

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„IULIU HAȚIEGANU” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ

BOGDAN CULIC

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT
METODE INSTRUMENTALE DE APRECIERE A CULORII ÎN
MEDICINA DENTARĂ

Pentru obținerea titlului de Doctor în Medicină Specialitatea
Medicină Dentară

Conducător științific
PROF. DR. DORIN BORZEA

2010

CUPRINS

Introducere	6
PARTEA I. PARTEA GENERALĂ.....	8
CAPITOLUL 1 Parametrii Culoarii	8
1.1. Parametrii fizici ai culoarii	8
1.1.1 Emisia luminii.....	10
1.1.2 Transmisia luminii	10
1.1.3 Reflexia luminii	11
1.1.4 Adiția culoarii	13
1.1.5 Modelul coloristic RGB.....	14
1.1.6 Substracția culoarii	15
1.1.7 Modelul coloristic CMY	15
1.2 Factorii care influențează percepția culoarii.....	16
1.2.1 Surse de lumină.....	17
1.2.2 Obiectul iluminat	20
1.2.3 Analizatorul vizual.....	20
1.3 Sisteme de analiză și măsurare a culoarii	21
1.3.1. Sistemul Munsell	21
1.3.2. Sistemul CIE tristimulus.....	23
1.3.3 Sistemul CIELAB (calculul diferenței de culoare).....	25
1.3.3.1 Sistemul CIE 1976	25
1.3.3.2 Sistemul CIE 2000	27
CAPITOLUL 2. Culoarea Dentară	29
2.1 Caracteristicile cromatice ale dinților naturali	29
2.2. Caracteristicile cromatice ale materialelor de restaurare estetică	35
2.3 Modul de apreciere a culorilor în medicina dentară	39
2.3.1 Metode vizuale de apreciere a culorii	39
2.3.1.1 Standarde de culoare sau chei clasice	40
2.3.1.2 Standarde de culoare sau chei 3D	41
2.3.2 Analiza instrumentală a culorii	44
PARTEA A II-A. CONTRIBUȚII PERSONALE	48
Ipoteza de lucru.....	48
CAPITOLUL 3. Dezvoltarea metodei de determinare instrumentală a parametrilor culoarii prin analiza computerizată a imaginilor digitale	50
3.1 Ipoteza de lucru.....	50
3.2 Obiectiv.....	51
3.3 Material si metodă.....	52
3.4 Rezultate	57
3.5 Discuții.....	65
3.6 Concluzii	77

CAPITOLUL 4. Evaluarea stabilității coloristice a obturațiilor din materiale compozite prin analiza computerizată a imaginilor preluate digital, utilizand condiții standardizate de iluminare a probelor.....	78
4.1 Ipoteza de lucru.....	78
4.2 Obiectiv.....	79
4.3 Material și metodă.....	79
4.4 Rezultate.....	85
4.5 Discuții.....	87
4.6 Concluzii.....	89
CAPITOLUL 5. Utilizarea sistemelor fotografice digitale pentru redarea culorii naturale a dinților.....	91
5.1 Ipoteza de lucru.....	91
5.2 Obiectiv.....	91
5.3 Material și metodă.....	91
5.4 Rezultate.....	98
5.5 Discuții.....	100
5.6 Concluzii.....	101
CAPITOLUL 6. Evaluarea modificărilor de culoare a structurilor dentare prin metoda analizei computerizate a imaginilor preluate digital utilizând programul DetcolorDet.....	102
6.1 Ipoteza de lucru.....	102
6.2 Obiectiv.....	103
6.3 Material și metoda.....	103
6.4 Rezultate.....	108
6.5 Discuții.....	111
6.6 Concluzii.....	112
CAPITOLUL 7. Evaluarea stabilității coloristice a eșantioanelor de materiale compozite prin analiza computerizată a imaginilor preluate digital, utilizând programul DetcolorDet.....	113
7.1 Ipoteza de lucru.....	113
7.2 Obiectiv.....	114
7.3 Material și metoda.....	114
7.4 Rezultate.....	119
7.5 Discuții.....	124
7.6 Concluzii.....	126
CAPITOLUL 8. Evaluarea eficienței unui nou sistem fotografic utilizat pentru aprecierea parametrilor culorii dentare.....	127
8.1 Ipoteza de lucru.....	127
8.2 Obiectiv.....	128
8.3 Material și metodă.....	128
8.4 Rezultate.....	135
8.5 Discuții.....	143
8.6 Concluzii.....	144

CAPITOLUL 9. Utilizarea metodelor spectrofotometrice în aprecierea proprietăților optice ale restaurărilor din mase ceramice	146
9.1 Ipoteză de lucru.....	146
9.2 Obiectiv.....	147
9.3 Material și metodă.....	147
9.4 Rezultate	152
9.5 Discuții.....	160
9.6 Concluzii.....	162
CONCLUZII GENERALE.....	163
Bibliografie	166

Cuvinte cheie: culoare dentara, parametrii culorii , spectrofotometru, colorimetru, analiza computerizata, imagini digitale, CIELab.

Introducere

Alegerea culorii dentare reprezintă o etapă importantă ce însoțește o gamă largă de manopere stomatologice: tratamentele chimice ale discromiilor dentare precum și restaurările realizate din materiale dentare estetice, care reproduc calitățile cromatice ale substanței dentare.

Etapa de alegere a culorii dentare se poate realiza prin doua metode:

Metode vizuale (subiective) care constau în comparația unității dentare cu eșantioanele cheilor de culori și *metode instrumentale (obiective)* bazate pe instrumente de măsură: spectrofotometre dentare, colorimetre dentare sau analiza imaginilor preluate digital acestea funcționând după diferite principii.

Conținutul lucrării

Partea I-a, partea generală, sistematizează datele din literatura de specialitate privind parametrii culorii.

- **Capitolul 1** prezintă detaliat parametrii fizici ai culorii, modelele R.G.B. și CMY

Sunt prezentați apoi factorii care influențează percepția culorii: sursa de lumină, obiectul iluminat și analizatorul vizual. Sistemele de analiză și cuantificare ale culorii:

- Sistemul Munsell;
- Sistemul CIE tristimulus
- Sistemul CIELab 1976;

- Sistemul CIE 2000 sunt prezentate în continuare, detaliindu-se sistemul CIE Lab 1976 și calculul diferenței de culoare folosindu-se acest sistem.

Capitolul 2 tratează aspecte privind culoarea dentară, făcând referire la caracteristicile cromatice ale dinților naturali, respectiv ale materialelor de restaurare estetică. Sunt prezentate metodele vizuale și instrumentale de determinare a culorii în medicina dentară. Metode vizuale de apreciere a culorii sunt utilizate în mod curent. Acestea constau în compararea unității dentare cu eșantioanele unor standarde de culoare, denumite și chei de culori. Există mai multe chei de culori, introduse pe piață de firmele producătoare de materiale restaurative: ceramici dentare sau rășini compozite. Principiile de utilizare ale acestor chei de culori sunt diferite.

Există două tipuri de chei de culori, din punct de vedere al principiului care stă la baza alegerii culorii: chei clasice și chei 3D, cu reprezentanți: cheia Vitapan Clasic respectiv cheia de culori Vitapan 3D Master.

Analiza instrumentală a culorii a fost introdusă în scopul transformării unor metode de analiză subiectivă într-o metodă obiectivă, ce permite exprimarea numerică, prin diferite sisteme, a parametrilor culorii. În acest mod sunt evitate variațiile induse de particularitățile de percepție individuală, precum și erorile generate de fenomenul de metamerism. În medicina dentară analiza instrumentală a parametrilor culorii o facem cu:

- Spectrofotometre;
- Colorimetre;
- Analiza computerizată a imaginilor preluate digital.

La sfârșitul anilor 1990, compania Cortex Machina cu sediul în Canada, a marcat debutul unei noi ere în industria materialelor și aparaturii dentare, prin introducerea primei metode instrumentale de alegere a culorii.

