



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА МЕДИЦИНСКИ НАУКИ
ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

м-р Јулија Заркова Атанасова

**УЛОГАТА НА ДЕБЕЛИНАТА КАЈ МОНОЛИТНАТА ЛИТИУМ-ДИСИЛИКАТНА
КЕРАМИКА ВРЗ БОЈАТА И ЕСТЕТИКАТА НА ПРОТЕТСКИТЕ НАДОМЕСТОЦИ
IN VITRO – ЕВАЛУАЦИЈА**

**THE IMPACT OF THICKNESS IN MONOLITHIC LITHIUM-DISILICATE CERAMICS
ON THE COLOR AND ESTHETICS OF PROSTHETIC RESTORATIONS
IN VITRO – EVALUATION**

- ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА -

Штип, март 2020

Комисија за оценка и одбрана

Ментор: проф. д-р Ивона Ковачевска

Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, област
Дентална патологија

Член

Член

За докторска дисертација:

Интерен ментор: проф. д-р Ивона Ковачевска

Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, област
Дентална патологија

Екстерен ментор: проф. д-р Саша Станковиќ

Медицински факултет, Универзитет во Ниш, Република Србија, интегрирани студии
по стоматологија, област стоматолошка протетика

Членови на комисија за оценка и одбрана:

Претседател: проф. д-р Ерол Шабанов

Член: проф. д-р Весна Коруноска Стефковска

Член: проф. д-р Киро Папакоча

Научно поле: Базични и клинички истражувања во денталната медицина

Научна област: Стоматолошка протетика

Датум на одбрана: 27.05.2021

Датум на промоција:

**Рецензирани и објавени трудови (стручни, научни и апликативни)
произлезени од истражувањето, печатени во домашни или меѓународни
списанија или реферати и презентации од научни собири**

Публикување на рецензиран научноистражувачки труд во меѓународно научно списание KNOWLEDGE – International Journal, Vol. 43 (4)

Zarkova, Julija and Kovacevska, Ivona (2020) Accuracy of try-in paste in predicting the final color of monolithic ceramic restorations. Knowledge - International Journal, Scientific Papers, 43 (4). pp. 663-666.

Публикување на рецензиран научноистражувачки труд во меѓународно научно списание KNOWLEDGE – International Journal, Vol. 31(4)

Zarkova J., Nacevski, I., & Korunoska Stefkovska V. (2019). The significance of training and education in accurate evaluation of natural tooth color. Knowledge International Journal, 31(4), 901 - 904.

Публикување на рецензиран научноистражувачки труд во меѓународно научно списание KNOWLEDGE – International Journal, Vol. 30(4)

Zarkova Atanasova, J., & Atanasova, S. (2019). Monolithic lithium-disilicate glass-ceramic restorations. Knowledge International Journal, 30(4), 895 - 900.

Zarkova-Atanasova, Julija and Zlatanovska, Katerina and Kocovski, Darko (2018) Боја на забите и усогласување на нијанси во стоматологијата. In: Dental Summer School 2018, 13-16 Sept 2018, Ohrid, Macedonia.

Zarkova-Atanasova, Julija and Zlatanovska, Katerina and Kocovski, Darko and Naskova, Sanja and Dimova, Cena (2017) Range of color parameters in maxillary central incisors versus three different shade guides. In: 22nd Bass Congress, Contemporary Challenges in Dentistry, 4-6 May 2017, Thessaloniki, Greece.

УЛОГАТА НА ДЕБЕЛИНАТА КАЈ МОНОЛИТНАТА ЛИТИУМ-ДИСИЛИКАТНА КЕРАМИКА ВРЗ БОЈАТА И ЕСТЕТИКАТА НА ПРОТЕТСКИТЕ НАДОМЕСТОЦИ IN VITRO – ЕВАЛУАЦИЈА

Краток извадок

Вовед. Бојата на природните заби е естетски параметар на насмевката кој е од исклучителна важност за изгледот на една индивидуа. При протетичката рехабилитација на забните структури во оралната регија, особено во видливите подрачја, стоматолозите се соочуваат со големи предизвици во постигнување на максимална естетика, а во исто време задоволување на очекувањата од пациентите.

Цел. Примарната цел на оваа Докторска дисертација ни беше квантитативно со спектрофотометриско мерење, да ја евалуираме разликата во бојатата (Delta E) кај глазирани монолитни изработки од литиум дисиликатна керамика IPS E.max Press® со различна транспуцентност (HT и LT) и дебелина, цементираны на три различни основи со неутрална боја на композитен цемент.

Предмет на испитување ни беше и :

- Да одредиме на која дебелина литиум дисиликатната HT керамика со (0.5, 1, 1.5 или 2mm) може најдобро да маскира средно дисколорирана подлога.
- Да определиме на која дебелина од литиум дисиликатната керамика LT керамика (0.5, 1, 1.5 или 2mm) може да маскира средно дисколорирана подлога.
- Да одредиме која дебелина од литиум дисиликатната HT керамика (0.5, 1, 1.5 или 2mm) може најдобро да маскира многу дисколорирана/метална подлога.
- Да утврдиме која дебелина од литиум дисиликатната HT керамика (0.5, 1, 1.5 или 2mm) може најдобро да маскира многу дисколорирана/метална подлога.
- Да процениме дали резултатната боја кај монолитните изработки според CIE L*ab системот повеќе зависи од дебелината на керамиката или транспуцентоста на керамиката.
- Да процениме дали постои разлика во дефинитивната боја на монолитните изработки определена преку Delta E и Delta L помеѓу HT и LT
- Да ја одредиме корелацијата помеѓу различната транспуцентност на керамиката (HT и LT) и различната дебелина на керамиката.
- Да утврдиме дали литиум дисиликатната прес HT и LT керамика може да се употребува кај силно дисколорирани/метални забни трупчиња.
- Да одредиме дали композитниот цемент во неутрална нијанса влијае на дефинитивната боја на изработките од HT и LT керамика со различна дебелина.
- Да се анализира компатибилноста на бојата помеѓу композитниот цемент Variolink esthetic Dc Ivoclar vivadent (неутрална нијанса) и соодветната try-in паста, преку мерење на разликата во бојата Delta E.
- Да утврдиме дали спектрофотометарските разлики се видливи со голо око, и дали се клинички прифатливи.

Материјал и метод. Во оваа *In vitro*-студија изработивме деведесет и шест (N=96) монолитни коронки од литиум дисиликатна стакло керамика IPS E.max® Press во A3 нијанса, од ниско транспуцентна (LT) и високо транспуцентна керамика (HT). Коронките имаа дебелина на сидовите 0.5, 1, 1.5 и 2 mm. Како основа врз која ги цементиравме коронките, изработивме деведесет и шест забни трупчиња со

коренско продолжување кои ни претставуваа различни подлоги и тоа: недисколорирана основа А3, умерено дисколорирана ND7 и многу дисколорирана основа/метална М. За цементирање на коронките употребивме двојноврзувачки композитен цемент Variolink esthetic Dc, Ivoclar vivadent со неутрална нијанса. Финалната боја на коронките пред и по цементирањето ја измеривме со не контактен интраорален спектрофотометар со оптичка геометрија 45/0° ShadePilot™ (Degu Dent, Germany). За визуелна евалуација на бојата употребивме клуч за избор на боја Vitapan® classical и уред за корекција на светлина Smile Lite MPD. Изработените примероци ги поставувавме на Kavo студио модел, на местото на горниот втор премолар и ги прицврстувавме на фантом. На тој начин симулиравме клинички услови, а целта беше да ја зголемиме прецизноста при анализата на бојата. За толкувањето на резултатите ги употребивме праг на перцепција, праг на прифатлива и клинички неприфатлива разлика. Статистичката анализа на податоците добиени од истражувањето, беше направена во статистичкиот програм SPSS 23,0, а сигнификантноста беше дефинирана на ниво на $p < 0.05$.

Резултати. Дебелината на керамиката е значаен фактор за вкупната промена на бојата Delta E ($p < 0.0001$) и кај високо транслуцентната и кај нискотранслуцентната керамика без оглед на основата. Дебелината на керамиката е значаен фактор за промена на светлоста на керамиката преставена преку Delta L, без оглед на степенот на транслуценција ($p < 0.0001$). Delta E 2,35 и 1,38, клинички прифатлива добивме кај LT коронки со дебелина од 1,5 и 2 mm при умерено дисколорирана основа. Финалната боја на монолитните литиум дисиликатни надоместоци значајно зависи од степенот на транслуценост и од бојата на основата ($p < 0.0001$). Кога бојата на основата не е дисколорирана траслуценцијата значајно не ја менува вкупната промена на бојата Delta E ($p = 0.94$), но статистички сигнификантно ја менува на светлоста Delta L ($p < 0.0001$).

Заклучок. Бојата на цементираните монолитни литиум-дисиликатни надоместоци се менува во релација со нивната дебелина. Колку е поголема дебелината на керамиката толку бојата ќе има помал удел во финалниот изглед на надоместокот. Колку поголема дисколорација на забното трупче, толку подлабока треба да биде препарацијата. Кај нискотранслуцентната керамика на 1,5 и 2 mm дебелина бојата на подлогата може потполно да се маскира, при умерено дисколорирана подлога. При силно дисколорирана подлога ниедна дебелина од НТ и LT керамиката не може да го блокира нејзиното влијание врз финалната боја на изработката.

Клучни зборови: Спектрофотометрија, транслуценција, дисколорација, керамички инготи, композитен цемент.

THE IMPACT OF THICKNESS IN MONOLITHIC LITHIUM-DISILICATE CERAMICS ON THE COLOR AND ESTHETICS OF PROSTHETIC RESTORATIONS IN VITRO – EVALUATION

Abstract:

Introduction. The color of natural teeth is an esthetic parameter of a smile that is extremely important for the appearance of an individual. During the prosthetic rehabilitation of the dental structures in the oral region, especially in the visible areas, the dentists face great challenges in achieving maximum esthetics, and at the same time satisfying the expectations from the patients.

Aim. The primary goal of this study was to quantitatively evaluate the difference in color (Delta E) in glazed monolithic restorations made of lithium disilicate ceramics IPS E.max® Press with different translucency (HT and LT) and thickness cemented on three different substrates with composite cement- neutral color.

The subject of our examination was also:

- To determine at what thickness lithium disilicate HT ceramics with (0.5, 1, 1.5 or 2mm) can mask a medium-discolored substrate.
- To determine at what thickness of lithium disilicate ceramic LT ceramic (0.5, 1, 1.5 or 2mm) can mask a medium-discolored substrate.
- To determine which thickness of lithium isilicate HT ceramic (0.5, 1, 1.5 or 2mm) can best mask a highly discolored / metal substrate.
- To determine which thickness of lithium disilicate HT ceramic (0.5, 1, 1.5 or 2mm) can best mask a highly discolored / metal substrate.
- To assess whether the resulting color in monolithic restorations according to the CIE L * ab system depends more on the thickness of the ceramic or the translucency of the ceramic.
- To assess whether there is a difference in the definitive color of the monolithic restorations determined through Delta E and Delta L between HT and LT
- To determine the correlation between the different translucency of the ceramic (HT and LT) and the different thickness of the ceramic.
- To determine if lithium disilicate press HT and LT ceramics can be used on heavily discolored / metal abatments.
- To determine whether the composite cement in a neutral shade affects the definite color of the HT and LT ceramics with different thickness.
- To analyze the color compatibility between the composite cement Variolink esthetic Dc Ivoclar vivadent (neutral shade) and the corresponding try-in paste, by measuring the difference in color Delta E.
- To determine whether spectrophotometric differences are visible to the naked eye, and whether they are clinically acceptable.

Material and method. In this in vitro study we made ninety-six (N = 96) monolithic crowns of lithium-disilicate glass ceramics IPS E.max® Press in A3 shade, from low translucent (LT) and high translucent ceramics (HT). The crowns had wall thicknesses of 0.5, 1, 1.5 and 2mm. As a basis on which we cemented them, we made ninety-six tooth abutments with root extension that represented different substrates, as follows: undiscolored base A3, moderately discolored base ND7 and very discolored base / metal M. For cementing the crowns we used dual cure composite cement Variolink esthetic Dc, Ivoclar vivadent with neutral shade. The final color of the crowns before and after

cementation was measured with a non-contact intraoral spectrophotometer with optical geometry 45/0 ° ShadePilot™ (Degu Dent, Germany). For visual color evaluation we used a Vitapan® classical shade guide and a Smile Lite MPD light correction device. We placed the made samples on a Kavo studio model, in place of the upper second premolar and attached them to a phantom. In this way we simulated clinical conditions, and the goal was to increase the accuracy of color analysis. For the interpretation of the results we used the threshold of perception, the threshold of acceptable and clinically unacceptable difference. Statistical analysis of the data obtained from the research was performed in the statistical program SPSS 23.0, and the significance was defined at the level of $p < 0.05$.

Results. The thickness of the ceramic is a significant factor for the overall color change Delta E ($p < 0.0001$) in both highly translucent and low translucent ceramics regardless of the substrate. The thickness of the ceramic is a significant factor in changing the brightness of the ceramic represented with Delta L, regardless of the degree of translucency ($p < 0.0001$). Delta E 2.35 and 1.38, clinically acceptable obtained in LT crowns with a thickness of 1.5 and 2mm on moderately discolored base. The final color of the monolithic lithium disilicate changes significantly depends on the degree of translucency and the color of the base ($p < 0.0001$). When the substrate color is not discolored, the translucency does not significantly change the final color Delta E ($p = 0.94$), but statistically significantly changes the brightness Delta L ($p < 0.0001$).

Conclusion. The color of cemented monolithic lithium-disilicate substrates changes in relation to their thickness. The greater the thickness of the ceramic, the smaller is the substrate color influence on the final appearance of the restoration. The greater the tooth discoloration, the deeper the preparation should be. In low translucent ceramics of 1.5 and 2 mm thickness, the color of the substrate can be completely masked, when the substrate is moderately discolored. In a highly discolored substrate, no thickness of HT and LT ceramics can block its influence on the final color of the restoration.

Keywords: Spectrophotometry, translucency, discoloration, ceramic ingots, composite cement

СОДРЖИНА:

1. ВОВЕД	1
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА	3
2.1. Бојата како поим и оптички својства на природните заби.....	3
2.2. Фактори кои влијаат на перцепцијата на бојата на забите и избор на нијанси во стоматологијата	9
2.3. Литиум дисиликатна керамика и нејзините оптички својства	15
2.4. Фактори кои можат да влијаат на бојата на цементируваниот надоместок.....	18
3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	23
4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА	26
4.1. Истражувачки материјал	26
4.2. Лабораториски постапки за изработка на испитуваните примероци	26
4.3. Метод на работа и дизајн на студијата.....	33
4.4. Спектрофотометриска анализа	33
4.5. Визуелна проценка на финалната боја и естетика на коронките	36
4.6. Организација на примероците по групи.....	38
4.7. Статистичка анализа	39
5. РЕЗУЛТАТИ	41
5.1. Вредности за L^* , a^* и b^* кај контролните групи и експерименталните групи.....	43
5.2. Разлики во бојата (ΔE) и светлоста (ΔL) помеѓу контролни и експерименталните групи.....	52
5.3. Разлика во бојата (ΔE) и светлоста (ΔL) во однос на дебелината	61
5.4. Разлика во бојата (ΔE) и светлоста (ΔL) во зависност од основата и транслуценцијата	80
5.5. Разлика во бојата (ΔE) помеѓу тест пастата и композитниот цемент	97
5.6. Визуелни разлики во бојата ΔE определени со Vitapan Classical	100
6. ДИСКУСИЈА	103
7. ЗАКЛУЧОЦИ	124
8. ДОДАТОК	127
8.1. Користени кратенки:.....	127
8.2. Фотографии:	128
9. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES):	132

1. ВОВЕД

Бојата на природните заби е естетски параметар на насмевката кој е од исклучителна важност за изгледот на една индивидуа. При протетичка рехабилитација, особено во видливите подрачја, стоматолозите се соочуваат со големи предизвици во постигнување на максимална естетика, а во исто време задоволување на очекувањата од пациентите. Избраниот материјал има огромно значење во креирањето на живописни и по боја усогласени изработки, бидејќи тој треба да ја апсорбира, рефлектира и пропушта светлината скоро исто како забните супстанции. Денес, денталната керамика е материјал број еден за создавање на безметални реставрации (коронки, ламинати, инлеи, онлеи и сл.) кои задоволуваат во секој поглед постојаност, биокompatibilност, цврстина и совршен колоритет.

Литиум дисиликатната керамика е тип на керамика која денес сè почесто се применува во пракса, а овозможува беспрекорно функционално и естетско интегрирање на надоместоците во оралната средина. Нејзините механички карактеристики, (цврстина од 450 Мра), перфектните оптичките својства како трансlucentијата и камелеонскиот ефект гарантираат висока естетика, квалитет и клиничка долготрајност. Оваа керамика е погодна за изработка на минимално инвазивни коронки со 1 mm дебелина, па дури и ултра тенки ламинати со дебелина од 0.3 mm, со што се штеди голема количина на забно ткиво.

Поради големата translucentност, а малата дебелина кај ваквите изработки, подлогата врз која ќе се цементираат силно ќе влијае врз финалната боја и изглед. Translucentијата се смета дека е во корелација со дебелината на керамичкиот слој, односно тенката керамка е потranslucentна. Бидејќи во секојдневната работа честопати се соочуваме со дисколорирани заби translucentијата на керамичкиот материјал може да влијае на способноста за маскирање на таа дисколорирана основа, со што можноста за промашување на нијансата се зголемува.

До скоро, двослојните безметални изработки се користеа како прв избор во ваквите ситуации, употребувајќи високо opakна керамика за јадро, наслоена со translucentна керамика. Опакната керамика има кредасто бела боја, која покрај тоа што може да ја маскира бојата на подлогата, креира безживотен

изглед на реставрацијата, па крајниот резултат може да е незадоволителен.

Денес, монолитните изработки од литиум дисиликат станаа тренд од причини што дозволуваат брза и ефикасна изработка, со поголема трајност на надоместокот за разлика од двослојните. При изработка на монолитни надоместоци, особено важно за нивната финална боја е соодветно избрана нијасна и степен на транспарентност на инготот за пресување, но и дебелината на самата керамика, која е определена од типот на реставрацијата и подлогата на која се цементира.

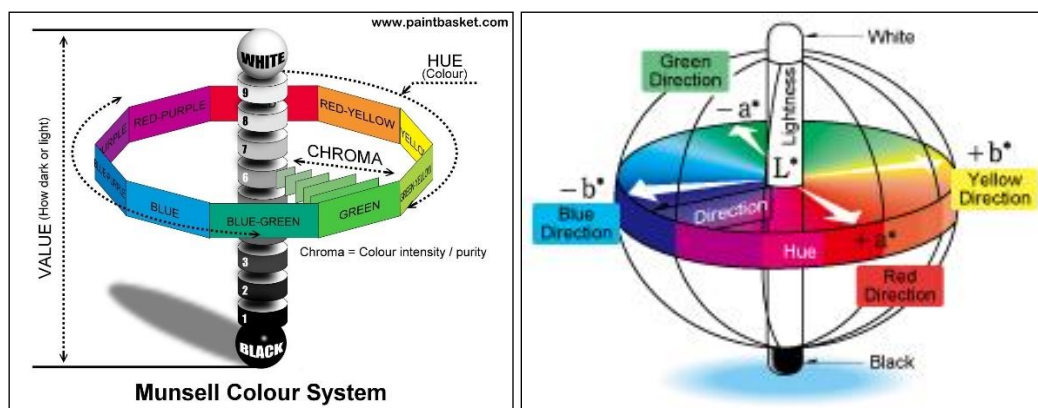
Донекаде, финалната боја на изработката може да се регулира со промена на нијансата на композитниот цемент, но не секогаш го постигнуваме посакуваниот резултат, особено кај дисколорирана подлога. Целта на употребата на опакер-заматен цемент е маскирање на потемнета подлога која може да создаде неприроден изглед кај тенките монолитни изработки. Која боја на цемент ќе се избере зависи од ефектот што планираме да се постигне, дали да се осветли или затемни надоместокот, или воопшто да не се менува. Во ваквите случаи за детерминирање на соодветна нијанса на цемент е предложена употребата на тест пасти или т.н. try-in пасти чија прецизност сè уште е дилема во праксата.

Дилемите за способноста на транспарентната керамика со различна дебелина за маскирање или потполно блокирање на дисколорирана основа кои не се доволно разјаснети во досегашните истражувања ја поттикнаа идејата за изработка на оваа докторска дисертација.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

2.1. Бојата како поим и оптички својства на природните заби

Бојата е комплексен физички, физиолошки и психолошки феномен, кој настанува како резултат на својствата и однесувањето на светлината. Сензацијата која ние ја нарекуваме боја е онаа која одговара на брановата должина од светлосниот бран кој не се апсорбира од објектот, туку се одбива од неговата површина и допира до нашето око. Таа се интерпретира како субјективен впечаток во посебен дел од нашиот мозок, преку специјалните клетки во ретината на окото. Видливата светлина за нашето око е мал дел од електромагнетниот спектар и има бранова должина од 400 до 700 nm (Chu et al., 2004; Franchi et al., 2010). Денес, главно се користат два модела за приказ за бојата и тоа: Манселовиот систем (Munsell Color Order System) и системот на комисијата за илуминација CIE System (Commission Internationale d'Eclairage)(сл. 1).

