

ARTICOL DE SINTEZĂ

## Armonizarea managementului educațional în radiologie și imagistica medicală în Republica Moldova cu standardele internaționale

Natalia Rotaru\*<sup>†1</sup>, Oxana Malîga<sup>†1</sup>, Ion Codreanu<sup>†1</sup>

<sup>1</sup>Catedra de radiologie și imagistică, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, Chișinău, Republica Moldova.

Data primirii manuscrisului: 23.06.2017

Data acceptării pentru publicare: 05.09.2017

### Autor corespondent:

Natalia Rotaru, dr. hab. șt. med., prof. univ.

Catedra de radiologie și imagistică

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”

bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 165, Chișinău, Republica Moldova, MD-2004

e-mail: natalia.rotaru@usmf.md

### Ce nu este, deocamdată, cunoscut la subiectul abordat

În contextual dezvoltării tehnologice rapide și evoluției noilor tehnici imagistice din ultimii ani, programul educațional și curriculumul de instruire în radiologie variază foarte mult între diverse țări și universități medicale.

### Ipoteza de cercetare

Expunerea unei sinteze narative a literaturii contemporane, referitoare la modificările programului de studiu în radiologie și imagistica medicală.

### Noutatea adusă literaturii științifice din domeniu

Articolul prezintă o actualizare a ultimelor modificări ale procesului educațional în radiologie și imagistica medicală la nivel internațional, incluzând programele de instruire preclinică, clinică și de specializare prin rezidențiat. O sinteză a evoluției procesului de instruire în cadrul catedrei de radiologie și imagistică a Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu” din Republica Moldova este, de asemenea, prezentată.

### Rezumat

**Introducere.** Schimbările pregnante care au avut loc în radiologie și imagistica medicală în ultimele decenii au afectat nu numai practica specialității, dar și cea a medicinei în sine. În aceste condiții, programul de studiu a cunoscut, de asemenea, o dezvoltare rapidă pentru adaptarea la noile cerințe. Majoritatea modificărilor au fost, însă, adesea implementate

REVIEW ARTICLE

## Harmonization of educational management in radiology and medical imaging in the Republic of Moldova with international standards

Natalia Rotaru\*<sup>†</sup>, Oxana Malîga<sup>†</sup>, Ion Codreanu<sup>†</sup>

<sup>1</sup>Chair of radiology and imaging, Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, Republic of Moldova.

Manuscript received on: 23.06.2017

Accepted for publication: 05.09.2017

### Corresponding author:

Natalia Rotaru, PhD, university professor

Chair of radiology and imaging

Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy

165, Ștefan cel Mare si Sfânt ave., Chisinau, Republic of Moldova, MD-2004

e-mail: natalia.rotaru@usmf.md

### What is not known yet, about the topic

In the context of rapid technological developments and newly evolved diagnostic imaging techniques during the last years, the educational program and radiology study curricula vary widely between different countries and medical universities.

### Research hypothesis

To provide an overview of the published data on the recent developments in the radiology and medical imaging training programs.

### Article's added novelty on this scientific topic

The article presents an update on the latest changes in the educational process in radiology and medical imaging at the international level, including undergraduate, graduate and residency training programs. A review of the evolution of the training process within the Chair of radiology and imaging at the Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy of the Republic of Moldova is also presented.

### Abstract

**Introduction.** The overwhelming changes that have occurred in radiology and medical imaging in the last decades have affected not only the practice of radiology, but also that of medicine itself. In this situation, the training program also underwent a rapid development to meet these new demands. Most changes, however, have been implemented at the discre-

la discreția autorităților locale, curriculumul de studiu pentru diverse niveluri de pregătire variind foarte mult între diverse universități.

**Material și metode.** Din bazele de date PubMed și Scopus (Elsevier), au fost selectate articolele publicate între anii 2000-2017 după cuvintele cheie: “radiology curriculum” și “radiology educational management”. A fost selectată și procesată informația despre procesul de instruire în imagistica medicală la nivel internațional, modificările curriculumului de studiu, precum și ale modalităților de instruire și prezentare a informației. Modificările programului de instruire și ajustările legislative, efectuate în acest domeniu în România și în Republica Moldova, au fost, de asemenea, studiate.

**Rezultate.** După procesarea informației din bazele de date PubMed și Scopus (Elsevier), conform criteriilor de căutare, au fost găsite 687 de articole referitor la procesul educațional în radiologie și imagistica medicală. Bibliografia finală conține 49 de surse relevante, care au fost considerate reprezentative materialelor publicate pe această temă. Sursele includ, de asemenea, și principalele modificări legislative în domeniu, implementate în România și în Republica Moldova.

**Concluzii.** În ultimii ani, procesul de instruire în radiologie și imagistică a cunoscut o dezvoltare rapidă, afectând și curriculumul universitar din Republica Moldova. Printre inovațiile majore, implementate în cadrul Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, se pot enumera extinderea programului de instruire de la 1 la 4 ani de studiu pentru facultățile de medicină generală, integrarea cursurilor de radiologie și imagistică în cadrul modulelor clinice pentru studenții anilor IV și V, extinderea programului de instruire prin rezidențiat de la 3 la 4 ani, precum și introducerea evaluărilor computerizate. Continuarea acestor reforme devine esențială pentru alinierea la standardele practicate pe plan internațional.

**Cuvinte cheie:** curriculum de pregătire în radiologie, management educațional în radiologie, instruire în imagistica medicală

## Introducere

Progresul tehnologic din ultimele decenii a afectat toate disciplinele medicale, având o repercusiune deosebită și asupra imagisticii medicale. Avansurile tehnologiilor imagistice și ale sistemelor informatice au transformat esențial practica radiologică prin apariția de noi tehnici de imagistică medicală (precum imagistică moleculară) și noi modalități de furnizare și prezentare a datelor (precum sistemul de arhivare și comunicare a imaginilor sau PACS) [1]. Ritmul rapid al evoluției tehnologiei în imagistica medicală reprezintă, însă, adesea, o sabie cu două tăișuri pentru medicii practicieni. Pe de o parte, această expansiune tehnologică rapidă creează noi oportunități unice de diagnostic și tratament, solidificând poziția specialiștilor în cadrul comunității medicale. În același timp, noile tehnologii de imagistică și informatică, adesea, prezintă un nou set de provocări clinice, economice, educaționale, de integrare și de implementare, atât pentru medicii imagiști, cât și practicienii de diverse specialități, care sunt abordați tot mai frecvent cu noi aplicații imagistice și informatice, ce depășesc

tion of local authorities, the study curriculum for different levels of training varying widely between different universities.

**Material and methods.** Articles containing the keywords “radiology curriculum” and “radiology educational management” published in the period 2000 - 2017 were selected from the PubMed and Scopus (Elsevier) databases. Data related to the training process in medical imaging at the international level, including changes to the study curriculum, educational formats and methods of information delivery were selected and processed. The changes in the training program and the legislative adjustments implemented in this regard in Romania and the Republic of Moldova have also been studied.

**Results.** After processing the data obtained from PubMed and Scopus (Elsevier) databases according to the search criteria, we found 687 articles related to the training process in radiology and medical imaging. The final bibliography included 49 relevant sources that were considered representative for the published materials on this topic. The sources also include the main legislative changes in this area implemented in Romania and the Republic of Moldova.

**Conclusions.** During the last years, the training process in radiology and medical imaging underwent a rapid development, affecting also the university curriculum in the Republic of Moldova. Among the major changes implemented within the Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy can be mentioned the extension of the training program from 1 to 4 years of study for General Medicine faculties, the integration of radiology courses within the clinical modules during the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> years of study, the extension of the residency program from 3 to 4 years of training as well as the introduction of computerized evaluations. Continuing these reforms becomes essential for meeting the international standards.

**Key words:** radiology curriculum, radiology educational management, medical imaging training.

## Introduction

The technological progress during the last decades has affected all medical disciplines, especially the medical imaging. Advances in medical imaging and information systems technologies have transformed radiology practice through the creation of new medical imaging techniques (like molecular imaging), as well as new data delivery and presentation modalities (like picture archiving and communication system or PACS) [1]. However, the rapid pace of technology evolution in medical imaging may represent a double-edged sword for medical practitioners. From one hand, this rapid technological expansion creates new unique opportunities for diagnosis and therapy, solidifying the position of its specialists within the medical community. At the same time, new imaging and computer technologies often present an entirely new set of clinical, economic, educational, integration and implementation challenges for both radiologists and medical practitioners that are increasingly bombarded with new medical imaging and computer applications that surpass their predecessors

predecesorii lor în viteză, complexitate și sofisticare [2]. Mai mult decât atât, pe măsură ce noile tehnologii sunt introduse în practica medicală, așteptările cu privire la precizia diagnosticului și calitatea îngrijirii pacienților cresc, fapt ce se reflectă și în creșterea cerințelor și standardelor serviciilor medicale. De aceea, succesul pe termen lung al medicilor clinicieni este legat, în mare măsură, de acumularea unui volum mai mare de cunoștințe profesionale și adaptarea programelor educaționale la evoluția continuă a tehnicilor de diagnostic și informaticii medicale.

