



Competitia de Proiecte de Cercetare a Academiei Oamenilor de Știință din România
destinată Tinerilor Cercetători „AOȘR-TEAMS-III” EDIȚIA 2024-2025

„TRANSFORMAREA DIGITALĂ ÎN ȘTIINȚE”

Raport de etapă nr 2.

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 Biomedicală eBio-hub, Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnică București (UNSTPB);
- ➔ Membrul echipei: Ing. **Alexandru Dima**, doctorand la Facultatea de Automatică și Calculatoare, Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnică București (UNSTPB);

1. Introducere

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.

Abordarea noastră joacă un **rol crucial în cercetarea cancerului tiroidian**, contribuind la o mai bună înțelegere a acestei boli, cu perspective ferme de construire a unui sistem suport decizie care să prediceze pe baza caracteristicilor fiecărui individ, doze optime și personalizate de radioiod.

Obiectivul principal al propunerii de proiect este formarea unui sistem integrat de corelații în domeniul oncologic tiroidian, care va spori considerabil calitatea serviciilor medicale.

Pe termen lung, viziunea proiectului este de a îmbunătăți rezultatele în domeniul sănătății prin implementarea unei abordări personalizate, prin care, pacientul va putea beneficia de un act medical complex și individualizat, în funcție de particularitățile fiecărui individ (Figura 1).

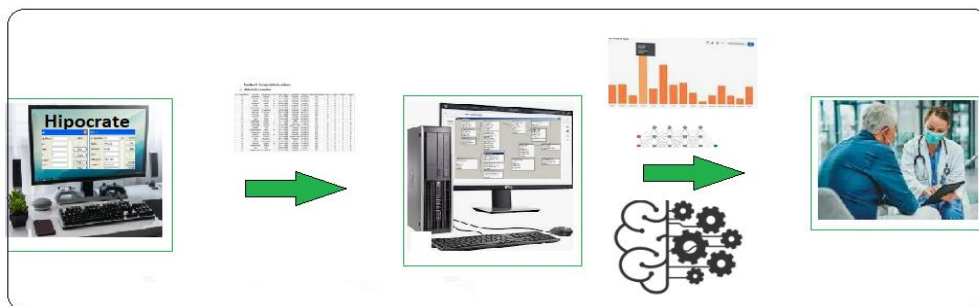


Figura 1: Principalii pasi pentru medicina personalizată în cancerul tiroidian

2. Obiective

În cadrul primei și celei de-a doua etape de implementare a proiectului (aprilie -decembrie 2024) s-au realizat următoarele obiective:

O1: Accesarea datelor medicale prin obtinerea **avizului de etica** între Centrul de Cercetare eBio-hub- Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București și Institutul Național de Endocrinologie „C.I. Parhon” (NIE CI. Parhon);

Acest obiectiv a fost realizat prin obtinerea avizului de etica pentru accesarea fiselor electronice din baza Parhon. Toată dezvoltarea proiectului este realizată cu respectarea aspectelor etice. Fișele medicale ale pacienților sunt accesate exclusiv cu acordul Institutului de Endocrinologie (ca urmare a avizului de etica obținut pe baza proiectului nefinanțat “Aplicație integrată bazată pe învățare automată în cancerul tiroidian I_THYRO”) cu asigurarea confidențialității tuturor informațiilor de către fiecare membru al proiectului. Datele pacienților sunt anonimizate, fiind extrase doar informațiile legate de boala pacientului.

O2: Extragerea datelor legate de cancer tiroidian pentru o perioadă de timp bine stabilită, **sub forma unui registru/liste**

Acest obiectiv presupune crearea unui registru cu date legate de cancerul tiroidian din intervalul ianuarie 2022 - mai 2024, din care au fost extrase date medicale pentru fiecare pacient internat la Institutul Parhon, legate de tipul de cancer tiroidian stabilit în urma biopsiei și a examenului histopatologic, tipul de operație, precum și valorile hormonale de după operație ale fiecărui pacient. Aceste date sunt relevante și obligatorii atât pentru crearea registrului de date de CT, cât și pentru efectuarea de analize și corelații între tipul histopatologic și doza de radioiod primită de pacienți, pentru un răspuns cât mai favorabil al bolii. Răspunsul fiecărui pacient (diagnosticat cu CT) la tratament variază în funcție de caracteristicile proprii, astfel că, la sfârșitul acestei etape vom avea o evidență a tratamentelor tuturor pacienților diagnosticați cu cancer tiroidian papilar și folicular (și implicit a valorilor dozajelor de radioiod impuse de către medic) și a valorilor hormonale postchirurgicale și postratament. Toate acestea vor reprezenta baza pentru efectuarea de legături și înțelegerea cât mai clară a relațiilor dintre elemente.