Primul sistem care a permis cartografierea întregii suprafețe a dintelui cu ajutorul unui spectrofotometru este SpectroShade, de la firma MBT Optic Research, apărut în anul 2001. Firma X-Rite a comercializat în 2002 primul colorimetru (Shade Vision).

Partea a II-a, contribuții personale, Este compusă din 7 capitole și concluziile generale. Toate capitolele dedicate cercetărilor sunt structurate în câte șase părți și anume ipoteza de lucru, obiectiv, material și metodă, rezultate, discuții și concluzii.

Capitolul 3 prezinta dezvoltarea unei aplicatii software care să permită analiza parametrilor culorii structurilor dentare, după obținerea unor imagini fotografice digitale standardizate. Este prezentat modul de preluare a imaginii, și modul de funcționare al software-ului DetColorDent 1.0 care reprezintă o, noua aplicație IT în domeniu. Acest software a fost creat împreună cu D-nul Conf. Dr. Vasile Prejmerean, Facultatea de Matematica Informatică, Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca, și poate fi o alternativă excelentă la programele comerciale disponibile curent pentru analiza și prelucrarea imaginii.

Sunt prezentate date referitoare la particularitățile fotografiei intraorale și sunt propuse metode de standardizare a preluării imaginilor digitale.

Capitolul 4 urmărește evaluarea modificărilor de culoare ce apar la nivelul unor obturații din materiale restauratoare realizate pe dinți extrasi, în urma imersării într-o bautură carbogazoasă cu potențial colorant existentă pe piață. Au fost utilizate două compozite comerciale, Gradia, Premise, un compozit experimental, produs de Institutul de Cercetări în Chimie „Raluca Ripan” și inlayuri dintr-un material compozit. Imaginile au fost preluate utilizând metodologia prezentată în studiul anterior, iar determinarea parametrilor culorii înainte și după imersarea în colorant s-a realizat utilizând software-ul experimental DetColorDent în sistemul CIELab 1976. Din acest studiu s-a determinat faptul că compozitul experimental a prezentat cel mai mare potențial de colorare. Toate materialele utilizate au suferit modificări de culoare perceptibile.

Capitolul 5 s-a ocupat de calibrarea sistemului fotografic utilizat în vederea obținerii unor imagini digitale care să redea culoarea naturală a structurilor dentare în fotografiile obținute. S-au evaluat mai multe variante de preluare a imaginii comparativ cu un spectrofotometru: Vita Easy Shade. Rezultatele obținute au constituit un punct de plecare pentru **Capitolul 6**, în care sistemul fotografic calibrat a fost utilizat pentru preluarea imaginilor digitale ale unor dinți extrasi, înainte și după imersarea în bauturi nealcoolice (cafea, racoritoare). Parametrii culorii și diferența de culoare înainte-după imersare au fost calculați utilizând software-ul DetColorDent 1.0. S-a constatat o scădere a luminozității și o diferență de culoare perceptibilă pentru dinții imersați în cafea, și o creștere a luminozității datorită demineralizării suprafeței smalțului pentru dinții imersați în bauturile racoritoare carbogazoase.

Capitolul 7 prezinta rezultatele evaluarii stabilitatii coloristice a unor esantioane de rasini compozite (doua rasini comerciale si doua experimentale) dupa imersarea in bauturi nealcoolice, comparativ cu saliva artificiala. Pentru cele mai multe grupe de esantioane efectul colorant cel mai mare îl are cafeaua, iar cele mai puțin importante au fost la cele din saliva artificială

Capitolul 8 trateaza subiectul reflexiilor ce apar pe suprafetele analizate în cursul preluării imaginilor, datorita surselor de lumina utilizate. Pentru evitarea formarii acestora a fost realizat un sistem fotografic bazat pe o sfera integratoare de dimensiuni mari. Imaginile au fost preluate cu probele de analizat plasate în interiorul sferei, iar parametrii culorii au fost calculati de pe imaginile obtinute prin intermediul programului DetcolorDet. Valorile calculate au fost comparate cu cele furnizate de un spectrofotometru. S-a constatat o buna corelatie între rezultatele metodei spectrofotometrice si a celei bazate pe analiza imaginilor digitale, sistemul fotografic utilizat putand fi folosit pentru evaluarea modificarilor de culoare in vitro.

Capitolul 9 cuprinde un studiu clinic care evalueaza cu ajutorul metodelor instrumentale de apreciere a culorii corectitudinea din punct de vedere cromatic a unor lucrari protetice metalo-ceramice si integral ceramice realizate în diferite laboratoare de tehnica dentara. Se verifica respectarea de catre tehnicianul dentar a indicatiilor primite din cabinet privind culoarea lucrării protetice. După analiza a 72 de lucrari protetice, studiul demonstreaza faptul ca un procent de 10% din lucrarile protetice realizate nu respecta indicatiile privind culoarea primite din cabinet.

Corelarea rezultatelor și interpretarea acestora în relație cu investigatiile realizate au condus la următoarele **Concluzii generale**:

- Tehnica de determinare a modificărilor de culoare utilizată în cadrul prezentei lucrări, este bazată pe interpretarea computerizată a imaginilor preluate digital. Ea reprezintă o metodă precisă, care permite exprimarea numerică a parametrilor de culoare dintr-un cadru prestabilit
- A fost utilizat în studiile efectuate programul DetColorDent, dezvoltat ulterior în versiunile DetColorDent 1.0 si 1.1. Cu ajutorul acestuia am efectuat analiza computerizată a imaginilor preluate digital. Soft-ul a permis determinarea parametrilor culorii în sistemul CIEL*a*b*

precum și calculul diferenței de culoare ΔE^* apreciată între parametrii culorii obținuți din analiza a două imagini.

- A fost pus la punct și validat un protocol de preluare a imaginilor, astfel încât parametrii culorii calculați de pe imaginile obținute să fie identici cu cei naturali.
- Folosind protocolul de preluare a imaginilor, s-au realizat studii de evaluare a potențialului colorant a unor bauturi nealcoolice asupra structurilor dentare și a eșantioanelor de materiale restauratoare, prin metoda de analiză computerizată a imaginilor digitale.
- A fost realizat un sistem de iluminare difuză, bazată pe o sferă integratoare cu ajutorul căruia s-au obținut imagini în lumina difuză, fără prezența reflexiilor la nivelul suprafeței eșantionelor analizate.
- Printr-un studiu clinic, au fost verificate culorile lucrărilor protetice realizate în diferite laboratoare de tehnică dentară cu ajutorul metodei instrumentale spectrofotometrice de analiză a culorii dentare.

O parte din aspectele descrise în teza de doctorat au fost publicate în reviste de specialitate. Studiile prezentate au fost concretizate în șapte articole de specialitate dintre care unul cotat ISI. Rezumatele lucrărilor publicate ca prim autor sunt prezentate în continuare:

Culic B., Diana Ducea, V. Prejmerean, Carina Culic, F. Alb, H. Colosi: *Natural Tooth color assesment with digital photography*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 220-224, 2008

Obiectiv: Scopul studiului este de a determina care este nivelul expunerii corecte, în vederea obținerii unor imagini care să redă culoarea naturală a dinților fotografiați, utilizând sistemul fotografic ales.

Material și metodă: Arcadele dentare a 30 pacienți au fost fotografiate, utilizând un sistem fotografic compus din: aparat foto Canon 400D, lentile 100mm, blitz circular, cu următoarele setări: mod manual, f22, 1/125, rata de mărire 1:2, WB – flash. Pentru fiecare pacient s-a realizat un set de 4 fotografii variându-se la fiecare fotografie compensarea expunerii astfel: 0 (A), 1/3 (B), 2/3 (C), 1 (D). S-au analizat imaginile obținute, iar unei zone circulare de 6 mm^2 de pe suprafața

vestibulară a incisivului central maxilar drept, 1.1., i s-au determinat parametrii culorii: L^* , a^* , b^* ale sistemul CIE Lab utilizând software-ul DetColorDent 1.0. Spectrofotometrul Vita Easy Shade (Vita, Germania) a fost utilizat ca martor, măsurându-se parametrii culorii ale aceleiași zone de pe incisivului central maxilar drept. Un al doilea set de valori L^* , a^* , b^* a fost obținut, și ΔE^* a fost calculată. Valorile ΔE^* mai mici decât 3,4 au fost considerate ca acceptabile din punct de vedere clinic. Rezultatele au fost analizate statistic utilizând programul SPSS 13.0 for windows, testul - Mann Whitney.

