



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
ROMÂNIA  
UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ,  
FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE  
„GEORGE EMIL PALADE”  
DIN TÂRGU MUREȘ



ȘCOALA DOCTORALĂ DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE



---

TEZĂ DE DOCTORAT

# **DETECTAREA LEZIUNILOR CORONARIENE ASOCIATE CU RISC CRESCUT DE FIBRILAȚIE ATRIALĂ PRIN TEHNICI AVANSATE DE INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ**

---

Doctorand **Dr. Gerculy Renáta-Zsuzsanna**

---

Conducător de doctorat **Prof. Dr. Theodora Benedek**

---

**- REZUMAT -**

**TÂRGU MUREȘ**

**2026**

## 1. INTRODUCERE

Bolile cardiovasculare reprezintă principala cauză de morbiditate și mortalitate la nivel global, constituind o provocare majoră pentru sănătatea publică. Conform datelor epidemiologice recente, acestea sunt responsabile de un număr semnificativ de decese premature și de o povară considerabilă asupra sistemelor de sănătate, atât prin costurile directe ale îngrijirii medicale, cât și prin impactul socio-economic indirect determinat de scăderea productivității populației active. Creșterea prevalenței factorilor de risc asociați, precum obezitatea, hipertensiunea arterială, diabetul zaharat, dislipidemiile și sedentarismul, amplifică dimensiunea acestei probleme și consolidează statutul bolilor cardiovasculare drept una dintre cele mai stringente priorități de sănătate publică la nivel mondial.

Fibrilația atrială (FA) este adesea descrisă ca o „epidemie tăcută” a secolului XXI, datorită prevalenței sale în creștere și impactului semnificativ asupra sănătății publice. Evoluția sa insidioasă, caracterizată frecvent prin forme asimptomatice sau paucisimptomatice, determină întârzieri în diagnostic, ceea ce crește riscul de complicații severe, precum accidentul vascular cerebral și insuficiența cardiacă.

În ultimul deceniu s-au acumulat numeroase dovezi care implică inflamația în patogeneza FA. Inflamația pare să joace un rol esențial atât în inițierea și perpetuarea aritmiei, cât și în apariția stării protrombotice asociate. EAT (țesutul adipos epicardic) este recunoscut astăzi nu doar ca un simplu depozit de energie, ci ca un organ metabolic și endocrin activ, cu un rol direct în fiziopatologia bolilor cardiovasculare. Țesutul adipos periatrial și cel pericoronarian prezintă un profil inflamator distinct, cu implicații directe asupra arhitecturii și funcționalității cardiace. Pentru compartimentul pericoronarian, avansarea imagisticii în cadrul tomografiei computerizate (CCTA) a permis cuantificarea inflamației prin FAI ((Fat Attenuation Index). Acest marker radiomic reflectă compoziția tisulară și gradul de activare inflamatorie, având o valoare predictivă superioară față de markerii anatomici tradiționali.

CCTA oferă oportunitatea de a integra biomarkeri imagistici de inflamație și metabolism, prin cuantificarea volumului de țesut adipos epicardic și analiza FAI (Fat Attenuation Index). Caracterizarea calității EAT prin analiza densității CT (FAI) permite evaluarea inflamației locale și a riscului de evenimente cardiovasculare majore.

## 2. OBIECTIVELE STUDIULUI

Cercetarea mea doctorală a fost concepută pentru a investiga interacțiunea dintre inflamația coronariană, EAT și remodelarea atrială în raport cu FA. În consecință, principalele obiective ale lucrării mele doctorale au fost:

