

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ SI FARMACIE
„IULIU HATIEGANU” CLUJ-NAPOCA

FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ

TEZĂ DE DOCTORAT

**Utilizarea spectroscopiei de rezonanță paramagnetică electronică (RPE)
asupra smaltului dentar în biodozimetria expunerilor la radiatiile
ionizante din radiologia stomatologică**

REZUMAT

**Doctorand,
Ioana Costina Dânsoreanu**

**Conducător științific,
Prof. Dr. Floarea Fildan**

2011

CUPRINS

INTRODUCERE (1)

PARTEA I - DATE DIN LITERATURA.

**CAPITOLUL I: DOZIMETRIA - EFECTELE RADIATIILOR, MARIMI SI
UNITATI DOZIMETRICE, SISTEME SI METODE DOZIMETRICE (4)**

1. Efectele radiatiilor marimi si unitati dozimetrice (5)

- 1.1. Efectele fizice ale radiatiilor ionizante (5)
 - 1.1.1. Ionizarea moleculelor, expunerea (5)
 - 1.1.2. Transferul de energie către mediu, doza absorbită, kerma (6)
- 1.2. Efectele chimice ale radiatiilor (7)
- 1.3. Efectele biologice ale radiatiilor; doza ponderată (echivalentă),
doza efectivă; marimi dozimetrice operationale (7)
 - 1.3.1. Efectele biologice ale radiatiilor (7)
 - 1.3.2. Doza ponderată (echivalentă), efecte deterministe (8)
 - 1.3.3. Doza efectivă, efecte stohastice (9)
 - 1.3.4. Mărimi dozimetrice operationale (10)

2. Evaluarea un sistem dozimetric (11)

- 2.1 Criteriul calitativ, relatia cu marimile de definitie (11)
 - 2.1.1. Sisteme dozimetrice absolute (11)
 - 2.1.2. Sisteme dozimetrice relative (11)
- 2.2. Criteriile generale de evaluare a unui sistem dozimetric (11)
 - 2.2.1. Acuratetea (11)
 - 2.2.2. Precizia (11)
 - 2.2.3. Linearitatea (11)
 - 2.2.4. Dependenta de energia fotonilor (11)
 - 2.2.5. Dependenta de debitul dozei (12)

2.2.6. Anizotropia sensibilității	(12)
2.2.7. Rezoluția spațială	(12)
2.2.8. Facilitatea citirii rezultatelor	(12)
2.2.9. Convenabilitatea utilizării	(12)
3. Metode și dispozitive dozimetrice fizice	(12)
3.1. Camere de ionizare și electrometre	(12)
3.1.1. Camere de ionizare cilindrice	(13)
3.1.2. Camere de ionizare cu electrozi plan-paraleli	(14)
3.2. Dozimetria prin termoluminescență	(14)
3.2.1. Principiul de măsurare	(14)
3.2.2. Componentele și metodologia dozimetriei TLD	(14)
3.2.3. Avantajele și dezavantajele dozimetriei TLD	(14)
3.3. Dozimetria cu semiconductori	(15)
4. Dozimetria chimică	(15)
4.1. Dozimetria radiochimică cu filme	(15)
4.1.1. Filmul radiologic	(15)
4.1.2. Filmul radiocromic	(15)
4.2. Dozimetria radiochimică cu soluții și geluri	(17)
4.2.1. Dozimetrul standard Fricke și gelurile Fricke	(17)
5. Dozimetria biologică	(18)
5.1. Dozimetria biologică citogenetică	(18)
5.2. Dozimetria RPE asupra smaltului dentar, date generale	(19)
5.2.1. Caracteristicile smaltului dentar	(19)
5.2.2. Smaltul dentar ca biodozimetru	(19)
5.2.3. Performanțele dozimetriei RPE asupra smaltului	(19)
5.2.4. Limitările metodei	(20)
5.2.5. Evaluare generală a biodozimetriei EPR	(20)
CAPITOLUL II: SPECTOSCOPIA RPE –	
DOZIMETRIA RPE ASUPRA SMALTULUI, PARTICULARITĂȚILE	
DOZIMETRIEI RPE ÎN EXPUNERILE RADIODIAGNOSTICE	
	(21)
1. Spectroscopia RPE, noțiuni fundamentale	(22)
1.1. Caracteristicile fizico-chimice ale radicalilor liberi	(22)
1.1.1. Legături chimice, împerecherea electronilor	(22)
1.1.2. Electroni nepereche, radicali liberi	(22)
1.2. Principiul spectroscopiei RPE și realizarea ei	(22)
1.2.1. Principiul spectroscopiei RPE	(22)
1.2.2. Construcția spectrometrelor RPE, tehnica spectroscopiei RPE	(24)
1.2.3. Aspectul spectrelor RPE și interpretarea lor	(25)
1.2.3.1. Zgomotul unui spectru RPE	(26)
2. Particularitățile dozimetriei RPE asupra smaltului dentar	(26)
2.1. Natura radicalilor liberi din smaltul dentar	(26)
2.1.1. Radicalii liberi ai matricei organice	(26)
2.1.2. Radicalii radioindusi	(27)
2.1.2.1. Centrii paramagnetici produși de radiațiile X și γ	(27)
2.1.2.2. Centrii paramagnetici produși de radiațiile UV	(28)
2.1.3. Radicalii produși prin alte mecanisme	(28)
2.1.3.1. Radicalii termici	(28)
2.1.3.2. Radicalii indusi mecanic	(28)
2.2. Sensibilitatea smaltului la radiațiile ionizante și factorii care o influențează	(29)
2.2.1. Sensibilitatea smaltului la radiațiile electromagnetice	(29)
2.2.2. Influența metabolismului și a vârstei dinților	(30)
2.2.3. Influența provenienței dinților	(30)
2.2.4. Influența patologiei dentare	(30)
3. Particularitățile dozimetriei RPE în expunerile cu scop radiodiagnostic	(30)
3.1. Particularități datorate geometriei expunerii	(31)
3.1.1. Particularități legate de orientarea fascicolului	(31)
3.1.2. Particularități legate de poziția smaltului față de radiația incidentă	(31)

4. Metodologia dozimetriei RPE asupra smaltului dentar (31)

- 4.1. Recoltarea si conservarea dintilor (31)
- 4.2. Prepararea probelor (32)
- 4.3. Masurarea semnalului dozimetric (33)
 - 4.3.1. Parametrii de lucru ai spectrometrului (33)
 - 4.3.2. Dispozitive auxiliare (33)
 - 4.3.3. Aflarea semnalului dozimetric (33)
- 4.4. Etalonarea si calcularea dozei absorbite (33)
 - 4.4.1. Etalonarea cu metoda dozelor aditive (33)

CAPITOLUL III: UTILITATEA SUINELOR IN CERECETARE BIO-MEDICALA, DENTITIA SUINELOR SI ONTOGENEZA EI (34)

1. Introducere (35)

- 1.1. Justificarea alegerii dintilor porcini pentru modelul propus (35)
- 1.2. Utilitatea suinelor în experimentele bio-medicale (35)

2. Dentitia suinelor si ontogeneza ei (35)

- 2.1. Nomenclatura dintilor porcini (35)
- 2.2. Etapele eruptiei dintilor (36)

PARTEA II-a - CONTIRBUTII PERSONALE

CAPITOLUL IV: IDENTIFICAREA DINTILOR PORCINI UTILIZABILI IN SPECTROSCOPIA RPE, SEPARAREA SI PREPARAREA SMALTULUI (37)

1. Identificarea dintilor porcini utilizabili in spectroscopia RPE (38)

- 1.1. Ipoteza de lucru (38)
- 1.2. Material si metoda (38)
- 1.3. Rezultate (38)
 - 1.3.1. Dentitia porcilor domestici la 12 luni (38)
 - 1.3.2. Dentitia porcilor domestici la 8 luni (40)
- 1.4. Discutii (42)
- 1.5. Concluzii (42)

2. Separarea si prepararea smaltului (43)

- 2.1. Ipoteza de lucru (43)
- 2.2. Materiale si metode (43)
- 2.3. Rezultate (44)
 - 2.3.1. Rezultatele metodelor de separare a smaltului (44)
 - 2.3.2. Rezultatele metodelor de granulare (46)
- 2.5. Concluzii (47)

CAPITOLUL V: VERIFICAREA APARATURII SI METODOLOGIEI RPE UTILIZATE, EVALUAREA SI CALIBRAREA SPECTRELOR (48)

1. Ipoteza de lucru (49)

2. Materiale si metode (49)

- 2.1 Sistemul spectrometric, parametrii de lucru (49)
- 2.2. Tubul de măsură, alcătuirea probei (51)
 - 2.2.1 Etalonul intern (51)
- 2.3. Inregistrarea si prelucrarea spectrelor (52)

3. Rezultate (53)

- 3.1. Spectrele obtinute, corectarea pantelor (53)
- 3.2. Calibrarea în termeni spectroscopici (54)
- 3.3. Extragerea unui semnal prin substractia spectrelor (55)

4. Discutii (55)

5. Concluzii (56)

CAPITOLUL VI: RASPUNSUL DOZIMETRIC AL SMALTULUI PORCIN LA RADIATIILE γ EMISE DE ^{60}Co , AFLAREA DOZELOR NECUNOSCUTE (57)

1. Raspunsul dozimetric al smaltului porcine la radiatiile γ emise de ^{60}Co (58)

- 1.1. Ipoteza de lucru (58)

- 1.2. Materiale si metode (58)
- 1.3. Rezultate (59)
- 1.4. Discutii (63)
- 1.5. Concluzii (64)
- 2. Aflarea dozelor necunoscute (64)**
 - 2.1. Ipoteza de lucru (64)
 - 2.2. Materiale si metode (64)
 - 2.2.1. Iradierea smaltului, măsurarea semnalului dozimetric (64)
 - 2.2.2. Trasarea dreptelor de etalonare, calculul dozei si evaluarea incertitudinii statistice ce planează asupra dozei aflate (64)
 - 2.3. Rezultate (65)
 - 2.4. Discutii (67)
 - 2.5. Concluzii (67)

