

CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

Cuprins	4
PARTEA GENERALĂ	6
Capitolul 1. Introducere în problematica imagisticii medico-legale	7
1.1 Radiografia convențională	8
1.2 Computer tomografia post-mortem	11
1.3 Biopsii post-mortem sub ghidaj CT	12
1.4 Angiografia CT post-mortem	14
1.5 Imagistica prin rezonanță magnetică post-mortem	15
1.6 Scanarea tridimensională a suprafețelor	17
1.7 Rolul examinărilor imagistice în medicina legală	18
Capitolul 2 Evaluarea medico-legală a plăgilor produse prin acțiunea armelor de foc și a obiectelor tăietoare sau înțepătoare	21
2.1 Date generale despre balistică criminalistică	21
2.2 Mecanisme lezionale și tipuri de plăgi produse prin împușcare	22
2.3 Evaluarea imagistică a plăgilor prin împușcare	27
2.4 Elemente medico-legale generale ale plăgilor prin înjunghiere	28
2.5 Mecanisme lezionale și tipuri de plăgi provocate prin înjunghiere	31
PARTEA SPECIALĂ	35
Capitolul 3. Metodologia generală a cercetării	36
3.1 Efectuarea investigațiilor radio-imagistice	36
3.2 Efectuarea examinărilor medico-legale	41
Capitolul 4. Stabilirea unor modele de încărcare cu substanță de contrast a diverselor țesuturi în timpul investigațiilor PMACTm	43
4.1 Obiectivele studiului	43
4.2 Materiale și metode	44
4.3 Rezultate	49
4.4 Discuții	54

Capitolul 5. Evaluarea sistemului cardiovascular prin intermediul angiografiei CT post-mortem – corelarea cu rezultatele obținute la autopsie	56
5.1 Obiectivele studiului	56
5.2 Materiale și metode	57
5.3 Rezultate	64
5.4 Discuții	72
Capitolul 6. Evaluarea PMCT ca nouă metodă în analiza medico-legală a rănilor produse prin împușcare	78
6.1 Obiectivele studiului	78
6.2 Materiale și metode	79
6.3 Rezultate	82
6.4 Analiza specifică pe caz conform obiectivelor și rezultatelor studiului	95
6.4.1 Prezentare de caz 1, a unui subiect de sex masculin, vârsta 19 ani	95
6.4.2 Prezentare de caz 2, a unui subiect de sex masculin, vârsta 42 ani	98
6.5 Discuții	102
Capitolul 7. Rolul computer tomografiei în evaluarea medico-legală a plăgilor produse prin înjunghiere	106
7.1 Obiectivele studiului	106
7.2 Materiale și metode	107
7.3 Rezultate	111
7.4 Analiza iconografică a unor leziuni aparținând cazurilor din loturile studiate, evaluate conform obiectivelor și rezultatelor studiului	120
7.5 Discuții	130
Capitolul 8. Concluzii	133
Abrevieri	138
Tabele	139
Figuri	139
Bibliografie	142

Partea Generală

Introducere în problematica imagisticii medico-legale

În ultimii ani, metodele imagistice moderne, mai ales imagistica secțională, au început să fie folosite de rutină în multe din centrele de medicină legală din întreaga lume. Datorită utilizării sporite a imagisticii atât în medicina legală, precum și în anumite proiecte de cercetare, numărul studiilor publicate în acest domeniu a crescut rapid în ultimii ani (1–3).

Acest nou domeniu de cercetare reprezintă o sursă de interes atât pentru medicii radiologi cât și pentru medicii legiști. Astfel, medicii radiologii au fost implicați în majoritatea proiectelor de medicină legală chiar de la început, subliniind integrarea în domeniu a două specialități medicale distincte (4–6). În timp ce radiologii interpretează studiile imagistice din scanările obținute, medicii legiști se focusează pe rezultatele importante pentru reconstrucțiile medico-legale, care nu sunt neapărat importante din punct de vedere clinic, aceștia din urmă reușind să și explice anumite fenomene post-mortem vizibile pe imagini, datorită cunoștințelor de tanatologie.

Toate tehnicile radiologice folosite actual în medicina legală provin din practica clinică și folosesc modalitățile imagistice disponibile. Alte metode imagistice pot fi de asemenea implementate. De exemplu, scanarea 3D a suprafețelor este o tehnologie adaptată din industrie. În cele ce urmează voi prezenta o parte din tehnicile uzitate cel mai frecvent în imagistica medico-legală: radiografia convențională, tomografia computerizată post mortem (PMCT) și abordări minim invazive ce se asociază cu aceasta, imagistica prin rezonanță magnetică (IRM) și scanarea 3D a suprafețelor. O prezentare de ansamblu a acestor metode precum și avantajele și dezavantajele acestora apar în Tabelul 1.

Avându-și baza în practica clinică, CT post mortem (PMCT) este metoda de elecție în analizarea sistemului osos(7). Acesta poate oferi o rezoluție spațială submilimetrică, Roberts et al.(8), subliniind faptul ca PMCT are o sensibilitate mai mare în evidențierea leziunilor osoase comparativ cu autopsia (9). Permițând realizarea reconstrucțiilor multiplanare CT poate ofer o imagine detaliată chiar și a celor mai complexe injurii și a mecanismelor acestora.

Tabel 1 Avantaje și dezavantaje ale tehnicilor imagistice

Metodă	Avantaje	Dezavantaje	Utilizare
Radiografie convențională	Rapidă Ușor de folosit Ușor de stocat Costuri mici Vizualizare scheletului Vizualizarea corpurilor străini	Iradiantă Nu vizualizează părțile moi Imagine plană, sumată Calitativ dependentă de achiziție	Deteția corpurilor străini Estimarea vârstei Traumă osoasă
PMCT	Rapidă Ușor de folosit Ideal ptr reconstrucții 2D și 3D Costuri relativ mici Vizualizare foarte bună a scheletului și aerului	Iradiantă Spațiu de stocare mare Vizualizare limitată a părților moi, parenchimului și sistemului vascular Perioadă relativ mare de învățare	Trauma, mai ales osoasă Traumă prin împușcare Molestarea copiilor Deteția corpurilor străini Estimarea vârstei Identificări Deteția emboliilor gazoase
Angiografie-PMCT	Minim invazivă Vizualizare bună a țesuturilor moi, parenchimului și sistemului vascular Ideală ptr reconstrucții 2D și 3D	Relativ lungă Spațiu de stocare mare Perioadă relativ mare de învățare Costuri adiționale	Trauma (căderi, accidente rutiere, etc.) Înjunghieri și împușcături Leziuni vasculare Erori medicale Patologii cardiace
Biopsie cu ghidaj PMCT	Minim invazivă Risc scăzut de contaminare a probei Ușor de folosit Risc scăzut de artefactare	Relativ lungă Spațiu de stocare mare Perioadă relativ mare de învățare	Studii toxicologice, microbiologice și imunohistochimice Analiza gazelor (de putrefacție, embolii, etc.)
IRM	Vizualizarea țesuturilor moi, parenchimului, peretelui vascular și cardiac Neiradiantă	Lungă Dificil de folosit Costuri ridicate Secvențe speciale pentru reconstrucțiile 3D Spațiu de stocare mare Perioadă relativ mare de învățare	Trauma cu obiect contondent Trauma prin înjunghiere Strangulări și spânzurări Molestarea copiilor și bătrânilor Erori medicale Deteția de corpi străini Estimarea vârstei Identificări

CT reprezintă, de asemenea, metoda de elecție în investigarea potențialei prezențe a obiectelor străine în corpul uman (11). Având o sensibilitate crescută în ceea ce privește prezența gazelor, îi permite să detecteze acumularea de aer în cavități anatomice sau țesuturi moi, precum și emboliile gazoase. Luând în considerare avantajele mai sus menționate, PMCT reprezintă metoda de elecție pentru investigarea decesului cauzat de o mare diversitate de evenimente traumatiche. Oferind o imagine de ansamblu excelentă asupra

sistemului osos, PMCT poate fi utilizat cu succes în estimarea vârstei, mai ales în cazul tinerilor fără documente referitoare la informații despre naștere (12,13).

Pentru a îmbunătăți posibilitățile de diagnostic ale CT-ului, se injectează intravenos un agent de contrast, ceea ce permite evaluarea vaselor de sânge dar și amplificarea contrastului între structurile normale și anormale. Se folosește același principiu și în imagistica post mortem, cu mențiunea că sistemul vascular al unei persoane decedate are anumite particularități ce diferențiază angiografia CT post mortem de angiografia CT clinică in vivo.

Autopsia clasică este considerată standardul de aur în medicina legală. Având atât beneficii, dar și limite, mai mulți autori consideră că acuratețea ei poate fi potențată de metode imagistice complementare, adaptate fiecărui caz în parte. Utilizarea PMCT aduce beneficii certe în medicina legală, comparativ cu tehnicile clasice folosite anterior.

Deși tehnicile imagistice s-au dovedit a fi superioare autopsiei clasice în anumite cazuri, vor fi necesare mult timp și investiții financiare până când vor face parte din rutina zilnică (14). De asemenea, trebuie luată în considerare nevoia de personal calificat(15): medicii legiști trebuie să dobândească cunoștințe pentru interpretarea imaginilor, iar medicii radiologi trebuie familiarizați cu domeniul pentru a putea răspunde ținând întrebărilor(5). Imagistica post-mortem nu trebuie subestimată, întrucât există diferențe mari între imaginile clinice și cele post-mortem care sunt însoțite de artefacte ce trebuie corect interpretate, astfel interpretările eronate de către medicii radiologi nu sunt o raritate datorită experienței predominant clinice (16).

PARTEA SPECIALĂ

Metodologia generală a cercetării

Înainte de orice manipulare invazivă a cadavrelor a fost realizată o scanare CT (Figura 1) fără substanță de contrast. Aceasta se efectuează cu corpul aflat în decubit dorsal, cu brațele încrucișate la nivelul abdomenului, scanarea făcându-se de la nivelul vertexului până la pelvis (incluzând organele genitale). Scanările au fost efectuate folosind, în funcție

de anul investigației, un aparat CT General Electric (GE) Lightspeed 8-slice (GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA) și un aparat CT General Electric (GE) Lightspeed 64-slices (GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA), folosind parametrii expuși în Tabelul 3.1. Ulterior examinării CT native, cadavrul a fost supus unei examinări externe pentru evaluarea suprafeței corporale, înainte de efectuarea PMaCTm.

Investigația PMaCTm a fost efectuată de către un tehnician radiolog cu supra-specializare în investigațiile CT post-mortem(17), conform protocolului realizat de Grabherr et al. (18). PMaCTm, cunoscută în literatura de specialitate ca MPMCTA, se efectuează injectând un amestec compus din 3.5 l de ulei de parafină în combinație cu un agent de contrast lipofil 6% (210 ml de Angiofil) (Angiofil, Fumedica AG, Muri, Elveția) (18), cu ajutorul unui aparat de circulație extracorporală cord-pulmon modificat (Figura 3.2), aparat de perfuzat Virtangio, (Virtangio, Fumedica AG, Maquet, Muri, Elveția), pentru a reuși reperfuzarea și a reproduce fluxul sangvin din interiorul sistemului vascular al corpului.



Figura 1 Set-up PMaCTm, cu aparat de circulație extracorporală cord-pulmon modificat (Virtangio) în Centrul Universitar Romand de Medicină Legală – Lausanne

Injectarea se face de către tehnicianul radiolog cu supra-specializare în investigațiile CT post-mortem, prin canularea arterei, respectiv venei femurale, cu ajutorul unor catetere-teci, la nivelul trigonului Scarpa (Figura 2), acesta zona anatomică permițând cel mai ușor abordul către vasele menționate. Spre deosebire de canularea în vederea efectuării angiografiei in-vivo a vaselor femurale, pentru canularea post-mortem se practică în prealabil disecția la nivelul trigonului Scarpa cu denudarea și evidențierea vaselor femurale (Figurile 3 și 4).

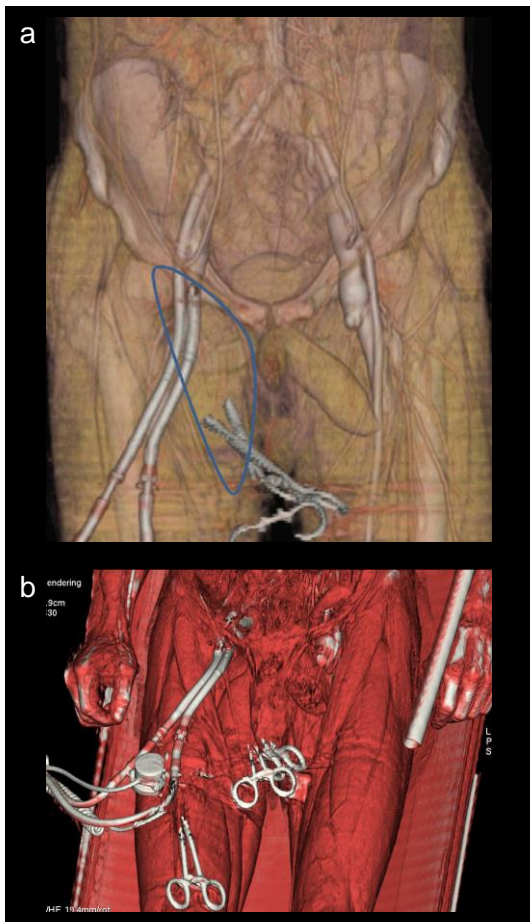


Figura 2 Reconstrucții 3D tip VR post scanare PMACTm (a. cu filtru pentru vizualizarea structurilor osoase, b. cu filtru pentru evidențierea structurilor musculare) ce evidențiază canularea vaselor femurale de la nivelul Trigonului Scarpa (conturat albastru).

