

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
„IULIU HAȚIEGANU“ CLUJ – NAPOCA  
FACULTATEA DE MEDICINĂ**

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

Metode imagistice de detectare a vaselor perforante pe  
modele experimentale animale, cu aplicabilitate clinică umană  
în chirurgia lambourilor cutanate

Conducător științific  
Prof. Dr. Alexandru Georgescu

Doctorand  
Dr. Chiroiu Bogdan Nicolae

Cluj-Napoca

2011

# CUPRINS

INTRODUCERE .....	1
I.PARTE GENERALA. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII.....	3
I.1. Istoric și stadiul actual al cunoașterii privind vascularizația tegumentului.....	3
I.1.1. Istoric.....	3
I.1.2. Teritoriile vasculare cutanate.....	5
I.1.3. Microcirculația tegumentului.....	7
I.1.4. Reglarea locală a fluxului de sânge.....	9
I.2. Istoric și stadiul actual al cunoașterii privind lambourile.....	10
I.2.1. Generalități.....	10
I.2.2. Clasificarea lambourilor.....	10
I.2.3. Lambouri pe perforante.....	11
I.2.4. Stadiul realizărilor experimentale în practica lambourilor perforante.....	14
I.2.5. Modalități tehnice de recoltare a lambourilor perforante locale și regionale.....	16
I.3. Istoric și stadiul actual al cunoașterii privind investigațiile imagistice preoperatorii folosite pentru identificarea vaselor perforante de la nivelul tegumentului.....	18
I.3.1. Ultrasonografia Doppler continuu.....	19
I.3.2. Ultrasonografia Doppler color și pulsat.....	30
I.3.3. Angiografia computer tomografică multislice.....	44
I.3.4. Angiografia prin rezonanță magnetică.....	59
II. CONTRIBUȚIA PERSONALĂ.....	66
II.1. Premisele și scopul studiului.....	66
II.2. Metodologia generală a analizei statistice.....	67
II.3. Studiul experimental pe șobolanul de laborator.....	69
II.3.1. Crearea modelului experimental pe șobolan.....	69
II.3.2. Descrierea condițiilor pre și intraoperatorii.....	69
II.3.3. Examinarea imagistică Doppler color preoperatorie .....	70
II.3.4. Examinarea imagistică angiografică preoperatorie .....	78
II.3.5. Selecția metodei adecvate de examinare imagistică preoperatorie.....	84
II.3.6. Detecția prin disecție microchirurgicală a perforantelor.....	84
II.3.7. Detectarea cu metode imagistice a principalelor perforante la nivelul abdomenului.....	87
II.3.8. Corespondența vaselor perforante determinate imagistic cu detecția intraoperatorie .....	91
II.4. Studiul experimental pe porc.....	93
II.4.1. Crearea modelului experimental pe porc.....	93
II.4.2. Descrierea condițiilor pre și intraoperatorii.....	94
II.4.3. Examinarea imagistica Doppler color preoperatorie.....	98
II.4.4. Examinarea imagistica angiografica preoperatorie.....	109
II.4.5. Selecția metodei adecvate de examinare imagistică preoperatorie .....	124
II.4.6. Detecția cu metode imagistice a principalelor perforante la nivelul întregii suprafețe a porcului.....	125

II.4.7. Detectația prin disecție microchirurgicală a perforantelor la nivelul întregii suprafețe a porcului.....	141
II.4.8. Corespondența vaselor perforante determinate imagistic cu detectia intraoperatorie.....	143
<b>II.5. Studiul experimental pe cadavru uman .....</b>	<b>145</b>
II.5.1. Crearea modelului experimental .....	145
II.5.2. Material și metodă în realizarea studiului experimental pe cadavrul uman.....	146
II.5.3. Tehnica de injectare a amestecului de substanțe la animalul de experiență.....	149
II.5.4. Tehnica de injectare a amestecului de substanțe la cadavru uman .....	151
II.5.5. Detectarea imagistică prin angiografie a arterelor perforante de la nivelul membrelor.....	155
II.5.6. Detectarea arterelor perforante prin disecție la cadavru uman.....	160
<b>II.6. Studiul clinic pe subiecți voluntari. Material și metodă .....</b>	<b>163</b>
II.6.1. Definierea și selectarea lotului de subiecți voluntari.....	163
II.6.2. Crearea hărților topografice la nivelul antebrăului și gambei la subiecți voluntari.....	164
II.6.3. Examinarea imagistică prin ecografie Doppler color .....	173
II.6.4. Examinarea imagistică prin ecografie Doppler continuu .....	185
<b>II.7. Studiul clinic pe pacienți. Material și metodă.....</b>	<b>188</b>
II.7.1. Definierea și selectarea lotului de pacienți .....	188
II.7.2. Detectarea preoperatorie a perforantelor la nivelul zonelor de interes ale pacienților.....	189
II.7.3. Corespondența vaselor perforante determinate imagistic cu detectia intraoperatorie.....	191
II.7.4. Elemente de tactică și tehnică chirurgicală aplicate în recoltarea lambourilor pe perforante la pacienții cuprinși în lotul de studiu.....	196
II.7.5. Practicarea lambourilor pe perforante la pacienții cuprinși în lotul de studiu cu defecte la nivelul membrului superior.....	200
II.7.6. Practicarea lambourilor pe perforante la pacienții cuprinși în lotul de studiu cu defecte la nivelul membrului inferior.....	203
<b>III. REZULTATE ȘI DISCUȚII.....</b>	<b>211</b>
III.1. Rezultatele studiului experimental pe șobolanul de laborator.....	211
III.2. Rezultatele studiului experimental pe porc.....	238
III.3. Rezultatele studiului experimental pe cadavru uman.....	305
III.4. Rezultatele studiului clinic pe subiecți voluntari.....	313
III.5. Rezultatele studiului clinic pe pacienți.....	341
<b>IV. CONCLUZII.....</b>	<b>354</b>

REFERINȚE

## Cuvinte cheie

defecte tisulare, lambouri perforante, imagistică, cercetare experimentală pe șobolan/porc, cercetare experimentală pe cadavru uman, studiu clinic voluntari/pacienți, ecografie, angiografie, hărți perforante.