**CAPITOLUL VII: CONSTRUCTIA UNUI DOZIMETRU PENTRU EVALUAREA
EXPUNERILOR RADIODIAGNOSTICE, VERIFICAREA SI CALIBRAREA
LUI, EVALUAREA DOZIMETRICA A APARATULUI “Orthopantomograph
OP 100” (68)**

- 1. Constructia sistemului dozimetric (69)**
 - 1.1 Proprietățile dozimetrului necesar lucrării (69)
 - 1.2. Caracteristicile si performantele tehnice propuse (70)
 - 1.3. Schema electrică a electrometrului (70)
 - 1.4. Realizarea tehnică a electrometrului (72)
 - 1.5. Senzorul dozimetric (73)
 - 1.6. Fantom-ul (sau fantoma) (74)
 - 1.7. Modul de lucru (75)
- 2. Verificarea sistemului dozimetric (76)**
 - 2.1. Verificarea electrometrului (76)
 - 2.1.2 Metoda de verificare (76)
 - 2.1.3 Rezultatele (76)
 - 2.1.4. Discutii (77)
 - 2.1.5. Concluzii (77)
 - 2.2. Verificarea senzorului (78)
 - 2.2.1. Scopurile (78)
 - 2.2.2. Metoda de lucru (78)
 - 2.2.3 Rezultate (79)
 - 2.2.4. Discutii (79)
 - 2.2.5. Concluzii (81)
- 3. Calibrarea sistemului dozimetric (81)**
 - 3.1. Calibrarea utilizând datele din literatură (81)
 - 3.1.1. Ipoteza de lucru (81)
 - 3.1.2. Material si metode (81)
 - 3.1.3. Rezultate (82)
 - 3.1.4. Discutii (84)
 - 3.1.5. Concluzii (84)
 - 3.2. Calibrarea cu un dozimetru absolut, etalonat metrologic (84)
 - 3.2.1. Ipoteza de lucru (84)
 - 3.2.2. Materiale si metodă (85)
 - 3.2.3. Rezultate (87)
 - 3.2.4. Discutii (90)
 - 3.2.5. Concluzii (91)
- 4. Evaluarea dozimetrica a aparatului “Orthopantomograph OP 100” (92)**
 - 4.1. Ipoteza de lucru (92)
 - 4.2. Materiale si metode (92)
 - 4.3. Rezultate (93)
 - 4.5. Concluzii (95)

**CAPITOLUL VIII: APLICAREA METODOLOGIEI LA SMALTUL UMAN SI
LA DOZIMETRIA RADIATIILOR X RADIODIAGNOSTICE (96)**

1. Studiu comparativ cu smaltul dentar uman (97)

- 1.1. Separarea si granulara smaltului. Semnalul nativ (97)
 - 1.1.1. Ipoteza de lucru (97)
 - 1.1.2. Material si metode (97)
 - 1.1.3. Rezultate (98)
 - 1.1.4. Discutii (100)
 - 1.1.5. Concluzii (100)
- 1.2. Răspunsurile dozimetrice ale smaltului porcini si uman la radiatiile X utilizate în stop radiodiagnostic (101)
 - 1.2.1. Ipoteza de lucru (101)
 - 1.2.2. Materiale si metode (101)
 - 1.2.3. Rezultate (102)
 - 1.2.4. Discutii (105)
 - 1.2.5. Concluzii (105)

2. Evaluarea comparativă a rezultatelor obtinute la iradierea X cu cele furnizate de iradierea γ (106)

- 2.1. Ipoteza de lucru (106)
- 2.2. Materiale si metode (106)
- 2.3. Rezultate (106)
- 2.4. Discutii (106)
- 2.5. Concluzii (107)

3. Profilul dozelor în dîntii porcini, evaluarea dozelor reduse (107)

- 3.2. Materiale si metode (108)
- 3.3. Rezultate (108)
- 3.4. Discutii (108)
- 3.5. Concluzii (111)

4. Nivelele de detectie în cazul dozelor radiodiagnostice produse de aparatura RX din dotarea catedrei de Radiologie Maxilo-dentară (111)

- 4.1. Ipoteza de lucru (111)
- 4.2. Materiale si metode (111)
- 4.3. Rezultate (111)
- 4.4. Discutii (112)
- 4.5. Concluzii (113)

**CAPITOLUL IX: EVALUAREA PRIN SPECTROSCOPIE RPE A DOZELOR
REZULTATE DIN EXPUNERILE PROFESIONALE (114)**

- 1. Ipoteza de lucru (115)
- 2. Materiale si metode (115)
- 3. Rezultate (116)
- 4. Discutii (118)
- 5. Concluzii (118)

CAPITOLUL X: DISCUTII GENERALE (119)

CAPITOLUL XI: CONCLUZII GENERALE (122)

BIBLIOGRAFIE (125)

Cuvinte cheie: dozimetrie, RPE, smalt dentar, radiologie maxilodentară, iradiere profesională

Domeniul abordat si actualitatea cercetărilor întreprinse

Fără a fi în prim plan, dozimetria rămâne mereu de actualitate. Aceasta se datorește utilizării tot mai extinse a surselor de radiații, a riscurilor, câteodată ascunse, precum și a efectelor variate, greu de atribuit cu certitudine și, câteodată, de nestăpânit pe care radiațiile le pot prezenta.

Multe din efectele radiațiilor sunt remanente. Radicalii liberi cumulați în smaltul dentar pot fi detectați în acesta după perioade ce exced de multe ori viața individului. Măsurarea cantitativă a radicalilor poate fi făcută prin Rezonanța Paramagnetică Electronică (RPE). Astfel, se poate realiza o biodozimetrie retrospectivă asupra subiecților care în timpul iradierilor nu au fost monitorizați cu un dozimetru.

Deși valoroasă, biodozimetria RPE asupra smaltului dentar este puțin aplicată pacienților și personalului implicați în activitatea de radiodiagnostic datorită faptului că necesită smalt obținut de la dinți extrasi. Din acest motiv lucrarea își propune realizarea unei metodologii de dozimetrie RPE pe un model experimental utilizând dinți porcini și explorarea posibilităților de transpunere a acestora la dinții umani.

Obiectivele urmărite

- Identificarea dinților porcini utilizabili în studiu și stabilirea modalităților de preparare a smaltului lor.
- Elaborarea unei metodologii de dozimetrie RPE utilizând aparatura existentă și programe ne-dedicate de prelucrare a datelor
- Aflarea răspunsului dozimetric al smaltului porcini la radiațiile X și gamma și compararea acestuia cu cel al smaltului uman.
- Caracterizarea dozimetrică a aparatului radiodiagnostic de uz curent și stabilirea nivelurilor de iradiere detectabile prin dozimetrie RPE.
- Aplicarea metodei de biodozimetrie elaborate pentru evaluarea expunerii profesionale.

Structura tezei

Lucrarea este compusă din două părți: Partea I (Capitolele I – III), asupra datelor din literatură și Partea a II-a (Capitolele IV – XI), conținând contribuțiile personale. Acestea li se adaugă Introducerea și Bibliografia. Teza are 137 pagini, 67 figuri, 21 tabele și 162 cote bibliografice.

Partea I

Capitolul I conține date privind efectele fizice, chimice și biologice ale radiațiilor, mărimile dozimetrice asociate fiecăreia dintre acestea și metodele dozimetrice care sunt utilizate pentru fiecare dintre ele. Este acordată o atenție aparte biodozimetriei RPE.

Capitolul II tratează aspectele teoretice și practice ale spectroscopiei RPE, modul de realizare a dozimetriei RPE asupra smaltului și particularitățile acestora în cazul expunerilor radiodiagnostice.

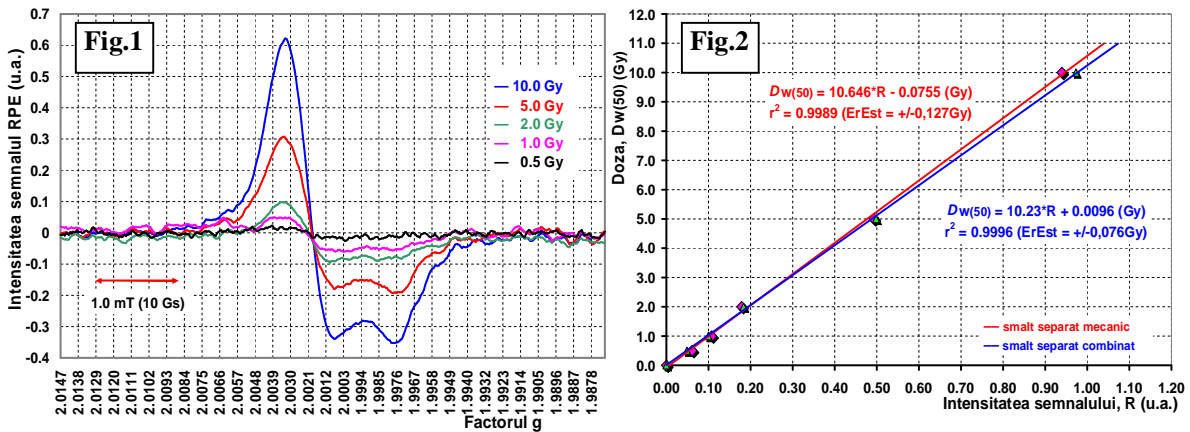
Capitolul III trece în revistă datele din literatură privind utilitatea suinelor în cercetarea bio-medicală, dentitia suinelor și ontogeneza ei.