Obiectivul principal al acestei etape este crearea unui registru de CT cu ajutorul caruia am obtinut numeroase beneficii, cum ar fi:

➔ Accesibilitate crescută la informații medicale;

Registrul permite stocarea și gestionarea eficientă a datelor pacienților (informații medicale precum istoricul medical, rezultatele testelor, imagini medicale și alte informații relevante), cu scopul creșterii eficienței și calității serviciilor medicale oferite cetățenilor.

➔ Gestionarea și analiza datelor medicale;

Registrul permite colectarea și analizarea datelor medicale, ceea ce poate contribui la identificarea de tendințe, descoperirea de noi tratamente și îmbunătățirea globală a îngrijirii pacienților. Analiza datelor poate oferi informații valoroase despre eficacitatea tratamentelor, factorii de risc și alte aspecte relevante în domeniul medical.

➔ Facilitarea cercetării și dezvoltării;

Registrul facilitează colectarea și stocarea datelor medicale, deschizând noi oportunități pentru cercetarea medicală și dezvoltarea de soluții inovatoare, astfel contribuind la progresul științific și la îmbunătățirea constantă a îngrijirii medicale;

În intervalul **jan 2020 – mai 2024**, au fost extrase date (Tip Histopatologic; Clasificare TNM; Metoda de tratament; Ecografia; Scintigrafia; Doza de Radioiod (mCi) 131 I; Tg (ng/ml); AntiTG(IU/ml); TSH (microIU/ml)) din fisele medicale ale pacienților diagnosticați cu criteriul DRG C73 (tumoră malignă a glandei tiroide), rezultand un numar de peste 3000 fise electronice, aproximativ 2000 pacienti unici din care pentru peste 1500 dintre ei avem doze de radioiod explicate. Tipuri de cancer tiroidian intalnite sunt **papilar**, **folicular**, medular, anaplazic (Figura 2):

