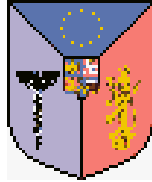


**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE DIN CRAIOVA**  
**ȘCOALA DOCTORALĂ**



**TEZĂ DE DOCTORAT**  
**-REZUMAT-**

**EFICIENȚA TOMOGRAFIEI COMPUTERIZATE CU DOZĂ REDUSĂ DE IRADIERE**  
**ÎN DIAGNOSTICUL LITIAZEI RENO-URETERALE**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC**  
**Prof.univ.dr. ANDREI BONDARI**

**STUDENT DOCTORAND**  
**Dr. MIREALA IONELA RADU (MARIA)**

**2014**

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b>	<b>4</b>
<b>I. Stadiul actual al cunoașterii</b>	<b>5</b>
<b>II. Importanța problemei abordate</b>	<b>6</b>
<b>III. Obiectivele studiului</b>	<b>7</b>
<b>IV. Material și metodă</b>	<b>7</b>
<b>V. Rezultate</b>	<b>8</b>
<b>a. Date epidemiologice</b>	<b>8</b>
<b>b. Date clinice</b>	<b>8</b>
<b>c. Date computer tomografice</b>	<b>9</b>
<b>d. Examinări computer tomografice low dose și standard</b>	<b>10</b>
<b>VI. Discuții</b>	<b>12</b>
<b>VII. Concluzii</b>	<b>14</b>
<b>VIII. Bibliografie</b>	<b>15</b>

## LISTA DE ABREVIERI

**CT** - tomografie computerizată

**HU** – unități Hounsfield

**CTDI** – volumul index doză CT

**DLP** – produsul doză lungime

**E** – doză efectivă

**ESWL** - litotritie extracorporeală prin unde de șoc

**Gy** - Gray

**kV** – kilovolți

**mAs** – miliamperi/secundă

**MDCT** - tomografia computerizată cu detectori multipli

**MIP** - proiecție de intensitate maximă

**MPR** - reconstrucții multiplanare

**NLP** - nefrolitotomia percutană

**P** - pitch

**RI** - intervalul de reconstrucție

**RRVS** - radiografie renovezicală simplă

**SC** - colimația secțiunii

**SSD** - vizualizarea suprafețelor umbrite

**Sv** - Sievert

**TF** - incrementul mesei/rotația tubului

**UIV** - urografie intravenoasă

**URSR** - ureterosopia retrograda

**VRT** - tehnica redării volumelor

## INTRODUCERE

Litiaza urinară reprezintă în acest moment o problemă importantă de sănătate la nivel mondial. Se estimează că prevalența în populația generală ajunge la 2-3% și rata de recurență în decursul vieții este de aproximativ 50%. Creșterea aparentă a incidenței poate fi rezultatul unei creșteri reale, dar și a depistării litiazei asimptomatice datorită investigațiilor imagistice mai performante.

Există în protocolul de diagnostic actual al pacienților cu suspiciune de colică renală o tendință de a utiliza de primă intenție tomografia computerizată. Această investigație radiologică este mult folosită datorită sensibilității și specificității înalte, fiind recomandată de cei mai mulți autori.

Tomografia computerizată efectuată la acești pacienți aduce date valoroase în stabilirea unor elemente diagnostice, cum ar fi, în primul rând prezența calculului dar și localizarea sau dimensiunile acestuia. Aceste date orientează clinicianul în stabilirea conduitei terapeutice. Ca metode clasice de diagnostic se folosește radiografia reno-vezicală simplă sau ecografia abdominală, însă acestea nu pot ajuta întotdeauna la clarificarea diagnosticului.

Având în vedere ca în prezent, numărul investigațiilor CT crește, iar pacienții riscă din acest motiv să primească o doză crescută de iradiere pe parcursul vieții, tendința este de a reduce pe cât posibil dozele aplicate folosind tehnica CT cu doză redusă de iradiere (CT low dose).

Obiectivul lucrării de față a fost de a evalua performanțele tehnicii CT cu doză redusă de iradiere în diagnosticul urolitiazii. Adresez mulțumiri pentru sprijinul pe care mi l-a acordat la elaborarea acestei teze de doctorat conducătorului științific, domnul *Prof. Univ. Dr. Andrei Bondari*, a cărui pregătire și vastă experiență profesională constituie un exemplu pentru orice inițiat în practica medicală.