Rezultate: Valorile ΔE obținute s-au situat în intervalul 2.99-25.68. Cel mai mare număr de valori ale ΔE mai mici decât 3.4 au fost obținute pentru setarea blitz-ului la valoarea 'C' (56%).

Concluzii: Fotografiile digitale obținute au redat culoarea naturală a dinților preponderent pentru setarea compensării expunerii blitz-ului la valoarea 'C'(2/3).

Bogdan Culic, Eugen Darvasi, Diana Dudea, Carina Culic, Camelia Alb, Radu Seceleanu: *Evaluarea eficacitatii unui nou sistem fotografic utilizat pentru aprecierea culorii dentare*, Clujul Medical, 82 (1), 123-128, 2009

Obiectiv: Scopul studiului este de a evalua eficacitatea unui nou sistem de preluare a imaginii utilizat pentru analiza parametrilor culorii

Material si metoda: Sistemul de masurare a parametrilor culorii este realizat dintr-o sfera integratoare - 22 cm diametru, geometrie de masurare $D/0^0$, iluminat cu o sursa 6V/21W, 2300K temperatura culorii – si un aparat digital canon 400D. Esantioanele cheii de culori Vitapan 3D Master au fost utilizate ca mostre. Esantioanele au fost fotografiate iar in fiecare fotografie preluata cu sistemul descris mai sus a fost introdus un standard de culoare. Toate imaginile obtinute au fost calibrate utilizand programul Color Pilot®. Unei arii circulare de 30mm^2 din fiecare imagine i-au fost determinati parametrii culorii utilizand programul DetColorDent 1.1. Parametrii spatiului de culori CIE L^* , a^* , b^* au fost determinati. Un spectrofotometru dentar, Vita Easy Shade (Vita, Germania) a fost utilizat pentru obtinerea valorilor martor. Aceleiasi zone de 30mm^2 de pe fiecare esantion i s-au determinat parametrii culorii spatiului de culori CIE L^* , a^* , b^* . Diferenta de culoare ΔE^* a fost calculata. Valorile $\Delta E^* < 3.2$ au fost considerate acceptabile din punct de

vedere clinic. Rezultatele au fost analizate statistic utilizand programul SSPS 13.0 pentru Windows – testul Wilcoxon.

Rezultate: valorile ΔE^* obtinute au fost situate in intervalul 1.66 - 8.99. Nu s-au constatat diferente semnificative din punct de vedere statistic ($p < 0.05$) intre valorile obtinute cu ajutorul dispozitivului experimental fata de martor pentru L^* si a^* . Valorile obtinute pentru b^* si ΔE^* au prezentat diferente mai importante intre sistemul utilizat si martor.

Concluzii: Utilizarea acest sistemul experimental am obtinut rezultate bune in analiza parametrului culorii L^* (luminozitate). Sunt necesare realizarea unor studii suplimentare pentru imbunatatirea sistemului si posibilitatea folosirii lui pentru realizarea unor masuratori standardizate a tuturor parametrilor culorii.

CURRICULUM VITAE

Nume si prenume: **BOGDAN CULIC**
Data si locul nasterii: 07.12.1977, Baia Mare
Starea civila: casatorit
Copii: 1 copil Mateo-Cristian, 4 ani
Parintii: Tata: Culic Doru
Mama: Culic Minodora
Adresa : str. N. Titulescu 34/49, Cluj-Napoca
tel. 0745458875
email: bculic@umfcluj.ro

Studii:

Studii preuniversitare:

Scoala generala si gimnaziul le-am absolvit la Scoala gen. cu clasele I-VIII “George Cosbuc” din Baia Mare, cu media generala a celor 8 ani : 9.65, intre anii (1984-1992);

Liceul : Colegiul National “Gheorghe Sincai” Baia Mare l-am absolvit in anul 1996, examenul de bacalaureat promovat cu media 9.31;

Participant la fazele judetene in anii 1994, 1995, 1996 si nationale (1994) ale olimpiadei de chimie.

Studii universitare:

Intre anii 1997-2003 student al Universitatii de Medicina si Farmacie “Iuliu Hatieganu” Cluj-Napoca, Facultatea de Stomatologie, in urma concursului de admitere;

Septembrie, Oct, Nov 2001 – bursa guvernamentala, la Karolinska Institutet, Stockholm, Suedia.

Absolvent al Universitatii de Medicina si Farmacie “Iuliu Hatieganu” Cluj-Napoca, Facultatea de Stomatologie, promotia 2003, media licenta 9.79;

Medic stagiar la Clinica de Chirurgie Cranio Maxilo Faciala, Urgente si Reabilitare Orala, Cluj-Napoca 1 ianuarie – 31 decembrie 2004;

Activitatii didactice cu studentii la Stomatologie an I si II si Colegiul de Tehnica Dentara an I, II si III in cadrul catedrelor de Prodedeutica Stomatologica si Materiale Dentare din Octombrie 2004 – Iulie 2006

Master Reabilitate Orala si Sanatate Orala, anii 2005-2007, sesiune disertatie, iunie 2007, in cadrul Universitatii Iuliu Hatieganu, Facultatea de Medicina Dentara

Incepand cu 1 noiembrie 2005 **doctorand, forma fara frecventa**, domeniu Stiinte medicale, catedra Propedeutica Stomatologica, Conducator Stiintific: Prof. Dr. Dorin Borzea, Universitatea Iuliu Hatieganu, Cluj Napoca, tema: ‘*Metode instrumentale de alegere a culorii in medicina dentara*’

Perioada	Ian 2004 – Ian 2005	Oct. 2004 – Oct. 2006	Oct. 2006 – martie 2008	Martie 2008 – prezent				
Locul	Clinica Chirurgie Maxilo Faciala II	Facultatea de Stomatologie	Facultatea de Stomatologie	Facultatea de Stomatologie				
Instituția	Spitalul Clinic Judetean Cluj	UMF Iuliu Hatieganu	UMF Iuliu Hatieganu	UMF Iuliu Hatieganu				
Funcția	Medic stomatolog	Colaborator in regim de plata cu ora	Preparator universitar	Asistent universitar				

Actualmente

Asistent universitar la Catedra Propedeutica Stomatologica, Facultatea de Medicina Dentara, Universitatea Iuliu Hatieganu, Cluj Napoca

Lucari publicate in extenso:

1. Bogdan Culic, Eugen Darvasi, Diana Dudea, Carina Culic, Camelia Alb, Radu Seceleanu: *Evaluarea eficacitatii unui nou sistem fotografic utilizat pentru aprecierea culorii dentare*, Clujul Medical, 82 (1), 123-128, 2009
2. Culic B., Diana Dudea, V. Prejmerean, Carina Culic, F. Alb, H. Colosi: *Natural Tooth color assesment with digital photography*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 220-224, 2008
3. Culic B., Muresan L., *Plumbemia si Patologia Orala – Posibile corelații*, Transilvania Stomatologica, Editura Medicala Universitara “Iuliu Hatieganu”, Cluj-Napoca, nr. 2, 51-56, 2002
4. D. Dudea, B. Culic, V. Prejmerean, H. Colosi, C. Alb, A. Botos, A. Irimie, M. Baciut *Comparison of two instrumental methods for dental colour selection* Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications Vol. 4, No. 1, January 2010, p. 102 – 109
5. Camelia Alb, Florin Alb, Diana Dudea, Codruta Nicola, Bogdan Culic, Anca Mesaros, Smaranda Buduru. *Is amalgam resin being replaced by composite resin materials in dental practice in Romania?* Metalurgia International vol XIV, Special Issue 15, 54-5, 2009

