

Szívbetegek perioperatív kockázatának felmérése és a perioperatív kezelés szempontjai

Evaluation and treatment of perioperative cardiovascular complications of patients undergoing non-cardiac surgery

Jánosi András

Fővárosi Önkormányzat Szent János Kórház, III. Sz. Belgyógyászat-Kardiológia

Kulcsszavak: perioperatív cardialis szövődmények, perioperatív szövődmények, kockázatfelmérés, általános sebészeti műtétek
Key-words: evaluation, treatment, cardiac complications, non-cardiac surgery

A műtéti kockázat megítélésének általános szempontjai

▶ A perioperatív szövődmények gyakorisága és formái

Az általános sebészi beavatkozások kapcsán kialakuló perioperatív szövődmények döntő többsége (mintegy 70–80%-a) cardialis komplikáció. Az operált betegek 3–6%-ában heveny szívelégtelenség, akut coronaria szindróma (myocardialis infarctus, instabil angina pectoris) és ingerképzési és ingervezetési zavarok kialakulása figyelhető meg.

▶ Az általános sebészi beavatkozások felosztása a beavatkozás sürgőssége szerint

Általános sebészeti beavatkozáson (noncardiac surgery) mindazon sebészeti beavatkozásokat értjük, amelyek nem tartoznak a szívsebészet körébe.

A sebészi beavatkozások lehetnek:

- ▶ Sürgős (emergency) – halasztás nélkül elvégzendő.
- ▶ Sürgető (urgent) – 24-48 órán belül elvégzendő.
- ▶ Választott időben végezhető (elektív) az elvégzés ideje tetszés szerint megválasztható.

▶ A sebészeti beavatkozások felosztása a beavatkozás kockázata szerint

- ▶ *Magas kockázatú beavatkozások:* aortán és nagy ereken végzett beavatkozások. A perioperatív cardiovascularis események kockázata >5%.
- ▶ *Közepes kockázatú beavatkozások:* intraperitonealis műtétek, carotis endarteriectomia, ortopédiai beavatkozások, prostataműtét, fej- és nyaksebészeti beavatkozások. A perioperatív cardiovascularis események kockázata <5%.
- ▶ *Alacsony kockázatú beavatkozások:* endoscopy beavatkozások, cataracta, emlőműtét, ill.

1. táblázat

Klinikai adatok, amelyek a perioperatív cardiovascularis szövődmények szempontjából rizikótényezőknek tekinthetők

MAGAS RIZIKÓT JELENTŐ ÁLLAPOTOK

- ▶ Heveny (<1 hét) vagy a közelmúltban (<1 hónap) elszívott myocardialis infarctus
- ▶ Instabil vagy súlyos (CCS III-IV*) angina pectoris
- ▶ Manifeszt szívelégtelenség
- ▶ Strukturális szívbetegség mellett jelentkező, tüneteket okozó ingerképzési zavar
- ▶ Magas kamra frekvenciával járó supraventricularis ritmuszavar
- ▶ Súlyos billentyűbetegség

KÖZEPES RIZIKÓT JELENTŐ ÁLLAPOTOK

- ▶ Enyhe angina pectoris (CCS I-II)
- ▶ Korábban elszívott (>1 hónap) myocardialis infarctus, vagy klinikai adatok nélkül patológiás Q hullám az EKG-n.
- ▶ Kórelőzményben szereplő, de jelenleg nem észlelhető szívelégtelenség
- ▶ Diabetes mellitus – különösen az inzulinkezelést igénylő forma
- ▶ Beszűkült vesefunkció

ALACSONY RIZIKÓT JELENTŐ ÁLLAPOTOK

- ▶ Előrehaladott életkor
- ▶ Kóros EKG
- ▶ Pítvarfibrilláció
- ▶ Alacsony funkcionális kapacitás
- ▶ Kórelőzményben stroke
- ▶ Nem kontrollált magas vérnyomás

* CCS az angina súlyossági beosztása a Kanadai Kardiológus Társaság szerint

felületes sebészi beavatkozások. A perioperatív cardiovascularis események kockázata <1%.

▶ **A beteg kockázati szintjének megállapítása a klinikai adatok alapján**

Tekintettel arra, hogy a perioperatív szövödmények többsége a szívizom ischaemiával kapcsolatos, alapvető kérdés, hogy van-e a betegnek ischaemiás szívbetegsége vagy egyéb strukturális cardialis eltérése.

Megkülönböztetünk *magas, közepes és alacsony rizikójú* betegeket (1. táblázat).

Funkcionális kapacitás: A MET-ben kifejezett teljesítmény jól jellemzi a beteg cardiorespiratoricus állapotát, és egyben prognosztikus tényező. Az egyes tevékenységekhez tartozó MET-értékek a 2. táblázatban olvashatók.

Speciális cardiovascularis állapotok preoperatív jelentősége és ellátása

▶ **Hypertonia**

Az ismert hypertonia növeli a perioperatív ischaemiás események és a halálozás kockázatát. Amennyiben a systolés vérnyomás eléri vagy meghaladja a 180 systolés és/vagy a 110 Hgmm-es diastolés értéket, a vérnyomás preoperatív rendezése kívánatos.

▶ **Billentyűbetegségek**

A tüneteket okozó billentyű szűkület(ek), pl. mitralis stenosis, aortastenosis stb. jobban emeli(k) a perioperatív szövödmények (szívelégtelenség, shock) kialakulásának a kockázatát, mint a billentyűelégtelenség. A legnagyobb perioperatív kockázatot a súlyos aortastenosis jelenti. Infektív endocarditis antibiotikus profilaxisa minden organikus szívhiba esetén indokolt, ennek részleteit a megfelelő ajánlások tartalmazzák, illetve az „Infektív endocarditis” c. előadásban kerül tárgyalásra.

2. táblázat	
	<i>A funkcionális kapacitás megítélése a panaszmentesen végezhető tevékenységek alapján</i>
>>=2 MET	Személyi higiéné elvégzése, önálló evés, tisztálkodás, öltözködés, a lakáson belüli járkálás
3>=4 MET	A ház körüli tevékenység ellátása, takarítás, ágyazás, mosogatás
4>=5 MET	Néhány kg-os csomaggal fél emelet megtétele, kertészkedés, közösülés
5>=6 MET	Kocogás, úszás, páros tenisz
>=7 MET	Sielés, squash, teniszezés (nem páros, hanem „single” játék)

A műtéti teherbírás szempontjából a 4 MET vagy annál jobb funkcionális kapacitást kedvezőnek tartjuk.

▶ **Szívizombetegség**

Mind a dilatatív, mind a hypertrophiás cardiomyopathia növeli a perioperatív szívelégtelenség valószínűségét.

▶ **Ingerképzési és ingervezetési zavarok**

Az ingerképzési zavarok jelentőségét az alapterbetegség határozza meg. A pacemakerimplantáció indikációja megegyezik az eszköz beültetésének általában elfogadott javallatával, a műtéti beavatkozás miatt ideiglenes pacemaker indikáció ritkán jön szóba. A perioperatív időszakban gyakori a pitvarfibrilláció előfordulása, amelynek kezelése nem különbözik az egyéb esetben előforduló ritmuszavarétól.

▶ **A műtéti alkalmasság megítélése revaszkularizációs beavatkozás után**

Amennyiben a beteg kórelőzményében 5 éven belül végzett revaszkularizációs beavatkozás szerepel és a beteg panaszmentes, akkor további speciális vizsgálatok nem szükségesek. Ha a beteg ischaemiás jellegű mellkasi panaszokról számol be, valamint a műtéti revaszkularizáció 5 évnél régebben történt, akkor részletes kardiológiai kivizsgálása indokolt.

▶ **Sebészi beavatkozás pacemakert (PM) vagy intracardialis defibrillátort (ICD) viselő betegeknél**

A sebészi beavatkozás során alkalmazott elektrokauter zavarhatja a PM, illetve az ICD működését. A beavatkozás idejére az ICD kikapcsolása, illetve az elektrokauter alkalmazásának mellőzése javasolt.

▶ **Sebészi beavatkozás krónikus antikoaguláns kezelésben részesülő betegeknél**

A krónikus antikoaguláns kezelés felfüggesztése a sebészi beavatkozások esetén alapos megfontolást igényel, és a teendőket az határozza meg, hogy a beteg a thromboemboliás komplikációk szempontjából milyen rizikóval rendelkezik. Megkülönböztetünk *alacsony, közepes és magas thromboemboliás rizikójú* betegeket. A műtét előtti és utáni teendőket illetően utalok a „Krónikus antikoaguláns kezelés” című előadásra.

A cardialis állapot megítélését segítő nem invazív vizsgálatok

▶ **EKG**

Az alacsony rizikójú sebészeti beavatkozások esetén (lásd előbb) 40 év alatti, egészséges egyének esetén a vizsgálat alig szolgáltat prognosztikus információt, ennek ellenére a mindennapi gyakorlatban rutinszerűen elvégezzük minden betegnél.

▶ **Balkamra-funkció meghatározása**

Az általános sebészeti beavatkozások esetén a nyugalmi balkamra-funkció *rutinszerű* meghatározása nem

javasolt. A balkamra-funkció preoperatív meghatározása az alábbi esetekben indokolt (1):

- ▶ aktuálisan fennálló, vagy nem kellően kontrollált szívelégtelenség fennállásakor;
- ▶ ismeretlen okú dyspnoe esetén a panaszok okának tisztázása céljából.

▶ Terheléses vizsgálat

A terheléses vizsgálat elvégzésének célja a koszorúér betegség neminvaszív diagnosztikája, ugyanakkor a módszer alkalmas a funkcionális kapacitás objektív mérésére is. A részleteket illetően utalok „A terheléses kardiológiai vizsgálatok” c. összefoglalóra.

▶ Koronarográfia

A vizsgálat elvégzése indokolt:

- ▶ ismert koszorúér beteg esetén, ha a neminvaszív vizsgálatok magas rizikóra utalnak;
- ▶ gyógyszeres kezeléssel nem vagy nem kellően befolyásolható anginás panaszok esetén;
- ▶ instabil coronaria szindróma esetén, közepes vagy magas rizikójú sebészi beavatkozást megelőzően;
- ▶ kétséges eredményű neminvaszív vizsgálatok esetén.

A koronarográfia elvégzésének célja a preoperatív kockázat további pontosítása, az anatómiai viszonyoknak megfelelő revaszkularizáció, amely a kockázat csökkentését eredményezi. Ennek látszólag ellentmond, hogy jelenleg nincs olyan prospektív vizsgálat, amely a preoperatív revaszkularizáció kedvező prognosztikai jelentőségét igazolta volna.

A preoperatív időszakban alkalmazott kezelés szempontjai

▶ Béta-blokkoló kezelés

A perioperatív ischaemiás események megelőzésében jelentős szerepe van a béta-blokkoló terápiának. Több randomizált vizsgálat igazolta, hogy a preoperatív időszakban elkezdett béta-blokkoló kezelés csökkentette a cardialis szövődmények gyakoriságát (2, 3). A bisoprolol-kezelésben részesülő betegek cardialis halálózása 3,4% volt, míg a kontrollcsoportban 17% (4). 2008-ban közölték (5) a POISE nagy esetszámú vizsgálat (8351 beteg) eredményét, amelyben a tartós hatású metoprolol pre- és posztoperatív alkalmazása – placebóval összehasonlítva – csökkentette a cardiovascularis események előfordulásának gyakoriságát, de az összes halálozás és a stroke a metoprolol-csoportban volt magasabb. Az Amerikai Kardiológus Társaságok (ACC/AHA) ajánlásban foglalták össze a kérdés leg-

fontosabb szempontjait (6). Az ajánlás szerint a béta-blokkoló kezelés indokolt mindazoknál, akiknél közepes vagy magas rizikójú sebészi beavatkozásra kerül sor, vagy meglévő betegségeik miatt közepes vagy magas rizikójú betegcsoportba tartoznak. A részleteket illetően utalok a Kardiológiai Szakmai Kollégium 2007-ben publikált ajánlására.

▶ Statinkezelés

Több tanulmányban igazolták, hogy a preoperatív statinkezelés csökkenti a perioperatív cardialis történések előfordulását (7-9).

▶ Koszorúér-revaszkularizáció

Egy közelmúltban publikált randomizált tanulmány adatai szerint a *preventív* revaszkularizáció nem csökkentette a halálos események perioperatív előfordulásának gyakoriságát sem az alacsony, sem a magas cardiovascularis kockázatú betegcsoportok esetén (10), hasonló adatokat közöltek a DECREASE II tanulmányban (11) is.

