



Competitia de Proiecte de Cercetare a Academiei Oamenilor de Stiinta din Romania
destinata Tinerilor Cercetatori „ AOȘR-TEAMS-III” EDIȚIA 2024-2025
„TRANSFORMAREA DIGITALĂ ÎN ȘTIINȚE”

Raport de etapă nr 4.

Domeniul științific: 11. Științe ale informației

Titlu proiect: Analiza corelațiilor dintre tipul histopatologic al Cancerului Tiroidian diferențiat (papilar și folicular) și terapia cu radioiod

Echipa Proiect:

- ➔ Directorul de proiect: Dr. Ing. **Irina-Oana Lixandru-Petre**, cercetător Post-Doctoral în Bioinformatică (BI) - Centrul de Cercetare în Ingineria Biomedicala eBio-hub, Universitatea Nationala de Stiinte si Tehnologie Politehnica Bucuresti (UNSTPB);
- ➔ Membrul echipei: Ing. **Alexandru Dima**, doctorand la Facultatea de Automatica si Calculatoare, Universitatea Nationala de Stiinte si Tehnologie Politehnica Bucuresti (UNSTPB);

1. Introducere. Cancerul tiroidian

Proiectul de cercetare își propune analiza statistică a datelor pacienților diagnosticați cu cancer tiroidian (CT) diferențiat (papilar sau folicular), din cadrul institutului NIE CI. Parhon, cu scopul găsirii unor corelații între tipul histopatologic al cancerului tiroidian diferențiat și dozajul terapiei cu iod, pentru un răspuns cât mai favorabil al bolii.

Obiectivul principal obținut din proiectul desfășurat pe durata a aproximativ 2 ani a fost crearea unei baze de date de cancer tiroidian cu datele medicale ale tuturor pacienților internați și monitorizați în Institutul Național de Endocrinologie „C.I. Parhon” (NIE CI. Parhon) în ultimii 5 ani.

Această bază de date ar putea începe un posibil colaborări cu cât mai multe alte institute de oncologie/centre de endocrinologie, urmărind realizarea unei baze de date românești unificate, centralizate și necesare, accesibile tuturor centrelor medicale, utile pentru studiul și o mai bună înțelegere a acestei boli.

Cancerul Tiroidian (CT) apare ca urmare a unei mutatii in structura ADN-ului celulelor foliculare, care secreta hormonii tiroidieni: T4 (tiroxina) și T3 (triiodotironina) sau parafoliculare (celule C) care secretă calcitonina.

Există diferite tipuri de cancer tiroidian. Cel mai des tip intalnit este cancerul diferențiat (96% din cancere tiroidiene) reprezentat prin tipurile papilar si folicular.

Cancerul tiroidian **papilar** este cea mai comuna forma de boala maligna a tiroidei si apare cel mai frecvent la femeile aflate la varsta fertila; este mai puțin periculos decat alte forme; se raspandeste mai lent si poate fi tratat cu succes; 80-85 din 100 de cancere tiroidiene sunt papilare;

Cancerul tiroidian **folicular** - este caracterizat printr-o capacitate mare de raspandire (plamani, oase) si recidiveaza frecvent; aproximativ 5 pana la 10 din 100 de cancere tiroidiene diagnosticate sunt de acest tip si, cel mai des, apare la persoanele de varsta mijlocie, In aceasda categorie intra si cancerul Hürthle - un tip rar de cancer tiroidian folicular, cu o incidentă de circa patru cazuri din 100 confirmate; celulele Hürthle sunt celule anormale, care se pot dezvolta in glanda tiroida, fiind cel mai frecvent intalnite la persoanele in jurul varstei de 50 de ani.

Carcinomul **medular** reprezintă 1.5-3% din cancere tiroidiene. Forma medulara - are, cel mai des, o componenta genetica si apare ca parte a unui sindrom de cancer al glandelor endocrine. Poate fi sporadic (asociat cu mutația somatică a genei RET) sau familial: izolat sau in cadrul sindroamelor de neoplazii multiple: MEN 2A și 2B (asociat cu mutația genei RET de pe cromozomul 11). Originea lui este in celulele parafoliculare care secreta hormonul calcitonina. Cancerul tiroidian medular este mai agresiv decât cancerul papilar sau cel folicular. Tratat in mod specific, comparativ cu alte tipuri de cancere tiroidiene; incidenta acestui tip de cancer variaza intre 3 si 10 cazuri din 100 de cancere ale tiroidei, iar un sfert dintre ele sunt cauzate de o gena defecta, mostenita;

