

Bírálat Dr. Maurovich Horvat Pál

„A szív komputer-tomográfiás vizsgálatának új klinikai perspektívái“ című doktori értekezéséhez

Dr. Maurovich Horvat Pál rendkívül gazdag, nemzetközi szinten is jelentős és elismert tudományos életművel rendelkezik. Doktori értekezésében a szív CT vizsgálatával kapcsolatos kutatásaira és az ezzel kapcsolatos cikkeire koncentrált. Az értekezés beadásáig elért 488.411-es impact faktor, melyből 103.184 köthető az értekezés anyagához, valamint a független idézetek száma (2601) nemzetközileg is figyelemre méltó és igen magas szintű publikációs tevékenységről tanúskodik. A jelölt az MTA szabályzatában szereplő minimumkritériumokat tudományos mérőszámok tekintetében messze túlteljesíti. Érdemeit külön kiemeli, hogy a bírálatra benyújtott mű alapjául szolgáló kutatásait nemcsak az Egyesült Államokban végezte, hanem munkáját egy neves hazai intézményben is folytatni tudta és az itt elért eredményeket neves külföldi szaklapokban publikálta.

Formai bírálat

Az angol nyelven íródott értekezés a kiterjedt irodalomjegyzékkel együtt 181 oldal hosszúságú. Ezt követi a jelölt közleményeinek felsorolása 23 oldalon keresztül, majd a szcientometriai összefoglaló illetve egy egyoldalas köszönetnyilvánítás.

A benyújtott anyag felépítésében a tudományos cikkek klasszikus szerkezetét követi. Mint a nagyobb terjedelmű, több altémát átölelő művek esetén szinte mindig, ez a szerkezet kissé megnehezíti az olvasó dolgát, hiszen a módszereket és az eredményeket tárgyaló részek között csaknem 40 oldal különbség is van, ami vagy nagyon jó memóriát feltételez az olvasó részéről, vagy folyamatos oda-vissza lapozgatást tesz szükségessé. Hasonlóképpen újra és újra vissza kell térni a célkitűzésekhez, ha meg akarjuk tudni, hogy a részletesen bemutatott kísérleti vagy vizsgálati módszerekkel éppen milyen kérdésre szeretne a jelölt választ adni. Sokat segít, hogy az alfejezetek számozását következetesen végigviszi az egész értekezésben. Az összefoglalás részben a jelölt több cikket illetve összetartozó altémát egyszerre tárgyal, és az alfejezet végén egy-egy rövid mondatban tömören összefoglalja a legfontosabb mondanivalóját, ami mindenképpen a jobb megértést szolgálja. A szövegben csak kevés elütés vagy szócsere fedezhető fel, ezek nem zavarók.

Az értekezés nagyrészt a megfelelő angol nyelvű cikkek szó szerint átvett részeiből lett összeállítva, ami jól magyarázza a benyújtott anyag nyelvének megválasztását. Csak ritkán adódnak ebből eredően furcsa helyzetek, mint pl. az 58. oldalon, ahol az eredeti közlemény egyik társszerzőjének monogramja (IFÉ) benne maradt a szövegben.

A jelölt angol-amerikai mintára számos rövidítést használ az értekezésben, melyeknek egy része a szakirodalmat kevésbé rendszeresen olvasó közönség számára nem annyira ismert. Használatuk a mű terjedelmét csökkenti, jobb megértését azonban nem feltétlenül támogatja. A rövidítéseket a jelölt első használatkor nem mindig írja ki (pl. CTA, MACE, ICC, H&E). Előfordult, hogy egy rövidítés magyarázatát nem találtam a szövegben vagy a rövidítésjegyzékben, csak képaláírásként illetve a tézisfüzetben (pl. SAT). Kissé zavaró, ahogyan egy másik rövidítést (MP – mixed plaque?) egyáltalán nem magyaráz meg, hanem hirtelen, valószínűleg a korábban ismertetett PCP (partially calcified plaque) szinonimájaként, elkezd használni a szöveg többi részében.

Az értekezés végéről kicsit hiányoltam egy rövid személyes összegzést, kitekintést a jövőre nézve: milyen fejlesztések várhatók, hol látja a jelölt a CT jövőbeli szerepét a koronáriabetegségek diagnosztikájában, várhatók-e változások az aktuális ajánlásokban, mely témákban tervez a jelölt elmélyedni, mik számára a legizgalmasabb új területek.