## I. Stadiul actual al cunoașterii

Litiaza urinară reprezintă o maladie cunoscută încă din antichitate, iar prevalența acesteia este între 2% și 3% [1], probabilitatea ca un bărbat să dezvolte un calcul până la vârsta de 70 de ani fiind de 1 la 8 [2]. Incidența litiazei urinare era de circa 3 ori mai mare la bărbați față de femei, în ultima perioadă raportul ajungând la 1.7:1 [3].

CT-ul nativ a devenit metoda standard pentru evaluarea durerii în flanc și a suspiciunii de urolitiază [4]. Sensibilitatea și specificitatea CT nativ sunt de 97, respectiv 96% [5].

Tomografia computerizată cu detectori multipli (MDCT) este cel mai recent progres făcut în domeniul tehnologiei CT. Folosește o etalare de detectori multipli în loc de o etalare de detectori unici ca în cazul CT-ului spiral [6]. Aceste noi scannere CT, care au timpi de rotație scăzuți (0.5 secunde pentru o rotație la 360 de grade), permit o scanare de 2 până la 25 de ori mai rapidă decât CT spiral, asigurând în același timp o imagine la fel de bună [7, 8].

Tomografia computerizată spirală non-contrast este folosită pe scară largă pentru evaluarea rinichiului și a sistemului colector urinar, în special pentru detectarea calculilor urinari. Tomografia computerizată cu detectori multipli are anumite avantaje, printre acestea, faptul că se pot obține imagini în faze multiple ale contrastării parenchimului renal și ale excreției în sistemul pielocaliceal după administrarea unei singure doze de substanță de contrast [8].

La pacienții cu indicele de masă corporală (IMC) mai mic de 30, CT-ul cu doze mici s-a dovedit a avea o sensibilitate de 86% pentru detectarea calculilor mai mici de 3 mm și 100% pentru cei mai mari de 3 mm [9]. O meta-analiză a unor studii prospective a arătat că CT-ul cu doze mici a diagnosticat litiaza renală cu o sensibilitate cumulată de 96,6% și o specificitate de 94,9% [10]. Riscul de iradiere poate fi redus prin folosirea examinării CT cu doze reduse [11].

La nivelul pielii, mucoaselor, măduvei osoase și a spermiogenezei, rata de înnoire celulară este crescută, dar apare o reducere accelerată a mitozei după iradiere. La doze sub 1-2 Sv reducerea ratei de mitoză este reversibilă. După câteva ore de la expunerea la radiații în intervalul amintit apare o creștere a capacității de mitoză, în timp ce la doze mai mari, aceste procese devin ireversibile [12].

În consecință, se reduce proliferarea celulară în timp ce apoptoza naturală are loc în continuare. Iradierea întregului organism la doze de 2 Sv sau mai mari, duce la modificări marcate în măduva osoasă, astfel că apare o scădere în rândul celulelor sanguine din periferie [13].

## II. Importanța problemei abordate

Incidența litiazei este în creștere, din ce în ce mai mulți indivizi necesitând investigații, cât și tratament chirurgical pentru boala litiazică. Motive pentru care se încearcă găsirea unei metode cât mai complete și rapide de diagnostic și care să ofere o predicție cât mai bună despre viitoarele măsuri terapeutice, în vederea eficientizării și reducerii costului tratamentului acestor pacienți. Examenul computer tomografic este considerat la ora actuală investigația imagistică standard pentru diagnosticul litiazei renale, oferind informații exacte despre mărimea, localizarea și, foarte important, densitatea calcului (duritatea), care se măsoară în unități Hounsfield (HU).

Tomografia computerizată este folosită pentru diferențierea defectelor de umplere radiotransparente cu ajutorul măsurării densităților în unități Hounsfield, putând diferenția calculii de tumori sau cheaguri [14]. Abilitatea de a detecta diferențe de densitate de până la 0,5% se încearcă a fi folosită în a determina compoziția și fragilitatea calculilor urinari [15].

Având în vedere că în prezent, numărul investigațiilor CT crește, iar pacienții riscă din acest motiv să primească o doză crescută de iradiere pe parcursul vieții, tendința este de a reduce pe cât posibil dozele aplicate utilizând tehnic CT cu doză redusă de iradiere.

Așadar am comparat eficiența celor două tehnici de tomografie computerizată, eficiența lor raportând-o la diagnosticul de certitudine obținut de medicul urolog în urma actului terapeutic specific. După cum am expus mai sus, îndeplinirea acestui obiectiv poate duce la stabilirea diagnosticului litiazei renale în condițiile unei aplicări de doză de iradiere scăzută, putând mai departe îndruma clinicianul către metoda de tratament de pe urma căreia va avea cel mai mare beneficiu.