Carcinomul **anaplastic** reprezintă sub 1% din cancere tiroidiene și are comportament agresiv. Este cea mai agresiva forma de cancer tiroidian, fiind rara si greu de tratat; intre 1 si 3 din 100 de cancere ale tiroidei sunt de acest tip; este, de obicei, diagnosticat la persoanele in varsta, fiind mai frecvent la femei;

Tipuri rare: Limfomul tiroidian este o forma rara de cancer tiroidian si apare in celulele imune ale glandei tiroide; Limfomul tiroidian apare, de obicei, la adulți in varsta. Sarcomul tiroidian (incepe in tesutul conjunctiv al tiroidei).

Cele doua tipuri de cancer, papilar si folicular, au cea mai mare rata de vindecare si sunt si cele mai des intalnite cazuri, de aceea proiectul nostru a analizat in detaliu datele pacientilor care au fost diagnosticati cu aceste tipuri de cancere tiroidiene.

2. Obiective realizate

În cadrul etapelor de implementare a proiectului (aprilie - decembrie 2025) s-au realizat următoarele obiective:

➔ **Accesarea datelor medicale** - efectuată după obținerea **avizului de etică** al Comisiei de Etică a Consiliului Științific al Institutului Național de Endocrinologie „C.I. Parhon” (NIE CI. Parhon), pentru proiect colaborativ de cercetare în cancerul tiroidian, desfășurat în cadrul acordului de colaborare dintre Centrul Național de Excelență în Bioinginerie eBio-hub- Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București și Institutul Național de Endocrinologie „C.I. Parhon” (NIE CI. Parhon).

De asemenea, a existat și acordul de principiu al pacienților la internare pentru „participarea la procesul de învățământ și cercetare” referitor la folosirea datelor medicale în scopul cercetării (cu respectarea legislației în vigoare, GDPR etc), și totodată și angajamentul de confidențialitate între directorul de proiect și Institutul de Endocrinologie „C.I. Parhon” în legătură cu păstrarea confidențialității tuturor datelor.

➔ **Extragerea datelor legate de cancer tiroidian** pentru o perioadă de timp prestabilită;

Registrul cu date legate de cancerul tiroidian din intervalul ianuarie 2022 - mai 2024 a presupus interogarea a mii de fișe medicale, din care a rezultat un număr de aproximativ 1500 de linii reprezentând date ale pacienților diagnosticați cu cancer tiroidian, de orice fel (predominant cancer papilar și microcarcinoma papilar, dar și folicular, medular și anaplastic), care au fost tratați conform protocolului de la Institutul Parhon.

Au fost extrase date legate de:

- a. vârsta pacientului la operație;
- b. sexul pacientului;
- c. tratamentul chirurgical - îndepărtarea masei tumorale primare (terapie primară);
- d. localizarea tumorii principale;
- e. diagnosticul histopatologic al tumorii;
- f. clasificarea în sistemul TNM (Tumora, Noduli, Metastaze);
- g. stadiul cancerului
- h. alte clasificări - precum gradul de rezecție, de invazie vasculară, limfovasculară, perineurală;
- i. determinarea tireoglobulinei, anticorpilor antitireoglobulină, TSH -după tratamentul chirurgical;
- j. evaluări ecografice, analize scintigrafice (WBS) -după tratamentul chirurgical;
- k. cantitatea de iod radioactiv administrată -după tratamentul chirurgical;

➔ **Crearea registrului/bazei de date de CT**

Crearea unui registru de CT aduce numeroase beneficii în ceea ce privește accesibilitatea crescută la informații medicale precum **tipul, subtipul de cancer tiroidian, vârsta la momentul operației, clasificarea TNM**, informații despre alte comorbidități, **valorile** hormonale de după

operatie, **rezultatele ecografiei/scintigrafiei** de dupa operatie, **dozele de radioiod**, **numarul de sedinte**. Astfel, au fost preluate date din dosarele medicale electronice ale tuturor pacienților diagnosticați cu cancer tiroidian de pe platforma Hipocrate a Parhon - criteriile DRG C73, din ianuarie 2020 - mai 2024, rezultand un numar de peste 3000 de dosare electronice => peste 1900 pacienți unici. Din acestia au fost selectati peste 1500 de pacienti pentru care s au putut gasi date relevante pentru analiza (am analizat doar pacientii care au urmat cel puțin o tura de radioiod, iar pacientii pentru care nu s au gasit informatii despre acestea, au fost exclusi din analiza).