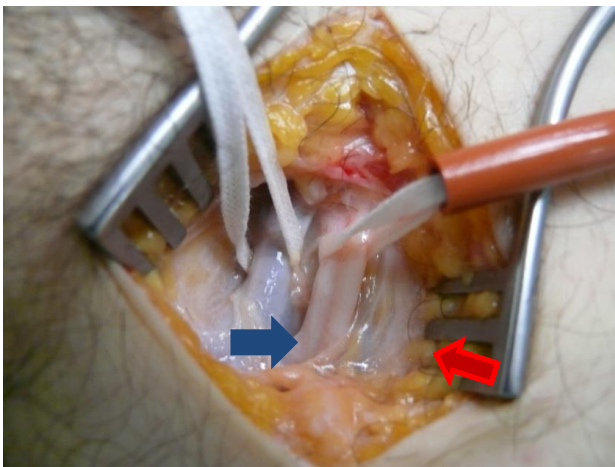


Figura 3 Disecție cu denudare a vaselor femurale la nivelul Trigonului Scarpa (vena femurală - săgeată albastră, artera femurală – săgeată roșie).



Figura 4 Denudarea cu canularea vaselor femurale de la nivelul Trigonului Scarpa și cuplarea acestora la pompa de contrast

Examinarea PMaCTm este o examinare imagistică CT multifazică, efectuată în patru timpi (faze) de achiziție:

- Prima fază este considerată examinarea nativă deja efectuată.
- Cea de-a doua fază, sau timpul arterial constă în umplerea prin injectarea la nivelul arterei femurale, a sistemului vascular arterial cu 1200 ml amestec de ulei de parafină și substanță de contrast.
- A treia fază, sau timpul venos constă în umplerea, prin injectare la nivelul venei femurale, a sistemului vascular venos cu 1800 ml de mixtură de ulei de parafină și substanță de contrast.
- A patra fază, faza dinamică sau timpul circulant de achiziție (Figura 5) , reprezintă achiziția imaginilor CT injectând în plus 500 ml de amestec în sistemul vascular arterial și creând un reflux autonom de la nivelul venei femurale.

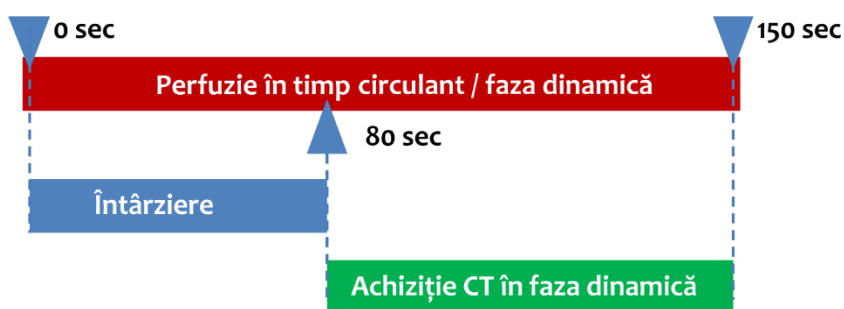


Figura 5 faza dinamică sau timpul circulant de achiziție PMaCTm

În toate cazurile post-mortem prezentate în prezenta lucrare, PMaCTm a inclus cele trei faze ale scanării CT (arterială, venoasă și dinamică) a corpului aflat în aceeași poziție ca

la scanarea CT fără agent de contrast, de la vortex până la nivelul genunchilor, cu aceleași aparate folosit pentru scanarea CT nativă, dar cu parametri diferiți (Tabel 2).

Tabelul 2 Parametrii de scanare CT

	Scanarea CT nativă			PMaCTm
	Cap și coloană cervicală	Torace și abdomen	Membre inferioare*	Timp arterial
Limite anatomice	De la vertex până la nivel T1	De la umeri (inclusiv) până la pelvis (inclusiv organe genitale)	De la acetabul (inclusiv) până la falangele distale (inclusiv)	De la vertex până la nivelul genunchilor
Tipul de scanare [s]	axial 2.0	helical 1.0	helical 1.0	helical 1.0
Câmp [cm]	25	50	50	50
Grosime slice [mm]	1.25	1.25; cu spațiere 1	1.25; cu spațiere 1	1.25; cu spațiere 0.6
Kilo-voltaj [kV]	120	120	120	120
Mili-amperaj [mA] / modulare	150	100-350 / 15.00	100-350 / 15.00	300
Algoritm de reconstrucție	Standard În fereastră de os În fereastră cerebrală, reconstrucție de 5 mm	Standard În fereastră de os În fereastră de plămân (numai la nivelul plămânilor)	Standard În fereastră de os	Standard

* Efectuat doar la nevoie (ex. politraumă, corpuri descompuse, etc)

Stabilirea unor modele de încărcare cu substanță de contrast a diverselor țesuturi în timpul investigațiilor PMaCTm

Obiectivele studiului

În practica clinică a radiologiei diagnostice, foarte multe dintre diagnostice se bazează pe măsurarea radio-densității țesuturilor. Această radio-densitate este indicată în așa numitele unități Hounsfield (UH), și fiecărei structuri i se poate măsura o valoare medie. Cu toate acestea, deoarece distribuția sângelui și a gazelor este diferită la cei decedați, iar agentul de contrast aplicat diferă între angiografia prin computer tomografie clinică și cea post-mortem, valorile de referință existente pot să nu fie aplicabile în PMCT și PMaCTm (19).

Prin acest studiu propunem încercarea de a stabili un set de valorilor de referință pentru examinările CT post-mortem care ar putea fi utile pentru efectuarea diagnosticului în PMCT și PMaCTm. De asemenea, se va încerca obținerea unei descrieri a unor modele de încărcare cu substanță de contrast a diferitelor structuri anatomice în timpii de injectare și achiziție ai PMaCTm.

Materiale și metode

Din arhiva PACS a CURML, pentru acest studiu, am selectat retrospectiv, în mod aleator, 45 de cazuri investigate prin intermediul PMaCTm. Criteriile de excludere au fost: existența unor examinări ante mortem MDCT injectate cu substanță de contrast MDCT, afecțiuni chirurgicale sau oncologice anterioare, prezența hemoragiilor și opacifierea slabă a structurilor de observat (posibil datorită unor leziuni vasculare extinse).

Măsurarea densității în examinarea radiologică post-mortem s-a realizat prin selectarea unor zone predefinite pentru obținerea ROI-urilor (regiuni de interes), în structuri anatomice diferite: nucleul caudat, falx cerebri, tiroidă, ficat, pancreas, splină și ambii rinichi. Pentru a asigura reproductibilitatea datelor obținute și o comparație pertinentă, la fiecare dintre cazurile incluse, măsurătorile au fost făcute, pentru aceeași structură analizată, la același nivel secțional, în fiecare dintre cei patru timpi ai PMaCTm (nativ, arterial, venos și circulant).

Primele structuri alese au fost nucleul caudat și falx cerebri, care a fost identificate în plan axial în fiecare dintre cei patru timpi de achiziție ai PMaCTm. Ambele structuri au fost vizualizate într-o fereastră de vizualizare adecvată pentru parenchimul cerebral. Pentru

măsurarea densităților, atât în cazul nucleului caudat, cât și în cel al falx cerebri, s-au folosit zone de ROI eliptice având o suprafață de 40 mm².

Pentru efectuarea măsurătorilor la nivelul glandei tiroide imaginile achiziționate PMCT au fost vizualizate în plan axial, folosindu-se un ROI eliptic de 70 mm². În ceea ce privește ficatul (Figura 6), măsurătorile au fost efectuate de asemenea în plan axial, la nivelul lobului drept hepatic, segmentele VI-VII, folosind o arie a ROI de 2000 mm², pentru a obține un rezultat cât mai omogen în ceea ce privește distribuția valorilor UH la nivelul parenchimului hepatic. În cazul splinei, datorită dimensiunii s-a folosit un ROI eliptic cu o suprafață de 250 mm², în timp pentru pancreas dimensiunea acestuia a fost de 100 mm². De menționat că la nivelul pancreasului s-au căutat zonele de parenchim cel mai puțin supuse autolizei (20). În cazul rinichilor măsurătorile au fost făcute diferit în funcție de fazele PMACTm, astfel că în cazul fazei native, dat fiind faptul că nu există o deliniere clară între corticala și medulara renală(21), s-a folosit un ROI eliptic cu o arie de 110 mm², în timp ce, pentru celelalte trei faze ale PMACTm, s-au folosit ROI-uri circulare sau eliptice cu o arie de doar 10 mm², care au fost plasate în fiecare dintre faze atât la nivelul corticalei, cât și medularei renale a ambilor rinichi.

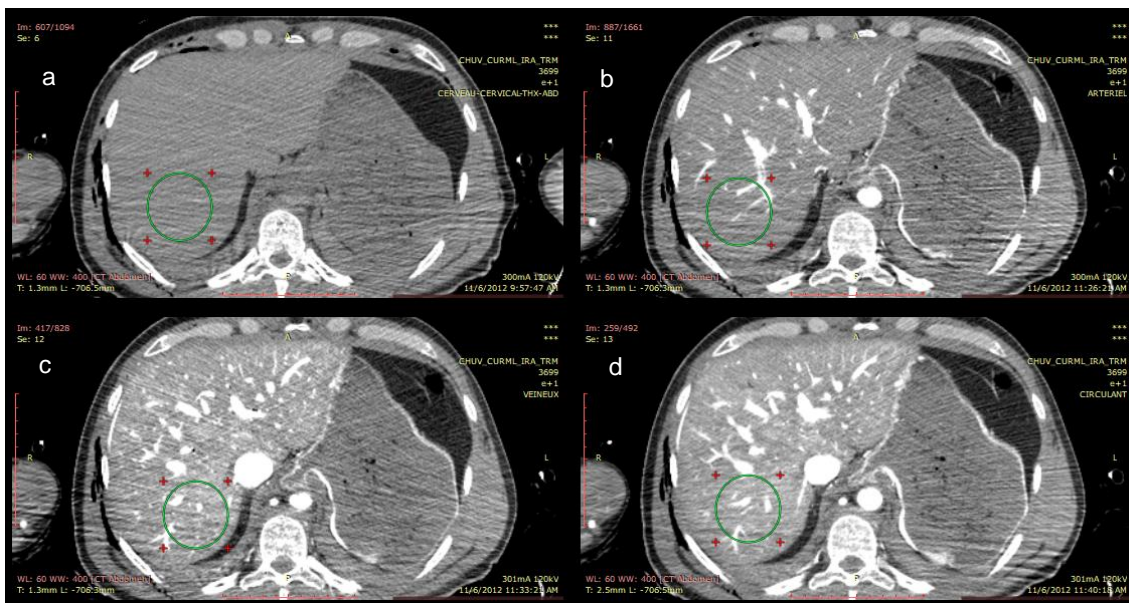


Figura 6 Măsurători în plan axial efectuate la nivel hepatic în fazele PMACTm (a – fază nativă, b – fază arterială, c – fază venoasă, d – fază dinamică).

Rezultate

Grupul de studiat a fost constituit din 45 de cazuri medico-legale investigate în cadrul CURML (Tabelul 3), dintre care 26 de bărbați (57.8%) și 19 femei (42.2%). În ceea ce privește indicele de alterare cadaverică, la nivelul lotului de studiu acesta a avut o valoare medie de 13.24 (18.87).

Analizând în totalitatea lor datele rezultate prin măsurătorile efectuate la nivelul lotului de studiat am observat că am obținut un ICC al reproductibilității care variază de la mediu la foarte bun în funcție de localizare și tipul de imagine analizată, funcție de faza de achiziție CT.

Pentru a stabili posibilitatea obținerii unor valori de referință în ceea ce privește densitățile structurilor analizate și modul acestora de a capta substanța de contrast post-mortem, am calculat pentru fiecare dintre fazele PMaCTm, valorile medii ale densităților structurilor anatomic evaluate, rezultate fiind descrise în Tabelul 4.