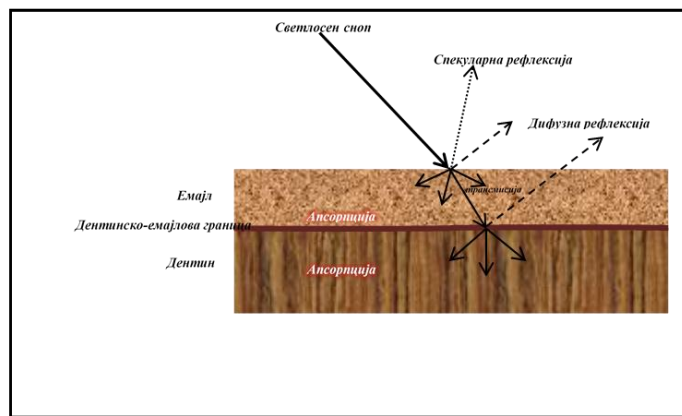


Слика 1. Модели за приказ на боја Манселовиот систем (лево) и систем на комисијата за илуминација CIE Lab (десно)

Figure 1. Color models: Munsell Color Order System (left) and CIE System (Commission Internationale d'Eclairage) (right)

Природните заби се полихроматски структури. Нивната боја е комплексно обележје кое настанува како ефект на одредени колориметриски карактеристики, внатрешни и надворешни. Внатрешните карактеристики потекнуваат од интеракцијата на светлосниот бран со забните супстанции (емајл и дентин), односно нивните оптички својства, додека надворешните се резултат на факторите кои пребојуваат (на пр. кафе, чај, цигари) и се акумулираат на површината на забот создавајќи дисколорации (Watts and Addy, 2001).

O'Brien, 1985 смета дека поради специфичната хистолошката градба на емајлот и дентинот заедно со дентинско-емајловата граница, при интеракцијата на светлосниот бран со ткивото се создава т.н. „двослоен ефект“ (сл.2).

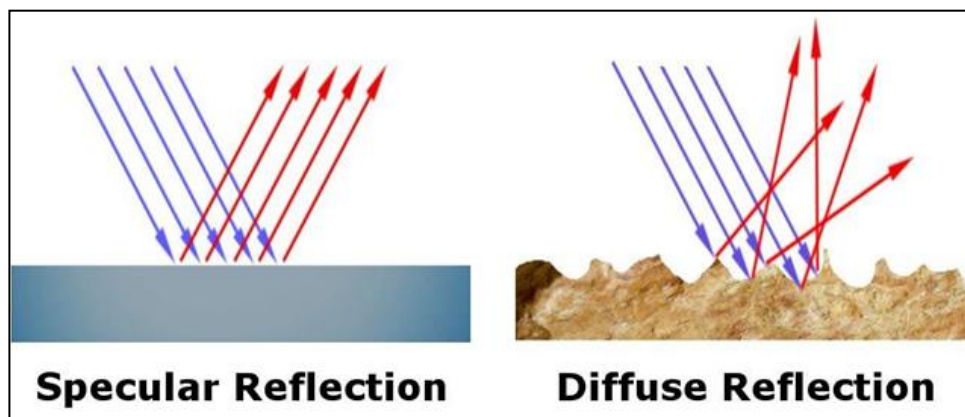


Слика 2. Интеракција на светлосниот зрак со забните супстанции (емајл, дентин) двослоен ефект

Figure 2. Interaction of light beam with dental structures (enamel and dentin)

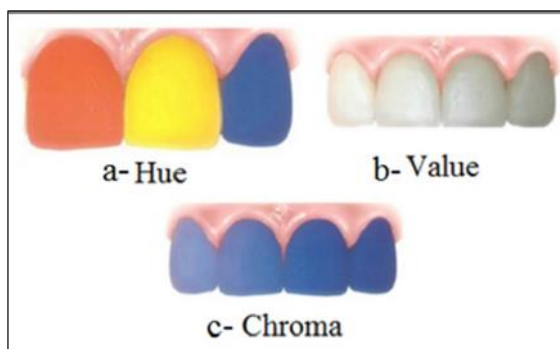
Емајлот како високо минерализирано, транспарентно ткиво има специфични површински макро и микро топографски карактеристики, кои влијаат на неговото оптичко однесување. Vanini, 2010 објаснува дека исклучително мазната површина на емајлот е прекината со вертикални развојни бразди. Тие ја претставуваат макро текстурата на емајлот, додека микро текстурата е претставена со паралелните хоризонтални линии настанати со сукцесивното создавање на емајлот т.н. перикимата. Половина од упадната светлина која ќе допре до забот ќе се рефлектира и тоа од мазната површина на емајлот ќе создаде големи зони на спекуларна рефлексија или огледална рефлексија, додека од микро релјефот ќе се направи дифузна рефлексија (сл. 3). Останатиот дел од светлосните зраци преку кристалната структура на емајловите призми ќе се трансмитираат длабоко внатре, мала количина ќе се апсорбира, а остатокот се расејува од опалесцентната интерпризматска супстанца. Кога расеаниот зрак ќе допре до дентинско-емајловата граница повторно настанува дифузна рефлексија на половина од светлината, а останатата порција од зракот се апсорбира и расејува внатре во дентинот. Калцифицираното ткиво на дентинот е главно со жолта боја и со релативно висок степен на опацитет кој е последица на неговата тубуларна градба (Vaarkamp et al., 1995). Однесување на светлосниот зрак со ткивото објаснува како настанува бојата на забот, односно

објаснува дека главна улога во детерминирањето на бојата на забите припаѓа на дентинот, а трансlucentијата на емајлот служи како модификатор на бојата помалку или повеќе пропуштајќи светлина внатре.



Слика 3. Спекуларна и дифузна рефлексija.
Figure 3. Specular and diffuse reflection

Главни димензии на бојата на забите се: обојувањето (h , hue), сатурацијата или интензитет на бојата (C , Chroma) и светлоста, (L , value, lightness) (сл. 4). Трансlucentијата денес се смета за четврта карактеристика на бојата на забите. Како секундарни карактеристики на бојата се сметаат опалесценцијата, флуоресценцијата и оптичката густина и фибер-оптички карактеристики.



Слика 4. Карактеристики на бојата на забите а) обојување б) светлост с) заситеност
Figure 4. Tooth color characteristics a) hue b) value c) chroma

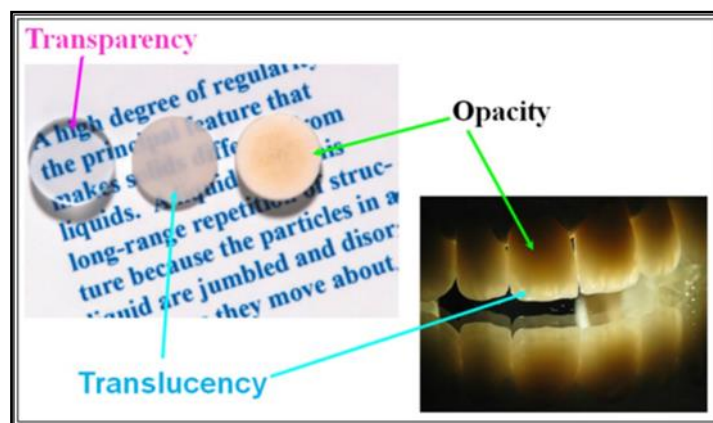
Обојувањето (h) е димензија на бојата со која клиничарот прави разлика помеѓу различните фамилии на бои. Секоја вредност за обојувањето се однесува на различна бранова должина од електромагнетниот спектар, кој е видлив за човековото око. Природните заби имаат вредности за h кои се наоѓаат во распонот од жолто, жолто-портокаловиот до црвениот дел на

тридимензионален боен простор. Според Clark, 1931 основаната боја (hue) варира од 6 YR (yellow-red) до 9.3 Y (yellow) во тркалото на боите. Најчесто користениот клуч за одредување на боја Vitapan Classical е категоризиран по обојувањето во четири групи на нијанси и тоа А (црвено-портокалови), В (жолти), С (сиви), D (црвено-сиви). Денес во ерата на високо белени заби обојувањето како карактеристика станува сè помалку важно.

Хромата или сатурацијата (C) ја претставува чистината, односно јасноста на бојата на забот и главно потекнува од дентинот. Колку дентинот ќе има хроматично влијание, зависи од дебелината и заматеноста (опацитет) на емајлот. Поради различната дебелина на емајлот, одејќи од гингивално кон инцизално се формира т.н. хроматичен градиент, односно бојата на забот е најинтензивна во гингивалната третина. Со зголемување на хромата забот станува потемен и обратно. Природните заби генерално имаат ниска вредност на хромата и висока светлост, па затоа нивните нијанси тешко се разликуваат. Од целиот забен низ канините се најхроматични.

Светлоста на забот (L) е определена од целокупната количина светлина која се рефлектирала од неговата површина. Генералната светлост (ниво на белина) на забот во потполност зависи од светлоста на емајлот и не е зависна од основната боја на забот. Забите со висока светлост изгледаат витално, додека забите со ниска светлост изгледаат сиви, темни и безживотни. Светлоста е најважна карактеристика на забите при усогласување на боите при изработка на протетски конструкции. Колку е подебел емајлот толку е помала неговата транспарентност, а толку повеќе светлина се рефлектирала од неговата површина со што забот станува посветол. Средната третина на забот е посветла, отколку инцизалниот раб. Инцизалната третина има слој од емајл без дентинска подлога кој целосно ја пропушта светлината и затоа има зони на синкаста или килибарна опалесценција. Светлоста на забот е променлива и во текот на животот. Со стареењето емајлот станува потенок, видливо потенок и стаклест што резултира со пониско ниво на светлост (Jahangiri et al., 2002). Со користење на порцелан со ниска хрома и мала транспарентност светлоста на реставрацијата може да се зголеми. Светлоста и транспарентноста се обратнопропорционални. За да се добијат реставрации со поголема естетика, денес производителите постојано се во мисија на пронаоѓање на керамика кој ќе биде подеднакво и светла и транспарентна.

Транслуцентноста може да се дефинира како градиент помеѓу транспарентност - целосно пропуштање на зраците и opakност - тотално блокирање на зраците (сл. 5). Со зголемување на транслуценцијата поголема количина на светлина се пропушта низ забот, а помалку се рефлектира од него правејќи го да изгледа потемен. Fondriest, 2004 смета дека транслуценцијата на емајлот варира во зависност од различниот агол на упадна светлина, површинската текстура и сјај, како и нивото на дехидрираност на забот. Влажниот емајл Brodbelt et al., 1980 велат дека покажува повисока транслуценција за разлика од сувиот и дехидриран емајл. Ова се јавува како последица на замената на водата со воздух околу емајловите призми на забната површина и нивните разлики во индексите на прекршување на светлината.



Слика 5. Приказ на транслуценција, транспарентност и опациетет
Figure 5. Presentations of translucency, transparency and opacity

Генерално, транслуценцијата на забите зависи и од дебелината на емајлот. Колку е тој потенок бојата на дентитот станува многу поевидентна и забот изгледа похроматичен. Во транслуцентноста на забите исто така голема улога игра и површинската микро и макро текстура на емајлот. Хроматичноста на забот многу потешко се евалуира кога тој има голема транслуценција, за разлика кога е поопакен (Fondriest, 2003; Baratieri et al., 2005).



Слика 6. Приказ на различен степен на транслуцентност: низок, умерен и висок
Figure 6. Display of different degree of translucency: low, moderate, high

Транслуценцијата на забите се менува и со возраста. Кај младите индивидуи подебелиот слој на емајл го прави забот потранслуцентен и забите изгледаат повитално, додека со стареењето како доаѓа до абразија на емајлот, забите стануваат поопацицентни. На сликата 6 е прикажан изглед на заб со различно ниво на транслуценција.

Опалесценција е оптички феномен кога еден објект изгледа како една боја кога светлината се рефлектира од него, а друга боја кога светлината се пропушта низ него. Именувана е по изгледот на каменот опал каде што оваа појава најпрво била забележана. Емајловите хидроксилапатитни кристали се групирани во цврсто пакувани маси кои формираат призматични емајлови стапчиња. Како што светлината минува преку секое емајлово стапче, настанува рефракција на светлината на внатрешната и надворешната површина на забот. Светлината се распрскува на помали бранови должини од видливиот спектар правејќи го опалесцентниот објект посинкаст кога се гледа под рефлектирана светлина и попортокалов кога се гледа под трансмитирана светлина. Емајлот има поголема опалесценција од дентинот. Оваа карактеристика најдобро се забележува кога се опсервираат централните инцизиви, а се прикажува во форма на сина трака, лоцирана во близина на инцизалниот раб т.н. опалесцентно хало. Gaber et al., 2000 сметаат дека опалесценцијата прави забот да изгледа посветол, витален и дава еден вид на длабочина и живописност. Опалесценцијата на забот зависи од подлогата врз која се набљудува забот. Кај керамичките системи опалесценцијата може да се искористи во решавање на естетски проблеми поврзани со светлоста и транслуценцијата со цел создавање на високо естетски и незабележливи реставрации (Yamamoto, 1989; Ward et al., 1995).

Флуоресценцијата е процес на апсорпција на светлина од една супстанца проследено со спонтано зрачење на енергија во вид на светлина со фреквенција пониска од апсорбираната. Забот го апсорбира амбиенталното, невидливото ултравиолетово зрачење, а потоа го емитира назад примарно како сина светлина. Според Winter, 1993 забот всушност станува еден вид извор на светлина со 400-450 nm бранова должина. Флуоресценцијата е присутна и кај емајлот и кај дентинот, но бидејќи интензитетот е во корелација со количината на присутната органска материја, трипати е поголема кај дентинот. На дневна светлина флуоресценцијата овозможува забите да блескаат и да изгледаат

сјајни, побели и посветли. Колку дентинот е пофлуоресцентен, толку забот ќе изгледа посветол (висока вредност за L), а хромата ќе биде пониска. Според Clark, 1931 флуоресценцијата изгледа како бојата да доаѓа одвнатре и дава живописност на природните заби.

Емајлот е *оптички густа супстанца*, која од двете страни е ограничена со материји со изразито ниска оптичка густина, воздухот од една страна и дентинот од друга. Транслучентните, оптички густе материјали апсорбираат и пропуштаат повеќе светлина внатре, а помалку рефлектираат бидејќи за тоа е потребно светлосниот зрак да падне на површината под скоро прав агол. Овој ефект е сличен на патување на зракот низ фиброоптичките кабли. Со зголемување на оптичкиот дензитет на емајловиот слој на керамичките изработки се репродуцираат фиброоптичките карактеристики на природниот емајл. Ваквите изработки во исто време ќе изгледаат и светли и транслучентни.

2.2. Фактори кои влијаат на перцепцијата на бојата на забите и избор на нијанси во стоматологијата

Перцепцијата на бојата, се базира на субјективна проценка, па затоа различни индивидуи различно може да ја толкуваат истата. Осветлувањето, набљудувачот и околината играат витална улога во начинот на кој ја распознаваме и евалуираме бојата (Sim et al., 2001).

Осветлување

Без квалитетно осветлување со соодветен интензитет практично е невозможно да се изведе правилно и прецизно определувањето на бојата на забите. Интензитетот на осветлувањето влијае на перцепцијата на бојата преку контрола во ширењето на пупилата (Carsten, 2003) и продорот на светлина во човечкото око, додека различните типови на осветлување (Commission Internationale de l'Éclairage, 1971) влијаат преку различниот спектар на светлина кој го емитираат. Препорачано е во ординациите кои имаат мал пристап до дневна светлина да се користат D₅₀ тип на вештачко осветлување со температура на бојата од 5500°K (келвини) кое е најблиску до природната светлина по квантитет и квалитет. Со оглед дека во просторот на ординациите се мешаат разни извори на светлина, па за да се истата стандардизира се

употребуваат уреди за корекција на осветлувањето со зрачење во полн спектар. Денес, постојат голем број на мали практични уреди за корекција на осветлувањето кое директно се насочува кон забот и се употребуваат за намалување на грешките при усогласување на бојата (сл. 7).



Слика 7. Уред за корекција на светлината со температура на бојата од 5500°K
Figure 7. Light-correction device with color temperature 5500°K

Бојата на забот може погрешно да се перципира и како резултат на феноменот *метамеризам*, кој значи дека бојата на еден објект може да изгледа различно во зависност од изворот на светлина. Кога два објекта се гледаат истовремено под исто светло може да изгледаат дека имаат иста боја, а всушност вистински да се разликуваат во бојата гледани под друго светло. Тие се наречени метамери. Па така, доколку забите се гледаат на собна светлина ќе изгледаат пожелти, а на флуоресцентна светлина посини (сл. 8).



Слика 8. Метамеризам кај природните заби гледани под различен извор на светлина

Figure 8. Metamerism in natural teeth seen under different light source

За да се намали метамеризамот при определување на бојата потребно е да се контролира осветлувањето, а бојата да се спореди и на неутрална дневна индиректна светлина и на коригирано флуоресцентно светло. Во спротивно

реставрацијата може да се совпаѓа во бојата под светлото во ординацијата, но надвор на дневна светлина да е сосема различна боја.

Набљудувач

Окото е главен орган кој преку фотосензитивните клетки ја прима светлината, а потоа во мозокот стимулусот се интерпретира како боја. Секој од нас различно може да ја интерпретира истата боја. Одредени промени и заболувањата на видниот апарат можат да го нарушат процесот на распознавање и гледање на боите. Овде се набројуваат: возраста, уморот, исхраната, емоциите, употребата на лекови и други супстанции, слепило за бои, хронични заболувања и слично.

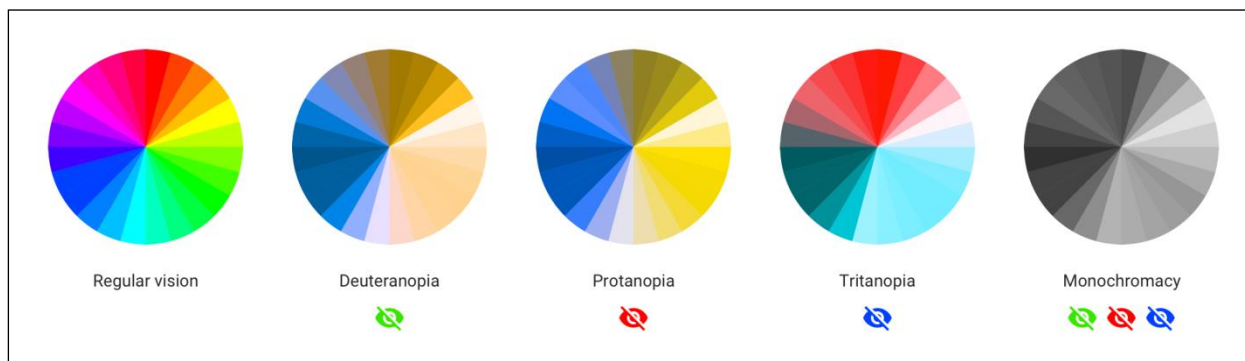
Со стареењето корнеата и леќата на окото пожелтуваат, па диференцијацијата помеѓу белите и жолтите нијанси станува сè потешка. Овој процес започнува околу триесеттата година, станува позабележителна околу педесеттата, а после шеесеттата е и клинички сигнификантна (Paravina, 2009; Analoui et al., 2004). Покрај возраста, уморот на терапевтот може да влијае на прецизноста при колорното усогласување. Тој може да биде системски, локален или ментален. При замор способноста за детеминирање на обојувањето и хромата се намалува, па бојата се перципира како избледена или матна.

Исхраната е особено важна како за целокупното здравје, така и за здравјето на органот за вид. Докажано е дека избалансираната и разновидна храна богата со минерали и витамини влијае на превенција на макуларната дегенерација, која од друга страна може да доведе до бавно губење на видот и проблеми во определување на бојата (Age-Related Eye Disease Study Research Group, 2010).

Емоциите играат голема улога во тоа како набљудувачот ја перципира бојата и тоа главно преку вегетативната регулација на дијаметарот на пупилата. Притоа преку контролата на количината на светлината која влегува во окото, бојата на даден објект може да изгледа различно кога сме во добро расположение или под стрес (Gimbel, 1994).

