

Dual energiás képalkotás a klinikai gyakorlatban

Dr. Csete Mónika, Dr. Járay Ákos, Dr. Lévai Andrea, Dr. Battyány István,
Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ Radiológiai Klinika

A két sugárforrású dual source CT berendezés 2006 őszén került kereskedelmi forgalomba, és számos neves intézményben felszerelésre. A felhasználók és a fejlesztők tevékenységének köszönhetően számos klinikai alkalmazási mód látott napvilágot, és ez a kör folyamatosan bővül a technika nyújtotta új lehetőségeknek köszönhetően. A szerzők kezdeti tapasztalataikat megosztva, a készülék technikai sajátosságait ismertetik, és néhány esettel bemutatják a készülék nyújtotta klinikai diagnosztikus lehetőségeket.

The dual source CT was introduced into the market in the autumn of 2006 and the equipments were installed in many famous imaging centers. Based on new technical advancements such as dual source CT technology, on the activity and cooperation of the factories and customers lots of clinical applications were introduced into the clinical practice, and an increasing number of clinical applications are to be expected. The authors share their experience and present the diagnostic possibilities of the DSCT in the clinical practice.

BEVEZETÉS

Magyarországon elsőként a Pécsi Tudományegyetem Térségi Szűrő és Diagnosztikai Központjában működik a Siemens egyik legújabb fejlesztésének számító, Somatom Definition elnevezésű, 64 szeletes Dual Source CT berendezése, mely az eddig ismert és széles körben használt klasszikus komputer tomográfoktól eltérően nem 1, hanem 2 röntgen csővel és kettős detektor rendszerrel van felszerelve. A két Straton cső egymásra merőlegesen helyezkedik el és a test körül együtt forogva, egymással szinkronban gyűjtik az információt. Gyorsító feszültségük különböző, az A cső 140 kV-tal, a B cső 80 kV-tal dolgozik. Mérési mezőjük más, mivel a sugárnyaláb szélessége is eltérő, az A esetben 50 cm, a B esetben 26 cm a FOV/FOM. A gantry rotációs ideje, azaz a 360 fokos körbefordulás időtartama 0,33 sec. A gantry belső átmérője 65 cm, a benne található forgó alkatrészek össztömege 1,6 tonna. A két cső együttes teljesítménye 2 x 80 kW. A készülék a Z-sharp technológiával megnövelt térbeli felbontóképességgel rendelkezik, ezáltal nagy izotrópikus felbontást, submiliméteres szeletvastagságú méréseket, és kiváló rekonstruált képminőséget lehet elérni. A felbontóképesség javulásával a felvételek rendkívül részletgazdagok és élesek, a 3D rekonstrukciós megjelenítés is tökéletesen életszerű. A két röntgen csővel végzett vizsgálat nagyon gyors, más CT készülékekhez képest fele

annyi idejű leképezést tesz lehetővé. Ez az oka annak, hogy bár a felbontóképesség növelése és a két röntgensugárzó együttesen kézenfekvővé tenné a nagyobb sugárdózist, de ez nem így van. Az adatgyűjtés ugyanis igen gyors, ezáltal a sugárzással járó időtartam, azaz a beteg sugárterhelése kisebb, mint a legtöbb egy csöves készülék esetén. Természetesen a rövid idejű mérések mellett számos más dóziscsökkentő lehetőséggel is rendelkezik a berendezés. A képek zajosságának csökkenését eredményezi a röntgensugár 2x nagyobb energiája, melynek előnyét az elhízott betegek vizsgálatánál tapasztalhatjuk. A „kettős energiájú” mód révén azonos kontrasztfázisban és élettani körülmények között, különböző „denzitási map”-ek, abszorpciós térképek készíthetők, melyek az eltérő szövetek tipizálására szolgálnak.

A készülék sajátossága, hogy két különböző üzemmódban működtethető – az egyik a „dual source”, a másik a „dual energy”. Mit is jelentenek ezek?