Összefoglalva, az általános (nem szívsebészeti) műtétek esetén a perioperatív cardialis események (perioperatív akut coronaria szindróma, tüdőoedema, ritmuszavarok stb.) a leggyakoribb szövődmények. Előfordulási gyakoriságuk 3-6%. Gyakoriságukat a beteg életkora, általános állapota (funkcionális kapacitás) és a társbetegségek (ischaemiás szívbetegség és annak klinikai megjelenési formája, szívelégtelenség, agyi érbetegség, vesefunkció-károsodás stb.) jelenléte határozza meg egyrészt, míg a másik döntő tényező az elvégzendő beavatkozás nagysága (műtéti megterhelés). A műtéti kockázat részletes felmérése csak az elektív beavatkozásoknál lehetséges, a sürgős vagy sürgető műtétek esetén a kockázat felmérésének lehetőségei korlátozottak, emiatt csak a gyorsan rendezhető állapotok befolyásolására törekszünk (tenziórendezés, laboratóriumi eltérések korrigálása). Számos randomizált vizsgálat igazolta, hogy a béta-blokkoló terápia esetén jelentősen csökken a perioperatív cardialis események kockázata. A preoperatív béta-blokkoló kezelés az esetek nagyobb részében (idős betegek, nagy kockázatú műtét, ischaemiás szívbetegség jelenléte stb.) feltétlenül indokolt, más esetekben mérlegelendő. Előnyös, ha a műtét előtt a beteg statinkezelésben részesült. A preventív okból elvégzett revaszkularizációs beavatkozás – több randomizált vizsgálat eredménye alapján – nem csökkentette a perioperatív szövődmények gyakoriságát, elvégzésének mérlegelése csak a gyógyszeres kezeléssel nem kellően befolyásolható ischaemiás szívbetegségben, elektív beavatkozások előtt jöhet szóba.

Irodalom

1. Eagle KA, Berger PB, Calkins H, et al. ACC/AHA Guideline Update for Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery-Executive Summary A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1996 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery). *Circulation* 2002 Mar 12;105:1257-1267.

2. Poldermans D, Boersma E, Bax J, et al. Bisoprolol reduces cardiac death and myocardial infarction in high-risk patients as long as 2 years after successful major vascular surgery. *Eur Heart J* 2001; 22:1353-1358.
3. Boersma E, Poldermans D, Bax J, et al. Predictors of cardiac events after major vascular surgery: role of clinical characteristics, dobutamine echocardiography, and beta-blocker therapy. *JAMA* 2001; 285:1865-1873.
4. Feringa H, Bax J, Schouten O, et al. Beta-blockers improve in-hospital and long term survival in patients with severe left ventricular dysfunction undergoing major vascular surgery. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery* 2006; 31:351-358.
5. POISE Study Group. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. *Lancet* 2008; 371:1939-1847.
6. Fleisher L, Beckman J, Brown K, et al. ACC/AHA 2006 Guideline Update on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery: Focus Update on Perioperative Beta-Blocker Therapy. *JACC* 2006; 47.
7. Poldermans D, Bax J, Kertai M, et al. Statins are associated with reduced incidence of perioperative mortality in patients undergoing major noncardiac vascular surgery. *Circulation* 2003; 107:1848-1851.
8. Kertai M, Gál J, Windisch M, Acsády G. Érsebészeti műtétekkel kapcsolatos cardialis kockázatok. *Orvosi Hetilap* 2006; 147:483-493.
9. Lindenauer P, Pekow P, Wang K, és mtsai. Lipid-Lowering Therapy and In-Hospital Mortality Following Major Noncardiac Surgery. *JAMA* 2004; 291:2092-2099.
10. Landesberg G, Berlatzky Y, Bocher M, et al. A clinical survival score predicts the likelihood to benefit from preoperativ thallium scanning and coronary revascularization before major vascular surgery. *Eur Heart J* 2007; 28:533-539.
11. Poldermans D, Bax J, Schouten O, et al. Should Major Vascular Surgery Be Delayed Because of Preoperative Cardiac Testing In Intermediate-Risk Patients Receiving Beta-Blocker Therapy With Tight Heart Rate Control? *JACC* 2006; 48:964-969.

EKG, Holter-EKG és az intracardialis EKG szerepe a ritmuszavarok értékelésében

The role of ECG, Holter ECG and intracardial ECG in evaluation of arrhythmias

Tenczer József

Fővárosi Önkormányzat Szent Imre Kórház, Belgyógyászati Mátrix, Kardiológiai Profil

Kulcsszavak: EKG, Holter-EKG, intracardialis EKG, kamrai tachycardia

Key-words: ECG, Holter ECG; intracardial ECG, ventricular tachycardia

A szív elektromos tevékenységének megítélésére a 12 elvezetéses nyugalmi EKG-t, a 24 órás Holter-EKG-t, az intracardialis EKG-t, illetve a különböző stimulációs technikákat használjuk (1-3). Lehetséges további eszközök még a, transztelefonikus eseménymonitorozás, a telemetria, illetve az implantált eszközökkel detektált elektromos aktivitás.

Az EKG azáltal, hogy regisztrálja a pitvari, illetve a kamrai elektromos aktivációt, alkalmas arra, hogy felismerjük, osztályozzuk az ingerképzési, illetve az ingerületvezetési zavarokat. Az ingerületvezetési zavarok az esetek egy részében nem okoznak panaszt (pl. első-másodfokú, teljes AV-blokk), és csak az EKG-n kerülnek felismerésre. A tachycardiák jóval gyakrabban okoznak panaszokat és gyakran csak paroxysmalis formában jelentkeznek. A panaszok típusos esetben palpítatiók formájában jelentkeznek, de gyakran az alapbetegségtől függően, angina, szívelégtelenség, syncope formájában lépnek fel.

A nyugalmi EKG-n az AV ingerületvezetési zavarok a legtöbb esetben állandóan megtalálhatók, a tachycardiás betegek nem roham alatti EKG-ja gyakran normális. Pitvar-kamrai járulékos köteg jelenléte a nyugalmi EKG supraventricularis tachycardiára, szívinfarctus lezajlására utaló EKG-jelek kamrai tachycardia lehetőségére hívhatják fel a figyelmet. A kamrai tachycardiák egy részét okozó hosszú QT jelenléte az EKG-n hosszú QT szindróma felismerését teszi lehető-

vé. Az AV vezetési zavarok, a beteg sinuscsomószindróma felismerése általában nem okoz gondot. A keskeny QRS-sel járó supraventricularis tachycardiák felismerése ritkábban, a széles QRS-sel járó tachycardiák felismerése nagyon gyakran nem megfelelő a mindennapi gyakorlatban.

Nyugalmi EKG az arhythmia-ra hajlamosító jeleket, illetve a panaszt nem okozó de stabilan fennálló ritmuszavarok felismerését teszi lehetővé, illetve ha akkor készül, amikor az intermittálóan jelentkező ritmuszavar éppen fennáll, a ritmuszavarok a pontos diagnózis felállítását segíti.

Paroxysmalisan jelentkező ritmuszavarok felismerésében a 24 órás EKG-felvétel a Holter-EKG készítése segít. Ez a módszer a paroxysmalis tachycardiák felismerése mellett a paroxysmalis ingerületvezetési zavarok diagnosztizálását is segíti. Ha a betegnél intermittálóan jelentkező palpítatiók, angina, szívelégtelenség, syncope jelentkezik, Holter-EKG elvégzése javasolt. Paroxysmalis pitvarfibrillációk gyakran panaszmentesek. Ezért ismeretlen eredetű emboliák esetén Holter-EKG elvégzése javasolt. Pitvarfibrillációk miatt adott antiarrhythmias szerek hatékonyságának megállapításához is javasolt a Holter-EKG elvégzése. Azon betegek esetén, akiknél a ritmuszavar (SVT, KT) fennállását a beteg nem érzi meg egyértelműen, időszakos Holter-EKG elvégzése javasolt a terápia hatékonyságának megítélésére.

Az intracardialis regisztrálási technikák (pitvari, kamrai EKG-k, His-EKG, sinus coronarius EKG-k) különböző ingerlési technikák alkalmazásával együtt segítik a sinuscsomó betegség, az AV vezetési zavarok, az SVT-k, KT-k, felismerését, illetve az ismeretlen eredetű syncopék diagnózisának felállítását.

EKG-, Holter-EKG-felvétel esetén a tévesen megadott papírsebesség a hibás szívfrekvencia megadását eredményezi. Különösen Holter-EKG értékelésekor a kamrai tachycardia látszatát keltő műtermékek felismerése okozhat nehézségeket a lelet értékelésekor.

A továbbiakban a *leggyakoribb* diagnosztikus tévedést okozó kamrai tachycardiák felismerésének legfontosabb szempontjait, a kamrai tachycardiákra jellemző legfontosabb eltéréseket foglaljuk össze (4-9).

Kamrai tachycardia felismerése

▶ Anamnézis. Panaszok

Az anamnézisben szereplő adatok segíthetnek a széles QRS-tachycardia diagnosztikájában. Az anamnézisben szereplő szívinfarctus kamrai tachycardiát valószínűsít.

Ha a tachycardiás időszak már fiatal korban kezdődik, a tachycardia supraventricularis eredete valószínűbb. Rövid ideig tartó kamrai tachycardia palpitiót,

megszédülést okozhat, de teljes panaszmentességgel is járhat. Tartós kamrai tachycardia során palpitatio, szédülés, angina, bal kamrai elégtelenség, eszméletvesztés léphet fel.

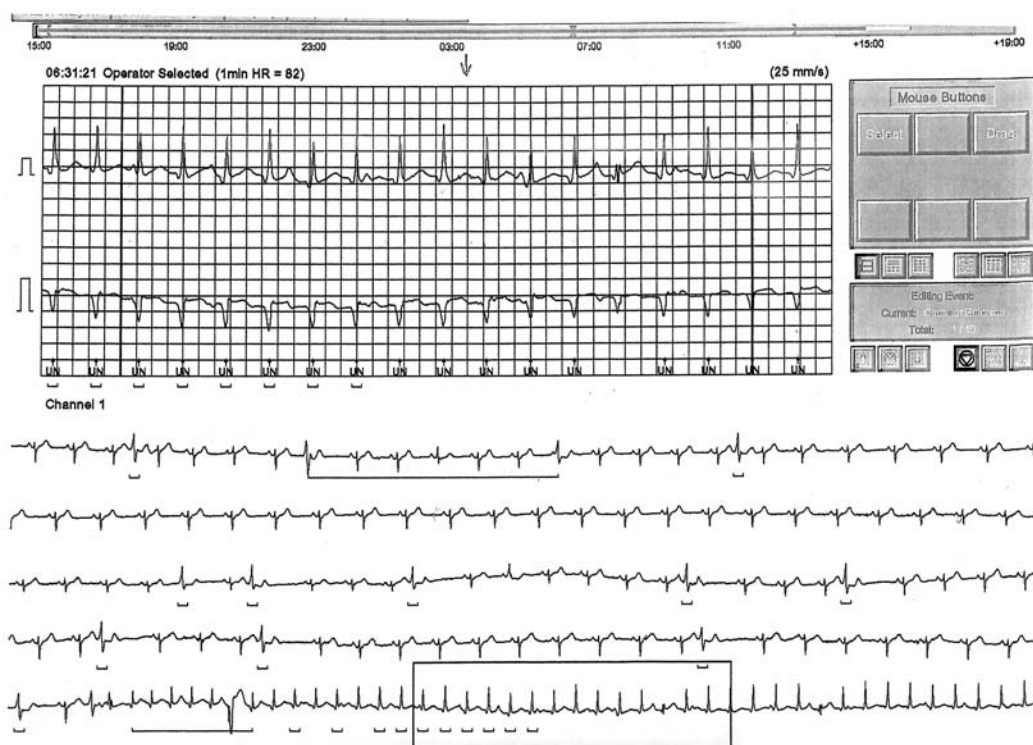
▶ Fizikális vizsgálat során észlelhető eltérések

Pitvar-kamrai disszociációval járó kamrai tachycardia esetén a tachycardia alatt elvégzett fizikális vizsgálat segít a kamrai tachycardia felismerésében. Ilyenkor a szív feletti hallgatódzás alkalmával változó intenzitású I. hang hallható a változó PQ relációk miatt. A vena jugularison, az időnként létrejövő egyidejű pitvari és kamrai aktiválódás miatt nagy, ún. cannon hullámok láthatók.

▶ EKG-kép

A roham alatt készített több elvezetéses, folyamatos EKG-felvétel, illetve 12 elvezetéses EKG, valamint a főleg P-hullámok detektálását segítő speciális elvezetések igen lényegesek a széles QRS tachycardiák kamrai eredetének igazolásában. A következő jelenségek, EKG eltérések elemzése szükséges:

- ▶ pitvar-kamrai aktiváció viszonya,
- ▶ a kamrai tachycardia során megfigyelt QRS morfológia,
- ▶ az előző, rohammentes időből származó EKG.



1. ábra

Kamrai tachycardia. Az ábrán Holter-EKG látható, melynek a bekeretezett része az ábra felső részén kinagyított formában látható. Az ábrán megfigyelhető, hogy a kamrai parasystole kamrai tachycardiát indít be. Az AV disszociáció mellett egy fúziós üteget okozó capture ütés is felismerhető.

Pitvar-kamrai aktiváció viszonya. Széles QRS tachycardia esetén a pitvar-kamrai disszociáció kimutatása a legbiztosabb jele a tachycardia kamrai eredetének. Teljes pitvar-kamrai disszociáció a kamrai tachycardiák kb. 1/4-ében figyelhető meg. Részleges pitvar-kamrai disszociáció kb. ugyanilyen gyakorisággal fordul elő. Holter-EKG-n, ahol az elvezetések száma korlátozott, az AV disszociáció a leginkább használható jele a kamrai tachycardia kimutatásának (1. ábra).

Pitvar-kamrai disszociáció a magas kamrai frekvenciával járó tachycardiák esetén fordul elő gyakrabban.