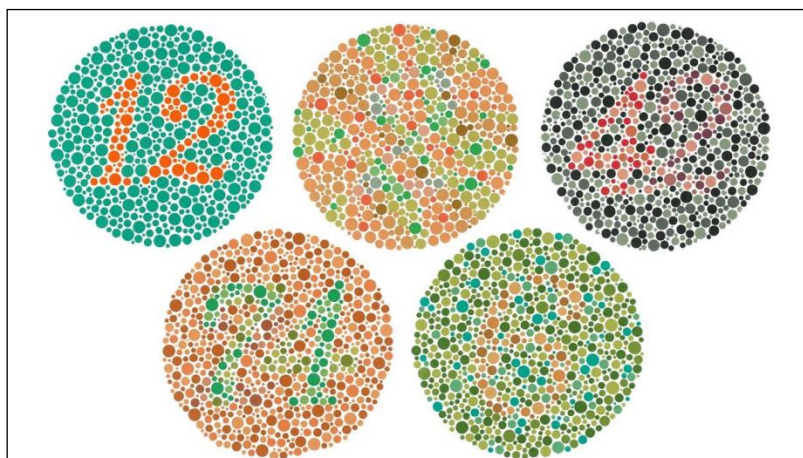
Хроничните заболувања како мултипла склероза, дијабетес, заболувања на црниот дроб и многу други кои секундарно го оштетуваат окото можат да доведат до погрешна перцепција на бојата.

Употребата, а уште полошо злоупотребата на лекови, алкохол или кофеин може да го промени расудувањето при избор на боја (Fraunfelder, 1996; Rassi et al., 2016; Carsten, 2003)



Слика 9. Недостатоци во гледањето на боја
Figure 9. Color vision deficiencies

Генетските нарушувања и недостатоците во гледањето на боја или т.н. слепило за бои прави потешкотии во гледањето на црвена, зелена и сина или комбинација од овие бои (сл. 9). Иако е ретко застапено, се смета дека се јавува кај 0.5% од женската и 8% од машката популација (Wasson and Schuman, 1992; Wong, 2011). Овие пореметувања можат да се откријат со различни видови на тестови, а еден од најпознатите е Ишихара тестот за слепило на бои (сл. 10).



Слика 10. Примероци од тест-плочите на Ишихара тестот за слепило на бои
Figure 10. Samples of the testing disks from Ishihara color blindness test

Прецизноста во одредување на бојата во литературата се смета дека е поврзана и со тренингот и едукацијата на набљудувачот (Ristic et al., 2016; Corcodel et al., 2018; Udiljak et al., 2018).

Околина

Способноста на стоматологот за јасно, прецизно и објективно евалуирање на бојата може да биде променета од страна на визуелниот феномен наречен оптички контраст. Притоа, како резултат на оптичките илузии кои се создаваат под влијание на опкружувањето, доаѓа до пореметување на реалната слика. Постојат повеќе видови на контрасти и тоа: светлосен контраст, контраст на нијанси, хроматичен контраст, размерен контраст, просторен контраст, последователен контраст, симултан контраст итн.

Светлосниот контраст се јавува кога позадината врз која се опсервира објектот или околината е потемна или посветла од него. На пример, ако позадината е темна објектот ќе изгледа посветол и обратно. Па така врз бојата на забите значително ќе влијае опкружувањето како бојата на кожата, косата, бојата на очите како и светлоста на соседните заби и бојата на периодонциумот.

Избор на нијасни во стоматологијата

Во стоматологијата постојат два метода за *определување на бојата на забите* и тоа визуелен и инструментален метод.

Визуелниот е економичен па како резултат на тоа и е најчесто користен метод во секојдневната пракса. При овој метод користиме фабрички произведени стандарди, односно водичи за боја или клучеви за избор на боја, составени од одреден број на примероци групирани во нијанси и организирани на различен начин. Постапката ја изведуваме на тој начин што со голо око ги споредуваме нијансите од клучот со бојата на природните заби и одредуваме кој од тие примероци има најприближна боја со нив. На пазарот денес се присутни голем број на вакви клучеви од разни производители, но како најпопуларни се сметаат Vita Classical, Ivoclar Chromascop и Vita 3D Master. Визуелниот метод се смета за непостојан и субјективен поради тоа што човечкото око може да биде под влијание на многу фактори кои создаваат услови за бајас во перцепцијата на бојата.

Вториот метод за проценка на бојата е инструменталниот метод. Тој се изведува со употреба на уреди како колориметри, спектрофотометри и спектрорадиомери, па дури и дигитални камери. Спектрофотометрите функционираат на тој начин што ја мерат брановата должина на

рефлектираниот светлосниот зрак од забот и имаат најголема прецизност во однос на другите инструменти. Пример за такви спектрофотометри се ShadePilot, Vita easysshade, Shade eye NCC, Shade scan, Shade rite dental vision system, Spectroshade итн. Се смета дека инструменталното идентификување на бојата на забите претставува метод кој со својата константност може да ја намали грешката при избирањето на боја, а со тоа и зголемување на успехот на протетската терапија. Употребата на спекторфотометрите ја зголемува точноста на мерењето за 33% во споредба со визуелната метода и успехот во колорната определба го зголемува на 93,3% (Chu et al., 2010; Lehmann et al., 2011; Llana et al., 2011; Khashayar et al, 2012; Lasserre et al., 2011).

Системот на комисијата за илуминација или скратено CIE* се базира на три стимулусни координати и дозволува нумеричко изразување и математичко пресметување на бојата. Како најчесто користени модели се сметаат CIE L*a*b* и CIE L*C*h° системите. Инструментите за определување на бојата го користат токму овој систем и на квантитативен начин ја претставуваат секоја нијанса. Во првиот модел L* е вертикалната ахроматична координата која ја претставува светлоста на бојата и варира од црно до бело и сиви нијанси помеѓу, а хоризонталните хроматични координати се a* (зелено–црвена) и b* (сино-жолта). Зелено-црвената координата се простира од +a* во црвениот дел од спектарот до -a* за зелениот, додека b* се наоѓа во распонот од +b* жолтиот и -b* за синиот дел од спектарот. Во вториот модел хроматичната координата е C* и претставува заситеноста на бојата, додека h° (hue angle) е аголот кој го зафаќа бојата во сферата на овој боен систем, додека L* е иста како во претходниот модел и се движи од 0 (црно) до 100 (апсолутно бела). Разликата на бојата помеѓу два објекта според двата модела L*a*b* или L*C*h е претставена преку Delta E (ΔE), а разликата помеѓу тонот на бојата може да се претстави како Delta L (ΔL). Вредноста на ΔE_{ab} се пресметува според следната формула (CIE, 1978):

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

Определувањето на колорните разлики е широко поле на интерес во науката за бојата. Најчесто користени прагови во определувањето на разликите во бојата се прагот на визуелна перцепција и прагот на прифатливост или толеранција (International Organization for Standardization, 2011; Pérez et al., 2011). Овие прагови служат како алатка за контрола на квалитет при селекцијата

на денталните материјали, за евалуација на нивните клинички перформанси, и за интерпретација на визуелните и инструменталните анализи во клиничките и лабораториските истражувања за бојата (Wyszecki and Stiles, 1982; Pérez et al., 2000; Kuehni, 2011; Melgosa et al., 2001).

Во голем број студии овие прагови ги употребиле за евалуација на ефикасноста на средствата за белење на забите, компарации на визуелните и инструменталните усогласувања на бојата, стабилноста на бојата на материјалите и за испитување на клучевите за избор на боја (Uchimura et al., 2014; Moon et al., 2014). Прагот на перцептибилност се однесува на најмалите разлики во бојата кои можат да се детектираат од страна на набљудувачот. 50:50% праг на перцептибилна толеранција се однесува на ситуациите кога 50% од обсерверите ќе забележат разлика во бојата помеѓу два објекта, а останатите 50% нема да забележат разлика. Аналогно на тоа прагот на прифатливост се однесува на разликата во бојата на една дентална реставрација која за 50% од набљудувачите е клинички прифатлива, а останатата половина смета дека бојата е промашена и треба да се изработи нова (Paravina, 2009).

Студиите за овие прагови датираат уште многу одамна. Kuehni and Markus, 1979 во своето истражување на текстилни примероци и мат бои под оптимални услови за опсервација добиле праг на перцептибилна толеранција од Delta E 1. Ruyter et al, 1987 добиле праг на клиничка прифатливост од Delta E 3.3 при истражување на монохроматски композитни дискови. Слична на оваа студија 50% од набљудувачите ја негирале разликата во бојата при Delta E 2.7 (Ragain and Johnston, 2000). Сите разлики над овие прагови се клинички неприфатливи и означуваат дека бојата на изработката е комплетно промашена и треба да се изработи нова. Во една *In vivo* студија како граница на клиничка прифатливост се предлага Delta е 5,5 единици (Douglas et al., 2007).

До денес сепак и покрај бројните истражувања, не постои едногласен став во однос на овие прагови поради различните методи на стандардизација на условите во кои истите се спроведуваат (Paravina et al., 2019).

2.3. Литиум дисиликатна керамика и нејзините оптички својства

Во истражувањето спроведено од Американската академија за козметичка стоматологија во 2015 год. на прашањето насочено кон докторите стоматолози

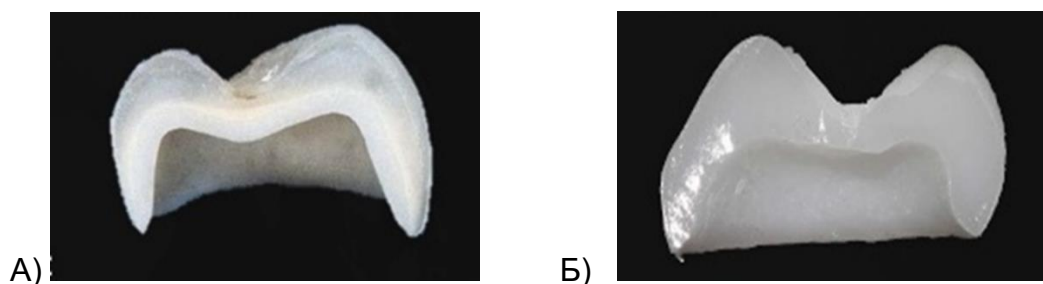
„Кој реставративен материјал би го употребиле за себе?“ 84% се определиле за литиум дисиликатната керамика (American Academy of Cosmetic Dentistry, Survey 2015). По состав оваа керамика е кварц, литиум диоксид, фосфор оксид, алуминиум, калиум оксид и други компоненти. Композицијата на литиум дисиликатна стакло керамика е приближно 70% волуменски дел игличеста кристална фаза расфрлана во стаклен матрикс. Уникатната кристална структура овозможува лесна контрола на големината, формата и густината, допринесувајќи за поголема цврстина и трајност. Реставрациите кои се креираат од литиум дисиликатната керамика имаат перфектни естетски карактеристики поради нискиот рефракторен индекс и солидни оптички својства, и покрај високата содржина на кристална фаза која овозможува висока транспарентност (McLaren and Phong, 2009; Tysowsky, 2009; Reynolds and Roberts, 2010). Оваа керамика е погодна за изработка на монолитни конструкции со висока естетика поради нејзините карактеристики (Giordano and McLaren, 2010; Chaiyabutr et al., 2011).

Во клиничките студии литиум дисиликатната керамика покажала ветувачки резултати во однос на структурниот интегритет, без механички оштетување, како фрактури или поткршувања во периодот од 2 години (Fasbinder et al., 2010; Reich et al., 2010).

Литиум дисиликатната Еmax керамика има две форми и две технологии за изработка на надоместоци и тоа: хомогенизирани инготи со различни степени на транспаренција и опацитет кои ја користат техниката на жешко леење под притисок (прес-техника) и прекристализирани блокови кои машински се обработуваат и за кои се користи CAD/CAM технологија. Широкиот опсег на расположливи инготи со различни нијанси дава ширина на индикациите за употреба на оваа керамика. Постојат монохроматски и полихроматски (мулти) инготи во три големини. Монохроматските инготи имаат три степени на транспарентност НТ-висока, МТ- средна и ЛТ-ниска транспарентност, понатаму два степенa на opakни инготи МО-средни и НО-високо opakитетни инготи и опалесцентни инготи или опал-инготи со два степенa на светлост (опал 1 и опал 2). Полихроматските или мулти инготи имаат градуирана транзиција на бојата од цервикално кон гингивално и имаат посебни инструкции за изработка. Изборот на боја за изработка на безметални конструкции е потпомогнат и од

специјално изготвен водич за избор на инготи и компјутерска апликација, кои се составен дел од целиот керамички систем.

Литиум-дисиликатниот керамички систем без оглед на методот, може да се употреби за изработка на монолитни, во полна контура безметални изработки (еднослојни) или за изработка на јадро кои потоа се наслојува со керамика за изработка на двослојни надоместоци (сл. 11). Најслабото место кај двослојните целосно керамички реставрации е врската меѓу јадрото и керамиката на фасетката (Odman and Andersson, 2001; Raigrodski et al., 2006; Conrad et al., 2007). Неколку студии докажале дека најчестата промена која доведува до пропаѓање на реставрацијата и неуспех на третманот како пукањето или поткршувањето на фасетката е токму на спојот на фасетката со јадрото (Guazzato et al., 2004; Vult von Steyern et al., 2005; Sailer, 2007).



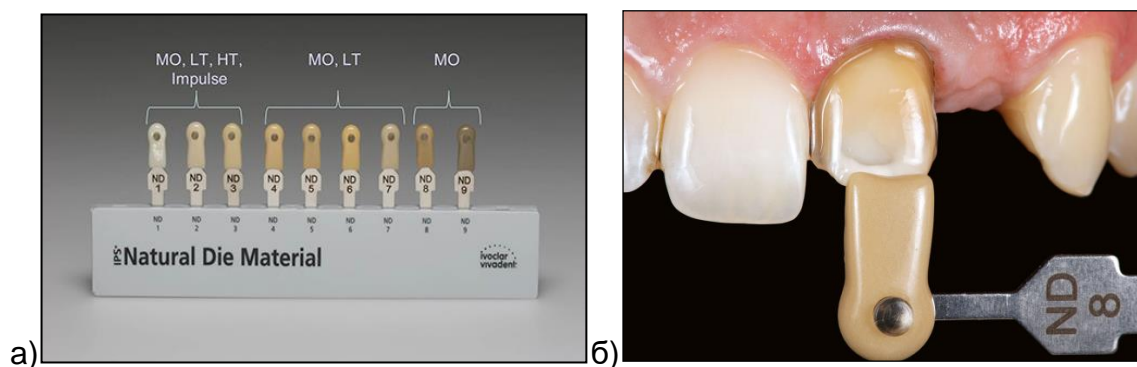
Слика 11. Пример за литиум дисиликатни коронки А) двослојна Б) монолитна
Figure 11. Example of lithium disilicate ceramic crowns A) bilayered B) monolithic

Монолитните изработки се многу поцврсти и многу порезистентни на фрактури под притисок за разлика од двослојните целосно керамички изработки. Johansson et al. 2013 во нивното истражување добиле дека монолитните литиум дисиликатни надоместци се отпорни на кршење на сила од максимум 1856 N. Кај овие реставрации почесто се случуваат целосни фрактури и тоа како најчеста причина се наведува недоволната дебелина која е одговорна за цврстината на надоместокот (Nawafleh et al., 2017).

Според истражувањето на Griggs, 2007 монолитните реставрации изработени со прес техниката се најдолготрајни, по нив се CAD/CAM изработките, а најкраток рок имаат реставрациите изработени со техниката на наслојување.

Монолитните реставрации преку оптичките својства на керамика овозможуваат и перфектна естетика на надоместокот, но само доколку бојата е

беспрекорно усогласена со природните заби. Нијансите на овие реставрации можат донекаде да се модифицираат со површинска техника на боене, со додавање на пигменти. Но, прекумерната површинска карактеризација со пигменти не само што не е доволна за коригирање бојата, туку може да направи реставрацијата да ја загуби живописноста, да ја намали нејзината флуоресценцијата и да го зголеми метамеризмот. Исто така овие пигменти со текот на времето можат да избледат и да се абрадираат. Затоа при избор на боја на керамика која ќе се употреби за изработка на монолитните реставрации особено е важно добро да се соработува со заботехничката лабораторија и правилно да се избере бојата на препарираниот забно трупче и целната нијанса која сакаме да ја репродуцираме.



Слика 12. а) Клуч за избор на боја на забното трупче б) примена на клучот
Figure 12. a) Shade guide for color matching of abutment b) implementation of the shade guide

За да може забниот техничар да креира изработки со адекватна боја и притоа тие да изгледаат скоро идентично на природните заби соодветен пренос на информации за бојата на основата е неопходно. Таа се се определува со помош на специјален клуч за избор на нијанса на забното трупче (сл. 12 а и б). Врз база на добиената боја техничарот изработува подлога со соодветна нијанса од светлосно полимеризирачки композит Natural Die Material, за да ја репродуцира истата нијанса како на забното трупче.

2.4. Фактори кои можат да влијаат на бојата на цементирианиот надоместок

Во стоматолошката пракса постојат различни третмани кои се употребуваат за корекција на бојата на забите. Белењето како еден од методите се смета дека е безбеден и ефикасен третман, но резултатите од истиот се

непредвидливи и можат да предизвикаат хиперсензитивност и болка (Peumans et al., 2000; Griffiths et al., 2008).

Најчесто како решение за прекривање на дисколорирани заби, покрај процедурата белење на забите, се користи изработка на ламинати или други видови на естетски протетски конструкции од керамика, кои можат да ја маскираат или редуцираат дисколорацијата и со голема прецизност да ги имитираат природните забни супстанции (Aristidis and Dimitra, 2002; Fradeani et al., 2005).

Целосно керамичките монолитни реставрации кои иако технички се изработени во една целина, во клинички услови имаат доста комплексен изглед, поради помалата или поголемата трансплуцентност на керамиката. Факторите кои можат да влијаат на нивната финална нијанса и естетски изглед се: бојата на препарираното забно трупче (подлогата), дебелината и бојата на самата керамика, оптичките својства на керамиката, степенот на трансплуцентност на керамиката, нијансата, видот и дебелината на композитниот цемент (Barath et al., 2003). Како дополнителни фактори кои се спомнуваат, а можат да ја променат крајната боја на надоместокот се бројот на печења на керамиката, температурата на печење, брендот на керамиката и употребената техника за изработка (Jorgenson and Goodkind, 1979; Rosenstiel and Johnston, 1988; Groh et al., 1992).

Brodbelt et al. 1980 сметаат дека еден од главните каузи за протетски неуспех е неусогласениот степен на трансплуцентност на реставрацијата со природните заби Yu et al., 2009 се согласуваат дека за да се постигне оптимален естетски ефект не е потребно само репродуцирање на бојата на природните заби, туку и степенот на нивната трансплуценција. Од друга страна степенот на трансплуценцијата може да зависи од дебелината на керамиката (Heffernan et al., 2002), присутната кристална компонента во неа (El-Meliegy, 2003), повторените боења (O'Brien et al., 1991; Cho, 2006), големина на честичките, содржината на пигментите, бројот, големината и дистрибуцијата на внатрешни порозности во керамиката.

Со промена на дебелината на керамиката трансплуцентноста на реставрацијата се менува. Генерално е прифатено дека колку е помала дебелината, толку поголема ќе биде трансплуценцијата на керамиката (Kingery et al., 1976). При приказ на податоците за нивото на трансплуценција на една

керамика никогаш не е пропратено со информација за дебелината на керамиката (Kim et al., 2016; Antonson and Anusavice, 2001).

Wee et al., (2002) сметаат дека иако трансlucentијата може да ги подобри оптичките својства на надоместокот и да допринесе за подобрување на нејзината живописност, усогласувањето на бојата кај ваквите изработки со природните заби може да биде усложнено поради транспарирањето на бојата на основата преку керамичкиот слој.

Трансlucentијата може да влијае и на продорот на полимеризиращката светлина низ материјалот. Количината на пропуштена светлина од полимеризационата лампа е важен аспект за адхезивното цементирање на безметалните изработки, со оглед дека голем број двојноврзувачки цементи имаат висока сензитивност на дополнителната сина светлина. Во истражувањето на Ilie and Stawarczyk, 2014, при евалуација на трансмисијата на светлина преку циркониумска керамика при различни дебелини се препорачува употреба на двојноврзувачки цемент со помала светлосна сензитивност при дебелина на реставрацијата од 1.5 mm за светла и кај 0.5 mm дебела темна циркониумска реставрација.

Vegum et al., 2014 испитувале дискови со различна дебелина 0,5, 1 и 1.5 mm од два типа на керамика литиум дисиликатна и леуцитна керамика изработени со техниката на жешко леење под притисок, цементиран со две нијанси на композитен цемент трансlucentен и заматен, врз С3 подлога направена од композит. Притоа установиле дека дебелината на керамиката е сигнификатна за бојата на дефинитивната изработка. Преку зголемување и намалување на дебелината на изработката се направени обиди за манипулација со бојата на реставрацијата и маскирање на подлогата. Тие го нагласуваат фактот дека во клинички услови просторот за сидот на изработката често е ограничен, па дебелината на реставрацијата скоро секогаш е минимална и не многу може да се манипулира со неа, бидејќи за да се осигура цврстината на материјалот секогаш е потребно придржување на минималните длабочина на препарација.

