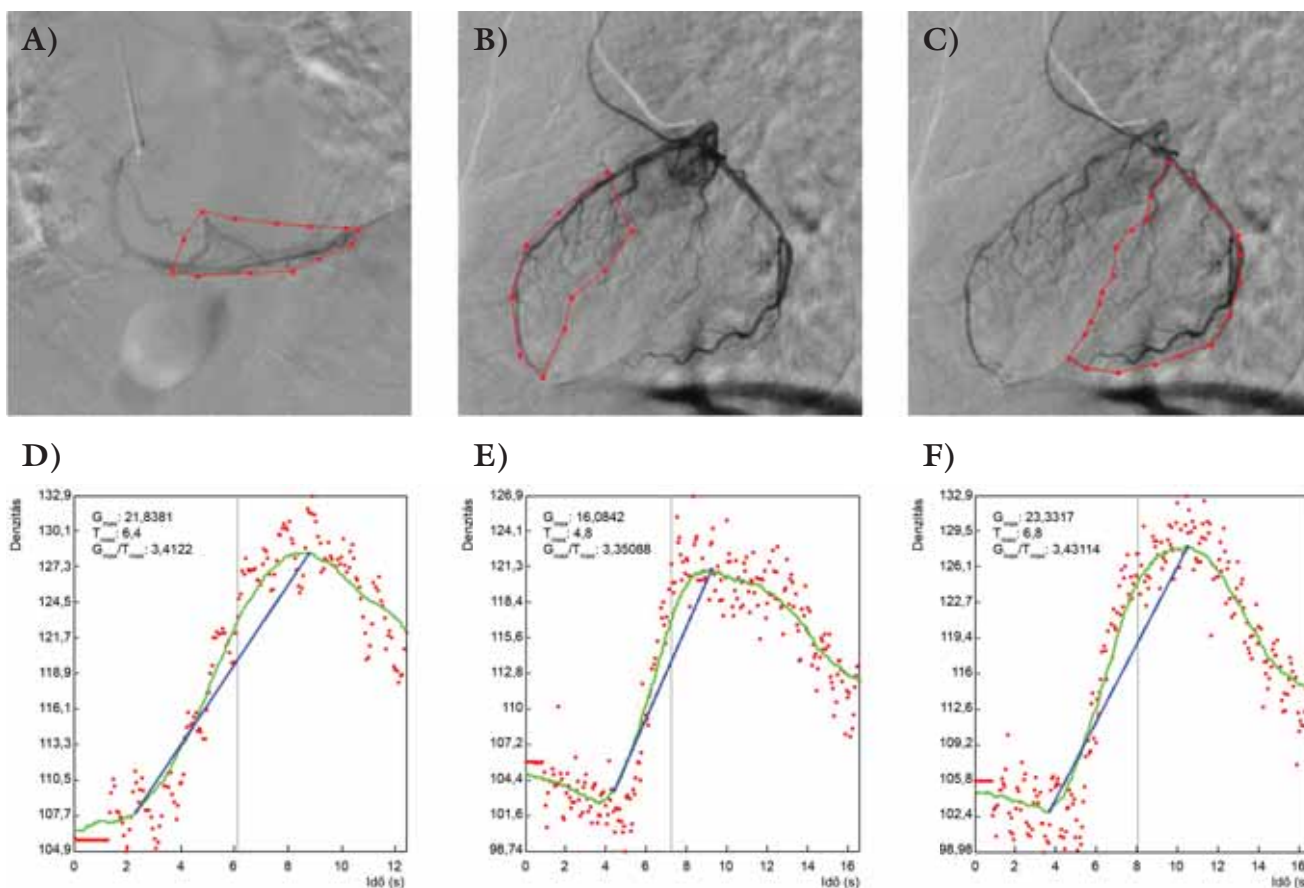
A vizsgálatban 25 beteg vett részt, valamennyien a Szegei Tudományegyetem Kardiológiai Központjának Invazív Kardiológiai Részlegére STEMI miatt kerültek. Akut ellátásuk az elérhető szakmai irányelveknek megfelelően történt [13]. A koronarográfiás vizsgálat során minden esetben egy éren teljes okklúziót mutató eltérés volt igazolható. Valamennyi esetben primer percutan coronariaintervenció (percutaneous coronary intervention – PCI) történt, mely gyógyszer nélküli stentbeültetéssel (bare metal stent – BMS) zárult. A PCI-t követően rögzített koronarográfiás felvételeken offline, a speciális szoftver segítségével a myocardialis perfúziót jellemző „blush” paramétereket meghatároztuk. Valamennyi beteg esetén a STEMI-t követően 387 ± 262 nappal MRI-vizsgálat történt többek között a BK-i dimenziók és funkció vizsgálata céljából. A vizsgálati protokoll megfelelt az 1975-ben kiadott Helsinki Deklaráció irányelveinek, és a helyi etikai bizottság elfogadta.

