

Képkotó vizsgálatok szerepe infektív endocarditisben a 2023-ban megjelent European Society of Cardiology Guideline tükrében

Révész Katalin¹, Czibor Sándor², Dudás Ibolyka²,
Jenei Zsigmond¹, Jermendy Ádám Levente³,
Müller Gábor¹, Peskó Gergely¹, Pozsonyi Zoltán¹



A szerző
video-összefoglalója

¹Semmelweis Egyetem, Belgyógyászati és Hematológiai Klinika, Budapest

²Semmelweis Egyetem, Orvosi Képkotó Klinika, Budapest

³Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Budapest

Levelezési cím: Dr. Révész Katalin PhD; e-mail: reveszkati@gmail.com
1088 Budapest, Szentkirályi u. 46.

A képkotó technikák fejlődése jelentős változásokat hozott az infektív endocarditis (IE) diagnosztikájában és kezelésében. A 2023-ban közzétett Duke – International Society for Cardiovascular Infectious Diseases kritériumok, valamint a szintén ebben az évben megjelent European Society of Cardiology (ESC) guideline egyaránt részletesen kitér a képkotó vizsgálatok szerepére, meghatározva az egyes modalitások pontos helyét a diagnosztikus és kezelési folyamatban. Echokardiográfia végzése továbbra is elengedhetetlen: a kórkép gyanúja esetén az első, kötelező képkotó vizsgálat. Megkerülhetetlen szerepet játszik a diagnózis megállapításában, az intrakardiális szövődmények kimutatásában, a sebészi indikáció elbírásában, a kórkép követésében egyaránt. Kardiális CTA (komputertomográfia-angiográfia) segítséget nyújthat a natív vagy a műbillentyű IE diagnosztikájában, a lokális terjedés megítélésében, teljestest CT (komputertomográfia) pedig az extrakardiális szövődmények kimutatásában. A nukleáris képkotás elsősorban műbillentyű IE, valamint beültetett intrakardiális eszközök, komplex intrakardiális és aortaimplantátumok infekciója esetén szolgáltat fontos információt. Emellett septicus embolizáció és a bacteriaemia forrásának igazolására is hasznos modalitás. A központi idegrendszert érintő komplikációk vizsgálatában az MR (mágneses rezonanciás képkotás) is szerephez jut. A 2023-as ESC-ajánlás képkotást érintő legfontosabb megállapításait az *1. ábrán* foglaltuk össze.

Kulcsszavak: infektív endocarditis, multimodális képkotás, major kritérium, echokardiográfia, komputertomográfia, nukleáris képkotás

Role of imaging modalities according to the 2023 European Society of Cardiology Guidelines for the management of endocarditis

Advances of imaging techniques have led to significant changes in the management of patients with infective endocarditis (IE). The 2023 Duke – International Society for Cardiovascular Infectious Diseases Criteria for IE, as well as the 2023 European Society of Cardiology Guidelines for the management of endocarditis, both emphasize the significance of multimodal imaging, defining the specific role of each modality in the diagnostic and treatment process. Echocardiography remains the first-line, key imaging technique for establishment of the diagnosis, detecting local complications, assessment of the indication for surgery, and for follow-up. Cardiac computed tomography angiography can confirm the diagnosis of native or prosthetic valve IE, detect valvular lesions and perivalvular/periprosthetic complications. Whole-body computed tomography can detect distant lesions. Nuclear imaging is particularly useful in the diagnosis of cardiac infection in case of a prosthetic valve, a cardiac implantable electronic device, or even in the presence of complex cardiac implants. Moreover, septic emboli and portal of entry of the infection can also be detected using nuclear imaging. Magnetic resonance imaging is a valuable tool in case of neurological complications.

Keywords: infective endocarditis, multimodal imaging, major criteria, echocardiography, computed tomography, nuclear imaging

A kézirat 2023. 10. 21-én érkezett a szerkesztőségbe, 2023. 11. 17-én került elfogadásra.

Bevezetés

Az IE jelentős morbiditással és mortalitással járó betegség, amelynek prognózisa a fejlődő orvostudomány ellenére sem javult az elmúlt évtizedekben (1). Incidenciája nő, miközben a kórkép a szemünk előtt alakul át: a típusos kórokozók, a háttérben álló hajlamosító tényezők, az epidemiológiai jellemzők mind megváltoztak. Az érintett betegpopuláció egyre idősebb, gyakoriak a súlyos társbetegségek és az immunszupprimált állapot, nő a kórházi kezeléshez, beavatkozásokhoz köthető fertőzések aránya. A pacemaker (PM) vagy beültetett defibrillátor (ICD) elektródáin kialakuló, ún. CIED (cardiac implantable electronic devices) infekció napjainkban az IE-esetek 10%-át teszi ki (1). A transzkatéteres műbillentyű-implantáció hasonló rizikót jelent a betegség kialakulására, mint a sebészi úton beültetett műbillentyű. A beavatkozások számának óriási növekedésével párhuzamosan érhető módon a műbillentyű IE incidenciája is növekszik (2).

A szerteágazó, ugyanakkor gyakran kevés és aspecifikus tünet következtében hosszú betegutak, jelentős diagnosztikus késés és a definitív ellátás megkezdésének késlekedése jellemzik a kórképet. A diagnózis megállapítása gyakran igazi kihívást jelentő feladat. Az 1994-ben bevezetett, majd 2000-ben módosított Duke-kritériumok átlagos szenzitivitása 80% körül van (3). Ennél jelentősen alacsonyabb azonban például műbillentyű vagy CIED IE esetén, mikor az echokardiográfia akár 30%-ban is negatív, vagy nem értékelhető képet mutat (4, 5). Az ESC 2015-ben kiadott ajánlása már javasolta a Duke-kritériumok módosítását, és az echokardiográfián kívül egyéb modalitások bevezetését a diagnosztikus folyamatba (5). Azóta a képkalkotó technikák tovább fejlődtek, és számos közlemény igazolta a különböző modalitások értékességét az IE diagnosztikájában (2, 6–8).

A kórkép jellegzetességeinek megváltozása, a diagnosztika és a terápia fejlődése szükségessé tette az érvényben lévő ajánlások revízióját. Ennek megfelelően 2023. májusban az International Society for Cardiovascular Infectious Diseases (ISCVID) közzétette a 2023-as módosított Duke-kritériumokat (9), majd 3 hónappal később, 2023 augusztusában az ESC új IE ajánlása is megjelent (10). A két dokumentum számos fontos újdonságot hozott, amelyek közül jelen közleményben a képkalkotást érintő változásokra fókuszálunk.

A billentyűérintettség igazolásának első, elengedhetetlen lépése továbbra is az echokardiográfia, azonban fontos szerepet kap a multimodális képkalkotás is. A 2023-as ajánlás pontosan kijelöli az echokardiográfia, a CT, a nukleáris képkalkotás és az MR helyét a diagnosztikus folyamatban. Az érintett kardiális struktúra pontosabb megítéléséhez, az extrakardiális szövődmények, szeptikus embolizáció kimutatásához, a bacteraemia forrásának felderítéséhez szükség lehet több modalitás alkalmazására is. Diagnosztikus bizonyta-

Legfontosabb megállapítások

- IE klinikai gyanúja esetén az elsőként választandó képkalkotó vizsgálat az echokardiográfia. Szinte minden esetben kötelező a TEE is.*
- *S. aureus* és *E. fecalis* bacteremia esetén echokardiográfia javasolt IE irányában.
- A kórlefolyás követésében is elsődleges szerepe van a szívultrahangnak. Orális antibiotikum kezelésre való áttérés előtt TEE végzése szükséges.
- Bizonytalan diagnózis vagy szövődmény gyanúja esetén a multimodális képkalkotás fontos szerepet kap.
- Pseudoaneurysma és tályog kimutatására a kardiális CTA a TEE-nél szenzitívebb. Natív és műbillentyű IE esetén is szükség lehet kardiális CTA végzésére.
- Műbillentyű vagy pacemaker IE igazolásában segítséget nyújthat a PET/CT, esetleg a saját jelzett fehérvérsejt SPECT.
- Szeptikus embolizáció, infekcióforrás igazolására koponya vagy teljestest képkalkotásra lehet szükség CT, PET/CT vagy MR segítségével.