Некои автори сметаат дека покрај дебелината на керамиката можеби и дебелината на цементниот слој има влијание врз конечната боја на реставрацијата (Sekic-Nagas et al., 2010). Според резултатите пак на Vichi et al., 2000 при испитување на дискови од керамика, дебелината на цементот од 0,1 и

0,2 mm има само минимално влијание врз финалната резултанта нијанса на надоместокот. Тие објаснуваат дека со оглед на тоа што овој параметар може да биде контролиран од клиничарот само до одредени граници не треба да се употребува како процедура за корекција на бојата. Во истата студија тие го испитувале и влијанието на цементите врз способноста за прекривање на дисколорирани неметални основи врз финалната боја и установиле дека достапноста на различните нијанси на композитни цементи овозможува само минорна естетска корекција на дисколорирани абатмени. Разликите во бојата инструментално со спектрофотометар биле детектибилни, но не и клинички релевантни.

Според истражувањата на Alghazali et al., 2010 кај ламинатите со дебелина од 1 mm, нијансата на цементот е важен фактор кој ја модифицира финалната боја на изработките. Воедно, тие велат дека пастите за проба на конструкциите Try-in пасти не се компатибилни на соодветниот цемент и дека нивната боја се разликува за 1,05-3,34 ΔE единици од нијансите на цементот. Можноста за прецизно одредување на нијансата на композитниот цемент што би го користеле и предвидување на дефинитивната боја на идната реставрација ги прави тест пастите привлечни за користење од страна на стоматолозите. Притоа, од исклучителна важност е колку бојата на овие пасти е компатибилна со бојата на композитниот цемент и колку нивното неусогласување може да биде клинички прифатливо. Во литературата постојат контроверзни сознанија и ставови за нивната прецизност, па затоа се потребни поголем број истражувања, особено клинички студии каде би се оправдала или негирала нивната употреба (Rigoni et al., 2012; Xu et al., 2014).

Исто така во литературата постојат студии кои укажуваат дека со зголемување на дебелината на керамиката светлоста на керамиката, величината L^* се намалува, правејќи ја финалната боја на конструкцијата помалку светла (Uludag et al., 2007; Ozturk et al., 2008; Sinmazisik et al., 2014; Oh, and Kim, 2015), но и такви кои велат дека зголемувањето на дебелината води до зголемување на белината на реставрацијата (зголемување на L^*), а намалување на нејзината транслуценција (Turgut et al., 2014).

Во многу клинички случаи редукцијата на забна супстанца од 2 mm не е возможна без притоа да се експонира пулпата или компромитира цврстината на преостанатото забно ткиво.

Во студијата направена од Kürklü et al., 2013 е установено дека неутралната боја на цемент кај изработките со дебелина од 0.5-1 mm не дава клинички видлива промена во дефинитивната боја, но доколку се користи opak цемент или друга нијанса, финалната боја ќе се промени сигнификантно.

Влијанието на композитниот цемент врз бојата на керамичката реставрација е испитувано во голем број студии, но сепак до денес не постои дефиниран клинички применлив водич во употребата на цементните нијанси во праксата. Со воведувањето на нови керамички системи со различни транспаренции се потребни поголем број клинички испитувања за целосно објаснување на ефектот на нијансата на цементот врз дефинитивната боја на протетската конструкција (Dozic et al., 2010; Alqahtan et al., 2012; Chang et al., 2009; de Azevedo Cubas et al., 2011).

Иако производителите велат дека бојата на подлогата може да се маскира со нијансата на цементот се покажало дека секогаш не е така (Koutayas et al., 2003). Постојат контрадикторни сознанија во литературата за тоа колку цементот влијае на финалната боја на керамичките изработки (Xing et al., 2010; Xu et al., 2014; Vafaee et al., 2018).

Во литературата постојат голем број на истражувања со слична проблематика кои се главно направени на дискови од различни видови на керамика In vitro услови (Alqathani et al., 2012; Azer et al., 2011, Calgaro et al., 2014; Dede et al., 2016; Kampouropoulos et al., 2014).

Една од причините за разликите во прикажаните резултати во научните достигнувања претставува различниот тип на керамика која се испитува. Демонстрирано е дека типовите на керамика покажуваат различни карактеристики во бојата во однос со дебелината (Ghulman et al., 2013). Исто така методот на истражување, типот на уредот за определување на бојата и начинот на изработка на примероците може да влијаат на добиените резултати.

Литиум дисиликатната Еmax керамика како материјал за изработка на естетски надоместоци е актуелна во последните 12 години, па истражувањата за оваа керамика и нејзините оптички перформанси се во помал број, но имаат тенденција за секојдневен пораст како што расте популарноста и масовната употреба на оваа керамика.

3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Изработката на протетските реставрации стана рутина на стоматолозите, но и покрај тоа процентот на неуспешни реставрации е голем токму поради промашена финална боја на изработката. Кај монолитната литиум дисиликатна керамика и покрај камелеонскиот ефект, доколку нејзината боја се разликува од бојата на останатите заби многу тешко може да се коригира само со додавање на површински пигменти. Со оглед на високата транспарентност на оваа керамика, особено кај тенките изработки, влијанието на бојата на подлогата ќе има удел во дефинитивната нијанса. Колкав ќе биде тој удел, особено ако подлогата е дисколорирана, е фокусот на оваа дисертација.

Примарна цел на оваа студијата ни беше квантитативно со спектрофотометриско мерење да ја евалуираме разликата во бојата Delta E кај глазирани монолитни изработки од литиум дисиликатна керамика IPS E.max® Press со различна транспарентност (HT и LT) и дебелина, цементираны на три различни основи со неутрална боја на композитен цемент.

Воедно како составен дел на испитувањето ги поставивме и нашите општи цели како:

- Да одредиме на која дебелина литиум дисиликатната HT керамика со (0.5, 1, 1.5 или 2 mm) може најдобро да маскира средно дисколорирана подлога.
- Да одредиме на која дебелина од литиум дисиликатната керамика LT керамика (0.5, 1, 1.5 или 2 mm) може да маскира средно дисколорирана подлога.
- Да одредиме која дебелина од литиум дисиликатната HT керамика (0.5, 1, 1.5 или 2 mm) може најдобро да маскира многу дисколорирана/метална подлога.
- Да утврдиме која дебелина од литиум дисиликатната HT керамика (0.5, 1, 1.5 или 2 mm) може најдобро да маскира многу дисколорирана/метална подлога.

- Да процениме дали резултантната боја кај монолитните изработки според CIE L*ab системот повеќе зависи од дебелината на керамиката или трансlucentоста на керамиката.
- Да процениме дали постои разлика во дефинитивната боја на монолитните изработки определена преку Delta E и Delta L помеѓу НТ и LT.
- Да ја одредиме корелацијата помеѓу различната translucentност на керамиката (НТ и LT) и различната дебелина на керамиката.
- Да утврдиме дали литиум дисиликатната прес НТ и LT керамика може да се употребува кај силно дисколорирани/метални забни трупчиња.
- Да одредиме дали композитниот цемент во неутрална нијанса влијае на дефинитивната боја на изработките од НТ и LT керамика со различна дебелина.
- Да се анализира компатибилноста на бојата помеѓу композитниот цемент Variolink esthetic Dc Ivoclar vivadent (неутрална нијанса) и соодветната try-in паста, преку мерење на разликата во бојата Delta E.
- Да утврдиме дали спектрофотометарските разлики се видливи со голо око, и дали се клинички прифатливи.

Последователно, во функција на истражувањето, ги поставивме и следните хипотези:

Нулта хипотеза (H_0): Финалната боја на монолитните литиум-дисиликатни прес керамички изработки нема да се промени со промена на дебелината и степенот на транспарентност на керамиката, како бојата на основата врз која се цементира изработката.

Алтернативна хипотеза (H_1): Дебелината на керамиката кај монолитните изработки сигнификантно ќе влијае на бојата и способноста на литиум дисиликатната керамика за маскирање на бојата на основата.

Алтернативна хипотеза (H_2): Бојата на основата врз која се цементираат керамичките литиум дисиликатни монолитни изработки, значително ќе ја промени крајната нијанса и естетика на надометокот.

Алтернативна хипотеза (H_3): Различниот степен на транспарентност на керамиката (HT и LT) различно ќе придонесе за промена на крајната нијанса на цементирани монолитни литиум дисиликатни надоместоци.

4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА

4.1. Истражувачки материјал

За потребите на оваа *In vitro* студија изработивме вкупно деведесет и шест (N=96) монолитни коронки од литиум дисиликатна стакло керамика IPS E.max® Press (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) во А3 нијанса.

Половина од нив, вкупно четириесет и осум ги изработивме од ниско транспарентна (LT), а останатите од високо транспарентна керамика (HT). Коронките ги направивме со различна дебелина на ѕидовите 0.5, 1, 1.5 и 2 mm. Дебелината на ѕидот беше еднаква во сите третини на коронката и тоа во оклузалната, средната и гингивалната и на сите површини.

Како основа врз која ги цементиравме коронките, измоделиравме деведесет и шест забни трупчиња со коренско продолжување. За таа цел користевме различни материјали, во различна боја и тоа: хибриден композит Те-Econom Plus® во А3 нијанса, потоа светло полимеризирачки материјал IPS Natural Die Material (Ivoclar Vivadent) со нијанса ND7 и метал. Тие ни претставуваа различни степени на дисколорација на подлогата и тоа: недисколорирана основа А3, умерено дисколорирана ND7 и многу дисколорирана основа/метална М. За цементирање на коронките користевме двојноврзувачки композитен цемент Variolink esthetic Dc, Ivoclar vivadent со неутрална нијанса.

Финалната боја на коронките пред цементирањето со тест паста и по цементирањето ја измеривме со неконтактен интраорален спектрофотометар со оптичка геометрија 45/0° ShadePilotTM (Degu Dent, Germany) кој е во сопственост на Стоматолошката лабораторија за научно-истражувачка работа во рамки на Факултетот за медицински науки при Универзитетот „Гоце Делчев“-Штип. Анализата и читањето на податоците од спектрофотометарот ги направивме во соодветниот софтвер Windows Software Version 3.01.1007a, кој е патентиран за овој уред.

За визуелна евалуација на бојата употребивме клуч за избор на боја Vitapan® classical и уред за корекција на светлина Smile Lite MPD.

4.2. Лабораториски постапки за изработка на испитуваните примероци

Изработката на експерименталните примероци ја извршивме во три фази:

1. Препарација на забно трупче, дублирање и изработка на идентични трупчиња.

2. Изработка на молитини литиум дисиликатни коронки.

3. Проба на коронките со тест паста и цементирање со композитен цемент.

Фаза 1. Препарација на забно трупче, дублирање и изработка на идентични забни трупчиња

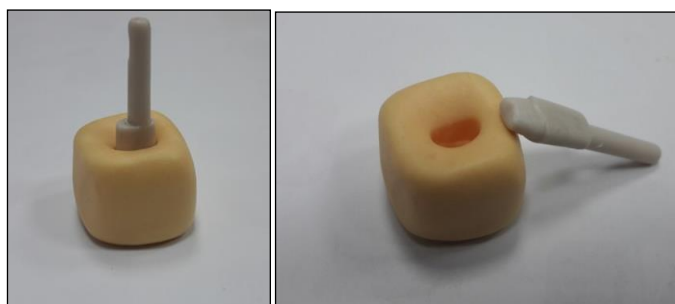
Во оваа фаза направивме препарација на еден акрилатен заб и тоа горен втор премолар од анатомски фантом модел за вежби на студенти Kavo™, DPS Ероху modell (сл.13). Постапката ја извршивме со високо туражна турбина со водно ладење и дијамантски борери, по сите стандарди за препарација на заб со заоблена стапалка, за изработка на безметална монолитна литиум дисиликатна коронка.



Слика 13. Анатомски фантом модел Kavo™ и препарирано забно трупче на втор премолар

Figure 13. Anatomical phantom model Kavo™ and prepared abutment tooth, second premolar

Со цел да добиеме стандардна и идентична основа на која ги цементираме коронките, најпрво испрепарираното забно трупче го дублиравме во силиконска отпечаточна маса со цврста конзистенција Optosil® (Heraeus Kulzer, Germany) во специјално изготвени блокчиња (сл. 14).



Слика 14. Калапи за дублирање
Figure 14. Molds for duplication

Во нив направивме идентични по големина забни трупчиња со коренско

продолжение од композит и метал. Триесет и две (32) трупчиња кои ќе ни преставуваат недисколорирана основа ги изработивме од светлосно-полимеризирачки композит Те-Есноплус во А3 нијанса. Композитот слој по слој се внесуваше во луменот на блокчето и го полимеризиравме со лед ламба.

Умерено дисколорираните забни трупчиња (32) ги подготвивме од светло полимеризирачки материјал IPS Natural Die Material (Ivoclar Vivadent) со нијанса ND7.



Слика 15. Одливоч од металните забни трупчиња
Figure 15. Cast of the metallic abutments

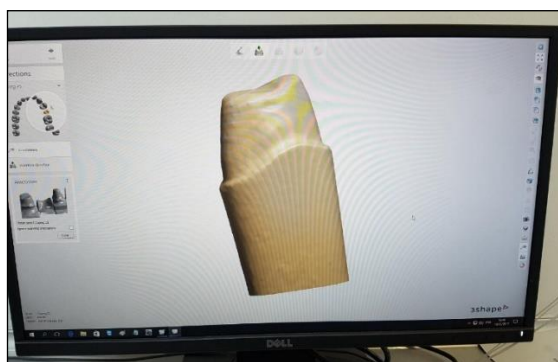
Металните забни трупчиња (32) кои ќе преставуваат силно дисколорирана основа најпрво беа моделирани во восок, а потоа вложувани по стандардните препораки од производителите и излеани во соодветна легура (сл. 15). Вкупно беа изработени 96 забни трупчиња кои ги поделивме во секоја подгрупа по 4.



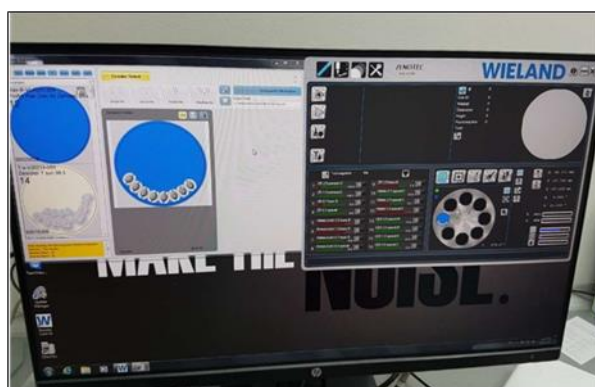
Слика 16. Примерок од композитните и металните забни трупчиња
Figure 16. Samples of the composite and metallic tooth abutment

Фаза 2. Изработка на молитините Li_2Si прес-керамички коронки

Во оваа фаза користевме CAD/CAM технологија, и тоа системот на Zenotec CAD/CAM Wieland Dental во комбинација со класично жешко пресување. Препарираното забно трупче од фантомскиот модел – горен втор премолар го скенираме со Zenotec Scan 3 shape D700 Wieland Dental, Germany (сл. 17)

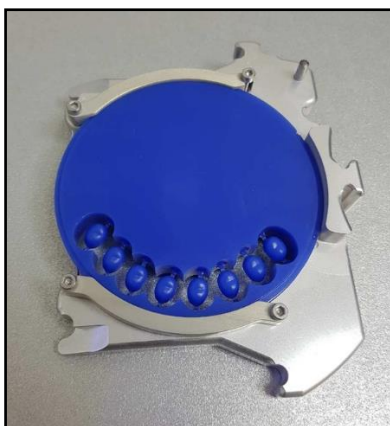


Слика 17. Скенирано забно трупче во 3Shape Dental Designer™ CAD program
Figure 17. Scanned prepared tooth abutment in 3Shape Dental Designer™ CAD program



Слика 18. Подготовка за режење во восок во програм 3Shape Dental Designer™ CAD
Figure 18. Preparing for wax milling in the program 3Shape Dental Designer™ CAD

По добивање на тридимензионална слика од забното трупче, коронките ги измоделиравме во специјалниот програм 3Shape Dental Designer™ CAD со цел стандардизирање на дебелината на сидот. Вкупно 96 коронки со четири различни дебелини на сидовите 0.5, 1, 1.5, и 2 mm и тоа на сите површини, беа изрежени во восок во специјалниот програм 3Shape Dental Designer™ CAM за да добиеме восочни конструкции на идентични коронки. Притоа користиме специјални дискови од восок ProArt Wax Disc for Zenotec Blue (сл. 18)

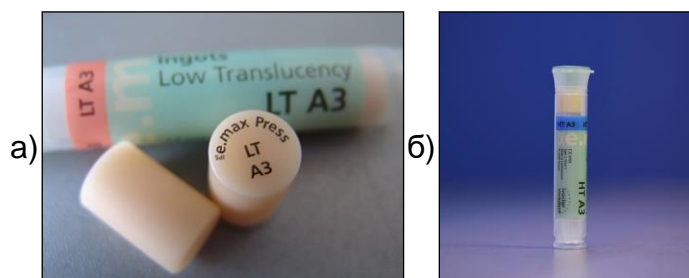


Слика 19. Изрежени коронки во восочен диск ProArt Wax Disc for Zenotec Blue.
Figure 19. Milled crowns in wax ProArt Wax Disc for Zenotec Blue

Во програмот воедно беше стандардизирана и посакуваната дебелината на цементот со која ќе се врши цементирањето на коронките. Обезбедувањето на непроменлив меѓу-простор за цементот го направивме со цел да се исклучи можноста дебелината на цементот да влијае на конечната боја на изработките.

По сечењето, на изрежаните коронки од дискот, следеше штифтување, вложување, пред-греење и пресување по препораките на производителот за изработка на целосно керамички коронки од Emax Press керамика.

За пресување употребивме инготи со различна трансплцентност HT и LT во A3 нијанса (сл. 20).



Слика 20. Инготи за жешко пресување а) HT A3 и б) LT A3 нијанса
Figure 20. Ingots for hot pressing а) HT A3 и б) LT A3 shades

Пред глазирањето дебелината на сидовите на коронките ја контролиравме со помош на дебеломер во три точки на вестибуларната и палатиналната површина во средината на секоја третина (сл. 21). По обработката коронките директно ги глазиравме по стандардната метода со помош IPS Ivocolor Glaze paste. Коронките беа изработени во соработка со заботехничката лабораторија Промедика - Скопје.



Слика 21. Контрола на дебелината на коронките со дебеломер
Figure 21. Testing of the crown thickness with caliper

Фаза 3. Проба на коронките со тест паста и цементирање со композитен цемент

Глазираните монолитни коронки во последната фаза беа соодветно адаптирани на дублираните забни трупчиња, сè додека не биде остварен максимален допир со стапалката (демаркационата граница).

За проба на коронките употребивме специјална тест паста Variolink Esthetic Try-In Paste (neutral shade) компатибилна со нијансата на композитниот цемент со кој ги цементиравме примероците (сл. 22).



Слика 22. Внесување на тест паста во коронките
Figure 22. Putting try-in paste in the crowns

Вака поставените коронки во симуирани клинички услови, на фантом, беа снимени со спектрофотометарот, за да ја одредиме прецизноста на тест пастата во предвидувањето на финалната нијанса и нејзината компатибилност со нијансата на цементот.



Слика 23. Композитен цемент Variolink Esthetic DC
Figure 23. Composite luting cement Variolink Esthetic DC

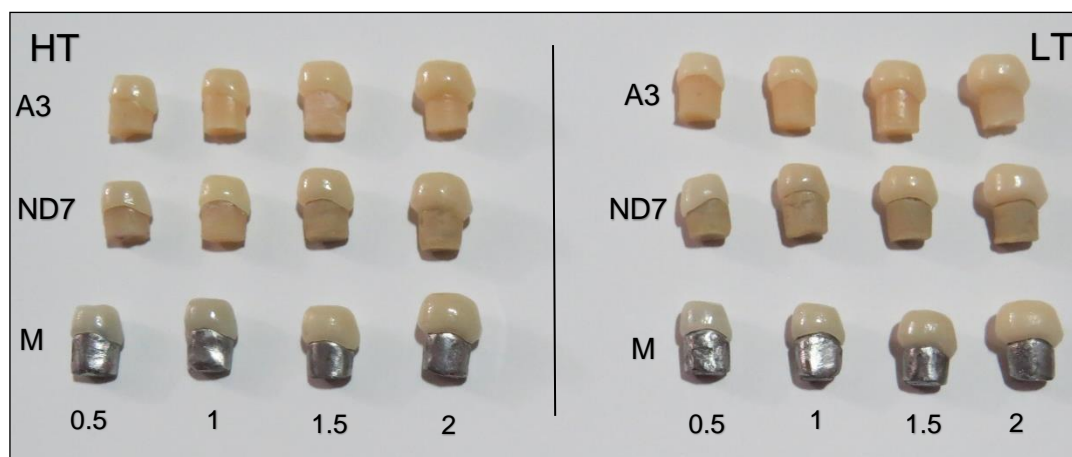
По завршените мерења со тест паста коронките темелно ги плакневме со воден спреј и сушевме со воздух. Внатрешноста ја кондициониравме со 5% флуороводородна киселина 20 секунди. На сидот нанесувавме тенок рамномерен слој соодветен бондинг агенс Monobond® Plus, кој светлосно го полимеризиравме 10 секунди. Потоа директно во нив истиснувавме соодветна количина од двојно врзувачки композитен цемент Variolink esthetic DC, Ivoclar vivadent (сл. 23) со неутрална нијанса и внимателно ги враќавме на забните трупчиња, на кои претходно нанесувавме универзален атхезив Adhese® Universal и го полимеризиравме 10 секунди со лед лампа (сл. 24).