Pitvar-kamrai disszociáció kimutatásának legkritikusabb része a P-hullámok felismerése. Az elemzést segíti, ha az elvezetések közül azt az elvezetést választjuk, ahol a legkisebb a T-hullámok kitérése és a legnagyobb a P-hullámok amplitúdója. Ez utóbbit a beteg egy korábbi sinus ritmusos görbéjén nézhetjük meg. Az ily módon gondosan kiválasztott elvezetésben, illetve elvezetésekben az EKG érzékenységének növelése további segítséget jelenthet.

A részleges pitvar-kamrai disszociáció jellegzetes, de ritkán észlelt EKG eltérései a fúziós ütések és az ún. capture (elfogott) ütések. Mind a fúziós ütéseknek, mind az átvezetett ütések megjelenésének kedvez, ha a kamrai tachycardia frekvenciája alacsony.

1:1-es P/QRS arány esetén carotisnyomás, illetve adozin adása segíthet a diagnózis felállításában.

A kamrai tachycardia során megfigyelt QRS morfológia. A QRS morfológia használhatóságát a kamrai tachycardiák diagnosztikájában az invazív klinikai elektrofiziológiai vizsgálatok során szerzett tapasztalatok jelentősen megnövelték. Jobbszárblokk-szerű (V1-ben pozitív) QRS morfológiájú, széles QRS tachycardia esetén kamrai tachycardiát valószínűsítene a következők:

- ▶ Pozitív, monofázikus aktiváció a V1-ben, azaz R-hullám a V1-ben.
- ▶ A V1-ben vagy a V2-ben qR, QR, illetve RS komplexus.
- ▶ A V1-ben vagy V2-ben trifázikus QRS esetén az első R-hullám amplitúdója nagyobb, mint a második R-hullámé.
- ▶ V5-ben, illetve V6-ban az R/S arány kisebb, mint 1, illetve rS hullám, QS, QR látható.

Balszár-blokk-szerű QRS morfológiájú (V1-ben negatív), széles QRS tachycardia esetén kamrai tachycardiát valószínűsítene a következők:

- ▶ Az r-hullám időtartama több mint 30 ms a V1-ben vagy a V2-ben.
- ▶ Az r-hullám kezdetétől az S-hullám csúcsáig terjedő idő 80 ms vagy ennél nagyobb a V1-ben vagy a V2-ben.
- ▶ Az S-hullám leszálló szárán megtöretés látható a V1-ben vagy a V2-ben.
- ▶ A V6-ban q, illetve Q látható.

Balszár-blokk-szerű QRS morfológiájú, széles QRS tachycardia esetén a fenti QRS eltérések szenzitivitása külön-külön nem magas, de a jelek specificitása igen magas. A fenti QRS morfológiai eltérések valamelyike a balszár-blokkos morfológiájú, széles QRS tachycardiák túlnyomó többségében megtalálható, pozitív prediktív értéke igen magas.

A fentiekén kívül kamrai tachycardia mellett szól, ha mellkasi elvezetésekben minden QRS pozitív vagy negatív, illetve ha a mellkasi elvezetésekben nincs RS minta, illetve ha van, ennek időtartama több mint 100 ms. A jelentősen kiszélesedett QRS, illetve az extrém QRS tengelyállás is kamrai tachycardiát valószínűsít.

Verekei és mtsai az aVR-ben lévő QRS sajátosságai alapján magas szenzitivitással és specificitással rendelkező eltéréseket írtak le, melyek jól használhatók a kamrai tachycardiák felismerésében. Ezek az aVR elvezetésben lévő eltérések következők:

- ▶ R-hullám jelenléte;
- ▶ 40 ms-nál hosszabb r- vagy q-hullám;
- ▶ döntően negatív QRS leszálló szárának megtöretése;
- ▶ a QRS kezdeti és terminális 40 ms részén mért aktivációs sebesség aránya egyenlő vagy kisebb mint 1 (10).

Az előzőekben leírt EKG-jellegzetességek alapján a kamrai eredetű széles QRS tachycardiák az esetek nagy részében felismerhetők. A nem kamrai eredetű széles QRS tachycardiák EKG-jellegzetességeinek ismerete további segítséget jelent a kamrai tachycardiák felismerésében.

Irodalom

1. Myerburg RJ, Kessler KM. Clinical assessment and management of arrhythmias and conduction disturbances. IN: Hurst IW, et al (eds.): The Heart. Mc Graw Hill. New York. 1990, 535-561.
2. Borbola J, Csanádi Z (munkacsoport vezető); Pump Á, Székely Á. A szív elektrofiziológiai vizsgálat indikációi és a katéteres abláció. Klinikai irányelvek kézikönyve. Kardiológiai útmutató 2007. Méditio kiadó
3. Klinikai szívelektrofiziológia és aritmológia. Szerk.: Fazekas T, Papp Gy, Tenczer J. Budapest, Akadémiai kiadó 1999.
4. Brugada P, Brugada J, Mont L, et al. A new approach to the differential diagnosis of a regular tachycardia with a wide QRS complex. Circulation 1991; 83:1649-1659.
5. Miller JM, Das MK, Aora R, et al. Differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. In: Zipes DP, Jalife J, Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside. Fourth edition. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2004; 747-757.
6. Barold S. Bedside diagnosis of wide QRS tachycardia. Pacing Clin Electrophysiol 1995; 18:2109-2115.
7. Akhtar M, Shenasa M, Jazayeri M, et al. Wide QRS complex tachycardia. Reappraisal of a common clinical problem. Ann Intern Med 1988; 109:905-912.
8. Wellens HJJ, Brugada P. Diagnosis of ventricular tachycardia from the 12-lead electrocardiogram. Cardiol Clin 1987; 5:511-525.

9. Griffith MJ, Garratt CJ, Mounsey P, et al. Ventricular tachycardia as default diagnosis in broad complex tachycardia. *Lancet* 1994; 343:386-88.
10. Vereckei A, Duray G, Szénási G, et al. New algorithm using only lead aVR for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia, *Heart Rhythm* 2008; 5:89-98.

A terheléses kardiológiai vizsgálmódszerek jelentősége az ischaemiás szívbetegségek diagnózisának felállításában

The importance of cardiovascular stress tests in the diagnosis of ischaemic heart disease

Jánosi András

Fővárosi Önkormányzat Szent János Kórház, III. Sz. Belgyógyászat-Kardiológia

Kulcsszavak: terheléses kardiológiai vizsgálat, ischaemiás szívbetegség

Key-words: cardiovascular stress test, ischaemic heart disease

A fizikai tevékenység a szokásos életvitel leggyakrabban előforduló olyan tényezője, amely a keringési rendszer alkalmazkodását teszi szükségessé, s ez fiziológiai körülmények között probléma nélkül megvalósul. A keringési rendszer betegségeinek egy része nyugalomban nem okoz panaszt vagy tünetet, de a fizikai

terhelés során ezen kóros állapotok felismerhetővé válnak. Ez a körülmény teszi fontossá a cardiovascularis rendszer funkcionális vizsgálatát.

Élettani változások fizikai terhelés alatt

Dinamikus terhelés során, amelyet a vázizomzat a nagy izomcsoportjainak tevékenysége jellemez (gyaloglás, futás stb.), aktiválódik a sympathicus idegrendszer: nő a szívfrekvencia, a systolés vérnyomás, a myocardium kontraktilitása és a vénás visszaáramlás. A diastolés vérnyomás alig változik. Két perc alatt a keringési paraméterek (szívfrekvencia, vérnyomás, vérterfogat) állandó értéket vesznek fel („steady state”). A keringési rendszer fokozott teljesítménye az oxigénfogyasztás és a kilégtett levegő szén-dioxid-koncentrációjának növekedése mellett valósul meg, amelynek mérése speciális körülmények között indokolt (spiroergometria). A spiroergometria esetén mérjük a maximális oxigénfogyasztást (VO_2), a kilégtett levegőben a szén-dioxid mennyiségét (VCO_2), illetve a kettő hányadosát, amelyet *légzési gázcsere hányadosnak* nevezünk („respiratory exchange ratio”), ennek normálértéke 1 alatt van, amennyiben az érték meghaladja az 1-et, akkor az a fizikai teljesítőképesség határát elérő/meghaladó terhelésre utal. A dinamikus terhelés nagyságának megítélése a metabolikus egység (metabolic equivalent = MET) segítségével történik, ezt a mutatót használjuk a különböző terhelési formák összehasonlítására.

Terheléses EKG vizsgálat

A terheléses EKG alkalmazása a kardiológiai diagnosztikában. A módszer jelentősége az elmúlt évtizedekben nem csökkent, hiszen alkalmazásával standardizált módon tudjuk lemérni a vizsgált egyén funkcionális kapacitását, tanulmányozzuk a terhelésre kialakuló panaszokat, az EKG és a keringési paraméterek változását. Fontos szempont, hogy a vizsgálat viszonylag könnyen elvégezhető és olcsó.

1. táblázat

A terheléses EKG-vizsgálat indikációi

- ▶ Az ISZB diagnózisának felállítása olyan egyéneknél, akiknél a betegség fennállásának valószínűsége közepes* és nincs olyan EKG-eltérés, amely a vizsgálat értékelését nem teszi lehetővé**
- ▶ Vasospasticus angina pectoris (Prinzmetal angina pectoris)
- ▶ Ismert koszorúérbetegek funkcionális kapacitásának meghatározása
- ▶ Olyan koszorúérbetegek esetén, akiknél állapotváltozás észlelhető
- ▶ Postinfarctusos betegek esetén a prognózis megítélése, a mozgásterápia intenzitásának meghatározása és a gyógyszeres terápia eredményességének megítélése céljából***
- ▶ A myocardium-ischaemia kimutatása revaszkularizációs beavatkozás előtt
- ▶ Revaszkularizációs beavatkozás után az eredmény lemérése (1-6 hónap), illetve a gondozás részeként
- ▶ Revaszkularizációs beavatkozások után, ha a panaszok ismételt jelentkeznek.
- ▶ Munkaképesség megítélésére, szívtranszplantáció előtt a funkcionális kapacitás objektív megítélésére
- ▶ Rate-reszponzív pacemaker megfelelő beállítása céljából
- ▶ A terheléssel összefüggő panaszok megítélésére

*Az ISZB preteszt valószínűsége a nem, az életkor és a panaszok jellege (típusos angina pectoris, atípusos angina pectoris stb.) állapítható meg (lásd a megfelelő táblázatot).

**Nem teszi lehetővé az értékelést a WPW syndroma, a pacemaker ritmus, a bal Tawara szárblokk, az 1 mm-t meghaladó, nyugalomban is meglévő ST depresszió.

***Az infarctust követő 7. napon szubmaximális, a 21. napon tűnethatárolt terheléses vizsgálat történik

A terheléses EKG-vizsgálat indikációja. A panaszok terheléssel kapcsolatos összefüggésének vizsgálatához, a fizikai teljesítőképesség objektív le méréséhez, az egyes beavatkozások eredményességének megítéléséhez a vizsgálat elvégzése elengedhetetlen. Az indikációk alapvetően négy probléma köré csoportosíthatók:

- ▶ a koszorúér-betegség diagnózisának megerősítése vagy elvetése,
- ▶ ismert koszorúér-betegek prognózisának meghatározása,
- ▶ a provokálható myocardium-ischaemia igazolása vagy kizárása, az adekvát kezelési forma megválasztása céljából,
- ▶ a funkcionális kapacitás meghatározása.

A terheléses EKG vizsgálat indikációinak felsorolását az 1. táblázat tartalmazza.

A terheléses EKG-vizsgálat ellenjavallatai. Számos esetben a terheléses vizsgálat elvégzése ellenjavallt. Az abszolút és relatív ellenjavallatokat a 2. táblázat tartalmazza. Amikor a beteg teljesítőképessége erősen beszűkült, a terheléses EKG-vizsgálat helyett a funkcionális kapacitás le mérésére a 6 perces járás próba („6-minute walk test”) alkalmazzuk.

A terheléses vizsgálat kivitelezése. A terheléses vizsgálat kivitelezésével kapcsolatos részleteket a Kardiológiai Szakmai Kollégium 2007- ben publikált ajánlása tartalmazza.

A terheléses EKG vizsgálat megszakításának indikációi. A terheléses vizsgálatot igyekszünk a vizsgált személy által elviselt legnagyobb terhelési szintig folytatni, kivéve, ha a vizsgálatnak valamilyen megszakítási indikációja jelentkezik, vagy ha a vizsgált személy a teszt befejezését kéri. A megszakítási indikációkat a 3. táblázat tartalmazza. A vizsgálatot akkor tekintjük értékelhetőnek, ha a beteg az életkorának megfelelő maximális szívfrekvencia 80–85%-át elérte (szubmaximális terhelés).

A terheléses vizsgálat reprodukálhatósága, gyógyszer hatása a vizsgálat eredményére. Az egymást követő terheléses vizsgálatoknál az ST depresszió fellépésének ideje változó, a variabilitás esetenként a 20%-ot is eléri. Számos szívgyógyszer esetén igazolták, hogy befolyásolja a terhelés eredményét. Tekintettel arra, hogy az antianginás gyógyszerek befolyásolják a vizsgálat eredményét, a diagnosztikus célból végzett vizsgálatok előtt ezen gyógyszerek elhagyása javasolt.