6. Camelia Alb, S. Alb, Diana Dudea, B. Culic, Smaranda Buduru, Sorina Sava, Alina Tofan: *Non vital tooth internal bleaching: the achievements and the limitations* Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 10-18, 2008
7. Diana Dudea, B. Culic, V. Prejmerean, Sabina Neamtu, Camelia Alb, R. Seceleanu, Mihaela Baciut, Codruta Cobzac, Botos Alexandra: *Experimental Study on coloring effect of extrinsic factors upon dental structures performed by two instrumental methods*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 50-53, 2008
8. R. Seceleanu, Andreea Seceleanu, I. Nicoara, B. Culic: *Evaluarea Perceptiei cromatice cu testele Lanthony Desaturat D-15 si Ishihara*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 276-282, 2008
9. Diana Dudea, B. Culic, H. Colosi, Sorana Baci: *Factori ce influenteaza alegerea culorii in medicina dentara*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol III, nr.1 supliment nr.1, 582-587, 2007

Lucrari publicate in volume de rezumate cotate ISI

1. B. CULIC, E. DARVASI, D. DUDEA, C. CULIC, C. ALB, and R. SECELEANU, Evaluation of a new digital imaging system for color measurements J.Dent Res 88 (Spec Iss B):139, 2009 (www.dentalresearch.org).
2. B. CULIC, D. DUDEA, V. PREJMEREAN, C. CULIC, S. NEAMTU, F. ALB, and L. SILAGHI DUMITRESCU Color stability of composite resins performed by two instrumental methods J.Dent Res 87 (Spec Iss B):0344, 2008 (www.dentalresearch.org).
3. D. DUDEA , H. COLOSI , J.F. LASSERRE , B. CULIC , C. ALB 1, and C. NICOLA Dental Color Self-perception and Whitening Treatments. J.Dent Res 87 (Spec Iss C): 0468, 2008 (www.dentalresearch.org).
4. H. COLOSI , D. DUDEA , J.F. LASSERRE , A. SINCA , B. CULIC , M. VLAD , and C. ALB , Self-perception of Dental Appearance and Prophylactic Habits in Smoking Patients J.Dent Res 87 (Spec Iss B):0076, 2008 (www.dentalresearch.org).
5. B. CULIC, D. DUDEA, V. PREJMEREAN, H. COLOSI, C. CULIC, and C.I. ALB, *The use of digital camera in natural tooth color selection* J Dent Research 86 (Spec Iss B) 405 CED – ID of IADR, 2007 (www.dentalresearch.org).

6. D. Dudea, B. Culic, H. Colosi, C. Alb, V. Sabadus The importance of using corrected light in tooth color selection J Dent Research 85 (Spec Iss A) 0876, 2007(www.dentalresearch.org).
7. D. DUDEA, H. COLOSI, B. CULIC, C. NICOLA, S. BACIU, A.GUJA, R.SECELEANU Influence of incidental light on dental color selection J Dent Research 85 (Spec Iss C) 0602, 2006 (www.dentalresearch.org)

Lucrari comunicate la congrese prim autor / co autor

1. Bogdan Culic, Diana Dudea, Vasile Prejmerean, Marioara Moldovan, Laura Silaghi Dumitrescu, Anca Mesaros, Alina Tofan - Aprecierea acțiunii colorante a unor băuturi nealcoolice asupra rășinilor compozite de restaurare directă prin metode de analiză computerizată a imaginii, Simpozionul National de Biomateriale, oct 2009, Bucuresti, vol rezumate pag. 14 ISBN 978-606-521-404-0
2. Culic B., Diana Dudea, V. Prejmerean, Carina Culic, F. Alb, H. Colosi: *Natural Tooth color assesment with digital photography*, Congresul Facultatii de Medicina Dentara Iasi 2008
3. B. Culic, Diana Dudea, V. Prejmerean, Carina Culic, Camelia Alb, H. Colosi. *Congresul International Napoca Biodent 2007 8-10 noi 2007 - UTILIZAREA FOTOGRAFIEI DIGITALE PENTRU REDAREA CULORII NATURALE A DINTILOR.*
4. Culic B., Dudea D, Prejmerean V, Culic C, Alb C, Colosi H. The use of digital camera in natural tooth color assessment. Congres International Napoca Biodent ed. a 2-a, 8-10 noiembrie 2007.
5. Culic B., Carina Gavrilă - Abordarea chirurgicală în recesiunea gingivală, Dentis 2004, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, may 2004, Cluj-Napoca; Vol.Rez. pag 37.
6. Culic B., Recesiunea gingivală – posibilitati moderne de tratament, Dentis 2002, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, aprilie 2002, Cluj-Napoca Vol. Rez. pag.14-15.
7. Culic B., Fodor D., Lead contamination in north of Romania - the impact in children's oral health, Dentis 2001, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, martie 2001, Cluj-Napoca, Vol. Rez. pag. 27 .
8. Culic B., Blood Lead Levels and Oral Pathology Possible Correlations,

European Dental Students Association Congress, Karolinska Institutet, Stockholm, Suedia, octombrie 2000, Vol. Rez. pag 76-77. – **Premiul I**

9. Culic B., Actiunea metalelor grele din mediul inconjurator asupra cavitatii bucale, Sesiune de Comunicari Stiintifice Studentesti si pentru Tinerii Medici a 4-a editie, mai 2000, Timisoara, Vol. Rez. pag 87.
10. Diana Dudea, Camelia Alb, Bogdan Culic, Sabina Neamțu. Factori ce influențează alegerea culorii în medicina dentară. Conferință prezentată la 1st ed. Interdisciplinary approach to Present Dental Medicine. Iunie 25- 28 2008., Timisoara.
11. SANDU ALB, CAMELIA ALB, DIANA DUDEA, CODRUTA NICOLA, BOGDAN CULIC, SORINA SAVA CRITERIA FOR EXTENDING THE PREPARATION IN THE ESTHETIC AREA Lucrare prezentată la Conferința internațională a Societății Europene de Stomatologie Cosmetică: 5th Annual Meeting ESCD- Florența 18-21 sept 2008
12. DIANA DUDEA. JEAN-FRANCOIS LASSERRE COLOSI HORATIU (1), AURELIAN SINCA, CAMELIA ALB , CULIC BOGDAN – THE IMPORTANCE OF THE TOOTH COLOR AMONG THE FACTORS, WHICH MOTIVATE THE PATIENTS TO SEEK FOR DENTAL TREATMENT Lucrare prezentată la Conferința internațională a Societății Europene de Stomatologie Cosmetică: 5th Annual Meeting ESCD- Florența 18-21 sept 2008
13. Diana Dudea¹, Jean-Francois Lasserre², Mariana Vlad³, Șinca A³, Colosi H¹, Culic B¹, Camelia Alb¹, Ioana Pop², Manole M¹. Autoperceptia culorii dentare – date preliminare. Zilele UMF 3-7 dec 2007.
14. Diana Dudea, B. Culic, H. Colosi, C. Alb, V. Sabadus. The importance of using corrected light in tooth color selection. Salonul Regional al Cercetării Științifice, Cluj-Napoca, 1-4 Aprilie 2008
15. *Congresul International Napoca Biodent 2007 8-10 noi 2007* - VARIANTE DE TRATAMENT A DISCROMIILOR UNIDENTARE. Camelia Alb, S. Alb, Diana Dudea, Carina Culic, B. Culic.
16. Simpozionul Național de Biomateriale “Biomateriale și Aplicații Medico-Chirurgicale” ediția a VI-a 18-20 Octombrie 2007 Cluj-Napoca - STUDIU CLINIC COMPARATIV AL UNOR MATERIALE COMPOZITE DE FABRICATIE AUTOHTONA. Camelia Alb, S. Alb, Marioara Moldovan, B. Culic, Diana Dudea..