In prima faza, in intervalul **aprilie - septembrie 2024** au fost extrase informatiile din fisele medicale din Hipocrate ale tuturor pacientilor diagnosticati cu criteriul DRG C73 (tumora maligna a glandei tiroide) legate de:

- ➔ **examenul histopatologic** - acolo unde exista informatia;
- ➔ **clasificarea TNM** - acolo unde exista informatia;
- ➔ **interventia chirurgicala** facuta (tireiectomie totala sau partiala, limfadenectomie etc);
- ➔ valorile hormonale de dupa operatie pentru tiroglobulina (**Tg**), antitireoglobulina (**Atg**) si **TSH**;
- ➔ rezultatele **ecografiei/scintigrafiei** de dupa operatie
- ➔ cantitatea de **radioiod in total (pana la cea mai recenta vizita)**;
- ➔ in functie de data nasterii a fost calculata **varsta** pacientului si stabilit **sexul** pacientilor – ca si informatii statistice, bineinteles cu pastrarea confidentialitatii datelor si cu anonimizarea pacientilor;

Ulterior (perioada septembrie 2024 - februarie 2025), dupa ce aceste date au fost extrase, am inceput analiza acestor date si extragerea informatiilor intr un mod mai usor de inteles pentru analiza in sisteme informatice, astfel ca din coloana “**examenul histopatologic**”, am extras informatii relevante separate, precum **tipul de cancer, subtipul de cancer, dimensiunea tumorii, localizarea tumorii**, sau **alte comorbiditati**. De asemenea, pe langa coloana clasificarea TNM (cu informatii provenite din Hipocrate), au mai fost create pentru fiecare din caracteristicile tumorii cate o coloana separate cu informatii despre:

- ➔ **Tumora** primara (fctie de dim): T1/T2/T3/T4/Tx
- ➔ **Noduli**: pN0/pN1/pNx
- ➔ **Metastaze** la distanță: M0/M1/Mx
- ➔ **Stadiu** (fctie de varsta si TNM): ST1/ST2/ST3/ST4/STx
- ➔ **Rezectie**: R0= rezectie completa, R1 rezectie incompleta, Rx nu a primit info/ nu s a putut examina
- ➔ **Invazie** perineurala/extensie perineurala: 0=absenta, 1 =prezenta, x=nu se poate stadializa/nu a primit info/ nu s a putut examina
- ➔ **Invazie** vasculara (venulara): 0 absenta, 1=prezenta, x=nicio inf
- ➔ **Extensie** vase limfatice: 0 absenta, 1=prezenta, x=nicio inf

Toate aceste informatii provenind din examenul histopatologic in format text, extras din baza Hipocrate a Institutului CI Parhon.

In locurile unde nu se gasea informatia despre o anumita caracteristica, aceasta se specifica ca atare.

Dupa aceasta a doua etapa, am trecut la ce a de a treia etapa, unde ne am dat seama ca datele extrase si nou transformate tot nu sunt suficiente pentru a crea predictii in legatura cu cantitatea de radioiod necesara pentru un raspuns cat mai favorabil al bolii si ca mai avem nevoie de noi informatii in baza de date, date precum: **varsta la momentul operatiei** (nu varsta din prezent), **dozele de radioiod separate** (nu doar cantitatea totala, ci si doza/tratament), **numarul de sedinte** (pentru dozajele de radioiod). De aceea, am revenit din nou la Institutul Parhon, in perioada **martie - mai 2025**, pentru a culege aceste date.

Urmatoarea etapa a insemnat perioada **iunie - octombrie 2025**, in care datorita lipsei de centralizare a datelor si a impartirii informatiilor in mai multe parti, in baza de date din spital, a trebuit impreuna cu dna doctor endocrinolog sa analizam fiecare caracteristica in detaliu -pt fiecare pacient – pt a le putea incadra intr-un tip/subtip conform unei clasificari mondiale cat mai actuale (World Health Organization Classification of Thyroid Tumors), fapt ce a necesitat prelungirea duratei de creare si filtrare a bazei de date (ex: pentru pacientii operati in ani din trecut -zeci de ani- subtipul de cancer nu mai exista in actualele clasificari si a trebuit ca acei pacienti sa fie **uniformizati** pentru o analiza eficienta).