Szakmai bírálat

Általános megjegyzések

A doktori mű témája nyilvánvalóan nagy jelentőséggel bír nemcsak tudományos radiológiai – kardiológiai szempontból, hanem globális egészségügyi tekintetben is, hiszen, mint azt a jelölt a bevezetésben kifejti, a legtöbb haláleset világszerte kardiovaszkuláris okokra, ezen belül is a szív-koszorúerek megbetegedésére vezethető vissza. A leginkább veszélyeztetett betegek kiszűrése radiológiai vagy más módszerekkel és az egyénre szabott kezelés helyes kiválasztása a mortalitási ráta csökkentésével és a betegek várható életidejének meghosszabbításával kecsegtet.

A bevezetésben átfogó képet kapunk a szívbetegségek diagnosztikájának a jelölt által vizsgált területét érintő legfontosabb problémáiról és hasznos háttérinformációkat találunk az elvégzett vizsgálatok módszertanához.

A 36. oldalon 13 pontban tömören összefoglalva találjuk az értekezés alapjául szolgáló közlemények célkitűzéseit. Ezek 4 nagyobb csoportba lettek besorolva: a koronária-CTA-k képminősége és biztonsága, a koronáriaplakkok megítélése, az aterogén zsírszöveti kompartmentek vizsgálata illetve egy új leletkészítő platform kifejlesztése koronária-CTA-hoz.

A jelölt a diagnosztikai és a tudományos módszerek széles skáláját használja. Szerepelnek képalkotó vizsgálatokat szövettani metszetekkel korreláló illetve több képalkotó eljárást összehasonlító tanulmányok, de a jelölt és kutatócsoportja mesterséges intelligenciát

használó algoritmusokat is bevont a kutatásokba. Ezeket a kísérleti módszereket jól kiegészítik a betegeken végzett, sokszor nagy léptékű vizsgálatok. A képet egy mono- és dizigota ikerpárokon végzett epidemiológiai tanulmány teszi teljessé. Dicséretre méltó módon az olvasó pontos tájékoztatást kap arról, hogy az egy csoportban tárgyalt vizsgálatok melyik országban kerültek elvégzésre.

Részletes szakmai észrevételek és kérdések:

- A Bevezetés 11. oldalán a jelölt a képrekonstrukciós algoritmust említi a szívfrekvencia és a megfelelő kontrasztanyag-adási protokoll mellett mint „a harmadik” fontos tényezőt, mely a koronária-CTA-k képminőségét befolyásolja. Ezzel a kijelentéssel az olvasóban azt az érzést keltheti, hogy más tényezők nem is léteznek vagy kevésbé fontosak. Úgy érzem, itt feltétlenül helye lett volna számos egyéb paraméternek is legalább említés szintjén, mint pl. beteg testsúlya ill. mellkasi átmérője, CT paraméterek (kV, mAs, rotációs sebesség, asztalsebesség, pitch, detektorok száma és érzékenysége), a beteg levegővisszatartási képessége, arhythmia, stb. Ezek mind döntően befolyásolják a CT-képek minőségét és azok kiértékelhetőségét.
- A Bevezetésben használt ábrák eredete számomra nem volt mindig egyértelmű. Forrásmegjelölés hiányában a jelölt saját ábráit látjuk, esetleg saját közleményekből származó vagy mások által publikált és engedéllyel használt képekről van szó?
- A jelölt és kutatócsoportja egy randomizált vizsgálatban mutatja meg, hogy az intravénásan bólusban adott esmolollal hasonló hatékonysággal és biztonságosan lehet a pulzust csökkenteni, mint iv. metoprolollal. Mindkét esetben a betegek 1 órával a CT előtt orálisan is kaptak metoprololt. Bizonyos nagy német szívcentrumokban csak a vizsgálóasztalon adnak 65-ös pulzus felett max. 20 mg metoprololt intravénásan a célérték eléréséig, orális premedikáció nem történik. Én szintén ezt a módszert használom napi szinten, ami jól bevál és nem teszi szükségessé a betegek túl korai berendelését a vizsgálat előtt legalább egy órával. Van a jelölt szerint olyan gyakorlatias érv, ami ezen protokoll ellen szól? (Megjegyzés: tudomásom szerint az aktuális nemzetközi ajánlások mind az orális, mind az intravénás metoprolol-adást elfogadják.)
- Az értekezésben bemutatott 4-fázisú kontrasztanyag (k.a.)-adási protokollhoz hasonlóan intézetünkben mindig fiziológiás sóoldat beadásával indítunk minden k.a.-adást már több mint 10 éve, függetlenül az indikációtól vagy a k.a. beadási sebességétől. A jelölt által elért extravazációs gyakoriság (1,4 ill. 0,5%) a 3- ill. 4-fázisú protokollal az irodalmi adatokon belül mozgott, bár az eltérés a két protokoll között elérte a statisztikai szignifikancia szintjét.