## REZUMAT

### *Parte generală*

Lambourile bazate pe perforante au prezentat o evoluție fără precedent în ultimele 2 decenii, la ora actuală o mare parte a cercetării medicale în chirurgia plastică fiind dedicată studiului acestui tip de lambouri atât în modele experimentale cât și prin prisma rezultatelor obținute la om. Perforantele reprezintă o sursă sigură de vascularizație care oferă o lărgire fără precedent a zonelor de recoltare a lambourilor, permițând o reconstrucție a defectelor din practica clinică cu respectarea cu mare acuratețe a principiului similitudinii reconstructive, “like with like”.

Predominanța avantajelor față de dezavantaje și rata mare de succes prin utilizarea acestor lambouri pe perforante a făcut ca popularitatea lor să crească foarte mult. Cercetările referitoare la lambourile pe perforante, deși sunt în plină desfășurare în întreaga lume, prezintă un potențial cu implicații clinice majore în cel puțin 4 direcții: cercetarea privind posibilitățile de reconstrucție a defectelor tisulare cu resurse locale sau regionale, determinarea corelației între detectarea imagistică preoperatorie a perforantelor și posibilitățile reconstrucției operatorii, determinarea metodelor de combatere a insuficienței venoase, determinarea dimensiunilor reale ale lambourilor ce pot fi recoltate.

Studiile clinice și experimentale realizate în această cercetare au încercat să se adreseze tuturor acestor direcții. Utilitatea detecției imagistice a devenit evidentă în planificarea preoperatorie a lambourilor pe perforante în anumite regiuni anatomice. Perfecționarea metodelor de detecție imagistică preoperatorie a perforantelor a fost un corolar de importanță majoră al acestui tip de chirurgie. Frecvența mare a studiilor experimentale și clinice este datorată incompletei cunoașteri a structurii intime a vascularizației diferitelor zone anatomice ale corpului uman.

Studiul de față a încercat să completeze, măcar parțial, unele dintre golurile în acest domeniu, mai ales privind stabilirea unui algoritm tactic și tehnic ce poate fi utilizat pentru creșterea ratei de succes în chirurgia lambourilor perforante locale. Plecând de la părerile încă divergente în literatura de specialitate privind eficiența unor metode imagistice preoperatorii de detectare a vaselor perforante, studiul de față s-a axat în mare parte pe efectuarea unei cercetări comparative a unor astfel de metode. Dacă părerile specialiștilor sunt relativ unanime privind utilitatea unor astfel de metode de detectare la nivelul trunchiului, abdomenului, coapsei, divergențele apar îndeosebi în ceea ce privește antebrațul, mâna, gamba și piciorul.

Vasele perforante de la nivelul tegumentului pe care se pot recolta lambouri loco-regionale prezintă o importantă variabilitate anatomică între indivizi și între membrele contralaterale, din punct de vedere al originii, localizării, traiectului și calibrului pe care le dețin. Localizarea preoperatorie cu exactitate a perforantelor ajută la identificarea și alegerea perforantei dominante din zona de interes, precum și oferă informații importante privitor la calibrul acesteia, traiectul, lungimea porțiunii suprafasciale. Toate aceste date pot duce în opinia

multor chirurghi la maximizarea succesului operator prin scăderea timpului intraoperator de disecție și pregătire a lambourilor precum și la scăderea complicațiilor postoperatorii.

Între aceste tehnici imagistice se numără ultrasonografia Doppler continuu, ecografia Doppler color, angiografia clasică sau cu substrație digitală, computer tomografia vasculară (angio MDCT) cu sau fără reconstrucție 3D și mai recent rezonanța magnetică nucleară precum și o serie de tehnici încă experimentale precum termografia cutanată, laserul Doppler, tehnici de fluorescență în spectrul infraroșu (dynamic infrared imaging), etc. Din păcate, aceste tehnici au fost aplicate cu succes doar de unii autori, majoritatea descriind un grad mare de variabilitate al acurateței de detecție, sensibilității și specificității metodelor, acestea fiind în mare măsură operator dependente și cu eficiență destul de redusă în opinia unor autori.

Ecografia, metodă neinvazivă, universal răspândită este una din metodele de prima intenție în detecția preoperatorie a vaselor perforante. **Dopplerul continuu** a fost folosit încă din începuturile microchirurgiei reconstructive, fiind un instrument ușor de folosit și relativ ieftin. Și astăzi are o utilizare destul de largă, deși a fost dovedit că rezultatele obținute în identificarea vaselor perforante sunt uneori discordante față de explorarea intraoperatorie și nu poate oferi date suplimentare referitor la traseul perforantelor, calibrul sau lungimea acestora.