Tabelul 3 *Descrierea demografică*

Caracteristicile lotului	% / Medie	n / SD
Bărbați	57.8%	(26)
Cauza decesului		
Naturală – origine cardiac	51.1%	(23)
Naturală – altă origine	6.7%	(3)
Traumatică	22.2%	(10)
Moarte violentă non-traumatică	8.9%	(4)
Alta	11.1%	(5)
Vârstă	52.24	(15.87)
BMI	26.2	(4.7)
Decalaj post-mortem [zile]		
Deces până la PMaCTm	1.4	(0.7)
PMaCTm până la autopsie	0.6	(0.2)
Deces până la autopsie	2	(0.7)

În urma analizei efectuate am observat că țesuturile răspund diferit la produsul de

contrast, fiecare având curbe de încărcare relativ specifice (Figura 7), în timp ce unele regiuni reacționează cu o creștere a intensificării, altele au doar o mică captare a substanței de contrast sau chiar reacționează într-un model curb.

Totuși, este evident faptul că țesuturile vasculare sunt mai responsive în a capta substanță de contrast, prin urmare au o densitate crescută în fazele PMaCTm, față de cele mai puțin vascularizate.

De asemenea, observăm că există o mare variabilitate atunci când considerăm răspunsul dintre indivizi, astfel că am încercat modelarea acestor diferențe. Dat fiind faptul că diferențele dintre parametrii post mortem și cei ante-mortem sunt date de degradarea cadavrului, am încercat să corelăm curbele obținute cu indicii de alterare (22), dar nu s-au putut stabili ecuații de regresie care să se poată corela cu RAI.

Tabelul 4 Valorile densităților (UH) în funcție de structură și faza PMaCTm

structura anatomica	nativ		arterial		venos		dinamic	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
nucleu caudat	38.07	4.17	46.31	7.01	46	6.19	46.87	7.12
falx cerebri	44.62	7.92	62.4	8.52	63.71	8.57	64.13	9.38
ficat	51.78	12.49	61.31	16.97	142.98	46.54	135.91	53.8
splină	55.87	10.9	153	67.39	159.24	71.87	173.87	73.57
pancreas	47.91	13.75	161.89	69.05	168.82	61.19	179.11	64.24
rinichi dr	46.29	10.13	n/a		n/a		n/a	
rinichi stg	45.69	9.27	n/a		n/a		n/a	
medulară renală dr	n/a		56.89	22	64.36	23.75	67.76	25.8
corticală renală dr	n/a		145.56	40.64	147.53	46.08	156.58	42.77
medulară renală stg	n/a		61.07	25.32	62.84	27.19	69.18	28.86
corticală renală stg	n/a		145.89	47.77	146.8	47.6	154.8	50.55

Discuții

Măsurătorile tomografice reprezintă modul principal de a ajunge la un diagnostic radiologic în marea majoritate a cazurilor, cunoscându-se valorile standard ale densităților diverselor structuri anatomice și comportamentul acestora vis-a-vis de încărcarea cu substanță de contrast (23,24). Deși acest comportament este cunoscut în cazul examinărilor pacienților în vivo (25), valorile nu sunt transferabile la imagistica post mortem (26). Aceste valori diferite între investigațiile ante și post-mortem au diverse cauze, printre care ar fi stadiul de alterare cadaverică (27), dar nu ne putem rezuma la acesta.

Dat fiind că în cazul angiografiei CT, modul de opacifiere al vaselor, respectiv al structurilor tisulare depinde de o serie de factori, cum ar fi modificările de permeabilitate ale vaselor și modificările structurale tisulare care permit un grad de extravazare a substanței de contrast la nivelul acestora (28,29). De asemenea, trebuie luată în considerare diferențele dintre substanțele de contrast folosite, deși atât pentru examinările în vivo, cât și ex vivo, acestea sunt substanțe iodate, în primul caz se folosesc substanțe hidrofile hipo- sau izo-osmolare (30), spre deosebire de cazul examinărilor PMACTm, în care se folosește o substanță lipofilă(31,32).

Pentru fiecare dintre structurile evaluate a fost posibil să se atribuie un set de valori de referință și de asemenea modelarea unui pattern de încărcare, de exemplu, nucleul caudat și falx cerebri au reacționat similar la PMACTm, printr-o creștere a încărcării în faza arterială, urmată de scăderea progresivă în timpul fazelor venoase și dinamice.

Considerând glanda tiroidă și parenchimul hepatic, acestea au prezentat o creștere continuă în timpul celor trei faze injectate ale PMACTm. În ceea ce privește splina și parenchimul pancreatic din rezultatele studiului reiese că valorile UH măsurate în fazele de încărcare cu substanță de contrast ale PMACTm au reprezentat valori stabile în timpii arterial, venos și circulant.

Pentru prima dată, studiul de față a permis obținerea unor valorile de referință ale UH pentru imagistica post-mortem. Atât existența unor valori de referință cât și a unor modele de încărcare cu substanță de contrast sunt, pe de o parte, importante pentru interpretarea corectă a constatărilor și, pe de altă parte, discrepanțele față de aceste valori pot fi corelate de cauze specifice de deces și, prin urmare, oferă un indiciu în investigația morții medico-legale.

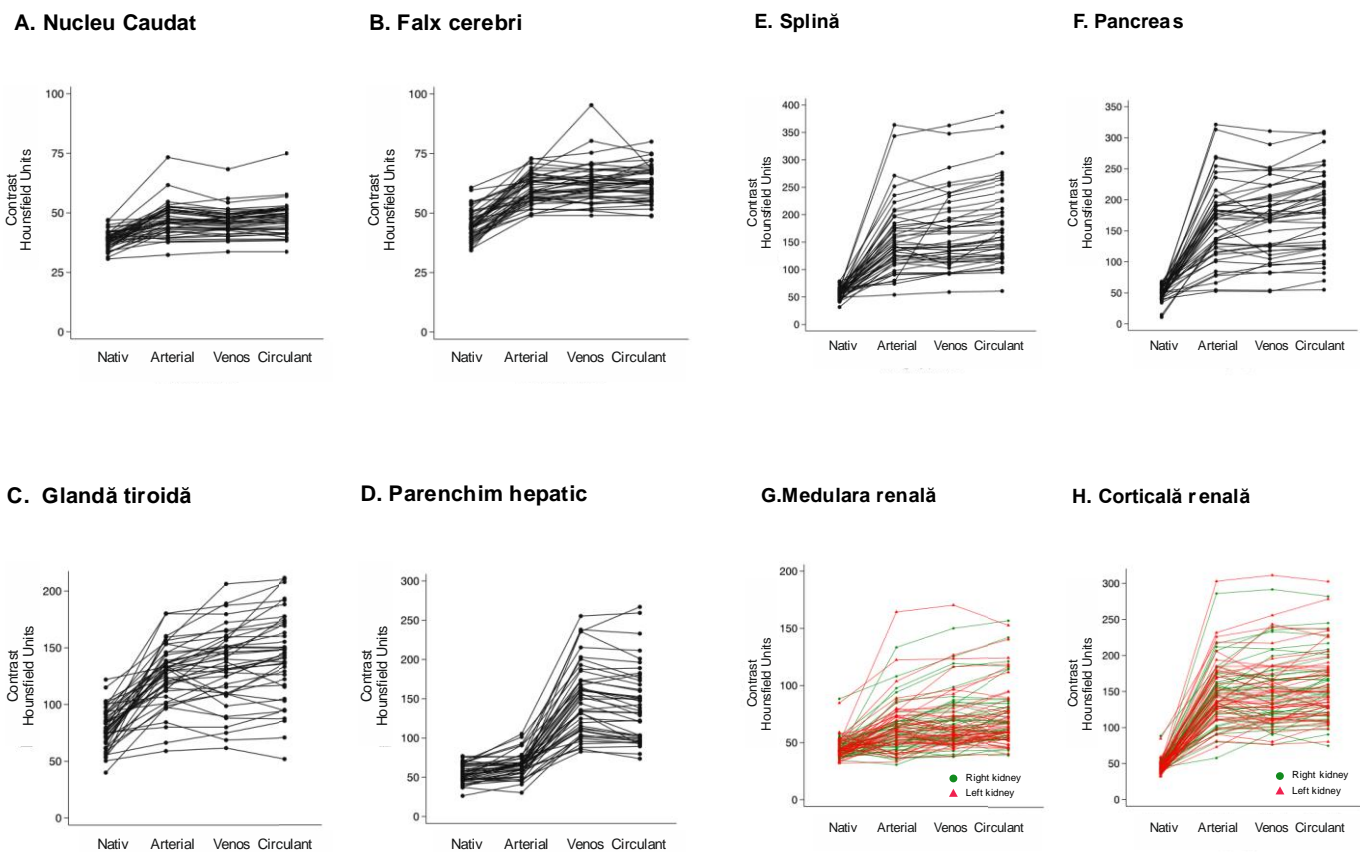


Figura 7 Curbe individuale de încărcare ale structurilor analizate în fazele PMaCTm

Evaluarea sistemului cardiovascular prin intermediul angiografiei CT post-mortem – corelarea cu rezultatele obținute la autopsie

Obiectivele studiului

Angiografia CT post-mortem este metoda de elecție pentru investigarea post mortem a sistemului cardiovascular (33), fiind practică în mai multe centre medico-legale și servicii de imagistică din mai multe țări (10).

Protocolul standard realizat de Grabherr et al. oferă PMaCTm diverse avantaje, având trei timpi angiografici de injectare: angiografia CT post mortem multifazică (PMaCTm). Ultima dintre acestea permite o bună opacifiere și vizualizare a sistemului cardiovascular. Mai mult decât atât, MPMCTA este metoda de elecție pentru vizualizarea patologiilor vasculare, precum disecțiile, aneurismele, rupturile, stenozele sau ocluziile. Cu toate acestea, până la momentul prezentului studiu, nu există studii în ceea ce privește fezabilitatea

măsurătorilor cardiovasculare prin tehnica PMaCTm, care să includă comparații cu măsurătorile efectuate la autopsie, deși în unele studii există referiri la unele măsurători cardiovasculare efectuate pe scanări CT post mortem fără injectare de substanță de contrast (34).

Prin urmare, obiectivul acestui studiu este să evalueze măsurătorile cardiovasculare efectuate pe scanări CT fără substanță de contrast și în cei trei timpi ai PMaCTm, pentru a descoperi care din aceste patru faze ale scanărilor CT post-mortem se corelează cel mai bine cu măsurătorile efectuate în cadrul autopsiilor clasice medico-legale.

Materiale și metode

În studiul de față au fost incluse 50 de cazuri post-mortem, ce au fost aduse pentru stabilirea cauzei decesului, la CURML, între octombrie 2013 și iunie 2014. Criteriile de excludere au fost: cazurile cu stimulator cardiac, valve cardiace implantate, by-pass-uri coronariene, stentări sau alte intervenții chirurgicale cardiace, cazurile de politraumă, precum și cazurile de disecție ale aortei toracice ce au asociat tamponadă cardiacă.

Încă de la începutul studiului s-au stabilit locațiile anatomice secționale unde vor fi făcute măsurătorile radiologice CT, pentru fiecare dintre structurile cardio-vasculare analizate.

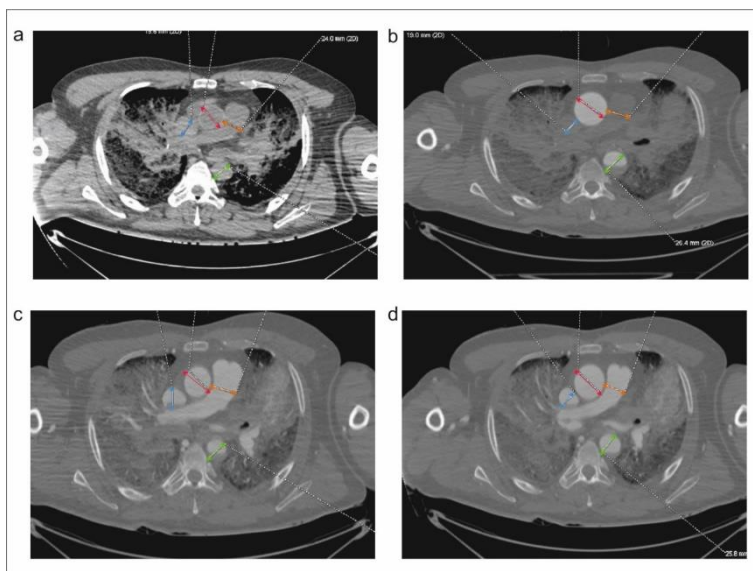


Figura 8 Măsurători în plan axial ale structurilor vasculare toracice: aortă ascendentă (roșu), trunchi de arteră pulmonară (portocaliu), aortă descendentă (verde), vena cavă superioară (albastru). Măsurătorile au fost făcute în axul scurt al vaselor pe toate fazele PMaCTm: a. nativ, b. arterial, c. venos, d. circulant

Un prim plan axial ales pentru măsurători este reprezentat de planul emergenței trunchiului arterei pulmonare, cu vizualizarea arterei pulmonare de partea dreaptă. La acest nivel au fost măsurate diametrele aortei toracice ascendente și descendente, venei cave superioare și trunchiului arterei pulmonare (Figura 8). Menționăm că aceste abordări au fost gândite astfel încât să poată fi utilizate de non-radiologi.