Datele legate de stadiul bolii si TNM au fost upgradata si corectate conform celei de-a 8-a Clasificare TNM a tumorilor Maligne [1], iar subtipurile de cancer au fost diferite conform clasificarii World Health Organization Classification [2]. Astfel, tipurile histopatologice pentru cancerul tiroidian conform Clasificarii a 8-a sunt de 4 feluri: Carcinom papilar, follicular, medular si anaplazic. In ceea ce priveste stadiile pentru cancerule papilare si folliculare, pacientii sunt impartiti in functie de varsta astfel: la pacientii de pana in 55 ani, stadiul bolii este 1 (daca pacientii nu au metastaze) si stadiul 2 (daca pacientii au metastaze), indiferent de dimensiunea tumorii si a invaziei ganglionare, iar daca pacientii au varsta mai mare sau egala cu 55, atunci stadiile pot fi de la 1 la 4, in functie de particularitatile si legaturile dintre T si N, respectiv M. Cancerul medular are o altfel de stadializare, indiferent de varsta, iar cel anaplazic are o particularitate aparte, dat fiind faptul ca este si cel mai agresiv dintre toate (Figura 1).

Histopathological Types

The four major histopathological types are:

- Papillary carcinoma (including those with follicular foci)
- Follicular carcinoma (including so called Hürthle cell carcinoma)
- Medullary carcinoma
- Anaplastic

Stage

Separate stage groupings are recommended for papillary and follicular (differentiated), medullary, and anaplastic (undifferentiated) carcinomas:

Papillary and Follicular* under 55 years

Stage I	Any T	Any N	Mo
Stage II	Any T	Any N	M1

Papillary or Follicular 55 years and older

Stage I	T1a,T1b,T2	No	Mo
Stage II	T3	No	Mo
	T1,T2,T3	N1	Mo
Stage III	T4a	Any N	Mo
Stage IVA	T4b	Any N	Mo
Stage IVB	Any T	Any N	M1

Medullary

Stage I	T1a, T1b	No	Mo
Stage II	T2, T3	No	Mo
Stage III	T1, T2, T3	N1a	Mo
Stage IVA	T1, T2, T3	N1b	Mo
	T4a	Any N	Mo
Stage IVB	T4b	Any N	Mo
Stage IVC	Any T	Any N	M1

Anaplastic

Stage IVA	T1,T2,T3a	No	Mo
Stage IVB	T1,T2,T3a	N1	Mo
Stage IVB	T3b,T4a,T4b	No,N1	Mo
Stage IVC	Any T	Any N	M1

Figura 1. Tipurile histopatologice si stadializarea cancerului tiroidian [1]

Pentru subtipurile de cancer tiroidian am folosit Clasificarea WHO [2], astfel ca tipurile de cancer papilar au fost impartite in subtipurile de mai jos (variante clasica, varianta foliculara, incapsulata, microcarcinom, tip columnar, varianta oncocitica si alte variante precum difuz sclerozant, cu cellule inalte, cribriform, solid trabecular sau variantele Warthin-like), iar tipul folicular a fost impartit in subtipurile classic, minim invaziv, incapsulat angioinvasiv sau larg invaziv capsular (Figura 2).


Papillary thyroid carcinoma (PTC)	C73	8260/3
Follicular variant of PTC	C73	8340/3
Encapsulated variant of PTC	C73	8343/3
Papillary microcarcinoma	C73	8341/3
Columnar cell variant of PTC	C73	8344/3
Oncocytic variant of PTC	C73	8342/3
Other variants: diffuse sclerosing, tall cell, cribriform-morular, hobnail, PTC with fibromatosis/fasciitis-like stroma, solid-trabecular, oncocytic, spindle cell, clear cell, and Warthin-like variants	C73	NA
Follicular thyroid carcinoma (FTC), NOS	C73	8330/3
Minimally invasive FTC	C73	8335/3
Encapsulated angioinvasive FTC	C73	8339/3
Widely invasive FTC	C73	8330/3
Variants: clear cell variant, signet-ring cell type, and FTC with glomeruloid pattern	C73	NA
Hürthle (oncocytic) cell tumors		
Hürthle cell adenoma	D34	8290/0
Hürthle cell carcinoma (HCC)	C73	8290/3
Minimally invasive HCC	C73	NA
Encapsulated angioinvasive HCC	C73	NA
Widely invasive HCC	C73	NA
Poorly differentiated thyroid carcinoma (PDTC)	C73	8337/3
Poorly differentiated oncocytic cell carcinoma	C73	8337/3
Anaplastic thyroid carcinoma (ATC)	C73	8020/3
Variants: sarcomatoid, giant cell, epithelial, paucicellular, lymphoepithelioma-like, and small cell variants	C73	NA

Figura 2. Tipurile și subtipurile de cancer tiroidian [2]

Toate aceste patru etape de extragere, creare, dilatare și filtrare a registrului/bazei de date de cancer tiroidian au fost facute în stransa legatura cu dna doctor endocrinolog. Fiind o parte legata de date medicale, fara cunostiintele aplicate in acest domeniu ale unui medic endocrinolog nu am fi putut sa corectam, uniformizam datele astfel incat sa asiguram continuu corectitudinea datelor extrase și/sau rezultate.