A terheléses vizsgálat kockázata. A vizsgálat kockázata alacsony: egy széles körű felmérés során minden 2500 vizsgálatra esett 1 komolyabb szövődmény (szívinfarctus, malignus kamrai ritmuszavar, halál).

A terheléses vizsgálat értékelése. A terheléses EKG-vizsgálat során számos keringési és egyéb paraméter követése szükséges, a két legfontosabb a mellkasi panasz és az EKG változása.

ST-depresszió. Az ST-szakasz-eltérést a QRS befejeződése után (J pont) 60-80 ms-mal vizsgáljuk, és akkor tekintjük az ST-eltérést (depresszió/elevatio) szig-

2. táblázat

A terheléses EKG-vizsgálat ellenjavallatai

ABSZOLÚT ELLENJAVALLATOK

- ▶ Akut myocardialis infarctus (betegség első 2 napján)
- ▶ Magas rizikójú instabil angina pectoris esetén*
- ▶ Nem kontrollált ingerképzési zavarok esetén, amelyek tüneteket okoznak és hemodinamikai következménnyel járnak
- ▶ Tüneteket okozó súlyos (area <1 cm²) aortastenosis
- ▶ Nem kezelt, panaszokat okozó szívélgtelenség
- ▶ Heveny pulmonalis embolia, tüdőinfarctus
- ▶ Aortadissectio
- ▶ Heveny szívizom- és/vagy szívburokgyulladás

RELATÍV ELLENJAVALLATOK

- ▶ Ismert főtörzs-szűkület
- ▶ Közepes súlyosságú billentyűszűkület
- ▶ Lényeges elektroliteltérések
- ▶ Súlyos hypertonia**
- ▶ Tachy-, illetve bradyarrhythmia
- ▶ Magas fokú AV blokk
- ▶ Mentális vagy fizikai deficit, amely a terheléses vizsgálat végrehajtását nem teszi lehetővé

*Progrediáló vagy EKG-eltéréssel kísért mellkasi fájdalom, emelkedett biomarkerszint esetén az instabil angina pectorist magas rizikójúnak tekintjük. Ugyancsak magas rizikójú a beteg, ha 75 évnél idősebb és a mellkasi fájdalmat hypotonia, újonnan megjelenő szívzöreje vagy galopp ritmus kíséri.

**A systolés vérnyomás >200 Hgmm felett, a diastolés vérnyomás >110 Hgmm

nifikánsnak, ha eléri vagy meghaladja az 1 mm-t, valamint az ST-depresszió horizontális vagy lefelé irányuló.

Gyakran előforduló tévedés, hogy az ST-eltérést mutató EKG-elvezetés alapján „lokalizálják” a szívizom-ischaemiát és döntenek a panaszokat okozó érelváltozásról („culprit laesio”). A terhelés hatására kialakuló ST-depresszió nem alkalmas az ischaemiás szívizomterület meghatározására.

ST-elevatio. A terhelés során jelentkező ST-elevatio ritka EKG-elváltozás, különösen, ha az eltérés olyan elvezetésben jelentkezik, ahol nincs patológiás Q-hullám. Súlyos – legtöbbször transmuralis – ischaemiát jelez. Patológiás Q-hullám mellett észlelt ST-elevatio gyakran diszkinetikus falmozgásra utal.

A terheléses EKG érzékenysége és fajlagossága a koronarográfiával igazolt koszorúér-betegség tekintetében (diagnosztikus teljesítmény). A terheléses EKG-vizsgálatot az esetek jelentős részében diagnosztikus célból alkalmazzuk annak megállapítására, hogy a panaszok hátterében igazolható-e ischaemiás szívbetegség. A terheléses vizsgálat diagnosztikus értékét a koronarográfiával igazolt koszorúér-szűkülethez viszonyítjuk (a koronarográfia az ún. „arany standard”), és ennek alapján érzékenységről (szenzitivitás) és fajla-

3. táblázat

A terheléses vizsgálat megszakításának indikációi

ABSZOLÚT MEGSZAKÍTÁSI INDIKÁCIÓK

- ▶ A terhelési szint növekedése mellett a systolés vérnyomás 10 Hgmm-t meghaladó csökkenése, ha ehhez a myocardium ischaemia egyéb tünete is társul
- ▶ Közepes vagy súlyos angina pectoris
- ▶ Centralis idegrendszeri tünetek (ataxia, szédülés, syncope-hez hasonló rosszullet)
- ▶ Perfúziós zavarra utaló jelek (cyanosis, elsápadás)
- ▶ Sustained kamrai tachycardia
- ▶ 1 mm-t elérő vagy meghaladó ST-elevatio olyan EKG-elvezetésben, ahol nincs patológiás Q-hullám
- ▶ A vizsgált személy nem kívánja a teszt folytatását

RELATIVE MEGASZAKÍTÁSI INDIKÁCIÓK

- ▶ A terhelési szint növekedése mellett a systolés vérnyomás 10 Hgmm-t meghaladó csökkenése
- ▶ 2 mm-t meghaladó ST-depresszió jelentkezése, a QRS tengely állás jelentős megváltozása
- ▶ Supraventricularis tachycardia, multifocalis kamrai extrasystolia, vezetési zavar, bradyarrhythmia
- ▶ Szárblokk vagy intraventricularis vezetési zavar kialakulása
- ▶ Kifáradás, fulladás, lábfájdalom, bronchusobstruációra utaló tünetek
- ▶ Fokozódó mellkasi fájdalom
- ▶ Kóros tenzióválasz*

* Systolés vérnyomás >250 Hgmm, diastolés vérnyomás >115 Hgmm

gosságról (specifititás) beszélünk. A vizsgálat megfelelő diagnosztikus teljesítménye függ a koszorúér-betegség preteszt valószínűségétől. Jó diagnosztikus teljesítményt csak akkor várhatunk, ha a vizsgált egyénnél a panaszok jellege, a neme és az életkor alapján közepes az ischaemiás szívbetegség valószínűsége. Egy meta-analízisben a terheléses EKG érzékenységet 68%-nak, fajlagosságát 77%-nak találták, míg a pozitív vizsgálat prediktív értéke 73%-nak bizonyult.

A terheléses EKG vizsgálat prognosztikus jelentősége. A terheléses vizsgálat kiemelkedően fontos a betegek életkilátásainak (prognózisának) megítélése szempontjából, ezáltal alkalmas a revaszkularizációt igénylő betegek meghatározására. Azon betegeknek, akiknek funkcionális kapacitása meghaladja a 10 MET-et, prognózisa – az érbetegség kiterjedésétől és súlyosságától függetlenül – kiváló, a revaszkularizációs beavatkozástól eltekinthetünk. Myers adatai alapján a funkcionális kapacitás minden 1 MET-tel történő emelkedése a túlélést 12%-kal javította. Koronaro-

gráfiával igazolt ischaemiás szívbetegség esetén alacsony terhelhetőség mellett az éves halálozás meghaladta az 5%-ot, míg jó funkcionális kapacitás esetén a mortalitás 1% alatt volt.

Mark és mtsai a terheléses paraméterek figyelembe vételével egy indexet dolgoztak ki, amely mind hospitalizált, mind ambuláns betegek esetén alkalmasnak bizonyult a prognózis megítélésére („Duke treadmill score”). A többletnevezős analízis során a score önálló prognosztikai jelentőséggel bírt.

A képkalkotó vizsgálatok alkalmazása az ischaemiás szívbetegség diagnózisának és prognózisának meghatározásában

A terheléses képkalkotó vizsgálatok alkalmazása akkor jön szóba, ha a myocardium-ischaemia kimutatására alkalmazható egyszerűbb és olcsóbb eljárás nem vezet eredményre, mert a beteg a dinamikus terhelés elvégzésére alkalmatlan, vagy a nyugalmi EKG kóros volta miatt a terhelés alatti változás nem értékelhető. Képkalkotó eljárás jön szóba akkor is, ha az elvégzett terheléses EKG-vizsgálatot elvégeztük, de az alacsony terhelhetőség vagy egyéb ok miatt nem értékelhető. A képkalkotó módszerek közül választható a terheléses echokardiográfia, a myocardium perfúziós vizsgálata, cardio-CT, a PET-vizsgálat, valamint az ún. fúziós képkalkotó vizsgálatok. A terhelés formája tekintetében alkalmazhatunk dinamikus vagy farmakológiai terhelést. A farmakológiai terhelésre alkalmazott szerek két csoportra oszthatók: vasodilatator hatású farmakonok (dipiridamol és adenosine), valamint pressoramin hatásúak (dopamin). A vasodilatator hatású szerek esetén nő a koszorúér-áramlás az ép koszorúerekben, és csökken a stenotikus érterületeken. A keringés növekedése az ép területeken olyan mértékű lehet, hogy a véráramlás iránya a kóros érterület felől az ép koszorúér-területek felé irányul (steal jelenség). A vasodilatator hatású szereket mind a terheléses echokardiográfia, mind a myocardium szcintigráfiás vizsgálatoknál alkalmazhatjuk, de mivel hatásukra perfúziós különbség alakul ki a szívizom egyes területei között, ezen tulajdonságuk miatt a myocardium szcintigráfiás vizsgálatoknál alkalmazzuk döntően. A presszoraminok közül a dobutamin használjuk a terheléses echokardiográfia végzésekor. A kis adagban alkalmazott dobutamin az életképesség vizsgálatára használjuk, míg a nagy adagú dobutamin a myocardium-ischaemia provokálására. A képkalkotó vizsgálatokkal kapcsolatos részletek ismertetése tekintetében utalok a tanfolyam ezen témákkal foglalkozó előadásaira.

A strukturális szívbetegség legfontosabb képalkotó módszere: echokardiográfia*

The role of echocardiography in the diagnosis of structural heart disease

Bartha Elektra

Semmelweis Egyetem, Kardiológiai Központ

Kulcsszavak: echokardiográfia, módszerek, strukturális szívbetegségek
Key-words: echocardiography, methods, structural heart disease

Bevezetés

Az echokardiográfia (echo) a leggyakrabban használt nemivazív vizsgálóeljárás a szívbetegségek és nagyerek diagnosztikájában. Segítségével a szív strukturális, funkcionális és hemodinamikai paramétereit vizsgálhatók. Az utóbbi idők technikai fejlesztésének köszönhetően egyszerűen részletdúsabb anatómiai képalkotás vált lehetségessé, másfelől a funkcionális és hemodinamikai vizsgálatok során pontosabb eredményekhez juthatunk, mégpedig úgy, hogy a vizsgálat ideje jelentősen lerövidült.

Echokardiográfiai eljárások

Az **A (amplitúdó) – és M (motion) módban** készült képek, a transzducerekből kibocsájtott ultrahang (UH) a szilárd struktúrákból visszaverődve, vonalak és alakzatok formájában jelenítik meg a szívet.

Az **M-mód (1 kristály, 1 sugár)** jellegzetes eltérései egyes organikus szívbetegségben jól ismertek, mint például hypertrophiás obstructív cardiomyopathiában (HOCM) a systolés előremozdulás (SAM) és az aortabillentyű korai záródása, mitralis stenosisban (MS) a csökkent koradiastolés lejtő (EF lejtő), a pericarditisben (1) az echomentes zóna kimutatása a pericardium parietalis és visceralis lemeze között stb. Az M-mód ma sem veszítette el jelentőségét, ugyanis a *szívüregi dimenziók pontos mérése, a szív ciklusok időben való elhelyezése és a mozgássebességek mérése* itt történik. A 2D képből kiválasztott *anatómiai M-móddal* pedig elkerülhető a pontatlan mérés.

A **2D** technika (2) lehetővé tette a szív real time vizualizálását több síkban. Kezdetben a transzducerek lineáris multiscan, illetve mechanikus (1-3 kristály) szektor scan téglalap, illetve kör alakú képet voltak képesek alkotni. További fejlesztések során a ma használt *phased-array* (32,128,256,512 kristály) transzducerek kerültek használatba.

A 2D echóval szinte egyidőben a spektrum **Doppler – pulzatilis (PD) és folyamatos (CW) Doppler** is be-

vezetésre került, lehetővé téve a szív *hemodinamikai* (3) vizsgálatát.

Az 1980-as évek óta a **színes Doppler** (4) a *véráramlás direkt ábrázolásával* a vizsgálati időt drámaian lerövidítette.

A színes Doppler technikából kifejlesztett **szöveti Doppler (TDI), strain és strain rate** (5) révén a *myocardium sebességmérése, a szív ciklusok időben való elhelyezése* (6), a *systolés és diastolés funkció* (7) meghatározása vált pontosabbá.

A **transoesophagealis echo (TEE)** (8), az **intracardialis echo (ICE)** és az **intravasculáris ultrahang (IVUS)** megjelenése jelentősen javította a képek feloldóképességét, és új távlatokat nyitott.

Az újabb *matrix transzducerek* (több mint 3000 kristály) a **3D**-ben, illetve **multidimenzionálisan, 4D TSI (szöveti szinkron)** ábrázolják a szívet. Különböző síkokban a szív teljes volumene, illetve annak deriváltjai vizsgálhatók. A 3D ugyanolyan drámaian lerövidítette a vizsgálati időt, mint annak idején a színes Doppler. A 3D forradalmi változást hozott a szív strukturális, funkcionális és hemodinamikai vizsgálatánál a vizualizáció minőségében és kvantifikációjában egyaránt. A 3D ráadásul minimalizálta a vizsgálat alatt nyerhető képek variációját, más szóval kevésbé vizsgálófüggő.