În acest context, scopul acestui articol este de a prezenta o sinteză a celor mai recente date despre evoluția procesului educațional în imagistica medicală la nivel internațional, precum și o evaluare a procesului de instruire în cadrul Catedrei de radiologie și imagistică a Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”.

### Material și metode

Articolele au fost selectate din bazele de date *PubMed* și *Scopus (Elsevier)* după cuvintele cheie: „*radiology curriculum*” și „*radiology educational management*”. Pentru selecția avansată a literaturii, au fost utilizate următoarele filtre: lucrări publicate începând cu luna ianuarie 2000 în limbile engleză, română și rusă. După o analiză preliminară a titlurilor, în bibliografia finală au fost incluse articole originale, articole de sinteză narativă, sistematică și meta-analiză, precum și editoriale, care conțineau informații noi și concepte contemporane despre evoluția procesului de instruire și managementului educațional în radiologie și imagistica medicală. Adicional, a fost studiată bibliografia articolelor selectate, cu scopul de a găsi alte articole relevante pe această temă.

Modificările programului de instruire și ajustările legislative, efectuate în acest domeniu de către Ministerul Sănătății din România, ca stat membru al Uniunii Europene, au fost, de asemenea, studiate. Adicional, pentru evaluarea evoluției serviciului de imagistică medicală și procesului de instruire în această specialitate în Republica Moldova, au fost studiate ordinele Ministerului Sănătății și ale Guvernului Republicii Moldova cu referire la serviciile de radiologie și imagistică medicală, precum și datele Catedrei de radiologie și imagistică a Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, referitoare la evoluția curriculumului de studiu în imagistica medicală și timpul didactic alocat pentru studenții anilor III, IV, V și VI, precum și a instruirii prin rezidențiat.

### Rezultate

După procesarea informației, selectate din bazele de date *PubMed* și *Scopus (Elsevier)*, conform criteriilor menționate, au fost găsite 687 de articole. Publicațiile cu privire la instruirea personalului cu studii medii (asistente medicale sau tehnicieni), publicațiile, conținutul cărora nu reflecta evoluția programelor educaționale în radiologie și imagistica medicală, deși au fost selectate de programul de căutare, precum și cele care nu au fost accesibile pentru vizionare liberă sau prin baza de date HINARI (l. engl. *Health Internet Work Access to Research Initiative*), disponibilă în biblioteca științifică medi-

in speed, complexity, and sophistication [2]. Moreover, the introduction of new technologies into medical practice are commonly associated with increased expectations for diagnostic accuracy and a better quality of patient care, which is ultimately reflected in increasing requirements and higher overall standards of medical services. Therefore, the long-term success of medical practitioners is largely related to the accumulation of a larger amount of professional knowledge and adaptation of educational programs to the continuous evolution of diagnostic techniques and medical informatics.

In this context, we aimed to present a synthesis of recent developments in the radiology and medical imaging training programs at the international level, as well as a comprehensive evaluation of the training process in the Chair of radiology and medical imaging at the *Nicolae Testemitanu* State University of Medicine and Pharmacy.

### Material and methods

Articles containing the keywords “*radiology curriculum*” and “*radiology educational management*” were selected from the *PubMed* and *Scopus (Elsevier)* databases. The following filters were used for advanced literature search: articles published since January 2000 in English, Romanian and Russian. After a preliminary analysis, the final bibliography included original articles, narrative and systematic reviews, meta-analyses and editorials, containing new information and contemporary concepts about the evolution of the training process and the educational management in radiology and medical imaging. Additionally, the bibliography of the selected articles has also been studied in order to find other relevant articles on this topic.

Curricular changes to the training program in medical imaging and legislative adjustments made in this area by the Romanian Ministry of Health as a Member State of the European Union have also been analyzed. Additionally, for a comprehensive assessment of the medical imaging service and the specialty training process in the Republic of Moldova, we studied the orders issued by the Ministry of Health and by the Government of the Republic of Moldova related to radiology and medical imaging services, as well as the data available in the Chair of radiology and imaging at the *Nicolae Testemitanu* State University of Medicine and Pharmacy, related to the evolution of the study curriculum in medical imaging and the teaching time allocated to both medical students in their III, IV, V and VI years of study and radiology residents.

### Results

After processing the information selected from the *PubMed* and *Scopus (Elsevier)* databases according to the described criteria, we found 687 articles relevant to our topic. Publications related to the training process of radiology technicians or nurses, publications that did not reflect the evolution of educational programs in radiology and medical imaging despite being selected by the search program, as well as those that were not accessible for free viewing or via the HINARI (*Health Internet Access Work to Research Initiative*) database available in the Medical Sciences Library of the *Nicolae Testemitanu* State

cală a Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, au fost, ulterior, excluse din listă. Pentru a clarifica unele date referitor la evoluția serviciului de imagistică medicală și procesului de instruire în această specialitate în Republica Moldova și în România, ca stat membru al Uniunii Europene, au fost studiate 4 ordine ale Ministerului Sănătății și ale Guvernului Republicii Moldova, precum și curriculumul de pregătire în specialitatea Radiologie-Imagistică Medicală, publicat de către Centrul Național de Perfecționare în Domeniul Sanitar din București, România și Ministerul Sănătății din România. Bibliografia finală a inclus 49 de publicații.

### ***Evoluția procesului educațional în imagistica medicală***

Procesul educațional în radiologie și imagistica medicală a suferit transformări majore în ultimul deceniu, reprezentând o asociere complexă de pedagogie, evaluare și management [3, 4]. Datele publicate relevă că programul educațional și curriculumul de instruire variază foarte mult nu numai între țări și universități medicale, dar chiar și între colegii din cadrul aceleiași discipline [3, 5, 6]. Într-o încercare de a ține pasul cu progresul tehnologic, precum și cu noile modalități imagistice și tehnici de procesare a imaginilor, multe universități și-au adaptat programul de pregătire și curriculumul de radiologie pentru toate nivelurile de studiu: nivel I sau preclinic (pe plan internațional, numit adesea *undergraduate level*), nivel II sau clinic (pe plan internațional, numit adesea *graduate level*), și nivel III, sau pregătirea prin rezidențiat. Un studiu recent, referitor la curriculumul de radiologie preclinică în școlile medicale nord-americe, realizat de Rubin Z. și Blackham K. (2015), a arătat, de asemenea, că majoritatea instituțiilor intenționau să pună în aplicare o metodă inovatoare de predare a cursurilor de radiologie în viitorul apropiat [6]. Printre dificultățile organizatorice și administrative, cel mai frecvent întâlnite în această situație, au fost menționate orele suplimentare, necesare pentru ajustarea curriculumului (73%), resursele disponibile (32%), precum și implicarea cadrelor didactice (30%) [6]. O serie de alte incertitudini care sunt tot mai frecvent menționate, se referă la conținutul programului de instruire, când și în cadrul cărui nivel de pregătire materialul necesită inclus, precum și la modalitățile de instruire și prezentare a informației [3, 7-11].

### ***Programe de instruire în imagistica medicală***

Progresele substanțiale, care au avut loc în imagistica medicală în ultimele decenii cu apariția noilor tehnici de diagnostic de înaltă performanță, au afectat nu numai practica specialității, dar și cea a medicinei. De aceea, cunoașterea adecvată a tehnicilor imagistice și informația, care poate fi furnizată de acestea în diverse situații clinice, devine esențială în practica medicală, afectând direct atât calitatea cât și costul serviciilor acordate. Una dintre principalele dileme în aceste condiții este legată de volumul și aspectele materialului didactic ce necesită integrate în programul de studiu, deja supraaglomerat, pentru a avea un impact maxim asupra asimilării informației și luării unor decizii optime în funcție de simptomatologia clinică sau patologia suspectată [4].

Deși programul de instruire în imagistica medicală varia-

University of Medicine and Pharmacy were subsequently excluded from the list. In order to clarify the data related to the involvement of medical imaging services and changes in the training process in this specialty in the Republic of Moldova and in Romania, as a member state of the European Union, the study also refers to 4 orders issued by the Ministry of Health or by the Government of the Republic of Moldova as well as to the radiology and medical imaging training curricula published by the National Center for Continuing Education of Physicians, Pharmacists and Dentists from Bucharest, Romania and by the Ministry of Health of Romania. The final reference list includes 49 publications.

