

## ASPECTE ETICE ÎN RADIOLOGIE LEGATE DE EXPUNEREA LA RADIAȚII ÎN PRACTICA MEDICALĂ

## ETHICAL ASPECTS IN RADIOLOGY REGARDING RADIATION EXPOSURE IN CURRENT MEDICAL PRACTICE

Ramona Mihaela Popa<sup>1,2</sup>, Rosana Manea<sup>1,2</sup>, Liliana Rogozea<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Medicină, Brașov, Romania

<sup>2</sup>Spitalul Clinic Județean de Urgență Brașov

Autor corespondent: **Ramona Mihaela Popa**, email [rammonapopa@gmail.com](mailto:rammonapopa@gmail.com)

### Abstract

*Introduction/Background:* Medical Imaging provides accurate and detailed information regarding non-invasive diagnosis, therapy monitoring, treatment response and planning. This study explores the ethical dimensions and gaps associated with radiation exposure in medical practice.

*Objective/Aims:* This study aims to analyse the fundamental bioethical aspects and gaps applied in medical imaging practice related to radiation exposure.

*Materials and Methods:* A comprehensive literature review was performed, using databases such as PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, Web of Science, Scopus, Elsevier.

*Results:* The ethical aspects and gaps identified include: justification versus overuse of imaging methods, rare implementation of core ethical values in current practice, informed consent versus patient understanding, the lack of ethical education among healthcare professionals and the absence of uniform protocols for communicating risks.

*Conclusion:* Radiology relies on justification, dose optimization, informed consent and radioprotection. Although technology, protocols and guidelines are continually evolving, challenges in real-world medical practice persist: ethics versus economics and education versus lack of standardization.

### Rezumat

*Introducere:* Imagistica medicală oferă informații detaliate privind diagnosticul non-invaziv, monitorizarea terapiei, evaluarea răspunsului la tratament și planificarea tratamentului. Acest studiu explorează dimensiunile și dilemele etice asociate expunerii la radiații în practica medicală.

*Obiectivul principal al studiului:* Obiectivele principale ale acestui studiu sunt: evaluarea aspectelor bioetice fundamentale și analizarea dilemelor/lacunelor etice existente în practicile de imagistică medicală legate de expunerea la radiații.

*Material și metodă:* Studiul se bazează pe o revizuire narativă a literaturii de specialitate, utilizând baze de date precum PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, Web of Science, Scopus, Elsevier.

*Rezultate:* Aspectele și lacunele etice identificate includ: justificarea versus suprautilizarea metodelor imagistice, valorile etice fundamentale sunt rareori implementate complet în practica curentă, consimțământul informat versus înțelegerea pacientului, lipsa educației etice în rândul cadrelor medicale și absența protocoalelor uniforme pentru comunicarea riscurilor.

*Concluzii:* Radiologia se bazează pe justificare, optimizarea dozelor, consimțământ informat și radioprotecție. Deși tehnologia, protocoalele și ghidurile sunt într-o continuă evoluție, provocările din practica medicală reală persistă: etică versus economie și educație versus lipsa standardizării

**Key-words:** Radiology, Medical Imaging, CT, Radiation Dose, Radiation, Ethics in Radiology, Radiation Exposure, Informed Consent, Dose Optimization, Patient Safety, Radiation Protection, Radiological protection system, Ethical Values, Procedural Values

**Cuvinte cheie:** Radiologie, Imagistică Medicală, CT, Doză de Radiație, Radiații, Etica în Radiologie, Expunere la Radiații, Consimțământ Informat, Optimizarea Dozei, Siguranța Pacientului, Radioprotecție, Sistem de Protecție Radiologică, Valori Etice, Valori Procedurale

### Background:

De la descoperirea razelor X de către Wilhelm Conrad Roentgen în anul 1895 s-au realizat

progrese tehnologice substanțiale în domeniul radiologiei și imagisticii medicale curente, respectiv dezvoltarea metodelor imagistice,

majoritatea care utilizează radiații, incluzând în aceasta categorie radiografiile, tomografia computerizată (CT – Computed Tomography), inclusiv cele de angio-CT, tehnicile de radiologie intervențională și tehnici de medicină nucleară (PET - Positron Emission Tomography, SPECT - Single Photon Emission Computed Tomography). Acestea prezintă următoarele roluri: vizualizarea și evaluarea structurilor anatomice (reconstrucții 3D, reconstrucții VR – volume rendering), detectarea precoce a patologiilor, malformațiilor, variantelor anatomice, stabilirea diagnosticului pentru planificarea eficientă a tratamentului și managementului terapeutic ulterior, follow-up imagistic pentru evaluarea răspunsului la tratament (mai ales pacienții cu patologii oncologice – staging tumoral inițial, re-staging tumoral după tratament – pe baza criteriilor RECIST - Response Evaluation Criteria in Solid Tumors etc.).

Integrarea completă a radiologiei și imagisticii medicale în sistemele de sănătate se datorează, în plus față de aspectele menționate anterior, și potențialului său de a îmbunătăți rezultatele clinice ale pacienților, respectiv îmbunătățirea prognosticului, de a optimiza utilizarea resurselor și de a reduce costurile generale ale îngrijirii medicale, respectiv diagnostic ținut, terapie optimă/eficientă, rezultate clinice bune, reducând totodată și zilele de spitalizare și costurile asociate spitalizării. (Najjar, 2023, Itri, 2015).