Percutan coronariaintervenció

A PCI alkalmazása és kivitelezése a jelenleg érvényes szakmai ajánlásoknak megfelelően történt [14]. Valamennyi esetben BMS-t alkalmaztunk.

A denzitometriához szükséges koronarográfiás felvétel elvégzése

A koronarográfiás felvételeket GE Innova 2000® (GE Healthcare, Chalfont St. Giles, Buckinghamshire, Nagy-



1. ábra | A felső ábrákon a digitális szubtrakciós angiográfiának megfelelően konvertált koronarográfiás felvételeken a jobb koszorúérnek (RC, A), a bal coronaria leszálló (LAD, B) és körbefutó szárának (CX, C) megfelelő coronariaterületeket ábrázoltuk. Az alsó paneleken a fentiekhez tartozó idő-denzitás görbék láthatók (D, E, F). A pontok az adott időpillanatokban mért denzitásértékeket jelölik, magát a görbét a fenti pontokból filtereljárások alkalmazása után kapjuk. A görbéhez illesztett vonal meredeksége egyenlő a myocardialis perfúziót jellemző G_{\max}/T_{\max} értékkel

Britannia) röntgenkészülékkel rögzítettük olyan technikai beállítások mellett, amelyek lehetőséget biztosítottak digitális szubtrakciós angiográfia (DSA) utólagos elvégzésére [6]. A felvételek rögzítéséhez az alábbi kritériumrendszert alkalmaztuk:

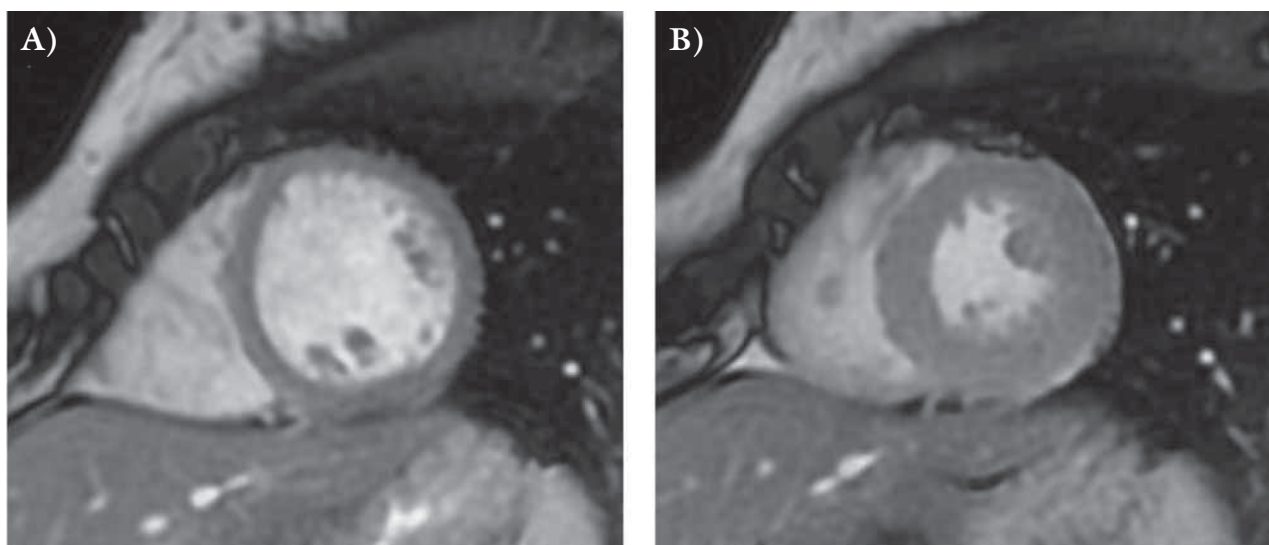
1. Az asztal és a beteg nem mozgatható a felvétel alatt.
2. A beteg nem vehet levegőt a felvétel alatt a rekesz mozgásának kizárása céljából.
3. Egy teljes, kontrasztmentes szív ciklust kell rögzíteni a kontrasztanyag beadása előtt.
4. A vizsgálni kívánt területet előzetesen be kell állítani az érintett ér valamennyi szakaszának megfelelő ábrázolásához.