### ***Educational development in medical imaging***

Radiology education has undergone a tremendous transformation during the last decade and represents a complex mix of pedagogy, assessment, and administration [3, 4]. The data available in the literature show that training programs and study curricula vary widely not only between countries and medical schools, but also between disciplines and even between colleges within disciplines [3, 5, 6]. In an attempt to stay abreast with latest technological developments, newly emerged imaging modalities and image processing techniques, many universities had to adjust their medical imaging study curricula for all levels of training: level I (preclinical or undergraduate), level II (clinical or graduate) and level III (residency and specialty fellowships). A recent study investigating preclinical radiology curricula in North American medical schools conducted by Rubin Z. and Blackham K. (2015) showed that most institutions had also plans to implement an innovative teaching method for radiology courses in the near future [6]. Common organizational and administrative difficulties encountered in this situation included time in the curriculum (73%), resources (32%) and radiology faculty participation (30%) [6]. A variety of other challenges that have emerged and are commonly mentioned in many studies relate to what should be taught, when and within which level of training it should be taught, and how to effectively teach and present the information [3, 7-11].

### ***Training programs in medical imaging***

The amazing changes that have occurred in radiology and medical imaging have affected not only the practice of the specialty, but also that of medicine itself. Therefore, a good foundation and understanding of medical imaging modalities and the information that can be obtained in various clinical situations becomes essential in all practice areas of clinical medicine, affecting directly the quality and the costs of patient care. One of the main dilemmas in this situation relates to what aspects and how much of radiology education are essential to be integrated in the overcrowded medical curriculum to have an optimal impact on the cognitive and clinical decision skills in various clinical situations or suspected pathologies [4].

Although the radiology educational curricula vary considerably between countries and universities, most of them also contain common elements such as the physics of radiation, the imaging modalities and the physical bases of image acquisi-

ză considerabil între țări și universități, cele mai multe dintre acestea conțin și elemente comune, precum fizica radiațiilor, modalitățile imagistice și bazele fizice ale formării imaginii, noțiuni de anatomie radiologică, principalele tehnici legate de procedurile radiologice, aplicațiile substanțelor de contrast, principiile postprocesării, transmiterii și arhivării imaginilor, importanța corelării clinice și a interacțiunilor clinician-radiolog etc. Aceste elemente ce înglobează principalele concepte ale medicinei bazate pe dovezi, siguranței pacientului și calității serviciilor medicale au o importanță deosebită pentru orice student sau resident, indiferent de specialitatea medicală pe care urmează să o obțină [6]. În afara acestor elemente de bază, unele programe de instruire pot pune un accent mai special pe anumite subiecte, în funcție de profilul instituțional, în special, în țările cu școli medicale alocate, chiropractice, osteopate sau podiatrice, cu un istoric și tradiții bine stabilite în acest domeniu [3, 6, 12].

În cadrul *nivelului I* (preclinic) de pregătire, unele universități încorporează, în ultimul timp, o parte a orelor de radiologie în cursul de anatomie, utilizând imagini radiografice digitale alături de cadavre în sala de anatomie, precum și cazuri clinice, bazate pe imaginile tomografiei computerizate, efectuate postmortem [3, 13-19]. Un studiu recent, efectuat în Germania de Paech D. *et al.* (2017), a arătat că studenții care au avut disponibile și imaginile tomografiei computerizate a cadavrului în timpul primului an de studiu pentru corelarea structurilor anatomice, au obținut scoruri cu 27% mai mari la examenul final de anatomie [17]. Studiul a arătat, de asemenea, că integrarea cursurilor de anatomie și radiologie a fost înalt apreciată de studenți, sugerând că imagistica medicală și disecția virtuală necesită a fi considerate ca parte componentă a curriculumului de anatomie în viitor [17]. În același timp, integrarea interdisciplinară implică necesitatea unui acord între departamentele de anatomie și radiologie referitor la volumul și conținutul materialului fiecărei discipline pentru standardizarea curriculumului și asigurarea unui nivel adecvat de instruire [13].

Nivelul II (clinic) de pregătire în imagistica medicală este, adesea, integrat în cadrul cursurilor de profil, precum patologia sistemului respirator, gastrointestinal, urogenital, osteoarticular etc. Aceasta permite studiul patologiilor respective, concomitent cu aspectul imagistic al acestora. Unele programe de studiu, oferă și cursuri specializate precum module de neuroimagistică, radiologie de urgență sau radiologie intervențională, module care sunt, de obicei, opționale în ultimul an de studiu, permițând un abord individual, în funcție de interesul personal și specialitatea țintită [11]. De asemenea, merită menționat faptul că schimbările programului de instruire reprezintă un proces dinamic, determinat de evoluția specialității și cerințele sistemului de ocrotire a sănătății [4]. În această situație, o importanță tot mai crescută revine elaborării unui curriculum de studiu la nivel național pentru coordonarea și standardizarea nivelului de instruire a studenților în domeniul radiologiei și imagisticii medicale [7, 11, 20-23]. Diverse studii în domeniu indică că un curriculum național standardizat este asociat cu o mai mare uniformitate a procesului de instruire și

tion, radiological anatomy, basic imaging algorithms of common radiological procedures, contrast agents and contrast enhanced imaging, the principles of image post-processing, transmission and archiving, the importance of clinical information and clinician-radiologist interactions etc. These topics, which incorporate the main concepts of evidence-based medicine, patient safety and the quality of medical services, are important for every medical student or resident to understand, regardless of the specialty they pursue [6]. In addition to these basic elements, some training programs may also place a particular emphasis on certain topics depending on the institutional profile, especially in countries with allopathic, chiropractic, osteopathic or podiatric medical schools and well established traditions in this area [3, 6, 12].

For *undergraduate* programs, certain universities are incorporating radiology courses into the basic anatomy classes, using digital radiographic images alongside the cadavers as well as clinical cases based on postmortem computed tomography (CT) scans [3, 13-19]. A recent study performed in Germany by Paech D. *et al.* (2017) showed that students provided with cadaver CT scans during their first-year general gross anatomy course achieved 27% higher scores on their final anatomy exam [17]. The study also showed that radiological education integrated into gross anatomy was highly appreciated by medical students, suggesting that medical imaging and virtual dissection should therefore be considered to be part of the standard curriculum of gross anatomy [17]. At the same time, this interdisciplinary approach entails the need for standardization between anatomy and radiology departments with regard to the content and level of radiological anatomy to ensure that an appropriate level of training is provided [13].

*Graduate* training in medical imaging is often integrated into clinical modules related to respiratory, gastrointestinal, urogenital, osteoarticular pathology, etc. This allows studying of a variety of pathologies and clinical conditions concurrently with their imaging aspects. Some programs may also offer specialized electives like neuroimaging, emergency radiology or interventional radiology, which are usually optional in the last year of study and allow an individual approach based on personal interest and targeted specialty [11]. It is also worth mentioning that the changes in the training curriculum represent a dynamic process determined by the evolution of the specialty and the needs of the health care system [4]. In this situation, there has been a significant need for a national curriculum in radiology to be developed to help standardize the education of students in the field of radiology and medical imaging [7, 11, 20-23]. Various studies point out that a standardized national curriculum is commonly associated with greater uniformity of radiology training and professional development, while the lack of a unified syllabus has also been reported to result in lack of continuity, redundant content and gaps in knowledge [20, 23]. The new emphasis on curriculum and coordinated educational process has raised expectations for better quality training and improved standards in medical imaging education in an era of rapid developments of medical imaging techniques [4]. The ultimate goal of these approaches is to produce medical graduates capable of meeting future healthcare require-

formare profesională, în timp ce lipsa acestuia a fost, adesea, asociată cu lipsă de continuitate, conținut redundant și lacune în bagajul de cunoștințe [20, 23]. Noul accent pe curriculum și coordonarea procesului educațional a devenit necesar pentru creșterea calității procesului de instruire în imagistica medicală, precum și standardizarea acestuia în condițiile evoluției rapide a tehnicilor imagistice [4]. Scopul final al acestor abordări este de a produce absolvenți capabili de a satisface viitoarele cerințe ale serviciului de ocrotire a sănătății la nivel local și global, într-o epocă de dezvoltare tehnologică și schimbări tot mai rapide [4, 24, 25].

*Nivelul III* de pregătire în imagistica medicală sau specializarea prin rezidențiat a suferit modificări și mai profunde, luând în considerație apariția noilor modalități imagistice și tehnici de diagnostic, precum și necesitatea pregătirii specialiștilor înalt calificați în aceste domenii. De aceea, există o necesitate tot mai mare de elaborare a unui program național standardizat pentru specializarea în radiologie și imagistică medicală prin rezidențiat clinic și examene de specialitate în domeniu [3, 26].