- Ismert, hogy az irodalmi adatok hány fázisú k.a.-adási protokollokra vonatkoznak? A jelölt említi a Megbeszélésben, hogy sokszor kevés ilyen irányú információ áll rendelkezésre.
- Számomra nem volt teljesen világos az utolsó előtti fázisban adott 1:3 arányban kevert (alacsony koncentrációjú) k.a. szerepe. A jobb kamra megítéléséhez van erre szükség?
- Az összesen beadott 95 ml k.a. mennyiségét soknak találom. Mint azt a jelölt a Megbeszélésben említi, 45-60 ml k.a. bőségesen elegendő a CT-koronarográfiához. Talán más célja is volt a CT-vizsgálatoknak? Vagy túl lassú volt a CT-berendezés és emiatt nem lehetett rövidebb k.a.-bólust alkalmazni?
- Az értekezésben használt CT-protokollokkal kapcsolatban nagy általánosságban két fontos dolog tűnt fel. Az egyik a prospektív EKG-vezérlés idejének megválasztása a diastole-ban. Az ismertetett vizsgálatokban ez jellemzően a szív ciklus 75 és 81%-a közé esett, nyilván azért, mert a jelölt igen kiterjedt tapasztalata alapján itt van a legkevesebb mozgási artefaktum. Az én jóval kisebb beteganyagomban 60-70% között, jellemzően 64-67% körül kapom a legkevesebb mozgási artefaktumot mind prospektív EKG-vezérlésnél (pulzus 55 és 65/perc között), mind retrospektív EKG-vezérlés esetén (ha a pulzus 75/perc alatt van). Mi lehet ennek az eltérésnek az oka?
- A másik feltűnő pont volt a vizsgálatok relatíve magas sugárdózisa, ahol a DLP (dose length product) jellemzően 350-360 mGycm körül mozgott annak ellenére, hogy prospektív vezérlést használtak szűk EKG-kapuvál (75-81%). Saját tapasztalat alapján szélesebb, 10%-os kapuvál (60-70%) is a DLP 70 mGycm alatt van 100 kVp-on (<150 mAs, effektív dózis 1.35 mSv) illetve 160 mGycm az átlagos DLP 120 kVp-on 230 mAs mellett 90 kg feletti testsúly ill. nagy mellkasi átmérő esetén. Retrospektív EKG-vezérléssel az átlagos: DLP 184 mGycm-nek adódik, a kalkulált effektív dózis 2.58 mSv. Ezek a számok egy 7 éves 128 szeletes Siemens készülékből származnak, melyet elsősorban általános radiológiai diagnosztikára használunk (egy röntgencső, átlagos asztalsebesség és pitch, 4 cm széles detektor, step-and-shoot technika prospektív EKG-vezérlés esetén).
 - Mivel magyarázható a vizsgálatokban használt relatíve magas dózis?
 - Az általánosan alkalmazott képrekonstrukciós technikára való utalást a 4.1.3 és 4.4.1 pont alatti kísérleteken kívül sajnos alig találtam az értekezésben. Érdekes, hogy az 5.4.1 alatt ismertetett eredmények szerint az iteratív képrekonstrukció (IR) ellenére az átlagos DLP továbbra is 358 mGycm volt. Voltak-e próbálkozások a dóziscsökkentésre a megszokott képminőség

megtartása mellett? A CT-készüléken található iDose⁴ bizonyára lehetővé tette volna ezt.