De asemenea, accesul la multiple programe și software-uri de procesare a imaginilor (chiar și la distanță, remote), reconstrucții VR (volume rendering), 3D, telemedicină și software-uri de inteligență artificială (AI) a amplificat utilitatea clinică și accesibilitatea acestor tehnici imagistice, în special în zonele izolate sau cu resurse limitate. (Astărăstoae V. 2024, Rogozea L. 2009a, Rogozea L. 2009b, Rogozea L., 2024)

Cu toate acestea, utilizarea acestor tehnologii imagistice pe bază de radiații ridică preocupări majore legate de siguranța pacientului, în special cu privire la posibilele efecte adverse cauzate de expunerea la radiații, astfel atingerea unui echilibru optim între necesitatea diagnostică și siguranța radiologică rămâne o provocare permanentă. (Power et al., 2016b).

Principalele efecte stocastice, precum cancerul și mutagenitatea, pot apărea la orice

doză, inclusiv foarte mică, iar probabilitatea crește odată cu doza. Alte efecte adverse includ: lezarea severă a măduvei osoase, cataractă, fibroză tisulară, efecte teratogene (în cazul expunerii la radiații în perioada prenatală). (Talapko et al., 2024b).

Totuși, într-o publicație de tip meta-analiză și review sistematic efectuată de către Baudin et al. (2021) s-a evidențiat o lipsă de studii, care să includă informații dozimetrice precise, subliniind astfel necesitatea evaluării dozei pentru a permite construirea unor relații doză-răspuns relevante. Necesitatea unor studii epidemiologice prospective, extensive, rămâne încă de interes.

Mai mult decât atât, implicațiile etice ale acestei expuneri la radiații, mai ales la pacienții care efectuează examinări imagistice (din diferite motive/indicații – mai ales pacienții cu patologii oncologice), în special atunci când beneficiul este incert sau minim sau nefondat, au devenit din ce în ce mai importante atât în practica clinică, cât și în elaborarea politicilor de sănătate. Acest fapt este cu atât mai relevant în contextul unei utilizări tot mai frecvente a imagisticii medicale diagnostice în practica medicală de rutină, al unei conștientizări publice crescute privind riscurile expunerii la radiații și al necesității de a gestiona responsabil resursele medicale.

### Obiective:

- ✓ ilustrarea și analizarea aspectelor bioetice fundamentale aplicate în radiologie și imagistică medicală;
- ✓ identificarea și evaluarea principalelor dileme/gap-uri etice curente în utilizarea radiațiilor în practica medicală;
- ✓ revizuirea practicilor curente, a politicilor și a lacunelor în ceea ce privește justificarea expunerii la radiații și a factorilor care predispun la suprautilizarea metodelor de radiologie și imagistică medicală;
- ✓ analiza celor mai relevante articole din literatura medicală de specialitate scrise pe acest topic;
- ✓ propunerea de strategii pentru îmbunătățirea abordării etice în domeniul radiologiei și imagisticii medicale, referitoare la expunerea la radiații.

**Metodă:**

Această lucrare se bazează pe o revizuire narativă, extensivă a literaturii de specialitate, fiind consultate publicații referitoare la aspectele și dilemele etice curente în radiologie și imagistică medicală legate de expunerea la radiații în practica medicală, utilizând platformele și bazele de date PubMed, ScienceDirect, Google Academic, Web of Science, Scopus, Elsevier. Pentru o căutare amănunțită și cât mai completă au fost utilizate următoarele cuvinte cheie (doar în limba engleză): Radiology, Medical Imaging, Radiation, Ethics in Radiology, Radiation Exposure, Informed Consent, ALARA, Dose Optimization, Patient Safety, Radiation Protection, Radiological protection system, Ethical Values, Procedural Values, AI.

*Criterii de includere:*

- ✓ publicații (review-uri, articole, studii, meta-analize, pictorial essays) despre aspecte și dileme etice curente în radiologie și imagistică medicală cu focus principal pe expunerea la radiații în practica medicală.
- ✓ articole publicate între anii 2003-2025.
- ✓ publicații scrise doar în limba engleză.
- ✓ articole disponibile doar prin bazele de date academice menționate anterior.

*Criterii de excludere:*

- ✓ publicații care nu conțin ca focus principal aspecte și/sau dileme etice legate de utilizarea radiațiilor ionizante în imagistica medicală.
- ✓ publicații în altă limbă în afară de limba engleză.
- ✓ studii de caz insuficient reprezentative.

*Limitările studiului:*

- ✓ numărul relativ redus de publicații analizat.
- ✓ au fost incluse și analizate doar articole publicate în limba engleză.
- ✓ analiza cuprinde preponderent date din țări cu venituri ridicate (America de Nord, Europa etc.).
- ✓ heterogenitatea calității: studiile variază de la meta-analize la studii pe bază de sondaje.

Aplicând criteriile de includere și de excludere am obținut un număr total de 35 de articole.

**Rezultate:**

Practica radiologiei și a imagisticii medicale care implică radiații este ghidată de mai multe principii bioetice fundamentale, enunțate inițial de Beauchamp și Childress în anul 1979, ulterior

definite și în “Publication 138” de către Comisia Internațională pentru Protecția Radiologică (ICRP = International Commission on Radiological Protection) în anul 2018, respectiv ICRP Publication 138, Annals of the ICRP, volume 47, issue 1, 2018.

Aceasta asigură aplicarea responsabilă a tehnologiilor imagistice pe bază de radiații în beneficiul pacienților, minimizând în același timp potențialele riscuri. Această lucrare rămâne de actualitate și este un document fundamental care definește și explică principiile etice care stau la baza întregului sistem de radioprotecție, reprezentând totodată un ghid etic pentru profesioniști, reglementatori, cercetători, personal medical și instituții implicate în activități ce presupun expunere la radiații.