Eforturi semnificative în acest scop au fost depuse și la nivelul Uniunii Europene pentru standardizarea procesului de instruire în țările membre. Astfel, în anul 2005, Asociația Europeană de Radiologie (EAR) împreună cu Secțiunea Radiologie a Uniunii Europene a Medicilor Specialiști (UEMS), a elaborat curriculumul european pentru pregătirea medicilor rezidenți în specialitatea Radiologie și Imagistică Medicală [27, 28]. În același an, Asociația Europeană de Radiologie s-a unit cu Congresul European de Radiologie (ECR), formând Societatea Europeană de Radiologie (ESR), al cărei Comitet pentru Educație (l. engl. *Education Committee*) este organismul abilitat pentru revizuirea și adaptarea programului de pregătire în specialitate [27, 29]. Societatea Europeană de Radiologie are, de asemenea, drept scop promovarea și coordonarea activităților științifice, filantropice, intelectuale și profesionale în domeniul radiologiei în toate țările europene [29]. Curriculumul european a fost, apoi, implementat la nivel național de majoritatea țărilor membre. Spre exemplu, în România, Comitetul Director al Societății de Radiologie și Imagistică Medicală în 2010 a aprobat modificarea programului de rezidențiat în radiologie și imagistică medicală în sensul armonizării acestuia cu programul european, modificările fiind confirmate și prin ordinul Ministerului Sănătății 1041 din 16 iulie 2010 [27]. Programul este, periodic, ajustat și de Centrul Național de Perfecționare în Domeniul Sanitar, în conformitate cu evoluția specialității și necesitățile sistemului național de ocrotire a sănătății [30]. Luând în considerație că imagistica medicală a devenit indispensabilă pentru majoritatea specialităților medicale, actualmente există și discuții despre necesitatea includerii modulelor de imagistică în programul de rezidențiat al altor specialități, precum ortopedie și traumatologie, medicină de urgență, pediatrie, medicină internă etc [3].

#### **Modalități de instruire și prezentare a informației**

Un obiectiv major al procesului de instruire în domeniul imagisticii medicale îl reprezintă dezvoltarea unei gândiri clinice și a unei abordări complexe pentru integrarea rezultatelor

la nivel local și global în timpul dezvoltării tehnologice și schimbărilor continue [4, 24, 25].

Residency training in medical imaging underwent even more substantial changes, taking into account the variety of newly emerged imaging modalities and diagnostic techniques, as well as the need for highly qualified specialists in these areas. Therefore, there is an increasing demand that a unified national curriculum is developed for radiology residencies with standardized guidelines and radiology board exams [3, 26].

Significant efforts in this regard have also been made at the European Union level to standardize the training process in the member countries. Thus, in 2005, the European Association of Radiology (EAR) elaborated in conjunction with the Union of European Medical Specialists (UEMS) Radiology Section a revised charter for training in radiology and medical imaging [27, 28]. The same year, the European Society of Radiology (ESR) was founded by merging the European Congress of Radiology (ECR) and the European Association of Radiology (EAR), thus establishing a single house of radiology in Europe, whose Education Committee is the body responsible for reviewing and adjusting the specialty training curriculum [27, 29]. The European Society of Radiology is also dedicated to promoting and coordinating the scientific, philanthropic, intellectual and professional activities of Radiology in all European countries [29]. The European curriculum was then implemented at the national level by most member countries. For instance, in Romania, the Boarding Committee of the Radiology and Medical Imaging Society approved the modification of the residency curriculum in radiology and medical imaging for its harmonization with the European curriculum in 2010, the modifications being also endorsed by the Ministry of Health (order no. 1041 from July 16, 2010) [27]. The program is periodically being adjusted by the National Center for Continuing Education of Physicians, Pharmacists and Dentists in accordance with the evolution of the specialty and national health care requirements [30]. Given that medical imaging is now indispensable to most medical specialties, there are also discussions about the importance of radiology training for residents in other medical specialties such as orthopedics and traumatology, emergency medicine, pediatrics, internal medicine etc [3].

#### **Training formats and methods of information delivery**

A major goal of medical imaging training is to develop clinical problem solving skills and a complex approach enabling students to integrate the imaging results with their knowledge of anatomy, pathology, clinical information and available laboratory data [12]. Developing appropriate imaging algorithms for diagnosis and differentiation of common clinical conditions can significantly improve these skills [11,12].

The methods of information delivery and training formats can also affect the learning ability and long-term retention of factual knowledge. The topic is of particular interest, considering that recent advances in medical imaging and digital educational technology had a tremendous impact on radiol-

imagistice cu cunoștințele acumulate în domeniul anatomiei și patologiei, precum și corelarea acestora cu simptomatologia clinică sau datele de laborator disponibile [12]. Dezvoltarea unor algoritmi de diagnostic diferențial al datelor imagistice în diverse patologii poate îmbunătăți semnificativ aceste abilități [11, 12].

Modalitățile de prezentare și furnizare a informației pot, de asemenea, afecta capacitatea de recepționare și păstrare pe termen lung a cunoștințelor asimilate. Subiectul prezintă un interes deosebit, având în vedere că progresele recente în imagistica medicală și tehnologia digitală au avut un impact extraordinar asupra procesului educațional, inclusive, asupra dezvoltării unor modalități de instruire și module interactive, plasate pe internet [4, 6, 31-39]. Studii, axate pe evaluarea eficacității utilizării programelor interactive ca metode de instruire, au arătat că exercițiile interactive pot avea un impact semnificativ asupra cunoștințelor asimilate, fiind pozitiv apreciate de către studenți și rezidenți [12, 36, 38-43]. Sondaje realizate în universitățile americane cu profil medical, osteopatic și podiatric, rezultatele cărora au fost publicate de Rubin Z. și Blackham K. (2015), au arătat că majoritatea universităților intenționează să implementeze în viitorul apropiat noi metode inovatoare de instruire, inclusiv, module și cursuri interactive de imagistică medicală plasate pe web site-ul sau intranetul instituției [6]. Diverse rețele de socializare precum Facebook, Twitter sau site-uri de distribuție pe internet a fișierelor în format multimedia (podcasting), sunt și acestea, tot mai frecvent, utilizate pentru organizarea și participarea la diverse cursuri interactive, bloguri și discuții, facilitând procesul de instruire și dezvoltare profesională. Un sondaj, realizat de Jaffar A. *et al.* (2014), privind utilizarea unei pagini Facebook ce conținea modulul de anatomie umană a arătat că peste 90% dintre elevii care o utilizau considerau că și-au îmbunătățit performanța la examen [44]. Progresele recente în domeniul tehnologiilor de procesare digitală oferă o varietate de alte opțiuni interactive în procesul educațional. Diverse tehnici de post-procesate a imaginilor, precum reconstrucțiile multiplane și reconstrucțiile avansate de volum (l. engl. *volume rendering technique, maximum intensity projection* etc.) sau endoscopia virtuală, pot fi efectuate chiar la un calculator personal, utilizând programe disponibile gratis pe internet [42].

Nu în ultimul rând, trebuie menționat faptul că integrarea rezultatelor investigațiilor imagistice cu datele clinice are o importanță deosebită, iar valorile interacțiunii clinician-radiolog necesită implementate încă din primii ani de studiu [6].

### **Programul didactic de radiologie și imagistică în Republica Moldova**

Evoluția programului didactic de Radiologie și Imagistică în Republica Moldova este atribuită, într-o mare măsură, Catedrei de radiologie și imagistică a Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, decizii fiind, adesea, influențate atât de necesitățile autohtone, cât și de diverși factori de ordin economic și geopolitic. Subiectul deține o relevanță deosebită, luând în considerație istoricul serviciului imagistic și transformările acestuia în ultimele decenii. Catedra a fost fondată în anul 1957 prin eforturile conferenți-

ogic educațional, inclusiv pe dezvoltarea unei varietăți de instrumente de învățare bazate pe web [4, 6, 31-39]. Studii care evaluează eficacitatea utilizării programelor interactive ca metode de instruire au arătat că exercițiile interactive pot avea un impact semnificativ asupra cunoștințelor asimilate, fiind pozitiv apreciate de către studenți și rezidenți [12, 36, 38-43]. Rezultatele obținute în școli medicale, osteopatice și podiatrice publicate de Rubin Z. și Blackham K. (2015) au arătat că majoritatea universităților planifică să implementeze metode inovatoare de instruire în viitorul apropiat, inclusiv module interactive plasate pe site-ul web sau pe intranet [6]. O varietate de social media precum Facebook, Twitter sau podcasturi sunt tot mai mult utilizate pentru participarea în discuții bazate pe bloguri și cursuri interactive, pentru a facilita procesul de învățare și dezvoltarea profesională. De exemplu, un sondaj realizat de Jaffar A. *et al.* (2014) privind utilizarea unei pagini Facebook de Anatomie Umană a arătat că peste 90% dintre studenții care o utilizau considerau că și-au îmbunătățit performanța la examen [44]. Progresele recente în tehnologia digitală oferă o varietate de alte opțiuni interactive în procesul educațional. Diverse tehnici de post-procesare a imaginilor precum reconstrucțiile multiplane, reconstrucțiile avansate de volum (l. engl. *volume rendering technique, maximum intensity projection* etc.) sau endoscopia virtuală pot fi efectuate pe un calculator personal folosind programe disponibile gratis pe internet [42].