Am plecat de la premiza că există în protocolul de diagnostic actual al pacienților cu suspiciune de colică renală o tendință de a utiliza de primă intenție tomografia computerizată. Această investigație radiologică este mult folosită datorită sensibilității și specificității înalte, fiind recomandată de cei mai mulți autori.

Tomografia computerizată efectuată la acești pacienți aduce date valoroase în stabilirea unor elemente diagnostice, cum ar fi, în primul rând prezența calculului dar și localizarea sau dimensiunile acestuia. Aceste date orientează clinicianul în stabilirea conduitei terapeutice. Ca metode clasice de diagnostic se folosește radiografia reno-vezicală simplă sau ecografia abdominală, însă acestea nu pot ajuta întotdeauna la clarificarea diagnosticului.

### III. Obiectivele studiului

Studiul de față, intitulat “Eficiența tomografiei computerizate cu doză redusă de iradiere în diagnosticul litiazei reno-ureterale” și-a propus ca prim obiectiv evaluarea acurateții tehnicii de tomografie computerizată cu doză redusă de iradiere (low-dose) în raport cu tehnica tomografică cu doze de iradiere standard în protocolul diagnostic al pacienților cu suspiciune de colică renală.

### IV. Material și metodă

Studiul retrospectiv desfășurat în perioada octombrie 2012 – martie 2013 a evaluat 150 pacienți diagnosticați cu litiază renală și care au fost tratați mai departe în cadrul departamentului de urologie al spitalului St. Antonius Kleve.

Pacienții au fost împărțiți în două loturi în funcție de metoda de diagnostic folosită: 82 de pacienți au fost în lotul A (la care s-a efectuat examen CT low-dose) și 87 de pacienți au fost în lotul B (la care s-a efectuat examen CT nativ standard). Au existat 19 pacienți care au fost supuși ambelor metode, dacă CT-ul low dose a fost negativ.

În studiu au fost incluși pacienții ce au prezentat suspiciune de litiază reno-ureterală, sau cu examen ecografic sugestiv pentru patologie obstructivă, hidronefroză și/sau hidroureter. Toți pacienții au efectuat examen computer tomograf nativ cu doză standard sau cu doză redusă de iradiere folosind un Computer Tomograf Siemens SOMATOM Emotion 16.

La pacienții investigați standard s-au obținut secțiuni de 5 mm (pitch 1), viteza mesei de investigație a fost de 5 mm pe secundă, folosind 130 kV și 120 mAs.

La pacienții ce au efectuat CT cu doză redusă, caracteristicile investigației au fost: grosimea secțiunilor 5 mm, pitch 1.25, potențialul tubului 130 kV și încărcătura tubului pe rotație 30 mAs. Acest din urmă parametru se calculează astfel:  $75\text{mA} \times 0.5 \text{ s} / 1.25 = 30 \text{ mAs}$ .

Calcularea dozei efective, conform datelor furnizate de producător, pentru CT-ul folosit, doza de iradiere a fost estimată folosind indexul dozei CT ponderată nCTDI<sub>w</sub> în aer de 0.07 mGy/mAs la 120 kV. Expunerea la iradiere a fost calculată astfel:

$$\text{DLP (mGy x cm)} = \text{CTDI vol} \times L, \text{ unde DLP este produsul doză lungime, CTDI vol este volumul index doză CT și L este lungimea totală a scanării.}$$

Analiza primară și statistică a datelor a fost realizată cu ajutorul programelor MS Excel și MedCalc 10.2 (*MedCalc Software bvba, Belgia*).

Am efectuat aceste metode de investigație și tratament ținând cont de principiile etice și deontologice ale Declarației Drepturilor Omului de la Helsinki, factorii cei mai importanți luați în calcul fiind starea de bine și siguranța subiecților. Toți subiecții și-au exprimat acordul pentru participarea voluntară, în condițiile prezentate.

## V. Rezultate

### a. Date epidemiologice

Pe parcursul perioadei de includere în studiu de 12 de luni, ce s-a desfășurat între octombrie 2012 și martie 2013, au fost incluși un număr de 150 pacienți care au efectuat examen computer tomograf, 136 fiind diagnosticați cu litiază renală sau ureterală în cadrul spitalului Sankt Antonius Kleve.