Вишокот на цемент целосно го чистевме од надворешноста на коронките со помош на четка пред-полимеризацијата. Полимеризиравме во сегменти, односно на секоја површина по 20 секунди. Остатоците од полимеризиран цемент врз сидовите внимателно ги отстранувавме со остар инструмент.

На тој начин добивме вкупно 96 цементирани коронки на забни трупчиња спремни за понатамошна анализа (сл.25).



Слика 24. Полимеризација на композитниот цемент со лед лампа
Figure 24. Polymerization of the composite cement with led lamp



Слика 25. Примероци од HT и LT керамика цементирани на трупчињата
Figure 25. Samples of HT and LT ceramic luted on the abutments

4.3. Метод на работа и дизајн на студијата

Во оваа In vitro - експериментална студија, изработените примероци ги поставувавме на Kavo студио модел, на местото на горниот втор премолар и ги прицврстувавме на фантомот за претклинички вежби. На тој начин симулиравме клинички услови, а целта беше да ја зголемиме прецизноста при анализата на бојата (сл. 26). Секој примерок беше соодветно нумериран за полесна понатамошна споредба на податоците, односно измерените вредности.



Слика 26. Монтиран експериментален примерок на фантом (лево) и спектрофотометриска анализа на бојата (десно)
Figure 26. Experimental sample mounted on phantom (left) and spectrophotometric color analysis (right)

4.4. Спектрофотометриска анализа

Бојата на коронките ја меревме со употреба на интраорален спектрофотометар со оптичка геометрија 45/0° ShadePilot™ (Degu Dent,

Germany) (сл. 26).



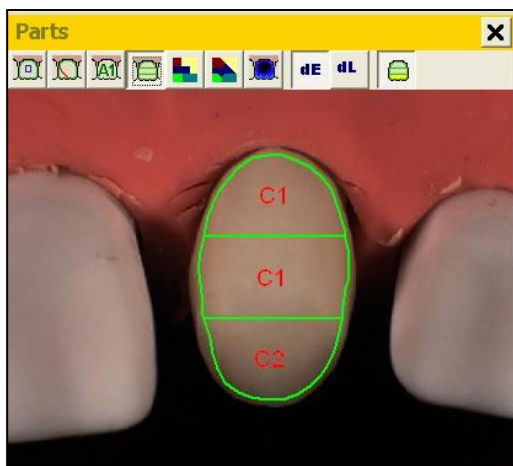
Слика 27. Спектрофотометар Shade ShadePilot™
Figure 27. Spectrophotometer Shade ShadePilot™

За да се запази точноста помеѓу секое снимање спроведувавме соодветна калибрација на бела и зелена керамичка плочка, кои се дел од самиот систем според препораките на производителот за употреба на апаратот (сл. 28). Примероците беа снимени на вестибуларната и на палатиналната површина, со паста за проба паста пред цементирањето и по цементирањето со композитен цемент. Направивме вкупно 384 мерења.



Слика 28. Калибрација на спектрофотометарот
Figure 28. Calibration of the spectrophotometer

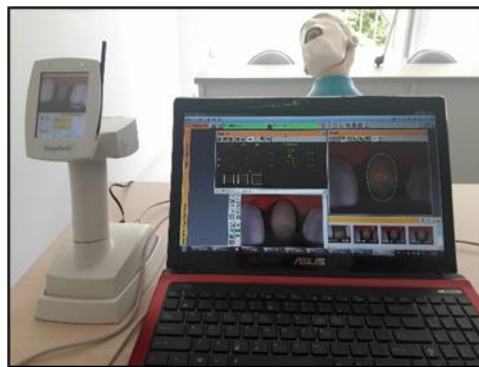
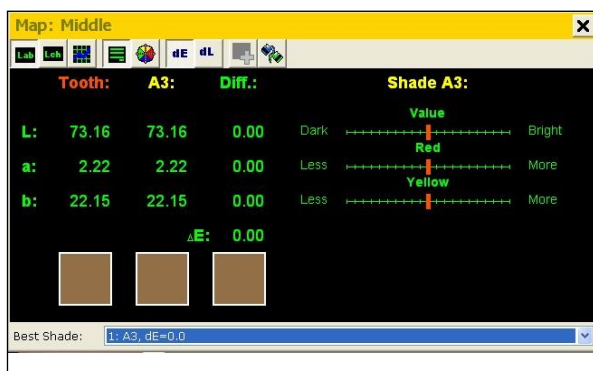
Податоците за финалната боја на цементираните примероците ги преземавме за секоја третина (гингивална, средна и оклузална) на вестибуларната и палатиналната површина (сл. 29). Определувањето на бојата и квантитативно мерење на нејзината промена ја направивме со користење на системот на Интернационалната комисија за осветлување Commission Internationale de l'Eclairage или скратено (CIE) L* a b системот.



Слика 29. Вестибуларната површина на коронките поделена по третини
Figure 29. vestibular surface of the crowns divided by thirds

Разликите во бојата помеѓу два објекта, според овој систем ја претставуваме преку величината Delta E (ΔE), додека разликата во светлоста помеѓу испитуваните примероци ја претставуваме претставена преку величината Delta L (ΔL).

Со оглед на тоа дека керамиката од која се изработени сите коронки е А3 нијанса, посакуваната финална боја на цементираните монолитни коронки ќе биде истата нијанса. За да определиме колкава е разликата во бојата помеѓу дефинитивната боја на коронките и вредностите на А3 нијансата, ќе ги употребиме вредностите по CIE Lab системот директно од програмата, односно софтверот на спектрофотометарот (сл. 30).



Слика 30. Приказ на дел од софтверот на спектрофотометарот
Figure 30. Partial display of the spectrophotometric software

За да ја одредиме компатибилноста помеѓу пастата за проба и цементот ќе ги пресметуваме разликите во бојата на коронките измерена пред цементирањето и по цементирањето. За добивање на разликата ќе се користи

следната формула:

$$\Delta E \text{ (компатибилност)} = \Delta E \text{ (паста)} - \Delta E \text{ (цементирани)}$$

За толкувањето на резултатите во разликите во бојата го употребивме следниот праг:

$\Delta E < 1$ незабележителна разлика во бојата со човечко око (праг на перцепција);

$\Delta E = 1 - 3,3$ клинички прифатлива разлика во бојата (праг на прифатливост);

$\Delta E > 3.3$ забележителна разлика, клинички неприфатлива разлика;

$\Delta L > 2$ клинички неприфатлива разлика.

4.5. Визуелна проценка на финалната боја и естетика на коронките

За да одредиме дали добиените квантитативни разлики во финалната боја на цементираните монолитни коронки ќе бидат забележителни и со голо око, истата визуелно ја евалуираме во однос на нијансите од Vitapan classical клучот за избор на бои. Постапката беше спроведена од двајца специјалисти по стоматолошка протетика, со негативна историја на било каква дефицитарност во гледањето во боја, односно т.н. слепило за бои, потврдено со негативен тест Ishihara и Farnsworth Munsell 100 Hue. Влијанието на околината врз изборот на бојата го ограничивме со стандардизирање на условите во кои ќе се врши компарацијата. За таа цел употребивме: коригирана светлина од уредот Smile Lite MPD, растојанието на кое беше оддалечено окото на испитувачите беше 20 cm, се правеа паузи помеѓу секое одредување за да се спречи презаситеност на окото и умор (сл. 31).



Слика 31. Уред за корекција на боја Smile Lite MPD
Figure 31. Color correction device Smile Lite MPD

Најпрво секој од испитуваните примероци поставен на моделот на фантомот ќе се споредува со примероците од клучот Vita classical и ќе се проценува која нијанса најблиску одговара со бојата на цементираната коронка (сл. 32). Субјективноста при изборот ќе ја минимизираме на тој начин што одбележувањата на нијансите од секој примерок на клучот ќе бидат покриени и набљудувачот нема да знае која нијанса ќе ја избере.



Слика 32. Примерок од клучот и коронки поставено на фантомот
Figure 32. Shade tab and crowns mounted on the phantom

Доколку нијансата на цементираната коронка не можеме да ја избереме од клучот, односно е премногу темна или светла, таа боја веднаш ќе се забележи како клиничка неприфатлива разлика во бојата и ќе се толкува дека разликата во бојата е видлива со голо око. Притоа ќе се евалуира и вестибуларната и палатиналната површина.



Слика 33. Податоци за бојата A3 нијансата од спектрофотометарот
Figure 33. Data for the shade A3 from the spectrophotometer

Избраната нијанса од секој примерок квантитативно ја определуваме во CIE Lab системот користејќи ја програмата од спектрофотометарот (сл. 32). Разликата во бојата Delta E помеѓу визуелно избраната и спектрофотометриски

измерената финална боја ќе ја добиеме пресметувајќи ја нивната разлика. Толкувањето се базираше по истиот праг како и при одредувањето дефинитивната боја. Бојата на коронките со паста за проба визуелно не ги евалуираме.



Слика 34. Фотографирање на примероците со коригирано светло
Figure 34. Taking photographs of the samples under corrected light

Коронките беа конвенционално фотографирани заедно со избраниот примерок од клучот под коригирана светлина, на црна подлога за да ја прикажеме разликата визуелно (сл. 34).

4.6. Организација на примероците по групи

За да ги анализираме податоците од мерењата формиравме неколку групи по различни критериуми. За да одредиме како различната транспарентност на керамиката и бојата на основата влијае врз финалната боја на монолитните литиум дисиликатни надоместоци ќе бидат формирани две контролни и четири експериментални групи.

Контролните групи ги сочинуваат:

1А (НТ/А3), примероци со висока транспаренција цементиран на А3 забно трупче.

1Б (LT/А3), примероци со ниска транспаренција цементиран на А3 забно трупче

Експерименталните групи ги сочинуваат:

2А (НТ/ND7), примероци со висока трансплуценција цементиран на средно дисколорирано забно трупче ND7.

2Б (LT/ND7) - примероци со ниска трансплуценција цементиран на средно дисколорирано забно трупче ND7.

3А (НТ/М) - примероци со висока трансплуценција цементиран на силно дисколорирано/метално забно трупче М.

3Б (LT/М) - примероци со ниска трансплуценција цементиран на силно дисколорирано/метално забно трупче М.

За да се определи влијанието на дебелината на керамиката врз дефинитивната боја и способноста за маскирање на дисколорирана подлога од секоја група формираваме по 4 подгрупи според различната дебелина на примероците 0.5 mm, 1 mm 1.5 mm и 2 mm.

Подгрупи на 1А групата ќе бидат:

1А1(НТ/А3/0.5); 1А2(НТ/А3/1); 1А3 (НТ/А3/1.5); 1А 4 (НТ/А3/2)

Подгрупи на 1Б групата ќе бидат:

1Б1 (LT/А3/0.5); 1Б2 (LT/А3/1); 1Б3 (LT/А3/1.5); 1Б4 (LT А3 2)

Подгрупи на 2А групата ќе бидат:

2А1 (НТ/ND7/0.5); 2А2 (НТ/ND7/1) 2А3 (НТ/ND7/1.5); 2А4 (НТ/ND7/2)

Подгрупи на 2Б групата ќе бидат:

2Б 1(LT/ND7/0.5); 2Б 2(LT /ND7/1); 2Б 3 (LT/ND7/1.5); 2Б 4 (LT/ND7/2)

Подгрупи на 3А групата ќе бидат:

3А1 (НТ/М/0.5); 3А2 (НТ/М/1); 3А3 (НТ/М/1.5); 3А4(НТ/М/2)

Подгрупи на 3Б групата ќе бидат:

3Б1 (НТ/М/0.5); 3Б2 (НТ/М /1); 3Б 3 (НТ/М/1.5); 3Б4 (НТ/М /2)

Со споредба на подгрупите со иста дебелина, а различна трансплуценција ќе го испитаме истовремено влијанието на дебелината и трансплуценцијата врз финалната боја на надоместокот.

4.7. Статистичка анализа

Статистичката анализа на податоците добиени од истражувањето, беше направена во статистичкиот програм SPSS 23,0.

Kolmogorov-Smirnov тест и Shapiro Wilk's тест беа користени за тестирање на нормалноста на дистрибуцијата на податоците.

Категориските (атрибутивни) варијабли се прикажани со апсолутни и релативни броеви. Нумеричките (квантитативни) варијабли се прикажани со просек, стандардна девијација, минимални и максимални вредности, медијална вредност и интерквартилен ранк.

За компарирање на анализираните групи беа користени непараметарски тестови за независни примероци (Chi-square test, Mann-Whitney test, Kruskal-Wallis test).

Односот помеѓу вредностите на Delta E (try -in) и Delta E(final), е одредуван со Spearman Rank Order Correlations (R).

Добиените податоци се прикажани табеларно и графички.

Статистичката сигнификантност беше дефинирана на ниво на $p < 0.05$.

5. РЕЗУЛТАТИ

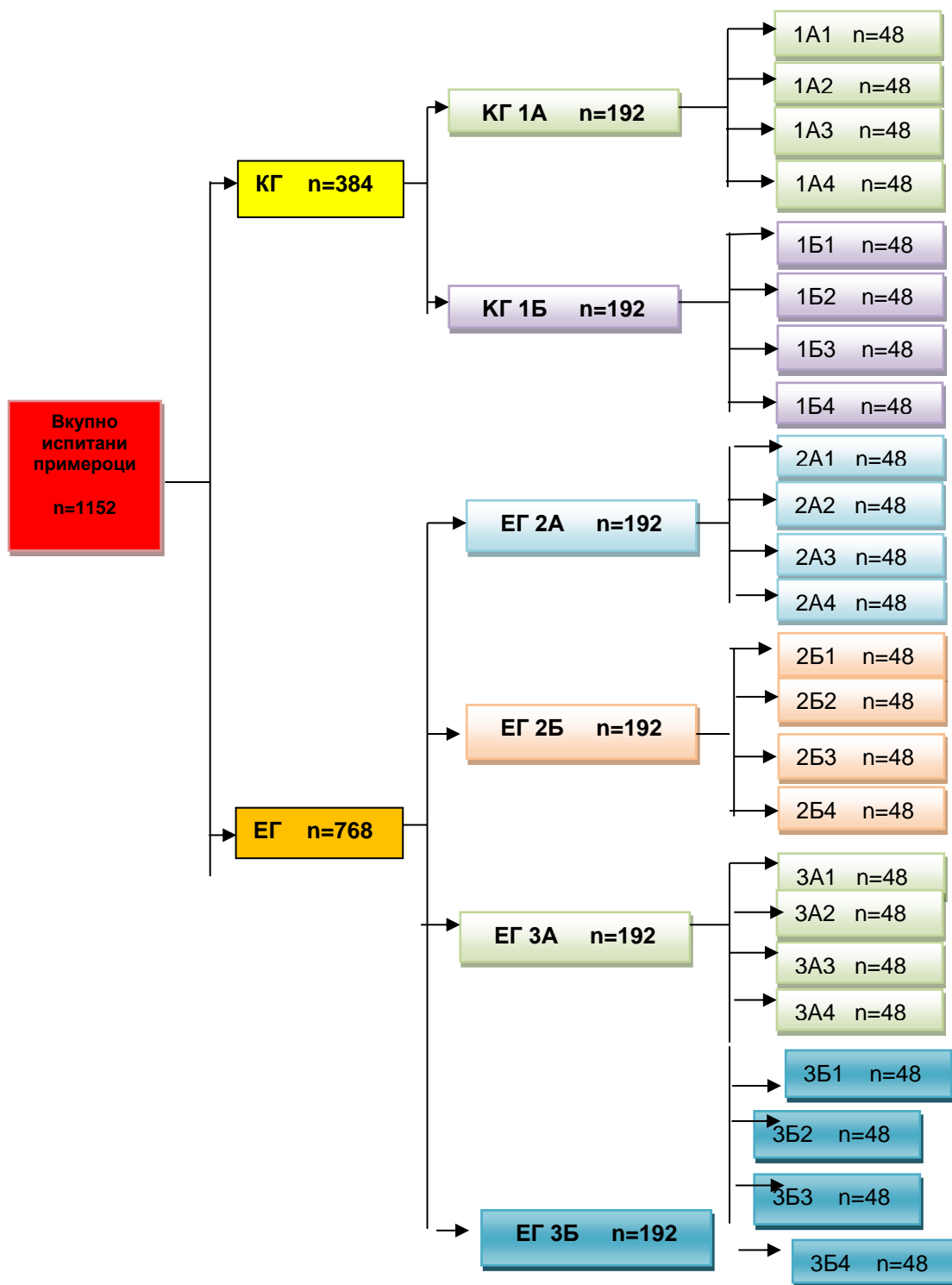
Поради обемноста на добиените резултати истите ќе ги презентираме редоследно по параметри и испитувани групи подолу во текстот, но за полесно разбирање истите ќе ги претставиме и како кратка сумирана верзија поврзана со хипотезите.

Вкупно 1152 вредности беа анализирани за сите испитувани параметари, од кои 384 за контролните групи и 768 за експерименталните групи. Во двете контролни групи имаше по 192 вредности, а за секоја подгрупа по 48. Ист број на вредности имаа и сите четири експериментални групи ($n=192$) и нивните подгрупи ($n=48$). Истите шематски се прикажани на слика 35.

Статистичката анализа на податоците покажа дека финалната боја на монолитните литиум дисиликатни надоместоци значајно зависи од степенот на трансlucentност и од бојата на основата ($p<0.0001$). Кога бојата на основата не е дисколорирана трансlucentцијата не е значаен фактор за вкупната промена на бојата Delta E ($p=0.94$), но статистички е сигнификантна за промена на светлоста Delta L ($p<0.0001$). Кога бојата на основата е дисколорирана, трансlucentцијата е статистички сигнификантна за промена и на вкупната разлика во бојата и во светлоста.

Дебелината на керамиката е значаен фактор за вкупната промена на бојата Delta E ($p<0.0001$) и кај високо трансlucentната и кај нискотрансlucentната керамика без оглед на основата. Притоа со зголемување на дебелината на керамиката кај недисколорирана основа доаѓа до зголемување на разликата во бојата Delta E, а кај умерено и силно дисколорирана основа со пораст на дебелината разликата во бојата опаѓа.

Дебелината на керамиката е значаен фактор за промена на светлоста на керамиката претставена преку Delta L, без оглед на степенот на трансlucentција ($p<0.0001$). Со зголемување на дебелината на керамиката кај основите со А3 нијанса, доаѓа до зголемување на разликите во светлоста, додека кај керамиката цементирана на дисколорирани подлоги ND7 и метал разликата во бојата се намалува.



Слика 35. Број на анализирани мерења поделени во групи и подгрупи
 Figure 35. Number of analyzed measurements devides in gropus and subgroups

5.1. Вредности за L^* , a^* и b^* кај контролните групи и екперименталните групи

Контролни групи

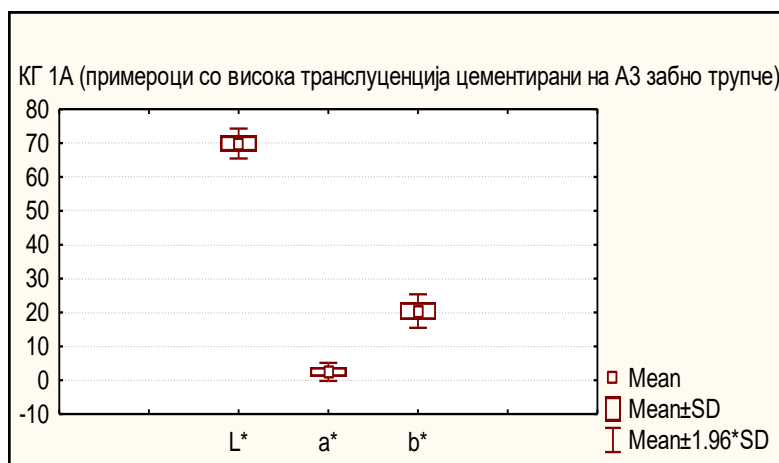
Во Табела 1 и графикон 1 се прикажани просечните и медијалните вредности на параметрите L^* , a^* и b^* од CIE системот, во првата контролна група (КГ НТ/А3), 1А (групата примероци со висока транспаренција цементиран на А3/недисколорирано забно трупче).