17. Diana Dudea, J.F. Lasserre, H. Colosi, B. Culic, A. Sinca, A. Florea, Marioara Moldovan, Studiul unor factori corelati cu incidenta si tratamentul neinvaziv al modificarilor de culoare dentara, Simpozionul national Viasan (Modulul I) Sinaia 28-30 sept 2008
18. Diana Dudea, A. Florea, Carmen Miha, Alexandra Botos, B. Culic, Camelia Alb, Alina Tofan, Gh. Benga, Investigatii privind efectele materialelor pe baza de peroxizi asupra smaltului dentar. Zilele UMF Cluj Napoca, 25.11.2009
19. Fodor D., Fratila Angela, Culic B., Osteoradionecrosis – present and future, Dentis 2001, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, martie 2001, Cluj-Napoca, Vol. Rez. pag. 28.
20. Fodor D. Ardelean Ioana, Culic B., The pre-radiation dental care in preventing osteoradionecrosis of the mandible, European Dental Students Association Congress, Karolinska Institutet, Stockholm, Suedia, octombrie 2000, Vol. Rez. pag 56.

Membrii in asociatii profesionale

1.	Colegiul Medicilor	Filiala Cluj	2003-2005	Membru
2.	Colegiul Medicilor Dentiști din România	Filiala Cluj	din iulie 2005 - prezent	Membru
4.	Societatea Română de Stomatologie Estetică	Bucuresti	din martie 2005	Membru
5.	International Association for Dental Research	Alexandria, USA	din ian. 2005	Membru
6.	Continental European Division of the IADR	Regensburg, GERMANIA	din ian. 2005	Membru
7.	Societatea Romana de Biomateriale	Bucuresti	Nov. 2009	Membru

Premii obtinute:

Premiul I la EDSA CONGRESS STOCKHOLM 2000, Stockholm, Suedia, pentru lucrarea stiintifica “Blood Lead Levels and Oral Pathology Possible Correlations”.

Premiul special al juriului in cadrul “International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, Dentis 2001”, pentru lucrarea stiintifica “Osteoradionecrosis – prezent and future “

Zilele Universitatii de Medicina si Farmacie “Iuliu Hatieganu”, decembrie 2000 – premiul pentru rezultate profesionale deosebite in anul universitar 1999/2000

Zilele Universitatii de Medicina si Farmacie “Iuliu Hatieganu”, decembrie 2006 premiul I;
Zilele Universitatii de Medicina si Farmacie “Iuliu Hatieganu”, decembrie 2007 premiul III.

Alte aspecte:

Limbi straine: engleza: scris, vorbit – fluent

franceza: scris, vorbit – fluent

Atestate de competenta lingvistica obtinute:

- DELF ianuarie 2000 pentru limba franceza;
- Atestat Catedra de Limbi moderne UMF Cluj
 - mai 2006 limba franceza
 - martie 2002 pentru limba engleza.

UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY
„IULIU HAȚIEGANU” CLUJ-NAPOCA
FACULTY OF DENTISTRY

BOGDAN CULIC

**INSTRUMENTAL METHODS OF COLOR ASSESSMENT IN
DENTISTRY**

MD THESIS

Submitted for the Degree of Doctor of Medicine
Speciality: Dentistry

Supervisor
Professor DORIN BORZEA M.D.

2010

TABLE OF CONTENTS

Introduction.....	6
PART I. GENERAL CONSIDERATIONS.....	8
CHAPTER 1. Color parameters.....	8
1.1. Physical color parameters.....	8
1.1.1 Light emission.....	10
1.1.2 Light transmission.....	10
1.1.3 Light reflection.....	11
1.1.4 Color addition.....	13
1.1.5 The RGB color model.....	14
1.1.6 Color subtraction.....	15
1.1.7 The CMY color model.....	15
1.2 Factors affecting the perception of light.....	16
1.2.1 Sources of light.....	17
1.2.2 The illuminated object.....	20
1.2.3 The visual analyzer.....	20
1.3 Color analysis and measurement methods.....	21
1.3.1. The Munsell system.....	21
1.3.2. The CIE tristimulus system.....	23
1.3.3 The CIELAB system (the color difference formula).....	25
1.3.3.1 The CIE 1976 system.....	27
1.3.3.2 The CIE 2000 system.....	27
CHAPTER 2. Dental color.....	29
2.1 Chromatic characteristics of natural teeth.....	29
2.2. Chromatic characteristics of esthetic restoration materials.....	35
2.3 Assessing color in dentistry.....	39
2.3.1 Visual methods in assessing color.....	39
2.3.1.1 Color standards or standard shade guides.....	40
2.3.1.2 Color standards or 3D shade guides.....	41
2.3.2 Instrumental color analysis.....	44
PART II. PERSONAL CONTRIBUTIONS.....	48
Working hypothesis.....	48
CHAPTER 3. Developing a method for the instrumental determination of color parameters by the computer analysis of digital images.....	50
3.1 Working hypothesis.....	50
3.2 Objective.....	51
3.3 Materials and methods.....	52
3.4 Results.....	57
3.5 Discussions.....	65
3.6 Conclusions.....	77

CHAPTER 4. Assessing the color stability of the composite fillings through the computer analysis of the digitally taken images in standard lighting conditions	78
4.1 Working hypothesis	78
4.2 Objective	79
4.3 Materials and methods	79
4.4 Results	85
4.5 Discussions	87
4.6 Conclusions	89
CHAPTER 5. Using digital photographic systems for natural teeth color selection	91
5.1 Working hypothesis	91
5.2 Objective	91
5.3 Materials and methods	91
5.4 Results	98
5.5 Discussions	100
5.6 Conclusions	101
CHAPTER 6. Assessing the color changes of the dental structures through the computer analysis of the digitally taken images with the help of the DetcolorDet software	102
6.1 Working hypothesis	102
6.2 Objective	103
6.3 Materials and methods	103
6.4 Results	108
6.5 Discussions	111
6.6 Conclusions	112
CHAPTER 7. Assessing the color stability of the composite material samples through the computer analysis of the digitally taken images with the help of the DetcolorDet software	113
7.1 Working hypothesis	113
7.2 Objective	114
7.3 Materials and methods	114
7.4 Results	119
7.5 Discussions	124
7.6 Conclusions	126
CHAPTER 8. Testing the efficiency of a new photographic system used for assessing the dental color parameters	127
8.1 Working hypothesis	127
8.2 Objective	128
8.3 Materials and methods	128
8.4 Results	135
8.5 Discussions	143
8.6 Conclusions	144

CHAPTER 9. Using spectrophotometrical methods for assessing the optical characteristics of the ceramic restorations	146
9.1 Working hypothesis	146
9.2 Objective	147
9.3 Materials and methods	147
9.4 Results	152
9.5 Discussions	160
9.6 Conclusions	162
GENERAL CONCLUSIONS	163
Bibliography	166

Key words: dental color, color parameters, spectrophotometer, colorimeter, computer analysis, digital images, CIELab.

Introduction

The selection of the dental color is an important process accompanied by a large series of dental procedures: chemical treatments of dental discolorations as well as esthetic dental material restorations, which reproduce the chromatic qualities of the dental substance.

There are two types of methods used for selecting the dental color: *visual (subjective) methods*, consisting in the comparison of the dental unit with the samples in the shade guides, and *instrumental (objective) methods* based on measurement devices: dental spectrophotometers, dental colorimeters or the analysis of digitalized images according to various principles.

Content

Part I comprises general considerations as it presents the main data in the literature concerning color parameters.

- **CHAPTER 1** is a detailed account of the physical parameters of color, as well as of the R.G.B. and CMY models.

Then, we present the various factors involved in the perception of color: the light source, the illuminated object and the visual analyzer. The color analysis and quantification methods are:

- the Munsell system;
- the CIE tristimulus system;
- the CIELab 1976 system;

- the CIE 2000 system

These systems are detailed in the last part of the chapter, with an emphasis on the CIELab 1976 system and its use for calculating the color difference.