➔ Scrierea **articolului de tip review** (Figura 3) din cadrul proiectului a constat in analiza celor mai actuale aplicații ale tehnicilor de Machine Learning (ML) aplicate în cancerul tiroidian, inclusiv prezentarea metodologiilor și performanțelor acestora. De asemenea, articolul investighează modul în care ML este utilizat pentru a dezvolta strategii de simulare și predicție bazate pe date clinice și dosare medicale electronice, lucrarea servind drept referință pentru discutarea provocărilor și oportunităților integrării instrumentelor de ML în fluxurile de lucru clinice de rutină din domeniul endocrinologic.

Studiul a analizat 1231 de lucrări, a evaluat 203 articole integrale, iar in final a selectat 21 de articole și a detaliat trei teme: (1) predicția malignității și clasificarea nodulilor; (2) metastaze derivate din predicția cancerului tiroidian; și (3) predicția recurenței și a supraviețuirii in cancerul tiroidian.




Submit to this Journal


Review for this Journal

Propose a Special Issue

Article Menu

Academic Editors

 Kwangsoo Kim

 Ja Seong Bae

Recommended Articles

Author Biographies

Related Info Links

K

Order Article Reprints

Open Access Review

Machine Learning for Thyroid Cancer Detection, Presence of Metastasis, and Recurrence Predictions—A Scoping Review











by Irina-Oana Lixandru-Petre^{1,2,†}, Alexandru Dima^{2,3,†}, Madalina Musat^{1,4,5,*}, Mihai Dascalu^{1,2,3,*}, Gratiela Gradisteanu Pircalabioru^{1,6,7}, Florina Silvia Iliescu^{1,8,9} and Ciprian Iliescu^{1,2,9}

- 1 eBio-Hub Centre of Excellence in Bioengineering, National University of Science and Technology POLITEHNICA Bucharest, 060042 Bucharest, Romania
- 2 Academy of Romanian Scientists, Ilfov 3, 050044 Bucharest, Romania
- 3 Faculty of Automatic Control and Computer Science, National University of Science and Technology POLITEHNICA Bucharest, 060042 Bucharest, Romania
- 4 Department of Endocrinology, C.I. Parhon National Institute of Endocrinology, 011863 Bucharest, Romania
- 5 Department of Endocrinology, Carol Davila University of Medicine and Pharmacy, 020021 Bucharest, Romania
- 6 Faculty of Biology, Department of Botany and Microbiology, University of Bucharest, 050095 Bucharest, Romania
- 7 Research Institute of University of Bucharest (ICUB), University of Bucharest, 050663 Bucharest, Romania
- 8 Faculty of Material Science and Engineering, National University of Science and Technology POLITEHNICA Bucharest, 060042 Bucharest, Romania
- 9 National Institute for Research and Development in Microtechnologies—IMT Bucharest, 077190 Voluntari, Romania

Figura 3. Review article 1 (Cancers)

În practica clinică, instrumentele de învățare automată (ML) au potențialul de a ajuta medicii să ia decizii de diagnostic mai rapide și mai precise, să evite biopsiile inutile printr-o mai bună identificare a pacienților care prezintă într-adevăr risc și să permită planuri de tratament mai personalizate, adaptate caracteristicilor unice ale fiecărui pacient. De exemplu, modelele predictive integrate în dosarele electronice de sănătate ar putea alerta medicii cu privire la pacienții cu risc ridicat, permițând o intervenție mai timpurie. În îngrijirea postoperatorie, modelele de predicție a recurențelor pot ghida intensitatea urmăririi, utilizând mai bine resursele medicale, oferind în același timp pacienților o mai mare liniște sufletească. Aceste aplicații nu numai că îmbunătățesc eficiența fluxurilor de lucru clinice, dar promovează și un proces decizional mai colaborativ și mai informat între medici și pacienți. Cu toate acestea, implementarea cu succes va necesita o validare temeinică în contexte reale, instruirea medicilor și o analiză atentă a responsabilităților economice, legale și etice, de aceea articolul publicat ajuta la o mai bună înțelegere a impletirii domeniului medical cu cel informatic.