Măsurătorile de la nivelul cordului (Figura 9) s-au efectuat utilizând un plan specific pentru vizualizarea cavităților cardiace, atât în imagistica CT, cât și IRM. S-a folosit o reconstrucție multiplanară, obținându-se un plan patru-camere, derivat din algoritmul propus de Lu și colaboratorii (35).

Indexul cardio-toracic (ICT) a fost măsurat conform metodelor propuse în literatură (34) constând în găsirea și măsurarea într-un plan axial a diametrului cardiac maxim de la dreapta la stânga.

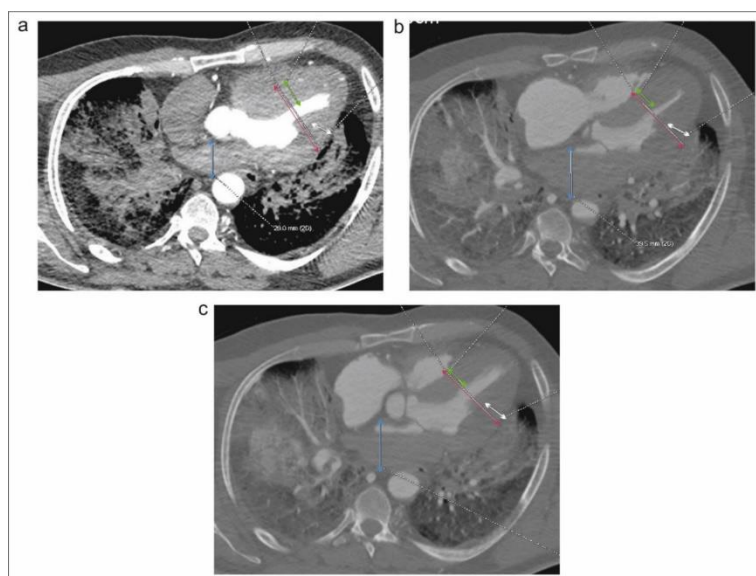


Figura 9 Măsurători efectuate la nivelul cavităților cardiace stângi, reconstrucție multiplanară în axul lung al cordului, în timpi arterial (a), venos (b), circulant (c). Se vizualizează atriul stâng (albastru), diametrul transvers al ventriculului stâng (roșu), septul interventricular (verde) și peretele lateral al ventriculului stâng (alb).

Rezultate

Grupul de studiat a fost constituit din 50 de cazuri medico-legale investigate în cadrul CURML (Tabelul 5), dintre care 39 de bărbați (78%) și 11 femei (22%).

Autopsiile efectuate după examinările radiologice permit o comparație directă între diametrele aortice măsurate pe imaginile achiziționate după scanarea CT și circumferințele aortei măsurate clasic în timpul disecției. O corelație bună a fost obținută între timpul

circulant și timpul considerat ca fiind cel mai bun pentru a estima valoarea măsurată la autopsie. Ceilalți timpi ai PMaCTm și scanarea CT nativă au fost mai puțin precise pentru a măsura diametrul real al aortei (nativ = 8.6; arterial = 13.2; venos = 3.9).

Măsurarea aortei abdominale a arătat rezultate similare. Corelația dintre timpul circulant și autopsie a fost la fel de bună ($R^2 = 0.486$; $p < 0,001$) (Figura 5.7), iar analizele BIC au arătat avantajele majore pentru efectuarea măsurătorilor în timpul circulant (nativ = 19,2, arterial = 14,7, venos = 6,2).

Măsurătorile pentru evaluarea grosimii peretelui cardiac (peretele ventriculului drept și stâng și septul interventricular) au fost efectuate la autopsii, la fel ca și în cazul anterior amintit al diametrelor aortice. Cu toate acestea, măsurătorile acestor grosimi nu au prezentat nicio corelare. R^2 a fost calculat pentru grosimea peretelui ventricular drept și stâng, precum și a septului interventricular, valorile acestuia fiind de 0,004, 0,07 și respectiv 0,087.

Tabelul 5 *Descrierea demografică*

Caracteristicile lotului	% / Medie	n / SD
Bărbați	78%	(39)
Cauza decesului		
Naturală – origine cardiac	20%	(10)
Naturală – altă origine	20%	(10)
Traumatică	30%	(15)
Intoxicație	6%	(3)
Alta	24%	(12)
Vârstă	58.2	(18.3)
BMI	27.2	(4.8)
Decalaj post-mortem [zile]		
Deces până la PMaCTm	1.4	(0.7)
PMaCTm până la autopsie	0.6	(0.2)
Deces până la autopsie	2	(0.7)

Nu a existat nici o corelație între ICT și masa inimii în timpul circulant (Tabelul 6) ($R^2 = 0,075$; $p < 0,05$). Cu toate acestea, am constatat că există o corelație semnificativă între

diametrul cardiac maxim măsurat în timpul circulant și masa cardiacă (Tabelul 6) ($R^2 = 0,418$; $p < 0,001$) (figura 5.8). Am constatat că se poate ajunge la o relație matematică astfel:

- În timpul circulant – relativ la masa cardiacă (măsurată în grame)
Masa cardiacă = diametrul cardiac (mm) x 6.1 - 397
- În timpul venos – relativ la masa cardiacă (măsurată în grame)
Masa cardiacă = diametrul cardiac (mm) x 6.0 – 384

Tabel 6 Corelații între ICT sau diametrul cardiac măsurate la CT și masa cardiac cântărită la autopsie inclusiv o comparație detaliată a măsurătorilor dintre faza dinamică și celelalte faze al PMaCTm (nativă, arterial și venoasă)

	Timp circulant R^{2+} ; n	Faze alternative		
		Nativ R^{2+} ; n; BIC‡	Arterial R^{2+} ; n; BIC‡	Venos R^{2+} ; n; BIC‡
ICT	0.075*; 50	0.044; 50; 1.6	0.044; 50; 1.6	0.09*; 50; -0.8
Diametru cardiac	0.418***; 50	0.262***; 50; 11.9	0.290***; 50; 9.9	0.421***; 50; - 0.2

Test de semnificație prin regresie liniară * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $p < 0.001$

+ R^2 ajustat prin metoda Mc Fadden

‡ Criteriul BIC corespunde diferenței de predictibilitate a informațiilor obținute în cursul autopsiei convenționale și a timpilor aternativi de achiziție CT comparate cu cele din timpul circulant

Analiza Bland-Altman ne arată că această formulă tinde să supraestimeze masa inimilor considerate ușoare (300 g) cu aproximativ 75 g și să supraevalueze masa inimilor considerate grele (700 g) cu 100 g în mod liniar. În cele din urmă, analizele BIC ale celor mai bune două modalități (timpul venos pentru ICT și diametrul cardiac maxim) pentru a obține cea mai bună corelație cu masa cardiacă au avut avantajul de a utiliza diametrul cardiac maxim, în loc de CTR, în timp venos (BIC = 22,5).

Discuții

Datorită modificărilor importante ce survin post-mortem, nu pot fi aplicate întru totul valorile cut-off ale parametrilor radiologici folosite în clinică. Acesta este motivul pentru

care găsierea unor noi măsurători radiologice ușor de corelat cu rezultatele autopsiei este esențială în domeniul imagisticii post-mortem.

Studiul de față este menit să răspundă următoarelor întrebări:

1. măsurătorile cardiovasculare efectuate post-mortem prin intermediul PMCT și PMACTm corespund celor obținute la autopsie? și
2. în ce fază a MPMCTA poate fi obiectivată cea mai bună corelație?

Conform rezultatelor obținute, cercetarea dimensiunilor aortei descendente și abdominale în faza dinamică a arătat cea mai strânsă legătură cu determinările de la autopsie. În plus, analiza BIC arată importanța efectuării măsurătorilor în timpul circulant de achiziție PMACTm. Deși este bine-cunoscut faptul că diametrul aortei scade post-mortem (36), acest fenomen este atenuat în intensitate datorită creșterii diametrului vasului după administrarea unei substanței de contrast lipofile (37).

În ceea ce privește slaba corelare dintre grosimea pereților cordului măsurați la PMACTm și cea obținută la autopsie, rezultatele sunt neașteptate. Mai mult, analiza BIC nu a arătat nici un avantaj în efectuarea măsurătorilor pereților cardiaci și a septului interventricular în timpul circulant al PMACTm.

În ceea ce privește corelarea măsurătorilor valvelor cardiace obținute în urma autopsiei, cu măsurătorile cavitațiilor cordului obținute în urma analizei investigațiilor CT, rezultatele obținute sunt relativ surprinzătoare. Analiza statistică nu a arătat nici o legătură între cele două elemente evaluate prin cele două tehnici.

O bună interdependență a fost găsită între masa cordului și diametrul cardiac maxim măsurat în fazele PMACTm venoasă și circulantă. Analiza BIC întărește necesitatea măsurării diametrului cardiac maxim în aceste două faze mai sus amintite. Aceste descoperiri sunt importante întrucât se consideră că valoarea masei cardiace poate fi un factor predictor important în ceea ce privește apariția cardiomiopatiilor (38).

Cu toate aceste neajunsuri, studiul de față subliniază utilitatea PMACTm, mai ales în ceea ce privește achiziția în timpii săi venos și circulant, pentru evaluarea masei cardiace. Studiul arată de asemenea nevoia de a avea o examinare CT post-mortem cu contrast, în cursul căreia să se obțină o umplere eficientă a cavitațiilor cardiace, în vederea obținerii unor măsurători care să se coreleze semnificativ cu masa cardiacă.

Evaluarea PMCT ca nouă metodă în analiza medico-legală a rănilor produse prin împușcare.

Obiectivele studiului

Studiul de față pleacă de la ideea că o analiză detaliată a cazurilor de decese prin împușcare, ajunse în institutele de medicină legală, se poate efectua cu ajutorul investigațiilor imagistice CT, pentru anumite cazuri selectate, cu o sensibilitate comparabilă cu autopsiile clasice (9,10,16). PMCT vine în ajutorul medicului legist în evaluarea spețelor medico-legale, având utilitate în proporții diferite, în funcție de leziunile de urmărit în cazul fiecărui caz de deces. În unele cazuri PMCT poate oferi informații identice cu autopsia, iar alteori PMCT, mai ales urmat de PMACTm, oferă confortul unor informații complementare ce pot ajuta legistul la stabilirea cauzelor ce au dus la deces (10,29).

Ca și în studiul medico-legal clasic și în cel balistic asupra cadavrului, pentru a putea avea o evaluare pertinentă a tuturor aspectelor unui caz de deces prin acțiunea armelor de foc, investigația PMCT trebuie să răspundă unei serii de întrebări (39). În studiul de față s-a încercat, prin intermediul scanărilor PMCT, folosind imagini axiale, reconstrucții CT 2D multiplanare și multiplanare oblice, precum și alte tipuri de reconstrucții speciale să evaluez: numărul și localizarea orificiilor de intrare și de ieșire de la nivelul cadavrului; numărul și localizarea orificiilor de ieșire; descrierea traiectoriilor plăgilor împușcate; leziunile intra-somatice asociate; riscul de atingere al structurilor vitale; zonele anatomice afectate; elementele măsurabile ale plăgilor (lungimea, lățime, adâncime); prezența sau absența proiectilelor sau fragmentelor acestora la nivel somatic

Materiale și metode

Între anii 2012 și 2014 au fost aduse la CURML, pentru investigații medico-legale, un număr de 20 de victime decedate în urma unor traume provocate prin acțiunea armelor de foc, care au fost investigate imagistic, printr-o scanare CT nativă, urmată sau nu de PMACTm și apoi de autopsia medico-legală. Investigațiile imagistice ale cazurilor mai sus amintite au fost extrase din arhiva PACS a CURML .

Analiza imagistică a constat în evaluarea verificarea indicelui RAI, urmată de o serie de descrieri și măsurători specifice în cazul victimelor armelor de foc. Astfel, conform

obiectivelor prezentului studiu s-a urmărit descrierea și cuantificarea rănilor produse la intrarea, respectiv ieșirea proiectilelor în și de la nivelul corpului.

Măsurătorile necesare pentru analiza plăgilor, precum și analiza traiectoriei proiectilelor a fost efectuată folosind reconstrucții multiplanare 2D și 3D oblice, reconstrucții tip MIP (Figura 10) și de tip VR (Figura 11), permițând astfel urmărirea traiectoriilor prin formarea unor planuri paralele cu planurile leziunilor și imagini de ansamblu.