1. ÁBRA. A képkalkotó módszereket illető legfontosabb megállapítások infektív endocarditisben

CT: komputertomográfia; CTA: komputertomográfia-angiográfia; *E. fecalis*: *Enterococcus fecalis*; IE: infektív endocarditis; MR: mágneses rezonanciás képkalkotás; PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia; *S. aureus*: *Staphylococcus aureus*, SPECT: single photon emission computed tomography; TEE: transoesophagealis echokardiográfia.

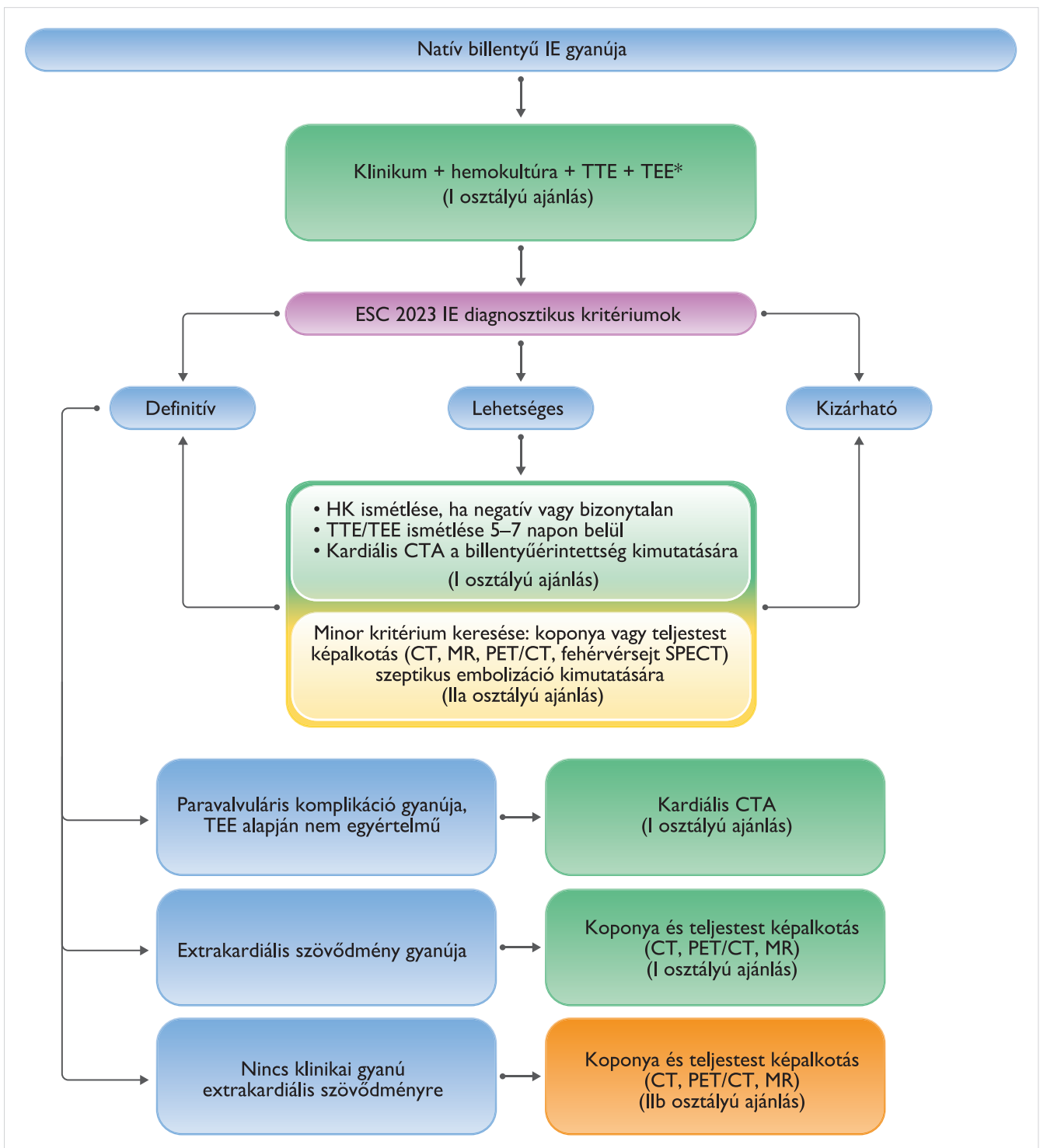
*TEE szinte mindig szükséges, kivételt csak a jobb szívfelet érintő natív billentyű endocarditis jelent, amennyiben TTE-vel jó képminőség és egyértelmű lelet nyerhető.

lanság esetén a megfelelően megválasztott képkalkotó vizsgálat segítségével megerősíthetjük, vagy éppen elvethetjük az IE gyanúját.

A friss ESC-ajánlás a képkalkotást érintő számos új evidenciát megfogalmaz, többségük a CT és a ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitronemissziós-tomográfia – CT (¹⁸F-FDG-PET/CT) vizsgálatra vonatkozik. Emellett jól követhető, könnyen alkalmazható diagnosztikus algoritmusokat is közöl, összesen hármat: külön algoritmus segíti a natív, a műbillentyű, és a CIED IE diagnózisát, és a megfelelő modalitás megválasztását a különböző klinikai szituációkban.

A kivizsgálás első lépései, echokardiográfia

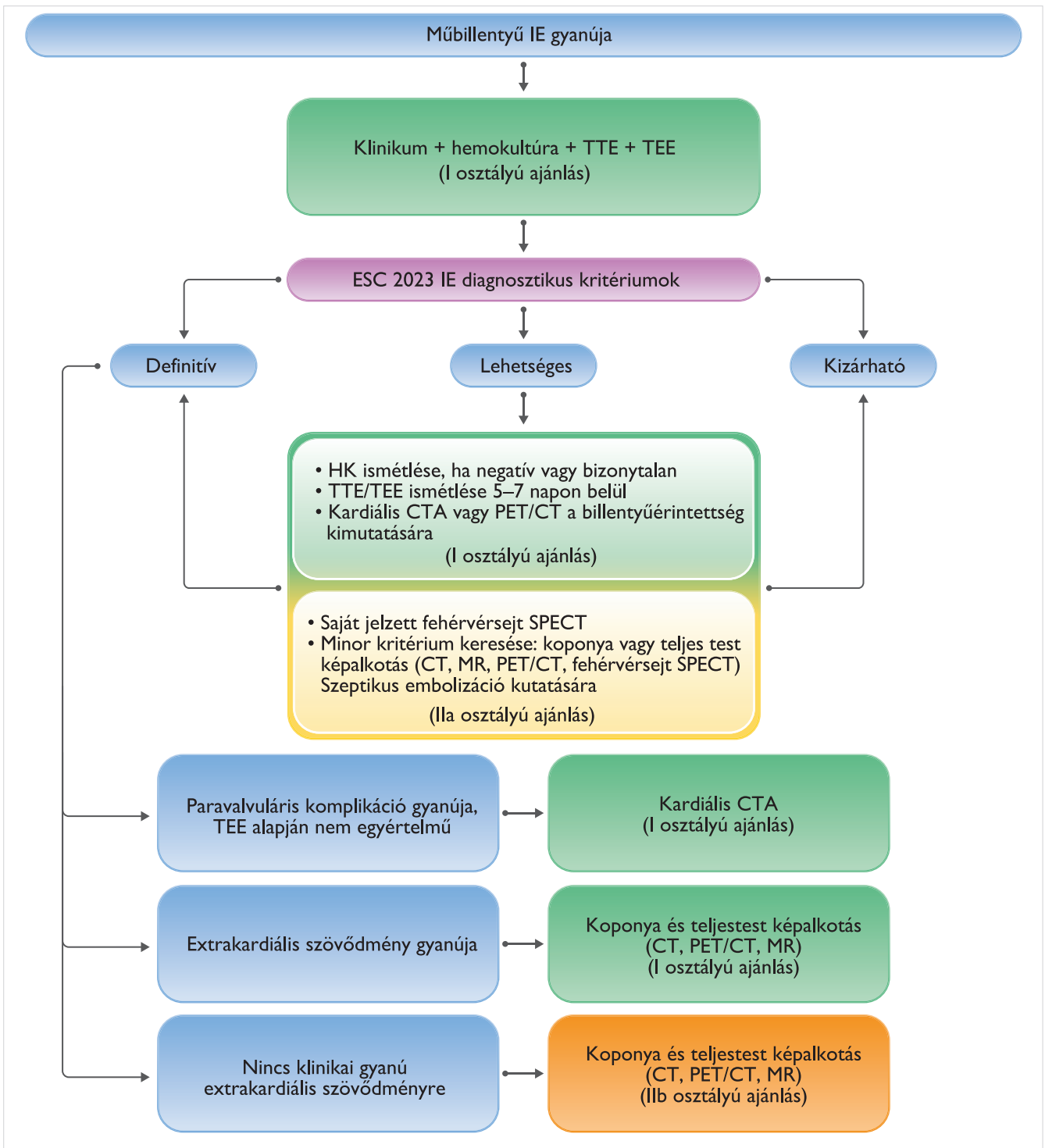
A kórkép megállapításának legelső, kulcsfontosságú lépése a klinikai gyanú megszületése, gondolnunk kell a betegség lehetőségére! A diagnosztika a klinikum, a hemokultúra (HK) vagy egyéb mikrobiológiai vizsgálat eredménye, valamint a képkalkotó vizsgálatokkal igazolt