În paralel, directorul de proiect Irina Lixandru-Petre a participat și la scrierea unui articol **tip review** (în cadrul proiectului câștigat la aceeași competiție AOSR, numit “Platformă „skin-on-chip” pentru testarea in vitro a nanoparticulelor”) cu afilierea AOSR (Figura 4).

Skin-on-chip: Quo vadis? Mina Ghiță-Răileanu ; Bianca-Maria Tihăuan ; Irina-Oana Lixandru-Petre ; Georgeta-Luminița Gheorghiu 
Gratiela Gradisteanu Pircalabioru ; Gabriela Cioca ; Florina S. Iliescu  ; Ciprian Iliescu  

— Author & Article Information

Mina Ghiță-Răileanu ^{1,2}, Bianca-Maria Tihăuan ^{1,2}, Irina-Oana Lixandru-Petre ^{1,2}, Georgeta-Luminița Gheorghiu ¹,
Gratiela Gradisteanu Pircalabioru ^{1,3}, Gabriela Cioca ⁴, Florina S. Iliescu ^{1,5,6,a)}, Ciprian Iliescu ^{1,2,5,a)}¹ eBio-hub Centre of Excellence in Bioengineering, National University for Science and Technology, Politehnica Bucharest, Bucharest, Romania² Academy of Romanian Scientists, Bucharest, Romania³ Research Institute of University of Bucharest, University of Bucharest, Bucharest, Romania⁴ Lucian Blaga University of Sibiu, Sibiu, Romania, Romania⁵ National Research and Development Institute for Microtechnology, IMT Bucharest, Bucharest, Romania⁶ National University for Science and Technology Politehnica Bucharest, Bucharest, Romania

Figura 4. Review article 2 (APL Bioengineering)

➔ Scrierea **articolului** referitor la **date statistice** si **corelatii semnificativ statistice** intre caracteristicile **cancerului tiroidian diferentiat** (in cazul nostru cancerul papilar, folicular sau combinatii intre ele) este in plina desfasurare (decembrie 2025), urmand ca dupa ce avem confirmările de primire ale redacției sa vi le transmitem.

Ca si date **statistice** putem imparti pacientii in categorii de varsta sub 55 si de la 55 ani in sus (in concordanta cu clasificarea cancerului tiroidian, editia a8-a). Din total, aproximativ 66% din pacienti se incadreaza in categoria de pana in 55 ani, iar restul de 34% in categoria 55+. Cele mai multe persoane diagnosticate cu cancer tiroidian care au venit la control in perioada specificata sunt de sex feminin (4/5 din totalul de cazuri). Cei mai multi pacienti au fost diagnosticati cu tipul de cancer cel mai frecvent, dar si cel cu sanse cele mai mari de vindecare (papilar) -93%. Numarul de sedinte de radioiod necesare pentru tratamentul acestui tip de cancer este incadrat intre 1 sedinta si un maxim de 18 sedinte. Din totalul pacientilor, aproximativ 3/5 dintre acestia au avut Tiroglobulina mai mica decat 10 dupa operatie (cazul ideal pentru ca pacientii operati sa nu mai fie la risc), pe cand restul au avut o Tiroglobulina mai mare de 10 dupa operatie, fapt ce determina cazuri de boala mult mai avansate decat celelalte, care necesita doze repetate de radioiod.

O parte din informatiile statistice au fost prezentate in cadrul prezentarii AOSR din data de 4 decembrie, dar din motive ce tin de conditii de publicare nu vor fi adaugate si aici.

In afara de acestea, asupra setului de date au fost aplicate in Python o serie de teste statistice intre diferite caracteristici, doua cate doua, pentru a studia corelatia intre ele. Unele rezultate erau de asteptat conform literaturii de specialitate, altele au fost neasteptate.

Toate acestea informatii vor fi **incluse** in **articolul** pe care il vom trimite spre publicare tot intr-o revista **Q1**, cel mai probabil publicat la inceputul anului 2026.