Conform Publicației 138, întregul sistem de radioprotecție se bazează pe cele patru valori etice fundamentale: *beneficentă/non-maleficentă, prudență, justiție și demnitate*. (Martinez & Zölzer, 2024).

Aceste valori etice susțin cele trei principii fundamentale ale sistemului de protecție radiologică: *justificarea, optimizarea și limitarea dozei individuale*. Pentru a sprijini aplicarea practică a acestor principii, sunt evidențiate și trei valori procedurale: *responsabilitatea (accountability), transparența și inclusivitatea*, adică participarea activă a tuturor părților implicate în procesul decizional. Acestea asigură o guvernare etică și echitabilă în contextul expunerii la radiații. (Martinez & Zölzer, 2024). (Davies et al., 2021).

În urma analizării mai multor articole din literatura de specialitate, următoarele aspecte și dileme/gap-uri etice rămân de actualitate și se aplică în radiologie și imagistică medicală:

**1. Justificare versus suprautilizare.**

Justificarea presupune utilizarea metodelor imagistice medicale pe bază de radiații doar atunci când beneficiul clinic estimat depășește riscurile potențiale, respectiv o investigație imagistică se efectuează doar dacă aceasta este necesară din punct de vedere medical, influențând direct diagnosticul, tratamentul sau prognosticul pacientului.

Responsabilitatea etică constă în evitarea investigațiilor imagistice inutile sau nefondate de o indicație clinică, care expun pacientul la investigații imagistice pe baza de radiații, fără un

beneficiu cert sau un scop clar, fără a influența pozitiv outcome-ul.

Una dintre cele mai întâlnite dileme etice curente este reprezentată de suprautilizarea sau utilizarea în exces sau utilizarea nejustificată a investigațiilor imagistice, în special a tomografiei computerizate (CT).

Principalele motive pentru această dilemă etică sunt următoarele:

#### *1.1. Medicina defensivă:*

Medicii solicită anumite investigații imagistice pentru a se proteja legal, pentru evitarea malpraxisului/ a răspunderii legale. (Hendee et al., 2010, Kwee et al. 2024). Medicina defensivă se bazează pe acțiuni diagnostice sau terapeutice aplicate pentru evitarea malpraxisului/răspunderii legale, fără a se pune accent pe beneficiul real al pacientului. Examinările imagistice solicitate în scopuri bazate pe medicină defensivă și mai puțin pe clinică, ghiduri, protocoale, determină pe lângă aglomerarea și suprautilizarea serviciilor radiologice (consumul de fonduri, uzura device-urilor imagistice), mai ales în serviciul de medicină de urgență, și un anumit grad de supradiagnosticare (descoperirea de incidentalome – majoritatea dintre acestea asimptomatice, unele fără o importanță sau relevanță clinică). (Kainberger, 2016). Expunerea la radiații inutilă/nejustificată a pacienților, va duce la o creștere a riscului de cancer din expunerea cumulativă și la consumul inefficient de resurse al sistemului de sănătate.

#### *1.2. Descoperiri incidentale ca urmare a unei investigații imagistice.*

Descoperirea unor rezultate incidentale (incidentalome) sau obținerea unor rezultate fals pozitive generează anxietate inutilă și pot indemnă pacienții la consulturi medicale, analize de laborator și investigații imagistice suplimentare, ceea ce pot duce la proceduri invazive nejustificate.

Într-un umbrella review of systematic reviews realizat de O'Sullivan et al. (2018) incidentalomele au fost identificate cel mai frecvent la următoarele investigații imagistice: tomografia computerizată toracică (CT torace), colonoscopia virtuală (colonoscopie CT) și imagistica prin rezonanță magnetică cardiacă (IRM cardiacă).

Un alt studiu realizat de Behbahani et al. (2016) raportează că în 68% din cazuri examinările whole-body CT realizate în spitale private de radiologie au detectat incidentalome, majoritatea fiind leziuni nodulare pulmonare.

*1.3. Bias-ul cognitiv în deciziile clinice* - medicii pot deveni dependenți de metodele de imagistică medicală („supradiagnosticare prin imagini”), neglijând judecata clinică.

*1.4. Presiunea exercitată de pacienți asupra cadrelor medicale* – pacienții solicită investigații imagistice de rutină, chiar și în lipsa unei indicații medicale clare sau în lipsa unui diagnostic (Kwee et al. 2024).

În plus, într-un studiu recent realizat de Kwee et al. (2024), tomografia computerizată (CT) a fost metoda imagistică considerată responsabilă pentru majoritatea cazurilor de suprautilizare, iar cei mai importanți factori care determină suprautilizarea imagisticii, indicați de ambele categorii profesionale (radiologi și medici în specialitatea medicină de urgență), au fost: medicina defensivă/frica de malpraxis, prezența personalului medical mai puțin experimentat și accesul facil la investigații imagistice, ceea ce oferă un anumit grad de confort. Presiunea din partea pacienților a fost de asemenea menționată de către medicii de urgență, în timp ce radiologii au indicat lipsa timpului necesar pentru examinarea pacienților (examen clinic incomplet) ca un factor ce contribuie la suprautilizare. Alți factori menționați în acest studiu, care predispun la utilizarea în exces a metodelor imagistice includ și presiunea din partea altor specialiști pentru efectuarea de investigații imagistice, utilizarea imagisticii pentru reducerea timpului de așteptare în camera de urgență, lipsa spațiului adecvat în departamentul de urgență, lipsa unei educații medicale adecvate și imposibilitatea accesării imaginilor obținute în alte centre medicale (nu există un sistem informatic comun de date pentru a accesa imagini a unor investigații imagistice efectuate în alte centre medicale).

