

**Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei**

**TÜDŐEMBÓLIA DIAGNOSZTIKÁJA PULMONÁLIS CT ANGIOGRÁFIÁVAL**

**TÚLSÚLYOS ÉS KÖVÉR BETEGEKBEN**

Dr. Megyeri Boglárka Sarolta

Témavezető: Dr. Szúcs-Farkas Zsolt



**DEBRECENI EGYETEM**

**Egészségtudományok Doktori Iskola**

Debrecen, 2015

## **Tüdőembólia diagnosztikája pulmonális CT angiográfiával túlsúlyos és kövér betegekben**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében  
az egészségtudományok tudományágban

Írta: Dr. Megyeri Boglárka Sarolta, általános orvos

Készült a Debreceni Egyetem Egészségtudományok Doktori Iskolája  
( Megelőző Orvostan és Népegészségtan programja) keretében

Témavezető: Prof. Dr. Szűcs-Farkas Zsolt, PhD

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Prof. Dr. Ádány Róza, a MTA doktora  
tagok: Prof. Dr. Darvas Katalin, kandidátus  
Prof. Dr. Magyar János, a MTA doktora

A doktori szigorlat időpontja: DE NK Megelőző Orvostani Intézet  
II.em. tárgyaló (Kassai út 26)

2015. június 09., 11 óra

Az értekezés bírálói:

Prof. Dr. Péntes István, a MTA doktora  
Prof. Dr. Szilasi Mária, kandidátus

A bírálóbizottság:

elnök: Prof. Dr. Ádány Róza, a MTA doktora  
tagok: Prof. Dr. Darvas Katalin, kandidátus  
Prof. Dr. Magyar János, a MTA doktora  
Prof. Dr. Péntes István, a MTA doktora  
Prof. Dr. Szilasi Mária, kandidátus

Az értekezés védésének időpontja: Debreceni Egyetem ÁOK, Belgyógyászati Intézet „A” épület  
tanterme

2015. június 09., 13 óra

## I.Bevezetés

A fejlett nyugati világban az akut pulmonális embólia (PE) a harmadik leggyakoribb kardiovaszkuláris halálok az iszkémiás szívbetegség valamint a sztrók után. A nem kezelt esetek közel 30 %-a végzetes kimenetelű, de az időben felállított diagnózis és adekvát terápia mellett is 2-10 % mortalitással kell számolni. Éppen ezért a tüdőembólia időben történő diagnosztizálása nagy jelentőséggel bír. A PE diagnózisát annak aspecifikus tünettana megnehezíti. Az elmúlt évtizedben számos pontrendszer került kidolgozásra, melyek segítik a klinikusokat a PE valószínűségének megítélésében. A legszélesebb körben elterjedt módszer a Wells-i és Genfi pontrendszer, illetve azok egyszerűsített, módosított változatai. A klinikai valószínűség D-dimer teszttel valamint szükség szerint képalkotó eljárásokkal (echocardiográfia, az alsó végtagi mélyvénák kompressziós ultrahangja, klasszikus, invazív pulmonális angiográfia, ventillációs - perfúziós tüdőszcintigráfia, pulmonális CT – angiográfia) történő kombinálásán alapuló diagnosztikai algoritmusok segítenek a korrekt diagnózis felállításában. Nagy klinikai valószínűség illetve emelkedett D-dimer szint esetén, néhány speciális klinikai szituációt (terhesség, kontrasztanyag érzékenység, veseelégtelenség) leszámítva pulmonális CT angiográfia (PCTA) elvégzése javasolt.

### 1. A pulmonális CT angiográfia helye a PE felismerésében és kizárásában

A multidetektoros CT technika bevezetésével lehetővé vált a pulmonális artériák szubszegmentális szintig történő non-invazív kontrasztanyagos ábrázolása magas diagnosztikus biztonság mellett. A PCTA mára már csaknem teljesen háttérbe szorította a konvencionális pulmonális angiográfiát valamint a ventillációs- perfúziós tüdőszcintigráfiát. A MD-PCTA szenzitivitása és specificitása a tanulmányok szerint jellemzően 80 % és 100 % közötti. A PCTA prediktív értékét a PE klinikai valószínűsége jelentősen befolyásolja. A PCTA specificitása és pozitív prognosztikai értéke a vérrög helyzetétől is függ. Az izolált, szubszegmentális embólusok klinikai jelentősége és kezelés szükségessége még erősen vitatott, sokak szerint az antikoagulációs kezelés a vérzéses komplikációk miatt növeli a mortalitást.

### 2. PCTA optimalizálása: sugárterhelés és jódtartalmú kontrasztanyag mennyiségének csökkentése alacsony CT csőfeszültséggel

A fejlett, nyugati országokban a lakosság sugárterhelésének 25 %-át a diagnosztikus CT vizsgálatoknak tulajdonítják. Az ionizáló röntgensugárzást által kiváltott sztochasztikus hatás az élet során kapott kumulatív sugárdózissal emelkedő valószínűséggel, a vizsgálatok után akár évtizedekkel is rákos megbetegedéseket vagy limfómát indukálhat. Ebben a

tekintetben a gyermekek és fiatal felnőttek illetve a terhes nők a legvesélyeztetettebbek. Idősebb betegeknél a sugárexpozíció késői karcinogén hatásával kevésbé kell számolni. Jelentősebb szerepet kap azonban a jódtartalmú kontrasztanyag indukálta nefropátia (CIN) kialakulása, az érintett populációban gyakrabban észlelt dehidráció, beszűkült vesefunkció, diabetes mellitus vagy más predisponáló tényező fennállása révén.

A különböző dózis redukációs technikák közül a CT csőfeszültségének csökkentése egyszerűsége és hatékonysága miatt került a figyelem középpontjába. Az alacsony CT csőfeszültség használatával egyszerre csökken a sugárdózis, mely a feszültség négyzetével arányos, és növekedik a denzitás a jódtartalmú kontrasztanyaggal megfestett erekben, mivel a csőfeszültség közelebb kerül a jódatom abszorpciós maximumához (33,3 keV). Bár az alacsonyabb csőfeszültség szükségszerűen emeli a képzajt, azonban a kontrasztanyaggal megfestett erek magasabb denzitása ellensúlyozhatja azt, és a jel-zaj-arány (CNR) változatlan maradhat. A levegővel telt tüdők alacsony röntgensugár elnyelő tulajdonsága különösen kedvez a csökkentett feszültségű protokolloknak. Korábbi tanulmányok szerint 100 kg-os testúlyig lehetséges a jódtartalmú kontrasztanyag dózisának 25 %-os és a sugárterhelés 30-40%-os redukálása is a PCTA képminőségének illetve diagnosztikus pontosságának szignifikáns romlása nélkül. Az alacsonyabb jódbevitellel a CIN rizikója a várakozások szerint csökkenthető, vagyis az alacsony csőfeszültségű PCTA előnyös lehet CIN-re hajlamos, idősebb betegeknél is.