Partea II

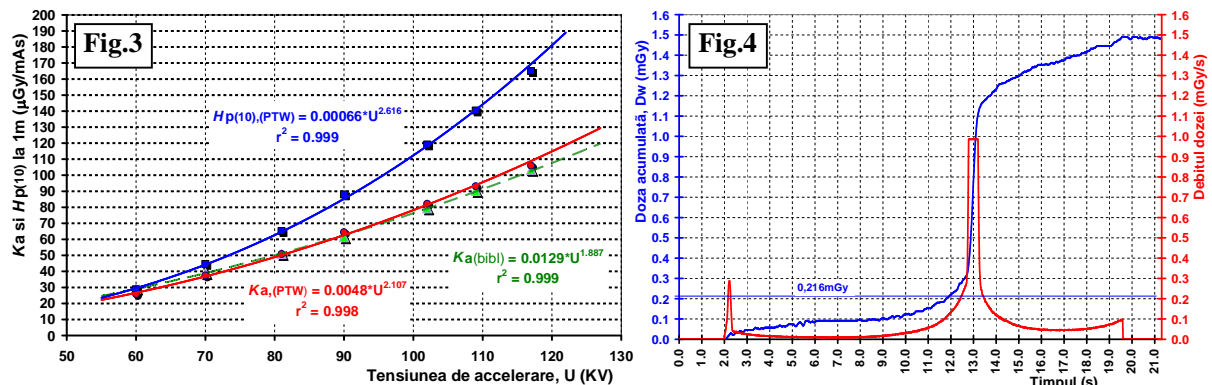
Capitolul IV. În acest capitol se expune modul în care au fost preparate craniile porcine pentru a identifica dinții potriviți studiului și rezultatele metodelor de separare și granulare a smaltului. S-a ajuns la concluzia că după sacrificarea la 8 luni sunt utilizabili molarii M1, iar la 12 luni molarii M1 și M2. Dintre metodele de separare, cea mai bună este cea combinată (mecanic și chimic), iar granulara se face cel mai avantajos cu clești zimțati sau tăietori.

Capitolul V contine date despre verificarea aparaturii si metodologiei RPE utilizate, evaluarea si calibrarea spectrelor. Sunt descrise modul în care spectrometrul ART6 a fost echipat cu sistem de achizitie si prelucrare computerizatã a datelor, ca si dispozitivele anexã construite (tubul de mãsurã si etaloanele interne); parametrii de lucru adoptati; metodologia de înregistrare, prelucrare, si calibrare a spectrelor si rezultatele obtinute. Acestea aratã cã sistemul propus si metodologia adoptatã conduc la trasee RPE cu zgomot suficient de redus, cã semnalul nativ al smaltului este corect înregistrat ca formã, pozitie si lãrgime si cã prelucrarea matematicã permite extragerea unui semnal RPE dintr-un spectru compozit.

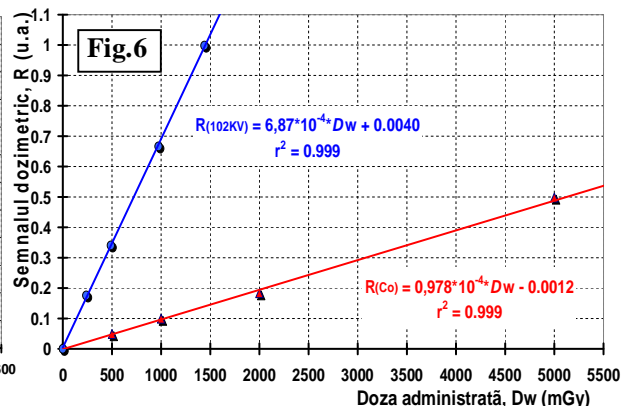
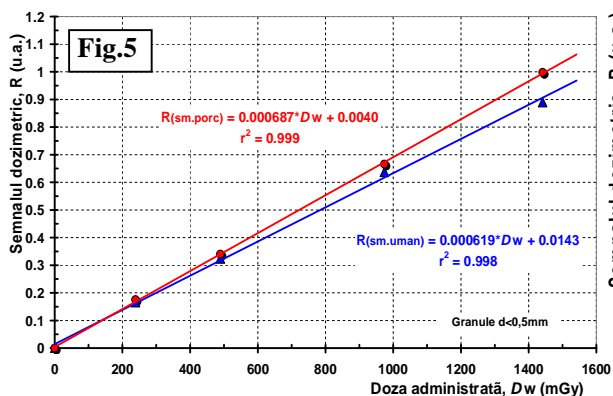
Capitolul VI. In acest capitol sunt prezentate modalitãtile în care probe de smalt porcín au fost expuse la doze cunoscute de radiatii γ emise de ^{60}Co , li s-au mãsurat spectrele (Fig.1), apoi s-a trasat dreapta dependentei de doza $D_{w,50}$ a mãrimii semnalului dozimetric R (Fig.2). Si în acest caz se dovedeste cã separarea combinatã a smaltului este superioarã celei exclusiv mecanice (Fig.2).



Capitolul VII. Acest capitol este dedicat cãilor prin care a fost proiectat, construit, verificat si calibrat un sistem dozimetric (electrometru plus senzor cu diode semiconductoare). Calibrarea s-a fãcut fatã de un dozimetru absolut. Ggraficele de calibrare ale valorilor K_a (Kerma aer) si $H_p(10)$ (Doza echivalentã în tesuturi la profunzimea de 10mm) în functie de potentialul tubului aparatului “Polymobil Plus” apar în Fig.3. Sistemul a permis înregistrarea dinamicã a dozei în apã (tesuturi), D_w , si a debitului dozei în timpul expunerilor efectuate cu aparatul “Orthopantomograph OP 100” (Fig.4)



Capitolul VIII este dedicat aplicãrii metodologiei adoptate la domeniul iradierilor radiodiagnostice. Au fost studiate rãspunsul dozimetric al smaltului uman comparativ cu cel porcín, influenta mãrimii granulelor de smalt, deosebirile de sensibilitate fatã de radiatiile γ , rãspunsul la doze mici si limita de detectie pentru diferitele explorãri radiodiagnostice. Sensibilitatea la radiatiile X a smaltului uman s-a dovedit a fi, indiferent de mãrimea granulelor,

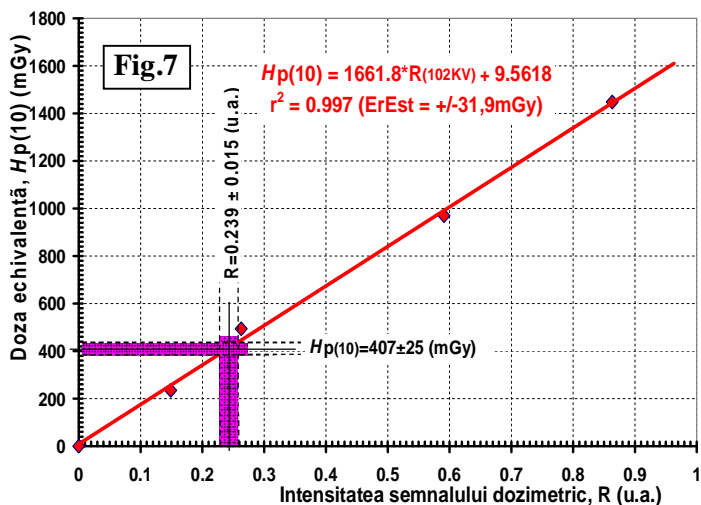


cu 10% mai mică decât a smaltului porcin (Fig.5), iar sensibilizarea la radiatiile X de 102KV este de 7 ori mai mare decât la radiatiile γ emise ^{60}Co (Fig.6).

Măsurătorile în domeniul dozelor reduse au arătat că doza minimă detectabilă este de 50mGy, dar cu aparatură RPE mai modernă poate fi de doar 10mGy. Fată aceste repere, numărul de explorări curente care pot fi decelate prin dozimetrie RPE sunt cele listate în tabelul următor.

Aparatul	Explorarea	Doza $D_{w,10}$ (mGy)	Nr expuneri detectabile	
			Cu aparatura folosită	Posibil
Heliodent	Molar sup.	3,18	16 (10-22)	3 (2-4)
	Molar inf. Premolar sup.	2,48	20 (12-28)	4 (2-6)
	Premolar inf	1,59	31 (19-43)	6 (4-8)
Polymobil Plus	Cefalometrie	1,23	41 (25-57)	8 (5-11)
	Sinus (SAF)	3,57	14 (8-20)	3 (2-4)
	Vertebre cervicale	1,43	35 (21-49)	7 (4-10)
OPT 100	Ortopantomografie	0,216	230 (138-322)	46 (28-64)

Capitolul IX. Acest capitol contine descrierea măsurătorilor si procedului prin care s-au estimat dozele absorbite în smaltul dentar al unui medic radiolog după 26 de ani de activitate si 50 de ani de existență pe arcada a dintelui supus examinării. Valorile intensității semnalului dozimetric măsurat si a dozei determinate cu curba de etalonare sunt ilustrate în Fig.7, iar datele necesare pentru aflarea expunerii profesionale în tabelul alăturat.



	Doza	$\pm\sigma$
Doza echivalentă		
Totală, $H_p(10),t$ (mGy)	407	± 41
Radioexploratorie $H_p(10),r$ (mGy)	60	± 12
De fond plus profesională $H_p(10),f+p$ (mGy)	347	± 43
Doza efectivă		
De fond + profesională E,f,p (mSv)	73	± 9
De fond (50ani) $E,f,50$ (mSv)	57	
Profesională (26 ani) $E,p,26$ (mSv)	16	± 9
Profesională anuală $E,p/an$ (mSv/an)	0,61	$\pm 0,35$
Doza de referință $E,ref/an$ (mSv/an)	< 1,5	

Doza estimată pentru expunerea profesională, de 0,61 mSv/an reprezintă cel mult 1/6 din expunerea la fondul natural (2,6mSv/an) si este sub limita de detectie a dozimetrelor “ecuson”.

Capitolul X contine discutiile generale care se referă la aplicabilitatea metodei si la perspectivele pe care le oferă cercetările efectuate pentru studii viitoare

Capitolul XI. In acesta sunt formulate concluzii generale.