În cele din urmă, trebuie să ne amintim că integrarea rezultatelor de imagistică cu informațiile clinice este absolut necesară și studenții trebuie să înțeleagă din timpuri timpurii valoarea interacțiunii clinician-radiolog [6].

### **Training program in radiology and imaging in the Republic of Moldova**

Evoluția programului de instruire în radiologie și imagistică în Republica Moldova este în mare măsură atribuită Catedrei de radiologie și imagistică a Universității de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, cursul fiind influențat nu numai de necesitățile locale de sănătate, ci și de o varietate de factori economici și geopolitici.

Tematica este deosebit de interesantă, având în vedere istoria serviciului de imagistică medicală și transformările acestuia în ultimele decenii. Catedra a fost fondată în 1957, ca Catedra de radiodiagnostic și radioterapie la acea vreme, prin eforturile asociației profesore A. Burcalov, absolvent al Academiei Medicale Maritime de Leningrad. Departamentul a fost condus de profesor I. Vozniuc (1963-1969), asociații profesore V. Volneanski (1969-1986, 2000-2005), asociații profesore S. Matcovschi (1986-1999), profesore V. Bairac (2006-2008) și profesore N. Rotaru (2008-prezent).

În Republica Moldova, după proclamarea independenței, majoritatea normelor legislative în radiologie și imagistică medicală au fost moștenite de la fostul URSS. Una dintre legislațiile în acest domeniu, care a rămas în vigoare pentru o perioadă lungă de timp după proclamarea independenței, este Ordinul nr. 20 al Ministerului de Sănătate al Republicii Moldova din 12 martie 1990 „*Status and measures for improvement of the radio-*

arului A. Burcalov, absolvent al Academiei Militare-Maritime Medicale din Leningrad, fiind numită, la început, Catedra de radiodiagnostic și radioterapie. În funcție de șef al catedrei, pe parcursul anilor, s-au aflat: profesorul universitar I. Vozniuc (1963-1969), conferențiarul V. Volneanschi (1969-1986, 2000-2005), conferențiarul S. Matcovschi (1986-1999), profesorul universitar V. Bairac (2006-2008) și profesorul universitar N. Rotaru (2008-prezent).

După proclamarea independenței Republicii Moldova, majoritatea normativelor legislative în domeniul radiologiei și imagisticii medicale erau moștenire din cadrul fostei URSS. Unul din actele normative, în acest sens, care a rămas în vigoare o perioadă îndelungată după proclamarea independenței, este Ordinul nr. 20 al Ministerului Sănătății al Republicii Moldova din 12.03.1990 „*Starea și măsurile pentru perfecționarea serviciului radiologic acordat populației Republicii Moldova*” [45], Republica Moldova proclamându-și, ulterior, independența pe 27 august 1991. Actele normative ulterioare [46, 47], inclusiv, Ordinul nr. 270 al Ministerului Sănătății al Republicii Moldova din 18.11.1999 „*Despre reforma serviciului de imagistică*” [46], erau direcționate, preponderant, pentru a reglementa funcțiile secțiilor de imagistică, care au apărut ca noi unități, datorită progresului tehnic în imagistica medicală.

Saltul tehnologic cu apariția a noi modalități și tehnici de diagnostic a afectat semnificativ și practica imagisticii medicale în Republica Moldova. Astfel, în ultimii 10 ani, numărul aparatelor de rezonanță magnetică a crescut de la un singur aparat de 0,3 Tesla la 11 aparate, dintre care 9 sunt de înaltă performanță de 1,5 sau 3,0 Tesla, pentru deservirea unei

logical service in the Republic of Moldova” [45], the Republic of Moldova proclaiming then its independence on August 27, 1991. Subsequent legislations related to the medical imaging service [46,47], including the Order no. 270 of the Ministry of Health of the Republic of Moldova from November 18, 1999 [46] were mainly directed at regulating the activities of newly emerged imaging units that appeared as a result of technological progress in medical imaging.

The newly emerged imaging modalities and diagnostic techniques have significantly affected the practice of medical imaging also in the Republic of Moldova. Thus, over the last 10 years, the number of magnetic resonance imaging (MRI) scanners has increased from a single scanner at 0.3 Tesla to 11 scanners, 9 of these being of high performance at 1.5 or 3.0 Tesla, serving a population of approximately 3.3 millions (Table 1). The number of computed tomography (CT) scanners has also increased from 10 to 24, most of which are of high performance with a simultaneous acquisition of 64, 80, 128 and 256 slices in a single tube rotation (Table 2). It is worth mentioning that 256-slice CT scanners are among the latest models available in reference imaging centers across the world and have superior image quality. Additionally, the simultaneous acquisition of over 200 slices is of particular importance in angiographic investigations, allowing an instantaneous visualization of the investigated blood vessels before the injected contrast is washed out by the blood flow. As a result, the number of interventional radiology departments has tripled over the past 10 years and their imaging equipment is much more advanced. During this period, 5 hybrid operating and interventional radiology suits were also opened for the first time (Table 3).

**Table 1.** Numărul aparatelor de investigație prin rezonanță magnetică (IRM), disponibile în Republica Moldova în ultimii 10 ani.

Aparate IRM	2007	2017
Aparate IRM de 0,3 Tesla	1	2
Aparate IRM de 1,5 Tesla	0	7
Aparate IRM de 3,0 Tesla	0	2
<i>Total</i>	<i>1</i>	<i>11</i>

**Table 2.** Numărul aparatelor de investigație prin tomografie computerizată (TC), disponibile în Republica Moldova în ultimii 10 ani.

Aparate TC	2007	2017
Aparate TC cu mișcări de rotație și translație a tubului	3	0
Aparate TC cu achiziționarea a 2 secțiuni într-o rotație (dual slice)	2	3
Aparate TC cu achiziționarea a 16 secțiuni într-o rotație (16 slice)	5	7
Aparate TC cu achiziționarea a 64 de secțiuni într-o rotație (64 slice)	-	7
Aparate TC cu achiziționarea a 80 de secțiuni într-o rotație (80 slice)	-	3
Aparate TC cu achiziționarea a 128 de secțiuni într-o rotație (128 slice)	-	3
Aparate TC cu achiziționarea a 256 de secțiuni într-o rotație (256 slice)	-	1
<i>Total</i>	<i>10</i>	<i>24</i>

**Table 1.** The number of magnetic resonance imaging (MRI) scanners in the Republic of Moldova for the last 10 years.

MRI scanners	2007	2017
0.3 Tesla MRI scanners	1	2
1.5 Tesla MRI scanners	0	7
3.0 Tesla MRI scanners	0	2
<i>Total</i>	<i>1</i>	<i>11</i>

**Table 2.** The number of computed tomography (CT) scanners in the Republic of Moldova for the last 10 years.

CT scanners	2007	2017
CT scanners with rotate-translate motion of the tube-detector assembly	3	0
Dual slice CT scanners	2	3
16-slice CT scanners	5	7
64-slice CT scanners	-	7
80-slice CT scanners	-	3
128-slice CT scanners	-	3
256-slice CT scanners	-	1
<i>Total</i>	<i>10</i>	<i>24</i>



populații de aproximativ 3,3 milioane (Tabelul 1). Numărul aparatelor de tomografie computerizată a crescut, de asemenea, de la 10 la 24, fiind implementate și aparate de înaltă performanță cu achiziționarea concomitentă a 64, 80, 128 și 256 de secțiuni într-o singură rotație (Tabelul 2). Remarcabil este faptul că aparatele de tomografie computerizată cu achiziționarea concomitentă a 256 de secțiuni într-o singură rotație, se numără printre ultimele modele elaborate, care au o calitate superioară a imaginilor, fiind disponibile, de obicei, în centrele de referință pe plan internațional. Adicional, achiziționarea concomitentă a peste 200 de secțiuni are o importanță deosebită în investigațiile angiografice, permițând vizualizarea instantanee a contrastului intravascular înainte ca acesta să parasească zona de interes, odată cu fluxul sangvin. De altfel, numărul departamentelor de radiologie intervențională în ultimii 10 ani s-a triplat, acestea fiind dotate cu echipament mult mai performant. În această perioadă, au fost deschise, în premieră, și 5 săli hibrid de chirurgie și radiologie intervențională (Tabelul 3).

**Tabelul 3.** Numărul aparatelor de radiografie digitală și a facilităților de radiologie intervențională, disponibile în Republica Moldova în ultimii 10 ani.