2. ÁBRA. Natív billentyű infektív endocarditis kivizsgálásának algoritmusja a European Society of Cardiology 2023-as infektív endocarditis ajánlása alapján. (forrás: Eur Heart J. 2023; 10.1093/eurheartj/ehad193)

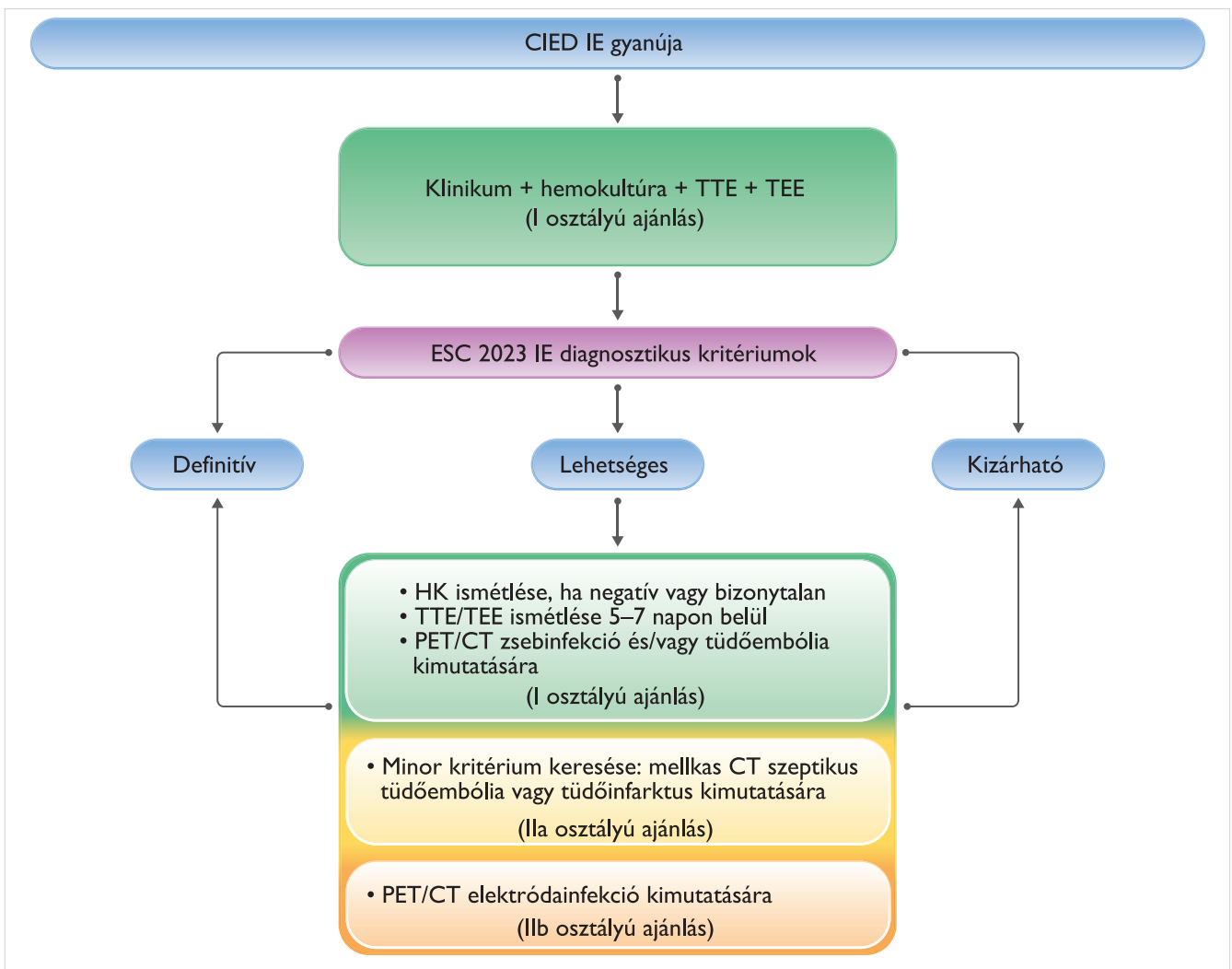
CT: komputer tomográfia; CTA: komputertomográfia-angiográfia; ESC: European Society of Cardiology; HK: hemokultúra; IE: infektív endocarditis; MR: mágneses rezonanciás képzőanyag; PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia; SPECT: single photon emission computed tomography; TEE: transoesophagealis echokardiográfia; TTE: transthoracalis echokardiográfia

*TEE szinte mindig szükséges, kivételt csak a jobb szívfelet érintő natív billentyű endocarditis jelent, amennyiben TTE-vel jó képminőség és egyértelmű lelet nyerhető.



3. ÁBRA. Műbillentyű infektív endocarditis kivizsgálásának algoritmus a European Society of Cardiology 2023-as infektív endocarditis ajánlása alapján. (forrás: Eur Heart J. 2023; 10.1093/eurheartj/ehad193)