- Modelul experimental propus permite explorarea tuturor aspectelor privind dozimetria individuală retrospectivă RPE asupra smaltului dentar.
- Hemicraniile porcine, continând molarii M1 (permanenti, sănătoși si neabraziati) sunt întotdeauna disponibile în cantități nelimitate si la costuri reduse în comerțul alimentar.
- Smaltul dintilor porcini are toate caracteristicile spectrale RPE ale smaltului uman, atât privind semnalele native, cât si cele dozimetrice.
- In raport cu smaltul dintilor umani, smaltul dintilor porcini este de grosime mai redusă, este mai dificil de separat si prezintă o sensibilitate la radiatii cu circa 10% mai mare.
- Modelul elaborat a condus la dezvoltarea unor metodologii potrivite pentru prepararea smaltului, înregistrarea si prelucrarea spectrelor, ca si pentru măsurarea dozelor.
- Corectitudinea măsurătorilor trebuie asigurată fie cu un dozimetru absolut (cu cameră de ionizare), fie cu unul relativ (cu semiconductori) calibrat, față de unul absolut, la diferitele potentiale ale aparatelor RX. Un dozimetru cu semiconductori poate fi construit într-un laborator de electronică cu dotări medii.
- Pentru calibrările în aer si echivalent tesuturi (apă, PMMA) este nevoie de suport si fantome care să asigure plasarea corectă a senzorilor si/sau a smaltului în timpul iradierilor. Si acestea pot fi construite local.
- La iradierile cu raze X în timpul calibrărilor este necesar ca granulele de smalt să fie asezate în monostrat. Dimensiunile granulelor trebuie să fie mai mici de 0,5mm dacă se urmărește compararea efectelor cu cele ale radiatiilor γ si de 0,5-1,5mm dacă au ca scop trasarea dreptei de etalonare pentru dozimetria radiatiilor X.
- Datele furnizate de model au permis abordarea domeniilor de interes ale dozimetriei RPE asupra smaltului uman cu următoarele rezultate:
 - Numărul minim al expunerilor radiodiagnostice cu film endooral detectabile este între 2 si 20 si depinde de dintele explorat, aparatura RX cu care s-a făcut expunerea si performantele spectrometrului RPE.
 - Iradierile datorate ortopantomografiilor produc doze dentare, practic, nedetectabile prin dozimetrie RPE asupra smaltului.
 - Dozele absorbite ca urmare a activității profesionale îndelungate pot fi aflate si comparate cu buletinele dozimetrice furnizate de autoritatea competentă.
 - Toate dozele rezultate din iradierile radioterapeutice γ de la surse ^{60}Co , dacă interesează dintii, pot fi măsurate fără probleme cu metodologia utilizată.
- Timpul de viață indefinit al radicalilor face ca probele de smalt, stocate după efectuarea măsurătorilor prezentate, să poată fi oricând reevaluate pentru verificarea datelor fie cu aparatura RPE existentă, fie cu una mai performantă.
- Pentru viitor studiile pot fi extinse în cel puțin trei direcții:
 - Explorarea sistematică a unor factori care pot influența dozimetria RPE asupra smaltului, cum sunt efectele radiatiilor UV solare si variatiile datorate vârstei dintilor sau a poziției lor în arcadă;
 - Utilizarea smaltului dentar porcini ca dozimetru sensibil si stabil în domeniul iradierilor radioterapeutice;
 - Măsurarea retrospectivă a dozelor produse de examinări cu aparatură specializată, cum este tomografia computerizată.

CURRICULUM VITAE

DATE PERSONALE

NUMELE si PRENUMELE : Dâșoreanu Ioana Costina

DATA NASTERII : 7 ian 1971

NATIONALITATEA : română

STAREA CIVILĂ : divorțată, 2 copii

ADRESA DOMICILIUL : Str. Tarnița, nr. 1, ap. 23, 3400 Cluj–Napoca

Tel: +40 264 429680; mobil: 0745785598

ADRESA PROFESIONALA: Cabinet Stomatologic Particular

Calea Dorobanților Nr. 93 ap. 69, Cluj-Napoca

Tel: +40 264 448687

STUDII

Preuniversitare

- 1985-1989 Liceul de Matematică-Fizică nr.2, clasa de informatică
calificarea de Operator Calculator

Universitare

- 1991-1997 Facultatea de Stomatologie a UMF “Iuliu Hațieganu” din
Cluj-Napoca

Postuniversitare

- 1999-2001 - Masterat în Farmacologie Clinica la Universitatea de Medicina
si Farmacie “Iuliu Hatieganu” Cluj-Napoca

-2005-2009 - doctorand cu frecvență (Științe Medicale/Medicină Dentară
prof. Dr.Floarea Fildan)

COMPETENTE

- Radiodiagnostic Maxilo-Dentar, sesiunea Aprilie 2003, U.M.F. Cluj.

ACTIVITATE PROFESIONALA

1997 – 1998: Stagiatură în cadrul Dispensarului Policlinic Județean,
Serviciul de Urgenta Municipal, Cluj-Napoca

1998 – 1999: Angajată ca medic stomatolog la Dispensarului Policlinic
Județean al Municipiului Cluj-Napoca

1999 – 2001: Angajată ca medic stomatolog cu specialitatea in stomatologie generala
la Cabinetul Stomatologic Individual al Dr.Dâșoreanu Maria

2001 până în prezent : Medic stomatolog cu practică privată la Cabinetul
Stomatologic Individual propriu (Str. Dorobanților, nr. 93, ap. 69, Cluj –
Napoca)

CURSURI si PROGRAME de PERFECTIUNARE

Ian-Feb1998 - Cursul “Radiologie Stomatologică”, Prof. dr. Floarea Fildan,
U.M.F.“Iuliu Hatieganu” Cluj-Napoca.

Oct. 1999 - Programul “Metode minimal invazive diagnostic si tratament precoce pentru.
leziunile odontale cu ajutorul produselor Kavo si Kerr”, Institutul de Perfectionare
Postuniversitară a Medicilor si Farmacistilor.

Mar. 2000 - Cursul “Terapia Ortodontica Interceptiva”, Conf. dr. Alin Serbanescu,
U.M.F. “Iuliu Hatieganu” Cluj-Napoca;

- Apr. 2000 - Cursul "Funcționalitatea Ocluzala Normala si Patologica", Prof.dr. Sever Popa, U.M.F. Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Nov. 2000 - Programul "Realizarea Preparatiilor si a Lucrarilor Dentare Ceramice si Metallo-Ceramice", Prof.dr. Sever Popa, UMF "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca;
- Sept. 2001 - Cursul "Tratamentul edentatiei partiale si totale prin lucrări mobilizabile. Aspecte profilactice si iatrogene", Prof. dr. Ionitã Docu, AMSPPR, CMR-Cluj.
- Apr. 2002 - Cursul "Valoarea radiodiagnosticului afectiunilor dento-maxilo-faciale" Prof. dr. Floarea Fildan, U.M.F."Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Iul. 2002 – Programul "Particularități ale etapelor de tratament protetic la edentatul total. Aspecte ale restaurărilor protetice în edentatia partială realizate cu ajutorul protezelor scheletate", Prof dr. Emilian Hutu, AMSPPR, CMR-Cluj.
- Dec. 2002 - Programul "Conceperea planului de tratament pe etape în edentatia partială prin proteze mobilizabile", Prof.dr. Sever Popa, U.M.F. Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Oct 2002-Ian 2003 -Cursul "Radiodiagnostic Maxilo-Dentar", Prof. dr. Floarea Fildan, Catedra de Radiologie Stomatologică, UMF "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca;
- Feb. 2004 - Programul "Ocluzia funcțională", Prof.dr. Sever Popa, U.M.F. Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Programul "Observatii privind patologia inflamatorie în interiorul oro-maxilo-facial", Conf. dr Virgil Vască, Baia Mare, AMSPPR. CMR.
- Nov. 2004 - Programul "Perspective în tratamentul cariilor si pulpopatiilor la dintii temporari", lector Conf. Dr. Rodica Jianu, Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Programul "Resuscitarea cardio-respiratorie", Dr. Stanca Asztalos, Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Dec, 2004 - Programul "Mari sindroame în patologia ocluzală", Prof.dr. Sever Popa, U.M.F. Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Apr. 2005 – Programul "Principii de bază ale tratamentului endodontic", Prof. dr. Andrei Iliescu, Cluj-Napoca, AMSPPR, CMDR.
- Oct. 2005 - Programul "Stomatologia Mileniului III", Cluj-Napoca, AMSPPR, CMDR.
- Oct. 2006 – Cursul "Restaurări directe cu materiale compozite si restaurări ceramice indirecte (fatete, inlay-uri, coroane si punti)", Prof. dr Jurgen Manhart, Poiana Brasov, Societatea de Stomatologie Estetică din România.
- Oct. 2006 – Programul "Stomatologia Mileniului III", Cluj-Napoca, AMSPPR., CMDR.
- Iun. 2007 – Cursul "Restaurări directe, estetice si functionale, cu materiale compozite", Asist. Univ. dr. Sandu Florin Alb, U.M.F. "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, CMDR.
- Oct. 2007 – Cursul "Amprentarea câmpului protetic", CMDR, Colegiul Jud. Cluj.
- Oct. 2007 – Cursul "Estetica restaurărilor indirecte", Conf. dr. Constantin Varlan, Poiana Brasov, Societatea de Stomatologie Estetică din România.
- Dec. 2007 – Cursul "Performante tehnice si estetice în reabilitarea orală", U.M.F. "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, CMDR, Colegiul Jud. Cluj
- Oct. 2008 – Cursul "Metode moderne restaurative în stomatologie", Conf. dr. Diana Dudea, Sef Lucr. Dr. Alina Picos. Sef Lucr. Dr. Sanda Cîmpian, , CMDR, Colegiul Jud. Cluj.
- Nov. 2008 _- Programul "Notiuni de bază teoretice si practice în implantologie. Sistemul de implante dentare DENTI." Dr. Istvan Vajovich, Dr Zoltan Szilagy, Dr. Sorin Covesan, AMSPPR, CMDR Colegiul Jud. Cluj.
- Mai 2009 – Cursul "Aspecte moderne în reabilitarea orală complexă", Dr. George Friedman, Cluj, Societatea de Stomatologie Estetică din România

Nov. 2009 – **Lector** la Simpozionul “Metode actuale în radiodiagnosticul Maxilo-facial”, Cluj-Napoca, 6 nov. 2009, U.M.F. “Iuliu Hatieganu” Cluj-Napoca, CMDR.
Nov. 2010 – participant la “Manifestări de educație continuă în cadrul ArMedica editia XVII-a”, CMDR, CMD Arad.