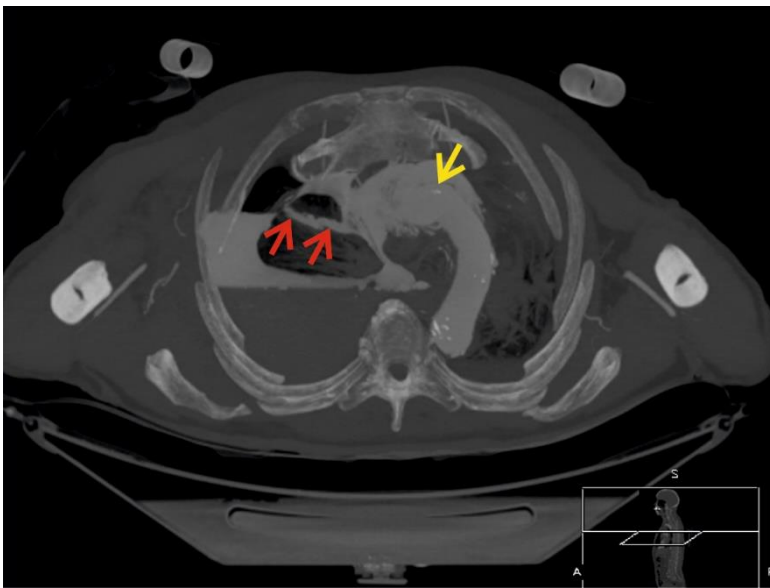


Figura 10 Reconstrucție MIP în plan axial, pe care se evidențiază traiectoria unui glonț prin parenchimul pulmonar (săgeți roșii) și o leziune la nivelul crosei aortei (săgeată galbenă)

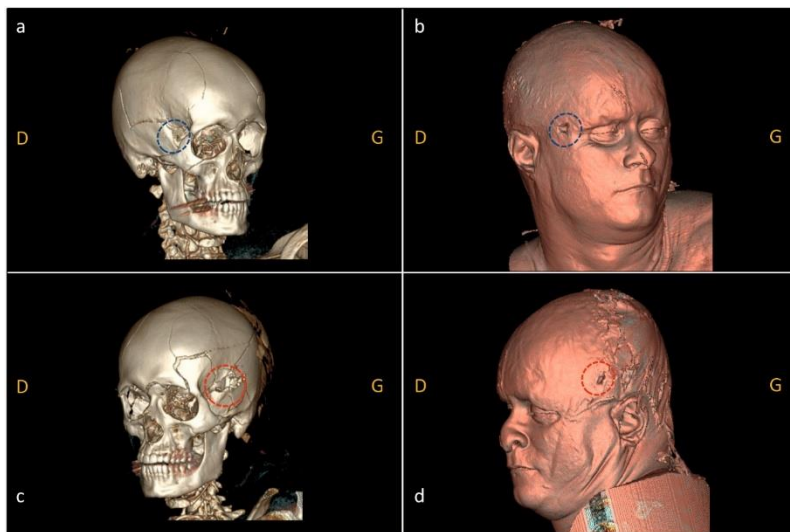


Figura 11 Reconstrucție 3D de tip VR la nivel cranian, cu filtre diferite pentru o mai bună vizualizare a structurilor osoase (a, c) și a planului cutanat (b și d), evidențiind orificiul de intrare (cerc albastru), respectiv de ieșire (cerc roșu)

Rezultate

Grupul de studiu a fost format din 20 de cazuri, acestea respectând criteriile de includere în studiu, mai exact efectuarea doar a unei scanări PMCT nativă (n = 13) sau PMaCTm (n = 7), scanarea nativă fiind inclusă, urmată de autopsia medico-legală (n = 20). Caracteristicile lotului studiat sunt prezentate în tabelul , 70% (n = 15) dintre subiecți fiind bărbați și 30% (n = 5) femei.

În ceea ce privește evaluarea orificiilor de intrare prin intermediul scanărilor PMCT, aceasta a dus la descoperirea unui număr total de 53 orificii de intrare, cu o medie de 2.65 (SD 2.9), individual la nivelul victimelor descoperindu-se un minim de 1 orificiu și un maxim de 14 orificii de intrare produse prin acțiunea proiectilelor. În rapoartele medico-legale, conținând informațiile obținute în urma examinărilor externe ale cadavrelor și autopsiilor, au fost descrise la nivelul lotului studiat un număr total de 61 orificii de intrare.

Tabelul 7 *Descrierea demografică*

Caracteristicile lotului	% / Medie	n / SD
Bărbați	70%	(15)
Tipul de agresiune		
Auto – agresiune	55%	(11)
Hetero – agresiune	45%	(9)
Vârstă	42.4	(15.7)
Decalaj post-mortem [zile]		
Deces până la PMaCTm	1.1	(0.9)
PMaCTm până la autopsie	0.15	(0.3)
Deces până la autopsie	1.25	(0.9)

Examinarea PMCT a permis de asemenea evidențierea orificiilor de ieșire. Acestea din urmă au fost în număr total de 23, cu o medie de 1.15 (SD 0.9), la nivel individual având valori de la 0 până la un maxim de 7 orificii de ieșire. Studiarea rapoartelor medico-legale a dus la descoperirea a 25 orificii de ieșire în urma traumelor cu arme de foc.

Analizând în totalitatea lor orificiile, atât cele de intrare, cât și cele de ieșire (Figura 12), descoperite în cazul deceselor provocate prin intermediul armelor de foc prin intermediul scanărilor PMCT, am identificat 19.7% (n = 15) dintre acestea ca fiind prezente numai la nivelul capului și gâtului, 11.9% (n = 9) având localizare exclusiv toracică, în timp ce, cele mai multe (68.4% , n = 52) au avut o distribuție aleatorie la nivelul mai multor segmente anatomice.

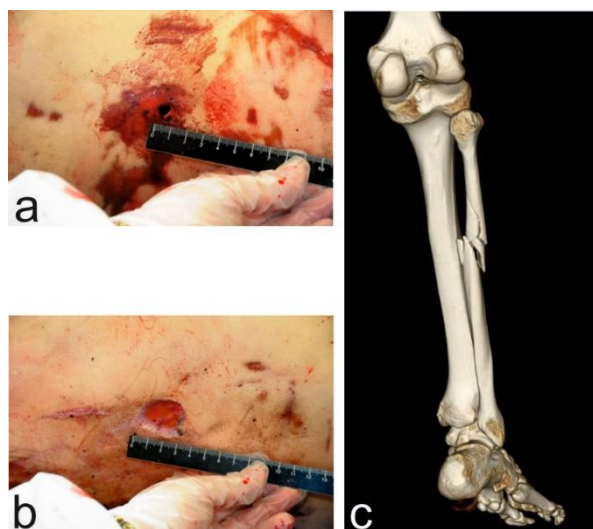


Figura 12 Fotografii ale orificiilor de intrare (a) și ieșire (b) ale unui proiectil la nivelul gambei. Reconstrucție 3D tip VR cu filtre pentru os care arată o fractură complexă, cominutivă la nivelul peroneului, consecință a pasajului glonțului la nivelul gambei.

Pe primul loc al frecvenței regiunilor afectate, în cazurile de împușcături cu distribuție aleatorie, multiplă la nivelul diverselor segmente anatomice, se află capul, 30% dintre leziuni. Următorul segment anatomic afectat ca frecvență este reprezentat de gât cu 22%.

Evaluarea imagistică a leziunilor intra-somatice, a relevat faptul că persoanele decedate prin împușcare din lotul studiat au avut 60% (n = 12) între 1 și 4 leziuni generate prin acțiunea gloanțelor asupra organismului, 25 % (n = 5) între 5 și 9 leziuni, iar restul în cazul a 3 victime s-a descoperit un număr egal sau mai mare de 10 leziuni intra-somatice, maximul descoperit fiind de 28.

Comparând frecvența organelor afectate prin împușcare cu cauzele de deces asociate lor (Figura 13), se observă că în cazul plăgilor împușcate de la nivelul capului, acestea au dus la deces de fiecare dată. Pe de altă parte decesele de cauză pulmonară au fost mai dese decât frecvența cu care sistemul respirator a fost lezat.

În cazul vaselor mari chiar dacă a existat o leziune directă a acestora, în general decesul a apărut datorită unei cauze de embolie, de obicei gazoase și cantității mari de aer ajunsă la nivel cardiac sau pulmonar. Miocardul a fost atins în 12% din cazuri, dar a reprezentat o cauză directă a decesului în doar 5% din cazuri din lot.

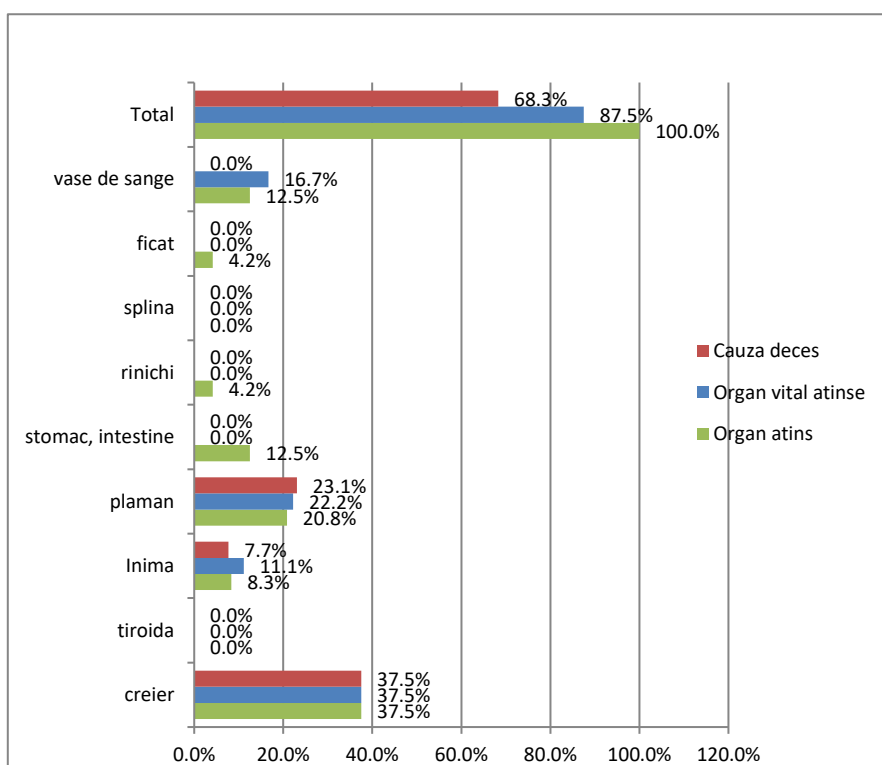


Figura 13 Analiza comparativă între raportul dintre organele atinse de proiectil și cauza decesului

Din lotul de studiat, am putut pune în evidență, cu acuratețe, traiectoriile în 90% (n = 18) dintre cazuri. Din analiza traiectoriilor, combinația cea mai des întâlnită la nivelul lotului studiat reiese ca fiind cu punct de intrare din anterior către posterior, dinspre cranial spre caudal, de la stânga la dreapta.

La nivelul lotului s-au identificat proiectile, proiectile secundare sau fragmente ale acestora în 80% dintre cazuri. Număr total al corpurilor străini ce au putut fi identificați ca proiectile sau fragmente de proiectile în urma investigațiilor PMCT a fost de 45, cu o valoare medie a numărului de fragmente identificate de 2.25 (SD 3.6). Număr individual maxim individual de proiectile sau fragmente ale acestora identificate PMCT a fost de 17.

Comparativ cu autopsia medico-legală, prin PMCT am reușit decelarea, la nivelul lotului studiat, a 86.8% (n = 53) din orificiile de intrare ale proiectilelor și a 88% (n = 23) din orificiile de ieșire ale acestora. Aplicând testul Kendall Tau-b am obținut un coeficient de corelație $K = 0.94$ în cazul orificiilor de intrare și un coeficient de corelație de $K = 0.95$ în cazul orificiilor de ieșire ale proiectilelor. Considerând numărul total de leziuni evaluate, PMCT a decelat 83% din leziunile descrise la autopsia clasică.

Discuții

În ceea ce privește rezultatele obținute, acestea satisfac în cea mai mare măsură așteptările noastre, multe din ele fiind asemănătoare sau mai bune decât datele similare prezentate în literatura de specialitate (40,41). Cu toate acestea, trebuie menționat încă de la început că studiul este limitat de caracterul său retrospectiv și totodată de lotul mic de cazuri disponibile.

Considerând comparația dintre PMCT și autopsia clasică, rezultate sunt neașteptate în cazul evaluării orificiilor de intrare și ieșire ($K = 0.94$, respectiv $= 0.92$), acestea relevând un grad foarte mare de corelare, demonstrând astfel pertința examinării PMCT. Astfel, PMCT poate deveni un instrument foarte bun pentru evaluarea plăgilor cutanate provocate direct prin acțiunea proiectilului. De asemenea, identificarea regiunilor anatomice împușcate a fost făcută cu acuratețe în toate cazurile evaluate.