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Id_pacient	Tip cancer	opatologic(examen citologic-Punctie tiroidiana cu ac	Tratament	Clasificare TNM	la/scintigrafia reg cervicaintigrafia intregului colod (mCi)	Tg (ng/ml)	AntiTG (IU/ml)	TSH (microIU/ml)		
eBio-hub247	?	adenocarcinom tiroidian, Examenul HP: focar de ADK tir tot pentru GNM			status posttiroidectomie status posttiroidecton	30	17.5	20	75	
eBio-hub300	slab dif	Ex. HP: Lob tiroidian drept prezinta la nivelul treimii i istmectomie si lobectomie dreapta, apoi totalizarea tiroi			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	200	798.6	10.66	>100	
eBio-hub338	slab dif	HP: 1) Carcinom tiroidian slab diferentiat cu pattern t tir tot	pT3b pNx ST3 R1, G2, V1m, Mx.		Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	200	365		38.54	
eBio-hub79	papilar	adenom folicular LDT, tf chistic posthemoragic; parer tir totala	pT1a pN0 ST1		loje tir neomogene cu re resturi tir net iodicapi	30	12.01	13.58	>100	
eBio-hub193	folicular	1) Carcinom folicular minim invaziv, focar LDT 1,5/ 1, tir tot			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	5.13	36.03	52.47	
eBio-hub536	folicular	Carcinom folicular cu celularitate de tip oxifil, focar p: tir tot			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	0.7	15.63	25.71	
eBio-hub546	papilar	1) Adenom folicular LST cu epiteli hiperplazice de tip hiperfuctional, arii de tip microfolicular embriofetal, cap			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	4.31	24.56	33.31	
eBio-hub584	papilar	1) Adenom microfolicular compact si trabecular (aspi tir tot	pT1a pN0 ST1 LV0 R1		Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	2.15	13.08	56.61	
eBio-hub596	folicular	Lob tiroidian drept ce prezinta la nivelul etajului mijlic tir tot	pT2 NO G1 LV0 Pn0		Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	3.6	13.43	>100	
eBio-hub699	folicular	1) Carcinom folicular cu celularitate de tip oxifil, focar tir tot	pT1b pN0 ST1 LV1		Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	4.13	10.09	25.34	
eBio-hub750	mp	Adenom folicular LDT, partial transformat chistic pos hemitiroidectomie dreapta, apoi totalizarea tiroidectomi			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	31.95	25.09	56.86	
eBio-hub803	papilar	1) Adenom microfolicular compact si trabecular (aspi tir tot			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	4.16	13.54	66.04	
eBio-hub810	papilar	Adenom folicular LST, cu arii epiteliiale hiperplazice cu tir tot	pT1a pN0 ST1 LV1 Pn0 R0		Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	10.98	13.37	61.22	
eBio-hub1532	folicular	1) Carcinom folicular cu celularitate de tip oxifil, mini tir tot	grup de risc redus.		Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	0.04	19.59	46.6	
eBio-hub1580	folicular	1) Carcinom folicular minim invaziv capsular, microan tir tot			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	0.44	11.63	70.24	
eBio-hub1769	folicular	Lob stang tiroidian prezentand histopatologic prolifer lobectomie stanga, apoi lobectomie dreapta			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	0.14	22	84.1	
eBio-hub1853	folicular	carcinom folicular minim invaziv capsular, microangi tir tot			Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	30	0.82	17.31	>100	
eBio-hub827	mpf	1) Adenom folicular LST cu epiteli hiperplazice cu aspi tir tot	pT1am pNx ST1 G1 Rx		Status posttiroidecton	33	12.9	<20	98.77	
eBio-hub69	folicular	nodul de carcinom folicular infiltrativ, fara invazie vai tir totala si paratiroid FT1b			loje tir neomogene. LCB / resturi tir net iodicapi	50	0.24	16.64	46.5	
eBio-hub263	folicular	Carcinom folicular minim invaziv capsular, focar LDT tir tot	pT1b pNx ST1 V1m(m <4).		Status posttiroidectomie Status posttiroidecton	50	0.33	21.96	63.95	

Figura 2. Date din registrul de cancer tiroidian

O3: Extragerea datelor generale legate de cancer tiroidian, sub forma de statistici

Din platforma Hipocrate, serviciu ce conține totalitatea informațiilor medicale despre fiecare pacient consultat/tratat în clinică sub formă de fișe electronice medicale din cadrul CI Parhon, pe langa datele specifice mentionate in O2, cu datele tuturor pacienților diagnosticați cu criteriul DRG C73 (tumoră malignă a glandei tiroide) din jan 2020 pana in luna mai 20204, au mai fost selectionate si transformate in statistici si datele generale ale pacientilor internati in Institutul Parhon din 2011 (momentul în care aplicația a fost implementată) până în prezent.

O4: Efectuarea de analize statistice asupra datelor generale din aplicatia Hipocrate

Din anul 2011 pana in prezent exista peste 17000 fise medicale deschise (pt orice vizita/control in Institutul Parhon), cu peste 9000 pacienti unici.

Pe baza datelor generale, am putut sa construim un tabel cu structura populatiei pe grupe de varsta si numarul de pacienti in fiecare an.

De asemenea, am realizat statistici cu privire la numarul de pacienti internati in sectii, cu cele mai multe internari in cadrul Compartimentului Endocrinologie – Terapie Izotopica, iar cei mai putini la Camera de garda.

Din peste 17000 de fise electronice medicale deschise/emr (peste 9000 pacienti unici), s-au facut peste 12000 internari/cnp unic, cu cel putin 1 internare.

Toate aceste analize le-am prezentat in cadrul sesiunii stiintifice AOSR, din data de 4 decembrie 2024. Din motive obiective, detaliile despre acestea pot fi vazute doar in prezentarea facuta la sediu.