### 3. Pulmonális embólia diagnosztikája kövér betegeknél: a fizikális vizsgálatok és a PCTA korlátai

A vénás tromboembólia (VTE) egyik független rizikófaktora az obezitás. Az elhízott vagy túlsúlyos betegek körében tapasztalt VTE megbetegedés megnövekedett rizikójának hátterében számos ok állhat, úgy mint az immobilizációval, emelkedett intraabdominális nyomással és a csökkent vénás véráramlási sebességgel összefüggő vénás sztázis, illetve a fokozott koagulációs és csökkent fibrinolitikus aktivitás. Kövér betegeknél a diszpnoé, tachikardia, hipoxia valamint emelkedett D-dimer szint gyakran pulmonális embólia nélkül is látható. Bár kövér betegeknél is a PCTA az elsőként választandó képalkotó eljárás a magas képzaj, a röntgensugár keményedéséből adódó alacsonyabb jód-denititás valamint a beteg mérete miatt szükséges nagyobb látómező okozta rosszabb térbeli felbontás nehezíti a korrekt diagnózis felállítását. A rosszabb képminőség ellensúlyozása bizonyos mértékben lehetséges ugyan a röntgensugár áramerősségének és/vagy feszültségének emelésével valamint a rekonstruált képszeletek vastagságának növelésével, azonban ezen lépések esetén számolni kell a beteg fokozott sugárterhelésével, a kontrasztanyaggal megfestett erek alacsonyabb denzitásával valamint a rosszabb térbeli felbontással.

A PE diagnosztikájában korábban rutinszerűen alkalmazott 120-140 kVp csőfeszültségű PCTA protokollokat kezdi felváltani az egyre szélesebb körben elterjedő 100 kVp PCTA. A legtöbb centrumban azonban a csökkenő CNR-től és a romló diagnosztikus biztonságtól félve csak a 80-100 kg-nál nem nehezebb betegek körére leszűkítve használják. Tekintettel a tényre, mi szerint a túlsúlyos betegek fokozott rizikót képviselnek PE tekintetében, fontos lenne az elhízott betegekre adaptált alacsony dózisu PCTA protokoll felállítása, mely elfogadható képminőség és megtartott diagnosztikus biztonság mellett biztosít alacsonyabb sugárexpozíciót. Ilyen irányú klinikai kutatásokat azonban az eddigi irodalomban nem ismerünk.

#### 4. Célkitűzések

Retrospektív vizsgálatunkban az alábbi kérdésekre kerestünk választ:

1. Hogyan befolyásolja a PCTA diagnosztikus pontosságát a vizsgált betegek magas testtömege illetve magas testtömeg indexe?
2. Romlik-e a referencia PCTA diagnosztikus pontossága nagyobb testtömeg esetén az összetett referencia standard diagnózissal összevetve?
3. Milyen hatással van a vizsgálatba bevont, PE gyanúja miatt PCTA vizsgálaton átesett betegek felvételeinek értékelésében résztvevő három általános radiológus egyéni specificitására, szenzitivitására és diagnosztikus pontosságára a betegek magasabb, 100 kg feletti testtömege illetve  $a > 30 \text{ kg/m}^2$  feletti BMI?
4. Mutatkozik-e szignifikáns különbség a PE prevalenciájában a 100 kg alatti és 100kg illetve afeletti testtömegű valamint obez és nem obez betegek között?
5. Van-e különbség a 100 kVp PCTA protokollal elérhető érdenzitásban, kép zajban valamint CNR-ben a 100 kg alatti, 100-125 kg közötti valamint  $> 125 \text{ kg}$  testsúlyú betegekben? Van-e eltérés a betegcsoportok között szubjektív képminőség és diagnosztikus biztonság tekintetében?
6. Megfelelő-e a csökkentett dózisu, 100 kVp csőfeszültségű PCTA protokoll képminősége magas testtömegű illetve magas testtömeg indexű betegekben? Mi áll a csökkent képminőség hátterében?
7. A testsúllyal vagy a testtömeg index-szel korrelálnak-e jobban a képminőséget jellemző változók?
8. Mutatkozik-e szignifikáns különbség a vizsgált betegcsoportok sugárterhelésében és az egységnyi sugárdózis objektív képminőségre kifejtett hatását jelző teljesítményfaktorban?

## **II. Betegek és módszerek**

### **II.A. A PCTA diagnosztikus pontosságának vizsgálata magas testsúlyú betegekben**

#### **1. Betegek**

Retrospektív vizsgálatunkban a Berni Egyetemi Kórház Radiológiai Intézetének elektronikus adattárából kiválasztásra került az a 123 beteg (94 férfi és 29 nő, átlagéletkor 57,8 év), akiknél az intézetben 2007 szeptembere és 2011 áprilisa között akut PE kizárása céljából PCTA történt és a testtömegük 100 kg vagy afelett volt. A kontroll csoportot az a 114, 75-99 kg közötti testtömegű beteg képviselte (81 férfi és 33 nő, átlagéletkor 59,2 év), akiket 2008 szeptembere és 2011 áprilisa között 100 kVp PCTA protokoll szerint vizsgáltak. Ezen betegek az intézetben korábban zajlott, több mint 500 beteget magába foglaló prospektív, randomizált tanulmány (REDOPED-Reduced Dose in Pulmonary Embolism Diagnosis) egyik alcsoportját képviselték.

Tanulmányunkhoz a betegek szelekciójára a testtömeget választottuk, mert az – a korábbi vizsgálatok szerint - jobban korrelál a képminőséggel, mint a testtömeg index (BMI). Ennek ellenére adatainkat BMI-re lebontva is elemeztük, mert sok intézetben továbbra is ezt a paramétert alkalmazzák a PCTA protokoll testre szabására.

Valamennyi 100 kg alatti testtömegű beteg, akik a REDOPED vizsgálatban részt vettek, írásos beleegyezésüket adták adataik felhasználásához. A  $\geq 100$  kg csoport tagjai az utánkövetés során elvégzett telefoninterjúban adták szóbeli beleegyezésüket. Berni Kanton Etikai Bizottsága jóváhagyta a vizsgálati protokollt.