CUNOSTINTE LINGVISTICE:

- lb. engleză- vorbit, scris și citit ; examen TOEFL, punctaj 597
- lb. franceză- vorbit, scris și citit
- lb. italiană- vorbit, citit

ALTE APTITUDINI: cunoștințe de operare PC

ACTIVITATE ȘTIINȚIFICĂ

LUCRARI PUBLICATE

- 1. Dânsoreanu I C, Fildan F.** Experimental Model for Retrospective Assessment of X-Ray Exposures in Dento-Maxillary Radiology Measured by Electron Paramagnetic Resonance in Tooth Enamel. *Applied Medical Informatics*. 2009, **25,(3-4):** 75- 83
- 2. Benga G, Dânsoreanu I C, Frangopol M, Frangopol P T.** Unele aplicații ale markerilor de spin în studiul albuminei serice și al membranelor biologice. *Rev Chim (București)*, 2008, **59(11):** 1255-1259.
- 3. Dânsoreanu I, Fildan F, Lucaciu M.** Utilizarea spectroscopiei de rezonanță paramagnetică electronică (RPE) asupra smalțului dentar în expunerile la radiații ionizante. *Clujul Medical*, 2005, **79(S):** 6-11.

LUCRARI COMUNICATE, publicate în rezumat

- 1. Dânsoreanu I., Fildan F.** Dozimetria retrospectivă prin rezonanță paramagnetică electronică (RPE) asupra smalțului dentar în radiologia dento-maxilară. Studiu experimental utilizând dinți porcini. (Prezentare orală) *Congresul International de Stomatologie NAPOCA BIODENT Ed a 3-a*, Cluj-Napoca 5-7 Nov 2009, Sect. Radiologie Orala și Maxilo-facială.
- 2. Dânsoreanu I C, Fildan F, Chis A, Dordai D, Cernea V.** Dozimetria retrospectivă prin Rezonanță Paramagnetică Electronică (RPE) asupra smalțului dentar la doze radioterapeutice. Model experimental utilizând dinții suinelor. Sesiune poster, *Zilele Institutului Oncologic “Prof. Dr. Ion Chiricută”*, 1-3 octombrie 2009, Cluj-Napoca, România.
- 3. Zalutchi D, Craciun E, Dânsoreanu I, Patiu I M, Muresan A, Gherman Caprioara M.** The evolution of antioxidant erythrocyte enzymes and oxidative stress markers in hemodialysis patients. (Sesiune poster) *The 10th Congress of the Romanian Society of Physiological Sciences*, Cluj-Napoca, June 5-7, 2008.

**“TULIU HAȚIEGANU”
UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY**

FACULTY OF DENTAL MEDICINE

DOCTORAL DISSERTATION

**The use of electron paramagnetic resonance (EPR) on tooth enamel for
retrospective biodosimetry of radiation exposures
in dentalmaxillary radiology**

ABSTRACT

**PhD student,
Ioana Costina Dânsoreanu**

**Scientific Thesis Supervisor,
Prof. Dr. Floarea Fildan**

2011

CONTENTS

INTRODUCTION (1)

PART I – SCIENTIFIC LITERATURE REVIEW

**CHAPTER I: RADIATION MEASUREMENT – RADIATION EFFECTS,
ASSESSMENT QUANTITIES AND UNITS, DOSIMETRIC METHODS
AND SYSTEMS (4)**

1. Radiation effects, dosimetric quantities and units (5)

1.1. Physical effects of the ionizing radiation (5)

1.1.1. Molecules ionization, Exposure (5)

1.1.2. Energy transfer to matter, absorbed dose, kerma (6)

1.2. Chemical effects of the ionizing radiation (7)

1.3. Weighted (equivalent) dose. Biological effects of radiation:
effective dose, operational quantities (7)

1.3.1. Biological effects of radiation (7)

1.3.2. Weighted (equivalent) dose, deterministic (non-stochastic) effects (8)

1.3.3. Effective dose, stochastic effects (9)

1.3.4. Operational quantities for radiation measurement (10)

2. Evaluation of a dosimetric system (11)

2. The qualitative criterion, the relationship with the defining quantities (11)

2.1.1. Absolute dosimetric systems (11)

2.1.2. Relative dosimetric systems (11)

2.2. General evaluation criteria for a dosimetric system (11)

2.2.1. Accuracy (11)

2.2.2. Precision	(11)
2.2.3. Linearity	(11)
2.2.4. Energy dependence	(11)
2.2.5. Dose rate dependence	(12)
2.2.6. Directional dependence	(12)
2.2.7. Spatial resolution	(12)
2.2.8. Convenient readout of the results	(12)
2.2.9. Convenience of use	(12)
3. Physical dosimetric methods and devices	(12)
3.1. Ionization chambers and electrometers	(12)
3.1.1. Cylindrical ionization chambers	(13)
3.1.2. Plan-parallel ionization chambers	(14)
3.2. Thermo-luminescent dosimetry	(14)
3.2.1. Measurement principle	(14)
3.2.2. The components and methodology of the TLD dosimetry	(14)
3.2.3. Advantages and disadvantages of the TLD dosimetry	(14)
3.3. Dosimetry with semiconductors	(15)
4. Chemical dosimetry	(15)
4.1. Radiochemical dosimetry using films	(15)
4.1.1. Radiographic film	(15)
4.1.2. Radio-chromic film	(15)
4.2. Radiochemical dosimetry with gels and solutions	(17)
4.2.1. Standard Fricke dosimeter and Fricke gels	(17)
5. Biological dosimetry	(18)
5.1. Cytogenetic dosimetry	(18)
5.2. Tooth enamel EPR dosed, overview	(19)
5.2.1. Characteristics of tooth enamel	(19)
5.2.2. Dental enamel as a biodosimeter	(19)
5.2.3. Performances the EPR dosimetry on the tooth enamel	(19)
5.2.4. Limits of the method	(20)
5.2.5. General assessment of the EPR dosimetry on the tooth enamel	(20)
CAPITOLUL II: EPR SPECTROSCOPY - EPR DOSIMTERY ON TOOTH ENAMEL, ITS PARTICULARITIES RELATED TO THE RADIODIAGNOSTIC EXPOSURES (21)	
1. Fundamental notions regarding the of EPR spectroscopy	(22)
1.1. Physical-chemical properties of free radicals	(22)
1.1.1. Chemical bonds, electron pairing	(22)
1.1.2. Unpaired electrons, free radicals	(22)
1.2. The principle of EPR spectroscopy and its realization	(22)
1.2.1. Principle of EPR spectroscopy	(22)
1.2.2. Design of an EPR spectrometer, EPR spectroscopy technique	(24)
1.2.3. The aspect of the EPR spectra and their interpretation	(25)
1.2.3.1. Noise of EPR an spectrum	(26)
2. Particularities of the EPR dosimetry on tooth enamel	(26)
2.1. Sources of free radicals of dental enamel	(26)
2.1.1. Free radicals of the organic matrix	(26)
2.1.2. Radiation-induced free radicals	(27)
2.1.2.1. Paramagnetic centers generated by X and γ irradiation	(27)
2.1.2.2. Paramagnetic centers generated by UV irradiation	(28)
2.1.3. Free radicals produced by other mechanisms	(28)
2.1.3.1. Thermally generated centers	(28)
2.1.3.2. Mechanically induced centers	(28)
2.2. Sensitivity of the tooth enamel to ionizing radiation and its influencing factors	(29)
2.2.1. Sensitivity of the tooth enamel to ionizing radiation	(29)
2.2.2. Influence of the metabolism and age of teeth	(30)
2.2.3. Influence of the type of teeth	(30)
2.2.4. Influence of the dental pathology	(30)

- 3. Particularities of the EPR dosimetry in radiodiagnostic exposures (30)**
 - 3.1. Particularities due to exposure geometry (31)
 - 3.1.1. Beam incidence on body (31)
 - 3.2.2. Enamel position in relationship with the incident radiation (31)
- 4. Methodology of the EPR radiation dosimetry on tooth enamel (31)**
 - 4.1. Teeth collection and storage (31)
 - 4.2. Sample preparation (32)
 - 4.3. Measurement of the EPR dosimetric signal (33)
 - 4.3.1. Spectrometer parameters (33)
 - 4.3.2. Auxiliary devices (33)
 - 4.3.3. Signal recording and processing (33)
 - 4.4. Calibration and absorbed dose assessment (33)
 - 4.4.1. Calibration using additive dose method (33)

CHAPTER III: THE USE OF PORCINE IN BIO-MEDICAL RESEARCH, PORCINE DENTITION AND ITS ONTOGENESIS (34)

- 1. Introduction (35)**
 - 1.1. Justification for use of porcine teeth (35)
 - 1.2. Utility of the swine in the in bio-medical research (35)
- 2. Porcine dentition and its ontogenesis (35)**
 - 2.1. Nomenclature of the porcine teeth (35)
 - 2.2. Stages of teeth eruption at swine (36)

PART II - PERSONAL CONTRIBUTION

CHAPTER IV: IDENTIFICATION OF THE PORCINE TEETH USABLE FOR EPR DOSIMETRY, ENAMEL PURIFICATION, SAMPLE PREPARATION (37)

- 1. Identification of the usable porcine teeth for EPR spectroscopy (38)**
 - 1.1. The work hypothesis (38)
 - 1.2. Material and method (38)
 - 1.3. Results (38)
 - 1.3.1. Dentition of the domestic pig at 12 months (38)
 - 1.3.2. Dentition of the domestic pig at 8 months (40)
 - 1.4. Discussion (42)
 - 1.5. Conclusions (42)
- 2. Enamel granulating and purification (43)**
 - 2.1. The work hypothesis (43)
 - 2.2. Material and methods (43)
 - 2.3. Results (44)
 - 2.3.1. Enamel purification results (44)
 - 2.3.2. Granulating methods results (46)
 - 2.4. Discussion (47)
 - 2.5. Conclusions (47)

CHAPTER V: VERIFICATION OF EPR SYSTEM AND METHODOLOGY, SPECTRA EVALUATION AND CALIBRATION (48)