Într-un alt studiu realizat de Kanzaria et al. (2013) în rândul a 478 de medici de urgență din Statele Unite, peste 85% dintre aceștia consideră că se solicită prea multe teste de diagnostic în propriile departamente de urgență, iar 97% au recunoscut că cel puțin o parte (în medie 22%)

dintre investigațiile imagistice, pe care le solicită personal, sunt nejustificate medical.

Suprautilizarea investigațiilor imagistice este ilustrată și prin creșterea volumului total de muncă al radiologilor în timpul gărzilor, exprimat în unități relative de valoare (RVU), care a devenit de 4 ori mai mare în ultimii 15 ani raportat în studiul efectuat de către Bruls and Kwee (2020). Acesta a demonstrat o tendință crescătoare în ceea ce privește numărul de investigații CT efectuate în timpul orelor de gardă, între ianuarie 2006 și ianuarie 2020.

În plus, un studiu realizat în Statele Unite de către Fazel et al. în anul 2009 a constatat faptul că CT este responsabil pentru 75,4% din doza efectivă de radiație administrată prin toate procedurile imagistice, deși reprezintă doar 11% din totalul investigațiilor bazate pe raze X.

De asemenea, un alt studiu recent realizat de Dunne et al. (2022) a analizat intervențiile menite să reducă utilizarea CT-ului în departamentele de urgență. Revizuirea lor sistematică a inclus 149 de studii și a arătat faptul că intervențiile care au redus în mod constant utilizarea CT-ului au fost: căile de diagnostic (implicarea mai multor tipuri de investigații), disponibilitatea de teste alternative la CT, implicarea specialiștilor (consultarea cu un medic specialist înainte de a solicita o examinare CT) și feedback-ul oferit medicilor (informarea periodică cu privire la frecvența solicitării CT-urilor în comparație cu alți colegi).

## 2. Beneficiența și non-maleficiența.

Beneficiența reprezintă promovarea sau realizarea binelui, iar non-maleficiența presupune evitarea cauzării de prejudicii. (Varkey, 2020), (Bochud et al., 2020), (Malone & Zölzer, 2016). (*Ethics in radiological protection for medical diagnosis and treatment*, 2024).

Balanța risc-beneficiu, respectiv evaluarea procedurilor în raport cu avantajele și riscurile acestora reprezintă un aspect etic cheie în practica medicală curentă, acest echilibru trebuie realizat luând în considerare următoarele aspecte:

- ✓ investigația imagistică este justificată, respectiv suspiciunea diagnostică are indicație (conform ghidurilor, protocoalelor în vigoare). (Bochud et al., 2020).
- ✓ asigurarea că efectele acute asupra țesuturilor sunt evitate sau de grad minim, iar efectele stocastice sunt reduse pe cât posibil - expunerea la radiații trebuie redusă la

minimum, conform principiului ALARA („As Low As Reasonably Achievable”). De asemenea, practica etică în radiologie impune actualizarea constantă a protocoalelor, instruirea personalului și utilizarea echipamentelor moderne pentru a reduce expunerea la radiații.

- ✓ evitarea investigațiilor imagistice inutile/repetate/nejustificate, în special la grupurile vulnerabile (grupul pediatric, femei gravide, pacienți ce necesită follow-up imagistic frecvent ca în cazul pacienților oncologici).

Mai mult decât atât, pentru a asigura un nivel optim de radioprotecție conform Publicației 138 menționate anterior se vor lua în considerare cele trei principii fundamentale ale sistemului de protecție radiologică:

- ✓ *Justificarea* – se referă la obținerea unui beneficiu maxim la orice activitate care implică expunerea la radiații, beneficiul în acest caz depășind riscurile (mai ales pentru examinările CT).
- ✓ *Optimizarea*;
- ✓ *Limitarea dozei de radiație individuale* – mai ales pentru cadrul medical (radiologi, tehnicieni, cadre medicale din departamentele de radiologie intervențională etc.).

Optimizarea presupune ajustarea protocoalelor imagistice astfel încât să se utilizeze cea mai mică doză posibilă de radiație, păstrând în același timp calitatea diagnosticului. Acest principiu este cunoscut sub denumirea *ALARA* – „As Low As Reasonably Achievable” = *Principiul „Cât mai puțin posibil, în mod rațional”*. Orice cantitate de expunere la radiații crește riscul apariției efectelor stocastice, adică a probabilității de a dezvolta o malignitate în urma expunerii. Se consideră că aceste efecte urmează un model liniar, în cadrul căruia nu există un prag specific care să permită prezicerea fiabilă a apariției sau nu a unei malignități. Practica etică în radiologie impune actualizarea constantă a protocoalelor, instruirea personalului și utilizarea echipamentelor moderne pentru a reduce expunerea la radiații. (Frane & Bitterman, 2023b). (Dudhe et al., 2024).

## 3. Autonomia. Consimțământ informat versus înțelegerea pacientului.

Autonomia presupune respectarea dreptului pacientului de a lua propriile decizii informate cu privire la îngrijirea medicală. Pacienții trebuie să

fie corect informați cu privire la riscurile, beneficiile și alternativele procedurilor imagistice. Consimțământul pacientului trebuie să fie voluntar, informat și adaptat nivelului de înțelegere al pacientului. Autonomia este unul dintre cele patru principii fundamentale ale eticii medicale și cel pe care se bazează consimțământul informat, conform Publicației 138.