#### **2. Klinikai adatok és tesztek**

A tüdőembólia klinikai valószínűségének meghatározásához az egyszerűsített, módosított Genfi pontrendszert használtuk. D-dimer teszt (ELISA, VIDAS<sup>c</sup>, bioMérieux, Marcy l'Etoile, France), küszöbértéke 500 ng/ml volt. Kiegészítő képalkotó vizsgálatok (alsó végtagi mélyvénák color dopplerrel kiegészített kompressziós ultrahangja, ventillációs-perfúziós szcintigráfia) csak a klinikusok által indokolt esetben, a bizonytalan diagnózis megerősítése illetve kizárása céljából történtek.

#### **3. CT protokoll**

A vizsgálatok 16 szeletes CT készülékkel (Somatom Sensation 16, Siemens Medical, Forchheim, Germany) történtek, az áramerősség szoftveresen végzett valós idejű

modulációja mellett (CareDose4D, Siemens) Az adatgyűjtés paraméterei (16 x 0,75 mm kollimáció, 0,5 s röntgenső rotációs idő valamint a 1,15 pitch) minden betegben azonos volt. A kontroll csoport betegeinél valamint a 100 kg feletti testtömegű 123 betegből 102 esetben 100 kVp csőfeszültséget alkalmaztak 100 mAs referencia áramerősség mellett. 21 betegnél a  $\geq 100$  kg csoportban 120 kVp csőfeszültség alkalmazására volt szükség ugyanazon áramerősség mellett a diagnosztikus képminőség megtartása érdekében. A PCTA-hoz minden betegben 100 ml, 300 mg/ml jód koncentrációjú kontrasztanyagot használtunk, melyet egy automata injektor segítségével intravénásan, 4 ml/s sebességgel juttattunk a betegbe. Bemosáshoz ugyanilyen sebességgel 20 ml izotóniás sóoldatot alkalmaztunk. A képgyűjtés a truncus pulmonalisban mért 100 HU (Hounsfield unit) denzitás elérését követő 4 s elteltével indult.

Az 5 és 1 mm-s tranzverzális képszeletek rekonstrukciójához hagyományos szűrt visszavetítést (FBP- filtered back projection) és lágyrész kernelt használtunk.

#### 4. PCTA analízis

A PCTA diagnosztikus pontosságának tanulmányozása során a felvételek kiértékelésében három 4-, 9- és 15 éves CT tapasztalattal rendelkező általános radiológus vett részt, akik nem rendelkeztek a betegek klinikai adataival. A feladatuk a 237 randomizált CT képeken a PE diagnosztizálása illetve kizárása volt a tüdőartériák második szubszegmentális oszlásáig. A PE diagnosztikai kritériuma volt a teljes vagy részleges telődési defektus a pulmonális artériában legalább három egymást követő, 1 mm-es vastagságú transzverzális képszeleten, nagyobb mozgási artefaktum nélkül.

#### 5. Utánkövetés

A betegek követése egy sok éves tapasztalattal rendelkező klinikai-vizsgálati asszisztensnő (study nurse) bevonásával történt. Feladata volt egyrészt az intézet elektronikus adatbázisának segítségével a betegek, PCTA-t követő 90 napon belüli, ismételt intézeti felvételének rögzítése. Ezen kívül 3-12 hónappal a PCTA-t követően telefonos interjú során kikérdezte a betegeket a PE illetve MVT klinikai jeleinek, tüneteinek megjelenéséről a PCTA-t követő 90 napon belüli időszakban.

#### 6. Referencia standard PCTA diagnózis

A referencia standard PCTA diagnózis felállítását egy 13 éves CT gyakorlattal rendelkező mellkas radiológus végezte, aki ismerte a betegek eredeti kórtörténeteit, de nem volt

birtokában sem a kiegészítő képalkotó eljárások, sem a 90 napos utánkövetések eredményeivel. Kétséges esetben egy 10 éves CT leletezési gyakorlattal rendelkező mellkas radiológussal történt konszenzus révén született meg a végleges PCTA diagnózis.

### 7. Összetett klinikai referencia diagnózis

Az általunk alkalmazott összetett referencia standard az Európai Kardiológiai Társaság irányelveit követve tartalmazta az egyszerűsített, módosított Genfi pontrendszeren alapuló klinikai valószínűséget (alacsony, közepes illetve magas valószínűség), a referencia PCTA diagnózist, valamint a kiegészítő képalkotó eljárások és a 90 napos utánkövetés eredményeit. A végleges diagnózis felállítása, a PE kizárása illetve megerősítése egy betegen belül az összetett klinikai referencia standard alapján történt.

### 8. Statisztikai módszerek

Az egyes csoportok között a nemek szerinti megoszlás összevetésére a Khi négyzet tesztet alkalmaztuk, míg a betegek életkorának összehasonlítása a Mann-Whitney U teszt segítségével történt. Az összetett referencia standard diagnózis képezte az alapját a prevalencia számításnak valamint a 3 független radiológus kolléga PCTA értékelésével történő összehasonlításnak.

Meghatároztuk a szenzitivitás, a specificitás, a diagnosztikus pontosság valamint a pozitív és negatív prediktív értékek pontos 95% konfidencia intervallumát (CI). A csoportok közötti különbségek értékelésére prevalencia és diagnosztikus pontosság tekintetében meghatároztuk az Odds arányt (OR) 95 %-s CI-vel együtt és a p értéket a Fisher's egzakt teszt segítségével számítottuk ki. Valamennyi összehasonlítást elvégeztük a betegek testtömege (<100 kg és ≥100 kg) valamint testtömeg index alapján felállított betegcsoportokra is (BMI <30 kg/m<sup>2</sup> és > 30 kg/m<sup>2</sup>, vagyis nem kövér és kövér betegek).

A statisztikai tesztekhez a Statistica szoftvercsomagot (StatSoft Inc., Tulsa, OK), a StatPages internetes oldalát (<http://statpages.org/ctab2x2.html>) és MedCalc (MedCalc, Mariakerke, Belgium) szoftvert alkalmaztunk. A szignifikancia határát p <0,05-nél húztuk meg.



## ***II.B. A 100 kVp PCTA képminőségének vizsgálata magas testsúlyú betegekben***

### ***1. Betegek***

A fent ismertetett 123,  $\geq 100$  kg testsúlyú beteg közül ki kellett zárunk a képminőség elemzéséből azt a 21 beteget, akiknél a PCTA 120 kVp-tal történt mivel az eltérő kVp-értékekkel teljesen más képjellemzők érhetőek el (120 kVp-on alacsonyabb képzaj és csökkent denzitás/fényesség a kontrasztanyagot tartalmazó erekben). A kontroll csoport mindenben megegyezett a II.A.1. pontban leírtakkal. Ilyen módon a képminőség összehasonlításába összesen 216 beteg 100 kVp PCTA vizsgálata került be.