A dual source jelentése „két sugárforrás” (DSCT). Ebben az esetben mindkét röntgencső azonos kV értékkel dolgozik. Egy axialis szelet lepasztázásához 90°-os elfordulásuk szükséges, ellentétben más CT készülékekkel, melyeknél ez 180°, így az asztal mozgás gyorsabb lehet, és fele annyi időbe telik a leképezés. Ebből adódik az egyik előny, hogy kevesebb intravénás kontrasztanyag van szükség a vizsgálatok elvégzéséhez illetve ez a technikai újítás minőségi javulást is okoz, mert a rövidebb akvizíciós idővel kiküszöbölhetők a mozgási műtermékek.

A dual energy kifejezés alatt „kettős energiát” értünk (DECT), azaz a már említett 80 és 140 kV-os csőfeszültség működik és a két cső 180°-ot fordul egy haránt metszet elkészítéséhez. Így lecsökken ugyan a sebesség, tehát a scanelés tovább tart, viszont egy adott időpillanatban, egy adott pontban a két detektorsoron egyszerre történik mérés és az eltérő energiájú röntgensugarak elnyelődése más és más lesz. Ennek változása pedig nem lineáris. Vegyük példának a csont és a jód ion denzitás változását:

KV / ANYAG	CSONT	JÓD
80 KV	550 HU	425 HU
140 KV	400 HU	250 HU

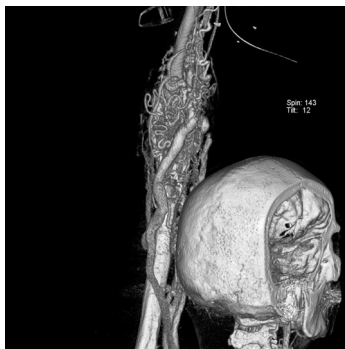
A fenti mintára minden anyagnak van egy úgynevezett DEI = dual energy indexe, az eltérő energiájú mérés során észlelhető abszorpciós képesség különbözősége alapján. Ez teszi lehetővé, hogy a kontrasztanyag tartalmú ereket és a csontokat elkülönítsük egymástól, valamint így történhet meg a szövetek karakterizálása.

A DSCT előnyeinek sorában említendő, hogy a szív vizsgálatoknál nem szükséges béta-blokkolók alkalmazása – míg más kardiológiai diagnosztikára alkalmas készülékek-nél 60 körüli értékre kell lecsökkenteni a szív frekvenciát. Ennek oka, hogy a scannelési idő rendkívül gyors, a többi szív CT vizsgálathoz képest fele annyi időt vesz igénybe, így akár 100-120/perc szívverés mellett is elvégezhető a mérés. (Természetesen a kardiológiai vizsgálatok esetén számos fontos opciót emelhetünk ki, de erre részletesebben egy másik cikkben térünk ki.) A DSCT tulajdonságait tekintve az eddigiek alapján is látszik, hogy valóban más, mint a többi készülék, ennek megfelelően a vizsgálati protokolljai is némileg eltérőek. A rövid idejű leképezés lehetővé teszi, hogy a kontrasztanyag halmozási dinamika fázisait kiszámítva tiszta korai artériás, parenchymás, késői vénás valamint kiválasztásos fázisú méréseket végezzünk, utóbbit felhasználva CT urographia készítéséhez. Intravénásan magasabb jód tartalmú (370-400 mg%) kontrasztanyagot használunk, és a gyors leképezés miatt kevesebb mennyiség is elegendő a megfelelő kontraszt hatás eléréséhez mind az angiográfiák, mind a hagyományos vizsgálatok esetén (pl. hasi és kismedencei vizsgálathoz 70-80 ml elegendő). Ez a tény pedig semmiképpen sem elhanyagolható a beteg vese terhelése szempontjából és természetesen az anyagköltség tekintetében sem. Az ultravékony szeletvastagság, a rekonstrukciók variabilitása, melyet a Definition részeként a munkapulton található „Leonardo” kiértékelő szoftver gyűjtemény tesz lehetővé, és a számtalan speciális gyári beállítás további segítséget nyújt a pontosabb diagnózis felállításához.