Un nivel de atenție sporită este necesar în cazul pacienților vulnerabili: grupul pediatric, pacienți în stare de inconștiență/stare de șoc sau pacienți cu dizabilități cognitive.

Următoarele informații trebuie obligatoriu furnizate pacientului de către medicul radiolog înainte de efectuarea investigației imagistice:

- ✓ scopul efectuării investigației imagistice - diagnostic mai precis, depistare precoce a bolii, monitorizarea răspunsului la tratament etc.,
- ✓ modul de desfășurare al procedurii imagistice, care urmează să fie efectuată,
- ✓ posibile riscuri pe termen scurt și/sau lung, în special efectele stocastice ale radiației (risc crescut de cancer, expunere cumulativă etc.),
- ✓ informații despre efectul cumulativ al expunerii la radiații, în special în cazul investigațiilor imagistice repetate (follow-up imagistic la pacienții cu boală oncologică).

Într-un studiu realizat de Zener et al. în anul 2017 s-a demonstrat faptul că gradul de conștientizare al pacienților privind expunerea la radiații în cadrul procedurilor de radiologie intervențională a fost minim, existând un decalaj semnificativ între cunoștințele pacienților și dorința lor de a primi informații, totuși marea majoritate a pacienților incluși în acest studiu, care au efectuat proceduri de radiologie intervențională și-au exprimat dorința de a fi informați în mod constant despre riscurile de cancer legate de radiații asociate acestor proceduri. Mai mulți pacienți fără antecedente de proceduri de radiologie intervențională au dorit ca acest consimțământ să includă toate riscurile posibile în urma expunerii la radiații.

Într-un alt studiu realizat de Youssef et al. (2014) s-a constatat faptul că, în departamentul de medicină de urgență, 77,3% dintre pacienți considerau necesară semnarea consimțământului informat în cazul efectuării tomografiei computerizate (CT).

În urma review-ului sistematic al literaturii de specialitate efectuat de Lam et al., (2015) s-a constatat că există cunoștințe limitate în rândul

pacienților și medicilor de alte specialități cu privire la riscurile de cancer induse de radiații și la magnitudinea dozei de radiație asociate investigațiilor CT. În plus, există o comunicare deficitară între pacienți și medici, înaintea efectuării investigațiilor imagistice în regim de non-acut/în regim ambulator, cu privire la posibilele riscuri pe termen lung legate de expunerea la radiații.

Un sondaj transversal online realizat în rândul tehnicienilor CT din UK efectuat de către Hadley (2016) s-a constatat că doar 23,1% dintre participanți au declarat că discută riscurile radiațiilor cel puțin uneori; în schimb, riscurile asociate cu substanțele de contrast iodate au fost discutate mai frecvent (44,9% întotdeauna, 28,2% uneori). Participanții au considerat că medicii trimițatori ar trebui să aibă un rol mai activ în discutarea riscurilor și beneficiilor CT cu pacienții. Deși 92% dintre tehnicieni s-au declarat încrezători în furnizarea de informații despre CT, când au fost rugați să răspundă la o întrebare ipotetică din partea unui pacient privind doza de radiație primită în timpul unei examinări CT abdomen/pelvis, 45% nu au răspuns, iar doar 23% au fost capabili să ofere estimări corecte ale dozei, în timp ce 28% au subestimat doza reală. S-a constatat o comunicare deficitară (a informațiilor despre expunerea la radiații), între tehnicienii de radiologie incluși în acest studiu și pacienți, cu excepția situațiilor în care pacientul întreabă în mod explicit despre potențialele riscuri.

Mai mult decât atât, într-un studiu realizat de Alrasheed and Alammam (2024) a fost analizat nivelul de cunoștințe despre investigațiile imagistice, 58% dintre pacienții incluși în studiul respectiv știau că tomografia computerizată (CT) implică radiații, care pot avea efecte adverse în timp. Acest nivel de cunoaștere a fost semnificativ asociat cu un nivel de educație mai ridicat și experiența anterioară cu scanări CT. În ceea ce privește practica medicilor de a oferi informații pacienților despre investigație, 88,9% dintre pacienți au declarat că medicul le-a explicat motivul pentru care urmau să efectueze investigația respectivă. Doar 7,2% dintre pacienți au afirmat că medicul a menționat doza de radiații, iar 19,1% dintre pacienți au menționat că li s-au furnizat informații despre riscurile asociate în urma expunerii la radiații. Aproape toți pacienții (96,9%) au declarat că preferă să fie

informați cu privire la motivul pentru care li se recomandă o examinare CT.

Lipsa de informare despre efectele radiațiilor în rândul pacienților dar și a personalului medical din alte specialități este de asemenea evidențiat în articolul lui Bedetti and Loré (2007b).

În plus, cum este și menționat într-un alt articol elaborat de Younger et al. (2019), un ghid privind consimțământul informat pentru investigațiile imagistice care implică radiații ar reduce semnificativ multe dintre gap-urile etice identificate. Începerea procesului de consimțământ/informare a pacientului de către medicul trimițător ar facilita obținerea unui consimțământ mai conștient și mai semnificativ din partea pacientului.