### ***2. Képminőség objektív értékelése***

A képminőség objektív értékelése során az 1 mm vastagságú transzverzális képszeleteken mind a truncus pulmonalisban ( $HU_{\text{ér}}$ ), mind a paraspinalis izmokban ( $HU_{\text{háttér}}$ ) legalább 100  $\text{mm}^2$ -es területen megmértük a denzitást. Betegenként 3-3 denzitásmérés történt és ezek átlagértékét használtuk fel a további kalkulációkhoz. A truncus pulmonalisban mért denzitás standard deviációját vettük képzajnak. A szokásos módon határoztuk meg a kontraszt - zaj arányt (CNR):  $\text{CNR} = (HU_{\text{ér}} - HU_{\text{háttér}}) / \text{zaj}$ .

### ***3. Képminőség szubjektív kiértékelése és a diagnosztikus biztonság***

A képminőség szubjektív kiértékelését a II.A.4. pontban bemutatott három radiológus végezte a tüdőembóliák keresésével egy ülésben. A vizsgálók a szubjektív képminőséget az 1 mm vastagságú transzverzális képszeleteken értékelték 5 fokozatú skála segítségével:

- 1- rossz, diagnózis nem lehetséges
- 2- gyenge, szignifikánsan csökkent diagnosztikai biztonság
- 3- közepes, de a diagnózishoz elegendő
- 4- jó
- 5- kiváló képminőség

Az 1 illetve 2 minősítés esetén a csökkent képminőség okát is meg kellett határozniuk (magas képzaj, a kontrasztanyag bólus nem megfelelő időzítése, a beteg mozgásából, légzéséből valamint kardiális pulzációból adódó műtermék, egyéb ok). A vizsgálók 3 fokozatú skálán értékelték a PE észlelésének illetve kizárásának diagnosztikus biztonságát: 1- lehetséges diagnózis, 2- valószínű diagnózis, 3- biztos diagnózis, vagyis alacsony, közepes és magas diagnosztikus biztonság.

#### 4. A betegek sugárterhelésének értékelése

A betegek sugárterhelését a méret specifikus dózisértékkel (SSDE) jellemeztük, mely a térfogat CT-dózis index ( $CTDI_{vol}$ ) és egy, a beteg anteroposterior és laterális mellkasi átmérőjétől függő korrekciós faktor szorzata.

Az effektív dózist a CT által megadott DLP és a mellkasi CT vizsgálatokra specifikus korrekciós faktor (0,016 mSv/mGycm) szorzatával becsültük meg. A különböző testtömegű betegcsoportokban az egységnyi sugárdózis objektív képminőségre kifejtett hatásának jobb jellemzése céljából kiszámítottunk egy teljesítményfaktort: FOM (figure of merit) =  $CNR^2/SSDE$ .

#### 5. Statisztikai analízis

A szubjektív és objektív képminőség paramétereinek, a sugárdózis és a diagnosztikus biztonság három eltérő testtömegű (75-99 kg, 100-125 kg, > 125 kg) betegcsoport közötti összehasonlítására a Kruskal-Wallis valamint a Tukey-Kramer tesztet használtuk. Második lépésben ugyanezen paraméterek összehasonlítására került sor, 3 különböző BMI csoport között: BMI <25 kg/m<sup>2</sup> (sovány vagy normál), 25- 30 kg/m<sup>2</sup> (túlsúlyos), > 30 kg/m<sup>2</sup> (elhízott).

A betegek testtömegének az érdenzitásra és képzajra, mint az objektív képminőség jellemzőire valamint a diagnosztikus biztonságra kifejtett hatásának vizsgálatára logisztikus regressziós modellt alkalmaztunk. Ugyanazt a regressziós analízist elvégeztük egy másik modellben is, ahol a testtömeget BMI-vel helyettesítettük.

Lineáris regressziós módszer révén határoztuk meg, hogy a testtömeg, a BMI vagy az ún. effektív mellkasi átmérő (az anteroposterior és a laterális átmérő mértani közepe) befolyásolja legjobban az objektív képminőség paramétereit (érdenzitás, képzaj, CNR). A radiológusok közötti egyetértés jellemzésére a Cohen-féle kappá értéket és a Kendall konkordancia koefficienszt számoltuk ki. A számításokat a II.A.8. pontban megadott programokkal végeztük.

### **III. Eredmények**

#### ***III.A. A PCTA diagnosztikus pontosságának vizsgálata magas testsúlyú betegekben***

##### **1. Betegek**

A tanulmányba bevont 237 beteg nem (férfi/nő arány: 81/33 ill. 94/29,  $p=0,377$ ) és életkor ( $59,2\pm 15,8$  év ill.  $57,8\pm 14,8$  év  $p=0,478$ ) szerinti megoszlásának tekintetében illetve az ambuláns betegek arányát (54/114 [47%] ill. 52/123 [42%],  $p=0,437$ ) illetően sem találtunk szignifikáns különbséget a 100 kg alatti és 100 kg feletti testtömegű csoportok között.

A 100 kg illetve annál magasabb testtömegű betegeknél szignifikánsan magasabb volt a korábbi VTE (17/116 [15%] ill. 5/114 [4%],  $p=0,012$ ) valamint a mérsékeltbb pulzusszám emelkedés előfordulása (49/109 [45%] ill. 25/98 [29%],  $p=0,004$ ), mint 100 kg testsúly alatt. A PE klinikai valószínűségének megoszlásában nem találtunk különbséget a betegek testtömege alapján, nagy klinikai valószínűséget csupán a betegek 2 %-ban észleltünk. A CT által megadott DLP=  $232 \text{ mGy}\cdot\text{cm}\pm 4$  a 100 kg alatti csoportban és  $369 \text{ mGy}\cdot\text{cm}\pm 14$  a  $\geq 100$  kg csoportban ( $p < 0,001$ ). Ezt az eredményt az eltérő betegméreten kívül nyilvánvalóan befolyásolta az a tény, hogy a  $\geq 100$  kg csoport 21 betegében nem 100 kVp hanem 120 kVp volt a CT csőfeszültség.

BMI alapján a vizsgálatban szereplő 93 nem obez beteg közül 15 normál súlyú (BMI=  $18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$ ) és 78 túlsúlyos (BMI= $25-29,9 \text{ kg/m}^2$ ) volt, míg 144 beteg volt obez (BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ). A betegek kora ( $p=0,163$ ) valamint az ambuláns betegek arányában ( $p=0,593$ ) nem találtunk szignifikáns különbséget az obez és nem obez csoportok között, azonban szignifikánsan több nő volt kövér (47/144), mint nem kövér (14/93,  $p=0,002$ ). Gyakrabban észleltük a pulzusszám moderált emelkedését az obez betegeknél (53/128 [41%] ill. 21/79 [27%],  $p=0,037$ ), míg a 95/min feletti szívfrekvencia a nem obezek között fordult elő gyakrabban (33/128 [26%] ill. 31/79 [39%],  $p=0,046$ ).