	2007	2017
Aparate de radiografie digitală	0	47
Departamente de radiologie intervențională	2	6
Săli hibrid de chirurgie și radiologie intervențională	0	5

O serie de alte modalități imagistice, înafara celor de înaltă performanță, au cunoscut și acestea o evoluție rapidă. De exemplu, numărul aparatelor de radiografie digitală a crescut de la 0 la 47 (Tabelul 3). Toate departamentele de imagistică medicală au fost, de asemenea, dotate cu echipament de ultrasonografie performant, crescând semnificativ numărul aparatelor de clasa *Expert*. Instalarea a două aparate pentru tomografie computerizată cu emisie de pozitroni (PET/CT) este, actualmente, în curs de derulare în cadrul Spitalului Internațional Medpark și Spitalului Clinic Republican.

Un studiu recent, efectuat de Rotaru N. *et al* (2017) în instituțiile medicale de nivelul III din Republica Moldova, a relevat peste 300.000 de investigații efectuate anual (doar prin 4 modalități imagistice incluse în studiu – radiografie, mamografie, tomografie computerizată și rezonanță magnetică), iar evaluarea majorității parametrilor de calitate a demonstrat o concordanță cu standardele europene și cele internaționale în domeniu [48]. Datele evaluării au pus în evidență o rată a complicațiilor după investigațiile imagistice invazive <0,25% pentru toate instituțiile, un timp mediu de eliberare a raportului investigațiilor imagistice <2 ore (între 58±17 min și 31±10 min), o rată a rapoartelor eliberate mai târziu de 48 de ore <1% (între 0,21% și 0,7%), accesul la investigațiile imagistice în urgențele medicale în primele 15-30 minute, cu comunicarea rezultatelor preliminare în 10-20 minute și eliberarea rezultatelor definitive în 30-60 minute, precum și aparataj medical în dotare, achiziționat în ultimii 5 ani, între 50-100% pentru toate instituțiile [48]. Rezultatele studiului reflectă, de

A variety of other imaging modalities have also undergone a rapid evolution. For example, the number of digital radiography systems has increased from 0 to 47 (Table 3). All medical imaging departments have been equipped with performant ultrasound equipment, leading to a growing number of *Expert Class* multidisciplinary ultrasound systems. The installation of two positron emission tomography (PET/CT) scanners is currently underway at the Medpark International Hospital and the Republican Clinical Hospital.

A recent study conducted by Rotaru N. *et al.* (2017) in the tertiary medical institutions of the Republic of Moldova revealed over 300,000 yearly investigations (performed just using the 4 imaging modalities included in the study – radiography, mammography, computed tomography and magnetic resonance imaging), while the evaluation of most quality assurance parameters have demonstrated an overall concordance with the European and international standards [48]. The results revealed an overall rate of recorded complications after invasive imaging procedures <0.25% for all institutions,

**Table 3.** The availability of digital radiography equipment and interventional radiology facilities in the Republic of Moldova for the last 10 years.

	2007	2017
Digital radiography systems	0	47
Interventional radiology departments	2	6
Hybrid operating and interventional radiology suits	0	5

an average time of issuing the radiological report of less than 2 hours after completing the investigation (variations between 31±10 min and 58±17 min), a rate of radiological reports completed after 48 hours of less than 1% (variations between 0.21% and 0.7%), access to the requested imaging investigations in emergency situations within 15-30 minutes with subsequent reporting of preliminary results within 10-20 minutes and completion of a formal radiological report within 30-60 minutes, as well as a proportion of medical imaging equipment acquired during the last 5 years between 50-100% for all institutions [48]. The results of the study also reflect substantial advances in medical imaging in the last years as a result of implemented changes and continuous efforts to comply with the European Union and international standards in the field [48].

With the implementation of high-performance imaging modalities, the Chair has been renamed as the Chair of radiology and imaging. The training program has undergone major changes, currently radiology and imaging being taught in Romanian, Russian, English and French to students of the 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> years of General Medicine faculties, as well as to 3<sup>rd</sup> year students of Dental and Public Health faculties. The training program for 3<sup>rd</sup> year students includes both lectures and practical seminars covering general radiology and radioprotection, imaging modalities and acquisition techniques, radiological anatomy and commonly encountered radiological syndromes. A particular emphasis of the program is placed on clinical reasoning and on the understanding of various al-

asemenea, progrese substanțiale ce au fost obținute în ultimii ani în domeniul imagisticii medicale ca urmare a reformelor implementate și eforturilor depuse pentru alinierea la standardele Uniunii Europene și celor internaționale în domeniu [48].

Implementarea noilor metode de investigație de înaltă performanță a impus și schimbarea denumirii Catedrei în cea de radiologie și imagistică. Programul didactic a suferit modificări majore, în prezent, radiologia și imagistica fiind predată în limbile română, rusă, engleză și franceză studenților anilor III, IV, V și VI ai facultăților de medicină generală, precum și studenților anului III ai facultăților de stomatologie și sănătate publică. Programul de instruire pentru studenții anului 3 include atât prelegeri, cât și seminare practice, axate pe radiologie generală și radioprotecție, modalitățile și tehnicile imagistice, anatomia radiologică și sindroamele radiologice mai frecvent întâlnite. Un accent deosebit este pus pe dezvoltarea unei gândiri clinice și a diverse algoritme de diagnostic diferențial al patologiilor mai frecvent întâlnite. În timpul cursului, studenții își pot verifica evaluările practice, utilizând sistemul electronic al universității (SIMU), iar examenul final este susținut la calculator, pentru evitarea subiectivității atestării. De menționat, Catedra de radiologie și imagistică a fost printre primele care a implementat examenul electronic, peste 50% din întrebări fiind bazate pe interpretarea imaginilor clinice.

Într-un efort de a promova practica descrisă la alte universități de referință pe plan internațional [11], programul de instruire în radiologie și imagistică pentru studenții anilor IV și V a fost integrat în cadrul principalelor cursuri clinice, precum oncologie, traumatologie, pneumoftiziologie, gastrologie, nefrologie, cardiologie, urologie, otorinolaringologie, boli chirurgicale, neonatologie și pediatrie, obstetrică și ginecologie, anesteziologie și terapie intensivă etc. Modelul permite o corelare directă a patologiilor studiate în cadrul cursurilor respective cu aspectul imagistic al acestora, precum și o înțelegere mai profundă a rolului pe care îl pot avea diverse modalități imagistice în diagnosticul și managementul acestor patologii. De altfel, studenții obțin evaluări separate atât pentru modulul clinic respectiv, cât și pentru cursul de radiologie și imagistică.

Extinderea programului de predare a radiologiei și imagisticii medicale pe parcursul a 4 ani de studiu pentru studenții de medicină generală este o realizare importantă a Catedrei pentru alinierea la standardele practicate pe plan internațional [11], anterior radiologia fiind predată doar în decursul anului III de studiu. În cadrul Catedrei sunt, de asemenea, instruiți medicii rezidenți în radiologie și imagistică și se realizează perfecționarea continuă a medicilor radiologi-imagiști. Programul de pregătire prin rezidențiat în radiologie și imagistică a fost, de asemenea, extins de la 3 la 4 ani. Una dintre realizările colaborării internaționale este pregătirea studenților, precum și a specialiștilor prin rezidențiat din India, Palestina, Siria, Iordania, Sudan, Arabia Saudită, Israel și alte state.

Programul didactic este asociat cu o varietate de proiecte științifice, inclusiv în cadrul pregătirii tezelor de licență și celor de doctorat. Multe dintre cercetările științifice, efectuate în ultimul timp, sunt orientate spre optimizarea aplicării metodelor imagistice de investigație în diverse domenii precum

algoritmi pentru diagnostic diferențial al patologiilor întâlnite frecvent. În timpul cursului, studenții sunt capabili să verifice notele și evaluările online utilizând Sistemul de Management al Informațiilor al Universității (SIMU), în timp ce examenul final este computerizat pentru a evita orice subiectivitate în evaluare. De menționat este faptul că Catedra de radiologie și imagistică a fost printre primele care a implementat examenul computerizat, peste 50% din întrebări fiind bazate pe interpretarea imaginilor clinice.

Într-un efort de promovare a standardelor practicate la alte universități de referință la nivel internațional [11], programul de instruire în radiologie și imagistică pentru studenții anilor IV și V a fost integrat în cadrul modulelor clinice, precum oncologie, traumatologie, pneumoftiziologie, gastrologie, nefrologie, cardiologie, urologie, otorinolaringologie, chirurgie, neonatologie și pediatrie, obstetrică și ginecologie, anestezie și îngrijiri intensive etc. Acest lucru permite o corelare directă a patologiilor și bolilor studiate în modulele clinice cu aspectul lor imagistic, precum și o înțelegere mai bună a rolului pe care îl pot avea diferite modalități de imagistică în diagnostic și managementul acestor condiții. În plus, studenții primesc evaluări separate pentru fiecare modul clinic și pentru cursurile de radiologie și imagistică.

