

Dr. Sótonyi Péter

**„Korszerű képalkotó eljárások szerepe az érbetegségek diagnosztikájában és ellátásában”
című MTA doktori értekezésének bírálata**

A jelölt 94 oldalas értekezésében vizsgálja a korszerű képalkotó eljárások szerepét az érbetegségek diagnosztikájában és ellátásában. A munka 6 fejezetből áll, melyben 48 ábra és 33 táblázat segíti az áttekintést.

A szerző az értekezés első felében ismerteti a CTA-hoz kapcsolódó kutatásait, keresték a CTA lehetséges új alkalmazási területeit az érsebészeti beavatkozások tervezésében. Vizsgálták az EKG-szinkronizált CTA stent-grafttervezésben betöltött szerepét, valamint elemezték még a Willis-kör CT-angiográfiás vizsgálatának klinikai jelentőségét a carotisműtétek tervezésénél. Az értekezés második felében egy olyan új képfeldolgozó algoritmus klinikai vizsgálatát mutatja be, amely a képminőség javításán keresztül lehetővé teszi a sugár- és kontrasztanyag dózis csökkentését. A módszer a diagnosztikus pontosság és a terápiás hatékonyság javítása mellett a beteg és az egészségügyi személyzet biztonságát is növeli.

A doktori munka kivitelezése kiváló, csaknem hibátlan (33. o. betegek alfejezetben, helyesen: „endarterectomián...” valamint a rövidítések jegyzékében nem szerepel az ICM (jódozott kontrasztanyag).

A táblázatok érthetők, az ábrák pedig jól demonstrálják a képminőségben bekövetkezett javulásokat.

Az értekezés 1 első és 8 utolsó szerzős in extenso nemzetközi közleményre épül.

A szerző célkitűzéseit az alábbi hat fejezetbe tagolva részletezi:

Az I. fejezetben arra keresték a választ, hogy a diasztolés fázisú EKG-szinkronizált CTA-felvételek alkalmasak-e az aorta stentgraftok tervezésére anélkül, hogy az alulméretezéshez vezetne. Ehhez az aortapulzációt és aorta straint kellett meghatározni több korcsoportban.

A II. fejezetben az aortaneuryszmák biomechanikai tulajdonságait vizsgálta retrospektív EKG-kapuzott CT-angiográfia felhasználásával.

A III. fejezetben a Willis-kör CT-angiográfias vizsgálatának klinikai jelentőségét elemzi a carotisműtétek tervezésénél. Ezen belül a carotis műtétek és az azonnal kialakuló neurológiai események kapcsolatának vizsgálata, a Willis-kör anatómiai variációinak leírása, valamint a variációk és az eCEA kapcsán kialakult neurológiai események kapcsolatának meghatározása.

A IV. fejezetben a képminőség javításával foglalkozik, kinetikus képalkotás – digitális variancia angiográfia során. Ezen belül retrospektív vizsgálatot végzett a DVA és a DSA összehasonlításával a jel-zaj arányra és a diagnosztikai minőségre vonatkozóan. Foglalkozik továbbá a CO₂ kontrasztanyag alkalmazásának hatásaival az előbbi vonatkozásokban.

Az V. a kinetikus képalkotás – digitális variancia angiográfia – a sugárdózis csökkentése fejezetben felveti, hogy a DVA technológia képminőséget javító hatása a DSA-val összevetve olyan tartalékot jelenthet a képalkotás szempontjából, amely sugárdózis csökkenést tesz lehetővé anélkül, hogy a DVA vizsgálat diagnosztikus értéke lecsökkenne.

A VI. fejezet, a kinetikus képalkotás – digitális variancia angiográfia – kontrasztanyag dózisának csökkentése, melynek során az 5. pontban említett minőségi tartalékot vizsgálja a sugárdózis csökkentése céljából megmaradó diagnosztikus érték mellett, azaz a DVA vizsgálat minőségi tartaléka lehetővé teszi -e a jódos kontrasztanyag dózisának csökkentését katéteres angiográfiák során.

Érdemi megjegyzéseim, kritikai észrevételeim és kérdéseim az egyes fejezetekre vonatkozóan a következők:

I. fejezet

- A retrospektív és prospektív EKG kapuzás CTA-vizsgálatokban kiemelt jelentőségű azáltal, hogy lehetőséget ad a sugárdózis csökkentésére.
- Alapkérdésként vetődik fel, hogy a CTA diasztolés fázisát használva nem történik –e alulméretezés az aorta stent graftok méretének meghatározásában. A kérdés megválaszolása az aorta pulzáció mértékének időbeni (szívcikluson belüli minimális és maximális érték) és anatómiai lokalizáció szerinti összevetése.
- **Kérdésem, mit ért a szerző azon, hogy a fiatal életkor korlátozhatja a CTA angiográfia korlátozhatóságát?**