A dual source technikával készült felvételeken a rekonstrukciók sokszínűsége és részletgazdagsága látható (1, 2. ábra).

Miben nyilvánul meg a DECT hasznossága, használhatósága?

- A korábbiakban ismertetett fizikai eltérések alapján, a csont és a jód atomok elkülönítésével, a csontok primer képből való szubsztrakciójával (kivonásával) direkt angiográfiás kép hozható létre. Ennek segítségével könny-



1. ábra
Kiterjedt felsővégtagi AV shunt



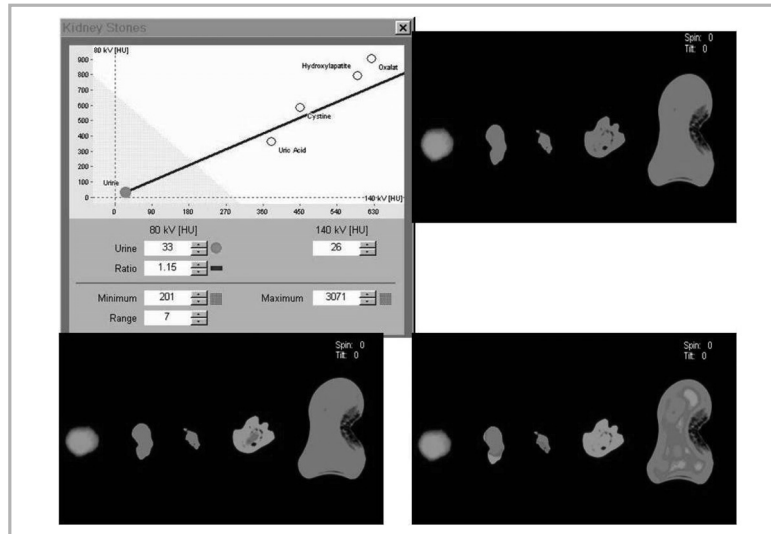
2. ábra
Mandibula destruktóit okozó óriás tumor

nyen feltérképezhető az intracranialis erek és jobban láthatók a nyaki érkepletek a csontos háttér nélkül (3. ábra).



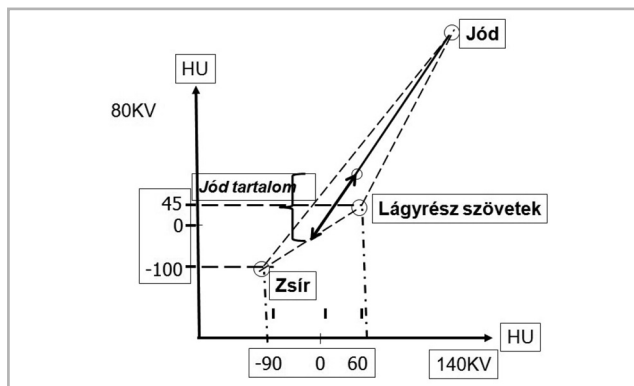
3. ábra
Agyi angiográfia csontszubsztrakcióval

- Hasonló módszerrel analizálhatók a plakkok is az erek falában. Ezzel az eljárással biztosan meghatározható a plakk összetétele, és ábrázolhatók a biztosan meszes részletek. Az elváltozás helyzete, külső meszesedés, media elváltozás, intima eltérés is ábrázolható, és a meszes elváltozások „kikapcsolásával” megítélhető a valós lumen, azaz a szűkület pontos mértéke.
- Meghatározható a vesekövek anyagösszetétele. A hagyományos CT vizsgálatokkal a követ csupán a vizeletkiválasztó rendszerben lévő „magas denzitású” képletként tudjuk diagnosztizálni, de ebben az üzemmódban egy speciális opcióval pontosan detektálható, hogy az adott kő urát, cisztin, hidroxilapatit vagy oxalát tartalmaz-e. Hasonlóképpen kimutathatók a szövetekben lerakódott magas rendszámú elemek is (pl. kősvényben) (4. ábra).
- A parenchymás szervekben lévő jód eloszlásról készült térképek alapján perfúziós vizsgálatok végezhetőek, mely a májban, az agyban és a tüdőben kialakult áramlási defektusok kimutatására szolgál. A megjelenítés alapja a