În urma analizei epidemiologice nu au fost identificate diferențe semnificative statistic între cele două loturi de studiu referitor la vârsta medie, distribuția pe categorii de vârstă, sexul, mediul de proveniență sau antecedentele urologice. Toate aceste date pot fi observate în Tabelul 1.

Categorie	Lot A (n=82)	Lot B (n=87)	Diferențe
Vârsta [ani]	50.2±14.8	50.7±14.8	$p = 0.9629$ (ns)
Sex ratio (B:F)	2.15:1	1.17:1	$p = 0.1635$ (ns)
Mediu urban [%]	56.7	43.3	$p = 0.6637$ (ns)
Antecedente [%]	44.2	55.8	$p = 0.3203$ (ns)

Tabel 1. Datele epidemiologice ale pacienților din cadrul celor două loturi

### b. Date clinice

Din punct de vedere clinic, din totalul celor 150 pacienți, 73 (48.7%) au prezentat durere, 45 (30%) au prezentat colică renală, 38 de pacienți (25.3%) au acuzat hematurie macroscopică, 22 de pacienți (14.7%) au avut dureri abdominale difuze, iar un număr de 21 de pacienți (14%) s-au prezentat în urma efectuării unei ecografii reno-vezicale de rutină în cadrul altor afecțiuni.

Examinarea ecografică renală a dovedit o eficiență remarcabilă în evidențierea unui calcul la nivelul rinichiului, din cei 99 de pacienți care au calcul la nivelul rinichiului, examinarea fiind sugestivă în 83 din cele 99 de cazuri – Sn=83.8%.

Dintre cei 82 de pacienți care au efectuat tomografie computerizată cu doză redusă de iradiere, 68 de pacienți au prezentat litiază reno-ureterală și doar 63 au fost diagnosticați prin această metodă, ceea ce înseamnă o sensibilitate (Sn) a metodei de 92.6%. În ceea ce privește pacienții diagnosticați prin tomografie computerizată cu doze standard, din totalul celor 87 de pacienți, 73 au fost diagnosticați cu litiază, Sn=100%, restul de 14 pacienți au prezentat alte afecțiuni și nu au avut nici un calcul.



### c. Date computer tomografice

La toți cei 136 pacienți diagnosticați cu litiază reno-ureterală s-au analizat dimensiunea, localizarea, densitatea specifică a calcului, indexul masei corporeale (BMI), durata procedurii, doza de radiații primită de pacient. Toți acești parametri au fost analizați separat și corelați cu rezultatele metodei de diagnostic folosite.

În ceea ce privește localizarea calculilor, din cei 136 de pacienți, 62 (45.6%) au prezentat litiază reno-ureterală dreaptă, iar 74 de pacienți (54.4%) au avut calculul pe partea stângă. Calcul pielic au avut 39 de pacienți (28.7%), 18 (13.2%) au prezentat calcul caliceal superior, 17 pacienți (12.5%) au avut calcul caliceal mijlociu și 25 de pacienți (18.4%) au prezentat calcul caliceal inferior. Litiază ureterală au prezentat 37 de pacienți (27.2%).

La cei 63 de pacienți care au efectuat CT low dose, dimensiunea medie a fost de  $11.8 \pm 3.8$  mm, iar la cei 73 de pacienți care au efectuat CT cu doză standard, a fost de  $10.7 \pm 3.9$  mm, fără a avea semnificație statistică ( $p=0.1086$ ,  $p$  Student), Figura 1.