Deși **ecografia Doppler color** este o metodă imagistică cu un grad mai mare de încredere decât Dopplerul continuu și oferă date suplimentare referitor la direcția, calibrul și lungimea perforantelor precum și aspectul fluxului, dezavantajele sale sunt destul de importante. Faptul că este foarte operator dependentă, consumatoare de timp și necesită personal special antrenat în detecția vaselor perforante, face ca această tehnică să fie privită cu rezervă de unii chirurghi și să aibă rețineri în aplicarea ei în unitățile de microchirurgie. Datorită bunei sensibilități și specificității a ecografiei Doppler color, aceasta metodă este cea de referință la ora actuală în determinarea preoperatorie a perforantelor. Cu toate acestea metoda Doppler scade în specificitate și sensibilitate în cazul examinărilor la nivelul gambei și antebrațului.

**Arteriografia rx** este o metodă invazivă, utilă în determinarea localizării și a calității vaselor perforante, păstrând însă anumite dezavantaje: mai greu de acceptat și suportat de pacienți; posibilitatea ca introducerea intraarterială a substanței radioopace să influențeze evoluția postoperatorie a lambourilor; detectează doar vasele perforante de calibrul mai mare; este mai greu de acceptat și suportat de pacienți; limitarea numărului de injectări și doza maximă de substanță de contrast nu permite examinarea fiecărei zone topografice în mai mult de 2-3 incidente, la fiecare repetare sub unghi diferit de examinare fiind necesară o nouă injectare de substanță de contrast.

**Angiografia CT** multiplan este o metodă relativ nouă de detecție cu invazivitate mai redusă față de angiografia clasică dar cu costuri mai mari, fiind de asemeni greu de acceptat de către pacienți și datorită iradierii semnificativ mai mare, la ora actuală fiind utilizată ca metoda de screening al perforantelor în puține centre pe plan internațional. Evaluarea modernă prin aplicarea tehnicilor tridimensionale computer tomografice a făcut posibilă aprecierea cu rezultate mult superioare a anatomiei vasculare și optimizarea acurateței diagnostice la nivelul segmentelor anatomice cu țesut adipos bine reprezentat, astfel că la ora actuală angiografia MDCT a devenit „gold standard” în imagistica preoperatorie la nivelul lambourilor bazate pe perforante ale arterei epigastrice inferioare și arterelor gluteale. Dezavantajul major al tehnicii imagistice angiografie MDCT îl constituie iradierea pacientului care este mai mare decât în cazul

unor examinări computer tomografice obișnuite, fiind descrise în literatură valori ale dozelor efective de radiație absorbită cuprinse între 6 și 10 mSv la fiecare scanare (echivalent a cca. 500 radiografii pulmonare) precum și reacțiile adverse care pot apărea la administrarea intravenoasă în bolus a substanțelor de contrast iodate.

Pentru a evita aceste dezavantaje, cercetările s-au îndreptat înspre investigațiile imagistice prin rezonanță magnetică la care până în acest moment nu s-a dovedit că, prin câmpul magnetic pe care îl produc pot avea efecte secundare asupra organismelor. **Angiografia IRM** este cea mai nouă metodă imagistică la care a fost studiată aplicabilitatea în detecția preoperatorie a vaselor perforante. Dezvoltarea din ultimii ani a rezonanței magnetice o dată cu apariția în unitățile medicale a aparatelor cu câmp magnetic puternic de 1.5 și respectiv 3 Tesla și utilizarea agenților de contrast paramagnetici cu efecte secundare mult mai rare și reduse în importanță comparativ cu cele folosite la angioCT, au permis obținerea unor rezultate încurajatoare în examinările vasculare de la nivelul tegumentului și respectiv a vaselor perforante. Studii efectuate au raportat însă detecții ale perforantelor doar la nivelul regiunilor abdominale, fesiere și peroniere, aceasta constituind până în momentul de față o limitare semnificativă a angiografiei RM.

Toate aceste tehnici imagistice pot fi folosite în *mapping-ul* preoperator al vaselor perforante au fost relativ puțin folosite la nivel internațional și național, fiecare dintre ele având anumite dezavantaje și indicații limitate care au împiedicat definirea uneia dintre ele ca "gold standard" în acceptul largii mase a chirurgilor plasticieni. Toate aceste examinări imagistice au o valoare predictivă pozitivă foarte variabilă în funcție de metodă, de zona examinată și de operator și pot avea un număr foarte mare de rezultate fals negative.

Metodele imagistice bazate pe angiografia computer tomografică multislice (MDCT) și angiografia prin rezonanță magnetică deși au obținut performanțe de detecție foarte bune, cu sensibilitate și acuratețe de până la 100% dovedite în studii clinice anterioare, sunt limitate la examinarea regiunilor abdominală și fesieră și într-o oarecare măsură la nivelul regiunii peroniere. Regiunile distale ale membrelor superioare și inferioare nu pot beneficia de aceste tehnici moderne datorită în principal particularităților anatomice regionale datorate țesutului celular subcutanat slab reprezentat. Astfel că la nivelul acestor regiuni, doar angiografia clasică, ecografia Doppler continuu și ecografia Doppler color și pulsat pot oferi soluții pentru *planning-ul* preoperator al lambourilor bazate pe vase perforante.