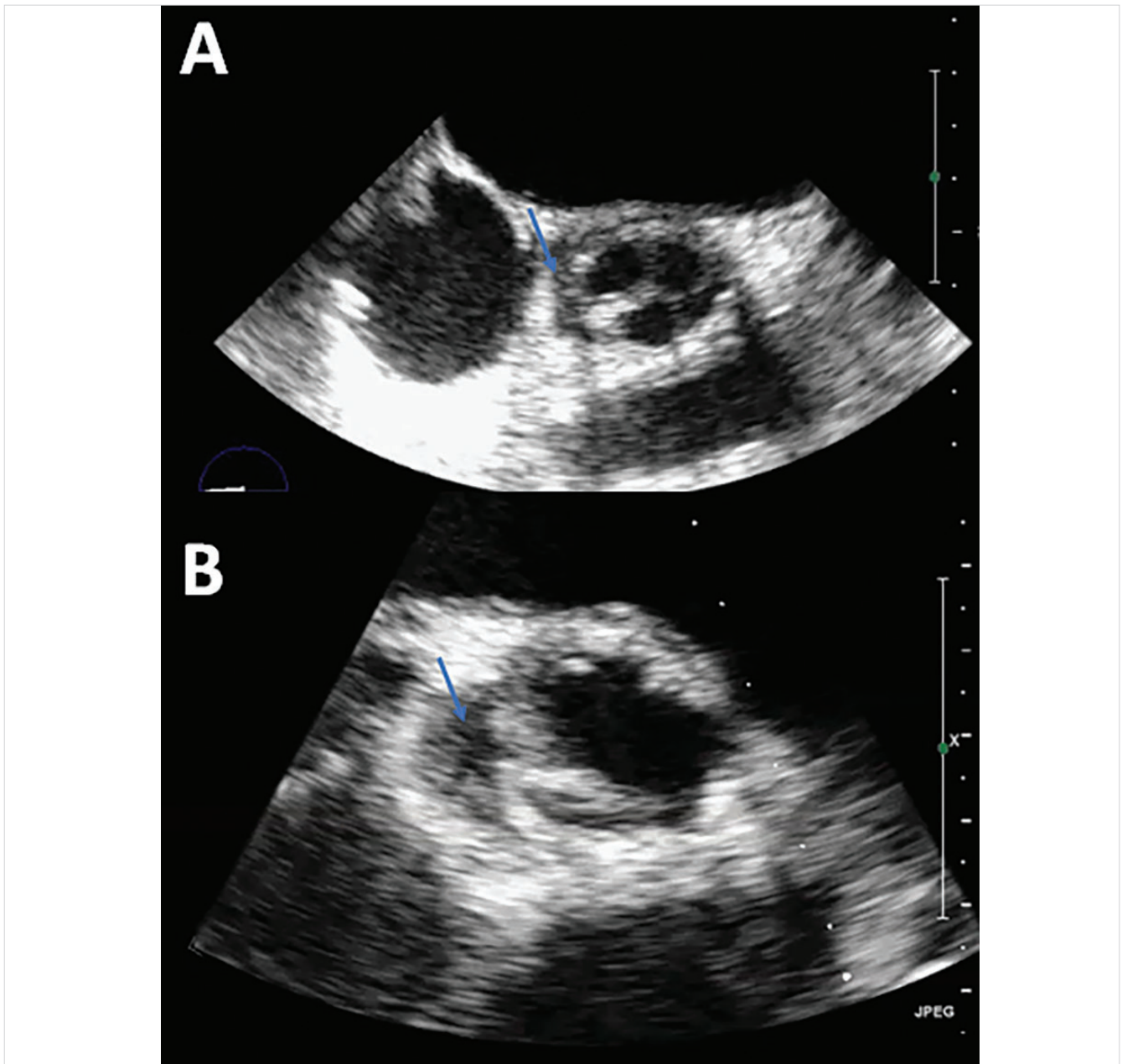
CT: komputertomográfia; CTA: komputertomográfia-angiográfia; ESC: European Society of Cardiology; HK: hemokultúra; IE: infektív endocarditis; MR: mágneses rezonanciás képalkotás; PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia; SPECT: single photon emission computed tomography; TEE: transoesophagealis echokardiográfia; TTE: transthoracalis echokardiográfia



4. ÁBRA. Szívbe implantált elektromos eszközt érintő infektív endocarditis kivizsgálásának algoritmus a European Society of Cardiology 2023-as infektív endocarditis ajánlása alapján. (forrás: Eur Heart J. 2023; 10.1093/eurheartj/ehad193)
 CIED: cardiac implantable electronic devices; CT: komputertomográfia; ESC: European Society of Cardiology; HK: hemokultúra; IE: infektív endocarditis; PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia; TEE: transoesophagealis echokardiográfia; TTE: transthoracalis echokardiográfia

billentyűérintettség (vagy az intrakardiális protézis, eszköz érintettségének) hármán alapszik. Az echokardiográfia (transthoracalis: TTE és transoesophagealis: TEE) továbbra is az elsőként választandó képalkotó technika (2–4. ábra). Számos előnye miatt az IE diagnosztikájának, kezelésének egyik alappillére. Szenzitív (TEE esetében a szenzitivitás 90% feletti) (6), specifikus, könnyen hozzáférhető, ismételhető. A diagnózis megállapítása mellett a prognózis megítélésben, a billentyűdestrukció mértékének megállapításában, a sebészi indikáció elbírálásában, a kezelés követésében alapvető szerepe van. Szinte minden esetben szükséges TEE elvégzése is, hiszen ez a vizsgálat szenzitívebb a TTE-hez képest (11), alkalmasabb a kisméretű vegetáció, a műbillentyűt vagy az elektródát érintő vegetáció, illetve a betegség paravalvularis terjedésének megítélésére. Negatív vagy nem megfelelően értékelhető TTE esetén magas klinikai gyanú esetén el kell

végezni a TEE-vizsgálatot (I-es osztályú ajánlás). Pozitív TTE esetén is szükséges azonban TEE a lokális propagáció, paravalvularis terjedés pontosabb megítélésére (korábban IIa, most I-es osztályú ajánlás lett) (5. ábra). Kivételt csak a TTE-vel jól vizsgálható beteg jobb szívfelet érintő natív billentyű endocarditise jelent. Negatív TEE esetén 5-7 nap múlva a vizsgálat ismétlése javasolt, ha az IE klinikai gyanúja magas. Echokardiográfia végzése javasolt (IIa ajánlás) nemcsak *Staphylococcus aureus*, hanem *Enterococcus faecalis bacteremia* esetén is (utóbbi kórokozó beemelése újdonság az ajánlásban). Óriási fordulat az IE kezelésében, hogy válogatott, szövődménymentes esetben, 10 nap után a kezdeti intravénás kezelést járóbeteg-ellátás keretében adott orális terápiára válthatjuk. Hazabocsátás előtt azonban TEE-vel kell kizárnunk a tályogképződés és a súlyos billentyűkárosodás jelenlétét. Egyes esetekben (például periprosztetikus, paravalvu-



5. ÁBRA. Echokardiográfiás felvételek: aortagyöki tályog kialakulása *Haemophilus influenzae* okozta infektív endocarditisben. A két vizsgálat között 4 nap telt el. Az első vizsgálaton (transoesophagealis echokardiográfia) az aorta biológiai műbillentyű mellett fellazult, ödémás szövet látható (A). Négy nappal később a kialakult tályogüreg jól látható (B).

lárís leakek lokalizációjára, mütéti tervezésre) újabb, korlátozottan elérhető ultrahangos technikák (3 dimenziós TEE, intrakardiális echokardiográfia) is értékes információt nyújthatnak.