O altă dilemă etică este de asemenea legată de obținerea unui consimțământ informat și asumat de la pacienți pe baza cunoștințelor pacientului și a capacității acestuia de a înțelege informațiile legate de expunerea la radiații și efectele secundare ale acesteia. Într-un studiu publicat (*Emergency Department Patients' Perceptions of Radiation From Medical Imaging, 2016*), pacienții nu au demonstrat o înțelegere clară a impactului gradului de expunere la radiații asociat cu tomografiile computerizate (CT) și nici cel legat de riscurile ulterioare legate de această expunere, în special riscul de apariție a cancerelor induse de radiații.

Astfel, ar fi benefică transmiterea în cadrul comunicării nu neapărat a dozei de radiație care nu este decât o cifră care poate să nu aibă o semnificație pentru pacient ci transmitere unui echivalent – de exemplu un număr de X radiografii toracice pot fi considerate a avea un risc semnificativ. Această metodă a fost propusă de Colegiul Radiologilor din Marea Britanie și a fost susținută în ghidurile Comisiei Europene privind imagistica medicală, facilitând în acest mod exprimarea mai clară a conceptului conform căruia o doză mai mare de radiație implică un risc mai mare, pe termen lung, de apariție a cancerului. (Picano, 2004).

### Discuții și concluzii:

Prin urmare în urma articolelor analizate în această lucrare, putem observa că există mai multe gap-uri/lacune etice ce necesită o atenție sporită:

1. Absența unui mecanism clar, unificat și aplicabil în toate centrele de radiologie și

imagistică medicală pentru consimțământul informat real privind radiațiile – prin urmare pacienții sunt insuficient/incomplet informați despre potențialele riscuri ce pot apărea în urma expunerii la radiații. Furnizarea insuficientă a acestor date denotă încălcarea principiului etic de autonomie a pacientului.

- **Soluție:** Implementarea unor formulare standardizate de consimțământ și a unor protocoale clare de comunicare verbală a riscului de expunere la radiații.
2. S-a observat din câteva studii faptul că medicii din cadrul altor specialități și tehnicienii de radiologie nu sunt suficient de bine instruiți în cazul estimării dozelor de radiație la anumite examinări, prin urmare aceste aspecte pot rezulta într-un consimțământ fals informat, ceea ce pune pacientul în poziția de a decide fără date relevante/suficiente/corecte/clare.
    - **Soluție:** Training-uri și cursuri periodice/anuale obligatorii în rândul personalului medical sunt utile pentru a rămâne mereu up-to-date cu informația științifică.
  3. Încălcarea principiului justificării – se fac proceduri cu risc biologic înalt fără beneficii clinice clare – suprautilizarea investigațiilor imagistice, nejustificată în anumite cazuri.
    - **Soluție 1:** update-ul protocoalelor și revizuirea constantă a ghidurilor.
    - **Soluție 2:** alcătuirea mai multor comisii multidisciplinare de specialitate – cel puțin includerea unui medic radiolog în aceste comisii, pe lângă alte specialități.
    - **Soluție 3:** Elaborarea unor protocoale naționale/internaționale standardizate în imagistica medicală, sub coordonarea organizațiilor profesionale (ex: ICRP, ESR etc.).
  4. Nu există acces la istoricul dozelor pacientului. Nu există o bază de date comună, care să cuprindă toate investigațiile imagistice efectuate de pacienți incluzând dozele de radiații per investigație.
    - Soluționarea acestei probleme ar presupune achiziționarea unui sistem informatic de tip bază de date, fie să fie accesibile pe cardul de sănătate, fie un sistem unitar în care să fie stocate toate investigațiile imagistice efectuate de pacienți (indiferent că acestea au fost

realizate în alte centre medicale), doza de iradiere per investigație a fiecărui pacient; astfel, se va reduce numărul de investigații inutile și expunerea la radiații. Dacă un pacient a efectuat o investigație imagistică recentă într-un alt centru medical, aceasta s-ar putea accesa rapid, fără să mai fie nevoie de investigații imagistice suplimentare, evitarea repetării investigației.

5. Pentru reducerea dozei de radiații în urma efectuării unor investigații imagistice pot fi introduse software-uri de ultimă generație și inteligența artificială. Conform unui studiu publicat recent în literatura de specialitate (*Bani-Ahmad et al., 2025*), metodele bazate pe inteligență artificială (AI) pot contribui la minimizarea erorilor de poziționare și a supra-scanării cauzate de greșelile umane, precum și la depășirea limitărilor asociate cu setările de doză redusă în tomografia computerizată (CT), prin intermediul algoritmilor de reconstrucție a imaginii bazate pe învățare profundă (deep learning). Integrarea clinică extinsă a AI va continua să permită îmbunătățiri în optimizarea protocoalelor CT și a dozei de radiații. De asemenea, și Melazzini et al. (2025), menționează într-un articol publicat recent, faptul că algoritmi de inteligență artificială pot contribui la optimizarea dozelor de radiație, la reducerea timpilor de scanare și la îmbunătățirea calității imaginilor. Tehnicile bazate pe AI deschid calea către un viitor al investigațiilor imagistice medicale mai eficiente, mai precise și mai sigure.

Etica în radiologie trebuie să evolueze în paralel cu progresul tehnologic. Justificarea, optimizarea, consimțământul informat și protecția pacientului rămân pilonii etici ai imagisticii bazate pe radiații.