##### **2. Utánkövetés és összetett referencia standard diagnózis**

A 90 napos utánkövetés időszakában VTE-hez köthető halálesetet nem regisztráltak. Mindkét testtömegű csoportban 4-4 beteg esetében, alacsony illetve a közepes klinikai valószínűség mellett mutatott a PCTA szegmentális vagy szubssegmentális PE-t, amely egyéb képalkotó vizsgálat hiányában nem volt elégséges a biztos referencia standard diagnózishoz. Másik négy betegnél a módosított, egyszerűsített Genfi score hiányzott. Az érintettek közül 1 beteg esetében mind a PCTA mind a V/Q szcintigráfia lobáris PE-t mutatott, ami elegendő volt a PE igazolásához a referencia standard szerint. A másik három betegnél azonban a PE diagnózisa kétséges maradt.

Mindezek alapján a 237 betegből 226 rendelkezett biztos referencia diagnózissal, mely szerint 38 betegnél találtunk PE-t, míg 188 betegnél kizártuk azt. A pulmonális embólia prevalenciája 16,4 % volt a 100 kg alatti testtömegű csoportban és 17,2 % a 100 kg illetve magasabb testtömegű betegekénél (OR: 0,939, 95%CI: 0,442-1,994, p=1,0). A nem obesez (BMI <30 kg/m<sup>2</sup>) betegek körében 20,2 % míg az obesez csoportban 14,6 % volt a PE prevalenciája (OR: 1,483, 95%CI: 0,695-3,163, p=0,28).

### 3. Referencia PCTA

Az összetett referencia standard diagnózissal történt összehasonlítás során a referencia PCTA szenzitivitása 94,4 % illetve 95,0 %, specificitása 97,8 % és 97,9 %, diagnosztikus pontossága pedig 97,2 % és 97,4 % (OR: 0,947 95% CI: 0,187-4,795 p=0,94 ) volt a 100 kg alatti és a 100 kg illetve a feletti testtömegű betegcsoportokban.

Nagyon hasonló eredményekre jutottunk a nem obesez és obesez betegek esetében is, ahol a szenzitivitás 94,4 % és 95 %, a specificitás 97,1 % és 98,3 % valamint a diagnosztikus pontosság 96,6 % és 97,8 % volt a referencia standard diagnózissal történt összevetés során (p=1,0 valamennyi összehasonlítás esetén).

### 4. A három független radiológus teljesítménye PCTA-val

A három radiológus átlagos specificitása a két testsúlycsoportban nagyon hasonló volt. Bár az átlagos szenzitivitás eltérőnek tűnt, a különbség a betegcsoportok között nem érte el a szignifikancia küszöbét. Az átlagos diagnosztikus pontosság 91,5 % volt a <100 kg betegekben és 89,9 % a ≥100 kg csoportban (OR: 1,207 95% CI: 0,451-3,255, p=0,495). Hasonlóan nem találtunk szignifikáns különbséget a diagnosztikai mérőszámok BMI alapján történő interpretálásánál sem. Az átlagos szenzitivitásban észlelt különbség sem érte el a szignifikancia határát (68,5 % a nem kövér és 81,7 % a kövér betegekben p=0,548), míg az átlagos specificitás (95,3 % ill. 92,9 %) és a diagnosztikus pontosság (89,9 % ill. 91,2 %) gyakorlatilag azonos volt a két BMI csoportban. A korrekt diagnózis aránya 80/89 a nem obesez csoportban, míg 125/137 az obesez betegekénél (OR: 0,853, 95% CI: 0,317-2,319 p=0,816).

### **III.B. A 100 kVp PCTA képminőségének vizsgálata magas testsúlyú betegekben**

#### **1. Betegek**

A 100 kVp PCTA-n átesett 102 beteg közül 88 beteg került a 100-125 kg csoportba (átlagéletkor  $59,2 \pm 14,1$  év) és mindössze 14 beteg testtömege haladta meg a 125 kg-t (átlagéletkor  $52,7 \pm 16,7$  év). A legmagasabb testtömeg 150 kg volt. BMI szerint a betegek 58 %-a (125/216) volt kövér.

#### **2. Képminőség, dózis és diagnosztikus biztonság a különböző testtömegű csoportokban**

A truncus pulmonalisban mért denzitás magasabb volt a 75-99 kg kontroll csoportban ( $349 \pm 98$  HU), mint a 100 kg illetve annál magasabb testtömegű betegekben ( $p=0,007$  és  $0,03$ ), azonban nem volt szignifikáns a különbség a 100-125 kg ( $300 \pm 80$  HU) és a  $>125$  kg csoportok ( $265 \pm 78$  HU) között ( $p=0,892$ ). A CNR-t is szignifikánsan magasabbnak találtuk a 75-99 kg testtömegű betegeknél ( $8,17 \pm 2,56$ ), mint a többi betegcsoportban ( $6,77 \pm 2,33$  ill.  $4,88 \pm 1,76$ ,  $p < 0,001$  és  $p=0,046$ ). Az SSDE szignifikánsan alacsonyabb volt a 75-99 kg alcsoportban ( $7,25 \pm 1,4$  mGy), mint a magasabb testtömegű betegeknél ( $p < 0,006$ ), de nem találtunk különbséget a 100-125 kg ( $9,75 \pm 3,3$  mGy) és a  $>125$  kg betegek ( $10,63 \pm 3,9$  mGy) között ( $p=1,0$ ). A becsült effektív sugárdózis  $5,0$  mSv  $\pm 1,2$  volt a 100-125 kg és  $6,2$  mSv  $\pm 2,3$  a  $>125$  kg csoportban, míg a 75-99 kg testsúlyú betegekben  $3,7$  mSv  $\pm 0,7$ . Az elvárásoknak megfelelően a teljesítményfaktor (FOM) csökkent a testtömeg növekedésével (75-99 kg:  $10,34 \pm 6,3$ , 100-125 kg:  $5,37 \pm 3,5$  és  $>125$  kg:  $2,61 \pm 1,6$ ,  $p < 0,001$  és  $p=0,045$ ). A szubjektív képminőség és diagnosztikus biztonság tekintetében nem találtunk különbséget a betegek testtömeg szerinti csoportjai között ( $p = 0,225-1,0$ ).