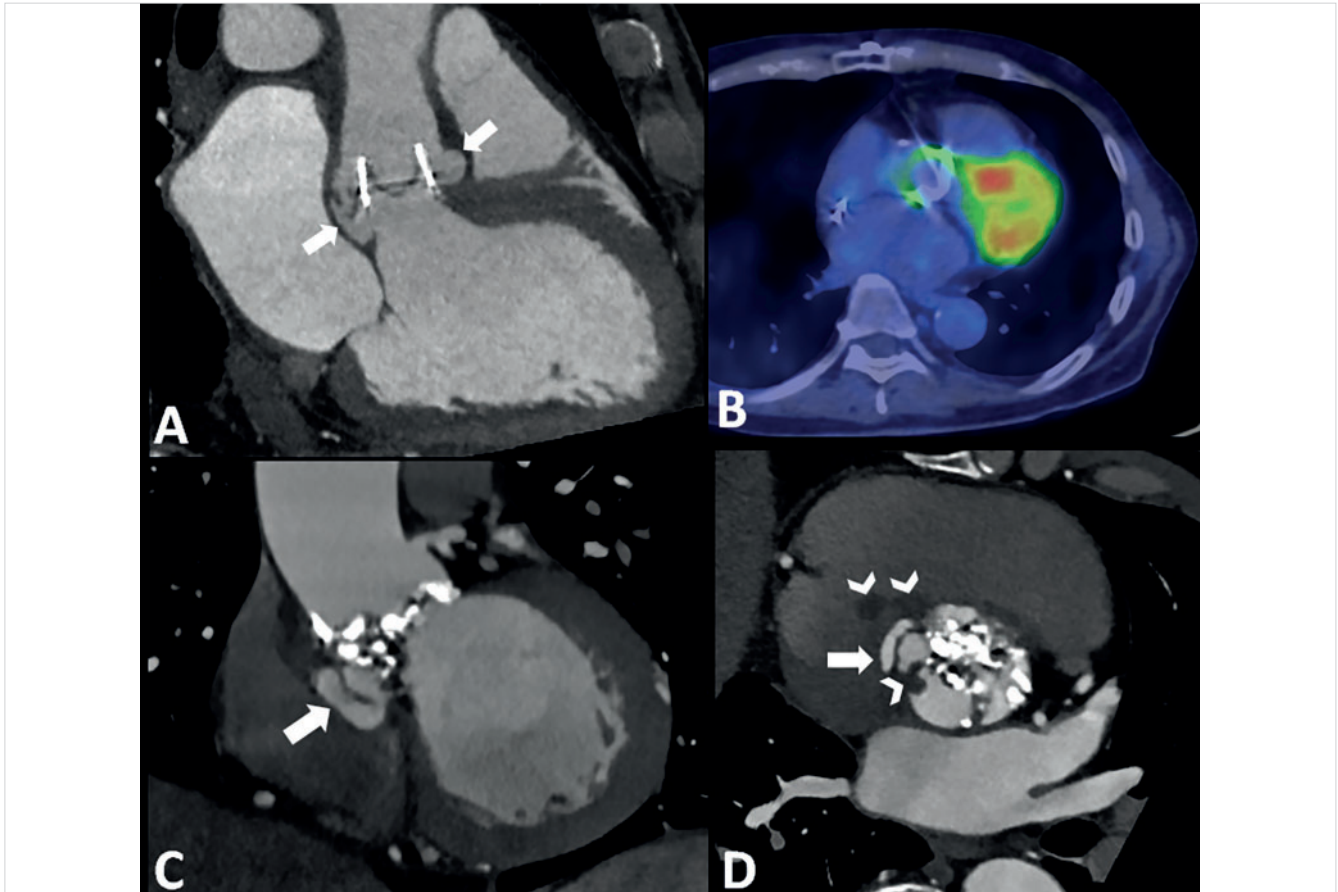
Egyéb képkeltő modalitások I

Kardiális CT-angiográfia (CCTA)

Amennyiben a kezdeti vizsgálatokkal definitív IE állapítható meg, nincs gyanú extrakardiális szövödményre, és nemcsak a vegetáció, hanem a natív vagy műbillentyű

körüli struktúrák is jól megítélhetőek echokardiográfia segítségével, akkor nem feltétlenül szükséges egyéb modalitáshoz fordulunk. Ugyanakkor az elmúlt évek vizsgálatai igazolták, hogy a multimodális képkeltő (echokardiográfia mellett CCTA vagy ¹⁸F-FDG PET/CT is) szenzitívebb módszer az IE kimutatásában, mint ha egyedül echokardiográfia történik (7, 12). Emiatt a friss ESC-ajánlás és a 2023-as Duke-ISCVID-kritériumok egyaránt major kritériumként fogadják el a CCTA-val vagy ¹⁸F-FDG-PET/CT-vel látott, IE-re jellemző kardiális eltéréseket is (1. táblázat).

Új, I-es osztályú ajánlás, hogy „lehetséges” natív vagy



6. ÁBRA. Infektív endocarditisben látott elváltozások CCTA és PET/CT felvételeken. **A:** Aorta biológiai műbillentyű endocarditis (62 éves férfibeteg) CCTA képe: a műbillentyű kerete körül többszörös kóros telődési többletek, pseudoaneurysmák látszanak (fehér nyilak). **B:** Aorta műbillentyű endocarditis PET/CT képe. A szívizom egyenletes radiofarmakon-halmozása fiziológias jelenség, ami csökkenhető a vizsgálatot megelőző speciális, szénhidrátszegény diéta tartásával. **C és D:** Natív billentyű endocarditis CCTA képe. 50 éves férfibeteg, degenerált bicuspidalis aortabillentyű. Az aorta annulus körül kiterjedt pseudoaneurysma rendszer telődik (nyilak). Az aortabillentyűvel, illetve a tricuspidalis billentyűvel összefüggésben több vegetatio is azonosítható (nyílhegyek). CCTA: kardiális komputertomográfia-angiográfia, PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia

műbillentyű IE esetén CCTA javasolt a billentyű vizsgálata és a diagnózis megerősítése céljából (2. és 3. ábra). A CCTA kiemelkedően alkalmas a paravalvularis vagy periprosztetikus kiterjedés, szövődmények megítélésére (8, 13) (6.A–D ábra). Pseudoaneurysma és tályog kimutatásában szenzitivitása meghaladja a TEE-ét (78% vs. 69%) (6). Emiatt CCTA javasolt (szintén új, I-es osztályú ajánlás) definitív IE diagnózisa esetén is (mind natív, mind műbillentyű IE-ben), amennyiben a fenti szövődményekre gyanakszunk, és TEE alapján nem ítéltető meg egyértelműen a billentyű környezete (10) (2. és 3. ábra). Ugyanakkor tudjuk, hogy a CCTA a TEE-nél kevésbé érzékeny vizsgálat a vegetáció (64% vs. 94%), a billentyűperforáció (41% vs. 81%), és a paravalvularis leak (44% vs. 69%) kimutatásában (6).

Egyéb képkalkotó modalitások II

Nukleáris képkalkotás

Műbillentyű, komplex intrakardiális és aortaimplantátumok, graftok, veleszületett szívhiba miatt operált betegek

vizsgálatakor különösen értékes információt nyerhetünk ¹⁸F-FDG PET/CT-vel (14). Műbillentyű IE esetén a vizsgálatnak kitűnő a szenzitivitása (86%) és a specificitása (84%) egyaránt (7) (6. B ábra). Ennek megfelelően elvégzése indokolt, amennyiben az echokardiográfia nem diagnosztikus, de az IE klinikai gyanúja magas. A CCTA-hoz hasonlóan a PET/CT új, I-es osztályú ajánlásként került bele az ESC-dokumentumba „lehetséges” műbillentyű IE esetén (3. ábra). Nehézséget a frissen, 3 hónapon belül beültetett műbillentyű megítélése jelenthet. Szakértői konszenzus szerint azonban az FDG-dúsítás mintázata alapján időablaktól függetlenül elkülöníthető a billentyűinfekció a posztoperatív gyulladástól, fontos azonban a vizsgálat körültekintő értékelése (10).

Műbillentyű IE-ben a saját jelzett fehérvérsejt single photon emission computed tomography (SPECT) alacsonyabb szenzitivitása és specificitása ellenére esetleg a PET/CT alternatívája lehet, amennyiben az utóbbi vizsgálat nem érhető el. A dokumentumba IIa osztályú ajánlásként került be (3. ábra).

Natív billentyű esetén a PET/CT szenzitivitása jóval ala-

1. TÁBLÁZAT. Az infektív endocarditis diagnosztikai kritériumai A táblázat a European Society of Cardiology (ESC) 2023-ban kiadott infektív endocarditis ajánlása (Eur Heart J. 2023; 10.1093/eurheartj/ehad193) és a 2023-ban közzétett Duke – International Society for Cardiovascular Infectious Diseases (ISCVID) kritériumok (Clin Infect Dis. 2023;77(4):518-26; 10.1093/cid/ciad271) alapján készült. A képkalkotásra vonatkozó kritériumokat részletezve, a többi kritériumot egyszerűsített formában tüntettük fel. CTA: komputertomográfia-angiográfia, 18F-FDG PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia, IE: infektív endocarditis, SPECT: single photon emission computed tomography

Major kritériumok:

- Pozitív hemokultúra
- Pozitív képkalkotó vizsgálati eredmény:

1. Szívtultrahang és kardiális CTA:

- Szívtultrahang vagy kardiális CTA segítségével igazolt vegetáció, billentyűperforáció, aneurysma, tályog, pseudoaneurysma, fistula.
- Új keletű szignifikáns billentyű insufficiencia szívtultrahang során. Meglévő regurgitáció súlyosbodása esetén nem teljesül a kritérium.
- Új műbillentyű dehiscencia, előző képkalkotó vizsgálathoz viszonyítva.

2. ¹⁸F-FDG PET/CT, saját jelzett fehérvérsejt SPECT: kóros metabolikus aktivitás a natív vagy műbillentyűn (a műbillentyű beültetés időpontja óta eltelt időtől függetlenül), az intrakardiális eszköz elektródáján, vagy egyéb idegen anyagon.

Minor kritériumok:

- Hajlamosító tényező
- Láz
- Szeptikus embolizáció (tünetmentes betegen, csupán képkalkotóval felfedezett embolizáció is).
- Immunológiai jelenség
- Pozitív mikrobiológiai eredmény, ami a major kritériumot nem teljesíti.