Вредноста на параметарот L^* варира во интервал од 69.87 ± 2.2 , минималната вредност изнесува 65.71, а максимална 73.94.

Просечната вредност на параметарот a^* изнесува 2.46 ± 1.4 , минималната вредност изнесува 0.59, а максимална 4.78. Вредноста на параметарот b^* варира во интервалот 20.41 ± 2.5 , минималната вредност изнесува 16.49, додека максималната вредност изнесува 22.86.

Табела 1. Дескриптивна статистика за L^* , a^* и b^* кај контролната група 1А
Table 1. Descriptive statistics for L^* , a^* and b^* in control group 1A

Варијабла/Variable	mean \pm SD просек \pm СД	min – max мин-макс	Median (IQR)
L^*	69.87 ± 2.2	65.71 – 73.94	70.09(68.15 – 71.96)
a^*	2.46 ± 1.4	0.59 – 4.78	2.14(1.09 – 4.1)
b^*	20.41 ± 2.5	16.49 – 22.86	22.06(16.99 – 22.21)



Графикон 1. Средна вредност и стандардна девијација за L^* , a^* и b^* за 1А група
Graph 1. Mean and standard deviation for L^* , a^* and b^* for 1A group

Во Табела 2 е прикажана дескриптивната статистика за вредностите на параметрите L^* , a^* и b^* , во втората контролна група, 1Б LT/А3 (групата

примероци со ниска транслуценција цементиран на А3 /недисколорирано забно трупче).

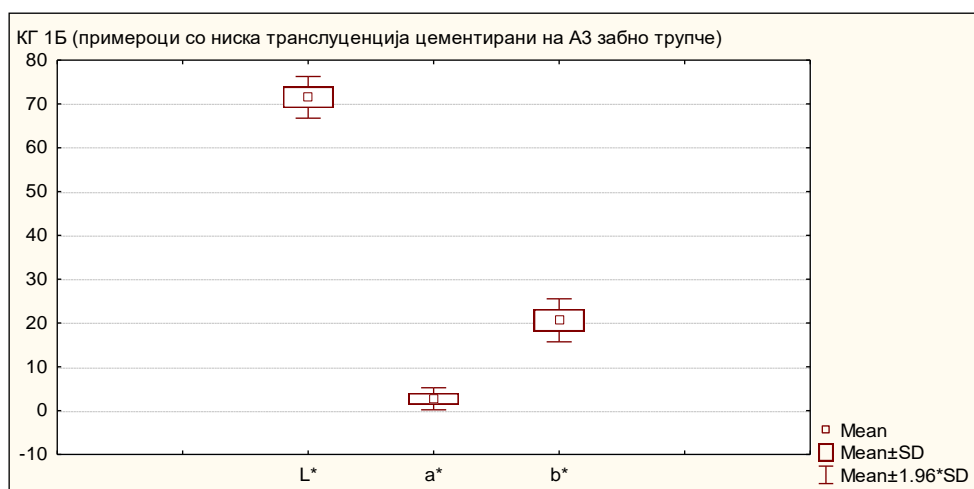
Табела 2. Дескриптивна статистика за L^* , a^* и b^* кај контролната група 1Б (LT/A3)
Table 2. Descriptive statistics for L^* , a^* и b^* in control group 1Б (LT/A3)

Варијабла/Variable	mean \pm SD/ просек \pm СД	min – max мин-макс	median (IQR) медијана
L^*	71.52 \pm 2.4	66.78 – 74.79	72.2 (69.01 – 73.51)
a^*	2.72 \pm 1.3	0.62 – 4.66	2.36 (1.72 – 4.33)
b^*	20.63 \pm 2.5	16.59 – 22.75	22.29 (17.27 – 22.44)

Средната вредност на параметарот L^* варира во интервалот 71.52 \pm 2.4. Минималната вредност изнесува 66.78, а максималната имаше вредност од 74.79.

Просечната вредност на параметарот a^* изнесува 2.72 \pm 1.3, со минимална вредност 0.62, а максимална 4.66.

Вредноста на параметарот b^* варира во интервалот 20.63 \pm 2.5, минималната вредност изнесува 16.59, додека максималната вредност изнесува 22.75.



Графикон 2. Средна вредност и стандардна девијација за L^* , a^* и b^* за 1Б група
Graph 2. Mean and standard deviation for L^* , a^* и b^* for group 1Б

Експериментални групи

Во Табела 3 и графикон 3,4,5 и 6 се презентирани просечните и медијални вредности на параметрите L^* , a^* и b^* од CIE системот во четирите анализирани експериментални групи (ЕГ) и тоа: 2А (НТ/ND7) - групата примероци со висока

транслуценција цементирани на средно дисколорирано забно трупче, ND7), 2Б (LT/ND7) - групата примероци со ниска транслуценција цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7), 3А (HT/M) - групата примероци со висока транслуценција цементирани на силно дисколорирано / метално забно трупче М, 3Б(LT/M) - групата примероци со ниска транслуценција цементирани на силно дисколорирано / метално забно трупче М.

Табела 3. Дескриптивна статистика за L*, a* и b* експериментални групи (2А,2Б,3А,3Б)

Table 3. Descriptive statistics for L*, a* и b* in experimental groups (2A,2B,3A,3B)

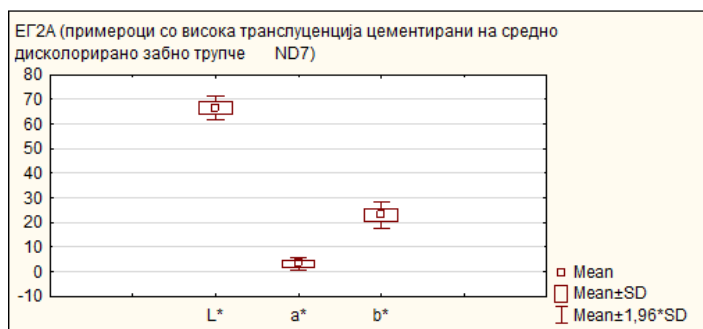
варијабла /Variable	mean ± SD/ Просек ± СД	min – max мин-макс	median (IQR) медиана
2А(HT/ND7)			
L*	66.54 ± 2.5	61.55 – 70.19	66.62 (64.88 – 68.64)
a*	3.27 ± 1.3	1.36 – 5.22	3.06 (1.86 – 4.83)
b*	22.98 ± 2.6	18.99 – 25.32	24.62 (19.48 – 24.99)
2Б(LT/ND7)			
L*	69.44 ± 2.2	65.62 – 72.11	69.58 (71.54 – 2.22)
a*	2.36 ± 1.3	0.44 – 4.3	2.11 (3.79 – 1.3)
b*	23.32 ± 2.4	18.51 – 26.2	23.87 (25.32 – 2.39)
3А(HT/M)			
L*	60.12 ± 3.2	54.51 – 66.1	60.36 (57.61 – 62.09)
a*	1.35 ± 0.9	0.22 – 3.18	1.16 (0.61 – 1.9)
b*	16.81 ± 2.4	12.21 – 19.75	17.25 (14.58 – 19.06)
3Б(LT/M)			
L*	64.07 ± 3.3	58.0 – 69.2	63.45 (62.14 – 67.05)
a*	2.07 ± 1.1	0.61 – 4.09	2.07 (0.77 – 3.06)
b*	16.71 ± 2.4	12.12 – 20.19	17.37 (14.82 – 18.05)

Средната вредност за параметарот L*, за групата 2А варира во интервалот од 66.54 ± 2.5. за 2Б групата L* вредноста варира во интервалот од 69.44 ± 2.2. Средната вредност за L* за групата 3А варира во интервалот од 60.12 ± 3.2, додека во 3Б групата 64.07 ± 3.3.

Просечната вредност на параметарот a* кај 2А групата изнесува 3.27 ± 1.3, а за 2Б групата изнесува 3.27 ± 1.3. За групата 3А просечната вредност на параметарот a* изнесува 1.35 ± 0.9, а за 3Б варира во интервал 2.07 ± 1.1

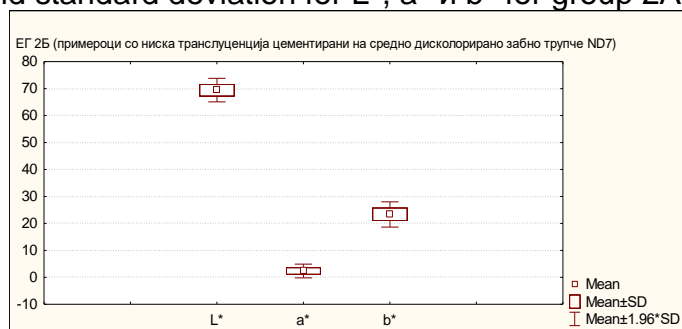
Вредноста на параметарот b* варира за 2А групата варира во интервалот 22.98 ± 2.6, а за 2Б групата 23.32 ± 2.4.

Средната вредност на параметарот b* за групата 3А варира во интервал од 16.81 ± 2.4, а за групата 3Б 16.71 ± 2.4.



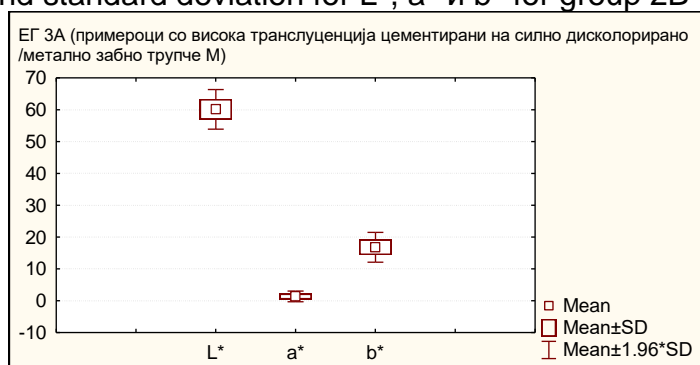
Графикон 3. Средна вредност и стандардна девијација за L*, a* и b* за 2А група

Graph 3. Mean and standard deviation for L*, a* и b* for group 2A



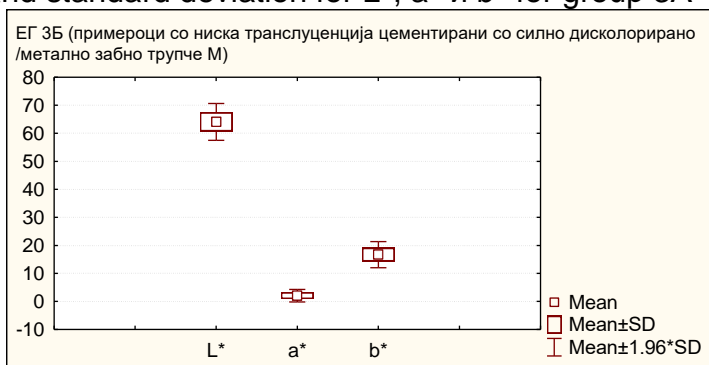
Графикон 4. Средна вредност и стандардна девијација за L*, a* и b* за 2Б група

Graph 4. Mean and standard deviation for L*, a* и b* for group 2B



Графикон 5. Средна вредност и стандардна девијација за L*, a* и b* за 3А група

Graph 5. Mean and standard deviation for L*, a* и b* for group 3A



Графикон 6. Средна вредност и стандардна девијација за L*, a* и b* за 3Б група

Graph 6. Mean and standard deviation for L*, a* и b* for group 3B

Разлика во бојата (Delta E) и светлоста (Delta L) кај контролните групи 1А и 1Б

Резултатите од нашата студија, не потврдија статистички сигнификантна разлика во Delta E параметарот, меѓу двете контролни групи ($p=0.94$). Можеме да кажеме дека транспаренцијата нема значајно влијание на промената на бојата на примероците цементирани на А3 недисколоризирано забно трупче (табела 4).

Табела 4. Разлики во Delta E помеѓу контролните групи 1А и 1Б
Table 4. Differences in Delta E between control groups 1A and 1B

Група/ Group КГ/КГ	дескриптивна статистика/descriptive statistics - (ΔE)		p value/ p вредност
	mean \pm SD просек \pm СД	Median (IQR)/ Медијана	
1А	1.26 \pm 0.5	1.16 (0.85 – 1.7)	Z=0.072
1Б	1.19 \pm 0.3	1.14 (0.98 – 1.38)	p=0.94 ns

Z (Mann-Whitney U Test); sig $p<0.05$

Двете контролни групи имаа сигнификантно различна Delta L вредност, односно значително се разликуваа во однос на светлоста ($p<0.0001$). Значајно повисоки вредности за Delta L параметарот беа измерени кај примероците со висока транспаренција, споредено со примероците со ниска транспаренција (mean 0.98 \pm 0.9 наспроти -0.77 \pm 0.8) и (median 1.16 наспроти 1.05), (таб. 5). Примероците со висока транспаренција од 1А групата се значајно потемни од примероците со ниска транспаренција од 1Б групата цементирани на недисколоризирано забно трупче А3.

Табела 5. Разлики во Delta L помеѓу контролните групи 1А и 1Б
Table 5. Differences in Delta L between control groups 1A and 1B

Група/ Group КГ/КГ	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)		p value/ p вредност
	mean \pm SD просек \pm СД	Median (IQR)/ Медијана	
1А	0.98 \pm 0.9	1.16 (0.77 – 1.67)	Z=0.072
1Б	-0.77 \pm 0.8	-1.05 (-1.17 – 0.76)	p=0.94 ns

Z (Mann-Whitney U Test); sig $p<0.05$

Вредности на Delta E параметарот пониски од 1, почесто беа регистрирани кај примероците од првата контролна група 1А – 78 (40.6%) наспроти 52 (27.1%),

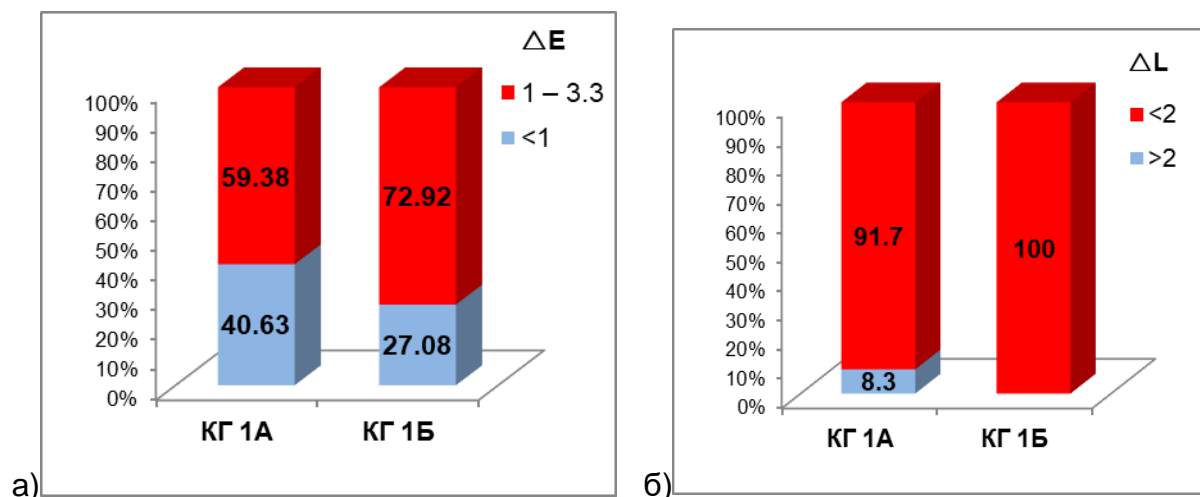
додека вредности на ΔE од 1 до 3.3 почесто имаа примероците од групата 1Б – 140 (72.9%) наспроти 114 (59.4%). За $p=0.005$ се потврди статистичка сигнификантна разлика во дистрибуција на примероци со Delta E вредности пониски од 1 и помеѓу 1 и 3.3, меѓу двете контролни групи. Примероците со висока транспаренција, значајно почесто, од примероците со ниска транспаренција презентираа клинички незабележителна разлика во бојата со човечко око, односно Delta E помала од 1. Ни еден примерок не покажа разлика поголема од 3,3, што би значело дека разликата е клинички неприфатлива (табела 6 и графикон 7а).

Табела 6. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост

Table 6. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold

Прагови на видливост/ visibility threshold	Контролни групи КГ / Control groups KG		p value/p вредност
	1A	1Б	
ΔE			
<1	78 (40.63)	52 (27.08)	$X^2=7.86$
1 – 3.3	114 (59.38)	140 (72.92)	$p=0.0051$ sig
ΔL			
<2	176 (91.67)	192 (100)	$X^2=324.92$
>2	16 (8.33)	0	$p=0.00000$ sig

Вредности за Delta L пониски од 2 беа забележани кај 176 (91.67%) кај 1А групата, 192(100%), односно сите примероци од групата 2А имаа вредности пониски од 2. Вредности на Delta L повисоки од 2 беа нотирани само кај 16 (8.3%) примероци од 1А, и кај ниту еден примерок од 2А групата. Почестото детектирање на примероци со клинички неприфатлива разлика во светлоста во групата со ниска транспаренција, споредено со групата со висока транспаренција цементирани на недисколорирано трупче и статистички се потврди како сигнификантно, за $p<0.0001$ (табела 6 и графикон 7б).



Графикон 7. Дистрибуција на примероци со а) вредности за ΔE помали од 1 и помеѓу 1 и 3.3 б) со вредности за ΔL помали и поголеми од 2.

Graph 7. Distribution of sampels with a) ΔE values lower of 1 and between 1 and 3,3 b) ΔL according to the thresholds of visibility

Разлика во бојата (Delta E) и светлоста (Delta L) помеѓу екперименталните групи 2А,2Б,3А,3Б

Статистичката анализа на податоците покажа дека финалната боја на монолитните литиум дисиликатни надоместоци значајно зависи од транспарентноста цементирани на дисколорирано трупче.

Овој коментар се должи на добиената вкупна статистичка сигнификантна разлика во вредноста на Delta е параметарот меѓу 4-те експериментални групи ($p < 0.0001$). Post hoc анализата, сите меѓугрупни споредби ги потврди како статистички сигнификантни ($p < 0.0001$), односно сите примероци од експерименталните групи сигнификантно се разликуваа меѓу себе во однос на вредностите за Delta E (табела 7 и 8).

Табела 7. Разлики во Delta E помеѓу контролните групи 2А,2Б,3А и 3Б
Table 7. Differences in Delta E between control groups 2A,2B,3A and 3B

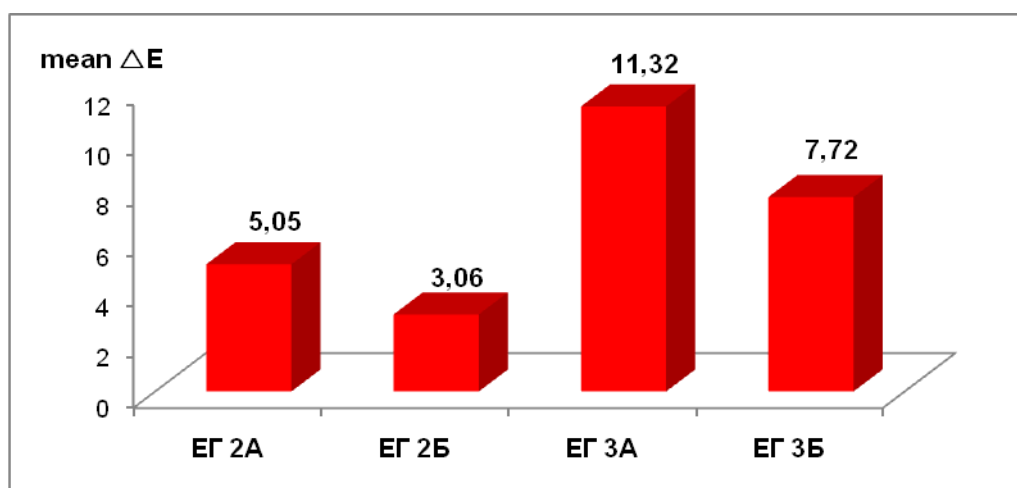
Експериментални групи/experimental groups ET/EG	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
	mean \pm SD просек \pm СД	Median (IQR)/ Медијана
2А	5.05 \pm 1.2	4.57 (4.1 – 6.02)
2Б	3.06 \pm 1.0	3.01 (2.08 – 3.84)
3А	11.32 \pm 2.5	11.61 (9.33 – 13.36)
3Б	7.72 \pm 2.7	7.61 (4.98 – 10.25)

Табела 8. Меѓугрупни разлики за Delta E кај EG, Post hoc анализа
Table 8. Intergroup differences for Delta E in EG, Post hoc, analysis

Kruskal-Wallis test $H=578.94$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики за ΔE кај EG/ intergroup differences for ΔE in EG			
Група/group	EG 2Б	EG 3А	EG 3Б
EG 2А	0.000 sig	0.000 sig	0.000 sig
EG 2Б		0.000 sig	0.000 sig
EG 3А			0.000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Највисоки просечни и медијални вредности за Delta E беа регистрирани во групата примероци со висока транспуценција цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче М - 11.32 ± 2.5 и 11.61 соодветно, следено од групата примероци со ниска транспуценција цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче М - 7.72 ± 2.7 и 7.61 соодветно.