#### **3. Képminőség és diagnosztikus biztonság különböző testtömeg indexű csoportokban**

A CNR szignifikánsan alacsonyabb volt a  $> 30$  kg/m<sup>2</sup> (medián: 6,4; kvartilis tartomány [5,1; 8,1]) mint a vizsgált másik két BMI csoportban (7,9 [6,1, 9,8] ill. 8,2 [7,4, 10,2]  $p=0,006$  és  $p=0,004$ ). A betegek sugárterhelését jelző SSDE magasabb (8,4 [7,1, 10,3] mGy ill. 6,9 [6,4, 7,1] mGy ill. 7,0 [6,2, 8,0] mGy  $p < 0,001$ ), míg a FOM szignifikánsan alacsonyabb volt (5,2 [2,9, 8,8] ill. 9,8 [8,3, 15,3] ill. 8,4 [5,2, 14,1],  $p < 0,001$ ) az obese betegekben, mint a normál és a túlsúlyos alanyokban. A szubjektív képminőség szignifikáns mértékben rosszabb volt kövér betegekben (3,7 [3,3; 4,3]), mint a normal testsúlyú csoportban (4,3 [4,0, 4,3]  $p=0,025$ ), de nem találtunk különbséget a többi BMI alcsoport összehasonlítása során. A diagnosztikus biztonság tekintetében sem volt különbség a három BMI csoport között (normál testsúly: 2,7 [2,3, 3,0], túlsúlyos betegek: 3,0 [2,7, 3,0] és kövér betegek: 3,0 [2,7, 3,0],  $p=0,105$ ).

#### 4. Beteg méret hatása a képminőségre és a diagnosztikus biztonságra

A regressziós analízis alapján a testtömeg szignifikáns mértékben hatott az objektív képminőség paramétereire, mint az érdenzitásra (béta:-0,238,  $p < 0,001$ ), képzajra (béta: 0,299,  $p=0,0016$ ) és a CNR-re (béta:-0,507,  $p < 0,001$ ). A testtömeg index vagy a tényleges mellkasi átmérő és objektív képminőség között nem találtunk szignifikáns hatást ( $p=0,05$ ). A szubjektív képminőségre és diagnosztikus biztonságra mind az érdenzitás ( $Z=-8,452$ ,  $p < 0,001$ ), mind a képzaj ( $Z=4,489$ ,  $p < 0,001$ ) szignifikáns mértékben hatott, mindkét összefüggésben az érdenzitás hatása erősebbnek tűnt. A szubjektív paraméterek és a testsúly vagy BMI között a regressziós modellek nem mutattak szignifikáns hatást, bár a szubjektív képminőség és a testtömeg között csaknem szignifikáns volt az összefüggés ( $p=0,078$ ,  $Z= -1,765$ ).

#### 5. Radiológusok közötti egyetértés, csökkent képminőség okai

A három független radiológus szubjektív képminőség értékelésére számított átlagos kappa nullánál alacsonyabb értéke (kappa= -0,233) véletlennél rosszabb egyetértést mutatott, míg a Kendall konkordancia koefficiens 0,363 volt. A diagnosztikus biztonság tekintetében az átlagos súlyozott kappa értéke 0,324 volt, ami az értékelők közötti nagyobb egyetértést mutatja. Az átlagos szubjektív képminőség gyenge volt 5 (4 %) betegnél a 75-99 kg csoportban, 7 (7 %) betegnél a 100-125 kg valamint 4 (18 %) betegnél a >125 kg csoportban. A gyenge minőségű PCTA felvétel száma szignifikánsan magasabb volt a >125 kg csoportban a 75-99 kg betegekhez képest ( $p=0,033$ ) és nem volt különbség a 100-125 kg testtömegű csoporttal összehasonlítva ( $p=0,108$ ). A csökkent képminőség hátterében a magas képzaj (50 %), a szuboptimális bolus technika (38 %) valamint légzési, mozgási artefaktumok (12 %) álltak. Egyetlen beteg PCTA-ja sem kapott rossz szubjektív minősítést, így senkit sem kellett kizárni a vizsgálatból.

#### IV. Megbeszélés

Tudomásunk szerint ezek az első tanulmányok, amelyek magas testtömegű illetve túlsúlyos vagy kövér betegekben célzottan vizsgálják egyrészt a PCTA diagnosztikus pontosságát, másrészt a 100 kVp PCTA képminőségét és diagnosztikus biztonságát.

Kutatási eredményeink azt mutatják, hogy a PE felismerésében illetve kizárásában ma gold standard képpalkotó eljárásként alkalmazott PCTA diagnosztikus pontosságában nincs

szignifikáns különbség a 100 kg alatti illetve a 100 kg feletti testtömegű betegek között. Hasonlóképpen nem találtunk szignifikáns különbséget a kövér és nem kövér betegek között sem. A 100 kVp PCTA protokoll az objektív képminőséget jelző CNR érték csökkenése ellenére is hasonló szubjektív képminőséget és diagnosztikus biztonságot tud nyújtani a 100 kg alatti és feletti testtömegű betegekben is. Adataink BMI alapú értékelése során sem találtunk szignifikáns különbséget a diagnosztikus biztonságban a normál, túlsúlyos valamint a kövér páciensek összehasonlítása során. Ezen adatok alapján úgy tűnik, hogy a 100 kVp PCTA biztonságosan alkalmazható a 75-150 kg testtömegű betegek körében, jóllehet csak nagyon kevés betegünk volt a 125-150 kg alcsoportban, ami egyértelműen csökkentette a vizsgálat erejét.

Az összetett referencia standard diagnózisunk alapján a PE prevalenciája inkább alacsonyabb volt az obese betegekben, mint a nem kövér páciensekben. Bár a különbség nem volt szignifikáns, mindenképpen ellentmond a korábbi nagy kohort tanulmányoknak, melyek rendszeresen a testsúllyal növekvő PE-prevalenciáról számolnak be. Az egyik lehetséges magyarázat, hogy a vizsgálatunkba bevont 100 kg illetve annál magasabb testtömegű betegek valószínűleg nagyobb arányban részesültek profilaktikus antikoaguláns terápiában, amelyet a korábbi VTE szignifikánsan gyakoribb előfordulása is megerősít a magasabb súlycsoportban. Azonban nem rendelkezünk a betegek terápiájára vonatkozó érdemi információkkal. Meg kell említeni azt a 4-4 beteget is mindkét testtömegű csoportban, akiknél a referencia PCTA ugyan szegmentális és szubssegmentális embóliát diagnosztizált, azonban az összetett referencia standard diagnózis bizonytalansága miatt ezeket az eseteket ki kellett zárunk a PE prevalenciájának számításánál. Valószínű tehát, hogy a PE valós prevalenciája a vizsgált populációban kissé magasabb, mint az általunk számított érték.