CHAPTER 2 deals with various aspects concerning dental color, the chromatic characteristics of the natural teeth and of the esthetic restoration materials. Here we present both visual and instrumental methods for determining color in dentistry. Usually, visual methods are used. They involve the comparison of the dental units with samples of color standards, also called shade guides. There are several such guides introduced on the market by restoration materials producers: dental porcelain or composite resins. These shade guides are used according to different principles.

Based on the principle of color selection they rely on, shade guides fall into two categories: classical shade guides and 3D shade guides (among which the Vitapan Clasic and Vitapan 3D Master).

The instrumental color analysis was introduced in order to transform subjective analysis methods into an objective method allowing to express color parameters numerically with the help of various systems. This way, variations induced by the particularities of individual perception as well as errors associated to metamerism are avoided. In dentistry, the instrumental analysis of the color parameters is made with the help of:

- spectrophotometers;
- colorimeters;
- the computer analysis of digitally taken images.

At the end of the 1990s, Cortex Machina, a company based in Canada, introduced the first instrumental color selection method, a turning point in the industry of dental materials and equipments.

The first system to allow the mapping of the entire tooth surface with the help of a spectrophotometer is SpectroShade, introduced by MBT Optic Research in 2001. X-Rite Company introduced the first colorimeter (Shade Vision) on the market in 2002.

Part II comprises our personal contributions. It is made up of 7 chapters and the general conclusions. All the chapters presenting our research are structured into six sections: working hypothesis, objective, materials and methods, results, discussions, and conclusions.

Chapter 3 presents the development of a software application designed for analyzing the color parameters of the dental structures based on standardized digital photographic images. We also present here the way in which images are taken and the functioning of the DetColorDent 1.0 software, a new IT application in this field. This software was designed together with M. Vasile Prejmorean, Assistant Professor at the Faculty of Mathematics and Computer Science of the Babes-Bolyai University in Cluj-Napoca, and it can be an excellent alternative to the currently available commercial software programs for image analysis.

This chapter also includes data concerning the particularities of the intraoral photography and proposes methods of standardizing the taking of digital images.

Chapter 4 deals with the assessment of color changes affecting restoration materials of fillings made on extracted teeth after their immersion into a soda with coloring potential available on the market. Two commercial composites were used: Gradia, Premise, an experimental composite produced by the “Raluca Ripan” Institute for Chemical Research and inlays made from a composite material. Images were obtained using the technology presented in the previous study. Color parameters were determined before and after immersion in the coloring substance using the DetColorDent experimental software and the CIELab 1976 system. This study indicated that the experimental composite had the biggest coloring potential. All the materials used in this study underwent perceptible color modifications.

Chapter 5 deals with the calibration of the photographic system used for taking digital images that render the natural color of the dental structures in the photographs. Several ways of obtaining the image have been assessed in comparison with the use of the Vita Easy Shade spectrophotometer. The results obtained in this study are the starting point of *Chapter 6*, which describes how the calibrated photographic system was used for taking digital images of extracted teeth before and after immersion in non-alcoholic drinks (coffee, sodas). The color parameters and the color difference were calculated using the DetColorDent 1.0 software. We noticed a luminosity

decrease and a perceptible difference of color in the case of the teeth immersed in coffee and a luminosity increase in the teeth immersed in sodas, due to the demineralization of the enamel surface.

Chapter 7 presents the results obtained after assessing the color stability of samples of composite resins (two commercial resins and two experimental resins) after their immersion in non-alcoholic drinks in comparison with the color stability after the immersion in artificial saliva

Chapter 8 deals with the reflections appearing on the analyzed surfaces while taking the images due to the light sources that were used. In order to avoid these reflections, a photographic system was devised based on a large integrating sphere. When images were taken, the samples that had to be analyzed were placed inside the sphere and the color parameters were calculated on the basis of the images obtained with the DetcolorDet software. The calculated values were compared to those provided by a spectrophotometer. We noticed a good correlation between the latter results and those based on the analysis of digital images and that the photographic system can also be used for assessing *in vitro* color modifications.

Chapter 9 presents a clinical study which analyzes through instrumental color assessment methods the chromatic correctness of several porcelain fused to metal and all ceramic crowns made in various dental laboratories. We checked whether the dental lab technicians respected the dentists' prescriptions in what the color of the prostheses was concerned. After having analyzed 72 prostheses, we concluded that only 10% of them did not respect the color indication.

After having correlated and interpreted the results on the basis of the investigations we conducted, we reached the following **general conclusions**:

- the technique for determining the color modifications used in the present thesis is based on a computer interpretation of digitally taken images. This is a precise method which allows to express numerically the color parameters in a given set of conditions;
- our research was conducted using the DetColorDent software, which eventually became DetColorDent 1.0 si 1.1. Using this software, we made a computer analysis of the digitally

taken images. The IT application allowed us to determine color parameters according to the CIEL*a*b* and to calculate the ΔE^* color difference between the color parameters obtained after analyzing two images;

- we set up and validated a protocol for taking images, so that the color parameters calculated for the obtained images will be identical to the natural color parameters;
- based on this protocol and on the method of computer analysis of digital images, we conducted studies which assessed the coloring potential of non-alcoholic drinks on dental structures and on samples of restoration materials;
- we realized a diffuse illumination system based on an integrating sphere. This allowed us to obtain images in diffuse light, without reflections on the surface of the samples we analyzed;
- in a clinical study, we used the instrumental spectrophotometric method of dental color analysis to check the colors of the prostheses made in various dental laboratories.

Parts of the results described in the present thesis have been published in specialized journals. The studies presented in this work have been described in seven specialized articles, among which one ISI article. The summaries of the papers we wrote as first author are presented here below:

Culic B., Diana Dudea, V. Prejmerean, Carina Culic, F. Alb, H. Colosi: *Natural Tooth color assesment with digital photography*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 220-224, 2008

Objectives:

The aim of this study is to determine the correct exposure compensation, in order to obtain pictures with natural teeth color characteristics using a selected camera.

Methods:

The maxillary arch of 30 patients was photographed using a Canon 400D digital camera with Canon 100mm macro lenses and MR-14EX flash in standardized conditions: manual mode, f22, 1/125 shutter speed, magnification ratio 1:2, WB – flash; using four different exposure compensation settings: 0 (A), 1/3 (B), 2/3 (C), 1 (D) for each patient. A 6 mm² area from the buccal surface of the maxillary central incisor 1.1. was measured from the photographs using the DetColorDent 1.0 software. The CIE L*, a*, b* values were obtained. A spectrophotometer, Vita Easy Shade (Vita, Germany) was used as control, measuring the same area of the selected tooth. A second set of L*, a*, b* values was obtained and the ΔE was calculated. The ΔE values < 3.4 were considered clinically acceptable. The results were statistically analyzed using the SSPS 13.0 for Windows - Mann Whitney test.

Results:

The ΔE values obtained were situated in the interval 2.99-25.68. The highest number of ΔE values lower than 3.4 were obtained for the exposure compensation setting 'C' (56%). For this case, the mean value of ΔE_C was 5.43 ± 2.46 , CI 95% = [4.41; 6.44]. There was a significant difference between ΔE_C and ΔE_A , ΔE_B , ΔE_D ($p \leq 0.001$).

Conclusions: The digital images obtained by using camera Canon 400D revealed natural color mainly for the exposure compensation setting 'C'.

Bogdan Culic, Eugen Darvasi, Diana Dudea, Carina Culic, Camelia Alb, Radu Seceleanu: *Evaluarea eficacitatii unui nou sistem fotografic utilizat pentru aprecierea culorii dentare*, Clujul Medical, 82 (1), 123-128, 2009

Objectives: The aim of this study is to evaluate a new digital imaging system which avoid reflection, that can be used for color measurements of various samples.