Графикон 8. Приказ за разликите во Delta E помеѓу EG 2A,2B,3A и 3B
Graph 8. Display of differences in Delta E between EG 2A,2B,3A и 3B

Примероците со висока и ниска транспуценција цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7 имаа пониски вредности за Delta E, со просечни вредности од 5.05 ± 1.2 и 3.06 ± 1.0 , соодветно за примероците цементирани на средно дисколорирано забно трупче од 2A групата и 2B групата со медијални вредности од 4.57 и 3.01, соодветно во EG 2A и EG 2B (граф. 8).

За вредност на $p<0.0001$ се потврди вкупна статистичка сигнификантна разлика во Delta L параметарот меѓу експерименталните групи, што покажува дека бојата на основата има значајно влијание и врз промена на светлоста кај примероците. Ваква статистичка сигнификантна разлика беше добиена и во сите меѓугрупни споредби во однос на Delta L ($p<0.0001$), преку Post hoc анализата прикажана во табела 9 и 10.

Табела 8. Разлики во Delta L помеѓу експерименталните групи 2А,2Б,3А и 3Б
Table 8. Differences in Delta L between experimental groups 2A,2B,3A and 3B

групи/experimental groups ET/EG	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
	mean \pm SD просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
2А	4.21 \pm 1.3	3.89 (3.14 – 5.27)
2Б	1.75 \pm 0.5	1.68 (1.27 – 2.12)
3А	10.63 \pm 2.3	11.12 (8.74 – 12.51)
3Б	6.68 \pm 2.5	6.49 (4.17 – 9.18)

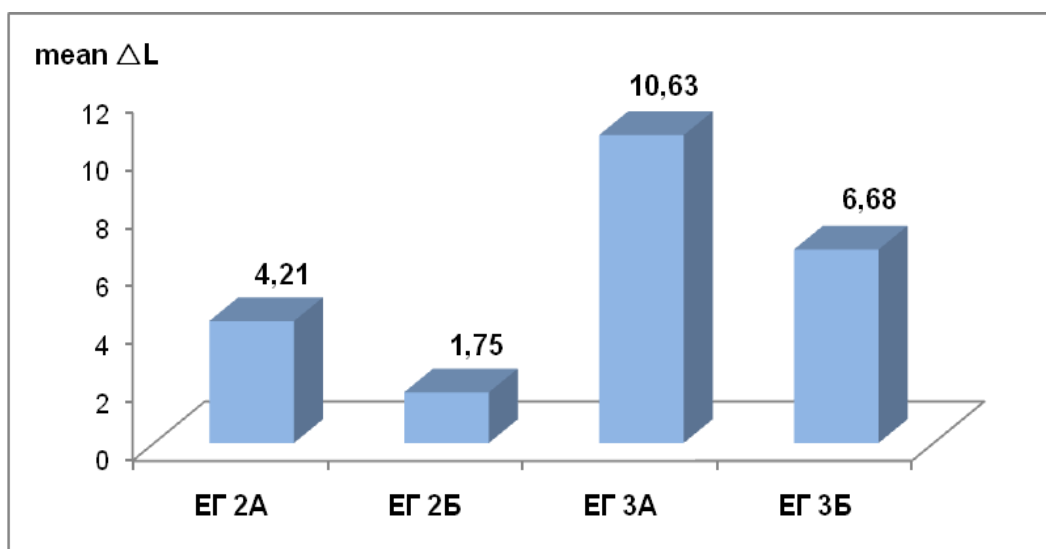
Најголема разлика во светлоста имаа примероците во групата со висока транслуценција цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче М (mean=10.63 \pm 2.3, median=11.12), следено со примероците со ниска транслуценција цементирани на метална подлога (mean=6.68 \pm 2.5, median=6.49), по нив групата со висока транслуценција цементирани на средно дисколорирано забни трупче (mean=4.21 \pm 1.3, median= 3.89).

Табела 10. Меѓугрупни разлики за Delta L кај ЕГ, Post hoc анализа
Table 10. Intergroup differences for Delta L in EG, Post hoc, analysis

Kruskal-Wallis test $N=628.8$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔL кај групата ЕГ 2А,2Б,3А,3Б			
Група/Group	ЕГ 2Б	ЕГ 3А	ЕГ 3Б
2А	0.000 sig	0.000 sig	0.000 sig
2Б		0.000 sig	0.000 sig
3А			0.000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Најмала разлика во светлоста имаа примероци од групата со ниска транслуценција цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7 (mean=1.75 \pm 0.5, median=1.68) (графикон 9).



Графикон 9. Приказ на разликите во Delta E помеѓу ЕГ 2А,2Б,3А и 3Б
Graph 9. Display of differences in Delta E between EG 2A,2B,3A and 3B

Табела 11. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливостTable 11. Distribution of sampels with ΔE and ΔL according to the visibility threshold

прагови на видливост/ visibility threshold	Групи/Groups					
	КГ 1А	КГ 1Б	ЕГ 2А	ЕГ 2Б	ЕГ 3А	ЕГ 3Б
ΔE						
<1	78 (40.63)	52 (27.08)	0	0	0	0
1 – 3.3	114 (59.38)	140(72.92)	0	96 (50)	0	0
>3.3	0	0	192 (100)	96 (50)	192 (100)	192 (100)
ΔL						
<2	176 (91.67)	192 (100)	0	113(58.85)	0	0
>2	16 (8.33)	0	192 (100)	79 (41.15)	192 (100)	192 (100)

Во КГ 1А, 78(40.6%) примероци, а во КГ 1Б, 52 (27.1%) примероци имаа вредности на Delta E пониски од 1, што укажува дека кај овие примероци разликата во боја беше незабележителна. Останатите 114 (59.4%) примероци од првата контролна група и 140 (72.9%) примероци од втората контролна група имаа Delta E вредности помеѓу 1 и 3.3, што укажува дека разликата во боја кај овие примероци беше забележителна, но клинички прифатлива.

Во однос на вредностите на Delta L, истите беа повисоки од 2 само кај 16 (8.3%) примероци од КГ 1А. Разликата во светлоста кај овие примероци од 1А групата беше клинички неприфатлива (табела 11).

Сите примероци од ЕГ 2А, 3А и 3Б имаа вредности за Delta E поголеми од 3.3, и вредности на Delta L повисоки од 2, односно разликата во бојата беше забележителна и клинички неприфатлива. Подеднаква беше застапеноста на примероци со клинички прифатлива разлика во бојата и со забележителна разлика, но клинички неприфатлива во групата 2Б – 96 (50%); Во оваа група 113 (58.85%) примероци презентираа клинички прифатлива, а 79 (41.15%) клинички неприфатлива разлика во светлоста.

5.2. Разлики во бојата (Delta E) и светлоста (Delta L) помеѓу контролни и експерименталните групи

Примероците од КГ1А и од КГ1Б, имаа сигнификантно пониска Delta E вредност, споредено со примероците од сите експериментални групи ($p < 0.0001$),

односно примероците со недисколорирана основа имаа значајно помала разлика во бојата од примероците со средно и силно дисколорирана основа.

Табела 12а. Разлики во Delta E помеѓу КГ 1А со екперименталните групи
Table 12a. Differences in Delta E between KG 1A and experimental groups

ΔE	групи				
	КГ 1А	ЕГ 2А	ЕГ 2Б	ЕГ 3А	ЕГ 3Б
mean \pm SD просек \pm СД	1.26 \pm 0.5	5.05 \pm 1.2	3.06 \pm 1.0	11.32 \pm 2.5	7.72 \pm 2.7
median (IQR)/ медијана	1.16(0.85- 1.7)	4.57(4.1- 6.02)	3.01(2.08- 3.84)	11.61(9.33- 13.36)	7.61(4.98- 10.25)
Z p value		Z=40.2 p=0.000 sig	Z=22.4 p=0.000 sig	Z=53.6 p=0.000 sig	Z=33.1 p=0.000 sig

Z (Mann-Whitney U test); sig<0.05

Статистиката значајност укажува дека бојата на основата значително влијае на финалната боја на монолитните литиум дисиликатни изработки (p<0.0001) Разликите во Delta E за КГ 1А и ЕГ се прикажани во Табела 12а., а разликите помеѓу КГ 1Б со екперименталните групи во Табела 12б.

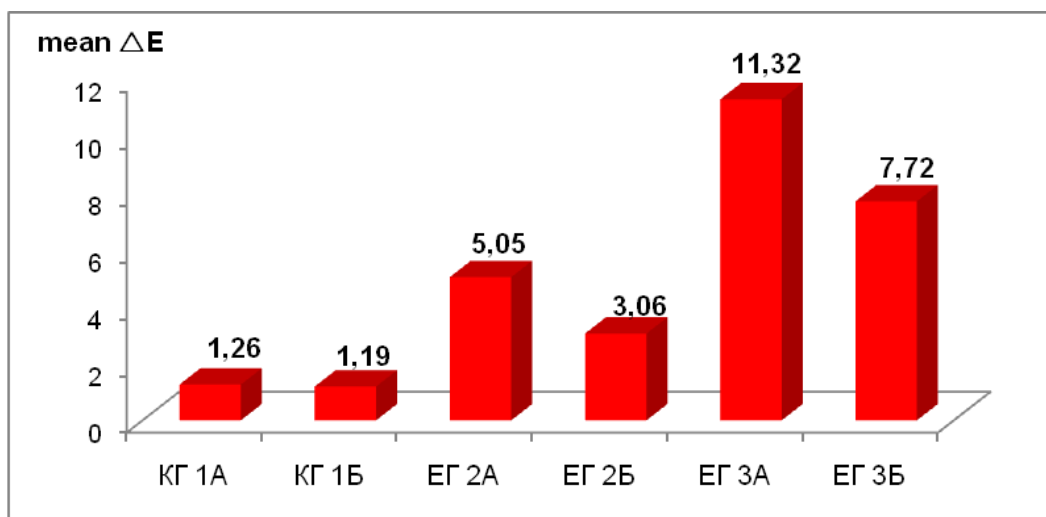
Табела 12б. Разлики во Delta E помеѓу КГ 1Б со екперименталните групи
Table 12b. Differences in Delta E between KG 1B and experimental groups

ΔE	Групи				
	КГ 1Б	ЕГ 2А	ЕГ 2Б	ЕГ 3А	ЕГ 3Б
mean \pm SD/ просек \pm СД	1.19 \pm 0.3	5.05 \pm 1.2	3.06 \pm 1.0	11.32 \pm 2.5	7.72 \pm 2.7
median (IQR)/ медијана	1.14(0.98- 1.38)	4.57(4.1- 6.02)	3.01(2.08- 3.84)	11.6(9.33- 13.36)	7.61(4.98- 10.25)
Z p value		Z=27.6 p=0.000 sig	Z=10.3 p=0.000 sig	Z=53.9 p=0.000 sig	Z=29.5 p=0.000 sig

Z (Mann-Whitney U test); sig<0.05

Најголема разлика во бојата, односно најголема Delta E имаа примероците од ЕГ 3А (11.32 \pm 2.5), потоа примероците од трета екпериментална група 3Б (7.72 \pm 2.7) и втората експериментална група 2А(5.05 \pm 1.2).

Потоа следеа примероците од ЕГ 2Б (3.06 \pm 1.0), па примероците од контролната група 1А (1.26 \pm 0.5). Најмала разлика во бојата имаа монолитните изработки од контролната група 1Б (1.19 \pm 0.3) (графикон 10).



Графикон 10. Приказ на разликите во Delta E помеѓу КГ и ЕГ
Graph 10. Display of differences in Delta E between KG and EG

Разликите во светлоста (Delta L) беа значајно помали во групата примероци со недисколорирана основа споредено со примероците цементираны на средно и силно дисколорирана основа ($p < 0.0001$). Резултатите во Табела 13а и 13б презентираат сигнификантно пониска Delta L вредност кај КГ 1А и 1Б во однос на сите експериментални групи 2А, 2Б, 3А и 3Б.

Табела 13а. Разлики во Delta L помеѓу КГ 1А со екперименталните групи
Table 13a. Differences in Delta L between KG 1A and experimental groups

ΔL	Групи/Groups				
	КГ 1А	ЕГ 2А	ЕГ 2Б	ЕГ 3А	ЕГ 3Б
mean \pm SD/ просек \pm СД	0.98 \pm 0.9	4.21 \pm 1.3	1.75 \pm 0.5	10.63 \pm 2.3	6.68 \pm 2.5
median (IQR)/ медијана	1.16(0.77- 1.67)	3.89(3.14- 5.27)	1.68(1.27- 2.12)	11.12(8.74- 12.51)	6.49(4.17-9.18)
Z p value		Z=16.9 p=0.000 sig	Z=9.4 p=0.000 sig	Z=16.9 p=0.000 sig	Z=16.9 p=0.000 sig

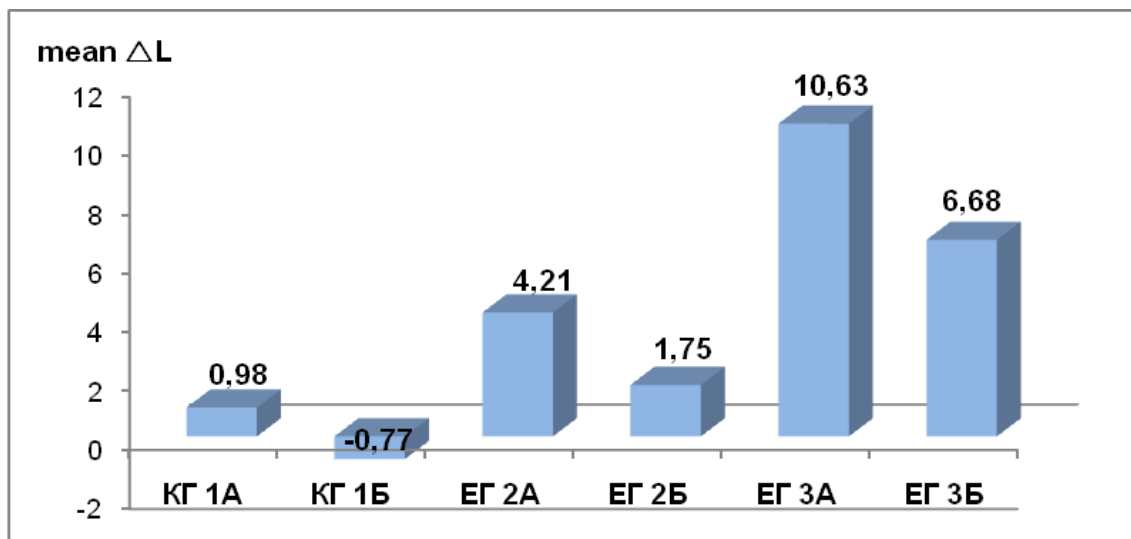
Z (Mann-Whitney U test); sig<0.05

Табела 136. Разлики во Delta L помеѓу КГ 1Б со експерименталните групи
Table 136. Differences in Delta L between KG 1B and experimental groups

ΔL	Групи/Groups				
	КГ 1Б	ЕГ 2А	ЕГ 2Б	ЕГ 3А	ЕГ 3Б
mean \pm SD/ просек \pm СД	-0.77 \pm 0.8	4.21 \pm 1.3	1.75 \pm 0.5	10.63 \pm 2.3	6.68 \pm 2.5
median (IQR)/ медијана	-1.05(-1.17— 0.76)	3.89(3.14- 5.27)	1.68(1.27- 2.12)	11.12(8.74- 12.51)	6.49(4.17- 9.18)
Z p value		Z=16.9 p=0.000 sig	Z=16.9 p=0.000 sig	Z=16.9 p=0.000 sig	Z=16.9 p=0.000 sig

Z (Mann-Whitney U test); sig<0.05

На графикон 11 се прикажани разликите во светлоста Delta L. Нај темни, беа примероците од експерименталната група 3А(10.63 \pm 2.3), потоа примероците од третата експериментална група 3Б(6.68 \pm 2.5) и втората експериментална група 2А (4.21 \pm 1.3). Потоа следеа примероците од ЕГ 2Б(1.75 \pm 0.5), па примероците од контролната група 1А(0.98 \pm 0.9). Најсветли, односно примероци со најмала разлика во светлоста беа монолитните изработки од контролната група 1Б(- 0.77 \pm 0.8)



Графикон 11. Приказ на разликите во Delta E помеѓу КГ и ЕГ
Graph 11. Display of differences in Delta E between KG and EG

Дескриптивна статистика за параметрите L*a*b* кај подгрупите на КГ 1А и 1Б

Во Табела 14 се прикажани просечните и медијална вредност на параметрите L*, a* и b* од CIE системот, во 4-те подгрупи од секоја контролна

група, формирани според различната дебелина на сидот на примероците и тоа 0.5, 1, 1.5 и 2 mm.

Најголема просечна вредност за параметарот L^* имаше кај примероците од подгрупата 1Б4(72.13 \pm 2.3) - примероци со дебелина 2 mm со ниска транслуценција цементирани на недисколорирано забно трупче.

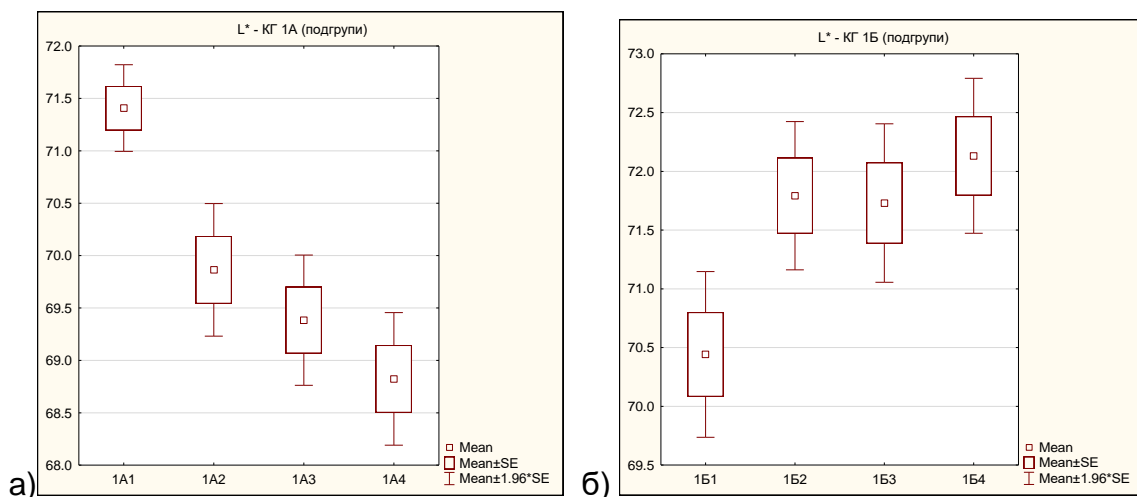
Најмала средна вредност за величината L^* беше пронајдена кај примероците од групата 1А4(68.82 \pm 2.2) - примероци со дебелина 2 mm со висока транслуценција цементирани на недисколорирано забно трупче.

Кај примероците од контролната група 1А со пораст на дебелината на керамиката вредноста на параметарот L^* се намалува, изработките стануваат потемни, а кај примероците од контролната група 1Б се зголемува, со што изработките стануваат посветли (графикон 12а) и 12б).