În ceea ce privește rezultatele obținute din analiza imagistică asupra leziunilor somatice considerate esențiale sau semnificative (10), acestea erau de oarecum de așteptat, fiind relativ similare cu cele din literatura de specialitate atât în cazul leziunilor osoase, cât și ale celor de țesuturi moi și structurilor parenchimotoase (10,16). Observăm în comparație cu literatura, în toate cele trei cazuri, o tendință de superioritate în rezultatele obținute în studiul de față, dar această tendință nu este semnificativă, cel mai probabil datorită lotului mic de cazuri și patologiei unice descrise, de deces prin arme de foc.

Așa cum am arătat, prin comparația dintre frecvența organelor afectate de acțiunea glonțului și leziunile provocatoare de deces ale indivizilor, se observă că în cazul plăgilor împușcate de la nivelul capului, acestea au dus la deces de fiecare dată. În opoziție se află decesele de cauză respiratorie, care au fost mai dese decât frecvența cu care pulmonul a fost lezat. Acest lucru poate fi explicat prin faptul că leziunile generate prin forța pe care o produce proiectilului prin pasajul lui pe lângă o anumită structură pot fi mult mai grave decât

leziunile produse direct asupra parenchimului de acțiunea directă a acestuia (42). De asemenea, deloc surprinzător a fost faptul că în cazurile în care evaluarea CT post-mortem s-a făcut cu administrare de substanță de contrast, gradul de detecție a crescut atât în cazul leziunilor de părți moi, cât și în cazul leziunilor structurilor parenchimatoase, acest lucru fiind în concordanță cu datele prezentate în literatură(43).

Așa cum era de așteptat PMCT are o sensibilitate și specificitate crescută în ceea ce privește detecția corpurilor străini de la nivelul corpului, în cazul de față a proiectilelor sau fragmentelor de proiectil rămase în urma acțiunii armei de foc. Deloc surprinzător a fost faptul că prin investigația imagistică s-au decelat mai multe fragmente ($k = 0.98$) de proiectil decât în timpul autopsiei. Astfel putem afirma că investigația imagistică efectuată anterior autopsiei, când discutăm despre prezența corpurilor străini, are o valoare clară în ghidarea medicului legist, devenind un instrument complementar extrem de folositor.

Rolul computer tomografiei în evaluarea medico-legală a plăgilor produse prin înjunghiere

Obiectivele studiului

Studiul de față pleacă de la ideea că o analiză detaliată a cazurilor de agresiune (auto – sau hetero – agresiune) prin instrumente tăietoare sau înțepătoare, ajunse în institutele de medicină legală, se poate efectua cu ajutorul investigațiilor imagistice CT, pentru anumite cazuri selectate, cu o sensibilitate comparabilă cu investigațiile medico-legale clasice (44,45).

Pentru evaluarea pertinentă a leziunilor produse prin acțiunea unor obiecte ascuțite, se impune să oferim răspuns unor problematici (46) cum ar fi: evidențierea orificiului de penetrare, morfologia răni la nivelul țesuturilor moi, efectele produse asupra structurilor osoase, descrierea traiectoriei plăgii înjunghiate, descrierea dimensională a plăgii înjunghiate, numărul și localizarea leziunilor somatice provocate direct sau asociate, prezența corpurilor străini, tipul de armă implicată, încercarea de a reconstitui circumstanțele incidentului.

Materiale și metode

În studiul de față, am folosit cazurile medico-legale legate de traume prin înjunghiere, evaluate imagistic, atât decese, cât și cazuri clinice, disponibile în perioada ianuarie 2011 – iulie 2015, la CURML.

Conform obiectivelor prezentului studiu, în cazul tuturor cazurilor, s-a urmărit descrierea și cuantificarea rănilor produse la intrarea în corp a obiectului penetrant, acest lucru efectuându-se urmărind planurile axiale și reconstrucții multiplanare sau oblice-multiplanare ale imaginilor achiziționate CT (Figura 14).

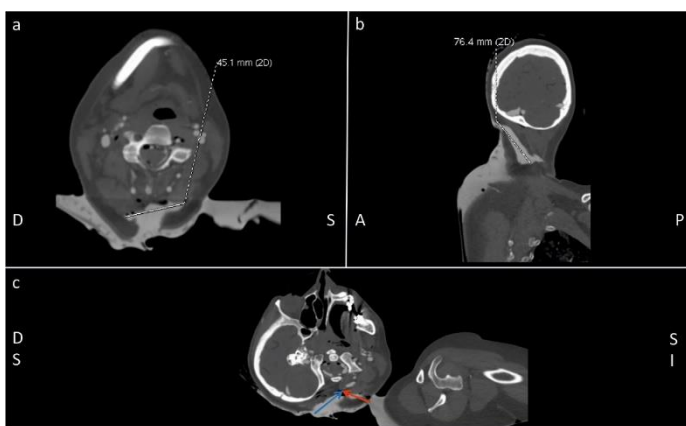


Figura 14 Achiziție PMACTm, cu reconstrucții 2D multiplanare în plan axial-oblic (a, c) și sagital-oblic (b) a unei dilacerări la nivel occipital, ce măsoară 7,6 x 4,5 cm (linii albe), formată din două plăgi (săgeata albastră, respectiv roșie)

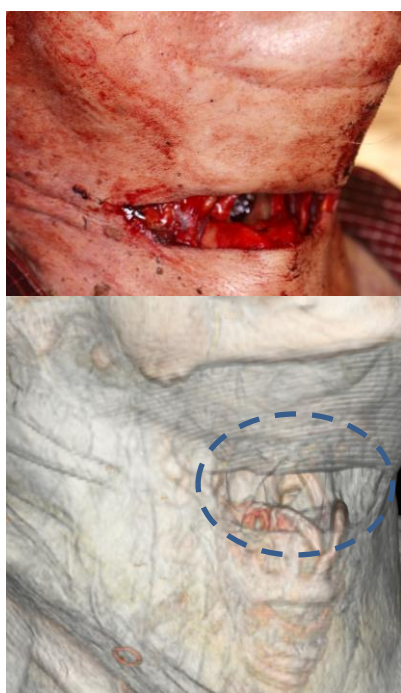


Figura 15 plagă prin înjunghiere la nivelul gâtului, anterior (foto CURML)

Figura 16 plagă prin înjunghiere (cerc albastru punctat) la nivelul gâtului, anterior, achiziție PMCT, reconstrucție 3D tip VR care evidențiază plaga de la nivelul regiunii anterioare a gâtului

Măsurătorile necesare pentru analiza plăgilor (Figura 15), precum și analiza traiectoriei de înțepare a fost efectuată folosind reconstrucții multiplanare 2D și 3D oblice, reconstrucții tip MIP și de tip VR (Figura 16), permițând astfel urmărirea traiectoriilor prin formarea unor planuri paralele cu planurile leziunilor și a unor imagini de ansamblu.

Rezultate

În cercetarea de față s-au studiat o serie de 29 de cazuri, dintre care investigații post-mortem au reprezentat 15 cazuri, iar cele in-vivo 14 cazuri. În funcție de tipul de agresiune la nivelul celor două loturi s-a constatat o mai mare pondere a victimelor unor hetero-agresiuni, această pondere fiind mai mare în lotul in-vivo, 71.4% (n = 10), față de 60% (n=9) în cazurile post-mortem . Caracteristicile demografice loturilor studiate sunt prezentate pentru ambele loturi în Tabelul 8.

Tabel 8
Caracteristicile demografice ale loturilor studiate

Caracteristicile lotului	% / medie	n / SD
<u>In - vivo</u>		
Bărbați	64.30%	9
Vârstă (ani)	42.8	15.7
BMI	26.4	4.3
Tipul de agresiune		
Auto-agresiune	71%	10
Hetero-agresiune	28.60%	4
<u>Ex-vivo</u>		
Bărbați	73.30%	11
Vârstă (ani)	39.13	11
RAI	24.86	14.7
Tipul de agresiune		
Auto-agresiune	60%	9
Hetero-agresiune	40%	6
Decalaj post-mortem (zile)		
Deces până la PMaCTm	1.2	1.3
PMaCTm până la autopsie	0	
Deces până la autopsie	1.2	1.3

În ceea ce privește evaluarea plăgilor prin intermediul scanărilor PMaCTm (Tabelul 7.2), aceasta a dus la descoperirea unui număr total de 84 plăgi penetrante, cu o medie de 5.6 (SD 6.3), individual la nivelul victimelor descoperindu-se un minim de 1 orificiu de intrare și un maxim de 26 plăgi penetrante.

Este important de menționat faptul că dintre plăgile descrise PMaCTm doar 7 sunt superficiale, restul fiind cu o adâncime de peste 1 cm. De altfel, am considerat ca fiind relevante pentru evaluarea medico-legală doar cele peste 2 cm. În rapoartele medico-legale, conținând informațiile obținute în urma examinărilor externe ale cadavrelor și autopsiilor, au fost descrise la nivelul lotului studiat un număr total de 56 orificii de penetrare.

Astfel avem o suprapunere de 69.4% între investigațiile PMaCTm și autopsie în ceea ce privește evidențierea numărului total de plăgi. Dacă ne raportăm la numărul de plăgi superficiale atunci suprapunerea scade semnificativ până la 15%, în timp ce evaluarea comparativă a plăgilor considerate relevante medico-legal sugerează o suprapunere de 100%.

În cazul PMaCTm, analizând numărul de plăgi descrise în fiecare dintre fazele investigației (nativ, timp arterial, timp venos și timp circulant), am observat că examinarea nativă aduce cele mai puține detalii descriind un număr de 51 plăgi, în timp ce în fazele ulterioare numărul de plăgi decelate devine din ce în ce mai mare (Figura 17). Aparent există o suprapunere destul de bună între fazele venoasă și dinamică, în ambele înregistrându-se același număr de plăgi ($n = 84$).

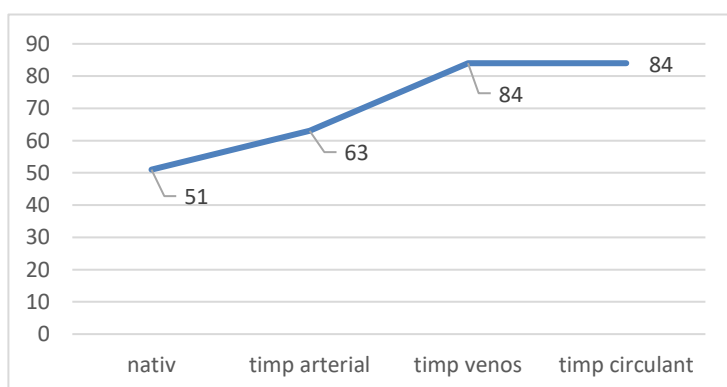


Figura 17 Dinamica vizualizării plăgilor cu ajutorul PMaCTm

În cazul supraviețuitorilor traumelor produse cu implicarea obiectelor ascuțite, evaluarea CT a decelat un număr de 27 de plăgi (84.4%) din totalul celor 32 descrise la

examinările medico-legale. Ca și în cazul lotului post-mortem, toate leziunile semnificative au fost descrise atât la examinarea medico-legală, cât și în cea imagistică.

În cazul examinărilor CT in vivo, analizând numărul de plăgi descrise înainte și după administrarea de substanță de contrast, am observat că examinarea nativă aduce cele mai puține detalii descriind un număr de 15 plăgi, în timp ce în timpii următori de achiziție numărul de plăgi decelate crește (n = 27).

În ceea ce privește analiza regiunilor implicate în dinamica plăgilor înjunghiate prin PMaCTm, observăm că în majoritatea cazurilor au fost afectate mai mult de o regiune, 46.7% (n = 7), în timp ce localizări uni-segmentare la nivelul gâtului și toracelui s-au înregistrat în 20% (n = 3) dintre cazuri, respectiv 33.3% (n = 5).

Aceeași analiză aplicată lotului de supraviețuitori ai traumelor prin înjunghiere arată că in vivo în majoritatea cazurilor au fost implicate mai multe segmente anatomice simultan, mai exact în 42.8% (n = 6) din cazuri, în timp ce leziuni uni-segmentare s-au înregistrat la nivelul toracelui 14.3% (n = 2), membrilor 14.3% (n = 2), respectiv gâtului 28.6% (n = 4) din numărul total de cazuri.

Din analiza comparativă între organele atinse prin înjunghiere și cauza decesului a rezultat că leziunile de la nivelul vaselor mari au reprezentat de fiecare dată cauza decesului. Leziunile pulmonare au generat aproximativ 50% din decesele de cauze respiratorii, în timp ce cordul a fost lezat în aproximativ 9% din cazurile prin înjunghiere de la nivelul lotului, dar din motive de decompensare reprezintă peste 13% din cauzele de deces. Privind totalul de leziuni prin înjunghieri comparativ cu cauzele decesului se poate observa, că leziunile cele mai importante generate prin arme cu tăiș și vârf înțepat au reprezentat în mod direct doar puțin peste 60% din cauzele decesului.