Standardizált projekciókat alkalmaztunk a koszorúerek, a vénák, az aorta, valamint a vizsgálni kívánt myocardiumterület átfedésének minimalizálására: a bal coronaria leszálló szárát (left anterior descending – LAD), valamint a bal coronaria körbefutó ágát (left circumflex – CX) lateralis LAO 90° nézetben, míg a jobb coronariát (right coronary – RC) LAO 15° nézetben ábrázoltuk (1. ábra). A felvételek készítése során törekedtünk a coronaria angiogramok denzitásának standardizálására, ezért automatizált injektorral (Acist Medical Systems,

Bracco, Milanó, Olaszország) 6 ml nem ionos kontrasztanyagot adtunk 3 ml/s sebességgel.

A myocardium denzitometriás analízise

A denzitometriás vizsgálatokat a PCI-t követő záró angiográfiás felvételeken végeztük. Az analízis során a speciálisan kifejlesztett szoftver segítségével a vizsgálni kívánt érnek megfelelő régióban (region of interest – ROI) idő-denzitás görbét (time-density curves – TDC) rögzítettünk a myocardialis perfúzió jellemzésére [6] (1. ábra). A poligonális ROI-k kijelölése egy, az angiogramok kiértékelésében jártas intervencionális kardiológus által történt. A TDC az adott ROI-ban az idő függvényében ábrázolt átlagos pixelérték, amely a szív ciklus, a látható erek és egyéb háttérzaj kiküszöbölésére filtereljárásokon megy keresztül. Az így kapott TDC-görbék analízisével meghatároztuk a maximális denzitást (G_{\max}), illetve az annak eléréséhez szükséges időt (T_{\max}). A két paraméter hányadosát (G_{\max}/T_{\max}) a myocardialis perfúziót jellemző paraméternek tekintettük. A G_{\max}/T_{\max} hányadosot az infarktushoz köthető koszorúér ellátási területének megfelelően határoztuk meg.



2. ábra | Mágneses rezonanciás vizsgálat során a diasztolés (A) és szisztolés (B) keresztmetszeti felvételeken az epicardialis és endocardialis kontúr detektálását követően számítjuk ki a szisztolés és diasztolés bal kamrai térfogatokat, ejekciós frakciót, stroke volume értékét és az izomtömeg nagyságát

1. táblázat | Demográfiai adatok a vizsgált betegcsoportban

Betegszám (n)	25
Férfi nem (%)	18 (72)
Kor (évek)	58,7±10,8
Diabetes mellitus (%)	7 (28)
Hypercholesterinaemia (%)	16 (64)
Hypertonia (%)	16 (64)
Dohányzás (%)	17 (68)
Korábbi myocardialis infarctus (%)	2 (8)
Pozitív családi anamnézis (%)	13 (52)
Testsúly (kg)	85,0±20,6
Testmagasság (cm)	169,8±10,2
Testtömegindex (kg/m ²)	29,1±5,7