- **További kérdésként merül fel, hogy aneurizma szerkezetet vagy ektáziás aortafal szerkezetet mutató aorta esetén nem a szisztolében mért adatok mutatnak –e realisabb értéket a stent graft tömítés szempontjából?**
- Ebben a fejezetben a szerző fiatalabb és idősebb, az aneurizmás populációval megegyező korcsoportot vizsgált.
- **A két csoportot nem kellene –e exaktabb módon az életkor alapján elkülöníteni (természetesen a szerző pontosan megadta az egyes csoportok korátlagát és szórását)?**
- Fontos megállapítás, hogy a pulzatilitás mértéke distalis irányban csökken. Az infrarenalis hasi aorta és az iliaca communisok szintjében 1 mm alatti a szisztolé és diasztolé átmérő különbség. Ez alapján a szerző nem tartja indokoltnak az EKG szinkronizáció rutinszerű használatát ezen az érszakaszon.
- Az 50 év alatti betegcsoportban az aorta strain csaknem kétszerese volt az idősebb populációban tapasztaltakkal. Ezen nagyobb pulzatilitással járó fokozott straint figyelembe kell venni a szisztolés diasztolés különbségéből adódó stent graft esetleges alulméretezésénél fiatal betegek mellkasi aortáján.
- **A fenti problémák az eltérő pulzatilitásból és strain-ból adódnak. Felvetődik, hogy a non invazív módszerrel mérhető aorta pulzus hullám terjedési sebesség meghatározás (carotis-femoralis EKG kapuzott pulzatis dopplerrel vagy pl. oscillometriás módszerrel) hogyan segítené a kérdés megválaszolásában?**

II. fejezet

- A második fejezetben a szerző retrospektív EKG kapuzott CT angiográfia felhasználásával az aorta aneurizmák biomechanikai tulajdonságait vizsgálta.
- CT képképzés, paraméteres felületmegadás, referencia felületillesztés és annak mozgás függvénye, valamint izo-geometrikus analízis és az anyagi pontok kinetikája módszerekkel meghatározta a kitágult régióban az elmozdulások nagyságát, az alakváltozások deformációs komponenseit, mely utóbbi értékek a kollagén szálak depozíciójakor kialakuló kezdeti megnyúlás értéként értelmezendők. Meghatározta a fő teherviselési irányt, amely 10 %-os csúcserékkel veszi körbe a legjobban kitágult régiót. Az eredményei megerősítik azt az aneurizma rupturával kapcsolatos megfigyelést, hogy a repedés a meggyengült rész közvetlen környezetében következik

be. Utal arra, hogy a síkbeli nyílás, az alkotó irányú megnyúlás számítható, és a sugár irányú megnyúlás és az érintő síkra merőleges nyílási alakváltozások számítása indokolt.

- Eredményei alapján meghatározható az egészséges és a sérült artériák időfüggő in vivo deformációja. A szegmentális felvételek alapján megbecsülhetővé válik a kitágult rész elmozdulása és alakváltozása.
- **Kérdésem, hogy a fenti kinetikus információk megjelennek –e a műtéti gyakorlatban, befolyásolják –e a beavatkozás módját, specificitását?**

III. fejezet

- A Willis kör „CT angiográfias vizsgálatának klinikai jelentősége a carotis műtétek tervezésénél” c. fejezetben a szerző 902 everziós endarterectomián átesett beteg adatait dolgozta fel, értékelt a demográfiai és klinikai jellemzőket, a betegek CTA felvételeit, valamint vizsgálta a perioperatív neurológiai történéseket.
- **Meglepő módon teljes és minden szegmentumra normális Willis kört csak 3,5%-ban találtak, amely az irodalmi adatoknak mintegy tized része. Kérdezem a szerzőt, mi lehet ennek az oka?**
- Fontos megfigyelés, hogy a kóros Willis kör kategóriák és az eCEA kapcsán kialakult akut neurológiai események összehasonlításával meg lehet határozni azt a betegcsoportot, ahol a shunt nélküli carotis kirekesztés esetén a neurológiai deficit magasabb valószínűséggel alakul ki. Az agyi ischaemiára a Willis kör elülső és hátsó félkörének hiánya predisponál. Az izolált arteria cerebri media független tényezőnek tekinthető, 11 szeres kockázatot jelent neurológiai deficit kialakulására.
- **Kérdésem, hogy mi a szerző álláspontja a shunt használatára vonatkozóan a carotis endarterectomia műtéteknél?**

IV. fejezet

- A jó tartalmú non-ionos kontrasztanyaggal végzett DSA és DVA képek összehasonlító vizsgálata során a szerző megállapítja, hogy a DVA képek szignifikánsan jobb jel-zaj aránnyal rendelkeznek. Ennek magyarázata, hogy a DVA pixelenként számolja ki a sugár intenzitás változását. Mindez jobb képminőséget eredményez. A IV-XI. ábrán a szerző szemléletesen hasonlítja össze a DSA és DVA eredményeket a proximális érszakasztól a distalis felé megmutatva a DVA jobb felbontó képességét. Kérdésként

veti fel, hogy a DVA által biztosított képminőségi tartalék milyen mértékű sugárdózis csökkenést tesz lehetővé.