4. ábra
Vesekő analízis – a küszöbérték változtatásával megjeleníthetők a kövek alkotó elemei

jód kvantifikáció, melynek algoritmus a következő : egy koordináta rendszerben, ahol az X-tengelyen a 140 kV, az Y-tengelyen a 80 kV feszültségű mérés során észlelhető HU értékek vannak feltüntetve elhelyezhető minden egyes szöveti pont natív illetve kontrasztos fázisban mérhető denzitás értéke, a jódot tartalmazó kontrasztanyag értékével együtt. A három pont által behatárolt háromszög alakú területen található az adott mérési tartományban lévő összes pont átlag HU értéke és kiszámítható az ott található jód atomok mennyisége, mely jól mutatja a szöveti perfúziót, a vaszkularizáció mértékét (5. ábra).



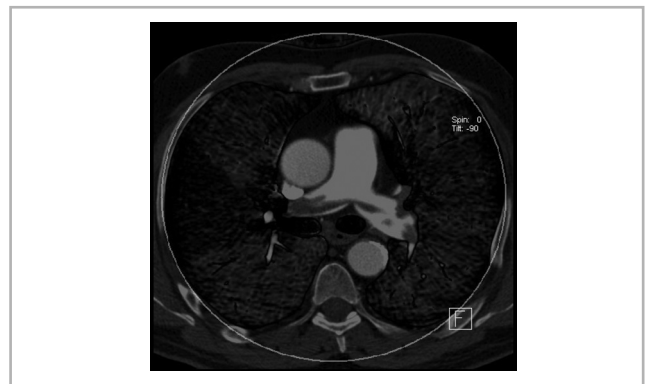
5. ábra
A jódkvantifikáció elvi alapja

A többi multislice készülékkel a tüdőerekben elhelyezkedő embólus tényét, lokalizációját illetve az elzáródás kiterjedését tudjuk véleményezni, de a mögöttes valódi áramlási viszonyok, a hypoxiás területen lévő károsodás akut vagy krónikus jellegének meghatározása csak DE technikával lehetséges. A jódeloszlás megjelenítésével egy szcintigráfias képhez hasonló ábrázolást hozhatunk létre, mely mögött az anatómiai struktúrák is láthatók. Az eljárásnak még egy előnye van. A jód atomok meghatá-

rozásával nemcsak a megjelenítésükre van lehetőség, hanem azokat a kontrasztos fázisú mérési sorozat minden egyes képeleméből kivonhatjuk, ezáltal „virtuális natív” metszeteket állíthatunk elő. Ebben az esetben pedig nincs szükség a szokványos natív szeletek leképezésére, mellyel időt és energiát takaríthatunk meg, továbbá a beteg sugárterhelését is csökkenthetjük (6 a, b. ábra).



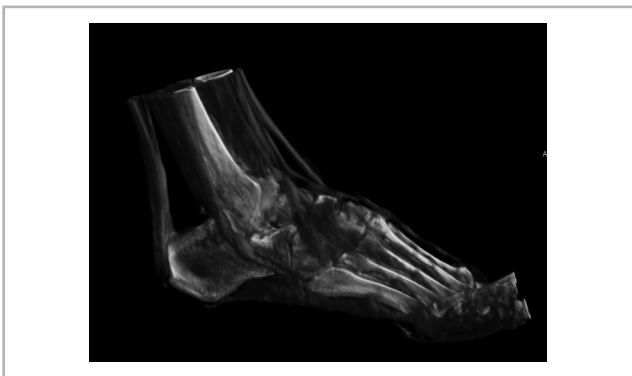
6a. ábra
Tüdő perfúziós vizsgálat, bal oldali alsólebenyi súlyos perfúziós defektus



6b. ábra
Perfúziós tüdő CT vizsgálaton embolus mindkét oldali tüdő-arteriában – mellkasi anatómia és perfúzió egy képen

A sztrók diagnosztikájában is nagy segítséget nyújt a perfúziós mérés. A iszkémiás területek sokszor konvencionális mérésrel nem láthatók, vagy ha mégis, nem határozható meg mekkora területen alakult ki reverzibilis hypoxia, és mekkora kiterjedésű a maradandó károsodás. A jó eloszlást mérve meghatározható a „blood volume”, a „blood flow” és egy „mismatch” alapú abszorpciós térkép, melyekből megállapítható az „ischaemiás core” nagysága és az azt övező „penumbra” kiterjedése is.