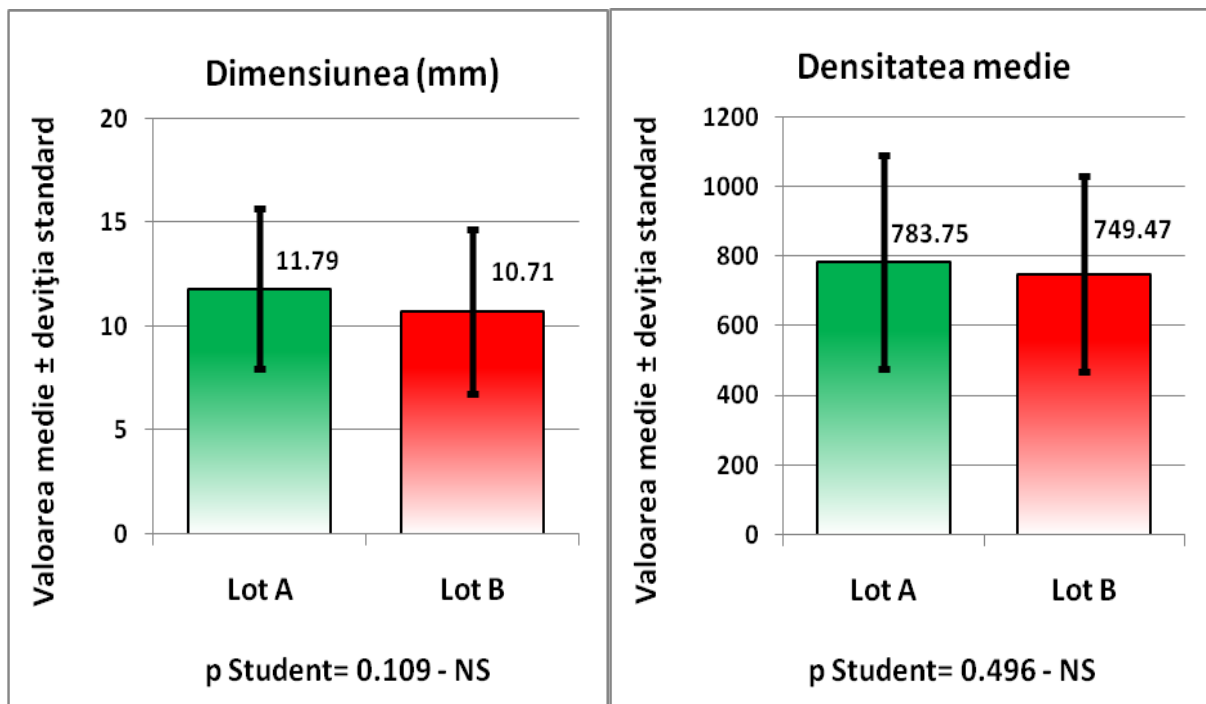


Figura 1. Comparația celor două loturi în funcție de dimensiunea calculilor

Figura 2. Comparația celor două loturi în funcție de densitatea specifică

Pentru cei 136 de pacienți diagnosticați cu litiază reno-ureterală, densitatea calculilor a fost  $765.3 \pm 291.6$  HU, în timp ce în lotul A densitatea calculilor a fost de  $783.7 \pm 305.5$  HU, iar în lotul B, densitatea calculilor a fost de  $749.5 \pm 280.2$  HU, fără a exista diferențe semnificativ statistic ( $p=0.496$ ,  $p$  Student), date ce pot fi observate în Figura 2.

Am evidențiat faptul că greutatea pacienților investigați prin metoda “low dose” (27.34 kg/m<sup>2</sup>) sunt substanțial mai mici decât cele ale pacienților investigați prin metoda standard (29.46 kg/m<sup>2</sup>), acest rezultat fiind concordant cu datele din literatura de specialitate. Diferența dintre valorile medii ale BMI este înalt semnificativă, p test Student <0,001.

La pacienții diagnosticați prin CT low dose durata procedurii a fost mult redusă 11.15±2.2 min, în comparație cu durata CT-ului standard 19.59±2.6 min (p <0,001), Figura 3.