3. Diseminarea rezultatelor

Pana la acest moment, avem urmatoarele articole scrise cu afilierea Academiei Oamenilor de Stiinta din Romania (jurnal **Cancers I.F. 4.4.**; jurnal **APL Bioengineering I.F. 4.1.** –pt proiectul “Skin-on-chip”) si conferinte la care am diseminat etapele proiectului in cauza:

- ➔ **Lixandru-Petre, I.-O.; Dima, A.;** Musat, M.; Dascalu, M.; Gradisteanu Pircalabioru, G.; Iliescu, F.S.; Iliescu, C. Machine Learning for Thyroid Cancer Detection, Presence of Metastasis, and Recurrence Predictions—A Scoping Review. **Cancers**, 17, 1308. <https://doi.org/10.3390/cancers17081308>, 2025.
- ➔ Ghita-Raileanu M, Tihauan BM, **Lixandru-Petre IO**, Gheorghiu GL, Gradisteanu-Pircalabioru G, Cioca G, Iliescu FS, Iliescu C. Skin-on-chip: quo vadis?. **APL Bioeng.** 9, 041502, <https://doi.org/10.1063/5.0268706>, 2025.

- ➔ Conferinta Internationala de Bioinginerie si Stiinta Polimerilor (**BPC**), în perioada 2-5 iunie 2025 la Brasov, organizata de Facultatea de Inginerie Chimica si Biotehnologii din cadrul Universitatii Nationale de Stiinta si Tehnologie POLITEHNICA Bucuresti si eBio-hub;
- ➔ Conferinta Bioinformatics Horizonte, **RSBI**, 2-4 aprilie 2025, la Universitatea Bucuresti.
- ➔ Conferinta Internationala de Chimie si Inginerie Chimica din Romania (**RICCCE 23**), Mamaia - Constanța, în perioada 4-7 septembrie 2024, organizata de Facultatea de Inginerie Chimica si Biotehnologii din cadrul Universitatii Nationale de Stiinta si Tehnologie POLITEHNICA Bucuresti si Fundatia „C. D. NENITESCU”.

- ➔ Conferința științifică de primăvară **AOSR**, 25 mai 2024, la Universitatea Politehnica Bucuresti, Facultatea de Automatica și Calculatoare, PRECIS;
- ➔ Conferința științifică de toamnă **AOSR**, din luna septembrie, 23-24 septembrie 2024, Iasi;
- ➔ Conferința științifică de primăvară **AOSR**, 23 mai 2025, la Universitatea Politehnica Bucuresti, Facultatea de Automatica și Calculatoare;

In momentul de fata (decembrie 2025), lucram pentru finalizarea articolului cu corelatii intre datele de cancer tiroidian.

4. Concluzii

Originalitatea proiectului a constat în transformarea unei cantități uriașe de informații medicale într-o bază de date specifică, structurată pe cerințele unui studiu modern al cancerului tiroidian și utilizabilă împreună cu metode moderne de analiză de date și modelare matematică în medicină.

Provocarile acestui proiect au fost multiple. Pornind de la erorile umane apărute în fișele medicale, erori de dactilografie, neomogenitatea/lipsa anumitor parametri de interes, vechimea datelor existente și modalitățile de tratament din trecut, toate acestea au fost puncte de plecare pentru dezbateri privind corectitudinea datelor.

Omogenizarea datelor de același tip introduse din surse diferite, din cauza practicii medicale standard diferite la momentul înregistrării pacientului, parametri înregistrați cu denumiri diferite, investigații clinice echivalente, toate acestea au fost elemente de analiză ce au trebuit luate în seamă în vederea echivalării parametrilor și investigațiilor medicale similare pentru o standardizare eficientă a datelor, toate împreună cu dna doctor endocrinolog, ale cărei cunoștințe medicale au fost și sunt imperios necesare pentru analiză în cauză.

Integritatea acurateții datelor este vitală pentru o precizie marită a cercetării, de aceea **verificarea corectitudinii** datelor introduse manual a fost **esențială** pentru **respectarea obiectivelor** propuse.



Pe viitor, rezultatele analizelor statistice vor fi utilizate pentru obținerea de noi finanțări pentru studiul și analiza cancerului tiroidian diferențiat, în vederea elaborării unor modele personalizate de predicție a celei mai eficiente cantități de radioiod în funcție de tipul histopatologic de țesut tiroidian extras chirurgical (papilar sau folicular) și caracteristicile pacientului.