### ***Contribuția personală***

Prezentul studiu s-a îndreptat spre cercetarea acestor regiuni și și-a propus să evalueze performanțele de detecție al acestor din urmă metode imagistice, prin realizarea unui studiu complex, riguros, unic la noi în țară până în acest moment, care își dorește să stabilească corespondența între detecțiile imagistice ale fiecărei metode și detecția chirurgicală. Acest lucru a fost realizat prin aplicarea tehnicilor imagistice pe animale de laborator urmate de disecții microchirurgicale ale suprafeței abdominale la șobolan, a întregii suprafețe corporale la porc precum și a membrelor superioare și inferioare la cadavrul uman. Pe baza studiilor diverșilor autori, dar și a experienței clinice și experimentale a echipei de cercetare, am putut afirma că există o distribuție constantă a vaselor perforante, cu calibru acceptabil la fiecare specie, dar cu anumite variații intra-specifice, a căror cuantificare și sistematizare am studiat-o pe animalele de experiență și pe cadavrul proaspăt. Totodată au fost cartografiate vasele perforante de pe

suprafața abdomenului șobolanului, porcului și de la nivelul membrilor umane, prin metode imagistice și prin disecție. S-a dorit astfel perfecționarea metodelor de detecție imagistică preoperatorie a perforanțelor în încercarea de a crește cât mai mult rata de supraviețuire a lambourilor și de a diminua complicațiile lambourilor pe perforante.

În cadrul *modelului experimental pe șobolan* protocolul de investigații imagistice a cuprins testarea utilității ecografiei Doppler color și angiografiei. Studiul de față a demonstrat că ecografia Doppler este o bună metodă de detecție preoperatorie a vaselor perforante la șobolan, foarte specifică dar cu sensibilitate redusă, în special datorită calibrului mic al perforanțelor. Arteriografia clasică rx nu este o metodă de detecție preoperatorie fiabilă la șobolan. Se poate afirma că modelul experimental pe șobolan Wistar este un model adecvat studierii lambourilor bazate pe perforante. Șobolanul prezintă o arhitectură a vaselor perforante relativ constantă, cel mai bun model experimental fiind cel bazat pe perforante abdominale.

Ecografia cu înaltă rezoluție Doppler color și angiografia au fost selectate ca referință pentru centralizarea datelor pentru *modelul experimental pe porc* și au fost utilizate pentru studiul tuturor exemplarelor din lotul cercetat. Anatomia porcului și a omului e foarte asemănătoare ceea ce îl face un animal de preferat în conceperea modelelor experimentale datorită excelenței similitudini a anatomiei lui macroscopice cu cea umană. Valorile mai ridicate ale indicatorilor de detecție în cazul examinărilor imagistice prin ecografie Doppler color precum și avantajele evidente ale metodei față de angiografie au condus la alegerea acestei metode ca metodă de bază în etapele clinice următoare ale studiului. Convingerea noastră a fost că rezultatele relativ bune ale metodelor se vor menține la valori ridicate și la modelele experimentale următoare. Examinările imagistice preoperatorii și disecțiile efectuate în cadrul cercetărilor lotului de porci au evidențiat o distribuție relativ constantă a perforanțelor atât la nivelul membrilor, cât și la nivelul toracelui și a abdomenului, pentru fiecare regiune anatomică realizându-se ulterior lambouri experimentale, bazate pe perforante capabile să le vascularizeze adecvat.

Prin injectarea pe segmente anatomice la *cadavrul uman* cu un amestec colorat și radioopac, s-au identificat și s-au izolat perforantele cutanate de pe întreaga suprafață tegumentară a membrului superior și inferior, cu evidențierea surselor reale și a densității perforanțelor, evidențierea perforanțelor cu diametru adecvat utilizării lor ca sursă de vascularizație a lambourilor, precum și crearea unor hărți ale acestor perforante. Se poate afirma că examinările imagistice și disecțiile efectuate au permis obținerea unor rezultate similare celor existente în literatura de specialitate, cu mici variații nerepresentative statistic. În schimb, am constatat diferențe relativ semnificative ale numărului de perforante identificate pe cadavru și prin studiul imagistic preoperator, în general în favoarea numărului detectat pe cadavru, fapt posibil de explicat prin imposibilitatea metodelor folosite de noi de a detecta vasele perforante cu un calibru mai mic.

În etapa următoare am identificat și explorat perforantele cutanate printr-un studiu *clinic efectuat pe subiecți umani voluntari și pacienți* cu defecte de substanță la nivelul membrilor (regiunea antebraț și gambă). Corespondența determinărilor imagistice a vaselor perforante cu detecția lor intraoperatorie în *studiul pe pacienți* a evidențiat valori ale sensibilității de detecție exactă (perforante categoria A) cuprinse între limite destul de largi (36% la nivelul membrului superior, comparativ cu membrul inferior la care corespondența s-a ridicat la valori de 63 %).

Valorile reduse înregistrate la nivelul membrului superior susțin faptul că investigația imagistică (Doppler) preoperatorie la acest nivel nu este obligatorie, aportul său fiind relativ redus comparativ cu importanța aceleiași metode la nivelul membrului inferior. Într-un procent cuprins între 11% (membrul inferior) și 20 % (membrul superior) vasele perforante identificate imagistic nu au fost regăsite intraoperator (perforante categoria C), fapt datorat mai probabil unor artefacte de detecție mai frecvente la nivelul membrului superior. Un procent destul de ridicat de perforante (26% la membrul superior și 15% la membrul inferior) a fost evidențiat intraoperator fără să fi fost detectat în prealabil la examinarea imagistica Doppler (perforante categoria D). Acest lucru se datorează în principal calibrului redus al acestora, care nu permite o detecție precisă la calibre sub 0.5 mm cu echipamentele medicale existente la ora actuală în utilizare, cel puțin în România.