Mágneses rezonanciás vizsgálat

A vizsgálatok során 1,5 teslá GE Signa® EXCITE® MRI (GE Healthcare, Waukesha, Wisconsin, Amerikai Egyesült Államok) készüléket alkalmaztunk. A betegek hanyatt feküdtek, a mellkasra egy kardiális 8 csatornás szívtekeresztet helyeztünk. Az adatgyűjtés során ismételt légzésvisszatartás és EKG-kapuzás történt a kardiális és respiratorikus hatások minimalizálása céljából. 2D FIESTA szekvencia készült, a képalkotási paraméterek a következők voltak: repetíciós idő: körülbelül 3,6 ms; echóidő: körülbelül 1,6 ms; flipszög: 50°; field of view: 43×38,9 cm; mátrix: 224×224. A teljes BK lefedéséhez 8–12, egymás után következő 8 mm-es szeletet terveztünk a keresztmetszeti nézetben a négy ürege (gap: 0 mm). A BK-i epicardialis és endocardialis kontúr manuálisan detektáltuk a keresztmetszeti képeken egy speciális szoftver segítségével (2. ábra). A papillaris izmokat a BK üregi részének tekintettük. Az alábbi

2. táblázat | A koronarográfiás és a denzitometriás vizsgálatok eredményei

A koronarográfia eredménye	
Szignifikáns egyvér-betegség (%)	14 (56)
Szignifikáns kétér-betegség (%)	8 (32)
Szignifikáns háromér-betegség (%)	3 (12)
Az infarktushoz köthető teljes okklúzió helye	
Bal coronaria leszálló szára (LAD) (%)	7 (28)
Bal coronaria körbefutó szára (LCX) (%)	4 (16)
Jobb coronaria (RC) (%)	14 (56)
A denzitometriás mérések eredményei	
G _{max} (érmaszkolás nélkül)	14,39±5,81
T _{max} (érmaszkolás nélkül)	4,71±1,03
G _{max} /T _{max} (érmaszkolás nélkül) (1/s)	3,04±1,13
G _{max} (érmaszkolással)	12,18±4,96
T _{max} (érmaszkolással)	4,32±0,89
G _{max} /T _{max} (érmaszkolással) (1/s)	2,79±0,97

LAD = left anterior descending coronary artery; LCX = left circumflex coronary artery; RC = right coronary artery.

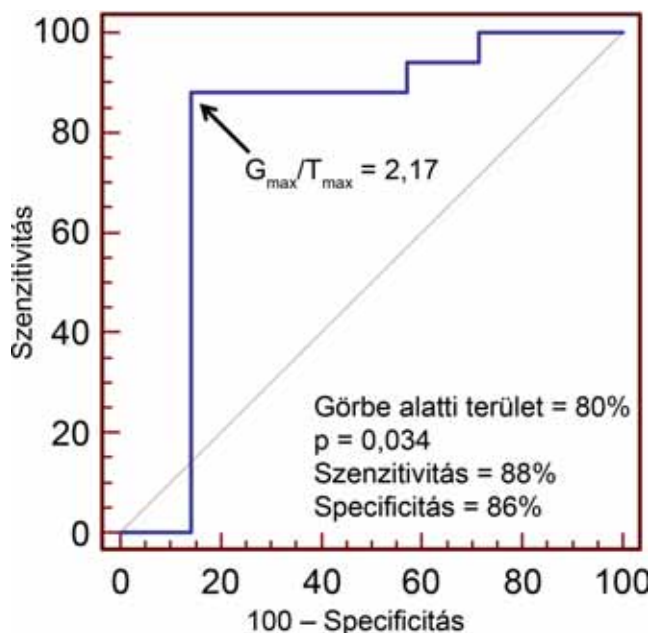
BK-i paramétereket határoztuk meg: BK-i végdiasztolés (end-diastolic volume – EDV) és végszisztolés (end-systolic volume – ESV) térfogat, ejekciós frakció (EF), stroke volume (SV) és izomtömeg.