La nivelul lotul de studiat, am putut pune în evidență, cu acuratețe, în urma analizei examinărilor PMaCTm, traiectorii în 100% (n = 15) dintre cazuri. Din analiza traiectoriilor, combinația cea mai des întâlnită la nivelul lotului studiat reiese ca fiind cu punct de intrare din anterior către posterior, dinspre cranial spre caudal, de la dreapta la stânga.

Descoperirea și stabilirea localizării unor corpi străini la nivelul cadavrului reprezintă un alt element cercetat în prezentul studiu, astfel că prezența acestora a fost decelată în 2 dintre cazuri, în unul dintre ele fiind vorba chiar de arma crimei (n.r. cuțit), iar cel de-al doilea

de un fragment metalic la nivelul canalului arterei vertebrale (după descoperirea acestuia făcându-se identificarea armei crimei).

Discuții

Pentru a evalua în mod cât mai corect un caz medico-legal ce implică o agresiune cu un obiect cu vârf ascuțit sau tăios, atât computer tomografia cât și investigațiile medico-legale trebuie să răspundă unor întrebări cum ar fi numărul și locația plăgilor de penetrare, descrierea traiectoriei și dimensiunilor plăgii, descrierea leziunilor produse intra-somatic, determinarea leziunilor care au provocat decesul sau potențialul unor leziuni de a avea risc vital, precum și posibilitii corpi străini prezenți la nivelul corpului.

Considerând comparația dintre PMaCTm și autopsia clasică, rezultate sunt oarecum neașteptate în cazul evaluării plăgilor penetrante, cu o suprapunere de ansamblu între cele două modalități de examinare de 69.4%, acestea relevând un grad mediu de corelare. În această analiză am luat însă în calcul și modificările de la nivelul organismului produse post-mortem, mai ales cele de la nivelul pielii (19), astfel am luat în considerare analiza separată a plăgilor superficiale și a celor profunde, acestea din urmă fiind considerate ca având o adâncime de peste 1 cm. În ceea ce privește plăgile superficiale, de sub 1 cm, la examinările imagistice post-mortem s-a obținut un procentaj de doar 15% față de autopsie, în timp ce în cazul plăgilor penetrante cu o adâncime mai mare de 1 cm, s-a obținut o corelare de 100%, demonstrând astfel pertinenta examinării PMaCTm în cazul înjunghierilor.

La nivelul lotului in vivo, examinările computer tomografice cu injectare de substanță de contrast au reușit evidențierea leziunilor determinate prin înjunghiere într-o proporție de 84.4%, relevând astfel o corelare foarte bună cu examinarea medico-legală.

În ceea ce privește rezultatele obținute din analiza imagistică post-mortem asupra leziunilor somatice considerate esențiale sau semnificative (10), acestea erau de oarecum de așteptat, fiind relativ similare cu cele din literatura de specialitate atât în cazul leziunilor osoase, cât și ale celor de țesuturi moi și structurilor parenchimotoase (10,47).

Așa cum am arătat, prin comparația dintre frecvența organelor afectate și leziunile provocatoare de deces ale indivizilor, se observă că în cazul plăgilor prin înjunghiere cu atingere a vaselor mari, acestea au fost de fiecare dată cauza decesului. Este interesant totuși faptul că deși cordul a fost lezat în doar 9% dintre cazuri, rata de deces datorită complicațiilor

cardiace a fost mai mare. Cel mai probabil acest lucru se explică prin decompensarea cardiacă secundară determinată de leziunile asociate (48).

În ceea ce privește traiectoriile plăgilor, nu a existat întotdeauna consens între descrierea radiologică și cea făcută de medicii legiști la autopsie, dar acest lucru este oarecum de așteptat. Nu se poate însă afirma ca o metodă este superioară celeilalte, dat fiind faptul că ambele prezintă dezavantaje, în cazul imagisticii, modificările post-mortem, iar în cazul autopsiei, artefactarea corpului prin disecție (44). În cazurile analizate, la nivelul lotului, aparent, PMaCTm pare reuși descrierea traiectoriilor cu o acuratețe mai mare, dată fiind extravazarea substanței de contrast de-a lungul lungimii plăgii. Pe de altă parte nu toate plăgile au fost descoperite prin PMCT.

Concluzii

Lucrarea abordează problematica imagisticii post-mortem, mai specific fezabilitatea utilizării PMCT și PMaCTm în patologia medico-legală. Descrierea avantajelor și limitelor examinărilor radiologice post-mortem este un subiect de continuu interes în domeniul medicinei legale, acestea fiind încă incomplet descrise.

În ceea ce privește evaluarea tomografică a structurilor anatomice post-mortem, studiul de față a permis obținerea unor valori de referință ale UH pentru imagistica post-mortem, acest lucru fiind un prim pas în determinarea unor standardizări ale elementelor de diagnostic post-mortem.

Comportamentul diferit al structurilor evaluate, din timpul PMaCTm, a permis descrierea unor modele de încărcare cu substanță de contrast post-mortem: nucleul caudat și falx cerebri au o creștere a încărcării în faza arterială, urmată de scăderea progresivă în timpul fazelor venoase și dinamice, glanda tiroidă și parenchimul hepatic au o creștere continuă în timpul celor trei faze injectate ale PMaCTm, iar splina și parenchimul pancreatic au o creștere inițială în timp arterial, menținându-se apoi în platou în fazele venoasă și dinamică.

Posibilitatea de a defini valori de referință cât și modele de încărcare cu substanță de contrast sunt importante pentru a oferi o descriere radiologică corectă și aduc posibilitatea de a analiza discrepanțele față de aceste valori în vederea corelării cu anumite cauze specifice

de deces orientate la nivel de organ.

Odată cu dezvoltarea PMaCTm, analiza sistemului cardiovascular post-mortem via CT a devenit o practică uzitată la în multe centre din domeniul medicinei legale. Cu toate acestea, autopsia rămâne modalitatea de elecție pentru măsurătorile cardiace. Importanța măsurătorilor cardiovasculare efectuate imagistic post-mortem este justificată deoarece acestea pot decela existența unor patologii cardiovasculare.

Aorta descendentă și abdominală sunt două dintre structurile abordabile prin intermediul PMaCTm. Corelarea dimensiunilor aortei descendente și abdominale în faza dinamică a arătat cea mai strânsă legătură cu determinările de la autopsie, în această fază cele două structuri având cea mai bună umplere cu substanță de contrast.

Studiul de față argumentează folosirea fazei dinamice a PMaCTm pentru evaluarea sistemului vascular, în această fază obținându-se imagini calitativ superioare, oferind astfel posibilitatea de a măsura diametrul vaselor cu acuratețe. Mai mult, în acest timp volumul crescut de umplere intra-vasculară compensează aplatizarea vasului determinată de țesuturile înconjurătoare.

Studiul arată faptul că PMCT nu reprezintă încă o tehnică ce ar putea prezenta în detaliu țesuturile cardiace, nepermițând măsurarea cu precizie a grosimii miocardului.

Analiza statistică nu a arătat nici o legătură între măsurătorilor valvelor cardiace obținute în urma autopsiei și măsurătorile cavităților cordului obținute în urma investigațiilor CT post-mortem, în niciuna dintre fazele PMaCTm.

Masa cardiacă reprezintă un bun predictor al patologiei cardiace, în special al cardiomiopatiilor. Rezultatele studiului descriu o destul de slabă conexiune între determinarea în faza venoasă, cea în faza dinamică a ICT și masa cardiacă. Putem astfel afirma că nu există o corelație între ICT, obținut în urma măsurătorilor făcute pe scanări CT post-mortem native și cu substanță de contrast, și masa cardiacă obținută în urma autopsiei.

Referindu-ne tot la masa cardiacă, o foarte bună corelare a fost găsită între aceasta și diametrul cardiac maxim măsurat în fazele PMaCTm, venoasă și dinamică. Studiul subliniază nevoia injectării de substanță de contrast post-mortem în vederea obținerii unei umpleri cât mai eficiente a cavităților cardiace, pentru a permite o serie de măsurători care să se coreleze semnificativ cu masa cardiacă.

Conchidem astfel, că în continuare trebuie definite noi valori de referință pentru măsurătorile cardiovasculare efectuate post-mortem prin scanări CT native și PMaCTm, măsurători care să se apropie de datele furnizate în urma autopsiei medico-legale, care rămâne în continuare un gold-standard în această situație.

Din studiul asupra traumelor prin împușcare, rezultă că PMCT poate deveni un instrument de nădejde în evaluarea plăgilor cutanate provocate direct prin acțiunea proiectilului și identificarea cu acuratețe a regiunilor anatomice împușcate. În ceea ce privește evaluarea orificiilor de intrare și ieșire s-au obținut corelații excelente cu rezultatele prezentate în rapoarte de autopsie, demonstrând astfel relevanța PMCT.

În ceea ce privește leziunile somatice împușcate, considerate esențiale sau semnificative, observăm o tendință de superioritate a detecției, în rezultatele obținute în studiul de față, atât în cazul structurilor osoase, cât și ale țesuturilor moi și parenchimotoase. De asemenea, în cazurile în care evaluarea CT post-mortem s-a făcut cu administrare de substanță de contrast, gradul de detecție a crescut atât în cazul leziunilor de părți moi, cât și în cazul leziunilor structurilor parenchimotoase.

În cazul plăgilor determinate prin acțiunea unor obiecte ascuțite sau cu margini tăioase, există un grad de suprapunere de ansamblu mediu în detecția acestora, comparativ cu autopsia. De remarcat însă, că, în ceea ce privește plăgile penetrante profunde, acest grad de suprapunere este considerabil mai mare, fiind de fapt, total superpozabil cu autopsia.

De asemenea, este important faptul că în momentul în care evaluarea CT post-mortem s-a făcut cu administrare de substanță de contrast, gradul de detecție al plăgilor penetrante a crescut cu aproape 100%, față de investigația nativă. Totodată, prin injectarea de substanță de contrast, acest grad a crescut atât în cazul leziunilor de părți moi, cât și în cazul leziunilor structurilor parenchimotoase.

Atât în cazul traumelor balistice, cât și în cazul plăgilor prin înjunghiere, PMCT are sensibilitate și specificitate crescută în ceea ce privește detecția corpurilor străine de la nivelul corpului. Astfel reiterăm ideea că investigația imagistică efectuată anterior autopsiei, poate fi extrem de valoroasă în dezvoltarea unor tehnici direcționate, minim invazive.

În ceea ce privește pacienții supraviețuitori ai unor traume prin înjunghiere, imagistica reprezintă metoda de elecție, neinvazivă, de evaluare a bilanțului lezional și

prejudiciului produs. Rezultatele obținute în urma examinărilor computer tomografice cu injectare de substanță de contrast sunt într-o foarte bună corelație cu examinarea medico-legală, astfel că in vivo, imagistica devine parte integrantă a raportului medico-legal și a stabilirii prejudiciului produs.

Astfel, putem afirma că atât PMACTm, cât și examinările CT cu substanță de contrast in-vivo pot deveni un instrument foarte bun pentru evaluarea plăgilor cutanate provocate direct prin acțiunea instrumentelor înțepătoare. De asemenea, identificarea regiunilor anatomice înțepate sau tăiate a fost făcută cu acuratețe în toate cazurile evaluate.

În ceea ce privește traiectoriile plăgilor, nu a existat întotdeauna un consens între descrierea radiologică și cea făcută de medicii legiști la autopsie sau expertiza medico-legală clinică. Acest lucru este valabil atât în cazul traumelor cu arme de foc, cât și în cazul traumelor cu obiecte penetrante. Cu toate că cele două metode sunt diferite, niciuna dintre ele nu poate fi invalidată, având moduri de evaluare diferite.

În studiul de față am propus câteva elemente de evaluare imagistică care să poată răspunde pertinent întrebărilor medico-legale: cum ar fi modul de reconstrucție în vederea alinierii capetelor terminale ale plăgilor și obținerii unor direcții de penetrare, determinarea adâncimii plăgilor și reconstrucția tridimensională a eventualelor cavități, precum și elemente de evaluare a riscului de atingere a structurilor vitale, atât in vivo, cât și post-mortem.

Un alt avantaj al imagisticii post-mortem, comparativ cu autopsia, este capacitatea sa de documentare. Prin ”digitalizarea” cadavrului, imaginile acestuia pot fi oricând reexamine.

În ceea ce privește reconstrucțiile 2D și 3D, acestea sunt efectuate atât în scop diagnostic, cât și de documentare, ele fiind mult mai ușor de înțeles de experții non-radiologi implicați în evaluarea cazurilor medico-legale, mai ales când ne referim la prezentarea cazurilor în fața instanțelor.

Este important pentru un radiolog să înțeleagă că modul de reconstrucție trebuie să răspundă întrebărilor ridicate de legist și să ofere o vizualizare cât mai amplă a fiecărei leziuni descrise.

Deși încă utilizate la scară limitată, PMCT și PMACTM reprezintă metode puternice în ceea ce privește analizarea cauzelor deceselor, în special în evaluarea fatalităților cauzate de arme de foc și obiecte ascuțite sau tăioase, îmbunătățind considerabil expertiza medico-legală clasică.