A referencia PCTA diagnosztikus teljesítménye (szenzitivitás, specificitás és diagnosztikus pontosság) 94,4 % - 97,8 % közötti magas értéken csaknem azonos volt valamennyi betegcsoport tekintetében. A PCTA vizsgálatok kiértékelésében részt vett három független radiológus átlagos diagnosztikai teljesítményében a különböző betegcsoportok között nem volt szignifikáns különbség, bár a szenzitivitás magasabbnak tűnt a magasabb testsúly illetve BMI csoportban egy közel konstans diagnosztikus pontosság mellett. Ez részben a radiológusok eltérő tapasztalatával és preferenciáival, másrészt a számított szenzitivitás jelentős bizonytalanságával magyarázható, melyet a széles 95 % CI is jelez. A képolvasást végző radiológusok között tapasztalt alacsony egyezés a szubjektív képminőség tekintetében az analízisben résztvevő személyek eltérő egyéni preferenciáival magyarázható, mely különösen kifejezett lehet más intézetben dolgozó és/vagy különböző gyakorlati tapasztalattal rendelkező kollegák esetében.

A 100 kVp PCTA protokoll analízise során igazolódott, hogy az objektív képminőség paraméterei, mint az érdenzítás és a CNR a beteg testsúlyától és nem a BMI-től függenek.

Ezzel ellentétben a szubjektív képminőséget és a diagnosztikus biztonságot nem befolyásolja sem a testsúly, sem a BMI. Érdekes és fontos eredmény, hogy a szubjektív képminőség jobban függ az érdenzitástól és kevésbé a képzajtól. Ez magyarázhatja az alacsony csőfeszültségű PCTA protokollok egyre növekvő sikerét világszerte. Úgy tűnik, a csökkentett CT csőfeszültségen elért magasabb denzitás a kontrasztanyaggal megfestett erekben kárpótol az emelkedett képzajért és a csökkent CNR ellenére nem rontja sem a szubjektív képminőséget sem a diagnosztikus biztonságot, így az alacsony csőfeszültségű protokoll értéke változatlan marad.

A vizsgálatba bevont 100 kg illetve annál magasabb testtömegű betegek jelentős részét ebben a betegcsoportban szokatlanul alacsony, 100 kVp csőfeszültségű PCTA protokollal vizsgálták, ami a még mindig széles körűen elterjedt 120-140 kVp protokollokhoz képest jelentősen, becslés szerint 30-50 %-kal csökkenti a betegek sugárterhelését. Vizsgálatunk megmutatta, hogy ebben a magas testsúlycsoportban is lehetséges viszonylag alacsony dózissal elvégezni a PCTA-t úgy, hogy a szubjektív képminőség valamint a diagnosztikus pontosság és biztonság nem csökken. A betegek sugárdózis terhelésének meghatározására az SSDE-t használtuk, mely nem csupán a CT technikai paramétereit tükrözi, mint a készülék által megadott  $CTDI_{vol}$  vagy DLP, hanem figyelembe veszi a beteg méreteit is.

A tanulmány korlátai között első helyen említjük meg annak retrospektív jellegét és a relatíve alacsony betegszámot, különösen a >125 kg alcsoportban. Bár a vizsgálatunk során nem találtunk szignifikánsan alacsonyabb diagnosztikus mérőszámokat magasabb testsúly és BMI esetén, azonban nem tudjuk egyértelműen kizárni a lehetőségét, hogy a nagyobb mintaszám esetében szignifikáns különbség ne mutatkozna. További korlátként értékeljük, hogy nem hasonlítottuk össze a 100 kVp protokollt magasabb csőfeszültséggel és hasonlóan nem ismerjük azt a testtömeg határt sem, amely felett a csőfeszültség emelése lenne szükséges 120 kVp-ra vagy esetleg 140 kVp-ra a diagnosztikus képminőség biztosítása céljából. Korlátozó tényező a fejlett nyugati országokban már szinte elavult 16 soros MDCT technika és konvencionális kép rekonstrukciós algoritmus alkalmazása. Azonban egy korábbi tanulmányban a 4 és a 64 soros MD-PCTA összehasonlítása során nem találtak különbséget centrális, szegmentális és szubssegmentális pulmonális embóliák detektálási arányában, vagyis több detektorsor nem jelent automatikusan magasabb szenzitivitást. Ráadásul, mint arra korábban utaltunk a szubssegmentális PE esetében a terápia szükségessége sem egyértelmű. Mindezek alapján úgy gondoljuk a detektorsorok száma nincs szignifikáns hatással az eredményeinkre. Azonban bizonyos zajcsökkentő módszerek, különösen az iteratív képrekonstrukciós technika alkalmazása további javulást eredményezhet a képminőségben, különösen a túlsúlyos illetve kövér betegek esetében. További vizsgálatok szükségesek annak eldöntésére, hogy a csökkentett képzaj javíthatja-e a PCTA diagnosztikus pontosságát és biztonságát, vagy hogy lehetővé teszi-e a 100 kVp CT csőfeszültség alkalmazását magasabb testsúlyú betegekben is.