- 1. The work hypothesis (49)**
- 2. Materials and methods (49)**
 - 2.1. EPR spectrometry system, parameter settings (49)
 - 2.2. The tube used for measurements, sample setup (51)
 - 2.2.1. In-cavity standardization (51)
 - 2.3. Spectra recording and processing (52)
- 3. Results (53)**
 - 3.1. Obtained spectra, slope correction (53)
 - 3.2. Spectra calibration (54)
 - 3.3. Extraction of a signal through spectra subtraction (55)
- 4. Discussion (55)**
- 5. Conclusions (56)**

**CHAPTER VI: DOSIMETRIC RESPONSE OF PORCINE ENAMEL TO γ – RAYS
EMITTED BY ^{60}Co , DETERMINATION OF THE UNKNOWN DOSES (57)**

- 1. Dose response in porcine enamel to γ – rays emitted by ^{60}Co (58)**
 - 1.1. The work hypothesis (58)
 - 1.2. Methods and materials (58)
 - 1.3. Results (59)
 - 1.4. Discussion (63)
 - 1.5. Conclusions (64)
- 2. Determination of the unknown doses (64)**
 - 2.1. The work hypothesis (64)
 - 2.2. Materials and methods (64)
 - 2.2.1. Enamel irradiation, dosimetric signal measurement (64)
 - 2.2.2. Tracing the standard lines, the computation of the dose value and the assessment of its statistical uncertainty (64)
 - 2.3. Results (65)
 - 2.4. Discussion (67)
 - 2.5. Conclusions (67)

**CHAPTER VII: CONSTRUCTION OF A DOSEMETER FOR THE X-RAY
EXPOSURES, ITS CONTROL AND CALIBRATION. THE DOSIMETRIC
EVALUATION OF “Orthopantomograph OP 100” X-RAY SET (68)**

- 1. The construction of the dosimetric system (69)**
 - 1.1. The required properties of the dosimeter (69)
 - 1.2. Proposed technical specifications (70)
 - 1.3. Electronic schema of the electrometer (70)
 - 1.4. Technical details of the electrometer construction (72)
 - 1.5. The dosimetric sensor (73)
 - 1.6. The phantom (74)
 - 1.7. Operating instructions (75)
- 2. Checking of the dosimetric system (76)**
 - 2.1. Electrometer electrical tests (76)
 - 2.1.2. Testing method (76)
 - 2.1.3. Results (76)
 - 2.1.4. Discussion (77)
 - 2.1.5. Conclusions (77)
 - 2.2. Dosimeter sensor standardizations Checking of the (78)
 - 2.2.1. Purposes (78)
 - 2.2.2. Working method (78)
 - 2.2.3. Results (79)
 - 2.2.4. Discussion (79)
 - 2.2.5. Conclusions (81)
- 3. Calibration of the dosimetric system (81)**
 - 3.1. Calibration using published data (81)
 - 3.1.1. The work hypothesis (81)
 - 3.1.2. Material and methods (81)
 - 3.1.3. Results (82)
 - 3.1.4. Discussions (84)
 - 3.1.5. Conclusions (84)
 - 3.2. Calibration against an absolute dosimeter metrologically calibrated (84)
 - 3.2.1. The work hypothesis (84)
 - 3.2.2. Materials and methods (85)
 - 3.2.3. Results (87)
 - 3.2.4. Discussion (90)
 - 3.2.5. Conclusions (91)
- 4. Dosimetric evaluation of the “Orthopantomograph OP 100” (92)**
 - 4.1. The work hypothesis (92)
 - 4.2. Material and methods (92)

- 4.3. Results (93)
- 4.4. Discussion (95)
- 4.5. Conclusions (95)

CHAPTER VIII: THE APPLICATION OF THE PROPOSED DOSIMETRIC METHODOLOGY TO THE X-RAY IRRADIATED HUMAN ENAMEL (96)

- 1. Comparative study with human dental enamel (97)**
 - 1.1. Enamel purification and granulation. Native signal (97)
 - 1.1.1. The work hypothesis (97)
 - 1.1.2. Material and methods (97)
 - 1.1.3. Results (98)
 - 1.1.4. Discussions (100)
 - 1.1.5. Conclusions (100)
 - 1.2. **Dosimetric results in porcine and human enamel at X-ray used for a radiodiagnostic purpose (101)**
 - 1.2.1. The work hypothesis (101)
 - 1.2.2. Materials and methods (101)
 - 1.2.3. Results (102)
 - 1.2.4. Discussion (105)
 - 1.2.5. Conclusions (105)
- 2. Comparative evaluation of doses results obtained after X-ray and γ -ray irradiation (106)**
 - 2.1. The work hypothesis (106)
 - 2.2. Materials and methods (106)
 - 2.3. Results (106)
 - 2.4. Discussion (106)
 - 2.5. Conclusions (107)
- 3. Dose profile of the pig teeth. Assessment of the low doses (107)**
 - 3.1. The work hypothesis (107)
 - 3.2. Materials and methods (108)
 - 3.3. Results (108)
 - 3.4. Discussion (108)
 - 3.5. Conclusions (111)
- 4. Detection levels for the radiodiagnostic X-ray produced by the devices in use at our maxillo-facial radiology department (111)**
 - 4.1. The work hypothesis (111)
 - 4.2. Materials and methods (111)
 - 4.3. Results (111)
 - 4.4. Discussion (112)
 - 4.5. Conclusions (113)

CHAPTER IX: RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE DOSES RESULTING FROM PROFESSIONAL EXPOSURES (114)

- 1. The work hypothesis (115)
- 2. Materials and methods (115)
- 3. Results (116)
- 4. Discussion (118)
- 5. Conclusions (118)

CHAPTER X: GENERAL DISCUSSION (119)

CHAPTER XI: GENERAL CONCLUSIONS (122)

BIBLIOGRAPHY (125)

Key words: dosimetry, EPR, dental enamel, dento-maxillary radiology, professional irradiation.

The Approached Domain and the Actuality of the Present Research

EPR biodosimetry continues to be of interest even it is not in the central focus of the radiological practice. This fact is due to the growing use of the radiation sources, their hidden risks and various effects, often presumed to exist. In the last years, medical imagistic procedures has provided the largest contribution to the cumulative effective dose, raising concerns over their consequences.

Some remnant effects, as free radicals accumulated in the dental enamel, can be detected after periods exceeding many times the lifetime of an individual. The quantitative assessment of the accumulated radicals can be done by Electronic Paramagnetic Resonance (EPR). In that way, it can be done the retrospective biodosimetry for persons who normally don't wear personal dosimeter during their irradiation.

Althoug valuable, EPR biodosimetry has little application for the patients and professionals involved in the radiodiagnostic activity, mainly because the technique requires enamel from extracted teeth. That is why the purpose of the present research was to find out a methodology for the EPR dosimetry based on an experimental model using swine teeth, and to explore the possibilities of its transfer to the human teeth.

Objectives of the thesis

- Identification of porcine teeth usable in the study and determination of the best method for the preparation of the enamel samples.
- Elaboration of a dosimetric methodology of EPR dosimetry, using the existing spectrometer, non-dedicated devices and usual data processing software.
- Identification of the dosimetric response of the porcine enamel to X and γ rays and its comparison with response of the human enamel.
- The dosimetric calibration of the X-ray diagnostic equipment in use, and the determination of the radiation levels detectable using the EPR dosimetry.
- Dose estimation by EPR spectroscopy of the tooth enamel for medical workers in the X-ray diagnostic domain.

The structure of the thesis

The thesis has two parts: Part I (Chapters I-III), containing data from the specific scientific literature review, and Part II (Chapters IV-XI), describing personal contributions. It is 137 pages long and it has 67 illustrations, 21 tables, and 162 bibliographical quota.

Part I

Chapter I is dedicated to the ionizing radiations, their physical, chemical and biological effects, to the dosimetric quantities and units associated to each effect, and to the dosimetric methods used for each one. A special attention was given to the EPR biodosimetry.

Chapter II discusses the theoretical background and practical realization of the EPR spectroscopy on the teeth enamel and its particularities related to the radio-diagnostic exposures.

Chapter III contains a short review on the utility of the Swine in biomedical research, their dentition and its ontogenesis.

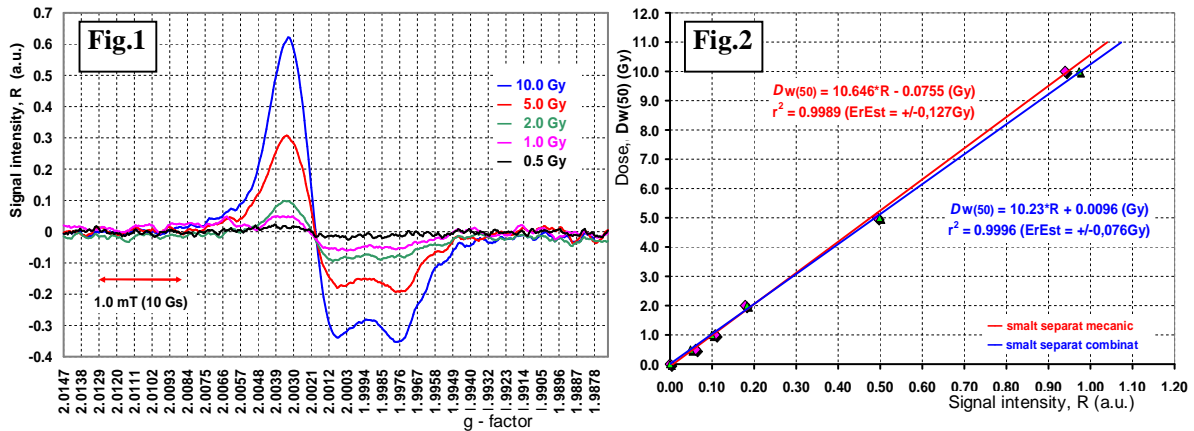
Part II

Chapter IV describes the methods used for the preparation of the crania from domestic pigs, in order to identify suitable teeth for the EPR dosimetry, and the results of the methods for enamel purification and granulation. The conclusions are: at 8 months M1 molars are usable and M1 and M2 molars are usable at 12 months; the best purification is obtained by a combination of mechanical and chemical methods and the most advantageous granulation is to crush the enamel by a pair of nippers, either serrated or cutting.