IE klasszifikáció:

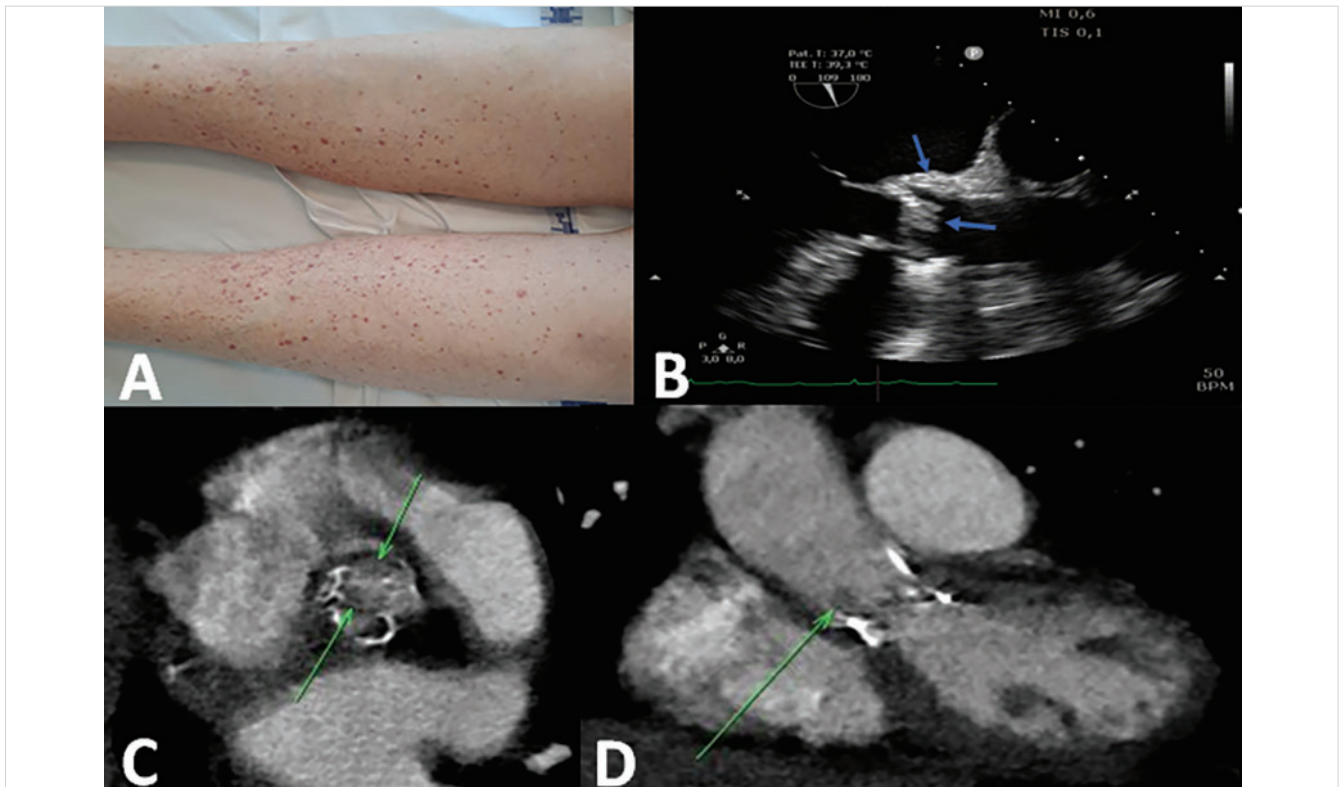
- Definitív IE: 2 major vagy 1 major + legalább 3 minor vagy 5 minor kritérium teljesül.
- Lehetséges IE: 1 major + 1 vagy 2 minor kritérium teljesül.
- IE kizárható: Nem teljesíti sem a definitív, sem a lehetséges IE feltételeit.

csenyebb, így negatív eredmény esetén nem alkalmas az IE kizárására. Pozitív prediktív értéke azonban magas, ezért a natív billentyű fokozott FDG-felvétele esetén is teljesül egy major kritérium. Hasonló a helyzet CIED-infekcióban is: az elektróda abnormális FDG-felvétele major kritériumot jelent, azonban a negatív vizsgálat nem zárja ki az eszközt érintő IE lehetőségét (4. ábra).

Amennyiben betegünket PET/CT-vizsgálatra küldjük, tartsunk szem előtt néhány technikai szempontot is! Egyrészt az antibiotikumkezelés álnegatív eredményhez vezethet. PET/CT-vizsgálattól a legmegbízhatóbb eredményt a kezelés első napjaiban remélhetünk, amíg a C-reaktív protein (CRP) jelentősen emelkedett. Másrészt a myocardium magas fiziológiás FDG-felvétele (amit a szívizom jelentős glükózfelhasználása magyaráz) zavarhatja a perivalvularis/periprosztetikus struktúrák megítélését. Ezt a problémát kiküszöbölhetjük a vizsgálatot megelőző 48 órás, speciális, magas zsír- és alacsony szénhidrát-tartalmú diéta tartásával, ami a szívizomsejtek metabolizmusát a zsírsav- és ketontest-felhasználás irányába tolja (2).

Extrakardiális szövődmény, bacteraemia egyéb forrásának igazolása: teljestest-képkalkotás CT, MR és nukleáris technika használatával

Az IE minden formájában szükség lehet extrakardiális szövődmények (mikotikus aneurizma, szeptikus embolizáció), vagy a folyamatos bacteraemiát fenntartó folyamat, tályog kimutatására. Klinikai jelek (pl. neurológiai tünetek, gerincfájdalom, perzisztáló láz vagy HK-pozitivitás) esetén természetesen kötelező, de a klinikailag tünetmentes embolizáció kimutatása is hasznos lehet (2–4. ábra). A központi idegrendszer vizsgálatára kétségkívül a legalkalmasabb modalitás az MR, szenzitivitása jelentősen meghaladja a CT-ét. Az agy vizsgálata mellett spondylodiscitis és csigolya osteomyelitis gyanúja esetén is MR az elsőként választandó modalitás, ezekben a kórképekben diagnosztikus pontossága 89-94%-os (10, 15). Az agy vizsgálatára CT jön még szóba, ami sürgősségi esetekben gyakran könnyebben elérhető, és szintén kitűnő szenzitivitással (90%) és specificitással (86%) mutatja ki az iszkémiás és vérzéses szövődményeket (10, 16). A mikotikus aneurizmák kimutatásának aranystandard módszere az angiográfia, azonban a CTA és az MR-angiográfia is kitűnő szenzitivitással és specificitással mutatják ki már a 3-4 mm-t elérő aneurizmákat is (17). PET/CT az agy vizsgálatára kevésbé alkalmas az idegsejtek intenzív fiziológiás FDG-felvétele miatt. Egyéb szerveket érintő (leggyakrabban lép, tüdő, vese) szeptikus embolizáció, tályog, mikotikus aneurizma kimutatására alkalmas lehet a teljestest CT vagy PET/CT, esetleg a saját jelzett fehérvérsejt SPECT. Bizonytalan diagnózis esetén a tünetmentes szeptikus embolizáció kimutatása egy minor kritérium hozzáadásával viheti előre a kivizsgálást. Feltárhatjuk vele a bacteraemia elsődleges forrását (akár egy fel nem fedezett tumort), vagy tályog fennállására derülhet fény, amelyeknek célzott ellátása, sebészi kezelése nélkülözhetetlen lehet. Mindezen túlmenően a fenti vizsgálatoknak differenciáldiagnosztikai szerepük is lehet: egyes esetekben alternatív diagnózis nyújthatnak, és az IE lehetősége kizárhatóvá válhat.