### Bibliografie

- [1] Alrasheed AA. & Alammam AM. (2024). Exploring patient preferences for information about CT radiation exposure: Bridging the gap between patient preference and physician practice. *Patient Preference and Adherence*, Volume 18, 1929–1938. Disponibil la <https://doi.org/10.2147/ppa.s466115> accesat: 15.06.2025.
- [2] Astărăstoae V., Rogozea LM., Leășu F. et al. Ethical dilemmas of using artificial intelligence in medicine. *American Journal of Therapeutics*, 2024; 31(4), e388-e397.
- [3] Bani-Ahmad M., England A., McLaughlin L. & al. (2025). Potential of artificial intelligence for radiation dose reduction in computed tomography — A scoping review. *Radiography*, 31(4), 102968. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2025.102968>. Disponibil: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40339443/>, accesat: 30.06.2025.
- [4] Baudin C., Bernier M., Klovov D. & Andreassi MG. (2021). Biomarkers of Genotoxicity in Medical workers exposed to Low-Dose Ionizing Radiation: Systematic Review and Meta-Analyses. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(14), 7504. <https://doi.org/10.3390/ijms22147504>. Disponibil <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34299125/> accesat: 27.06.2025.
- [5] Bedetti G. & Loré C. (2007). Radiological informed consent in cardiovascular imaging: towards the medico-legal perfect storm? *Cardiovascular Ultrasound*, 5(1). Disponibil: <https://doi.org/10.1186/1476-7120-5-35>, accesat: 28.06.2025.
- [6] Behbahani S., Mittal S., Patlas MN. & al. (2016). “Incidentalomas” on abdominal and pelvic CT in emergency radiology: literature review and current management recommendations. *Abdominal Radiology*, 42(4), 1046–1061. <https://doi.org/10.1007/s00261-016-0914-5>. Disponibil: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27695953/> accesat: 18.06.2025.
- [7] Bochud F., Cantone M., Applegate K. & Zölzer F. (2020). Ethical aspects in the use of radiation in medicine: update from ICRP Task Group 109. *Annals of the ICRP*, 49(1 suppl), 143–153. Disponibil <https://doi.org/10.1177/0146645320929630> accesat: 17.06.2025.
- [8] Bruls RJM. & Kwee RM. (2020). Workload for radiologists during on-call hours: dramatic increase in the past 15 years. *Insights Into Imaging*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00925-z>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33226490/> accesat in data de 25.06.2025.
- [9] Davies EM., Bridges AJ. & Chung EM. (2021). Does radiology require informed consent for radiation risk? *British Journal of Radiology*, 94(1127). <https://doi.org/10.1259/bjr.20210620>. Disponibil la <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8553186/> accesat 30.06.2025.
- [10] Dudhe SS., Mishra G., Parihar P. & al. (2024). Radiation Dose Optimization in Radiology: A comprehensive review of safeguarding patients and preserving image fidelity. *Cureus*. Disponibil

- la <https://doi.org/10.7759/cureus.60846> accesat 16.06.2025.
- [11] Dunne CL., Elzinga JL., Vorobeichik A. & al. (2022). A systematic review of interventions to reduce computed tomography usage in the Emergency Department. *Annals of Emergency Medicine*, 80(6), 548–560. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2022.06.001>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35927114/> accesat 20.06.2025.
- [12] Emergency department patients' perceptions of radiation from medical imaging. (2016, February 1). PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27057576/>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27057576/> accesat 30.06.2025.
- [13] Ethics in radiological protection for medical diagnosis and treatment. (2024). *Annals of the ICRP*, 53(3), 3–149. Disponibil la <https://doi.org/10.1177/01466453231220518> accesat in data de 27.06.2025.
- [14] Fazel R., Krumholz HM., Wang Y. & al (2009). Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures. *New England Journal of Medicine*, 361(9), 849–857. <https://doi.org/10.1056/nejmoa0901249>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19710483/> accesat 28.06.2025.
- [15] Frane N. & Bitterman A. (2023b, May 22). Radiation safety and protection. StatPearls - NCBI Bookshelf. Disponibil la <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557499/> accesat in data de 17.06.2025.
- [16] Freeman C. & Radiographers SO. (2007) Consent to imaging and radiotherapy treatment examinations: An Ethical Perspective and Good Practice Guide for the Radiography Workforce. Disponibil la [https://www.sor.org/getmedia/60db8898-da76-46b2-a982-be47e679177f/sor\\_consent\\_document.pdf](https://www.sor.org/getmedia/60db8898-da76-46b2-a982-be47e679177f/sor_consent_document.pdf) accesat 25.06.2025.
- [17] Hadley LC. & Watson T., The radiographers' role in information giving prior to consent for computed tomography scans: A cross sectional survey, *Radiography*, 22 (4): e252-e257, November 2016. Disponibil la <https://doi.org/10.1016/j.radi.2016.06.005> accesat 14.06.2025.
- [18] Hendee WR., Becker GJ., Borgstede JP. & al. (2010). Addressing overutilization in medical imaging. *Radiology*, 257(1), 240-245. <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.10100063>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20736333/> accesat 15.06.2025.
- [19] ICRP. (2007b). Preface, executive summary and glossary. *Annals of the ICRP*, 37(2–4), 9–34. <https://doi.org/10.1016/j.icrp.2007.10.003>.
- Disponibil la <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1016/j.icrp.2007.10.003> accesat 15.06.2025.
- [20] Itri JN. (2015). Patient-centered radiology. *Radiographics*, 35(6), 1835–1846. <https://doi.org/10.1148/rg.2015150110>. Disponibil la [https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2015150110?url\\_ver=Z39.88-2003&rft\\_id=ori:rid:crossref.org&rft\\_dat=cr\\_pub%20%200pubmed](https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2015150110?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%20%200pubmed) accesat 27.06.2025.
- [21] Kainberger F. (2016). Defensive medicine and overutilization of imaging—an issue of radiation protection. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 129(5–6), 157–158. <https://doi.org/10.1007/s00508-016-1089-3>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27670856/> accesat 14.06.2025.
- [22] Kanzaria HK., Hoffman JR., Probst MA. & al. (2015). Emergency physician perceptions of medically unnecessary advanced diagnostic imaging. *Academic Emergency Medicine*, 22(4), 390–398. <https://doi.org/10.1111/acem.12625>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25807868/> accesat 20.06.2025.
- [23] Kwee RM., Toxopeus R. & Kwee TC. (2024). Imaging overuse in the emergency department: The view of radiologists and emergency physicians. *European Journal of Radiology*, 176, 111536. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2024.111536>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38820950/> accesat 15.06.2025.
- [24] Lam DL., Larson DB., Eisenberg JD. & al. (2015). Communicating potential Radiation-Induced cancer risks from medical imaging directly to patients. *American Journal of Roentgenology*, 205(5), 962–970. Disponibil la <https://doi.org/10.2214/ajr.15.15057> accesat 17.06.2025.
- [25] Malone J. & Zölzer F. (2016). Pragmatic ethical basis for radiation protection in diagnostic radiology. *British Journal of Radiology*, 89(1059), 20150713. Disponibil la <https://doi.org/10.1259/bjr.20150713>, accesat 15.06.2025.
- [26] Martinez NE. & Zölzer F. (2024). Review of ethical values across the ICRP system of radiological protection. *Journal of Radiological Protection*, 44(3), 031002. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ad61f3>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38991515/> accesat 20.06.2025.
- [27] Melazzini L., Bortolotto C., Brizzi L. & al. (2025). AI for image quality and patient safety in CT and MRI. *European Radiology Experimental*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s41747-025-00562-5>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