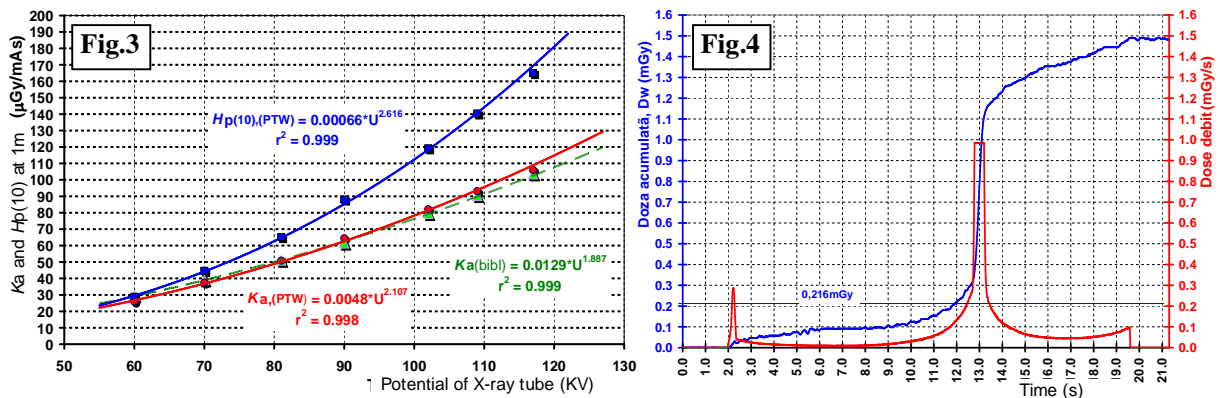
Chapter V contains information about how the EPR equipment and methodology was verified and about the spectra assessment and standardization. There are described the way

ART6 spectrometer system was equipped with computerized data acquisition and processing and were built the annex devices (the measuring tube and the internal standards), the adopted working parameters, the methodology for the recording, processing, and calibration of the spectra, and the results of the measurements. They show that the proposed system and the adopted methodology lead to sufficiently low-noise EPR spectra, that the shape, position and width of the native signal are registered correctly, and that the mathematical signal processing can extract a signal from a composite EPR spectrum.

Chapter VI. This chapter shows how porcine enamel samples were exposed to known doses of γ radiation emitted by a ^{60}Co source, how the spectra were measured (Fig. 1) and how it was drawn the line describing the dose dependence of the dosimetric signal intensity, R, on the applied dose, Dw,50. In this case, too, it is proven that the combined separation of the enamel is superior to a purely mechanical one (Fig.2).

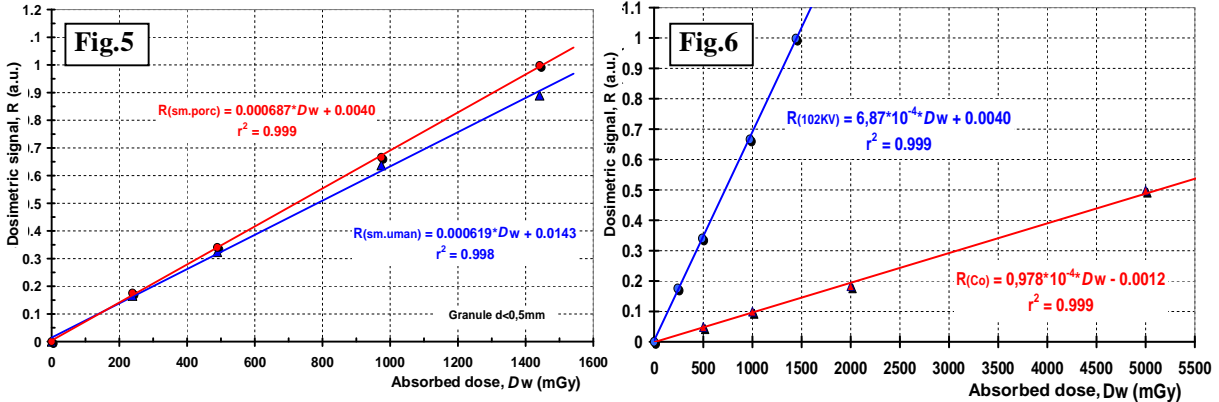


Chapter VII. This chapter is devoted to the ways in which a dosimetric system (electrometer plus a sensor with semiconductor diodes) was designed, built, tested, and calibrated. Calibration was done against an absolute dosimeter. Calibration graphs of the K_a (Kerma air) and $H_p(10)$ (equivalent dose in tissue at 10 mm depth) on tube potential of the unit "Polymobil Plus" are presented in Fig.3. The system made possible the dynamic recording of the dose in water (tissues), Dw, and of the dose rate during the exposures made with the "Orthopantomograph OP 100" device (Fig. 4).



Chapter VIII is dedicated to the application of the adopted methodology to the radiodiagnostic irradiation. There were studied the dosimetric response of the human enamel in comparison with the swine enamel, the influence of enamel grain size, the differences in sensitivity to the γ radiation, the response to low doses, and the limit of detection for various radiodiagnostic explorations. The sensitivity to X-rays of the human enamel proved to be,

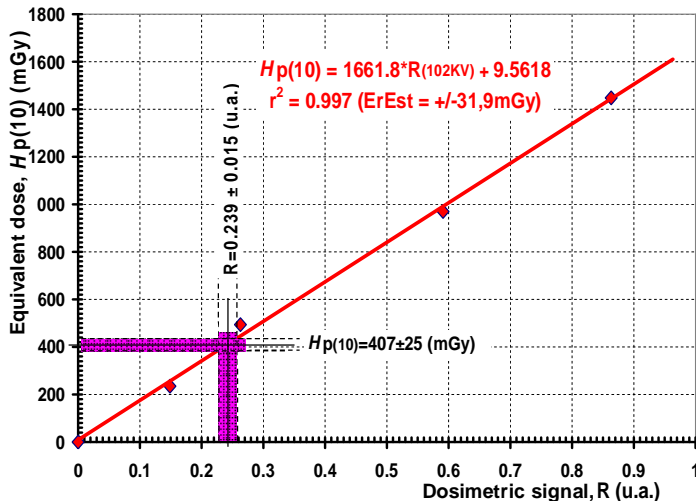
regardless of the grain size, 10% lower than that of the pig enamel (Fig. 5) and X-rays sensitivity to the 102KV X-rays was 7 times higher than that to the γ -rays of emitted by ^{60}Co (Fig. 6).



The measurements at low doses indicated that the minimum detectable dose is of 50mGy, but using the most modern EPR equipment can be of only 10mGy. In relation to these values, the numbers of the current explorations that can be detected by EPR dosimetry are listed in the following table.

X- ray unit	Examination	Dose Dw_{10} (mGy)	No of detectabile exposure	
			Currentntly used EPR spectrometer	Possible
Heliodent	Molar, sup.	3,18	16 (10-22)	3 (2-4)
	Molar, inf. Praemolar, sup.	2,48	20 (12-28)	4 (2-6)
	Praemolar, inf	1,59	31 (19-43)	6 (4-8)
Polymobil Plus	Cephalometry (lat)	1,23	41 (25-57)	8 (5-11)
	Synus (a-p)	3,57	14 (8-20)	3 (2-4)
	Vertebrae, cerv	1,43	35 (21-49)	7 (4-10)
OPT 100	Ortopantomography	0,216	230 (138-322)	46 (28-64)

Chapter IX contains a description of the measurements and the procedure by which there were estimated the absorbed doses in the tooth enamel of a radiologist after 26 years of professional activity and 50 years of existence of the tooth under examination. The values of the measured dosimetric signal intensity and the dose determined using the calibration curve are illustrated in Figure 7, and all data necessary for determining the occupational exposure are found in the adjacent table. The estimated dose for the occupational exposure of 0.61 mSv/year represents less than 1/6 of the exposure to the natural background (2.6 mSv/year), and it is below the detection limit of the "film badge" dosimeters.



	Dose	$\pm \sigma$
Equivalent dose		
Total, $H_p(10),t$ (mGy)	407	± 41
Diagnostic $H_p(10),r$ (mGy)	60	± 12
Background + Professional $H_p(10),f+p$ (mGy)	347	± 43
Effective dose		
Background + Professional $E,f+p$ (mSv)	73	± 9
Background (50 years) $E,f,50$ (mSv)	57	
Professional (26 years) $E,p,26$ (mSv)	16	± 9
Professional, per year $E,p/y$ (mSv/y)	0,61	$\pm 0,35$
Recorded dose $E,ref/y$ (mSv/y)	< 1,5	

Chapter X includes a general discussion regarding the applicability and limitations of the proposed method, and its offer for the future studies.

Chapter XI. The general conclusions are formulated in this chapter

- The proposed experimental model allows exploration of all the aspects of the individual retrospective EPR dosimetry on dental enamel.
- Domestic pig hemi-crania, containing M1 molars (permanent, healthy and unabraded, are always available in unlimited quantities and at a low cost in the food trade.
- Swine tooth enamel has all EPR spectral characteristics of the human enamel, in what respects both the native signals and the dosimetric signals.
- Compared to human enamel, the enamel of the pigs has a reduced thickness, it is more difficult to separate, and its susceptibility to radiation is by approximately 10% higher.
- The proposed model leads to the development of appropriate methodologies for the preparation of the enamel, recording and processing of the spectra, as well as for dose measurements.
- The accuracy of the measurements must be ensured with an absolute dosimeter (with an ionization chamber), or with a relative one (solid-state), calibrated against an absolute one at different potentials of the RX devices. A semiconductor dosimeter can be built in an average electronics laboratory.
- For the proper calibration in air and tissue equivalent (water, PMMA), there are needed supports and phantoms to correctly position the sensors and/or enamel during irradiation. These may be built, also, locally.
- During X-ray irradiation for calibration, it is necessary that the granules of enamel to be placed in a monolayer. Grain size must be less than 0.5 mm when the purpose is to compare the effects with those of the γ radiation, and of 0.5-1.5 mm when the purpose is to plot a calibration graph for X -ray dosimetry.
- The data provided by the model allowed the approach of the areas of interest for the EPR dosimetry on human enamel with the following results.
 - The minimum detectable number of endooral film exposures is between 2 and 20, and it depends on the explored tooth, the X- ray equipment and the performances of the EPR spectrometer.
 - The irradiations due to dental panoramic radiographs produce in teeth doses virtually undetectable by the EPR dosimetry on the enamel.
 - Doses absorbed as a result of prolonged occupational exposures may be found and compared with the dosimetric bulletins provided by competent laboratories.
 - All doses resulted from radiotherapeutic γ irradiation, if the teeth are in the incident beam, may be measured without problems with the proposed methodology.
- The indefinite life time of the radicals always makes possible that the enamel samples, stored after the presented measurements, can always be revalued in order to check data, either by EPR existing equipment or by a better one.
- In the future, studies may be extended in at least three directions:
 - The systematic exploration of the effects of some factors that may influence the enamel EPR dosimetry, such as the variations due to solar UV radiation, due to teeth age, or their position on the arch;
 - The use of swine dental enamel as a sensitive and stable dosimeter in the radiotherapeutic irradiation;
 - The retrospective measurement of the doses produced by examinations that use specialized equipment, as it is the case of the computerized tomography.