Methods: The digital imaging system was constructed using a custom made integration sphere, 22 cm diameter, $D/0^0$ geometry, illuminated with 6V/21W, 2300K light source – in order to avoid reflections - and a digital SLR camera (Canon 400D). Vitapan 3D Master shade tabs, from the same shade guide were used as samples. A white color standard was used. All the images were color corrected using Color Pilot® software. A 30 mm² exposed area from each image was analyzed using DetColorDent 1.1 software and the L^* , a^* , b^* values were obtained. A dental spectrophotometer, Vita Easy Shade (Vita, Germany) was used as control, measuring the same area from the selected shade tabs. Based on the second set of CIE L^* , a^* , b^* values, ΔE^* was calculated. $\Delta E^* < 3.2$ were considered clinically acceptable. The results were statistically analyzed using the SPSS 13.0 for Windows - Wilcoxon test.

Results: ΔE^* were situated in the interval 1.66 - 8.99. The statistical analysis showed no statistically significant difference ($p < 0.05$) between the experimental device and control for the L^* value. The absolute values for a^* and b^* obtained with the digital imaging system exhibited more important differences as compared to the control.

Conclusion: The experimental digital imaging system showed promising results mainly considering the measurement of the value. Further investigations must be conducted in order to use it for standardized color measurements.

CURRICULUM VITAE

First name and last name: **BOGDAN CULIC**
Date and place of birth: 07.12.1977, Baia Mare
Marital status: married
Children: 1 child Mateo-Cristian, 4 years old
Parents: Father: Culic Doru
Mother: Culic Minodora
Address : 34/49 N. Titulescu Street, Cluj-Napoca
Phone no. 0745458875
Email: bculic@umfcluj.ro

Studies:

Pre-university studies:

I graduated first and middle school at the “George Cosbuc” School with grades 1st – 8th from Baia Mare, with the general average of the 8 years of: 9.65, between the years 1984 – 1992;

High School: “Gheorghe Sincai” National College from Baia Mare graduated in the year 1996, high school graduation exam passed with the average grade of 9.31;

Participant at the county phases in the years 1994, 1995, 1996 and the national phase (1994) of the chemistry school contest.

University studies:

Between the years 1997-2003 student of “Iuliu Hatieganu” University of Medicine and Pharmacy from Cluj-Napoca, The Faculty of Dental Medicine, as a result of the admission contest; September, October, November 2001 – government scholarship, at Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.

Graduate of “Iuliu Hatieganu” University of Medicine and Pharmacy from Cluj-Napoca, The Faculty of Dental Medicine, class of 2003, average grade of the final exam 9.79;

Intern at the Cranio Maxillo Facial Surgery, Emergency and Oral Rehabilitation Clinic, Cluj-Napoca, January 1 – December 31, 2004;

Didactic activities with the 1st and 2nd year Dental Medicine students and the College of Dental Technique 1st, 2nd and 3rd year within the departments of Dental Propaedeutics and Dental Materials between October 2004 – July 2006.

Master of Oral Rehabilitation and Oral Health, years 2005-2007, dissertation session June 2007, within the “Iuliu Hatieganu” University of Medicine and Pharmacy, The Faculty of Dental Medicine

Starting from November 1, 2005, **PhD student, without frequency**, domain Medical Sciences, department of Dental Propaedeutics, Research Supervisor: Prof. Dr. Dorin Borzea, “Iuliu

Hatieganu” University, Cluj-Napoca, subject: ‘*Instrumental methods for the choice of colour in dental medicine*’

Period	Jan 2004 – Jan 2005	Oct. 2004 – Oct. 2006	Oct. 2006 – March 2008	March 2008 – present day				
Place	Maxillo-Facial Surgery Clinic II	The Faculty of Dental Medicine	The Faculty of Dental Medicine	The Faculty of Dental Medicine				
Institution	Cluj County Clinical Hospital	UMF Iuliu Hatieganu	UMF Iuliu Hatieganu	UMF Iuliu Hatieganu				
Function	Dentist	Collaborator paid by the hour	Junior Assistant Lecturer	Assistant Lecturer				

At present:

Assistant Lecturer at the Department of Dental Propaedeutics, The Faculty of Dental Medicine, “Iuliu Hatieganu” University, Cluj-Napoca.

Papers published in extenso:

1. Bogdan Culic, Eugen Darvasi, Diana Dudea, Carina Culic, Camelia Alb, Radu Seceleanu: *Evaluarea eficacitatii unui nou sistem fotografic utilizat pentru aprecierea culorii dentare*, Clujul Medical, 82 (1), 123-128, 2009
2. Culic B., Diana Dudea, V. Prejmerean, Carina Culic, F. Alb, H. Colosi: *Natural Tooth color assesment with digital photography*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 220-224, 2008
3. Culic B., Muresan L., *Plumbemia si Patologia Orala – Posibile corelații*, Transilvania Stomatologica, Editura Medicala Universitara “Iuliu Hatieganu”, Cluj-Napoca, nr. 2, 51-56, 2002
4. D. Dudea, B. Culic, V. Prejmerean, H. Colosi, C. Alb, A. Botos, A. Irimie, M. Baciut *Comparison of two instrumental methods for dental colour selection* Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications Vol. 4, No. 1, January 2010, p. 102 – 109

5. Camelia Alb, Florin Alb, Diana Dudea, Codruta Nicola, Bogdan Culic, Anca Mesaros, Smaranda Buduru. *Is amalgam resin being replaced by composite resin materials in dental practice in Romania?* Metalurgia International vol XIV, Special Issue 15, 54-5, 2009
6. Camelia Alb, S. Alb, Diana Dudea, B. Culic, Smaranda Buduru, Sorina Sava, Alina Tofan: *Non vital tooth internal bleaching: the achievements and the limitations* Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 10-18, 2008
7. Diana Dudea, B. Culic, V. Prejmerean, Sabina Neamtu, Camelia Alb, R. Seceleanu, Mihaela Baciut, Codruta Cobzac, Botos Alexandra: *Experimental Study on coloring effect of extrinsic factors upon dental structures performed by two instrumental methods*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 50-53, 2008
8. R. Seceleanu, Andreea Seceleanu, I. Nicoara, B. Culic: *Evaluarea Perceptiei cromatice cu testele Lanthony Desaturat D-15 si Ishihara*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, 276-282, 2008
9. Diana Dudea, B. Culic, H. Colosi, Sorana Baciuc: *Factori ce influenteaza alegerea culorii in medicina dentara*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol III, nr.1 supliment nr.1, 582-587, 2007

Papers published in volumes of abstracts quoted ISI

8. B. CULIC, E. DARVASI, D. DUDEA, C. CULIC, C. ALB, and R. SECELEANU, Evaluation of a new digital imaging system for color measurements J.Dent Res 88 (Spec Iss B):139, 2009 (www.dentalresearch.org).
9. B. CULIC, D. DUDEA, V. PREJMEREAN, C. CULIC, S. NEAMTU, F. ALB, and L. SILAGHI DUMITRESCU Color stability of composite resins performed by two instrumental methods J.Dent Res 87 (Spec Iss B):0344, 2008 (www.dentalresearch.org).
10. D. DUDEA , H. COLOSI , J.F. LASSERRE , B. CULIC , C. ALB 1, and C. NICOLA Dental Color Self-perception and Whitening Treatments. J.Dent Res 87 (Spec Iss C): 0468, 2008 (www.dentalresearch.org).
11. H. COLOSI , D. DUDEA , J.F. LASSERRE , A. SINCA , B. CULIC , M. VLAD , and C. ALB , Self-perception of Dental Appearance and Prophylactic Habits in Smoking Patients J.Dent Res 87 (Spec Iss B):0076, 2008 (www.dentalresearch.org).
12. B. CULIC, D. DUDEA, V. PREJMEREAN, H. COLOSI, C. CULIC, and C.I. ALB, *The use of digital camera in natural tooth color selection* J Dent Research 86 (Spec Iss B) 405 CED – ID of IADR, 2007 (www.dentalresearch.org).