Per ansamblu, compararea indicatorilor de detecție prin ecografie Doppler la nivelul celor două regiuni anatomice (antebraț-mană vs. gambă-picior) a relevat o sensibilitate de detecție superioară în cazul determinărilor de vase perforante de la nivelul gambei comparativ cu antebratul.

Studiul de față a arătat că detectarea imagistică preoperatorie a perforantelor la nivelul antebratului și mâinii, indiferent de metoda utilizată, nu este indispensabilă ci, dimpotrivă, are o indicație relativă deoarece, pe de o parte poate fi dificil de efectuat datorită suprafețelor plane limitate ca întindere, iar pe de altă parte poate furniza numeroase rezultate fals pozitive sau fals negative din cauza poziției anatomice superficiale a vaselor sursă. La nivelul gambei și piciorului în schimb, utilizarea acestor metode poate fi utilă și utilizată cu succes, dar nu este indispensabilă.

Indiferent dacă au fost sau nu utilizate metode imagistice de detecție preoperatorie, succesul în practicarea unor astfel de lambouri la nivelul segmentelor menționate este mai mult garantat de utilizarea unor tactici și tehnici adecvate, constând în efectuarea desenului final al lamboului numai intraoperator, în funcție de perforanta sau perforantele identificate și efectuarea unei disecții microchirurgicale a perforantei sau perforantelor identificate, pentru a evita spasmul arterial și lezarea venelor comitante.



# **CURRICULUM VITAE**

- 1. Nume:** CHIROIU
- 2. Prenume:** BOGDAN NICOLAE
- 3. Data și locul nașterii:** 24 iulie 1977, Rm. Valcea, jud. Valcea
- 4. Cetățenie:** romana
- 5. Stare civilă:** casatorit
- 6. Studii:**

<b>Instituția</b>	Liceul Teoretic Mircea Cel Batran Rm. Valcea	Facultatea de Medicina și Farmacie Iuliu- Hatieganu, Cluj-Napoca	UMF Iuliu Hatieganu Cluj Napoca	CNPPDS Bucuresti
Perioada: de la (luna, anul) până la (luna, anul)	09.1992 – 06.1996	10.1996 – 10.2002	11.2004 - prezent	01.2003 – 01.2009
Grade sau diplome obținute	Diploma de bacalaureat	Diploma de licență – doctor medic generalist	doctorand	Medic rezident radiologie – imagistică medicală

**7. Titlul științific:** doctorand – domeniul Medicină, medic specialist Radiologie – Imagistică Medicală – radiologie, ecografie, computer tomografie, rezonanță magnetică

**8. Experiența profesională:**

<b>Perioada:</b> de la .....(luna, anul) până la .....(luna, anul)	01.2003 – 01.2008	11.2004 - prezent	05.2008 – prezent
<b>Locul:</b>	Cluj-Napoca	Cluj-Napoca	Cluj-Napoca
<b>Instituția:</b>	Spitalul Clinic Județean de Urgență Cluj-Napoca	UMF Iuliu Hațieganu	Spitalul Clinic de Recuperare
<b>Funcția:</b>	Medic rezident	Doctorand	Medic specialist radiologie – imagistică medicală
<b>Descriere:</b>	Radiologie – Imagistică medicală	Chirurgie Plastică și Reparatorie	Laboratorul Clinic de Radiologie si Imagistica Medicala

**9. Locul de muncă actual și funcția:** Spitalul Clinic de Recuperare Cluj-Napoca, Laboratorul Clinic de Radiologie, medic specialist radiologie – imagistică medicală

**10. Vechime la locul de muncă actual:** 3 ani

**11. Membru al asociațiilor profesionale:** membru SRIM, SRUMB

**12. Limbi straine cunoscute:** engleza, franceza

**13. Alte competențe:**

- *ultrasonografie generala si speciala: certificat nr. 10093/25.08.2008*
- *computer tomografie: certificat seria C nr. 026501/17.VIII.2010*
- *rezonanta magnetica: certificat seria C nr. 027009/ 26.I.2011*

**14. Contributii didactice:** cadrul de predare (colaborator):

**2007/2008**

1. Curs postuniversitar nr. 220 (24-28 martie): *Radioimagistica genunchiului: noțiuni fundamentale și actualități*

**2008/2009**

1. Curs postuniversitar nr. 251: *Diagnosticul radio-imagistic al afecțiunilor musculoscheletale ale membrului inferior*

2. Curs postuniversitar nr. 252: *Diagnosticul radio-imagistic al osteoporozei – actualități*

**2009/2010**

1. Curs postuniversitar nr. 289: *Metode actuale de diagnostic si urmărire în osteoporoză*

2. Curs postuniversitar nr. 290: *Diagnosticul radioimagistic al afectiunilor musculoscheletale ale membrelor*

**14. Experiența acumulată (inclusiv experienta manageriala) în programe/proiecte naționale/internaționale:**

<b>Programul/Proiectul</b>	<b>Funcția</b>	<b>Perioada:</b>
Grant Programe Naționale II nr. 41-002/2007 – „Model experimental de detectare a vaselor perforante cutanate si stabilirea unui algoritm de aplicabilitate clinică in chirurgia lambourilor cutanate - ANGIOCARD” – Suma finantata – 2.000.000 ron	Asistent Cercetator	2007-2010
„Studii interdisciplinare privind influenta factorilor de risc asupra osteoporozei, realizarea hartilor de risc , INFOSTEO”, Valoarea proiectului (include alte surse atrase): 1.500.000 RON, Finantator- Academia Romana de Stiinte Medicale	Asistent cercetător	2006-2008