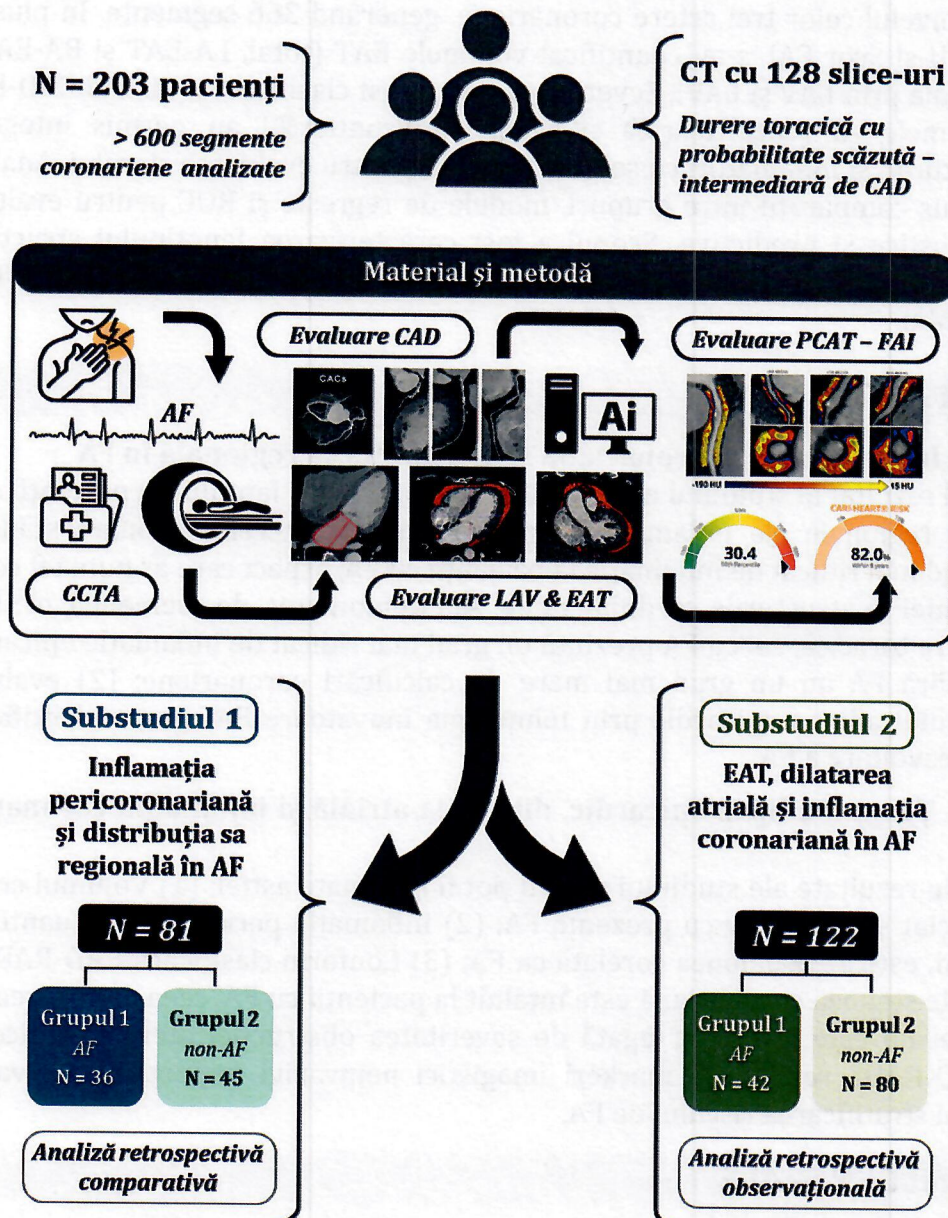
- Explorarea relației dintre inflamația PCAT, cuantificată prin indicele de FAI și Scorul FAI, și prezența FA la pacienții supuși CCTA pentru suspiciune de CAD.
- Evaluarea variațiilor regionale ale inflamației coronariene la pacienții cu FA, cu accent deosebit pe diferențele dintre circulația coronariană stângă și cea dreaptă.
- Cuantificarea volumelor de EAT — total, peri-atrial și bi-atrial — și a parametrilor volumetrici atriali (LAV și LAVI), precum și analiza asocierii acestora cu FA.
- Investigarea performanței predictive combinate a biomarkerilor imagistici derivați din CCTA (volumul EAT, LAVI, Scorul FAI și clasificarea CAD-RADS) pentru stratificarea riscului de FA.

- Integrarea unor instrumente moderne de evaluare a riscului, asistate de AI, precum scorul CaRi-Heart® și modulele syngo.via Frontier®, în vederea validării aplicabilității lor în predicția non-invazivă a riscului aritmic.