- Egy tanulmányban a jelölt összehasonlítja két fajta IR-t a hagyományos képrekonstrukcióval (FBP) a képminőség és a meszes plakkok térfogatának mérési pontosságának tekintetében.
 - Az iteratív képrekonstrukció képminőségre kifejtett hatásának vizsgálatánál és a kapcsolódó bevezetésében (4.1.3 illetve 2.1) hiányoltam, hogy a jelölt még érintőlegesen sem említi ezen technikák alkalmazásának egyik legfontosabb és leggyakoribb okát, a betegek sugárterhelésének csökkentését.
 - A 3.1 harmadik pontja alatti célkitűzés („To assess the effect of novel image reconstruction techniques on plaque volumes”) nem teljes illetve nem áll összhangban a Megbeszélés 6.1 pontjának utolsó bekezdésében adott válasszal („the new reconstruction algorithms improve coronary CTA image quality”). Hovatovább, az új eredmények között a 7. fejezetben nem szerepel semmi a plakkok térfogatáról. Az elvégzett vizsgálat sokkal inkább az objektív és szubjektív képminőségre koncentrált, és csak részben a plakkok térfogatára, az ismertetett eredmények nagyobb része is inkább az előbbiről szól.
 - A modellalapú iteratív rekonstrukció (IMR) során elért objektív képminőség-növekedés egyik része, a zajcsökkentés és az ebből származó kép-zaj-viszony (CNR) javulás, valós eredménynek tartom. A magasabb denzitásértékek mérése azonban véleményem szerint hibás méréseken, valószínűleg a mérési mező (ROI) pontatlan elhelyezésén alapulhat. Ezt a sejtést támogatja, hogy az aortában nem lehetett magasabb denzitást mérni IMR-rel, mint a másik két rekonstrukciós technikával. Azt gondolom, hogy az okra a jelölt megadja a választ, amikor a kisebb erek határának élesebb elkülöníthetőségéről ír IMR-rel. Az IR-technikáktól természetüktől fogva elsősorban zajcsökkentést és élkiemelést (ezáltal esetleg jobb térbeli felbontást) várunk, a denzitásértékek változását nem. Próbálta a jelölt az IMR-rel elért magasabb denzitásértékeket más módszerrel is igazolni (pl. egy vonalba eső hisztogram felállításával vagy denzitásméréssel szűk CT-ablakolással: 1 egységnyi CT-ablak szélességgel a CT-ablak szintjét addig emelni, amíg el nem tűnik az ér jele a képen)?
 - IMR-rel kb. 20%-kal alacsonyabb plakktérfogatot lehetett mérni, mint a hagyományos képrekonstrukcióval (FBP). Melyik módszernek lehet hinni, mi az igazság? Vannak olyan megfelelően validált kísérletek (pl. CT-fantomon), melyek az IR-technikák hatását vizsgálják az artefaktum csökkentésre

meszes plakkokban és ezáltal azok térfogatának mérésére? A jelölt által végzett kísérletben sajnos nem volt gold-standard mérés (pl. hisztológiai korreláció), így végső soron nem lehet tudni, melyik képrekonstrukciós algoritmus téved és mennyit. Ennek ellenére fontosnak tartom, hogy a jelölt felhívja a figyelmet a képrekonstrukciós módszerek közötti kvantitatív különbségekre.

- Hogyan értékelték a kutatók az IR hatását az egyéb, nem mért szubjektív képminőségre? Nem lettek az IR-es képek túlságosan természetellenesek, műviek, mesterkéltek?
- Az értekezés számomra legkiemelkedőbb része az *ex vivo* végzett kísérletek leírása. Az első vizsgálatban a jelölt és kutatócsoportja azonosított egy új CT-jelet (napkin ring-jel, NRS) mint az előrehaladott plakkok egyik ismervét, mely ruptúra esetén potenciálisan infarktushoz vezethet. A második kísérletben a különböző összetételű (meszes, részben meszes vagy nem meszes) koronáriaplakkok CT-megjelenését elemezték, a harmadikban pedig különböző képalkotó eljárások pontosságát vizsgálták ezen plakkok felismerésében. Mindhárom esetben a képalkotó módszereket a megfelelő érszakasz szövettani vizsgálatával hasonlították össze, ami nyilvánvalóan nagyon pontos referencia és a vizsgálatok erejét rendkívüli mértékben növeli. Megállapították, hogy a koronária-CTA-val látható NRS ill. a részben elmeszesedett plakkok patológiailag jó eséllyel előrehaladott plakkoknak felelnek meg, így a beteg kezelése szempontjából fontosak.
 - Mi a gyakorlati jelentősége a szignifikáns szűkületet nem okozó plakkok felismerésének? Hogyan változik ezáltal a kezelés? Gyógyszeres terápia, szoros utánkövetés vagy korai intervenció? Szükségesnek tartja a jelölt valamilyen kiegészítő funkcionális képalkotás (MR, SPECT/PET) elvégzését?
 - Végez kardiológus a CTA alapján intervenciót (pl. stent vagy PTCA egy olyan stenosisban, mely CTA-val szignifikáns, az ICA-n nem)? Vagy ilyenkor egy FFR-mérés alapján dönt az intervencióról?
- Az aktuális trendeknek megfelelően a jelölt és kutatócsoportja mesterséges intelligenciát (MI) illetve radiomikai módszereket is felhasznált a NRS kereséséhez CT-képeken és az eredményeket már 2017-ben publikálta. Olyan paramétereket azonosítottak, melyek nagy biztonsággal képesek megtalálni a NRS-t. A referenciául a kutatók által megtalált léziók szolgáltak.
 - Próbáltak MI-t használni NRS-keresésre olyan CT-adatokon is, melyek erős referencia diagnózissal rendelkeznek, mint pl. 4.2.1, 4.2.2 és 4.2.3 pontban?
 - Terveznek esetleg kísérletet MI-vel általában véve az előrehaladott vagy vulnerábilis plakkok keresésére a már rendelkezésre álló CT-adatokon a fenti hisztopatológiai korreláció felhasználásával? Lehetséges lenne, hogy az MI