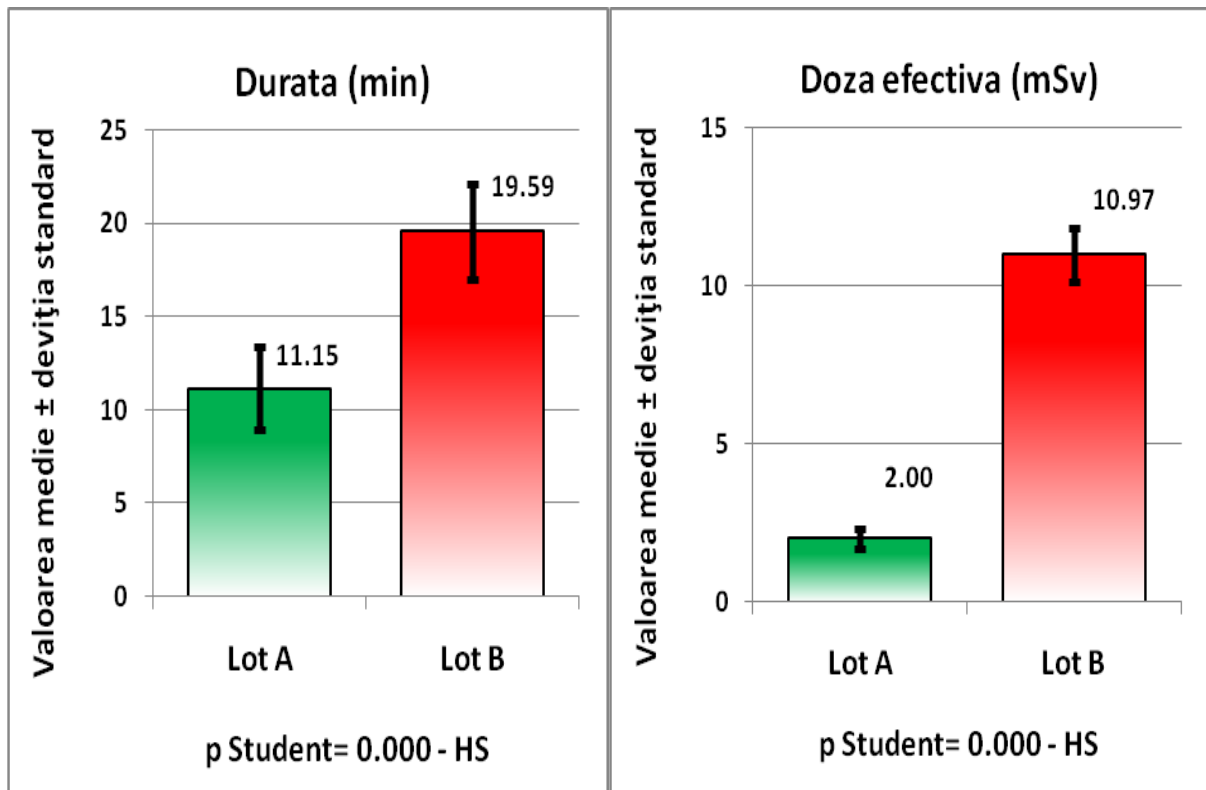


Figura 3. Comparația celor două loturi în funcție de durata examinării

Figura 4. Comparația celor două loturi în funcție de doza efectivă

Doza efectivă de iradiere aplicată prin metoda “low dose” este în mod înalt semnificativ mai scăzută decât doza utilizată prin metoda standard, rezultatul obținut prin testul t Student fiind p <0,001. Pentru lotul A aceasta a fost 2±0.3, iar pentru lotul B a fost 10.9±0.9, toate aceste rezultate pot fi observate în Figura 4.

#### d. Examinări computer tomografice cu doză redusă și standard

În acest subcapitol al rezultatelor voi prezenta o serie de imagini computer tomografice din ambele loturi incluse în studiu supuse analizei în vederea diagnosticului.

În Figura 5 examenul CT nativ cu doză redusă de iradiere (DLP 289) decelează dilatație pielo-caliceală grad II de partea dreaptă și prezența unui calcul la nivelul ureterului distal,

intramural de aceeași parte la un pacient care s-a prezentat cu simptomatologie specifică uropatiei obstructive și examen ecografic pozitiv.



Figura 5. Examen CT nativ low dose (DLP 289) - dilatație pielo-caliceală grad II de partea dreaptă și calcul la nivelul ureterului distal, intramural de aceeași parte

În Figura 6, examenul CT nativ cu doză standard de iradiere (DLP 1345) efectuat de primă intenție la un pacient cu BMI > 33 decelează calcificare la nivelul grupului caliceal superior drept, aspect posibil de calcul. Ca diagnostic diferențial se ia în considerare o calcificare parenchimatoasă.



Figura 6. CT nativ cu doză standard de iradiere (DLP 1345) - calcificare la nivelul grupului caliceal superior drept (calcul, DD: calcificare parenchimatoasă)

## VI. Discuții

Pe măsură ce aparatele multi-detector CT s-au dezvoltat, la începutul anilor 2000, producătorii și-au îndreptat atenția către doza de iradiere. Se ridică problema că la copiii la care s-a folosit tomografia computerizată poate crește riscul de apariție a unor boli maligne [16, 17].

Urmărirea spotului focal: tehnici de control îmbunătățite a mișcării spotului focal a tubului cu raze x și a fascicului de colimare, îmbunătățesc eficiența scannerului (overbeaming este redusă pentru că fasciculul este stabilizat pe detectoarele care permit un profil de expunere la raze x, care este mai restrâns decât profilul cu raze x detectat, iar doza de radiatii asociate cu CT-ul multidetector este redusă) [18].