3. Rezultate obtinute (pana la acest moment)

WP 1	Perioadă: apr 24-oct 24	Responsabil: I-O Lixandru-Petre
Titlu WP 1	Extragerea datelor și construirea registrului de CT	
Sarcina 1.1: Extragerea datelor din platforma Hipocrate; Sarcina 1.2: Crearea registrului de CT;		
WP 2	Perioadă: nov 24 – feb 25	Responsabil: I-O Lixandru-Petre
Titlu WP 2	Efectuarea de analize statistice și corelații	
Sarcina 2.1: Efectuarea de analize statistice descriptive;		
WP 3	Perioadă: apr 24-dec 25	Responsabil : I-O Lixandru-Petre, A. Dima
Titlu WP 3	Diseminarea rezultatelor	
Sarcina 3.1: Diseminarea, comunicarea și exploatarea rezultatelor cercetării (1 conferința internaționala, 2 conferințe AOSR, 2 sesiuni științifice AOSR);		

4. Diagrama Gantt

	2024							
Titlu	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
Management de proiect								
WP1. Extragerea datelor și construirea registrului de CT								
1.1 Extragerea datelor din platforma Hipocrate								
1.2 Crearea registrului de CT								
WP2. Efectuarea de analize statistice și corelații								
2.1 Efectuarea de analize statistice								
WP3. Diseminarea rezultatelor	P1		R1		C1, P2			R2

Legendă: C1 = conferința internațională; P1-2 = prezentări la Conferintele AOSR; R1-2= Raportari AOSR;

5. Diseminarea rezultatelor

Lista de livrabile obtinute (conform planului de lucru descris în diagrama Gantt) sunt:

WP	Deliverables
WP1	D1: Datele de CT extrase din platforma Hipocrate; D2: Prezentare ppt Conferința de primavara AOSR mai 2024; D3: Prezentare raport 1 Sesiunea științifică AOSR iulie 2024; D4: Poster Conferinta Internationala de Chimie si Inginerie Chimica din Romania (RICCCE 23) septembrie 2024; D5: Analize statistice CT; D6: Prezentare ppt Conferința științifică de toamnă AOSR, septembrie 2024; D7: Prezentare raport 2 Sesiunea științifică AOSR decembrie 2024;

Pana in acest moment, detalii despre proiect au fost comunicate audientei reprezentate de comunitatea științifică și academică - prin prezentări la:

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

De asemenea, am fost prezenti si la cele 2 sesiuni stiintifice AOSR in care am prezentat rapoartele intermediare de proiect:

- ➔ **Sesiunea științifică AOSR 1**, din data de 5 iulie 2024 si **Sesiunea științifică AOSR 2**, din data de 4 decembrie 2024, ambele la sediul Academiei Oamenilor de Știință din România, București;

In afara de acestea, ca si rezultate de etapa mentionez faptul ca am participat la **scrierea articolului de review**: "The good, the bad, and the ugly: skin-on-chip", M. Ghita-Raileanu, **I.O. Lixandru-Petre**, L. Gheorghiu, G. Gradisteanu Pircalabioru, F.S. Iliescu, C. Iliescu, cu afilierea AOSR, articol deja trimis catre jurnalul Lab-on a Chip (Figura 3):

Dear Prof. Aaron Wheeler,

We would like to propose a topical review "**The good, the bad, and the ugly: skin-on-chip**" to be considered for publication in Lab-on a Chip. We target a topic of interest to a **large audience** (e.g., students, researchers, and professionals from pharmaceutical, cosmeceutical, healthcare, legislative and other relevant industries), which is wishing to explore the trends in applied microfluidics and bioprinting and have a clear picture of the achievements, challenges and limitations of the current models. The review also presents in **simple writing this complex domain** from the application perspective, explains in an accessible manner the specific multidisciplinary and interdisciplinary facets and **articulates future directions based on the existing state of the art** and scientific attempts with **reference to relevant resources**. The work explains the motivation that brought together so many professionals from fundamental, clinical research and practice to manufacturing, legal and economics and articulates the need for a **critical analysis** to outline the future works in pharmaceutical and cosmeceuticals formulations' testing.

Please find in attach the review proposal form.

Figura 3.

In prezent, ne ocupam de scrierea unui articol **de tip review** "Thyroidian Cancer and machine learning", care va fi terminat la sfarsitul lunii decembrie si cel mai probabil va fi trimis catre publicare in luna ianuarie 2025. Revista aleasa pentru publicare este "Cancers" -jurnal cu factor de impact 4.5 (Figura 4).

Cancers

Cancers is a peer-reviewed, open access journal of oncology, published semimonthly online by MDPI. The Irish Association for Cancer Research (IACR), Spanish Association for Cancer Research (ASEICA), Biomedical Research Centre (CIBM), British Neuro-Oncology Society (BNOS) and Spanish Group for Cancer Immuno-Biotherapy (GÉTICA) are affiliated with *Cancers* and their members receive a discount on the article processing charges.