újabb, emberi szem által nem érzékelhető fontos diagnosztikai kritériumokat talál ezen plakkok felismerésében?

- A 23. táblázat gyakorlatilag megegyezik az 5. táblázattal, hasonlóképpen a 24. táblázat a 6. táblázattal. Ezt az ismétlést nem tartom indokoltnak.
- A plakkok morfológiai és szövettani jellemzésén túlmenően a szűkületek hemodinamikai jellemzésére is sor került egy vizsgálatban, ahol a jelölt és munkacsoportja hagyományos koronária-CTA-k alapján számította ki az FFR-t (fractional flow reserve). Ezt a paramétert nem sokkal ezelőtt csak katéteres úton lehetett mérni, értéke fontos támpontot adhat intervenciós beavatkozások szükségességéhez, főleg amikor a szűkület vizuálisan nem egyértelműen szignifikáns. Erre a célra egy helyi szoftverprototípust használtak, ami üdítő próbálkozás a kezdeti monopolhelyezettel szemben, amikor erre a mérésre csak egyetlen kaliforniai székhelyű szolgáltató volt képes. A helyileg alkalmazható prototípus által mért CT-FFR jól korrelált az invazívan mért FFR-rel, specifikációja csak kissé maradt el az ismert szolgáltatók által központilag mért CT-FFR-től. Érdekesnek tartom, hogy a tanulmányban a CT-FFR < 0.8 ill. az EDS > 50% kerültek összehasonlításra mint szignifikáns értékek, holott a NASCET-kritériumok alapján az EDS = 50-69%-os stenosis még nem számít szignifikánsnak. Bár a CTA intermediér fokú koronárisztenózist talált minden betegben, 21/60 esetben az invazív FFR szignifikáns szűkületet mutatott.
 - Mi a jelölt álláspontja: nem lenne helyesebb a stenosis mértékének morfológiai meghatározásánál a szabad lumen felület megadása az átmérő helyett? Vagy helyesebb lenne egy új határértéket keresni a szabad lumenátmérőhöz a hemodinamikai szignifikancia eldöntésére?
- A mellkasi zsírszövet lehetséges kapcsolatát a koronáriabetegséggel a ROMICAT-vizsgálat beteganyagát használva tanulmányozta a jelölt. Ehhez megmérte a zsírszövet térfogatát különböző kompartmentekben és összevetette egymással illetve klinikai adatokkal. A mérések leírásakor feltűnt, hogy más denzitás-határértékeket választott perikoronáriás (-149 - -30 HE) és az epikardiális (-190 - -30 HE) kompartmentben. A 4.3.2. pont alatt ismertetett iktanulmány során pedig egy harmadik intervallumot definiált a zsírszövet méréséhez (-195 - -45 HE). Mi volt ezeknek az eltéréseknek az oka? Bár nem gondolom, hogy ez a különbség a mért térfogatokat jelentősen befolyásolta, mégiscsak magyarázatra szorul.
- A koronáriszklerózis súlyosságának besorolására a CT adatok alapján a jelölt és csoportja egy platformot fejlesztett ki, amely a bevitt adatok alapján a CAD-RADS-kritériumoknak megfelelően megadja a súlyossági fokot.
 - A program nem csinál mást, „csak” a bevitt adatokat összesíti, és itt küszöböli ki az emberi tévedés lehetőségét. Rosszul bevitt adatok esetén nyilvánvalóan rossz összegzés lesz az eredmény. Megfelelő oktatással az emberi tévedések

aránya a végső besorolásnál egyébként is jelentősen csökkenthető lenne, mint ahogyan azt a második 5 x 50 beteg eredménye alapján a jelölt is megállapítja.