Statisztikai módszerek

MedCalc szoftvert használtunk a statisztikai vizsgálataink elvégzésekor (MedCalc 11.3-s verzió, Mariakerke, Belgium). Az eredményeket átlag±standard deviáció formában adtuk meg. A változók közötti korrelációk jellemzésére Pearson-féle korrelációs együtthatók értékét számítottuk ki. A G_{max}/T_{max} prediktív erejének jel-

3. táblázat | A mágneses rezonanciás vizsgálat során mért bal kamrai adatok átlagosan kb. egy évvel a myocardialis infarktust követően

Bal kamrai végdiasztolés térfogat (ml)	144,5±33,6
Bal kamrai végszisztolés térfogat (ml)	69,8±31,6
Bal kamrai ejekciós frakció (%)	53,6±12,6
Bal kamrai stroke volume (ml)	74,6±17,5
Bal kamrai izomtömeg (g)	121,9±36,1



3. ábra | Receiver operating characteristic (ROC) analízis igazolta, hogy a $G_{\max}/T_{\max} \geq 2,17$ alkalmas a kései (átlagosan kb. egyéves) $\geq 50\%$ -s bal kamrai ejekciós frakció előrejelzésére 88%-os szenzitivitással és 86%-os specificitással 80%-os görbe alatti terület mellett

lemzésére „receiver operating characteristic (ROC)” analízis történt, és a görbe alatti terület meghatározása mellett kiszámítottuk a szenzitivitás és specificitás értékét is.

Eredmények

Klinikai és demográfiai adatok

A vizsgálatban részt vevő 25 STEMI-beteg klinikai és demográfiai adatait az 1. táblázatban tüntettük fel.

Koronarográfiás eredmények

A teljes okklúziót okozó, a myocardialis infarktushoz köthető coronariák megoszlását a 2. táblázatban ábrázoltuk. A PCI-t követően rögzített koronarográfiás felvételeken érmaszkolással, illetve anélkül mért myocardialis blush paramétereket (G_{\max} és T_{\max}), és azok arányát a 2. táblázatban tüntettük fel.

MRI-vizsgálatok eredményei

A PCI-t követően 387 ± 262 nappal elvégzett MRI-vel mért BK-i adatokat a 3. táblázatban összegeztük.

Korrelációk

Szignifikáns korreláció volt igazolható a BK-EF és az érmaszkolással mért G_{\max} ($r = 0,40$, $p = 0,05$) és G_{\max}/T_{\max} között ($r = 0,41$, $p = 0,04$). Hasonló összefüggések voltak igazolhatók a BK-ESV és a G_{\max} ($r = -0,37$, $p = 0,05$), valamint a G_{\max}/T_{\max} között ($r = -0,42$, $p = 0,04$). Amennyiben a mérések érmaszkolás nélkül történtek, a BK-EF korrelált a G_{\max}/T_{\max} -szal ($r = 0,39$, $p = 0,05$), míg a BK-ESV nagysága a G_{\max} -szal ($r = -0,38$, $p = 0,05$), valamint a G_{\max}/T_{\max} -szal ($r = -0,49$, $p = 0,01$).

ROC-analízis

A ROC-analízis során az érmaszkolással mért G_{\max}/T_{\max} határértéke a félèves $\geq 50\%$ BK-EF előrejelzésére $\geq 2,17$ -nek bizonyult 88%-os szenzitivitás (95%-os konfidenciaintervallum [CI] 64–99%) és 86%-os specificitás (95% CI 42–100%) mellett (3. ábra).

Megbeszélés

A jelen közleményben bemutatott eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a STEMI primer PCI-jét követően azonnal mért, a myocardialis reperfúziót jellemző, koronarográfiás felvételeken denzitometria során meghatározott G_{\max}/T_{\max} érték összefüggést mutat a kései BK-i funkció mértékével: minél nagyobb a PCI-t követő myocardialis blush értéke, annál kisebb a BK-ESV és annál nagyobb a BK-EF a körülbelül egyéves továbbkövetések során. Az analízis során az is igazolást nyert, hogy a denzitometriás paramétereknek prediktív ereje van a kései jó BK-i funkció ($\geq 50\%$ BK-EF) előrejelzésében.

Jelen vizsgálatunkban bemutatott videodenzitometriás eljárás során a klinikánkon kifejlesztett szoftvert alkalmaztuk [6]. Korábban már több eljárás kidolgozásra került, amellyel koronarográfiás felvételeken a myocardialis perfúzió jellemezhető: a myocardialis „blush” osztályzat (myocardial blush grade – MBG) a maximális kontrasztdenzitást [15], míg a TIMI myocardialis „blush” osztályzat (TIMI myocardial perfusion grade – TMPG) a kontrasztanyagának a microvasculatúrába be- és/vagy kijutásának idejét jellemzi kategorikus értékekkel [16]. Az általunk bemutatott kvantitatív denzitásmérésre alkalmas szoftver mellett már más alkalmazások is kifejlesztésre és bemutatásra kerültek [17, 18, 19].