Ahogy javul az echotechnika, úgy javul a szív strukturális, funkcionális és hemodinamikai megítélése.

Echokardiográfiai módszerek

- ▶ Transthoracalis echo (TTE),
- ▶ transoesophagealis echo (TEE),
- ▶ intracardialis echo (ICE),
- ▶ stress echo,
- ▶ contrast echo (CE),
- ▶ szöveti Doppler (TDI),
- ▶ színes TDI,
- ▶ strain, strain rate (SRI),
- ▶ intraoperatív (IOPE)

Transthoracalis echo (TTE) vizsgálat történik először minden betegnél, melynek során 2D, M-mód és Doppler- PD, CW és színes felvételek készülnek. A *TEE vizsgálat indikációi*, ha a TTE vizsgálattal nem tisztázható: emboliaforrás (35%), pitvarfibrilláció

* A publikáció létrejöttét a „Semmelweis Híd Projekt”
TÁMOP-4.2.2-08/01/KMR-2008-0004 támogatta.

(34%), endocarditis gyanúja (10%), billentyűbetegség (natív – 5% vagy műbillentyű-funkció – 1%), aortabetegség (2%), congenitalis betegség (3%), intracardialis massa (2%), kritikus állapotban lévő beteg (1%), pulmonalis hypertonia (1%), más (6%).

Intracardialis (ICE) vizsgálat (9) során az iv. percutan felvezetett UH katéter egyelőre csak a jobb szívfélben helyezhető el, nincs multiplan lehetőség, drága. További fejlesztéssel az indikációs terület szélesebbé válik. *Indikációk:* intracardialis massa, transeptalis beavatkozás, ASD és PFO zárás, ablatio (pitvarfibrilláció, lebegés, VT), más (diagnózis/biopsia intracardialis massa, ballonos mitralis valvulotomia, bal fülcse oclusio, sinus coronarius vizualizálás).

Stressz echo a különböző módon végzett terhelés hatására kialakuló falmozgászavar myocardialis ischaemia és coronariabetegség kimutatására, myocardium viabilitás vizsgálatára, ezenkívül még billentyűbetegségek súlyosságának megítélésére használatos.

Kontraszt echo – Indikációi: shuntök kimutatására már régóta használatos volt, különösen a színes Doppler éra előtt; alkoholos septalis ablatio során HOCM-ben a perforátor ágak ábrázolására; a myocardialis perfusio vizsgálata – 30–40%-ban stressz echóval és a jövőben remélhetőleg rutinszerűen alkalmazot real time 3D echóval kiegészítve már egy kiváló diagnosztikai metódushoz juthatunk.

Szöveti Doppler (TDI), színes (color) TDI, strain rate (SRI) alkalmazási területei: diastolés funkció; cardiomyopathiák – HCM, DCM-ben dyssynchronia kimutatása, responder kiválasztás; regionális funkció – ischaemia, viabilitás; speciális kórképekben mint amyloidosis, Fábry-kór.

Intraoperatív echo (IOPE) (TTE, TEE vagy epicardialis echo) ideális esetben a szívműtétek 90%-ában történik echo, ritka esetektől eltekintve TEE.

1. A cardiopulmonalis bypass (CPB) előtt a diagnózis megerősítésére, illetve a sebészi beavatkozást befolyásoló, addig fel nem ismert diagnózis kizárására.
2. A CPB után a sebészi eredmény kontrollja, szükség-e korrekció, vissza kell-e térni a bypassra.
3. Nem cardialis műtétek során a balkamra-funkció monitorozása, illetve hemodinamikailag instabillá váló beteg.

Strukturális szívbetegségek

A betegek echós vizsgálata a *klinikai tünetek* alapján: szívdörej, mellkasi fájdalom, dyspnoe, szívelégtelenség tünete, stroke, perifériás embolia, EKG-eltérés,

arrhythmia, kóros mellkasröntgen, láz stb. miatt történhet.

A betegek echós vizsgálatára – a gyakoriság sorrendjében – az alábbi kórképeknél kerülhet sor:

- ▶ *cardiomegalia,*
- ▶ *pericarditis és pericardium betegségei,*
- ▶ billentyűbetegség (natív és műbillentyű),
- ▶ infekciós endocarditis,
- ▶ coronariabetegség,
- ▶ kamrafunkció (jobb és bal),
- ▶ myocardium betegségei,
- ▶ congenitalis szívbetegségek,
- ▶ *tumorok* (primer és szekunder),
- ▶ arrythmiák,
- ▶ *emboliaforrás,*
- ▶ stroke,
- ▶ hypertonia,
- ▶ aortadissectio,
- ▶ pulmonalis embolia stb. esetén .

Nem említve azokat a kórképeket (billentyűbetegségek, infekciós endocarditis, kamrafunkció, aortadissectio, pulmonalis embolia), amelyekről e kiadványban egybűt szó esik. A továbbiakban a dőlt betűkkel jelzett kórképek echokardiográfiás vizsgálatára térnénk át, a teljesség igénye nélkül.

Cardiomegalia okának tisztázása az egyik legklasszikusabb echós feladat, oka valvularis vagy nemvalvularis lehet. TTE 2D vizsgálattal pontosan meghatározható, mely szívüreg nagyobbodott meg. Valvularis okoknál: mitralis stenosisban (MS) a bal pitvar (BP) és a jobb kamra (JK), mitralis insufficienciában (MI) a bal kamra (BK) és BP, később a JK, aortastenosisban (AS) a BK eleinte hypertrophiás, de később dilatálhat, funkcionális MI-nél a BP is, majd a JK, aortainsufficienciában (AI) a BK, JK nagyobodhat meg. A tricuspidalis stenosisban a jobb pitvar (JP), tricuspidalis insufficienciában (TI) a JK és JP, pulmonalis stenosisban a hypertrophiás JK dilatálódhat, következményes TI esetén a JP is. Nemvalvularis okok közül leggyakrabban a dilatatív cardiomyopathia (DCM), az ischaemiás szívbetegség (ISZB) funkcionális MI-vel, vagy nagy BK-i aneurysma, pericarditis fluidummal (PF) vagy congenitalis szívbetegségek fordulnak elő. Egyéb, ritka esetek, mint például bal fülcse (LAA) aneurysma vagy intrapericardialis elhelyezkedő tumor (TU) is állhat a cardiomegalia mögött.

Pericarditisben és a pericardium betegségeiben az echokardiográfia a legfontosabb diagnosztikus eszköz. A folyadék kimutatásában és 2D vezérelt pericardiocentesisben az echónak vitathatlan a szerepe. A PD Dopplerrel a mitralis beáramlás és a hepaticus vénák áramlásának Doppler-méréssel, a tamponád, a constrictiv (TDI mitralis annulus sebességmérés) és restrictiv pericarditis jól elkülöníthetők. TEE segítségével a pericardium vastagsága, vagy TTE-vel nem meghatározható lokalizált (főleg posztoperatív) PF ítéhető meg. Pericardialis cysták főleg subcostalis pozícióból

2D-vel hozhatók látóterbe, de CT- és MR-vizsgálat is szükséges, utánkövetéshez ez utóbbiak pontosabbak.

Tumorok, masszák, *emboliaforrás* keresése már az echokardiográfia kezdetén is fontos szerepet játszott. Az első M-móddal diagnosztizált, a BK-ba prolábáló BP-i myxoma kimutatása óta az echotechnológia fejlődése forradalmasította a diagnosztikát. A 2D, majd 3D (10) bevezetésével olyan diagnosztikai eszközök állnak rendelkezésre, amelyekkel már a sebészi lelettel megegyező diagnózishoz lehet jutni.

Konklúzió

Az echónak átfogónak és célirányosnak kell lennie, ehhez a klinikum ismerete és a vizsgáló kardiológiai, valamint ultrahangos jártassága szükséges és elengedhetetlen.

Az echokardiographia indikációs területe szinte minden szív- és nagyér-rendszeri betegségre kiterjed.

Irodalom

1. Feigenbaum H, Waldhausen JA, Hyde LP. Ultrasound diagnosis of pericardial effusion. *JAMA*, 1965; 191:711-714.
2. Tajik AJ, Seward JB, Hagler DJ, et al. Two-dimensional real-time ultrasonic imaging of the heart and great vessels: Technique, image orientation, structure identification, and validation. *Mayo Clin. Proc.* 1978; 53:271-303.
3. Hatle I, Brubakk A, Tromsdal A, et al. Noninvasive assessment of pressure drop in mitral stenosis by Doppler ultrasound. *BHJ*, 1978; 40:131-140.
4. Omoto R, Kasai C. Physics and instrumentation of Doppler color flow mapping. *Echocardiography*, 1987; 4:467-483.
5. Heimdal A, Stoylen A, et al. Real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound. *J. Am Soc Echocardiography*, 1998; 11:1013-1019.
6. Oh JK, Tajik J. The return of cardiac time intervals: The phoenix is rising. *JACC*, 2003; 42:1471-1474.
7. Ommen SR, Nishimura RA, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: A comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circ.* 2000; 102:1788-1794.
8. Seward JB, Khanderia BK, Oh JK, et al. Transoesophageal echocardiography: Technique, anatomic correlations, implementations, and clinical applications. *Mayo Clin. Proc.* 1988; 63:649-680.
9. Jongbloed MRM, Schaliij MJ, Zeppenfeld K, Oemrawsingh PV, van der Wall EE, Bax JJ. Clinical applications of intracardiac echocardiography in interventional procedures. *Heart*, 2005; 91:981-990.
10. Corrales M, Ieava R, Di Biase M. Real-time three-dimensional echocardiography: An update. *Eur J Int Med.* 2008; 19:241-248.

Nukleáris képalkotó módszerek jelentősége a kardiológiában

Importance of nuclear imaging methods in cardiology

Balogh Ildikó

Fővárosi Önkormányzat Uzsoki utcai Kórháza

Kulcsszavak: single photon emissziós tomográfia (SPECT), myocardialis perfúziós szcintigráfia, EKG kapuzott radionuklid ventrikulográfia (MUGA), EKG kapuzott SPECT, pozitronemissziós tomográfia (PET)

Key words: single photon emission CT (SPECT), myocardial perfusion scintigraphy, multiple gated acquisition (MUGA), gated SPECT, positron emission tomography (PET)

A nukleáris kardiológiai módszerek közül a vérkeringés izotóppal történő vizsgálata már 1926-ban (Herman Blumgart és munkatársai) ismert volt.

Újabb lehetőségekhez jutottunk:

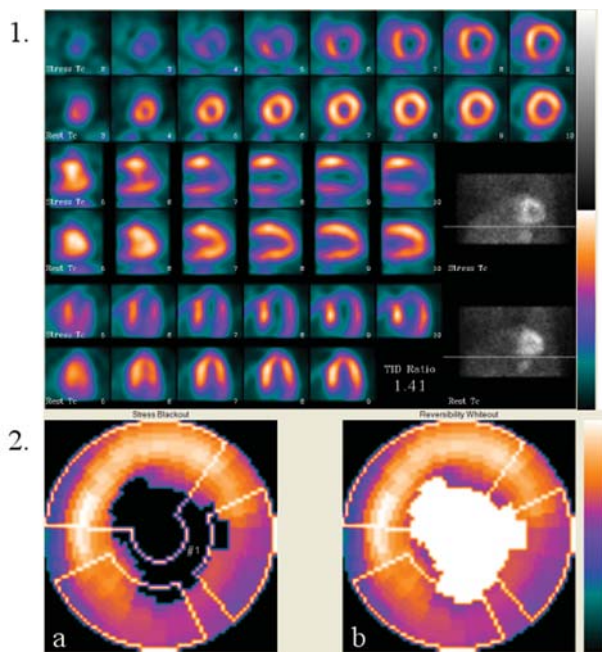
1. a modern *gamma-kamerák* – dedikált szívkamerák, legújabban a *SPECT/CT* hibrid műszerek és
2. a szerv-, szövet- vagy funkcióspecifikus *radiofarmakonok* megjelenése,

melyek segítségével azonban a szívizom vérellátása (perfúziója), a bal és jobb kamra funkció igen pontos meghatározása, a szívizom metabolizmusa, a szív szimpatikus (ill. paraszimpatikus) beidegzése és a kardiológiai megbetegedések molekuláris hátterének vizsgálata is lehetővé vált.