- Speciális szövetek is vizualizálhatók, mint az inak és szalagok. Háromdimenziós ábrázolással végig követhető a lefutásuk, a folytonosságuk, a csontokhoz és ízületekhez való viszonyuk. A vizsgálat gyakorlatilag minden végtagi nagy ízület esetében kivitelezhető (7. ábra).



7. ábra
Az inak ábrázolása csontos alapon

Lehetséges a vérzések differenciálása, a különböző régiókban meglévő hematómák friss vagy régi mivoltának elkülönítése.

- Dual energiás szív vizsgálattal meghatározható a miokardium perfúziója, infarktus utáni állapota.
- Végül lehetőség van zsírszuppressziós technika alkalmazására is, mely különböző daganatos elváltozásokban lévő zsír mennyiségét detektálva segíthet a differenciál diagnosztikában, de ez az opció még fejlesztés alatt áll.

ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalva tehát a DSCT a lehetőségek óriási tárházával újszerű képalkotást tesz lehetővé. A rendelkezésünkre álló két fajta üzemmóddal kiváló minőségű rekonstrukciókat és anyag-specifikus megjelenítést hozhatunk létre. A felgyorsult adatgyűjtéssel, az optimalizált mA modulációval, optimalizált előszűrőkkel, és a MinDose opció (csökkentett röntgencső feszültség) használatával a betegek dózisterhelése csökkenthető, a nagyon rövid leképezési időtartam pedig költséghatékonyabb vizsgálatokat eredményez. Mindemellett, napjaink egyik legjobb szív CT készüléke.

Ezek után kérdezhetnénk, mi a jövő? Elsősorban a tudományos kutatásokban a szöveti szintű diagnosztika terén várható előrelépés, ami a CT technika „MRI-zalódásának” irányába mutat.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Battyány I., Dérczy K., Csete M., Váradi E., Harmat Z., Lévai A.: XXI. Századi csúcstechnológia a PTE Térségi Szűrő és Diagnosztikai Központjában (TSZDK) I. rész. IME az Egészségügyi Vezetők Szaklapja. 2007, 6(6):42-44.
- [2] Dual Source CT Imaging. Eds.: P. R. Seidensticker, L. K. Hofmann. SpringerMedizin Verlag Heidelberg 2008.
- [3] Flohr TG et al: First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. European Radiology 2006, 16:256-268.
- [4] Scheffel H et al: Accuracy of dual-source CT coronary angiography: First experience in a high pre-test probability population without heart rate control. European Radiology 2006, 16:2739-2747.
- [5] McCollough CH., Primak AN., Saba O., Bruder H., Stierstorfer K., Raupach R. et al: Dose performance of a 64 channel dual-source CT scanner. Radiology 2007, 243:775-784.
- [6] World Summit 2007 CD-ROM. Siemens.

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Dr. Csete Mónika 2000-ben szerzett orvosi diplomát a Szegedi Orvostudományi Egyetemen. Öt évig az Orosházi Városi Kórházban dolgozott, majd

2006-ban Pécsen sikeres szakvizsgát tett radiológiából. Jelenleg ugyanitt, a Pécsi Radiológiai Klinika CT részlegében dolgozik radiológus szakorvosként, e mellett ügyeleti feladatot lát el a Traumatológiai Centrumban.

Dr. Járay Ákos, Dr. Lévai Andrea és **Dr. Battyány István** bemutatása lapunk VI. évfolyamának 6. számában olvasható.