Extinderea programului de instruire în radiologie și imagistică medicală pentru studenții de medicină generală de la 1 la 4 ani de studiu reprezintă o realizare importantă a Catedrei pentru alinierea la standardele internaționale [11], anterior radiologia fiind predată doar în decursul anului III de studiu. Catedra este responsabilă de instruirea rezidenților în radiologie și imagistică medicală și organizează evaluări periodice și cursuri de actualizare ca parte din programele de educație continuă pentru radiologi și specialiști în imagistică medicală. Programul de rezidențiat în radiologie și imagistică medicală a fost extins de la 3 la 4 ani. Una dintre realizările colaborării internaționale este instruirea studenților și rezidenților în radiologie și imagistică medicală din India, Palestina, Siria, Iordania, Sudan, Arabia Saudită, Israel și alte țări.

Programul de instruire este asociat cu o varietate de proiecte de cercetare, inclusiv teze de licență și doctorat pentru studenți și teze de doctorat. Multe dintre proiectele științifice recente sunt axate pe optimizarea aplicării anumitor modalități de imagistică în domenii precum mamologie, urologie, gastro-enterologie, hepatologie și chirurgie abdominală, urgențe medicale, cardiologie, pediatrie, oncologie, neurologie și neurochirurgie, precum și pe integrarea tehnicilor tradiționale de imagistică cu tehnici moderne de înaltă performanță. O altă responsabilitate a departamentului este legată de coordonarea și reglementarea activităților în radiologie și imagistică medicală. Ca rezultat al acestor eforturi, a fost dezvoltat *Manualul de calitate* pentru serviciul de imagistică medicală pentru implementare la nivel național. Multe dintre aceste principii au fost incluse în legislația guvernamentală a Republicii Moldova legată de *Reglementarea protecției împotriva radiațiilor și siguranței pentru diagnosticul în radiologie și procedurile de intervenție în radiologie* (Decizie de Guvern nr. 451 din 24 iulie 2017,

mamologie, urologie, gastro-enterologie, hepatologie și chirurgie abdominală, urgențe medicale, cardiologie, pediatrie, oncologie, neurologie și neurochirurgie, integrând metodele radiologice tradiționale cu modalitățile imagistice moderne de înaltă performanță. O altă responsabilitate a Catedrei este legată de coordonarea și reglementarea activităților clinice în domeniul radiologiei și imagisticii medicale. Ca urmare a acestor eforturi, a fost elaborat *Manualul Calității* serviciului de imagistică medicală pentru implementarea în cadrul unităților de profil la nivel național. Multe din aceste principii au fost incluse și în Hotărârea Guvernului Republicii Moldova pentru aprobarea *Regulamentului cu privire la radioprotecție, securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic și radiologie intervențională* (Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 451 din 24.07.2015, publicată în Monitorul Oficial nr. 197-205 din 31.07.2015) [49].

În încheiere, merită menționat faptul că procesul de instruire necesită o modernizare continuă pentru a ține pasul cu evoluția rapidă a tehnicilor imagistice, creșterea nivelului de cunoștințe în domeniu, precum și cu volumul tot mai mare de informații procesat în timpul cursului. Una dintre prioritățile actuale ale Catedrei este suplimentarea cursurilor de radiologie și imagistică cu materiale postate pe web site, atât în scop interactiv, cât și ca o componentă obligatorie a pregătirii pentru seminarele practice. Metoda este, deja, practică în cadrul multor universități de referință, cu mențiuni pozitive atât din partea studenților, cât și a cadrelor didactice. Un alt subiect, ce necesită abordat, este introducerea cursurilor de radiologie și imagistică pentru medicii rezidenți de diverse specialități. Luând în considerație că costul investigațiilor imagistice constituie o porțiune considerabilă a bugetului acordat ocrotirii sănătății în orice țară, precum și necesitatea utilizării cât mai raționale a resurselor și investigațiilor disponibile, introducerea cursurilor de radiologie și imagistică medicală pentru medicii rezidenți de diverse specialități este, deja, practică în cadrul multor universități [11].

### Concluzii

În ultimul deceniu, procesul didactic în radiologie și imagistică a cunoscut o dezvoltare rapidă, înglobând elemente de pedagogie, evaluare și management. Saltul tehnologic, asociat cu apariția noilor tehnici și modalități imagistice, a determinat adaptarea programelor de studiu la noile condiții. Procesul a afectat și programul universitar din Republica Moldova, printre inovațiile majore enumerându-se instruirea în limbile română, rusă, engleză și franceză, extinderea programului de instruire de 1 la 4 ani de studiu pentru studenții de medicină generală, integrarea programului de instruire în cadrul cursurilor clinice pentru studenții anilor IV și V, extinderea programului de instruire prin rezidențiat de la 3 la 4 ani, precum și introducerea evaluărilor computerizate. În curs de derulare se află suplimentarea cursurilor cu materiale postate pe web site, atât în scop interactiv, cât și ca componentă obligatorie a pregătirii pentru seminarele practice. Un alt subiect, ce necesită abordat, este introducerea cursurilor de radiologie și imagistică pentru medicii rezidenți în cadrul altor specialități, luând în considerație rolul tot mai important al investigațiilor

2015 published in the *Official Monitor* no. 197-205 from July 31, 2015) [49].

In the end, it is worth mentioning that the training process in radiology requires continuous adjustments to stay abreast with the rapidly evolving imaging techniques, growing body of knowledge in the field and increasing amount of information processed during the course. One of the current priorities of the Chair is to supplement the radiology and imaging courses with materials posted on the web site, both for interactive training and as a formal component of preparation for practical seminars. The method is already being used in many reference universities and is positively appreciated by both students and teachers. Another topic that needs to be addressed is the introduction of radiology and imaging courses for medical residents of non-radiology specialties. Considering that the cost of imaging investigations represents a significant part of the healthcare budget in any country as well as the increasing demands for rational use of available resources and investigations, the introduction of radiology and medical imaging courses for medical residents of various specialties is already practiced in many universities [11].

### Conclusions

In the last decade, the training process in radiology and imaging has undergone tremendous changes and includes a variety of elements of pedagogy, assessment and educational management. The technological development associated with newly emerged imaging techniques and modalities entailed a variety of adjustments of the training programs to the new conditions. The process also affected the university training in the Republic of Moldova, among the major innovations being the diversification of training in Romanian, Russian, English and French, the extension of the training program from 1 to 4 years of study for General Medicine faculties, the integration of radiology courses within the clinical modules during the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> years of study, the extension of the residency program from 3 to 4 years of training as well as the introduction of computerized evaluations. In-progress is the development of web-based modules and materials, both for interactive training and as a formal component of preparation for practical seminars. Another topic that needs to be addressed is the introduction of radiology and imaging training courses for medical residents of other specialties, considering the increasing importance of imaging investigations in clinical practice as well as their significant cost.

### Authors' contribution

All authors contributed equally in this study. The final version of the manuscript was approved by all authors.

### Declaration of conflicting interests

Authors declare no financial or non-financial conflict of interests.

imagistice în practica medicală, precum și costul semnificativ al acestora.

### Contribuția autorilor

Toți autorii au contribuit în mod egal la realizarea acestei lucrări. Versiunea finală a manuscrisului a fost aprobată de toți autorii.

### Declarația de conflict de interese

Autorii declară lipsa conflictului de interese financiare sau non financiare.