A szívizom vérellátásának (perfúziójának) vizsgálata (myocardialis perfúziós szcintigráfia, MPS)

A napi rutin diagnosztikában leggyakrabban alkalmazott módszer a terhelése MPS, melynek legnagyobb szerepe – a terhelésre jelentkező myocardialis ischaemia kimutatásával – a krónikus ischaemiás szívbetegség vizsgálatában van:

1. az ischaemiás szívbetegség kimutatása, detektálása a közepes klinikai valószínűségű betegcsoportban,
2. az ISZB súlyosságának, prognózisának megállapítása,
3. a culprit laesio kimutatása,



1. ábra

„High risk” – 3 ér betegség, transiens ischaemiás dilatáció (TID: 1,41)

1. Terheléses myocardialis szcintigráfia – SPECT 3 irányú metszeti képei (egymás alatt stress-rest sorrendben).

Stressz: kiterjedt, több ér ellátási területében talált perfúzió csökkenés

Rest: csaknem teljes reverzibilitás, a nyugalmi vizsgálat csaknem negatív

2. Emory toolbox 2D kvantitatív analízise

a) Terheléses MPS – fekete szín: kiterjedt perfúziócsökkenés

b) Rest MPS – fehér szín: reverzibilis perfúziócsökkenés

4. a coronariastenosis szignifikanciájának megállapítása,
5. a revaszkularizációs eljárások sikerességének lemerése,
6. nagy műtétek előtt a műtéti kockázat felmérése (1-6. AHA, ASNC Guideline – Class I. indikáció).

ad 1. A myocardialis ischaemia detektálása: a terhelésre kialakuló myocardialis ischaemia, azaz a coronaria-stenosis okozta flow csökkenés az ischaemiás szívbetegség első jele (ischaemiás cascade). Az ischaemia kimutatásához az izotópvizsgálat ergometriás vagy gyógyszeres (DPD, adenosin, dobutamin) terhelés hatásában történő elvégzése szükséges. Gamma-kamerával készített rétegvizsgálat, azaz SPECT módszer alkalmazásával (SPECT = single photon emission computed tomography) az ún. regionális perfúzió különbség igen nagy pontossággal állapítható meg. A terheléses vizsgálat értékeléséhez a nyugalmi szívizom-vérellátás leképezése is szükséges, a kettő különbségéből határozható meg ugyanis a perfúziós eltérés reverzibilitása (teljesen, részlegesen reverzibilis, irreverzibilis perfúziócsökkenés), az ischaemiás szívbetegség súlyosságának e jellemző adata. A perfúziózavar lokalizációját, kiterjedését, súlyosságát kvalitatív és újabban kvantitatív módszerekkel is meghatározhatjuk. A kvantitatív kiértékeléssel, valamint a bal- és sok esetben a jobbkamra- funkció paramétereinek meghatározására is alkalmas EKG kapuzott MPS-vel (EKG-kapuzott vagy gated SPECT) a vizsgálat érzékenységét és fajlagosságát egyaránt növeljük,

speciális software programok segítségével (pl. Emory toolbox) a 2D, 3D rekonstruált képek normál egyénekhez mért perfúziós eltérését, kamrafunkció változásait kvantitatívan is elemezhetjük. A terheléses vizsgálathoz több radiofarmakon használható:

- ▶ *Tl-201-klorid* (TI) (a terhelése MPS-hez – a Tc-vel jelölt radiofarmakonokhoz képest – ritkábban, a szívizom életképességének megállapításához nagyobb gyakorisággal alkalmazzuk): Na-K-ATPáz segítségével, aktív transzporttal jut az ép membránú myocardialis sejtbe. A szívizomfelvétel, a myocardialis uptake a perfúzió függvénye. A fenti jellemzők miatt a TI mind a myocardialis ischaemia, mind a szívizom életképességének meghatározására alkalmas.
- ▶ *Tc99m-mel jelölt radiofarmakonok* mindegyike – isonitril (= MIBI = CardioSpect vagy Cardiolite), tetrofosmin (= MYOVIEW) a szívizom vérellátásának ún. pillanatképét adja, ugyanis a mitochondriumhoz kötődik, számottevő kimosódást nem mutat. A leképezésnél ez különleges előnyt jelent, hisz a terhelés csúcán vagy akut myocardialis infarctusban (AMI) a beavatkozás előtt beadott radiofarmakon az órák múltán történő leképezésnél is a beadás pillanatában talált regionális perfúzió különbség ábrázolható.

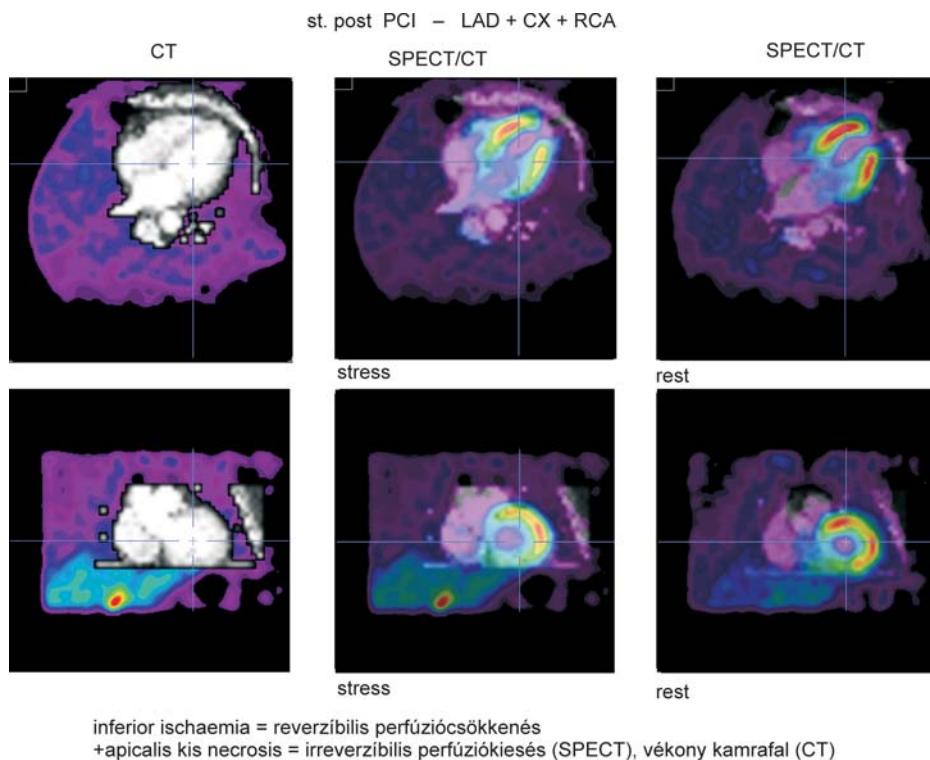
A terheléses MPS – kvantitatív kiértékeléssel talált -szignifikáns pozitívítását a koszorúér 50%-ot elérő vagy meghaladó szűkülete esetén detektáljuk. A SPECT módszer érzékenysége, fajlagossága – az MPS-t kvantitatív analízissel és az attenuáció kor-

- rekción, azaz a szövetek okozta fokozott sugárelnyelés kiküszöbölésének módszerével (pl. CT alkalmazásával) kiegészítve – egyaránt 87–89% körüli.
- ad 2. Ismert ischaemiás szívbetegségben a koszorúér-elváltozás súlyosságának, prognózisának megállapítása, az ún. *risk stratificatio* (1. ábra: „high risk”).
- ad 3. *Culprit laesio* kimutatásának lehetősége, azaz melyik koszorúér betegsége felelős a klinikai tünetekért.
- ad 4. Coronarographia után, kérdéses esetben, a coronariaszűkület szignifikanciája állapítható meg.
- ad 5. Lemérhető a *revaszkularizációs eljárás sikeressége* – az adott ér ellátási területében talált szignifikáns ischaemia stenosis (restenosis) jelez.
- ad 6. *Nagy műtétek előtt*, közepes klinikai valószínűségű ISZB esetén a közepes vagy magas kockázatu műtét rizikójának felmérése.

Kamrafunkció vizsgálata radionuclid ventriculographiával (RNV)

Az RNV-vel a bal és jobb kamra működése, pumpafunkciója, a systolés és diastolés funkció paraméterei megbízhatóan, objektíven elemezhetők, a vizsgálatok eredményei jól reprodukálhatók, az intra- és interobserver variabilitás alacsony. Megbízhatósága meghaladja az echokardiográfias módszert.

1. *First pass módszer*: a vérpályába bolusban beadott Tc-vel jelölt radiofarmakon gyors cardiopulmonalis áthaladásának gamma-kamerás leképezése.
2. *MUGA (Multiple Gated Acquisition)*, azaz EKG-val kapuzott equilibriumban végzett RNV (radionuclid ventriculographia): tartósan a vérpályában maradó radiofarmakonnal, azaz Tc-vel jelölt saját vörösvértesttel, a vérpályában egyenletes elkeveredés után (equilibrium állapotban) EKG kapuzással több száz szív ciklus adatait gyűjtjük össze. E módszerrel a bal és jobb kamrafunkció a lehető legpontosabb módon meghatározható. A planáris felvételek (a szív csupán 3-4 irányú leképezése) mellett az új technikai lehetőségekkel SPECT vizsgálatot is végezhetünk. Speciális szoftver program segítségével a systolés és diastolés kamrafunkciós paraméterek, valamint a szegmentális falmozgászavar, a szívüregek összehúzódásának időbeli különbsége, a mozgás szinkron vagy aszinkron volta is nagy pontossággal vizsgálható (paradox mozgás, WPW-szindrómában a kóros „vezető nyáláb” lokalizálása stb).
3. *Akut myocardialis infarctus kimutatása*: MPS-vel az infarctus már kialakulásának pillanatában kimutatható, kiterjedése, nagysága prognosztikus jelként értékelhető. Az infarctus avid, azaz infarctusban dúsuló radiofarmakonokkal végzett vizsgálatok közül igen olcsó módszer a Tc-Pyrophosphat (Tc-PYP) szcintigráfia. (A Tc-PYP a mitochondriumban ki-



2. ábra

3 ér beteg - SPECT-CT fúzió

csapódó Ca-hoz kötődik.) SPECT vizsgálattal kiegészítve igen kis méretű infarctus is detektálható.

centrum, EU – 25 centrum) eredményei is igazolják a vizsgálat prognosztikus jelentőségét malignus kamrai ritmuszavarokban.

Szívizom életképességének vizsgálata

Az ún. életképesség-vizsgálattal a csökkent perfúziójú és csökkent oxigénigényű, azaz hibernált myocardium (revaszkularizáció után kontrakcióját visszanyerő myocardium – reverzibilis állapot) és necrosis (irreverzibilis állapot) egymástól elkülöníthető.

SPECT és PET módszerek egyaránt segítséget nyújtanak (AHA, ASNC Guideline, Class I. indikáció):

1. SPECT módszerek közül a
 - a) Tl-201 rest-redistribúciós vizsgálat,
 - b) a Tc-vel jelölt MIBI-vel vagy tetrofosminal, nitráthatásban végzett, EKG-kapuzott SPECT vizsgálat.
2. PET vizsgálattal a szívizom glükóz- (F-18-FDG) metabolizmusát vagy oxidatív (C-11-acetát) metabolizmusát vizsgáljuk. A PET vizsgálatok megbízhatósága az életképes szívizom kimutatásában csupán néhány %-kal, de meghaladja a SPECT vizsgálatokét

A szív szimpatikus beidegzésének vizsgálata

A praesynapticus adrenerg vesiculákban halmozódó I-123-mal vagy I-131-gyel jelölt MIBG (metajodobenzilguanidin) noradrenalin-analóg vegyület, mely a normális szívizomban intenzíven és homogéven halmozódik. A szimpatikus beidegzés károsodása, MIBG felvétel regionális vagy diffúz csökkenése ISZB-ben, AMI után, illetve DCM-ben prognosztikus jelentőségű lehet. Jelenleg folyó multicentricus STUDY (USA – 55

Szív PET-vizsgálata

Pozitronsugárzó radiofarmakon segítségével a szív perfúziója kvantitatívan – ml/perc/g – N-13-ammóniával vagy Rb-82-kloriddal nyugalomban és gyógyszeres (pl. DPD) terhelésre egyaránt mérhető, az ischaemia magas szenzitivitással megállapítható. PET radiofarmakonokkal a metabolizmus (pl. a korábban említett ún. „életképesség”-vizsgálat), a szimpatikus, illetve paraszimpatikus beidegződésnek prae- és post-synapticus oldala is vizsgálható, mely vizsgálatok klinikai, patofiziológiai jelentőségűek.

A kardiológiai megbetegedések (legújabbban a terápia hatékonyságának) molekuláris megközelítése – néhány példa

Nagy jelentőségűnek látszik az apoptózis kimutatása F-18-cal (PET) vagy Tc-vel (SPECT) jelölt Annexin V-tel, mely az infarctusban, rejekció előtt a transzplantált szívben halmozódik, coronariaplakkban dúsulása vulnerabilis plakkot bizonyít. Pl. jelölt lipoprteinekkel az érlelmeszesedés képi megjelenítése lehetséges.

Fúziós módszer alkalmazása: A PET-SPECT-CT vizsgálatok képfúzióval történő együttértékelése az ISZB funkcionális és morfológiai, ún. „hibrid” diagnózisát teszi lehetővé (2. ábra).