Tomografia computerizată este o sursă semnificativă de iradiere a populației și este responsabilă pentru mai mult de 40% din iradierea de cauză medicală [19].

Software-ul scannerelor noi permit ca dozele aplicate să fie reduse scăzând curentul tubului [20, 21].

Doza efectivă de iradiere este direct proporțională cu curentul tubului (mA) și așadar crește liniar cu curentul tubului. Relația dintre doza efectivă și potențialul tubului (peak de kilovoltaj) este non-liniară și mult mai complexă pentru că la valori mari ale peak-ului de kilovoltaj, mai multe raze X străbat corpul și cauzează mai puțină absorbție [22]. Relația dintre pitch și doza de iradiere este diferită pentru CT normal și MDCT. Pentru sistemele MDCT, dozele de iradiere măsurate sunt aceleași pentru toate secțiunile [23]. Păstrând nivelul de zgomot constant, curentul tubului trebuie crescut pentru a compensa pitch-ul mare. Doza efectivă de iradiere este independentă de pitch la un nivel de zgomot constant [24]. Alternativ, pentru CT helic single-slice, dacă pitch-ul crește, doza de iradiere măsurată descrește [25].

Există două căi alternative pentru a reduce doza aplicată pacientului; una presupune ca examinatorul să selecteze cei mai optimi parametri și protocoale pentru toate examinările CT. De exemplu, reducerea valorii mAs permite detectarea celor mai mulți calculi cu iradiere mai mică [26], dar efectuând serii multiple cu colimație mică crește semnificativ iradierea. Având în vedere că pacienții cu urolitiază sunt relativ tineri și nu suferă de afecțiuni maligne, orice investigație radiologică ar trebui să încerce să limiteze doza de iradiere și să fie efectuată numai dacă este absolut indicată.

O altă opțiune pentru reducerea iradierii aplicată pacientului este aceea de a dezvolta sisteme de dozare a iradierii eficiente. În acest scop a fost aplicată modularea automată a curentului tubului. Acest sistem permite ajustarea curentului tubului în axele x și y (modulație angulară) sau în lungul axei z (modulația axei z) corespunzător mărimii și caracteristicilor de atenuare ale segmentului ce este supus scanării, astfel obținând imagini de tomografie computerizată de calitate în condițiile scăderii dozei de radiații [21]. Folosind această metodă rezultatele inițiale arată o scădere de 20-60%, aceasta depinzând de regiunea anatomică scanată și cu o creștere a calității imaginilor [21]. Este importantă evaluarea beneficiului versus risc la pacienții ce primesc orice studiu imagistic sau procedură ghidată CT pentru a evita expunerea inutilă la radiații [27]. Studiile inițiale arată că MDCT permite o ajustare optimă a parametrilor imagistici în scopul reducerii iradierii aplicate pacientului.

## VII. Concluzii

- Lucrarea de față abordează o tematică actuală de mare interes, ce combină aspecte clinice și paraclinice, de o importanță deosebită prin numărul mare de cazuri, posibilitatea crescută a unei evoluții nefavorabile, constituind o reală problemă de sănătate publică.
- Tomografia computerizată detectează mai mulți calculi decât metodele tradiționale și identifică inclusiv calculii de mici dimensiuni.
- Indiferent de dimensiunea calculului, durata de examinare prin metoda “low dose” este mai mică decât durata de examinare prin metoda standard, iar durata examinării nu este influențată de dimensiunea calculului pentru niciuna dintre metode.
- Singura diferență semnificativă statistic între cele două loturi în ceea ce privește localizarea calculilor a fost pentru localizarea ureterală, CT-ul standard descoperind mai mulți calculi decât CT-ul cu doză redusă de iradiere ( $p < 0.05$ ).
- Indiferent de densitatea calculului, durata de examinare prin metoda “low dose” este net inferioară duratei de examinare prin metoda standard, durata examinării nefiind influențată de densitatea calculului pentru niciuna dintre metode.
- În cazul pacienților cu BMI  $> 30$  ce prezintă suspiciune de litiază reno-ureterală se recomandă efectuarea de primă intenție a unei examinări CT cu doză standard pentru a evita apariția de rezultate fals negative.
- La pacienții diagnosticați prin CT low dose durata procedurii a fost mult redusă, în comparație cu durata CT-ului standard ( $p < 0,001$ ).
- Doza efectivă de iradiere aplicată prin metoda “low dose” este în mod înalt semnificativ mai scăzută decât doza utilizată prin metoda standard ( $p < 0,001$ ).
- Tomografia computerizată cu doză redusă de iradiere are specificitate și sensibilitate crescută, fără diferențe față de CT-ul standard, și poate fi repetată fără efecte nocive ale dozelor cumulate.
- CT-ul cu doză redusă de iradiere efectuat cu 30mA are sensibilitate și specificitate asemănătoare cu CT-ul cu doză standard cu 120 sau 180 mA fiind valoros în identificarea corectă a calculilor cât și pentru diagnostice alternative.
- Recomandăm folosirea CT-ului cu doză redusă ca metodă standard de diagnostic al pacienților litiazici sau cu suspiciune de litiază reno-ureterală.