Módszerünk validálásaként egy korábbi tanulmányunkban a myocardialis perfúziót és mikrocirkulációt jellemző különböző paraméterek, mint a thermodilútiós módszerrel számított coronariaáramlási rezerv

(coronary flow reserve – CFR), az „index of microcirculatory resistance” (IMR) és a denzitometria során számított G_{\max}/T_{\max} összefüggéseit elemeztük [12]. Mivel a G_{\max}/T_{\max} a nyugalmi perfúzió denzitometriás jellemzője, így a coronariák „rezerv kapacitásának” jellemzésére a CFR-mérés analógiájaként videodenzitometriás myocardialis perfúziós rezerv (MPR) számítása történt. Ekkor G_{\max}/T_{\max} -ot számítottunk nyugalomban, majd a standard protokollnak megfelelően adott vasodilatator adását követően a maximális hyperaemia elérése esetén. Eredményeink korrelációt igazoltak a nyugalmi IMR és G_{\max}/T_{\max} , a hyperaemiás IMR és G_{\max}/T_{\max} , valamint a CFR és az MPR között. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a fent bemutatott módszer alkalmasnak tűnik a myocardialis mikrocirkuláció állapotának felmérésére.

A szoftverrel végzett első klinikai vizsgálataink eredményeinek bemutatása STEMI-n átesett betegekben már 2009-ben megtörtént [6]. Összefüggést tudtunk kimutatni az infarktushoz köthető denzitometriás perfúziós eltérések és a myocardialis reperfúzió korai indikátorai között [6]. Igazoltuk továbbá, hogy az érmaszkolás javítja a videodenzitometriás myocardialis perfúzió becslésének szenzitivitását [7]. Ezen eredményeinkre alapozva videodenzitometriás méréseink során a későbbiekben már érmaszkolást alkalmaztunk. Jelen vizsgálatunkban a BK méretének és funkciójának vizsgálata MRI-vel történt (szemben a korábbi echokardiográfiás mérésekkel), mivel a nem invazív képalkotó módszerek közül a képminőség szempontjából a legjobbnak, „gold standard”-nak ez a módszer tekinthető. Mivel a funkcionális visszatérés (recovery) kései hatásaira voltunk kíváncsiak, így az MRI-mérések körülbelül egy évvel az infarktust követően történtek. Egy további tanulmányunkban igazolást nyert, hogy a három coronariaellátási területnek megfelelően számított különböző G_{\max}/T_{\max} érték korrelációt mutat a TIMI frame count (TFC-) értékkel stabil klinikai állapotú negatív koronarográfiás eredményű betegekben [8]. A TFC egy egyszerű, reprodukálható, kvantitatív és objektív módszer az epicardialis áramlás meghatározására nemcsak infarktuszos, hanem stabil betegekben is, akiknél a mikrocirkuláció zavara áll fenn. A TFC során a koronarográfiás felvételeken azt a képkockaszámot számítjuk ki, amely alatt „végigszalad” a kontrasztanyag egy adott koszorúéren. Igazoltuk továbbá az ép koszorúerekkel bíró hypertoniás és aortostenosisos betegek videodenzitometriás perfúziójának csökkenését is valamennyi koszorúérré számított G_{\max}/T_{\max} érték segítségével [9, 10]. Egy további vizsgálatunk felvetette annak lehetőségét, miszerint a bemutatott videodenzitometriás módszer alkalmas lehet obstruktív hypertrophiás cardiomyopathiás (HCM) betegekben a percutan transluminális septalis myocardialis ablatio (PT SMA) sikerességének felmérésére [11].