5. Bibliografie

- [1] TNM Classification of Malignant Tumours -8th edition, Union For International Cancer Control, Edited by J.D. Brierley, M.K. Gospodarowicz, C. Wittekind, Wiley Blackwell, 2017.
- [2] Bai Y, Kakudo K, Jung CK. Updates in the Pathologic Classification of Thyroid Neoplasms: A Review of the World Health Organization Classification. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2020 Dec;35(4):696-715. doi: 10.3803/EnM.2020.807. Epub PMID: 33261309; PMCID: PMC7803616, 2020.
- [3] Tibirna, A.; Tibirna, G.; Mereuta, I. Cancerul glandei tiroide, conform stadializării noi. *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Științe Medicale*, nr 4(64), Chisinau, ISSN 1857-0011; https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/115206, 2019.
- [4] Mogos V.; Mogos, S. Clasic și modern în cancerul tiroidian diferențiat. *Jurnalul de Chirurgie*, Iasi, Vol 6, Nr 2, ISSN 1584-9341, 2010. https://www.jurnaluldechirurgie.ro/jurnal/docs/jurnal210/art%2001_vol%206_2010_nr%202.pdf
- [5] Xi, N.M.; Wang, L.; Yang, C. Improving the diagnosis of thyroid cancer by machine learning and clinical data. *Sci Rep.*;12(1):11143. doi: 10.1038/s41598-022-15342-z. Erratum in: *Sci Rep.*;12(1):13252, doi: 10.1038/s41598-022-17659-1. PMID: 35778428; PMCID: PMC9249901, 2022.

- [6] Park, Y.M.; Lee, B.J. Machine learning-based prediction model using clinico-pathologic factors for papillary thyroid carcinoma recurrence. *Sci Rep*;11(1):4948. doi: 10.1038/s41598-021-84504-2. PMID: 33654166; PMCID: PMC7925610, 2021.
- [7] Kim; Soo Young, M.D.; Kim, Y.-I.; Kim, H.J.; Chang, H.; Kim, S.-M.; Lee, Y.S.; Kwon, S.-S.; Shin, H; Chang, H.-S.; Park, C.S. New approach of prediction of recurrence in thyroid cancer patients using machine learning. *Medicine* 100(42):p e27493, DOI: 10.1097/MD.00000000000027493, 2021.
- [8] Yang, C.Q.; Gardiner, L.; Wang, H.; Hueman, M.T.; Chen, D. Creating Prognostic Systems for Well-Differentiated Thyroid Cancer Using Machine Learning. *Front Endocrinol (Lausanne)*;10:288. doi: 10.3389/fendo.2019.00288. PMID: 31139148; PMCID: PMC6517862, 2019.
- [9] Jajroudi, M.; Baniasadi, T.; Kamkar, L.; Arbabi, F.; Sanei, M.; Ahmadzade, M. Prediction of survival in thyroid cancer using data mining technique. *Technol Cancer Res Treat*.13(4):353-9. doi: 10.7785/tcrt.2012.500384. Epub. PMID: 24206207, 2014.
- [10] Gradisteanu Pircalabioru G, Raileanu M, Dionisie MV, **Lixandru-Petre IO**, Iliescu C. Fast detection of bacterial gut pathogens on miniaturized devices: an overview. *Expert Rev Mol Diagn.*; 24(3):201-218. doi: 10.1080/14737159.2024.2316756. Epub. PMID: 38347807, 2024.
- [11] Tudorache, M., Treteanu, A.-R., Gradisteanu Pircalabioru, G., **Lixandru-Petre, I.-O.**, Bolocan, A., & Andronic, O. Gut Microbiome Alterations in Colorectal Cancer: Mechanisms, Therapeutic Strategies, and Precision Oncology Perspectives. *Cancers*, 17(14), 2294. <https://doi.org/10.3390/cancers17142294>, 2025.
- [12] Ghita-Raileanu M, Tihauan BM, **Lixandru-Petre IO**, Gheorghiu GL, Gradisteanu-Pircalabioru G, Cioca G, Iliescu FS, Iliescu C. Skin-on-chip: quo vadis?. *APL Bioeng.* 9, 041502, <https://doi.org/10.1063/5.0268706>, 2025.
- [13] **Lixandru-Petre, I.-O.; Dima, A.;** Musat, M.; Dascalu, M.; Gradisteanu Pircalabioru, G.; Iliescu, F.S.; Iliescu, C. Machine Learning for Thyroid Cancer Detection, Presence of Metastasis, and Recurrence Predictions—A Scoping Review. *Cancers* 17, 1308, <https://doi.org/10.3390/cancers17081308>, 2025.

6. Echipa proiectului

Nume	Semnatura
Irina Oana Lixandru-Petre -director de proiect	
Alexandru Dima -membru echipa	

03.12.2025