- 39987533/ accesat 29.06.2025.
- [28] Najjar R. (2023). Radiology's Ionising Radiation Paradox: Weighing the indispensable against the detrimental in medical imaging. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.41623>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37435015/> accesat 27.06.2025.
- [29] O'Sullivan JW., Muntinga T., Grigg S. & Ioannidis JPA. (2018). Prevalence and outcomes of incidental imaging findings: umbrella review. *BMJ*, k2387. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2387>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29914908/> accesat in data de 19.06.2025.
- [30] Picano E. (2004). Informed consent and communication of risk from radiological and nuclear medicine examinations: how to escape from a communication inferno. *BMJ*, 329(7470), 849–851. <https://doi.org/10.1136/bmj.329.7470.849>. Disponibil la <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC521582/> accesat 30.06.2025.
- [31] Power SP., Moloney F., Twomey M., James K., O'Connor OJ. & Maher MM. (2016). Computed tomography and patient risk: Facts, perceptions and uncertainties. *World Journal of Radiology*, 8(12), 902. <https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i12.902>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28070242/> accesat 27.06.2025.
- [32] Rogozea L. (a), Cristea L., Baritz M. et al. Telemedicine and ethical dilemmas. In, *Conference Information: 8th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases* 2009:41-45.
- [33] Rogozea L. Etică și AI în medicină? [Ethics and AI in medicine]. *Jurnal Medical Brasovean*, 2024: 3-3.
- [34] Rogozea L.(b) - Towards ethical aspects on artificial intelligence. In *Conference Information: 8th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases, 2009*, 21-23.
- [35] Rogozea L., Sechel G. & Fleancu A. Ethical aspects in bioengineering research. In *WSEAS International Conference. Proceedings. Mathematics and Computers in Science and Engineering*, 2009: 8, 139-143. World Scientific and Engineering Academy and Society.
- [36] Talapko J., Talapko D., Katalinić D. & al. (2024). Health effects of ionizing radiation on the human body. *Medicina*, 60(4), 653. <https://doi.org/10.3390/medicina60040653>. Disponibil la <https://www.mdpi.com/1648-9144/60/4/653> accesat in data de 28.06.2025.
- [37] Varkey B. (2020). Principles of clinical ethics and their application to practice. *Medical Principles and Practice*, 30(1), 17–28. Disponibil la <https://doi.org/10.1159/000509119> accesat in data de 30.06.2025.
- [38] Younger C., Moran S., Douglas C. & Warren-Forward H. (2019). Barriers and pathways to informed consent for ionising radiation imaging examinations: A qualitative study. *Radiography*, 25(4), e88–e94. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.03.001>. Disponibil la <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31582257/> accesat 27.06.2025.
- [39] Youssef NA., Gordon AJ., Moon TH. & al. (2013). Emergency Department patient knowledge, opinions, and risk tolerance regarding computed tomography scan radiation. *Journal of Emergency Medicine*, 46(2), 208–214. Disponibil la <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2013.07.016> accesat 15.06.2025.
- [40] Zener R., Johnson P., Wiseman D. & al (2017). Informed consent for radiation in interventional radiology procedures. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 69(1), 30–37. Disponibil la <https://doi.org/10.1016/j.carj.2017.07.002> accesat in data de 16.06.2025.

**Contribuția autorilor:** conceptualizare RMP, LR; designul cercetării: RMP, LR, validarea metodologiei: RM, LR; culegerea datelor: RMP, analiza datelor și / sau interpretarea datelor: RMP, RM, LR; scriere-pregătirea textului inițial RMP, revizuire și editare: RMP, RM, LR.

#### Surse de finanțare:

**Conflicte de interese:** autorii nu au conflicte de interese relevante pentru acest articol.