### Új megállapítások, az eredmények gyakorlati alkalmazása

1. A PCTA megbízhatónak tűnik PE diagnosztizálására illetve kizárására 150 kg-nál nem nagyobb testtömegű betegekben, mivel nem találtunk szignifikáns különbséget a 75-99kg és 100-150kg betegcsoportok között a PCTA szenzitivitásában, specificitásában és diagnosztikus pontosságában.
  2. A referencia PCTA összetett klinikai referencia diagnózissal összevetett pontossága minden betegcsoportban 97 % körüli értéken magas volt, az egyes betegcsoportok között nem volt eltérés.
  3. A vizsgálatban résztvevő radiológusok egymással összevetett és a betegcsoportokon belüli diagnosztikus pontossága nem tért el szignifikánsan.
  4. A PE prevalenciájában nem mutatkozott szignifikáns különbség sem a 75-99 kg és  $\geq 100$  kg, sem a kövér és nem kövér betegcsoport között. A nők aránya a kövérek között magasabb volt, mint a nem kövérek csoportjában.
  5. A magasabb testúly mellett csökkenő jel-zaj viszony ellenére az alacsony csőfeszültségű 100 kVp PCTA protokoll megfelelő szubjektív képminőséget és diagnosztikus biztonságot biztosít PE kizárására 125 kg testtömegig. Bár a 125-150 kg testsúlytartományban szintén nem találtunk eltérést, az alacsony betegszám miatt nem tudunk biztos következtetést levonni.
  6. Egyetlen beteg PCTA-ját sem kellett rossz szubjektív képminősítés miatt kizárni a vizsgálatból. A gyenge minőségű PCTA felvétel száma szignifikánsan magasabb volt a  $>125$ kg csoportban a többi súlycsoportéhoz képest. A csökkent képminőség háttérében az esetek felében a magas képzaj állt.
  7. A szubjektív képminőséget és diagnosztikus biztonságot az érdenzítás és a képzaj szignifikáns mértékben befolyásolja. Az objektív képminőség paramétereire a testtömeg hat szignifikáns mértékben, de a testtömeg index nem. A szubjektív paraméterek és a testtömeg valamint testtömeg index között nem találtunk szignifikáns összefüggést.
  8. A betegek sugárterhelését jellemző SSDE alacsonyabb volt a 100 kg alatti csoportban, mint magasabb testsúly esetén. A testsúly növekedésével az egységnyi sugárdózis emelkedéssel elérhető képminőségjavulást jellemző teljesítményfaktor csökkent.
- Retrospektív vizsgálatunk után azt várjuk, hogy a széles körben elterjedt 120 kVp PCTA protokollokat felválthatják a 30 %-kal alacsonyabb dózisu 100 kVp protokollok PE kizárására a  $<125$  kg testsúlyú betegekben. Úgy gondoljuk, hogy a modern CT technika (pl. zajcsökkentő képrekonstrukciós algoritmusok használata) tovább szélesítheti a csökkentett dózisu PCTA vizsgálatok alkalmazási körét magas testsúly esetén.

## **Összefoglalás**

Retrospektív vizsgálatunk során a pulmonális CT angiográfiát (PCTA), mint az akut pulmonális embólia (PE) kizárásában elsőként választandó képalkotó eljárást elemeztük 237 betegben. Elsődleges célunk a PCTA diagnosztikus biztonságának valamint a csökkent sugárdózisú 100 kVp csőfeszültségű PCTA protokoll képminőségének megítélése volt magas testsúlyú illetve testtömeg indexű betegekben. Másodlagos célunk volt a képminőség, a diagnosztikus biztonság és a betegek morfológiai paramétereinek egymásra való hatásának elemzése.

### **1. A PCTA diagnosztikus pontossága:**

- A 75-99kg és 100-150kg betegcsoportok között nem találtunk szignifikáns különbséget a PCTA szenzitivitásában, specificitásában és diagnosztikus pontosságában.
- A PCTA összetett klinikai referencia diagnózissal összevetett pontossága minden betegcsoportban 97 % körüli értéken magas volt.

### **2. A csökkentett dózisú 100 kVp PCTA protokoll képminősége és diagnosztikus biztonsága:**

- A magasabb testúly mellett csökkenő jel-zaj viszony ellenére az alacsony csőfeszültségű 100 kVp PCTA protokoll megfelelő szubjektív képminőséget és diagnosztikus biztonságot biztosít PE kizárására 125 kg testtömegig.
- Bár a 125-150 kg testsúlytartományban szintén nem találtunk eltérést, az alacsony betegszám miatt nem tudunk biztos következtetést levonni.

### **3. A képminőség, a diagnosztikus biztonság és a betegek morfológiai paramétereinek kölcsönhatása:**

- A szubjektív képminőséget és diagnosztikus biztonságot az érdenzitás és a kép zaj szignifikáns mértékben befolyásolja.
- Az objektív képminőség paramétereire a testtömeg hat szignifikáns mértékben de a testtömeg index nem. A szubjektív paraméterek és a testtömeg valamint testtömeg index között nem találtunk szignifikáns összefüggést.
- A testsúly növekedésével az egységnyi sugárdózis emelkedéssel elérhető képminőség javulás csökkent.

Eredményeink alapján a PCTA hasonló diagnosztikus pontosságot biztosít a 100 kg feletti és a 75-99 kg közötti testsúlyú betegekben. A csökkentett dózisú 100 kVp PCTA protokoll megfelelő szubjektív képminősége és diagnosztikus biztonsága miatt alkalmasnak tűnik PE kizárására 125 kg-nál nem nagyobb testsúlyú betegekben.



Nyilvántartási szám: DEENK/24/2015.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Megyeri Boglárka  
Neptun kód: TT6F63  
Doktori Iskola: Egészségtudományok Doktori Iskola  
Mtm azonosító: 10048513

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. **Megyeri, B.**, Christe, A., Schindera, S.T., Horkay, E., Sikula, J., Cullmann, J.L., Kollár, J., Heverhagen, J.T., Szűcs-Farkas, Z.: Diagnostic confidence and image quality of CT pulmonary angiography at 100 kVp in overweight and obese patients.  
*Clin. Radiol.* 70 (1), 54-61, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2014.09.014>  
IF:1.663 (2013)
2. **Megyeri, B.**, Christe, A., Schindera, S.T., Horkay, E., Sikula, J., Cullmann, J.L., Kollár, J., Heverhagen, J.T., Szűcs-Farkas, Z.: Accuracy of computed tomography angiography in the detection of pulmonary embolism in patients with high body weight.  
*Eur. J. Intern. Med.* 25 (8), 724-730, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejim.2014.07.003>  
IF:2.3 (2013)





---

**További Közlemények**

3. Szűcs-Farkas, Z., **Megyeri, B.**, Christe, A., Vock, P., Heverhagen, J.T., Schindera, S.T.:  
Prospective randomised comparison of diagnostic confidence and image quality with  
normal-dose and low-dose CT pulmonary angiography at various body weights.  
*Eur. Radiol.* 24 (8), 1868-1877, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-014-3208-8>  
IF:4.338 (2013)
  
4. Szűcs-Farkas, Z., Christe, A., **Megyeri, B.**, Rohacek, M., Vock, P., Nagy E. V.,  
Heverhagen, J.T., Schindera, S.T.: Diagnostic accuracy of computed tomography  
pulmonary angiography with reduced radiation and contrast material dose: a  
prospective randomized clinical trial.  
*Invest. Radiol.* 49 (4), 201-208, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/RLI.000000000000016>  
IF:4.453 (2013)
  
5. Szűcs-Farkas, Z., Schick, A., Cullmann, J.L., Ebner, L., **Megyeri, B.**, Vock, P., Christe,  
A.: Comparison of dual-energy subtraction and electronic bone suppression  
combined with computer-aided detection on chest radiographs: Effect on human  
observers' performance in nodule detection.  
*Am. J. Roentgenol.* 200 (5), 1006-1013, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.12.8877>  
IF:2.744

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 15,498**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):  
3,963**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.02.09.