Eredményeink összhangban vannak a korábban már más munkacsoportok által leírtakkal. A myocardialis in-

farctus miatt végzett sikeres angioplasticát követő szöveti reperfúzió az idő múlásával javul, amely együtt jár a BK-funkció javulásával [20]. Egy másik tanulmányban az MBG ≥ 2 -t a BK-i funkcionális visszatérés egyik legjobb prediktorának találták STEMI-t követően [21]. *Bax és mtsai* szerint a CFR a BK-i funkcionális visszatérés egyik legjobb prognosztikus markere anterior infarktust követően [22]. További vizsgálatok szükségesek nagyobb beteganyagban annak igazolására, hogy az általunk alkalmazott módszerrel számított G_{\max}/T_{\max} értékkel hasonló összefüggések kimutathatók-e.

A vizsgálatok limitáló tényezői

Adataink elemzésekor az alábbi fontos tényezők merültek fel, amelyek adataink elemzését befolyásolhatták:

- A számítógép-asszisztált myocardiumszelektív denzitometriás mérés egy új, a technikai fejlődés eredményeit folyamatosan felhasználó, jelenleg is fejlesztés alatt álló módszer. A továbbra is fennálló technikai kérdések között külön figyelmet igényel a statikus ROI-kijelölés. Nagy ROI-kijelölés esetén ugyanis az inhomogén eloszlás, míg kis ROI esetén a szív ciklus miatti mozgás jelent problémát. Továbbá a különböző orvosok által végzett ROI-kijelölés a vizsgálok közötti eltérés lehetőségét (interobszerver variabilitás) is hordozza [10].
- Az általunk használt szoftver, illetve a más munkacsoportok által alkalmazott denzitometriás programok nem érhetőek el kereskedelmi forgalomban, így azok széles körű használata, tesztelése jelenleg még nem lehetséges, és ezek eredményei sem hasonlíthatók össze teljes mértékben.
- A vizsgálatok során az alkalmazott gyógyszerek és társbetegségek hatásait nem vizsgáltuk.
- A kis esetszám miatt a különböző coronariákhoz köthető myocardialis „blush” paraméterek átlagát coronariánként nem vizsgáltuk.
- MRI során lehetséges egy adott infarktusz kiterjedtségének és muralitásának jellemzése is, azonban ezt nem tekintettük jelen vizsgálatunk céljának.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnénk mondani klinikánk haemodinamikai laboratóriumában és az Euromedic Diagnostics Magyarország Kft.-nél dolgozó valamennyi munkatársnak a vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségéért. *Dr. Nemes Attila* köszönetet mond a Magyar Tudományos Akadémiának a Bolyai János Kutatási Ösztöndíjon keresztüli támogatásáért (Budapest).

Irodalom

- [1] *Cabrera-Rodríguez, L. O., Peix, A. T., Padrón, K. M., et al.*: Prognostic value of gated SPECT after reperfusion for acute myocardial infarction. *MEDICC Rev.*, 2013, 15, 20–25.
- [2] *Rienmüller, T., Baumgartner, C., Handler, M., et al.*: Quantitative estimation of left ventricular myocardial perfusion based on