- **Open Access** — free for readers, with article processing charges (APC) paid by authors or their institutions.
- **High Visibility**: indexed within Scopus, SCIE (Web of Science), PubMed, PMC, Embase, CAPIus / SciFinder, and other databases.
- **Journal Rank**: JCR - Q1 (Oncology) / CiteScore - Q1 (Oncology)
- **Rapid Publication**: manuscripts are peer-reviewed and a first decision is provided to authors approximately 16.3 days after submission; acceptance to publication is undertaken in 2.5 days (median values for papers published in this journal in the first half of 2024).
- **Recognition of Reviewers**: reviewers who provide timely, thorough peer-review reports receive vouchers entitling them to a discount on the APC of their next publication in any MDPI journal, in appreciation of the work done.
- **Sections**: published in 18 topical sections.
- **Companion journals for Cancers include**: *Radiation and Onco*.

Impact Factor: 4.5 (2023); 5-Year Impact Factor: 4.9 (2023)

Figura 4.

6. Concluzii

În prezent, pe lângă înțelegerea datelor extrase în registrul de cancer tiroidian, lucrăm și la primul **articol - de tip review**, care va conține detalii extinse despre cancerul tiroidian și legătura cu tehnici de învățare automată (Machine Learning) și Inteligența Artificială (IA).

În anul care urmează, scopul proiectului va fi potențat prin scrierea **articolului** nr doi, de **statistici ale cancerului tiroidian** și și la cel de-al **treilea articol**, în care, pe baza tehnicilor de machine learning aplicate, vom putea face **predictii** cu privire la cantitatea de **radioiod** necesară pentru un răspuns favorabil al bolii.

Cantitatea, specificul datelor existente și metodele de prelucrare pe baza de IA pot constitui factori de interes major pentru **cooperari** pe proiecte naționale și internaționale cu diverse institute/centre endocrinologice. Rezultatele analizelor statistice cu aceste metode de machine learning vor fi utilizate ca date preliminare pentru obținerea de finanțări pentru noi granturi de cercetare pentru studiul 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.

7. Bibliografie

- [1] Khandaker Mohammad Mohi Uddin, Abdullah Al Mamun, Anamika Chakrabarti, Rafid Mostafiz, “An ensemble machine learning-based approach to predict thyroid disease using hybrid feature selection”, Biomedical Analysis, Volume 1, Issue 3, 2024, Pages 229-239, ISSN 2950-435X, <https://doi.org/10.1016/j.bioana.2024.08.001>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950435X24000295>
- [2] Xinyu Zhang, Vincent CS Lee, “Deep Learning Empowered Decision Support Systems for Thyroid Cancer Detection and Management”, Procedia Computer Science, Volume 237, 2024, Pages 945-954, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.183>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050924011992>
- [3] Ananda Sutradhar, Sharmin Akter, F M Javed Mehedi Shamrat, Pronab Ghosh, Xujuan Zhou, Mohd Yamani Idna Bin Idris, Kawsar Ahmed, Mohammad Ali Moni, “Advancing thyroid care: An accurate trustworthy diagnostics system with interpretable AI and hybrid machine learning techniques”, Heliyon, Volume 10, Issue 17, 2024, e36556, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36556>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402412587X>
- [4] Sujithra Sankar, S. Sathyalakshmi, “A Study on the Explainability of Thyroid Cancer Prediction: SHAP Values and Association-Rule Based Feature Integration Framework”, Computers, Materials and Continua, Volume 79, Issue 2, 2024, Pages 3111-3138, ISSN 1546-2218, <https://doi.org/10.32604/cmc.2024.048408>.
<https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S1546221824002704>
- [5] Oguzhan Alagoz, Yichi Zhang, Natalia Arroyo, Sara Fernandes-Taylor, Dou-Yan Yang, Craig Krebsbach, Manasa Venkatesh, Vivian Hsiao, Louise Davies, David O. Francis, “Modeling Thyroid Cancer Epidemiology in the United States Using Papillary Thyroid Carcinoma