Irodalom

1. Balogh I, Forster T, Jánosi A, et al. Terheléses kardiológiai vizsgálati módszerek ischaemiás szívbetegségben. *Kardiológiai Útmutató Klinikai irányelvek – 2006 Kardiológia II.* 29-56.
2. Balogh I. Izotóppal végzett szívvizsgálatok, a nukleáris kardiológiai módszerek lehetőségei. *Lege Artis Medicinae* 2005. május 377-387.
3. Hansen CL, et al. Myocardial perfusion and function single photon emission computed tomography. *J. Nucl Cardiol* 2006;13:e97-120.
4. Hesse B, et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J. Nucl Med Mol Imaging* 2005;32:855-897.
5. Klocke FJ, et al. ACC/AHA/ASNC Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging – Executive Summary. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:1318-33.
6. Brindis RG, et al. ACCF/ASNC Appropriateness Criteria for Single-Photon Emission Computed Tomography Myocardial Perfusion Imaging (SPECT MPI). *JACC Vol.46, No.8, 2005:1587-605.*
7. Balogh I, Merkely B, et al. The role of I-131-MIBG and Tl-201scintigraphy in the examination of malignant ventricular tachyarrhythmias. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2001; 28(8)1204.
8. Balogh I, LengyelZs, KerecsenG, Préda I. What is the importance of PET/CT, SPECT, CT coronary angiography after revascularisation in multivessel disease. *Journal of Nucl Card* 2007; 16:2.Suppl-2.

A sokszetes CT-vizsgálat adta lehetőségek a szívbetegségek kórismezésében

Multidetector computed tomography as a diagnostic tool in cardiac diseases

Préda István

Állami Egészségügyi Központ, Kardiológiai Osztály

Kulcsszavak: koszorúér-betegség, többszetes CT, a coronaria-CT diagnosztikus indikációi

Key-words: coronary artery disease, multidetector CT, diagnostic indications for coronary CT

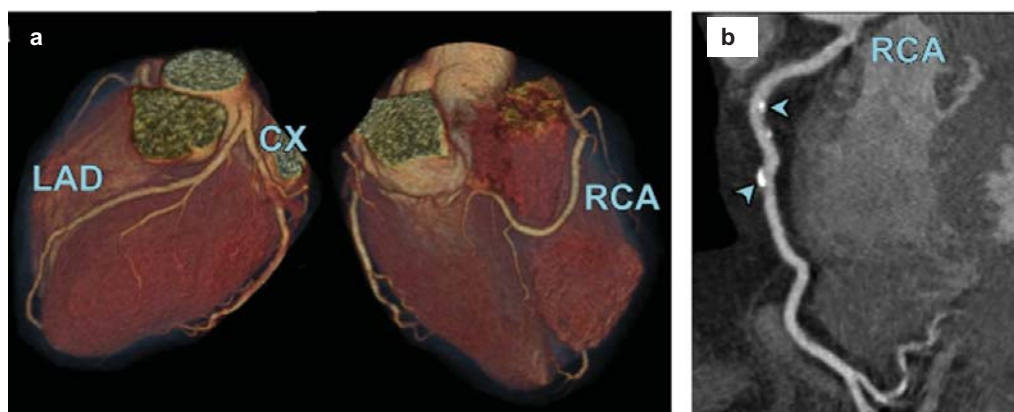
A koszorúér-betegség diagnosztikájának jelenlegi „gold standard” módszere az artériás behatoláson keresztül végzett invazív coronarographia. A diagnosztikus beavatkozás igen jó időbeli és térbeli felbontással képes ábrázolni a koszorúereket és azok szűkületeit, lehetővé teszi a perkután intervenció egyidejű elvégzését. Mint minden invazív beavatkozást, az invazív coronarographiát is szövődmények kísérhetik. A vizsgálat szövődményeinek aránya viszonylag alacsony (1,8%), azonban életet veszélyeztető komplikációk (stroke, coronariadissectio) is előfordulhatnak, a halálozás eléri a 0,1%-ot. Fontos körülmény továbbá, hogy a szívkatételes vizsgálatok jelentős része nem társul perkután coronariaintervencióval (PCI). Az összes elvégzett coronarographia mintegy 30–40%-át követi valamilyen invazív/műtéti beavatkozás, a fennmaradó 60–70%-ban a beavatkozás diagnosztikus célból történik.

A koszorúerek ábrázolása komoly technikai kihívást jelent a neminvazív képalkotó módszerek számára. A gyorsan mozgó, kisméretű anatómiai struktúrák műtermékektől mentes ábrázolása szubszekundumos időbeli és szubmilliméteres térbeli felbontást tesz szükségessé. Az első próbálkozások a neminvazív coronarographia végzése terén az 1990-es évek elején a rutin klinikai diagnosztikában is széles körben elterjedt egyszete-

letes spirál CT-vel történtek (4×1 mm szeletvastagság). A II. generációs MDCT-k 2000-ben jelentek meg, 16 soros detektor architektúrával, szubmilliméteres térbeli felbontást (16×0,5 mm, 16×0,75 mm) és 0,4 másodperces gantry forgási időt tettek lehetővé. A 2004-ben bevezetésre került 64 szetes CT-készülékek gantry forgási ideje már 0,33 másodperc, a térbeli felbontás pedig 0,4 mm alá csökkent, ezen a készülékek jelentik az MDCT-k III. generációját.

A II. és III. generációs MDCT berendezések bevezetésével megoldódott a legtöbb probléma, amely a coronaria-CT elterjedésének útjában állt. A vizsgálat időtartama jelentősen lerövidült, összességében mintegy 20 perc. Az ambuláns vizsgálat a fekvő testhelyzetű betegben 6–10 s légzésvisszatartásban és 60–100 ml jódos kontrasztanyag intravénás bevitelével történik. A vizsgálatot követően bő folyadékfogyasztás javasolt.

A multidetektor soros CT-berendezések IV. generációjának első képviselője a 2005-ben bemutatott két sugárforrás-detektor párossal rendelkező dual-source CT (DSCT). A gantry-be épített két 64 szetes felvételező rendszer 90 fokot zár be egymáshoz képest, így megkésztve rendszer időbeli felbontását a gantry forgási idő további növelése nélkül. Mivel a két sugárforrás-detektor pár egyidejűleg működik, a 180 fokos



1. ábra

DSCT-vel végzett coronarographia pitvarfibrilláció alatt. A beteg szívfrekvenciája a vizsgálat során 57–113/min között változott. Szignifikáns szűkület biztonsággal kizárható, a jobb coronariában kalcifikált és kevert szerkezetű plaque-ok ábrázolódnak (nyílhegyek). 3D rekonstrukció (a); Kanyarodó multiplanáris rekonstrukció (b). LAD: bal elülső leszálló ág, CX: bal körbefutó ág, RCA: jobb koszorúér, DSCT: dual-source CT

adatprojekcióhoz elegendő a gantry 90 fokos elfordulása. A DSCT időbeli felbontása a gantry forgási idejének egynegyede, 330/4 ms, azaz 82,5 ms. A 100 ms-nál rövidebb időbeli felbontás számos előnnyel bír, amelyek közül a leglényegesebb a szív mozgásából eredő műtermékek markáns csökkenése. Mérséklődött továbbá a nagy mérsztartalmú atherosclerotikus plakkok, illetve stentek fémrácsa által okozott műtermékek mennyisége is. A 100 ms alatti időbeli felbontásnak köszönhetően DSCT-vizsgálat előtt nincs feltétlenül szükség béta-blokkoló előkezelésre. Jó minőségű CT-felvételeket készíthetünk pitvarfibrilláló beteg esetén is (1. ábra).

A coronaria CT vizsgálat a napi klinikai diagnosztikában

Az MDCT technológia gyors fejlődése és a javuló térbeli és időbeli felbontás eljuttatták a módszert a neminvaszív coronarographia klinikai igényeket is kielégítő szintjére. Tapasztalt vizsgáló esetén korszerű 16-64 szeletes CT berendezések magas szenzitivitással és specificitással képesek azonosítani a hemodinamikailag szignifikáns coronaria-lumenszűkületet. Invaszív coronariographiás vizsgálattal összehasonlítva, az MDCT szenzitivitásértékei az egyes tanulmányokban 83% és 99% között, a specificitásértékei 93% és 98% között változik. Az értékelhetetlen coronariaszakaszok aránya alacsony (0–12%) és legkiválóbb minőségük a magas negatív prediktív érték (95–100%), azaz az a sajátosság, hogy negatív vizsgálat esetén a szignifi-

káns coronariabetegség fenállása nagy biztonsággal kizárható. A coronaria-CT-vizsgálatot a mindennapi kardiológiai gyakorlatban elsősorban az alacsony és közepes rizikójú, panaszokkal orvoshoz forduló betegek esetében a coronariabetegség kizárására, illetve akut mellkasi fájdalom esetében az aortadissectio, pulmonalis embolia és az akut coronaria-szindróma gyors diagnosztizálására használjuk.

Újabb lehetősége az MDCT vizsgálatnak, hogy a coronaria-rendszer kalciumtartalmát kvantitatív módon megjelenítő „Ca-score” mellett a heveny coronaria-szindrómák patogenezisében döntőnek tartott „lágy”, azaz nemkalcifikált plakkok detektálását is lehetővé teszi. A nemkalcifikált atheroscleroticus léziók további elkülönítése vulnerábilis (magas lipidtartalmú), illetve alacsony kockázatú (fibritikus) plakkokra a coronaria-CT-kutatás egyik fő irányát jelenti. Az atheroscleroticus plakk CT-denzitásán kívül több, a plakk vulnerabilitására utaló paraméter mérése lehetséges a CT coronarographiás felvételeken, pl. remodelációs index, plakkterefogat és plakklokaliszáció.

A két sugárforrással rendelkező DSCT legnagyobb előnye a hagyományos berendezésekhez képest a megnövekedett időbeli felbontás, amely bármilyen szívfrekvencia mellett, akár arrythmiás (pitvarfibrilláló) beteg esetében is diagnosztikus információt nyújt. Az újonnan közölt klinikai tanulmányok és saját tapasztalataink szerint, a DSCT-vel béta-receptor-blokkoló előkezelés nélkül is, széles szívfrekvencia-tartományban végezhető neminvaszív coronarographia. A DSCT-vel végzett neminvaszív coronarographia szenzitivitásértéke 98%, negatív prediktív értéke 100%.



2. ábra

DSCT coronarographia szekvenciális felvételezési módban. A beteget ért effektív sugárdózis: 2,3 mSv. LAD: bal elülső leszálló ág; RCA: jobb koszorúér, DSCT: dual-source CT

Coronaria-CT-vizsgálat okozta sugárterhelés

A közelmúltban lezárult „PROTECTION 1” nemzetközi multicentrikus tanulmány szerint a betegeket átlagosan 12 mSv effektív sugárterhelés éri a coronaria-CT-vizsgálat során, amely megközelítőleg 1,2-szer több, mint a hasi CT-vizsgálat során elszenvedett sugárterhelés. Annak ellenére, hogy egy hasi CT-vizsgálat után az élethossz alatt kialakuló halálos daganatos megbetegedés rizikója viszonylag alacsony (0,02%), minden ionizáló sugárzást alkalmazó diagnosztikus eljárás esetén a megengedhető legkisebb sugárterhelés elvét kell, hogy kövessük. A modern MDCT-k számos lehetőséget kínálnak a beteg sugárterhelésének minimalizására. Megfelelően megválasztott beteg esetén a 100 kV-os vizsgálati protokollok, valamint a „szekvenciális” felvételezés jelentős sugárterhelés-csökkentést tesznek lehetővé, így egy vizsgálat akár 1-3 mSv, sugárterheléssel elvégezhető. Ez a sugárkímélő felvételezési módszer ugrásszerűen terjed, saját beteganyagunkban már több mint 30% (2. ábra).

A coronaria-CT vizsgálat Amerikai Egyesült Államokban és Európában elfogadott irányelveinek megfe-

előben a hazai Kardiológiai Szakmai Kollégium is állást foglalt az egyre növekvő számú MDCT vizsgálat evidenciákon alapuló indikációinak kérdésében.

A coronaria-CT egyértelmű diagnosztikus indikációi a következők:

- ▶ mellkasi fájdalom szindróma a coronariabetegség alacsony vagy közepes valószínűsége mellett,
- ▶ heveny mellkasi fájdalom szindróma differenciál diagnosztikája,
- ▶ nem diagnosztikus vagy kérdéses terheléses teszt,

- ▶ congenitalis szívfejlődési rendellenességek (coronaria, nagyerek, szívüregek, billentyűk) igazolása,
- ▶ cardialis terimék (tumorok) megítélése,
- ▶ a pericardium patológiájának vizsgálata,
- ▶ vena pulmonalisok és a szív vénás rendszerének megítélése abláció vagy reszinkronizáció pacemaker beültetés előtt,
- ▶ ismételt szívsebészeti revaszkularizációt megelőzően a szívstruktúrák és környezet felmérése,
- ▶ friss szívelégtelenség esetén a szív morfológia és coronariastatus megítélése.

Irodalom

1. Préda I, Kerecsen G, Maurovich-Horvat P. Non-invasív coronaria angiographia sokszeletes computer tomographiával. *Lege Artis Medicinæ* 2007; 17(8-9):555-563.
2. Maurovich-Horvat P, Kerecsen G, Préda I, Kiss RG, Kovács A, Merkely B. A coronaria-CT technikai háttere és klinikai alkalmazása. *Orvosképzés* 2009; 2:107-113
3. Hoffmann MH, Shi H, Schmitz BL, et al. Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography. *JAMA* 2005; 293:2471-2478.
4. Flohr TG Ohnesorge BM. Imaging of the heart with computed tomography. *Basic Res Cardiol* 2008; 103: 61-173.
5. Rixe J, Rolf A, Conradi D et al: Detection of relevant coronary artery disease using dual-source computed tomography in a high probability patient series. *Circ J* 2009; 73:316-322.