**15. Contact:** Spitalul Clinic de Recuperare Cluj, Laborator Clinic Radiologie Imagistica Medicala, str. Viilor nr. 48-50, Cluj-Napoca, Tel. 0264-207021 int.134, Mobil 0745-522449

**Declar pe propria răspundere că datele prezentate sunt în conformitate cu realitatea.**

Data completării:

04.05.2011

**UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY  
“IULIU HAȚIEGANU,, CLUJ – NAPOCA  
FACULTY OF MEDICINE**

Imagistic methods for detecting perforator vessels on experimental animal models, with human clinical applicability in cutaneous flaps' surgery

**Scientific coordinator**

**Prof. DR. Alexandru Georgescu**

**PhD Student**

**Dr. Chiroiu Bogdan Nicolae**

**Cluj Napoca**

**2011**

## **Key words:**

Tissue defects, perforator flaps, radiology, experimental research in rat/pig, experimental research in human cadaver, clinical study on volunteers/patients, ultrasonography, angiography, perforator maps

## **Abstract**

### ***Theoretical part***

Perforator flaps evolved immensely in the last 2 decades, nowadays a large part of plastic surgery research being dedicated to their study and clinical applications, through experimental models. Perforators represent a safe vascularization source, which increase the number of flap donor sites, allowing the “like with like” tissue defects reconstruction.

The predominance of advantages and the high success rate made these flaps very popular. The research regarding perforator flaps, although in progress all over the world, offer major clinical implications in at least 4 fields: possibilities of reconstructing tissue defects with local or regional resources, determining the correlation between preoperative imagistic perforator detection and surgical reconstruction possibilities, determining methods to alleviate venous congestion and determining real dimensions of harvested flaps.

Clinical and experimental studies performed in this research tried to address all these fields of interest. Using imagistic detection of perforators was useful in preoperative planning of perforator flaps in some anatomic regions. Perfecting the methods for preoperative perforator imagistic detection proved to be a major corollary for this type of surgery. The large number of experimental and clinical studies published is proof of the incomplete knowledge regarding the intimate structure of vascularization in different anatomical areas of the body.

This study tried to complete, at least in part, some of the gaps in this field, especially regarding establishing a technical and tactical algorithm that can be used for increasing the success rate in local perforator flaps’ surgery. Starting from still divergent opinions in specialty literature regarding the efficiency of some preoperative imagistic methods of perforator detection, this study focused mainly on creating a comparative research between these methods. If the specialist’s opinions are relatively unanimous regarding the use of imagistic methods for detecting perforators in trunk, abdomen and thigh, the opinions diverge for the forearm, hand, shank and foot.

The skin perforator vessels upon which loco-regional perforator flaps can be harvested present an important anatomical variability between individuals and even in the same person, for contralateral limbs, regarding origin, location, traject and caliber. Preoperative exact perforator detection can help identify the dominant perforator in the area of choice, as well as it can offer important information regarding its caliber, traject and length of the suprafascial part. All these data can lead, in some surgeons’ opinion, to the amplification of operative success, by reducing the intra-operative time for flaps’ dissection and harvesting, and also to the minimization of postoperative complications.

Among these imagistic techniques are the Doppler continuous ultrasonography, color Doppler ultrasonography, classic angiography or digital subtraction angiography, vascular computer tomography (angio-MDCT) with or without 3D reconstruction and, more recently, MRI and a series of yet experimental techniques such as cutaneous thermography, Doppler laser, infrared specter fluorescence techniques (dynamic infrared imaging), etc. unfortunately, these techniques were successfully applied only by some authors, the large majority describing a high

variability degree in detection accuracy, sensibility and specificity, being highly operator dependent.

The ultrasonography, noninvasive method, universally used, is one of the methods of first intention in preoperative detection of perforators. The *continuous Doppler* was used from the beginning of reconstructive surgery, being a relatively cheap and facile instrument. Today it is still highly employed, even if it was proven that the results obtained in detecting perforator vessels are sometimes divergent with the operative dissection findings and it cannot offer supplementary data regarding the perforators' traject, caliber and length.

Even though the *color Doppler ultrasonography* is a more reliable method than continuous Doppler and it can offer supplementary data regarding perforators' direction, caliber and length, its disadvantages are important. The fact that it is highly operator dependant is time consuming and require specialized personnel makes this technique questionable in applying it in microsurgical units. Due to its high sensibility and specificity, this method is the standard one used in preoperative perforators' detection. However, its specificity and sensibility are lower when used for perforators in thigh and forearm.

*The Rx Arteriography* is an invasive method, useful in determining the location and quality of perforators, but has some disadvantages: more difficult to be accepted and tolerated by the patients; the intra-arterial injection of radio opaque substance can negatively influence the postoperative flaps' evolution; it can detect only large caliber perforators; the number of injections and the maximum dose of contrast substance cannot allow repeated exploration for every topographic area in more than 2-3 incidences, for each examination under a different angle being necessary to perform another injection.