Această ipoteză presupune că modificările inflamatorii ale țesutului adipos adiacent coronarelor, împreună cu remodelarea structurală atrială, contribuie în mod sinergic la vulnerabilitatea pentru FA și că aceste procese pot fi detectate prin biomarkeri imagistici avansați derivați din CCTA.

### 3. MATERIAL ȘI METODE

Cercetarea a fost concepută ca un studiu observațional, retrospectiv, monocentric, desfășurat în cadrul Centrului de Cercetare Avansată în Imagistică Cardiacă Multimodală, România. Am inclus un număr total de 203 pacienți investigați prin CCTA cu 128 slice-uri care a cuprins peste 600 de segmente coronariene (LAD, LCX, RCA) disponibile pentru analiza FAI pericoronarian.



**Figura 10.** Procedura de selecție a pacienților și organizarea celor două substudii incluse în analiză. **Substudiul 1:** Inflamația pericoronară și distribuția sa regională în FA, cu 81 de pacienți (Grupul 1: FA, n = 36; Grupul 2: non-FA, n = 45), analiză retrospectivă comparativă. **Substudiul 2:** Relația dintre EAT, dilatarea atrială și inflamația coronariană în FA, cu 122 de pacienți (Grupul 1: FA, n = 42; Grupul 2: non-FA, n = 80), analiză retrospectivă observațională.

**Substudiul 1** a fost o analiză retrospectivă comparativă ce a inclus 81 de pacienți (vârsta medie  $64,7 \pm 7,8$  ani) investigați între 2021 și 2023. Dintre aceștia, 36 aveau FA documentată, iar 45 au servit drept grup de control. Pentru fiecare pacient, PCAT a fost evaluat la nivelul celor trei artere coronariene majore (LAD, LCX, RCA), rezultând analiza a 243 segmente coronariene. Principalii biomarkeri au fost FAI-HU și Scorul FAI, ajustat pentru vârstă și sex. S-au investigat variațiile regionale ale inflamației coronariene, cu accent pe circulația coronariană stângă. Parametrii suplimentari analizați au inclus CACs, severitatea stenozelor coronariene, dimensiunea atriului stâng ecocardiografic și scorul CaRi-Heart® Risk. Obiectivul a fost identificarea unui tipar distinct de inflamație pericoronariană la pacienții cu FA și a posibilelor diferențe regionale asociate substratului aritmogen.

**Substudiul 2** a fost o analiză retrospectivă observațională pe un lot de 122 pacienți investigați între 2022 și 2024. Acesta a inclus 42 de pacienți cu FA și 80 de controale comparabile ca vârstă, sex și factori de risc cardiovascular. Inflamația pericoronariană a fost evaluată la nivelul celor trei artere coronariene, generând 366 segmente. În plus față de analiza FAI-HU și Scor FAI, s-au cuantificat volumele EAT (total, LA-EAT și BA-EAT) și remodelarea atrială prin LAV și LAVI. Severitatea CAD a fost clasificată utilizând CAD-RADS și CACs. Platformele AI (CaRi-Heart® și syngo.via Frontier®) au permis integrarea markerilor structurali și inflamatori cu severitatea CAD pentru evaluarea riscului. Analizele statistice au inclus comparații între grupuri, modele de regresie și ROC pentru evaluarea acurateței diagnostice și predictive. Scopul a fost caracterizarea fenotipului structural-inflamator al pacienților cu FA și validarea valorii biomarkerilor derivați din CCTA în stratificarea riscului.

## 4. REZULTATE

### **Substudiul 1 – Inflamația pericoronariană și distribuția sa regională în FA**

Principalul rezultat al studiului nostru a fost demonstrarea faptului că pacienții cu FA prezintă variații regionale ale inflamației pericoronariene. Arterele coronare stângi au evidențiat un grad mai ridicat de inflamație la pacienții cu FA, aspect care ar putea fi corelat cu originea aritmiei în structurile cordului stâng. Am demonstrat, de asemenea, că: (1) la pacienții cu durere toracică, cei cu FA prezintă un grad mai ridicat de inflamație epicardică, în timp ce cei fără FA au un grad mai mare de calcificări coronariene; (2) evaluarea inflamației țesutului adipos epicardic prin tehnologia inovatoare FAI poate identifica un risc crescut de dezvoltare a FA.