- Érdekes volt, hogy a gyakorlott orvosok esetén gyakrabban volt eltérés a gép és az ember által számított végleges beosztás között. Valószínűleg ők rutinból próbálták meg beosztani a betegeket, míg a fiatalabb orvosok szigorúbban tartották magukat az előírt sémához.
- Nem nagyon találtam leírást az alkalmazott platformról az idevágó szövegben. Az is csak az új eredményeket összefoglaló 7. fejezetből illetve a tézisfüzetből derül ki, hogy saját fejlesztésű szoftverről van szó. Milyen programkörnyezetben fut a szoftver? Gondoltak arra, hogy esetleg mások számára is elérhetővé teszik?

Összefoglalás

Az értekezés nagyon gazdag, átfogó és alapos kutatói tevékenységről tanúskodik egy fontos témakörben. A jelölt a változatos módszerekkel vizsgálta a koronária-ateroszklerózis képkeltő diagnosztikáját valamint a koronária-CTA biztonságosságát és minőségét. Munkája során nemcsak ex vivo kísérleteket alkalmazott, hanem több nagy betegcsoporton végzett tanulmány mellett radiomikai módszereket is bevont kutatásaiba. Elért eredményei nemzetközi szinten is jelentősek és elismertek, ezt jól tükrözik figyelemre méltó tudománymetriai adatai is. Az értekezést nyilvános vitára alkalmasnak tartom, a jelölt számára az MTA doktora cím odaítélését a legmesszebbmenőig támogatom.

Új eredmények fogadom el a következőket:

1. Az intravénásan bólusban adott esmolol hatékonyan és biztonságosan csökkenti a szívfrekvenciát koronária-CTA előtt és legalább annyira hatásos, mint az intravénás metoprolol.
2. Az iteratív képrekonstrukció javítja a koronária-CTA-n a jel-zaj-viszonyt és a distalis érszakaszok ábrázolását, de befolyásolja a meszes plakkok térfogatának mérési pontosságát.
3. Szívtranszplantált betegek koronária-CTA-ja során a képminőség jobb, mint a hasonló szívfrekvenciájú kontrollcsoportban.
4. Az újonnan felismert napkin ring-jel magas specifitás és pozitív prediktív érték mellett jelez előrehaladott plakkot koronária-CTA-n.

5. A koronáriaplakkok denzitásmintázatának CT-vel való elemzése segíti az előrehaladott plakkok azonosítását.
6. OFDI-vel nagyobb biztonsággal különíthetők el a korai és az előrehaladott plakkok, mint CT-vel vagy IVUS-al. Ezen eljárások eltérő képi jellemzőket szolgáltatnak különböző plakktípusok esetén.
7. Koronária-CTA-val csaknem kétszer annyi ateroszklerotikus plakkot lehet felismerni, mint invazív katéteres koronarográfiával. Az invazív koronarográfia a plakkok méretét és a betegek kockázatát alábecsüli.
8. Radiomikai módszerekkel nagyobb biztonsággal ismerhető fel a napkin ring-jel, mint hagyományos képi jellemzők alapján.
9. Helyileg alkalmazható szoftverrel a vizsgálotól függetlenül megbízhatóan, gyorsan és pontosan számítható ki a CT-FFR, mely jól korrelál az invazív úton mért FFR-rel.
10. A perikoronáriás zsírszövet mennyisége kapcsolatban áll a koronária-ateroszklerózis valószínűségével és a vérben keringő gyulladásos faktorok szintjével.
11. A közös és specifikus genetikai faktoroknak egyaránt szignifikáns hatása van az epikardiális, szubkután és viszcerális zsírszövet mennyiségére, míg ezen zsírtérfogatok összefüggése a környezeti hatásokkal kevésbé markáns.
12. Koronária-CTA-k során a vizsgálok által bevitt adatok automatikus összegzése egy megfelelő platform alkalmazásával csökkenti az emberi tévedés valószínűségét a betegek végső besorolásánál és így javítja a leletkészítés minőségét.

Biel, 2020.01.31.

Dr. Szűcs Farkas Zsolt
MTA doktora