- Az orvosi CO₂-vel végzett DSA és DVA képek összehasonlító vizsgálata klinikai szempontból igen fontos. Egyfelől a jódos kontrasztanyag nefrotoxikus hatásának elkerülése, másfelől a DVA nyújtotta potenciális előnyök vonatkozásában. A szerző megállapítja, hogy a DVA-nak köszönhetően a CO₂ angiográfia is jobb képminőséget biztosít mint a DSA, mely eredmény kiemelt jelentőségű vesebetegek vizsgálatában.
- **Kérdésem, hogy a DVA és a CO₂ kontrasztanyag használat mennyire van elterjedőben, a mindennapi gyakorlatban?**

V. fejezet

- Az V. fejezetben a szerző a digitális variancia angiográfia sugárdóziscsökkentő hatását vizsgálja, melynek során megállapítja, hogy az alacsony dózisu DVA legalább olyan jó képet biztosít, mint a normál dózisu DSA. Az eredmények a sugárvédelem területén hasznosíthatók, mivel a szerző eredményei szerint kb. 70% dóziscsökkenés érhető el.
- **Kérdésem, hogy hasi angiográfiás vizsgálatok során a bélperisztaltika nem okoz-e problémát a kinetikus képalkotásban?**
- **Hogyan látja a szerző a DVA, mint csökkentett sugárdózisu angiográfiás lehetőség alkalmazhatóságát a térd alatti diagnosztikus és intervenciós eljárások során?**

VI. fejezet

- A VI. fejezetben a szerző igazolja, hogy a DVA alacsony dózisu protokoll szerinti alkalmazása lehetővé teszi –e a jódos kontrasztanyag mennyiségének csökkentését. Megállapítja, hogy 50%-os ICM dóziscsökkenés sem járt képminőség romlással DVA esetén.
- **Kérdésem, hogy a dóziscsökkentés hígítással érhető el vagy kontrasztanyag mennyiség csökkentéssel?**

Az értekezés eredeti megállapításai a következők:

- Az idősebb betegekben (átlagéletkor: 72,9) az aorta strain pontosan mérhető retrospektív EKG kapuzott CT vizsgálati képeken. Az aorta átmérő maximuma az R-RR ciklus 30%-ánál minimum a 90%-ánál mérhető.
- Fiatal betegek (átlagéletkor: 41,1 év) vizsgálata során az aorta strain mérése prospektív

EKG-triggerelt CT vizsgálattal megbízhatóan mérhető a retrospektív vizsgálathoz képest, lényegesen alacsonyabb sugárdózis alkalmazásával. Az aorta pulzatilitása nem jelentős mértékű mérés technikai szempontból, nem indokolt rutinszerű szisztolés CTA felvételek használata.

- Megállapította, hogy a dinamikus retrospektív EKG kapuzott CTA alkalmas az érfal mozgásainak azonosítására.
- A szerző megállapította, hogy eCEA-n átesett betegek 3,6%-nál alakul ki ANE.
- Meghatározta a Willis kör hiányos szegmentumainak arányát, valamint ezen eltérések stroke kockázatát.
- Megállapította a DVA kinetikus képalkotás előnyeit a DSA-val szemben, valamint a DVA használhatóságát orvosi CO₂-val végzett angiográfiák során.
- Igazolta a DVA csökkentett sugárdózissal történő alkalmazhatóságát, valamint csökkentett kontrasztanyaggal való alkalmazhatóságát.

A szerző munkásságát csaknem két évtizede közelről figyelhetem, egyfelől a Magyar Angiológiai és Érsebészeti Társaság vezetőségének munkájában, másfelől a két évente megtartott országos kongresszusokon folyamatában tapasztalhattam a szakmai és tudományos fejlődését. Meglátásom szerint a szerzőt igazi tudományos kíváncsiság hajtja, eredeti kérdésselvetései vannak és az MTA doktori tézise is bizonyítja, hogy több tudományág kutatói szintetizálására is képes. Mindehhez egy szerény, kiváló humorú egyéniség társul.

A benyújtott MTA doktori munka alapján javaslom Sótonyi Péter számára az MTA doktori cím odaítélését.

Debrecen, 2024. 03. 11.


Soltész Pál

MTA doktora
egyetemi tanár