*Multiplane Angio-computer tomography* is a relatively new method of detection with lower invasiveness compared with classic angiography, but with much higher costs, being also difficult to accept by patients because of the increased irradiation, nowadays being used as perforator screening method only in a few centers on international level. Modern evaluation using tridimensional computer tomography techniques made possible a better understanding of vascular anatomy and the optimization of diagnostic accuracy in well represented adipose anatomical segments, being nowadays considered as „gold standard” in preoperative imagistic exploration for inferior epigastric and gluteal arteries perforators. The major disadvantage of this technique is the irradiation which is higher than for usual computer tomography, in literature being described doses of effective radiation absorbed of between 6 and 10 mSv for each scan (the equivalent of about 500 pulmonary X-rays), as well as adverse reactions that can appear when administering boluses of iodized contrast substances.

To avoid these disadvantages, the research directed to MRI investigations, for which it is not proved, until now, that can have secondary effects on organisms. *AngioMRI* is the newest imagistic method for which was studied the applicability in perforators preoperative detection. The last year's development of MRI technique in the same time with the appearance of high magnetic field machines of 1.5 and respectively 3 Tesla in medical units and the use of paramagnetic contrast agents with more reduced secondary effects offered encouraging results in skin vascular and perforators' examinations. But, the studies published perforators' detection only for the abdominal, gluteal and peroneal regions, that being up until now a significant limitation of the technique.

All these imagistic techniques can be used in the preoperative perforator mapping and are relatively scarcely used on national and international level, each of them having specific disadvantages and limitations, which precluded defining one of them ”gold standard” for all plastic surgeons. These imagistic examinations have a highly variable positive predictive value

dependant on the method, the examined area and the operator skills, and can also give a lot of false negative results.

The imagistic methods based on MDCT and angio-MRI, even if they have performing detection, with sensibility and accuracy of up to 100% proved in previous clinical trials, are limited for the exploration of abdominal and gluteal areas, and in some part for the peroneal area. The distal regions of upper and lower limbs cannot benefit from these modern techniques mainly due to regional anatomical particularities (subcutaneous reduced tissue). That means that, for these regions, only the classic angiography, the continuous Doppler ultrasonography and the color and pulsed Doppler ultrasonography can offer solutions in planning perforator flaps.

### ***Personal contributions***

This study focused on researching these regions and set up to evaluate the detection performances for the latest imagistic methods, by realizing a complex, rigorous and, until now, unique in our country study, which wished to establish the correspondence between imagistic detection methods and the surgical detection of perforators. This was possible by applying imagistic techniques on experience animals, followed by microsurgical dissections for the abdominal region of rat, for the entire body surface in pig and for upper and lower limbs in fresh human cadaver. Based on different authors studies, but mainly on the experimental and clinical experience of the research team, we were able to state that there is a constant distribution of perforators with acceptable caliber in every species, but with intra-specific differences, whose quantification and systematization was studied on experience animals and in human cadaver. Also, there were mapped the perforator vessels on the abdominal surface of rat, pig and in human limbs, through imagistic methods and dissection. The purpose was perfecting the imagistic preoperative detection of perforators, in the attempt to increase the flaps viability and to reduce the complication rate of perforator flaps.

In the ***experimental model on rat*** the imagistic investigations protocol included testing the utility of color Doppler ultrasonography and angiography. This study demonstrated that the color Doppler ultrasonography is a good preoperative perforator investigation method in rat, the very good specificity but low sensibility, mainly because of the reduced perforator caliber. Classic angiography is not a viable preoperative perforator detection method in rat. It can be stated that the experimental model on Wistar rat is an adequate model for studying perforator flaps. The rat has a relatively constant architecture of perforators, the best model being the one based on abdominal perforators.

High resolution color Doppler ultrasonography and the angiography were selected as reference investigations for centralizing the data for the ***experimental model in pig*** and were used in the study of all animals. Pigs' and humans' anatomy are very similar, fact which makes the pig a preferred animal in creating experimental models. High detection rates in color Doppler investigations and the obvious advantages of this method compared with the angiography lead to the selection of this method as golden standard for the following stages of the study. It is our belief that the relatively good results will remain high for the following experimental models. The preoperative imagistic investigations and dissections in pig revealed a relatively constant distribution of perforators in limbs, thorax and abdomen, for each anatomical region being created experimental flaps, based on perforators able to vascularize them appropriately.

By injecting the ***human fresh cadaver*** on anatomical segments with a colored and radio-opaque mix, the upper and lower limbs perforators were identified, isolated and mapped, making

evident the source arteries, the perforators' density and the perforators with caliber able to support a viable flap. It can be stated that the imagistic investigations and the surgical dissections allowed obtaining similar results with others' in literature, with small, unrepresentative from statistical point of view variations. Still we noticed relatively significant differences in the number of perforators identified on cadavers and through preoperative imagistic study, generally in favor of cadaver detected numbers, fact which can be explained by the impossibility to detect perforator vessels with small caliber using our techniques.