Microsimulation Model”, *Value in Health*, Volume 27, Issue 3, 2024, Pages 367-375, ISSN 1098-3015, <https://doi.org/10.1016/j.jval.2023.12.007>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1098301523062393>

[6] Muhammad Armghan Latif, Zohaib Mushtaq, Saad Arif, Sara Rehman, Muhammad Farrukh Qureshi, Nagwan Abdel Samee, Maali Alabdulhafith, Yeong Hyeon Gu, Mohammed A. Al-masni, “Improving Thyroid Disorder Diagnosis via Ensemble Stacking and Bidirectional Feature Selection”, *Computers, Materials and Continua*, Volume 78, Issue 3, 2024, Pages 4225-4241, ISSN 1546-2218, <https://doi.org/10.32604/cmc.2024.047621>.

<https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S1546221824003266>

[7] Ann C. Lin, Zelong Liu, Justine Lee, Gustavo Fernandez Ranvier, Aida Taye, Randall Owen, David S. Matteson, Denise Lee, “Generating a multimodal artificial intelligence model to differentiate benign and malignant follicular neoplasms of the thyroid: A proof-of-concept study”, *Surgery*, Volume 175, Issue 1, 2024, Pages 121-127, ISSN 0039-6060, <https://doi.org/10.1016/j.surg.2023.06.053>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039606023006359>

[8] Matti Sievert, Olaf Conrad, Sarina Katrin Mueller, Robin Rupp, Matthias Balk, Daniel Richter, Konstantinos Mantsopoulos, Heinrich Iro, Michael Koch, “Risk stratification of thyroid nodules: Assessing the suitability of ChatGPT for text-based analysis”, *American Journal of Otolaryngology*, Volume 45, Issue 2, 2024, 104144, ISSN 0196-0709, <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2023.104144>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196070923003587>

[9] Ruixue Lian, Vivian Hsiao, Juwon Hwang, Yue Ou, Sarah E. Robbins, Nadine P. Connor, Cameron L. Macdonald, Rebecca S. Sippel, William A. Sethares, David F. Schneider, “Predicting health-related quality of life change using natural language processing in thyroid cancer”, *Intelligence-Based Medicine*, Volume 7, 2023, 100097, ISSN 2666-5212, <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2023.100097>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266652122300011X>

[10] Giuseppe Mollica, Daniela Francesconi, Gabriele Costante, Sonia Moretti, Riccardo Giannini, Efisio Puxeddu, Paolo Valigi, “Classification of Thyroid Diseases Using Machine Learning and Bayesian Graph Algorithms”, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 55, Issue 40, 2022, Pages 67-72, ISSN 2405-8963, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.01.050>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896323000551>

[11] Yan Zhou, Guo-Yi Su, Hao Hu, Xin-Wei Tao, Ying-Qian Ge, Yan Si, Mei-Ping Shen, Xiao-Quan Xu, Fei-Yun Wu, “Radiomics from Primary Tumor on Dual-Energy CT Derived Iodine Maps can Predict Cervical Lymph Node Metastasis in Papillary Thyroid Cancer”, *Academic Radiology*, Volume 29, Supplement 3, 2022, Pages S222-S231, ISSN 1076-6332, <https://doi.org/10.1016/j.acra.2021.06.014>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1076633221003019>

[12] Fu-sheng Ouyang, Bao-liang Guo, Li-zhu Ouyang, Zi-wei Liu, Shao-jia Lin, Wei Meng, Xi-yi Huang, Hai-xiong Chen, Hu Qiu-gen, Shao-ming Yang, “Comparison between linear and nonlinear machine-learning algorithms for the classification of thyroid nodules”, *European Journal of Radiology*, Volume 113, 2019, Pages 251-257, ISSN 0720-048X, <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2019.02.029>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0720048X1930083X>

[13] Sara Maleki, Amin Zandvakili, Shweta Gera, Seema D Khutti, Adam Gersten, Samer N Khader, “Differentiating Noninvasive Follicular Thyroid Neoplasm with Papillary-Like Nuclear Features from Classic Papillary Thyroid Carcinoma: Analysis of Cytomorphologic Descriptions Using a Novel Machine-Learning Approach”, Journal of Pathology Informatics, Volume 10, Issue 1, 2019, 29, ISSN 2153-3539, https://doi.org/10.4103/jpi.jpi_25_19.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2153353922003923>

8. Echipa proiectului

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

03.12.2024