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME and FIRST NAME : **Dânsoreanu Ioana Costina**

DATE OF BIRTH : January 7, 1971

NATIONALITY : Romanian

MARITAL STATUS : Divorced, 2 children

HOME ADDRESS : Str. Tarnița, nr. 1, ap. 23, Cluj-Napoca

Tel: +40 264 429680; mobil: 0745785598

BUSINESS ADRESS: Cabinet Stomatologic Particular

Calea Dorobanților Nr. 93 ap. 69, Cluj-Napoca

Tel: +40 264 448687

STUDIES

High School

- 1985-1989 No.2 High School of Mathematics and Physics Cluj-Napoca, class of informatics, **qualification** of Computer Operator

Academic studies

- 1991-1997 Faculty of Dental Medicine at Institute of Medicine and Pharmacy "Iuliu Hațieganu" of Cluj-Napoca

Postgraduation Studies

- 1999-2001 – Master Degree in Clinical Pharmacology at the University of Medicine and Pharmacy "Iului Hatieganu" Cluj-Napoca
- 2005-2009 - - Phd student(Medical sciences/ Dental medicine, prof. Dr.Floarea Fildan)

COMPETENCE

- 2003 **Dental Maxillofacial Radiodiagnostic**, session April 2003, University of Medicine and Pharmacy "Iului Hatieganu" Cluj-Napoca .

PROFESSIONAL ACTIVITY

1997 – 1998: Internship within Policilnic Dispensary of District, Municipal Emergency Service of Cluj-Napoca

1998 – 1999: Engaged as a dentist to the County Dental Policilnic of Cluj-Napoca

1999 – 2001: Employed as a dentist in private dental office of Dr.Dânsoreanu Maria

2001 to present: Private practice dentist in Cabinet of Dental facility (St. Dorobanților, no. 93, ap 69, Cluj -Napoca)

COURSES AND TRAINING PROGRAMS

Jan-Feb1998 – Course: "Dentomaxillary Radiology", Prof. Dr. Floarea Fildan, U.M.F. "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca.

Oct. 1999 – Program: "Minimally invasive methods for early diagnosis and treatment.of odontal injuries with products Kavo and Kerr", Training Institut of Postgraduate Doctors and Pharmacists.

Mar. 2000 – Course: "Orthodontic Interceptive Therapy", Conf. dr. Alin Serbanescu

- U.M.F. "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca;
- Apr. 2000 – Course: "The functionality of normal and pathological occlusion", Prof. dr Sever Popa, U.M.F. Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Nov. 2000 – Program: "Realization of Preparations and of Ceramic and Metal-ceramic Dental Works", Prof.dr. Sever Popa, UMF "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca;
- Sept. 2001 – Course: "Treatment of partial and total edentation by movable works. Prophylactic and Iatrogenic aspects", Prof. dr. Ionitã Dociu, AMSPPR, CMR-Cluj.
- Apr. 2002 – Course: "The value of radio-diagnostic in dento-maxillo-facial diseases" Prof. Dr. Floarea Fildan, UMF "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR
- Jul. 2002 – Program: "Particularities of stages of prosthetic treatment of total edentulous. Aspects of prosthetic restorations in partial edentation achieved through skeletal prosthesis", ", Prof dr. Emilian Hutu, AMSPPR, CMR-Cluj.
- Dec. 2002 – Program: "Conceiving the phases of treatment plan in partial edentation by movable prosthesis", Prof. dr. Sever Popa U.M.F. Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Oct. 2002-Jan. 2003 – Course: "Maxillofacial Radio-diagnostic", Prof. Dr. Floarea Fildan, Dental Radiology Department, UMF "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca;
- Feb. 2004 - Program: "The functional occlusion", Prof.dr. Sever Popa U.M.F. "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Program: "Observations on the inflammatory pathology within the oro-maxillo-facial interior", Conf. dr Virgil Vascã, Baia Mare, AMSPPR, CMR.
- Nov. 2004 – Program: "Perspectives in the treatment of caries and pulpopathies of temporary teeth", Dr. Rodica Jianu, Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Program: "Cardio-pulmonary Resuscitation," Dr. Stanca Asztalos, Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Dec. 2004 – Program: "Big syndromes in occlusal pathology ", Prof.dr. Sever Popa, U.M.F. Cluj-Napoca, AMSPPR, CMR.
- Apr. 2005 – Program: "Basic Principles of endodontic treatment", Prof. Dr. Andrei Iliescu, Cluj-Napoca, AMSPPR, CMDR.
- Oct. 2005 – Program: "Dentistry in third millennium", Cluj-Napoca, AMSPPR, CMDR
- Oct. 2006 - Course: "Direct restorations with composite materials and indirect restorations with ceramics (facets, inlays, crowns and bridges), Prof. Dr. Juergen Manhart, Poiana Brasov, Society of Esthetic Dentistry in Romania.
- Oct. 2006 – Program: "Dentistry in third millennium", Cluj-Napoca, AMSPPR, CMDR
- Jun.. 2007 – Course: " Aesthetic and functional direct restorations with composite materials, Assist. Univ. Dr. Florin Sandu Albu, U.M.F. "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, CMDR.
- Oct. 2007 – Course: "Fingerprinting of prosthetic field", CMDR, District. Cluj College.
– Course: "Aesthetics of indirect restorations", Prof. dr. Constantin Varlan, Poiana Brasov, Society of Esthetic Dentistry in Romania.
- Dec. 2007 – Course: "Technical and aesthetic performances in oral rehabilitation", UMF "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, CMDR District. Cluj College
- Oct. 2008 – Course: "Modern methods of restorative dentistry", Conf. dr. Diana Ducea, Lect. dr. Alina Picos. Lect. dr. Sanda Cîmpian, CMDR District.Cluj College.
- Nov. 2008 – Program: "Theoretical and practical basics of implantology. DENTI dental implant system.", Dr. Istvan Vajovich, Dr Zoltan Szilagyi, Dr. Sorin Covesan, AMSPPR, CMDR District. Cluj College.
- May 2009 – Course: "Modern aspects in complex oral rehabilitation, " Dr. George

Friedman, Cluj, the Society of Esthetic Dentistry in Romania
Nov. 2009 - **Lecturer** at the symposium "Current Methods in Maxillo-facial radiology",
Cluj-Napoca, November 6. 2009 U.M.F. "Iuliu Hatieganu" Cluj-Napoca, CMDR.
Nov. 2010 - Participant in the "Manifestations of continuous education in the XVIIth
edition of ArMedica trade", CMDR, CMD Arad.District.

LINGUISTIC KNOWLEDGES:

- English - speaking, reading and writing, TOEFL exam, 597 points
- French - speaking, writing and reading
- Italian - speaking, reading

OTHER SKILLS: PC knowledge

SCIENTIFIC ACTIVITY

PUBLISHED ARTICLES:

- 1. Dânsoreanu I C, Fildan F.** Experimental Model for Retrospective Assessment of X-Ray Exposures in Dento-Maxillary Radiology Measured by Electron Paramagnetic Resonance in Tooth Enamel. *Applied Medical Informatics*. 2009, **25,(3-4):** 75- 83
- 2. Benga G, Dânsoreanu I C, Frangopol M, Frangopol P T.** Some applications of spin markers in the study of biological membranes and serum albumin (in Romanian). *Rev Chim (Bucharest)*, 2008, **59(11):** 1255-1259.
- 3. Dânsoreanu I, Fildan F, Lucaciu M.** The use of electron paramagnetic resonance spectroscopy (EPR) of tooth enamel in exposures to ionizing radiation (in Romanian). *Clujul Medical*, 2005, **79(S):** 6-11.

PUBLISHED ABSTRACTS

- 1. Dânsoreanu I., Fildan F.** Retrospective dosimetry by electron paramagnetic resonance (EPR) of tooth enamel in dentomaxillary radiology. Experimental study using porcine teeth. *International Congress of Dentistry NAPOCA BIODENT, 3rd Ed, Cluj-Napoca 5- 7 November 2009, Sect. Oral and Maxillo-Facial Radiology.* {Personal communication, in Romanian}
- 2. Dânsoreanu I C, Fildan F, Chis A, Dordai D, Cernea V.** Retrospective dosimetry by electron paramagnetic resonance (EPR) of tooth enamel at radiotherapeutic doses. Experimental model using swine teeth. *The Days of Institute "Prof. Dr. John Chiricuța ", 1-3 October 2009, Cluj-Napoca, Romania.* (Poster session, in Romanian)
- 3. Zalutchi D, Craciun E, Dânsoreanu I, Patiu I M, Muresan A, Gherman Caprioara M.** The evolution of antioxidant erythrocyte enzymes and oxidative stress markers in hemodialysis patients. *The 10th Congress of the Romanian Society of Physiological Sciences, Cluj-Napoca, June 5-7, 2008.* (Poster session, in Romanian)