In the next step were identified and explored the cutaneous perforators in a clinical study performed on *human volunteers and patients* with tissue defects in limbs (forearm and shank). The correspondence of preoperative imagistic determinations and intra-operative detection of perforators in the patients study revealed correct values for detection sensibility (A category perforators) in slightly large limits (36% in upper limb, comparing with 63 % in lower limb). The reduces values detected in the upper limb can support the affirmation that the preoperative Doppler investigation in this level is not mandatory, its contribution being relatively reduced compared with the lower limb. In a percentage of 11% (lower limb) and 20 % (upper limb) the identified perforator vessels were not found during surgery (C type perforators), probably due to detection artifacts more frequent in upper limb. A relatively high percentage of perforators (26% in upper limb and 15% in lower limb) was noticed during surgery, without being detected preoperatively with the Doppler investigation (D type perforators). This fact is due to their reduced caliber, which does not allow the precise detection of perforators with caliber under 0.5 mm with the existing medical equipments available nowadays, especially in Romania.

In conclusion, comparing detection indicators through Doppler ultrasonography in these 2 anatomic regions (forearm-hand and shank-foot) revealed a superior detection sensibility when detecting shank perforators in shank perforators.

This study showed that the preoperative imagistic detection in forearm and hand, regardless of method used, is not indispensable, but has a relative indication because, on the one hand it can be difficult to perform due to limited plane surfaces, and also because it can offer false positive or false negative results due to the superficial course of source vessels. However, in shank and foot these methods can be used successfully, but it still is not indispensable.

Regardless if preoperative vascular investigations were used or not, the success in practicing these types of flaps in the afore mentioned segments is guaranteed mainly by using correct surgical technique and tactic, consisting in creating the final design of the flap only during surgery, depending on the perforator/s identified and performing a microsurgical dissection, in order to prevent arterial spasm and in injuries of the committant veins.

# ***CURRICULUM VITAE***

- 1. First name(s):** BOGDAN NICOLAE
- 2. Surname:** CHIROIU
- 3. Date and place of birth:** 24-July-1977, Ramnicu Valcea
- 4. Citizenship:** Romanian
- 5. Marital status:** married
- 6. Education:**

<b>Institution</b>	"Mircea Cel Batran" Highschool, Ramnicu Valcea	"Iuliu Hatieganu" University of Medicine and Pharmacy, Cluj- Napoca	"Iuliu Hatieganu" University of Medicine and Pharmacy, Cluj- Napoca	CNPPDS Bucharest
Period: From (month, year) – To (month, year)	09.1992 – 06.1996	10.1996 – 10.2002	11.2004 - present	01.2003 – 01.2008
Degrees or diploma	Highschool degree	College degree– medical doctor	PhD student	Resident physician in radiology

- 7. Scientific title:** PhD student
- 8. Professional experience:**

<b>Period:</b> From (month, year) – To (month, year)	01.2003 – 01.2008	11.2004 - present	05.2008 – present	
<b>Place:</b>	Cluj-Napoca	Cluj-Napoca	Cluj-Napoca	
<b>Institution:</b>	Emergency County Clinical Hospital Cluj-Napoca	"Iuliu Hatieganu" University of Medicine and Pharmacy	Rehabilitation Clinical Hospital	
<b>Position:</b>	Resident physician	PhD student	Specialist physician in radiology and medical imaging	
<b>Description:</b>	Radiology and medical imaging	Plastic Surgery and Reconstructive Microsurgery	Radiology and Medical Imaging Clinical Laboratory	

**9. Current workplace and position:** Rehabilitation Clinical Hospital Cluj-Napoca – Radiology and Medical Imaging Clinical Laboratory, specialist physician in radiology and medical imaging

**10. Years of service at current workplace:** 3

**11. Membership in professional societies, associations or groups:** Romanian Society of Radiology and Medical Imaging, Romanian Society of Ultrasonography in Medicine and Biology

**12. Foreign languages:** English, French



**13. Other competencies:**

- *General and special ultrasonography: degree no. 10093/25.08.2008*
- *Computer tomography: degree C series, no. 026501/17.08.2010*
- *Magnetic resonance imaging: certificate C series, no. 027009/ 26.01.2011*

**14. Didactic contributions:**

2007/2008

1. Postgraduate specialty course no. 220 (March 24-28): *Knee radio-imaging: fundamentals and snapshots*

2008/2009

2. Postgraduate specialty course no. 251: *Radiological diagnosis of lower limb muscular and skeletal disorders*3. Postgraduate specialty course no. 252: *Radiological diagnosis of osteoporosis – topic snapshots*

2009/2010

4. Postgraduate specialty course no. 289: *Current methods for diagnosis and follow-up in osteoporosis.*5. Postgraduate specialty course no. 290: *Radiological diagnosis of limbs musculo-skeletal disorders***14. Work experience (including managerial experience) within national/international programs/projects:**

<b>Program/Project</b>	<b>Position</b>	<b>Period:</b>
II National Programs Grant no. 41-002/2007 – „Experimental model for detection of cutaneous perforator vessels and creating an algorithm with clinical applicability in flap's surgery - ANGIOCARD” – Financial Value 2.000.000 RON	Researcher	2007-2010
„Interdisciplinary studies regarding the risk factors' influence on osteoporosis and risk mapping - INFOSTEO” – Project Value (including other sources): 1.500.000 RON. Financed by: Romanian Academy for Medical Sciences	Researcher	2006-2008

**15. Contact** (Romanian format): Spitalul Clinic de Recuperare Cluj, Laborator Clinic Radiologie Imagistica Medicala, str. Viilor nr. 48-50, Cluj-Napoca, Tel. (+40)264-207021 int.134, Mobil (+40)745-522449

**I hereby state on my own account that the data presented is real.**

Date:

02.05.2011