13. D. Dudea, B. Culic, H. Colosi, C. Alb, V. Sabadus The importance of using corrected light in tooth color selection J Dent Research 85 (Spec Iss A) 0876, 2007(www.dentalresearch.org).
14. D. DUDEA, H. COLOSI, B. CULIC, C. NICOLA, S. BACIU, A.GUJA, R.SECELEANU Influence of incidental light on dental color selection J Dent Research 85 (Spec Iss C) 0602, 2006 (www.dentalresearch.org)

Papers communicated at congresses main author / co autor

20. Bogdan Culic, Diana Dudea, Vasile Prejmerean, Marioara Moldovan, Laura Silaghi Dumitrescu, Anca Mesaros, Alina Tofan - Aprecierea acțiunii colorante a unor băuturi nealcoolice asupra rășinilor compozite de restaurare directă prin metode de analiză computerizată a imaginii, Simpozionul National de Biomateriale, oct 2009, Bucuresti, vol rezumate pag. 14 ISBN 978-606-521-404-0
21. Culic B., Diana Dudea, V. Prejmerean, Carina Culic, F. Alb, H. Colosi: *Natural Tooth color assesment with digital photography*, Congresul Facultatii de Medicina Dentara Iasi 2008
22. B. Culic, Diana Dudea, V. Prejmerean, Carina Culic, Camelia Alb, H. Colosi. *Congresul International Napoca Biodent 2007 8-10 noi 2007 - UTILIZAREA FOTOGRAFIEI DIGITALE PENTRU REDAREA CULORII NATURALE A DINTILOR.*
23. Culic B., Dudea D, Prejmerean V, Culic C, Alb C, Colosi H. The use of digital camera in natural tooth color assessment. Congres International Napoca Biodent ed. a 2-a, 8-10 noiembrie 2007.
24. Culic B., Carina Gavrilă - Abordarea chirurgicală în recesiunea gingivală, Dentis 2004, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, may 2004, Cluj-Napoca; Vol.Rez. pag 37.
25. Culic B., Recesiunea gingivală – posibilități moderne de tratament, Dentis 2002, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, aprilie 2002, Cluj-Napoca Vol. Rez. pag.14-15.
26. Culic B., Fodor D., Lead contamination in north of Romania - the impact in children's oral health, Dentis 2001, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, martie 2001, Cluj-Napoca, Vol. Rez. pag. 27 .
27. Culic B., Blood Lead Levels and Oral Pathology Possible Correlations,

European Dental Students Association Congress, Karolinska Institutet, Stockholm, Suedia, octombrie 2000, Vol. Rez. pag 76-77. – **Premiul I**

28. Culic B., Actiunea metalelor grele din mediul inconjurator asupra cavitatii bucale, Sesiune de Comunicari Stiintifice Studentesti si pentru Tinerii Medici a 4-a editie, mai 2000, Timisoara, Vol. Rez. pag 87.
29. Diana Dudea, Camelia Alb, Bogdan Culic, Sabina Neamțu. Factori ce influențează alegerea culorii în medicina dentară. Conferință prezentată la 1st ed. Interdisciplinary approach to Present Dental Medicine. Iunie 25- 28 2008., Timisoara.
30. SANDU ALB, CAMELIA ALB, DIANA DUDEA, CODRUTA NICOLA, BOGDAN CULIC, SORINA SAVA CRITERIA FOR EXTENDING THE PREPARATION IN THE ESTHETIC AREA Lucrare prezentată la Conferința internațională a Societății Europene de Stomatologie Cosmetică: 5th Annual Meeting ESCD- Florența 18-21 sept 2008
31. DIANA DUDEA. JEAN-FRANCOIS LASSERRE COLOSI HORATIU (1), AURELIAN SINCA, CAMELIA ALB , CULIC BOGDAN – THE IMPORTANCE OF THE TOOTH COLOR AMONG THE FACTORS, WHICH MOTIVATE THE PATIENTS TO SEEK FOR DENTAL TREATMENT Lucrare prezentată la Conferința internațională a Societății Europene de Stomatologie Cosmetică: 5th Annual Meeting ESCD- Florența 18-21 sept 2008
32. Diana Dudea¹, Jean-Francois Lasserre², Mariana Vlad³, Șinca A³, Colosi H¹, Culic B¹, Camelia Alb¹, Ioana Pop², Manole M¹. Autoperceptia culorii dentare – date preliminare. Zilele UMF 3-7 dec 2007.
33. Diana Dudea, B. Culic, H. Colosi, C. Alb, V. Sabadus. The importance of using corrected light in tooth color selection. Salonul Regional al Cercetării Științifice, Cluj-Napoca, 1-4 Aprilie 2008
34. *Congresul International Napoca Biodent 2007 8-10 noi 2007* - VARIANTE DE TRATAMENT A DISCROMIILOR UNIDENTARE. Camelia Alb, S. Alb, Diana Dudea, Carina Culic, B. Culic.
35. Simpozionul Național de Biomateriale “Biomateriale și Aplicații Medico-Chirurgicale” ediția a VI-a 18-20 Octombrie 2007 Cluj-Napoca - STUDIU CLINIC COMPARATIV AL UNOR MATERIALE COMPOZITE DE FABRICATIE AUTOHTONA. Camelia Alb, S. Alb, Marioara Moldovan, B. Culic, Diana Dudea..

36. Diana Dudea, J.F. Lasserre, H. Colosi, B. Culic, A. Sinca, A. Florea, Marioara Moldovan, Studiul unor factori corelati cu incidenta si tratamentul nein vaziv al modificarilor de culoare dentara, Simpozionul national Viasan (Modulul I) Sinaia 28-30 sept 2008
37. Diana Dudea, A. Florea, Carmen Mihi, Alexandra Botos, B. Culic, Camelia Alb, Alina Tofan, Gh. Benga, Investigatii privind efectele materialelor pe baza de peroxizi asupra smaltului dentar. Zilele UMF Cluj Napoca, 25.11.2009
38. Fodor D., Fratila Angela, Culic B., Osteoradionecrosis – prezent and future, Dentis 2001, International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, martie 2001, Cluj-Napoca, Vol. Rez. pag. 28.
20. Fodor D. Ardelean Ioana, Culic B., The pre-radiation dental care in preventing osteoradionecrosis of the mandible, European Dental Students Association Congress, Karolinska Institutet, Stockholm, Suedia, octombrie 2000, Vol. Rez. pag 56.

Memberships in professional associations

1.	The College of Physicians	Cluj Branch	2003-2005	Member
2.	The Romanian College of Dental Physicians	Cluj Branch	Since July 2005 – present day	Member
4.	The Romanian Society of Aesthetic Dentistry	Bucharest	Since March 2005	Member
5.	International Association for Dental Research	Alexandria, USA	Since January 2005	Member
6.	Continental European Division of the IADR	Regensburg, GERMANY	Since January 2005	Member
7.	The Romanian Society of Biomaterials	Bucharest	November 2009	Member

Awards obtained:

1st prize at the EDSA CONGRESS STOCKHOLM 2000, Stockholm, Sweden, for the scientific paper “Blood Lead Levels and Oral Pathology Possible Correlations”.

Special prize of the jury at the “International Congress of Dentistry for students and Young Dentists, Dentis 2001”, for the scientific paper “Osteoradionecrosis – present and future “

Days of “Iuliu Hatieganu” University of Medicine and Pharmacy, December 2000 – prize for special professional results during the academic year 1999/2000

Days of “Iuliu Hatieganu” University of Medicine and Pharmacy, December 2000 – 1st prize

Days of “Iuliu Hatieganu” University of Medicine and Pharmacy, December 2007 – 3rd prize.

Other aspects:

Foreign languages: English: written, spoken – fluently

French: written, spoken – fluently

Linguistic competency certifications obtained:

- DELF January 2000 for French;
- Certificate from the Department of Modern languages of UMF Cluj
 - May 2006 for French
 - March 2002 for English.