7. ÁBRA. Biológiai aorta-műbillentyűvel élő 73 éves nőbeteg leletei. **A:** Szimmetrikus alsó végtagi petechiák **B:** Transoesophagealis echokardiográfia, hossztenyeli felvétel: a biológiai aorta-műbillentyű vitorláján vegetatio, a bal pitvar felé eső szövet duzzadt, ödémás (nyilak). **C:** és **D:** Sürgősségi osztályon tüdőembólia gyanúja miatt készült mellkas CTA, a műbillentyűre merőleges síkokban rekonstruált metszetek. Az aorta biológiai műbillentyűn látható hipodenzitás vegetáció gyanúját vetette fel (nyilak). CTA: komputertomográfia-angiográfia

Hogyan változik meg a betegellátás a multimodális képkötésnek köszönhetően? Néhány eset tanulságai

1. eset

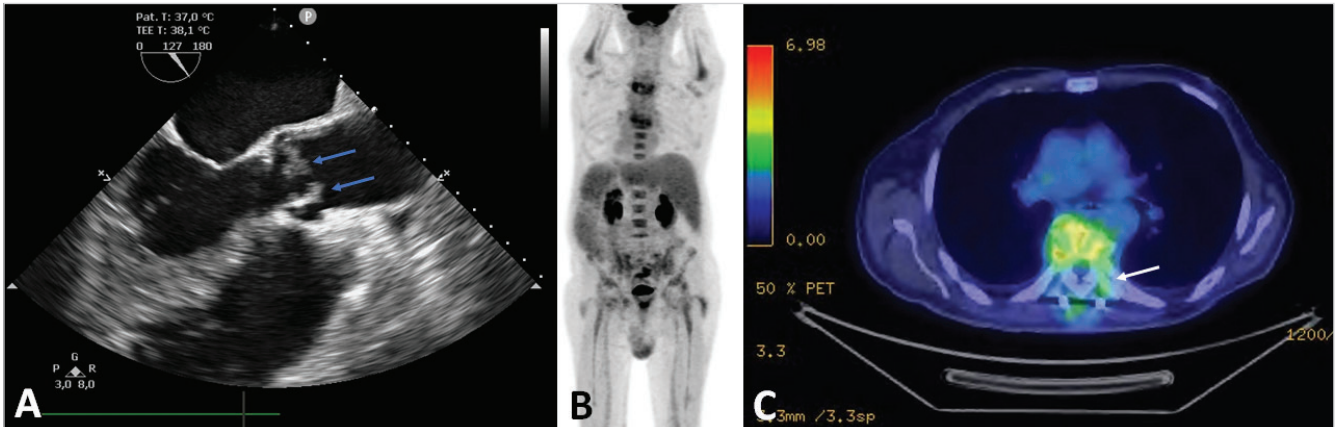
A biológiai aorta-műbillentyűvel (St. Jude, 21 mm-es) és port-a-cath-tel élő, colontumor miatt kemoterápiás kezelés alatt álló 73 éves nőt szimmetrikus alsó végtagi petechiák miatt sürgősségi osztályon kezdték vizsgálni (7. ábra). Mellkas CTA tüdőembóliát nem, viszont az aortabillentyűn vegetációra gyanús eltérést mutatott. Az éjszaka folyamán klinikánkra utalták tovább a beteget, ahol másnap a TEE is pozitív eredményt adott. A levett HK-k mindegyikéből methicillin-rezisztens *Staphylococcus epidermidis* tenyésztett ki. A port-a-cath eltávolításra került, szív-műtét indikációja nem teljesült. 6 hetes célzott iv. antibiotikum mellett a beteg panaszmentes lett, a vegetáció eltűnt, új szövődmény nem alakult ki. Az eset érdekessége, hogy a más okból készült CT-vizsgálat alkalmas volt a műbillentyű IE kimutatására, így jelentősen meggyorsította a kivizsgálást. A beteg célzott kezelését hamar megkezdhettük, ami hozzájárulhatott a beteg gyógyulásához.

2. eset

70 éves cukorbeteg férfinél gerincfájdalom, paraparesis, láz miatt végzett gerinc MR spondylodiscitist, epiduralis tályogot igazolt, idegsebészeti műtétet (laminectomia, pus evakuáció, dekompreszió, TIII-VI fixáció) végeztek. Ezt követően került a beteg a klinikánkra, ahol TTE és TEE aortabillentyű-vegetációt mutatott, hemokultúrából methicillinrezisztens *Staphylococcus aureus* tenyésztett ki. Célzott antibiotikumkezelés mellett perzisztáló láz és bacteriaemia miatt PET/CT történt, ami kóros ¹⁸F-FDG-felvételt mutatott a műtėti területen, intrakardiálisan azonban nem (8. ábra). Ismételt idegsebészeti műtétre, a korábban beültetett idegentest eltávolítására került sor. További célzott antibiotikumkezelés mellett a beteg lázmentes lett, a hemokultúra sterilé vált. Esetünkben PET/CT-vizsgálat segítette meghatározni a perzisztáló láz és bacteriaemia forrását, amelynek műtėti ellátása szükséges volt a gyógyuláshoz.

3. eset

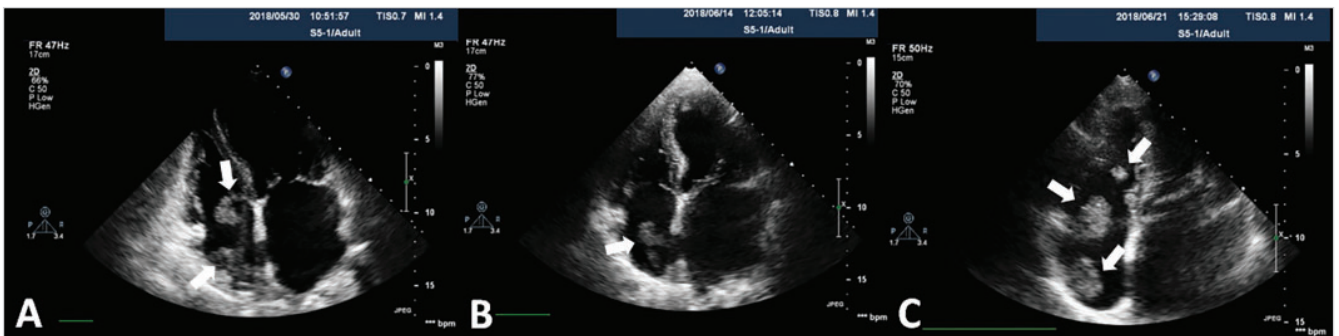
2018-ban egy 87 éves, JAK2- (Janus-kináz-2) mutáció pozitív mieloproliferatív betegség miatt klinikánkon gondozott nőt 5 hónappal kétüregű PM-implantáció után hőemelkedés, fogyás miatt kezdtünk vizs-



8. ÁBRA. 70-éves, natív aortabillentyű infektív endocarditis miatt kezelt férfibeteg leletei. **A:** Transoesophagealis echokardiográfia, hossztenyeli felvétel: a natív aortabillentyű non-coronáriás és jobb coronáriás vitorláját érintő lobogó terime, vegetatio (nyíl). **B:** Perzisztáló láz és hemokultúra-positivitás miatt készült PET/CT felvétel: A thoracalis III-VI csigolyák területén posztoperatív állapotnak megfelelő enyhén, inhomogén módon fokozott halmozás. **C:** A thoracalis II-es csigolya és a környező lágyrészek aktivitásfelvétele egyenletlenül, mérsékelten fokozott, fokális aktivitás többlettel a csigolya bal oldalán (nyíl): itt infekció nem zárható ki. PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia

gálni. Tüdőgyulladást találtunk, antibiotikum adása mellett láztalan lett. Az ekkor elvégzett TTE-n hatalmas, mobilis terime látszott a kamrai PM-elektrodán (9. ábra). Hemokultúrák nem jeleztek. Differenciáldiagnosztikai szempontból IE és thrombus lehetősége merült fel, utóbbit a thrombophiliát okozó hematológiai alapbetegség támasztotta alá. Intervenciós kardiológus a lehetséges szövődményeket, a beteg stabil klinikai állapotát is mérlegelve, a PM-explantációt ekkor nem vállalta. K-vitamin-antagonista terápiát kezdtünk, a korábban elindított antibiotikumkezelést leállítottuk. Ismételt TTE a vegetáció jelentős növekedését mutatja. Bár a beteg láztalan volt, és a hemokultúrák negatívak maradtak, a kórlefolyás IE mellett szólt. Végül szövődménymentes PM-explantáció történt és empirikus antibiotikumkezelést adtunk. Ezt követően látványos,

gyors klinikai javulás következett be. Az eset tanulsága, hogy a PM-elektrodán megjelenő vegetáció és thrombus differenciáldiagnózisa nehéz lehet, pedig a kezelés alapvetően különbözik a két kórkép esetében. CIED IE esetén fontos a gyors diagnózis és sürgető az egész PM-rendszer in toto eltávolítása, mert ez javítja a várható túlélést. Ugyanakkor az elektróda transzvenás extrakciója még tapasztalt centrumban is súlyos szövődményekkel járhat, ezért igen fontos a biztos diagnózis megállapítása (2). A két kórkép elkülönítését segítheti ¹⁸F-FDG PET/CT végzése, aminek segítségével esetünkben is gyorsabban születhetett volna meg a végső diagnózis, és rövidülhetett volna a definitív ellátásig eltelt (az első pozitív echokardiográfiától számított közel egy hónapnyi) idő, valamint a kórházi kezelés ideje. A 2023-as ESC-ajánlás javasolja a fenti