### VIII. Bibliografie

1. Sinescu I, Gluck G. Tratat de urologie. Editura Medicală 2008; vol.2.
2. Pearle MS, Calhoun EA, Curhan GC. Urologic Diseases in America project: urolithiasis. *J Urol.* 2005;173:848–57.
3. Scales CD Jr, Curtis LH, Norris RD. Changing gender prevalence of stone disease. *J Urol.* 2007;177:979–82.
4. Kenney PJ. CT evaluation of urinary lithiasis. *Radiol Clin North Am* 2003;41:979– 99.
5. Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, et al. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology* 1995;194:789–94.
6. McCollough CH, Zink FE. Performance evaluation of a multi-slice CT system. *Med Phys* 1999;26:2223–30.
7. Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, et al. Multisection CT: scanning techniques and clinical applications. *Radiographics* 2000;20:1787– 806.
8. Prokop M. General principles of MDCT. *Eur J Radiol* 2003;45(Suppl 1):S4– 10.
9. Niemann T, Kollmann T, Bongartz G. Diagnostic performance of low-dose CT for the detection of urolithiasis: a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2008 Aug;191(2):396-401.
10. Jellison FC, Smith JC, Heldt JP, et al. Effect of low dose radiation computerized tomography protocols on distal ureteral calculus detection. *J Urol* 2009 Dec;182(6):2762-7.
11. Poletti PA, Platon A, Rutschmann OT, et al. Low-dose versus standard-dose CT protocol in patients with clinically suspected renal colic. *AJR Am J Roentgenol* 2007 Apr;188(4):927-33.
12. UNSCEAR (1994). Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, New York.
13. Hall EJ. Radiobiology for the Radiologist. 4. Edition, JB Lippincott Comapny, Philadelphia.
14. Parienty RA, Ducellier R, Pradel J, Lubrano JM, Coquille F, Richard F. Diagnostic value of CT numbers in pelvocalyceal filling defects. *Radiology* 1982; 145: 743–7.
15. Dretler SP. Stone fragility – a new therapeutic distinction. *J Urol* 1988; 139: 1124–7.
16. Paterson A, Frush DP, Donnelly LF. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *AJR Am J Roentgenol.* 2001 Feb;176(2):297-301.

17. Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2001 Feb;176(2):289-96.
18. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 2007 Nov 29;357(22):2277-84.
19. Charles M. UNSCEAR report 2000: sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *J Radiol Prot* 2001;21:83– 6.
20. Akbar SA, Morteale KJ, Baeyens K, et al. Multidetector CT urography: techniques, clinical applications, and pitfalls. *Semin Ultrasound CT MR* 2004;25:41–54.
21. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Techniques and applications of automatic tube current modulation for CT. *Radiology* 2004;233:649–57.
22. Urban BA, Ratner LE, Fishman EK. Three-dimensional volume-rendered CT angiography of the renal arteries and veins: normal anatomy, variants, and clinical applications. *Radiographics* 2001;21:373– 86.
23. Rubin GD, Dake MD, Napel S, et al. Spiral CT of renal artery stenosis: comparison of three-dimensional rendering techniques. *Radiology* 1994;190:181– 9.
24. Saini S. Multi-detector row CT: principles and practice for abdominal applications. *Radiology* 2004;233: 323– 7.
25. Mahesh M, Scatarige JC, Cooper J, et al. Dose and pitch relationship for a particular multislice CT scanner. *AJR Am J Roentgenol* 2001;177:1273– 5.
26. Spielmann AL, Heneghan JP, Lee LJ, et al. Decreasing the radiation dose for renal stone CT: a feasibility study of single- and multidetector CT. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:1058– 62.
27. Haaga JR. Radiation dose management: weighing risk versus benefit. *AJR Am J Roentgenol* 2001;177: 289– 91.