### Referințe / references

1. Reiner B., McKinley M. Application of innovation economics to medical imaging and information systems technologies. *J. Digit. Imaging*, 2012; 25 (3): 325-9.
2. Reiner B., Siegel E., Siddiqui K. Evolution of the digital revolution: a radiologist perspective. *J. Digit. Imaging*, 2003; 16 (4): 324-30
3. Linaker K. Radiology undergraduate and resident curricula: a narrative review of the literature. *J. Chiropr. Humanit.*, 2015; 22: 1-8.
4. Pascual T., Chhem R., Wang S., Vujnovic S. Undergraduate radiology education in the era of dynamism in medical curriculum: an educational perspective. *Eur. J. Radiol.*, 2011; 78: 319-325.
5. Subramaniam R., Kim C., Scally P. Medical student radiology teaching in Australia and New Zealand. *Australas. Radiol.*, 2007; 51: 358-361.
6. Rubin Z., Blackham K. The state of radiologic teaching practice in preclinical medical education: survey of American medical, osteopathic, and podiatric schools. *J. Am. Coll. Radiol.*, 2015; 12: 403-408.
7. Collins J. Curriculum in radiology for residents: what, why, how, when, and where. *Acad. Radiol.*, 2000; 7: 108-113.
8. Subramaniam R., Kim C., Scally P., Tress B. Medical student radiology training: what are the objectives for contemporary medical practice? *Acad. Radiol.*, 2003; 10: 295-300.
9. Gunderman R., Williamson K., Frank M., Heitkamp D., Kipfer H. Learner-centered education. *Radiology*, 2003; 227: 15-17.
10. Williamson K., Gunderman R., Cohen M., Frank M. Learning theory in radiology education. *Radiology*, 2004; 233: 15-18.
11. Lewis P., Shaffer K. Developing a national medical student curriculum in radiology. *J. Am. Coll. Radiol.*, 2005; 2: 8-11.
12. Linaker K. Pedagogical approaches to diagnostic imaging education: a narrative review of the literature. *J. Chiropr. Humanit.*, 2015; 22: 9-16.
13. Mitchell B., Williams J. Trends in radiological anatomy teaching in the U.K. and Ireland. *Clin. Radiol.*, 2002; 57: 1070-1072.
14. Chowdhury R., Wilson I., Oepfen R. The departments of radiology and anatomy: new symbiotic relations? *Clin. Radiol.*, 2008; 63: 918-920.
15. Erkonen W., Vydareny K., Sandra A., Ferguson K., Kreiter C. Inter-institutional study to compare the effectiveness of a radiology-anatomy module of instruction. *Acad. Radiol.*, 2000; 7: 700-704.
16. Bohl M., Francois W., Gest T. Self-guided clinical cases for medical students based on postmortem CT scans of cadavers. *Clin. Anat.*, 2011; 24: 655-663.
17. Paech D., Giesel F., Unterhinninghofen R., Schlemmer H., Kuner T., Doll S. Cadaver-specific CT scans visualized at the dissection table combined with virtual dissection tables improve learning performance in general gross anatomy. *Eur. Radiol.*, 2017; 27: 2153-2160.
18. Miles K. Diagnostic imaging in undergraduate medical education: an expanding role. *Clin. Radiol.*, 2005; 60: 742-745.
19. Allen S., Roberts K. An integrated structure-function module for first year medical students: correlating anatomy, clinical medicine and radiology. *Med. Educ.*, 2002; 36: 1106-1107.
20. Lee J., Aldrich J., Eftekhari A., Nicolaou S., Muller N. Implementation of a new undergraduate radiology curriculum: experience at the University of British Columbia. *Can. Assoc. Radiol. J.*, 2007; 58: 272-278.
21. Cassumbhoy R., Lau W. Challenges in medical imaging teaching. *Australas. Radiol.*, 2007; 51: 307-308.
22. Afaq A., McCall J. Improving undergraduate education in radiology. *Acad. Radiol.*, 2002; 9: 221-223.
23. Webb E., Naeger D., McNulty N., Straus C. Needs assessment for standardized medical student imaging education: review of the literature and a survey of deans and chairs. *Acad. Radiol.*, 2015; 22: 1214-1220.
24. Work J., Wagner P., Albritton T., White C., Thomas A., Fincher R. Innovations in medical education: the Medical College of Georgia School of Medicine experience. *South. Med. J.* 2003; 96: 840-844.
25. Azila N., Rogayah J, Zabidi-Hussin Z. Curricular trends in Malaysian medical schools: innovations within. *Ann. Acad. Med. Singapore*, 2006; 35: 647-654.
26. Goske M., Reid J. Define a national curriculum for radiology residents and test from it. *Acad. Radiol.*, 2004; 11: 596-601.
27. Curriculum de pregătire în specialitatea radiologie-imagistică medicală. Ministerul Sănătății din România, Direcția generală resurse umane și certificare, 2010. Disponibil la adresa: [https://rezidentiat.ms.ro/curricule/radiologie\\_imagistica\\_medicala.pdf](https://rezidentiat.ms.ro/curricule/radiologie_imagistica_medicala.pdf) (Accesat la: 02.09.2017).
28. European training charter for clinical radiology. European Association of Radiology. Disponibil la adresa: [http://www.esur.org/fileadmin/content/Files/Charter\\_and\\_Curricula.pdf](http://www.esur.org/fileadmin/content/Files/Charter_and_Curricula.pdf) (Accesat la: 02.09.2017).
29. European Society of Radiology. Disponibil la adresa: <https://www.myesr.org/about/about-esr> (Accesat la: 02.09.2017).
30. Curriculum de pregătire în specialitatea radiologie-imagistică medicală, Centrul Național de Perfecționare în Domeniul Sanitar București. Disponibil la adresa: [http://www.srimr.ro/uploads/files/curricula\\_radio\\_5\\_ani.pdf](http://www.srimr.ro/uploads/files/curricula_radio_5_ani.pdf). (Accesat la: 02.09.2017).
31. Roubidoux M., Chapman C., Piontek M. Development and evaluation of an interactive web-based breast imaging game for medical students. *Acad. Radiol.*, 2002; 9: 1169-1178.
32. Grunewald M., Heckemann R., Gebhard H., Lell M., Bautz W. COM-PARE radiology: creating an interactive Web-based training program for radiology with multimedia authoring software. *Acad. Radiol.*, 2003; 10: 543-553.

33. Pinto A., Selvaggi S., Sicignano G., Vollono E., Iervolino L., Amato F., Molinari A., Grassi R. E-learning tools for education: regulatory aspects, current applications in radiology and future prospects. *Radiol. Med.*, 2008; 113: 144-157.
34. Branstetter B., Faix L., Humphrey A., Schumann J. Preclinical medical student training in radiology: the effect of early exposure. *Am. J. Roentgenol.*, 2007; 188: W9-14.
35. Branstetter B., Humphrey A., Schumann J. The long-term impact of preclinical education on medical students' opinions about radiology. *Acad. Radiol.*, 2008; 15: 1331-1339.
36. Tshibwabwa E., Mallin R., Fraser M., Tshibwabwa M., Sanii R., Rice J., Cannon J. An integrated interactive-spaced education radiology curriculum for preclinical students. *J. Clin. Imaging Sci.*, 2017; 7: doi: 10.4103/jcis.JCIS\_4101\_4117.
37. Lowitt N. Assessment of an integrated curriculum in radiology. *Acad. Med.*, 2002; 77: 933.
38. Papamichail D., Pantelis E., Papagiannis P., Karaiskos P., Georgiou E. A web simulation of medical image reconstruction and processing as an educational tool. *J. Digit. Imaging*, 2015; 28: 24-31.
39. Chetlen A., Mendiratta-Lala M., Probyn L. *et al.* Conventional medical education and the history of simulation in radiology. *Acad. Radiol.*, 2015; 22: 1252-1267.
40. Alvarez A., Gold G., Tobin B., Desser T. Software tools for interactive instruction in radiologic anatomy. *Acad. Radiol.*, 2006; 13: 512-517.
41. Colucci P., Kostandy P., Shrauner W., Arleo E., Fuortes M., Griffin A., Huang Y., Juluru K., Tsiouris A. Development and utilization of a web-based application as a robust radiology teaching tool (radstax) for medical student anatomy teaching. *Acad. Radiol.*, 2015; 22: 247-255.
42. Tam M. Building virtual models by postprocessing radiology images: a guide for anatomy faculty. *Anat. Sci. Educ.*, 2010; 3: 261-266.
43. Friedman M., Demertzis J., Hillen T., Long J., Rubin D. Impact of an interactive diagnostic case simulator on a medical student radiology rotation. *Am. J. Roentgenol.*, 2017; 16: 1-6.
44. Jaffar A. Exploring the use of a Facebook page in anatomy education. *Anat. Sci. Educ.*, 2014; 7: 199-208.
45. Ordinul nr. 20 al Ministerului Sănătății al Republicii Moldova din 12.03.1990 „Starea și măsurile pentru perfecționarea serviciului radiologic acordat populației Republicii Moldova”. Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, 12/03/1990.
46. Ordinul nr. 270 al Ministerului Sănătății al Republicii Moldova din 18.11.1999 „Despre reforma serviciului de imagistică”. Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, 18/11/1999.
47. Ordinul nr. 100 al Ministerului Sănătății al Republicii Moldova din 10.03.2008 „Cu privire la normativele de personal medical”. Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, 10/03/2008.
48. Rotaru N., Punga J., Codreanu I. Implementation of diagnostic imaging quality assurance program in the Republic of Moldova: aiming towards EU standards and legislation adjustments. European Congress of Radiology (ECR), March 2017, Vienna, Austria Disponibil la adresa: [http://postereng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing\\_poster&task=&pi=137618](http://postereng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing_poster&task=&pi=137618) (Accesat la: 02.09.2017).
49. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 451 din 24.07.2015 pentru aprobarea „Regulamentului cu privire la radioprotecție, securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic și radiologie intervențională”. *Monitorul Oficial* nr. 197-205 din 31/07/2015.