- dynamic CT scans. *Biomed. Tech. (Berl.)*, 2013 Sep 7. doi: 10.1515/bmt-2013-4288 [Epub ahead of print]
- [3] Bratis, K., Mahmoud, I., Chiribiri, A., et al.: Quantitative myocardial perfusion imaging by cardiovascular magnetic resonance and positron emission tomography. *J. Nucl. Cardiol.*, 2013, 20, 860–870.
- [4] Arumugam, P., Tout, D., Tonge, C.: Myocardial perfusion scintigraphy using rubidium-82 positron emission tomography. *Br. Med. Bull.*, 2013, 107, 87–100.
- [5] Ito, H.: Myocardial contrast echocardiography after myocardial infarction. *Curr. Cardiol. Rep.*, 2012, 14, 350–358.
- [6] Ungi, T., Ungi, I., Jónás, Z., et al.: Myocardium selective densitometric perfusion assessment after acute myocardial infarction. *Cardiovasc. Revasc. Med.*, 2009, 10, 49–54.
- [7] Ungi, T., Zimmermann, Z., Balázs, E., et al.: Vessel masking improves densitometric myocardial perfusion assessment. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*, 2009, 25, 229–236.
- [8] Nagy, F. T., Sasi, V., Ungi, T., et al.: Correlations between myocardium selective videodensitometric perfusion parameters and corrected TIMI frame count in patients with normal epicardial coronary arteries. *Int. J. Cardiol.*, 2012, 155, 498–501.
- [9] Nemes, A., Kalapos, A., Sasi, V., et al.: Detection of perfusion abnormalities on coronary angiograms in hypertension by myocardium selective densitometric perfusion assessments. *Int. J. Cardiol.*, 2012, 157, 428–429.
- [10] Nagy, F. T., Horváth, T., Ungi, T., et al.: Aortic valve stenosis is associated with reduced myocardial perfusion as assessed by videodensitometry in coronary angiograms. [Az aortabilentyű szűkülete együtt jár a koronarográfiás felvételeken videodensitometria során meghatározott myocardialis perfúzió csökkenésével.] *Orv. Hetil.*, 2012, 153, 1256–1262. [Hungarian]
- [11] Nemes, A., Kalapos, A., Sasi, V., et al.: Videodensitometric time-density curve change after alcohol septal ablation of obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Neth. Heart J.*, 2012 Nov 27. [Epub ahead of print]
- [12] Nagy, F. T., Nemes, A., Szűcsboros, T., et al.: Validation of videodensitometric myocardial perfusion assessment. *Cent. Eur. J. Med.* 2013, 8, 600–607.
- [13] Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC) Steg, P. G., James, S. K., Atar, D., et al.: ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur. Heart J.*, 2012, 33, 2569–2619.
- [14] Coronary Revascularization Writing Group, Patel, M. R., Dehmer, G. J., Hirshfeld, J. W., et al.: ACCF/SCAI/STS/AATS/AHA/ASNC 2009 Appropriateness criteria for coronary revascularization: A report of the American College of Cardiology Foundation Appropriateness Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, and the American Society of Nuclear Cardiology: Endorsed by the American Society of Echocardiography, the Heart Failure Society of America, and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *Circulation*, 2009, 119, 1330–1352.
- [15] Van't Hof, A. W., Liem, A., Suryapranata, H., et al.: Angiographic assessment of myocardial reperfusion in patients treated with primary angioplasty for acute myocardial infarction: myocardial blush grade. Zwolle Myocardial Infarction Study Group. *Circulation*, 1998, 97, 2302–2306.
- [16] Gibson, C. M., Cannon, C. P., Murphy, S. A., et al.: Relationship of TIMI myocardial perfusion grade to mortality after administration of thrombolytic drugs. *Circulation*, 2000, 101, 125–130.
- [17] Haack, J. D., Gu, Y. L., Vogelzang, M., et al.: Feasibility and applicability of computer-assisted myocardial blush quantification after primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc. Interv.*, 2010, 75, 701–706.
- [18] Korosoglou, G., Haars, A., Michael, G., et al.: Quantitative evaluation of myocardial blush to assess tissue level reperfusion in patients with acute ST-elevation myocardial infarction: incremental prognostic value compared with visual assessment. *Am. Heart J.*, 2007, 153, 612–620.
- [19] Vogelzang, M., Vlaar, P. J., Svilaas, T., et al.: Computer-assisted myocardial blush quantification after percutaneous coronary angioplasty for acute myocardial infarction: a substudy from the TAPAS trial. *Eur. Heart J.*, 2009, 30, 594–599.
- [20] Hoffmann, R., Haager, P., Arning, J., et al.: Usefulness of myocardial blush grade early and late after primary coronary angioplasty for acute myocardial infarction in predicting left ventricular function. *Am. J. Cardiol.*, 2003, 92, 1015–1019.
- [21] Bellandi, F., Leoncini, M., Maioli, M., et al.: Markers of myocardial reperfusion as predictors of left ventricular function recovery in acute myocardial infarction treated with primary angioplasty. *Clin. Cardiol.*, 2004, 27, 683–688.
- [22] Bax, M., de Winter, R. J., Schotborgh, C. E., et al.: Short- and long-term recovery of left ventricular function predicted at the time of primary percutaneous coronary intervention in anterior myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2004, 43, 534–541.

(Nemes Attila dr.,
Szeged, Korányi fasor 6., 6720
e-mail: nemes.attila@med.u-szeged.hu)