Cardiovascularis MRI

Cardiovascular MRI

Simor Tamás

Pécsi Tudományegyetem, Szívgyógyászati Klinika

Kulcsszavak: szív morfológia, funkció, perfúzió és életképesség, MRI
Key-words: heart morphology, function, perfusion and viability, MRI

Cardiovascularis MR-vizsgálattal magas felbontóképességgel vizualizálható a szív anatómiája, nagy pontossággal mérhető a szívizom tömege, a szív funkciója és a regionális szívizom fálmozgás is. Szövet-specifikus információt ad, megmérhető vele az intracardialis és intravasculáris véráramlás, a szívizom perfúzió és ábrázolhatók a koronáriák is. Hátránya jelenleg még a korlátozott elérhetőség és néhány kontraindikáció (agy aneurysma klippek; fülbe vagy szembe ültetett implantátumok; pacemaker, ICD implantáció utáni állapot; 1985 előtt beültetett szívbillentyűk). A főbb indikációs területek: ischaemiás szívbetegség, pericardium betegségek, thrombusok és masszák, mellkas- és nagyér-betegségek, szívizom és congenitalis betegségek, billentyűbetegségek (főként regurgitációk) és a pulmonalis artériák betegségei.

Ischaemiás szívbetegség

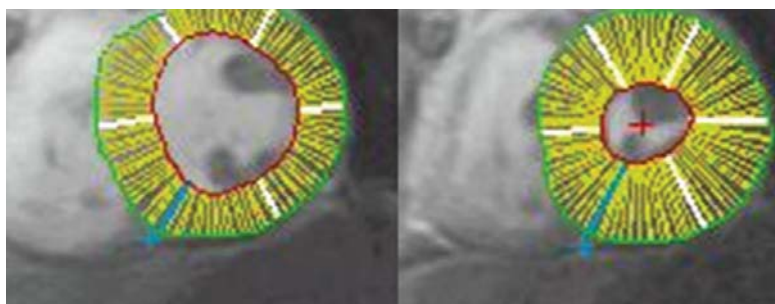
▶ Globális balkamra-funkció

A cardiovascularis MR-vizsgálat a jobb- és balkamra-funkció „gold standard” eljárása. A vizsgálattal a bal kamra funkcióját a balkamravolumen-mérések alapján

meghatározott végsystolés és végdiastolés térfogataival, a systole és diastole kinetikai paramétereivel és az egyes balkamra-szegmentumokban mért falvastagodás mértékeivel jellemezzük (1. ábra). Nagy kiterjedésű myocardialis infarctus miatt a bal kamra progresszíven távol systolés funkciója csökken, a kamraizomzat remodelálódik.

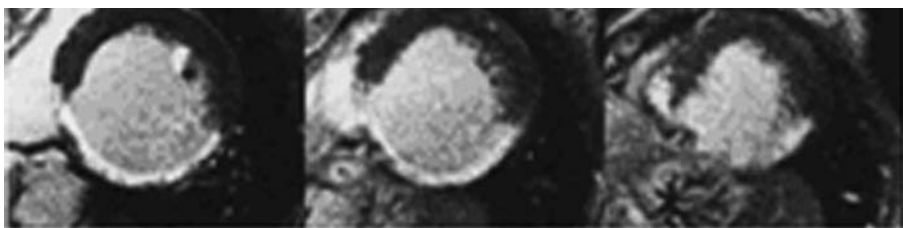
▶ Regionális myocardium-funkció

A bal kamra systolés funkciója a szívizomrostok körkörös és hossz tengely irányú rövidülése és a szívizom radiális irányú vastagodása miatt kialakuló alak- és volumenváltozásokkal jellemezhető: a bal kamra hossz tengelyére merőleges rövid tengely felvételeken a bal kamra falvastagságát az epicardium és endocardium között mérjük végdiastolében és végsystolében, és ebből származtatjuk a systolés falvastagodás paramétert, ami a myocardium regionális működését kvantitatíve jellemzi (1. ábra). A myocardium funkcióját kvalitatív (vizuális értékelés) és kvantitatív (direkt mérés) paraméterekkel jellemezzük, hyperkinesist, normál mozgást, hypokinesist, akinesist, dyskinesist véleményezünk. A regionális myocardiumfunkció meghatározá-



1. ábra

Rövid tengely felvételek végdiastolés és végsystolésben. Falvastagodás % = végdiastolés falvastagságra normalizált szegmentumon belüli végdiastolés és végsystolés falvastagság-különbség.



2. ábra

Rövid tengely késői típusú kontrasztfelvétel a szív bázis, középső és csúcsi harmadából. Mindhárom szeletben az inferior, inferolateralis, inferoseptalis szegmentumokban magas az MR szignál intenzitás. A csúcsi harmadban transmuralisan, a középső harmadban átlagosan 70%-ban, de inferoseptalisán 100%-ban, a basalis szegmentumban 50%-ban (inferoseptalisán itt is kis kiterjedésben 100%-ban) nem viabilis (infarctus) szövet látható.

sával az egyes szegmentumok funkcióját a nagy epicardialis coronariaartériák ellátási területéhez tudjuk kapcsolni.

► Myocardium-viabilitás

A viabilis myocardium a definíció szerint az élő szívizomsejtek meglétét jelenti és nem veszi figyelembe, hogy ezek a szívizomsejtek képesek-e tényleges kontrakcióra. A kontrakcióra képtelen, de élő szívizomsejtek identifikálása klinikailag fontos kérdés. Az MRI kontrasztanyag adása után 10 perccel készített felvételeken az infarctusos területek a normál myocardiumhoz képest kontrasztanyagot halmoznak (késői típusú kontrasztjelenség) (2. ábra). Az akut és a krónikus myocardialis infarctusra is jellemző a kontrasztanyag-halmozás. A regionális balkamra-funkció és a késői típusú kontraszt (megléte, kiterjedtsége) együttes vizsgálatával 4 csoport különíthető el:

1. a normális szívizom (jól mozog, nincs késői típusú kontraszt),
2. subendocardialis infarctus (jól mozog, kis kiterjedésű késői típusú kontraszt),
3. stunned vagy hibernált myocardium (falmozgászavar és nincs késői típusú kontraszt), és
4. a korábbi definitív myocardialis infarctusos területek (falmozgászavar és nagy kiterjedésű késői típusú kontraszt).

► Myocardium-perfúzió

A myocardialis perfúziót vizsgáló SPECT esetén gyakori az attenuációs műtermék, és persze radioaktív sugárzó anyaggal dolgozik. A perfúziós MRI előnye a

magas szöveti felbontóképesség (subendocardialis ischaemiát is képes kimutatni), nincs radioaktív sugárzás és attenuációs műtermék sem. A kvantitatív coronaria-angiográfiával mért $\geq 50\%$ szűkületek esetén a perfúziós MR magas (87%) szenzitivitást és (85%) specificitást mutat.

A pericardium betegségei

A cardiovascularis MRI ideális képalkotó technika a pericardium betegségeinek kimutatására. Normális körülmények között a pericardialis folyadék mennyisége $10\text{--}0\text{ cm}^3$, a pericardium vastagsága $1\text{--}2\text{ mm}$, de normális variánsként elérheti a 3 mm -t is. A T1 súlyozott spin echo felvételeken a pericardium egy vékony, sötét vonalként ábrázolódik, elválasztja egymástól a magas jelintenzitású epicardialis (a myocardium és a viscerális pericardium közötti zsírszövet) és pericardialis (a pericardium külső rétegén kívül eső) lipidrétegeket.

► Pericarditis

(Lásd még Pericarditis fejezet.) A fertőzések általában nem focalisak, hanem körkörösek, és T1 súlyozott kontraszt MRI-vel a pericardiumon belül magas szignál intenzitású területek látszanak.

► Konstriktív pericarditis

A betegségben MRI-vel a pericardiumlemez megvastagodása mellett számos másodlagos jel is megfigyelhető:

1. hossz tengely mentén megnyúlt és keskeny jobb és bal kamra,

2. superior és inferior vena cava, valamint a májvéna tágulata,
3. a szív üregeiben lassabban áramló vér a movie felvételeken magasabb jelintenzitást okoz.

▶ Pericardialis folyadékgyülem

A megnövekedett pericardialis folyadékmennyiség gátolja a szív működését, bizonyos határ felett súlyosan károsítja a szív telődését és szívtamponádot okozhat. A pericardialis folyadék T2 movie felvételeken magas szignálintenzitást ad.

Cardialis és paracardialis tumorok

A cardialis és paracardialis masszákat tumorokra és thrombusokra osztályozhatjuk. A malignus tumorok közül a legtöbb metasztatikusan eredetű, és általánosságban 30-50-szer gyakrabban fordul elő a szívben metasztázis, mint valódi primer tumor.

▶ Benignus tumorok

A szív leggyakoribb benignus tumora a *mixoma*, ami körülbelül az összes primer tumor 30–50%-a. Kiindulási helye az interatrialis septum, nagyobb arányban fordulnak elő a bal pitvarban. Mobilisak és az interatrialis septumhoz egy kis kocsánnyal kapcsolódnak. A felszínét néhány esetben thrombus boríthatja. További gyakoriság sorrendben *lipoma* (TSE-vel magas szignálintenzitás), *haemangioma* (T2 intenzitás magas), *leiomyoma*, *cysta* és *pheochromocytoma* (magas T2 intenzitás). A *fibromákat* és *rabdomiomákat* is benignus tumoroknak tartjuk.

▶ Malignus tumorok

A metasztázis általában közvetlenül terjed a szívre, mint tüdőcarcinomákban, mediastinalis tumorok, melanomák, sarcomák távoli metasztázisai, vagy az inferior vena caván keresztül, mint vesesejtes carcinomában vagy hepatocelluláris carcinomában. A szív leggyakoribb primer malignus tumora a sarcoma, hisztológiai kép típusosan angiosarcoma, leiomyosarcoma vagy liposarcoma. Angiosarcomákat klasszikusan a jobb atrioventricularis szájadékból vagy a jobb pitvarban identifikálják.

Cardiomyopathiák

▶ Dilatatív cardiomyopathia (DCM)

A DCM-mel járó anatómiai és funkcionális rendellenességek pontosan demonstrálhatóak és mérhetőek

szív MR-vizsgálattal. Emellett a késői típusú kontrasztanyag-halmozás mintázata alapján elkülöníthetjük az ischaemiás eredetű DCM-et a többitől. Ischaemiás eredet esetén subendocardialisán látható a kontrasztanyag-halmozás, míg a foltos, myocardium közepén elhelyezkedő kontrasztanyag-halmozás tipikusan nem ischaemiás eredetű DCM-et mutat. Mindemellett a DCM-es betegek nagy többségében a kontrasztanyag-halmozás hiánya fordul elő, és ez egyértelműen ischaemiás eredet ellen szól. A három DCM alcsoport differenciálásához elegendő a ceMRI és nincs szükség coronaria-angiográfiára, illetve coronaria-angiográfia indikációja csak az ischaemiás eredetű DCM esetén egyértelmű.

▶ Hypertrophias cardiomyopathia (HCM)

A szív MRI a 2D echónál sokkal pontosabb adatokat szolgáltat (1) a hypertrophia-mintázat meghatározásakor, (2) nagyon specifikus a betegség fenotípusainak elkülönítésében (pl. apicalis forma), vagy olyan betegeknél (3), akiknél a HCM más betegség kapcsán jelenik meg. Septum-hypertrophia a bal kamra kiáramlási pályájának obstrukcióját okozhatja. Az obstrukció mértéke, annak invazív katéteres beavatkozást vagy sebészeti myectomiát követő változása szív-MRI-vel kiválóan megítélhető. A késői típusú kontrasztanyag-halmozás a HCM területében az esetek 80%-ában fordul elő, és kötőszövetes elfajulás jele. A kötőszövetes elfajulás kiterjedtsége pedig pozitív korrelációt mutat a hypertrophia mértékével és a prognózissal.

▶ Nemkompakt cardiomyopathia

Endocardium-kompaktalódás autoszóm dominánsan öröklődő genetikus zavara, mely hirtelen halálhoz és szívelégtelenség kialakulásához vezet. Kimutatásának legérzékenyebb eszköze a szív-MRI.

▶ Arrhythmogen jobb kamrai dysplasia/cardiomyopathia (ARVD/C)

A betegséget a jobb kamrai myocardiumot érintő kollagénrostos és zsírszövetes átépülés, életet veszélyeztető ritmuszavarok és a jobbkamra-funkció csökkenése jellemzi. Szív-MR-vizsgálattal, azon belül kontraszt MRI-vel, T1 súlyozott felvételekkel a jobb kamra anatómiája, strukturális eltérései, a lipidátépülés pontosan megítélhető, míg a T2 súlyozott „movie” felvételekkel meghatározhatók a regionális és globális funkcionális eltérések, kiboltosulások és aneurysmák. A „fibrofatty” elváltozások főként a jobb kamra beáramlási pályára, a csúcs és a kiáramlási pálya területében alakulnak ki.

Irodalom

1. Simor T. Kardiológiai MR vizsgálat. In: Temesvári A, Keltai M, Szili Török T (eds.) Kardiológia, Melania Kiadó, 2007, 11-29.