Imagistica post-mortem are un potențial crescut în ceea ce privește diagnosticul plăgilor prin înjunghiere, ajutând la creșterea calității diagnosticului medico-legal, dar utilizarea complementară a diferitelor metode de expertiză medico-legale permite o evaluare cu adevărat completă și poate îmbunătăți ulterior acuratețea unei decizii finale referitoare la cauza decesului.

Abrevieri

AD – atriul drept

AS – atriul stâng

BIC – modelul de decizie Bayesian

CT – computer tomografie

CURML – Centrul Universitar Romand de Medicina Legala

DICOM – protocol (format fișier) utilizat pentru stocare de imagini în radiologie și imagistică medicală

DSA – angiografie cu substrație digitală

HU – unități Hounsfield

ICC – Intraclass correlation coefficient

ICT – indicele cardio-toracic

IMC – indice de masa corporală

MIP – multiplanar intensity projection

PACS – picture archiving and communication system

PMCT – computer tomografie post-mortem

PMACTm (MPMCTA)– post-mortem angioCT multifaza

R^2 – coeficient de determinare

RAI – indice de alterare radiologică

SD – deviație standard

VD – ventricul drept

VR – reconstrucții de tip Volume Rendering

VS – ventricul stâng

Bibliografie selectivă

1. Grabherr S, Grimm J, Dominguez A, Vanhaebost J, Mangin P. Advances in post-mortem CT-angiography. *Br J Radiol*. 2014;87(1036).
2. Roberts ISD, Benamore RE, Benbow EW, Lee SH, Harris JN, Jackson A, et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: A validation study. *Lancet* [Internet]. 2012;379(9811):136–42. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61483-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61483-9)
3. Higginbotham-Jones J, Ward A. Forensic radiology: The role of cross-sectional imaging in virtual post-mortem examinations. *Radiography* [Internet]. 2014;20(1):87–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radi.2013.10.003>
4. Thali MJ, Jackowski C, Oesterhelweg L, Ross SG, Dirnhofer R. VIRTopsy - The Swiss virtual autopsy approach. *Leg Med*. 2007;9(2):100–4.
5. Fligner CL, Dighe MK. Post-mortem diagnosis: Evolving a team approach. *Lancet*. 2013;382(9888):186–8.
6. Byass P. Minimally Invasive Autopsy: A New Paradigm for Understanding Global Health? *PLoS Med*. 2016;13(11).
7. Appleby J, Ruttly GN, Hainsworth S V., Woosnam-Savage RC, Morgan B, Brough A, et al. Perimortem trauma in King Richard III: A skeletal analysis. *Lancet* [Internet]. 2015;385(9964):253–9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60804-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60804-7)
8. Roberts ISD, Benamore RE, Benbow EW, Lee SH, Harris JN, Jackson A, et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: A validation study. *Lancet*. 2012;379(9811):136–42.
9. Le Blanc-Louvry I, Thureau S, Duval C, Papin-Lefebvre F, Thiebot J, Dacher JN, et al. Post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy findings: A French experience. *Eur Radiol*. 2013;23(7):1829–35.
10. Christine C, Francesco D, Paul V, Cristian P, Alejandro D, Stefano B, et al. Postmortem computed tomography angiography vs. conventional autopsy: Advantages and inconveniences of each method. *Int J Legal Med*. 2013;127(5):981–9.
11. Tartaglione T, Filograna L, Roiati S, Guglielmi G, Colosimo C, Bonomo L. L'importanza dell'imaging TC 3D nella valutazione delle lesioni cranioencefaliche da arma da fuoco a carica singola. *Radiol Medica*. 2012;117(3):461–70.
12. Haj Salem N, Aissaoui A, Mesrati MA, Belhadj M, Quatrehomme G, Chadly A. Age estimation from the sternal end of the fourth rib: A study of the validity of I?can's method in Tunisian male population. *Leg Med* [Internet]. 2014;16(6):385–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.legalmed.2014.06.007>
13. Dedouit F, Saint-Martin P, Mokrane FZ, Savall F, Rousseau H, Crubézy E, et al. Virtual anthropology: useful radiological tools for age assessment in clinical forensic medicine and thanatology. *Radiol Medica*. 2015;120(9):874–86.
14. Bruguier C, Egger C, Vallée JP, Grimm J, Boulanger X, Jackowski C, et al.

- Postmortem magnetic resonance imaging of the heart ex situ: development of technical protocols. *Int J Legal Med.* 2015;129(3):559–67.
15. Covaliu BF, Armean M., Minoiu C, Dermengiu D, Armean P, Mocean F. Determinant factors in the migration intention of professionals in legal medicine and pathology in Europe. *Rom J Leg Med.* 2015;23:131–6.
 16. Filograna L, Tartaglione T, Filograna E, Cittadini F, Oliva A, Pascali VL. Computed tomography (CT) virtual autopsy and classical autopsy discrepancies: Radiologist's error or a demonstration of post-mortem multi-detector computed tomography (MDCT) limitation? *Forensic Sci Int.* 2010;195(1–3):13–7.
 17. Schneider B, Chevallier C, Dominguez A, Bruguier C, Elandoy C, Mangin P, et al. The Forensic Radiographer. *Am J Forensic Med Pathol [Internet].* 2012;33(1):30–6. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00000433-201203000-00008>
 18. Grabherr S, Doenz F, Steger B, Dirnhofner R, Dominguez A, Sollberger B, et al. Multi-phase post-mortem CT angiography: Development of a standardized protocol. *Int J Legal Med.* 2011;125(6):791–802.
 19. Zech WD, Jackowski C, Buetikofer Y, Kara L. Characterization and differentiation of body fluids, putrefaction fluid, and blood using Hounsfield unit in postmortem CT. *Int J Legal Med.* 2014;128(5):795–802.
 20. Hau TC, Hamzah NH, Lian HH, Amir Hamzah SPA. Decomposition process and post mortem changes: Review. *Sains Malaysiana.* 2014;43(12):1873–82.
 21. Kocakoc E, Bhatt S, Dogra VS. Renal multidetector row CT. Vol. 43, *Radiologic Clinics of North America.* 2005. p. 1021–47.
 22. Egger C, Vaucher P, Doenz F, Palmiere C, Mangin P, Grabherr S. Development and validation of a postmortem radiological alteration index: The RA-Index. *Int J Legal Med.* 2012;126(4):559–66.
 23. Hamrahian AH, Ioachimescu AG, Remer EM, Motta-Ramirez G, Bogabathina H, Levin HS, et al. Clinical utility of noncontrast computed tomography attenuation value (hounsfield units) to differentiate adrenal adenomas/hyperplasias from nonadenomas: Cleveland clinic experience. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005;90(2):871–7.
 24. Rubin GD, Leipsic J, Joseph Schoepf U, Fleischmann D, Napel S. CT angiography after 20 years: a transformation in cardiovascular disease characterization continues to advance. *Radiology [Internet].* 2014;271(3):633–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24848958>
 25. Thomsen HS. Recent hot topics in contrast media. Vol. 21, *European Radiology.* 2011. p. 492–5.
 26. Villa C, Lynnerup N. Hounsfield Units ranges in CT-scans of bog bodies and mummies. *Anthropol Anzeiger [Internet].* 2012;69(2):127–45. Available from: <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=0003-5548&volume=69&issue=2&spage=127>
 27. Egger C, Bize P, Vaucher P, Mosimann P, Schneider B, Dominguez A, et al. Distribution of artifactual gas on post-mortem multidetector computed tomography (MDCT). *Int J Legal Med.* 2012;126(1):3–12.
 28. Wichmann D, Heinemann A, Weinberg C, Vogel H, Hoepker WW, Grabherr S, et al. Virtual autopsy with multiphase postmortem computed tomographic angiography versus traditional medical autopsy to investigate unexpected deaths of hospitalized patients: A cohort study. *Ann Intern Med.* 2014;160(8):534–41.
 29. Grabherr S, Grimm J, Baumann P, Mangin P. Application of contrast media in post-

- mortem imaging (CT and MRI). *Radiol Medica*. 2015;120(9):824–34.
30. Thomsen HS, Reimer P. Intravascular Contrast Media for Radiography, CT, MRI and Ultrasound. In: Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 2015. p. 26–51.
 31. Grabherr S, Dominietto M, Yu L, Djonov V, Müller B, Friess S. Angiofil: a novel radio-contrast agent for post-mortem micro-angiography. *Proc SPIE Vol 7078 Dev X-Ray Tomogr VI* [Internet]. 2008;7078:70781O–70781O–8. Available from: <http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?doi=10.1117/12.792077>
 32. Popa B, Bratu A, Costin M, Dragos E, Constantinescu G, Ilie M, et al. The Role of Lipiodol in the Treatment of Hepatocellular Carcinoma (HCC) through Transarterial Chemoembolization (TACE). *REV CHIM*. 2015;66.
 33. Jackowski C, Persson A, Thali MJ. Whole body postmortem angiography with a high viscosity contrast agent solution using poly ethylene glycol as contrast agent dissolver. *J Forensic Sci*. 2008;53(2):465–8.
 34. Jotterand M, Doenz F, Grabherr S, Faouzi M, Boone S, Mangin P, et al. The cardiothoracic ratio on post-mortem computer tomography. *Int J Legal Med*. 2016;130(5):1309–13.
 35. Lu MT, Ersoy H, Whitmore AG, Lipton MJ, Rybicki FJ. Reformatted Four-Chamber and Short-Axis Views of the Heart Using Thin Section (≤ 2 mm) MDCT Images. *Acad Radiol*. 2007;14(9):1108–12.
 36. Takahashi N, Higuchi T, Hirose Y, Yamanouchi H, Takatsuka H, Funayama K. Changes in aortic shape and diameters after death: Comparison of early postmortem computed tomography with antemortem computed tomography. *Forensic Sci Int*. 2013;225(1–3):27–31.
 37. Jackowski C, Sonnenschein M, Thali MJ, Aghayev E, von Allmen G, Yen K, et al. Virtopsy: postmortem minimally invasive angiography using cross section techniques--implementation and preliminary results. *J Forensic Sci*. 2005;50(5):1175–86.
 38. Vanhaebost J, Faouzi M, Mangin P, Michaud K. New reference tables and user-friendly Internet application for predicted heart weights. *Int J Legal Med*. 2014;128(4):615–20.
 39. Makhoulouf F, Scolan V, Ferretti G, Stahl C, Paysant F. Gunshot fatalities: Correlation between post-mortem multi-slice computed tomography and autopsy findings: A 30-months retrospective study. *Leg Med*. 2013;15(3):145–8.
 40. Maiese A, Gitto L, De Matteis A, Panebianco V, Bolino G. Post mortem computed tomography: Useful or unnecessary in gunshot wounds deaths? Two case reports. *Leg Med* [Internet]. 2014;16(6):357–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.legalmed.2014.06.005>
 41. Thali MJ, Braun M, Brueschweiler W, Dirnhofer R. “Morphological imprint”: Determination of the injury-causing weapon from the wound morphology using forensic 3D/CAD-supported photogrammetry. *Forensic Sci Int*. 2003;132(3):177–81.
 42. Kieser JA, Weller S, Swain M V., Neil Waddell J, Das R. Compressive rib fracture: Peri-mortem and post-mortem trauma patterns in a pig model. *Leg Med* [Internet]. 2013;15(4):193–201. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.legalmed.2013.01.001>
 43. Varlet V, Smith F, Giuliani N, Egger C, Rinaldi A, Dominguez A, et al. When gas analysis assists with postmortem imaging to diagnose causes of death. *Forensic Sci Int*. 2015;251:1–10.
 44. Bolliger SA, Ruder TD, Ketterer T, Gläser N, Thali MJ, Ampanozi G. Comparison of stab wound probing versus radiological stab wound channel depiction with

- contrast medium. *Forensic Sci Int*. 2014;234(1):45–9.
45. Radojević N, Radnić B, Petković S, Miljen M, Čurović I, Čukić D, et al. Multiple stabbing in sex-related homicides. *J Forensic Leg Med*. 2013;20(5):502–7.
 46. Johnson CP, Melmore SA, Johnson O, Campbell RSD, Dunn A. Life threatening chop injuries to the head: Optimising injury interpretation using three dimensional computerised tomography (3DCT) reconstruction of pre-treatment imaging. *J Forensic Leg Med* [Internet]. 2014;28:1–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jflm.2014.09.005>
 47. Palmiere C, Binaghi S, Doenz F, Bize P, Chevallier C, Mangin P, et al. Detection of hemorrhage source: The diagnostic value of post-mortem CT-angiography. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2012;222(1–3):33–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.04.031>
 48. Ruder TD, Ketterer T, Preiss U, Bolliger M, Ross S, Gotsmy WF, et al. Suicidal knife wound to the heart: Challenges in reconstructing wound channels with post mortem CT and CT-angiography. *Leg Med*. 2011;13(2):91–4.