9. ÁBRA. 87-éves nőbeteg transoesophagealis echokardiográfiái (TEE) leletei. A beteget 5 hónappal kétüregű pacemaker-beültetés után fogyás, hőemelkedés miatt vizsgáltuk. **A:** Az első TEE hatalmas, mobilis terimét mutatott a jobb kamrai elektrodán (nyilak). Differenciáldiagnosztikai szempontból vegetatio és trombus lehetősége merült fel, melynek elkülönítése ezzel a vizsgálattal nem volt lehetséges. **B:** és **C:** K-vitamin antagonisták kezelés mellett, antibiotikum kezelés nélkül az ismételt TEE vizsgálatok a terime jelentős további növekedését igazolták (nyilak). A kórlefolyás, sorozatosan végzett TEE vizsgálatok infektív endocarditis mellett szóltak, az elektróda eltávolításra került. A 2023-as ESC ajánlás a fenti esetben PET/CT vizsgálat elvégzését javasolja, ami segíthetett volna a jelentős diagnosztikus késés csökkentésében.

ESC: European Society of Cardiology, PET/CT: ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz pozitron emissziós tomográfia/komputertomográfia, TEE: transoesophagealis echokardiográfia

szituációban („lehetséges” CIED IE) a PET/CT-vizsgálat végzését) (4. ábra), ami a korábbi ajánláshoz képest újdonság.

Következtetések

A képkalkító technikák fejlődése a medicina számos területét előrelendítette. Ennek az örömteli folyamatnak vagyunk részesei az IE esetében is. Az echokardiográfia mellett egyéb képkalkító modalitások használatát már a 2015-ös európai IE-ajánlás is ösztönözte (5). A jelen ajánlás, a 2023-as Duke-ISCVID-kritériumokkal karöltve, még nagyobb hangsúlyt fektet a multimodális képkalkításra, és jól érthetően, a klinikai gyakorlatban alkalmazható módon meghatározza az egyes modalitások helyét a diagnosztika és az ellátás folyamatában. Az európai IE-regiszter, az ESC-EORP EURO-ENDO-regiszter tanúsága szerint már a 2016–2018 közötti időszakban számos országban terjedni kezdett a CT és a PET/CT alkalmazása IE-ben, bár az egyes régiók, országok között jelentős különbséget lehetett felfedezni (1). Nyugat-Európában a betegek 34%-ában történt PET/CT-vizsgálat (Hollandiában 45%-ban) (18), míg ez a szám Kelet-Európában csak 5,5% volt. A hazai gyakorlatot illetően sajnos nem ismerünk adatokat, de a vizsgálatok gyors elterjedését nyilvánvalóan korlátozza a nehéz hozzáférhetőség és PET/CT esetében a finanszírozás hiánya is. Mégis, amennyiben lehetőségünk van rá, érdemes a különböző képkalkítók nyújtotta előnyöket kiaknázni. Segítségükkel a diagnosztika gyorsabbá, pontosabbá, megbízhatóbbá tehető, támpontot nyújtanak a terápiás döntésekhez és végső soron javítják a betegek életkilátásait.

Megjegyzés

A cikkben bemutatott képanyag a Semmelweis Egyetem Belgyógyászati és Hematológiai Klinikájának, Orvosi Képkalkító Klinikájának és Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinikájának anyagából származik.

Nyilatkozat

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

Irodalom

- Habib G, Erba PA, Lung B, et al. Clinical presentation, aetiology and outcome of infective endocarditis. Results of the ESC-EORP EURO-ENDO (European infective endocarditis) registry: a prospective cohort study. *Eur Heart J* 2019; 40(39): 3222–32. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz620>
- Dilszian V, Budde RPJ, Chen W, et al. Best Practices for Imaging Cardiac Device-Related Infections and Endocarditis: A JACC: Cardiovascular Imaging Expert Panel Statement. *JACC Cardiovasc Imaging* 2022; 15(5): 891–911.

<https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2021.09.029>

- Habib G, Derumeaux G, Avierinos JF, et al. Value and limitations of the Duke criteria for the diagnosis of infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33(7): 2023–9. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(99\)00116-3](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(99)00116-3)
- Hill EE, Herijgers P, Claus P, et al. Abscess in infective endocarditis: the value of transesophageal echocardiography and outcome: a 5-year study. *Am Heart J* 2007; 154(5): 923–8. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2007.06.028>
- Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur Heart J* 2015; 36(44): 3075–128. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv319>
- Oliveira M, Guittet L, Hamon M, et al. Comparative Value of Cardiac CT and Transesophageal Echocardiography in Infective Endocarditis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Radiol Cardiothorac Imaging* 2020; 2(3): e190189. <https://doi.org/10.1148/ryct.2020190189>
- Wang TKM, Sanchez-Nadales A, Igbinomwanhia E, et al. Diagnosis of Infective Endocarditis by Subtype Using (18)F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography: A Contemporary Meta-Analysis. *Circ Cardiovasc Imaging* 2020; 13(6): e010600. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.120.010600>
- Khalique OK, Veillet-Chowdhury M, Choi AD, et al. Cardiac computed tomography in the contemporary evaluation of infective endocarditis. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2021; 15(4): 304–12. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2021.02.001>
- Fowler VG, Durack DT, Selton-Suty C, et al. The 2023 Duke-International Society for Cardiovascular Infectious Diseases Criteria for Infective Endocarditis: Updating the Modified Duke Criteria. *Clin Infect Dis* 2023; 77(4): 518–26. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad271>
- Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis. *Eur Heart J* 2023; <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193>
- Bai AD, Steinberg M, Showler A, et al. Diagnostic Accuracy of Transthoracic Echocardiography for Infective Endocarditis Findings Using Transesophageal Echocardiography as the Reference Standard: A Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017; 30(7): 639–46 e8. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.03.007>
- Hryniewiecki T, Zatorska K, Abramczuk E, et al. The usefulness of cardiac CT in the diagnosis of perivalvular complications in patients with infective endocarditis. *Eur Radiol* 2019; 29(8): 4368–76. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5965-2>
- Kim IC, Chang S, Hong GR, et al. Comparison of Cardiac Computed Tomography With Transesophageal Echocardiography for Identifying Vegetation and Intracardiac Complications in Patients With Infective Endocarditis in the Era of 3-Dimensional Images. *Circ Cardiovasc Imaging* 2018; 11(3): e006986. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.117.006986>
- Tanis W, Scholtens A, Habets J, et al. CT angiography and (1)(8) F-FDG-PET fusion imaging for prosthetic heart valve endocarditis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2013; 6(9): 1008–13. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2013.07.004>
- Foreman SC, Schwaiger BJ, Gempt J, et al. MR and CT Imaging to Optimize CT-Guided Biopsies in Suspected Spondylodiscitis. *World Neurosurg* 2017; 99: 726–34 e7. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.11.017>
- Goddard AJ, Tan G, Becker J. Computed tomography angiography for the detection and characterization of intra-cranial aneurysms: current status. *Clin Radiol* 2005; 60(12): 1221–36. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2005.06.007>
- Hacein-Bey L, Provenzale JM. Current imaging assessment and treatment of intracranial aneurysms. *AJR Am J Roentgenol* 2011; 196(1): 32–44. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5329>
- El Kadi S, van den Buijs DMF, Meijers T, et al. Infective endocarditis in the Netherlands: current epidemiological profile and mortality: An analysis based on partial ESC EORP collected data. *Neth Heart J* 2020; 28(10): 526–36. <https://doi.org/10.1007/s12471-020-01431-z.a>