### **Substudiul 2 – Țesutul adipos epicardic, dilatarea atrială și inflamația coronariană în FA**

Principalele rezultate ale studiului nostru pot fi rezumate astfel: (1) Volumul crescut de EAT este asociat semnificativ cu prezența FA; (2) Inflamația pericoronară, cuantificată prin valoarea FAI, este de asemenea corelată cu FA; (3) Conform clasificării CAD-RADS, un grad mai redus de stenoză coronariană este întâlnit la pacienții cu FA, ceea ce sugerează că prezența aritmiei nu este neapărat legată de severitatea obstrucției aterosclerotice; (4) EAT, FAI și CAD-RADS reprezintă markeri imagistici neinvazivi importanți, cu valoare predictivă pentru stratificarea riscului de FA.

## 5. DISCUȚII GENERALE

Această teză a investigat interacțiunea dintre inflamația coronariană, EAT și remodelarea atrială în raport cu FA. În cadrul celor două subtudii s-a demonstrat că pacienții cu FA prezintă un profil inflamator coronarian și epicardic distinct, caracterizat prin valori crescute de PCAT-FAI și volume EAT mai mari, alături de o dilatare atrială stângă accentuată, comparativ cu indivizii fără FA.

Prin integrarea datelor imagistice multimodale, CCTA devine un instrument capabil nu doar să diagnosticheze boala coronariană obstructivă, ci și să identifice pacienții cu risc înalt de FA, AVC sau evenimente coronariene. Evaluarea simultană a parametrilor structurali atriali (LAV, LAVI), a scorurilor aterosclerotice (CAC, CAD-RADS), a markerilor inflamatori imagistici (FAI) și a datelor generate de AI permite conturarea unor strategii terapeutice personalizate, orientate atât spre prevenție, cât și spre tratament. Într-o eră în care medicina cardiovasculară se îndreaptă tot mai mult către abordări personalizate și predictive, rezultatele acestei teze susțin integrarea markerilor imagistici avansați în practica clinică de rutină.

Rezultatele acestei teze evidențiază importanța crucială a integrării parametrilor imagistici derivați din CCTA pentru o evaluare comprehensivă a riscului cardiovascular, cu un accent special pe relația dintre CAD și FA. În ultimele două decenii, CCTA a evoluat de la o metodă utilizată preponderent pentru diagnosticarea obstrucțiilor coronariene, către un instrument multimodal care permite analiza plăcilor aterosclerotice, evaluarea EAT, cuantificarea volumului LAV și a indexului LAVI, precum și caracterizarea inflamației perivasculare prin FAI. Această tranziție reflectă un progres major în cardiologia imagistică, care își extinde aria de aplicabilitate de la simpla morfologie la o caracterizare funcțională și biologică a bolii cardiovasculare.

## 6. CONCLUZII GENERALE

Rezultatele prezentate în această teză demonstrează că utilizarea integrată a imagisticii CCTA, combinată cu markerii structurali, funcționali și inflamatori și susținută de platforme AI, reprezintă o strategie promițătoare pentru evaluarea comprehensivă a pacienților cu boală coronariană și fibrilație atrială. Această abordare multimodală are potențialul de a redefini modul în care este înțeles și tratat riscul cardiovascular, contribuind la o medicină mai precisă, mai eficientă și mai adaptată nevoilor individuale ale pacienților.

## 7. ORIGINALITATEA TEZEI

Un element de noutate major al cercetării îl constituie utilizarea platformelor de analiză bazate pe AI, precum CaRi-Heart® și syngo.via Frontier®. Aceste instrumente au facilitat procesarea automată și standardizată a datelor imagistice, reducând variabilitatea inter- și intra-observator și sporind reproductibilitatea rezultatelor. În plus, AI a permis integrarea simultană a markerilor structurali, inflamatori și clinici într-un model predictiv unitar, capabil să ofere o estimare personalizată a riscului cardiovascular. Această abordare se aliniază tendințelor actuale din medicină, unde algoritmi de AI joacă un rol tot mai important în diagnosticul precoce, stratificarea riscului și ghidarea deciziilor terapeutice personalizate.