Табела 14. Дескриптивна статистика за L^* , a^* и b^* кај подгрупите на КГ1 А и 1Б
Table 14. Descriptive statistics for L^* , a^* и b^* in sub groups in KG 1A and 1B

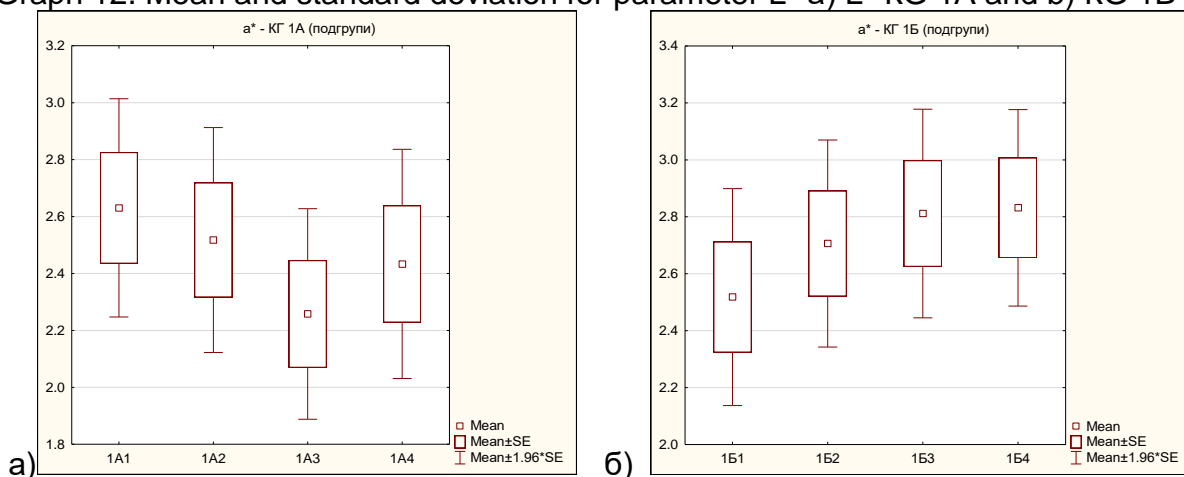
група/ group	под група /sub group	L^*		a^*		b^*	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
КГ 1А	1А1	71.41 \pm 1.5	72.09 69.52 – 72.43	2.63 \pm 1.3	2.17 1.19 – 4.31	20.55 \pm 2.4	22.02 17.27 – 22.31
	1А2	69.86 \pm 2.2	70.31 67.05 – 72.19	2.52 \pm 1.4	2.35 1.02 – 4.16	20.43 \pm 2.6	22.18 16.93 – 22.29
	1А3	69.38 \pm 2.2	69.89 66.69 – 71.62	2.26 \pm 1.3	2.09 0.91 – 3.78	20.28 \pm 2.6	22.01 16.79 – 22.13
	1А4	68.82 \pm 2.2	69.27 66.01 – 71.17	2.43 \pm 1.4	2.08 1.02 – 4.2	20.38 \pm 2.6	22.02 16.86 – 22.24
КГ 1Б	1Б1	70.44 \pm 2.5	72.06 67.03 – 72.23	2.52 \pm 1.3	2.25 1.18 – 4.16	20.45 \pm 2.6	22.16 16.90 – 22.29
	1Б2	71.79 \pm 2.2	72.17 68.98 – 74.23	2.71 \pm 1.3	2.36 1.59 – 4.36	20.66 \pm 2.5	22.35 17.30 – 22.43
	1Б3	71.73 \pm 2.4	72.25 68.67 – 74.28	2.81 \pm 1.3	2.38 1.88 – 4.44	20.71 \pm 2.5	22.34 17.34 – 22.51
	1Б4	72.13 \pm 2.3	72.66 69.16 – 74.57	2.83 \pm 1.2	2.36 2.23 – 4.35	20.70 \pm 2.5	22.35 17.30 – 22.49

Вредноста на параметарот a^* во контролната група со висока транслуценција беше најголема кај примероците со дебелина од 0.5 mm (2.63 \pm 1.3), односно тие примероци беа најцрвени. Највисок параметар a^* во КГ со ниска транслуценција имаа примероците со дебелина од 2 mm (2.83 \pm 1.2), односно најцрвени беа примероците со најголема дебелина (граф. 13а и 13б).



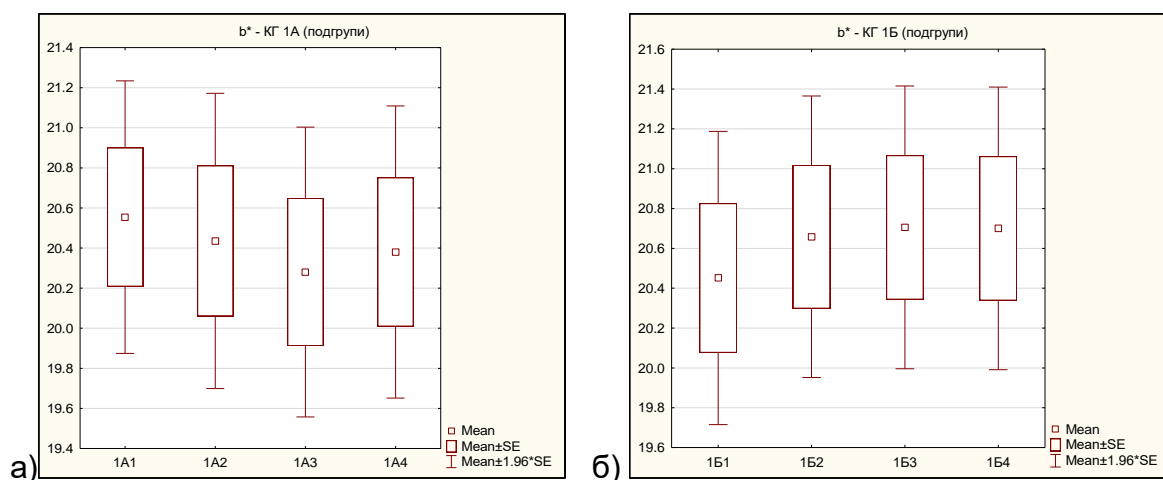
Графикон 12. Средна вредност и стандардна девијација за параметарот L^* а) КГ 1А и б) КГ 1Б)

Graph 12. Mean and standard deviation for parameter L^* а) L^* KG 1A and б) KG 1B



Графикон 13. Средна вредност и стандардна девијација за параметарот a^* а) КГ 1А и б) КГ 1Б)

Graph 13. Mean and standard deviation for parameter a^* а) KG 1A and б) KG 1B



Графикон 14. Средна вредност и стандардна девијација за параметрот b^* а) КГ 1А и б) КГ 1Б)

Graph 14. Mean and standard deviation for parameter b^* а) L^* KG 1A and 1B); б) a^* KG 1A and 1B; в) b^* KG 1A и KG1B

Вредноста на параметарот b^* во контролната група со висока транспаренција беше најголема кај примероците со дебелина од 0.5 mm (20.55 ± 2.4), односно тие примероци беа најжолти.

Највисока вредност за параметарот b^* во КГ со ниска транспаренција имаа примероците со дебелина од 1.5mm (20.71 ± 2.5), односно најжолти беа примероците со најголема дебелина (граф. 14а и 14б).

Дескриптивна статистика за параметрите L^* , a^* , b^* кај подгрупите на ЕГ 2А, 2Б, 3А и 3Б

Табела 15 ги презентира просечните и медијални вредности на L^* , a^* и b^* параметрите од CIE системот во 4-те подгрупи на експерименталните групи 2А и 2Б, формирани според дебелината на примероците.

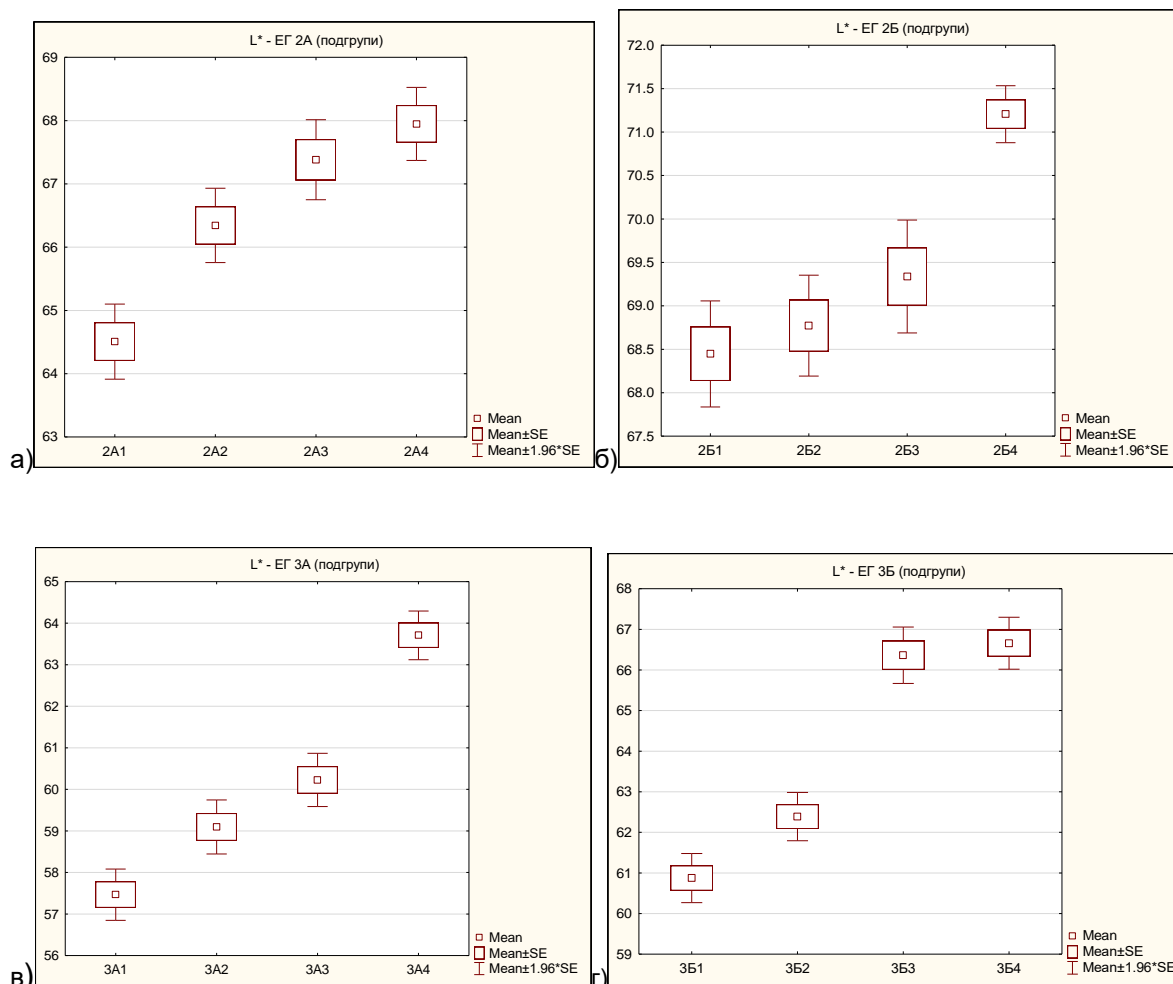
Табела 15. Дескриптивна статистика за L^* , a^* и b^* кај подгрупите на ЕГ 2 А и 2Б
Table 15. Descriptive statistics for L^* , a^* и b^* in sub groups in EG 2A and 2B

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics					
		L^*		a^*		b^*	
		mean \pm SD	median IQR	mean \pm SD	median IQR	mean \pm SD	median IQR
ЕГ 2А	2А1	64.51 \pm 2.1	65.22 61.76 – 66.54	3.65 \pm 1.2	3.32 2.97 – 5.06	23.05 \pm 2.4	24.15 19.94 – 25.17
	2А2	66.34 \pm 2.1	66.68 63.75 – 68.64	3.27 \pm 1.4	3.06 1.86 – 4.98	23.07 \pm 2.7	24.94 19.33 – 25.01
	2А3	67.38 \pm 2.2	67.62 64.65 – 69.91	2.99 \pm 1.3	2.86 1.53 – 4.58	22.78 \pm 2.6	24.55 19.19 – 24.66
	2А4	67.95 \pm 2.1	68.5 65.31 – 70.02	3.18 \pm 1.5	3.06 1.51 – 4.99	23.02 \pm 2.8	24.91 19.18 – 25.01
ЕГ 2Б	2Б1	68.45 \pm 2.1	68.57 65.84 – 70.95	2.29 \pm 1.5	2.12 0.58 – 4.22	24.05 \pm 2.9	26.0 20.1 – 26.09
	2Б2	68.77 \pm 2.1	69.09 66.19 – 71.03	2.29 \pm 1.4	1.98 0.79 – 4.08	23.55 \pm 2.5	25.17 20.05 – 25.43
	2Б3	69.34 \pm 2.3	69.58 66.52 – 71.95	2.24 \pm 1.4	2.11 0.67 – 3.94	22.27 \pm 2.6	24.04 18.65 – 24.13
	2Б4	71.21 \pm 1.2	71.96 69.61 – 72.04	2.60 \pm 0.7	2.14 2.07 – 3.57	23.42 \pm 0.3	23.57 23.07 – 23.64

Најголема просечна вредност за параметарот L^* имаше кај примероците од подгрупата 2Б4(71.21 ± 1.2) 2 mm. Најмала средна вредност за величината L^* беше пронајдена кај примероците од групата 2А4(64.51 ± 2.1) - примероци со дебелина 0.5 mm (табела 15).

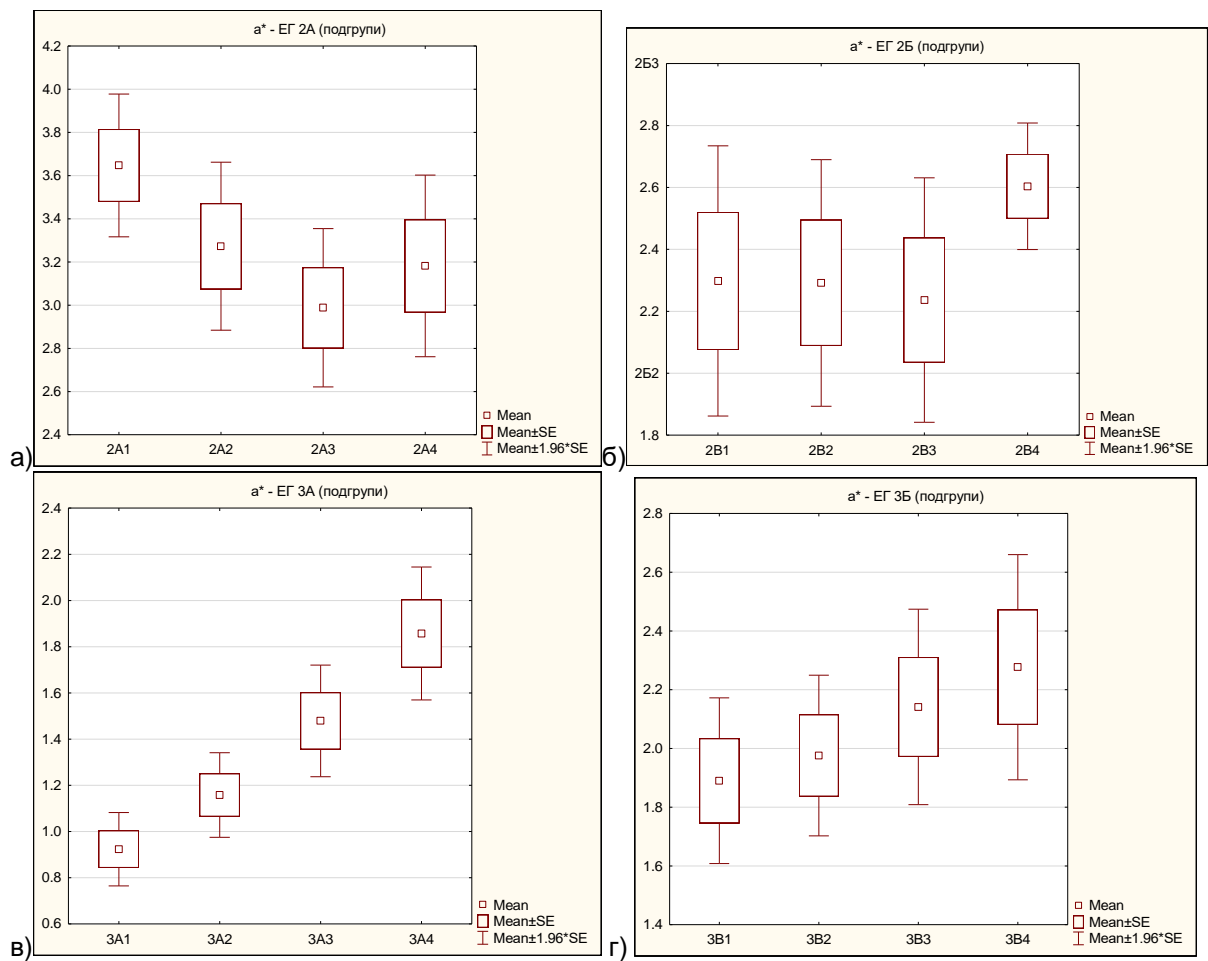
Вредноста на параметарот a^* во контролната група со висока транспаренција беше најголема кај примероците со дебелина од 0.5 mm (3.65 ± 1.2), односно тие примероци беа најцрвени. Најмала вредност за параметарот a^* во вторите експериментални групи имаа примероците со дебелина од 1.5 mm (2.83 ± 1.2).

Кај примероците од сите експериментални групи 2А,2Б, 3А и 3Б со пораст на дебелината на керамиката, вредноста на параметарот L^* се зголемува, со што изработките стануваат посветли (графикон 15а и 15б).

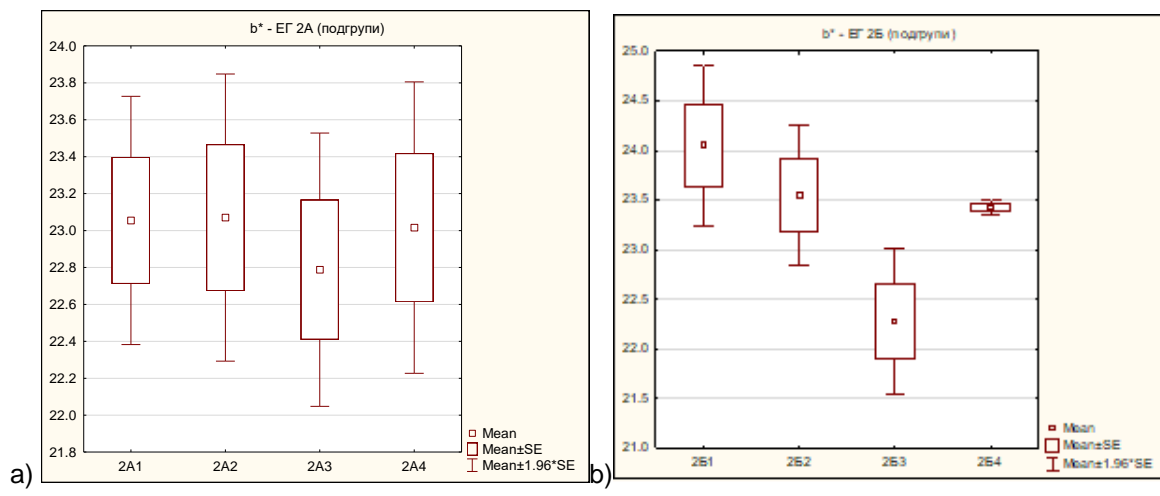


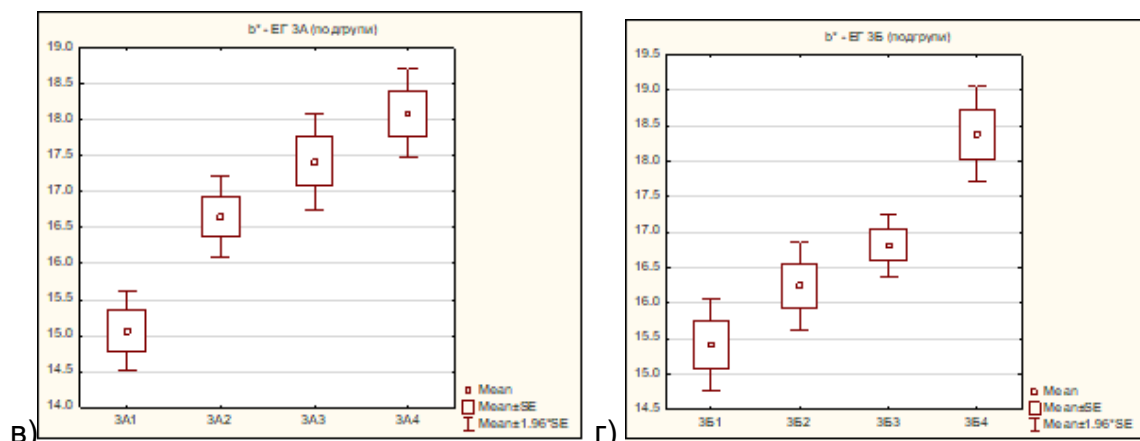
Графикон 15. Средна вредност и стандардна девијација за параметарот L^* а) КГ 2А ,б) КГ 2Б); в)КГ 3А г)КГ 3Б

Graph 15. Mean and standard deviation for parameter L^* а) L^* KG 2A;b) KG 2B в) L^* KG 3A and г) KG 3B



Графикон 16. Средна вредност и стандардна девијација за параметарот a^* кај а) ЕГ 2А и б) ЕГ 2Б 2Б);в) ЕГ 3А и г)ЕГ 3Б
 Graph 16. Mean and standard deviation for parameter a^* in a) L* KG 2A;b) KG 2B v) L* KG 3A and g) KG 3B





Графикон 17. Средна вредност и стандардна девијација за параметарот b^* а) ЕГ 2А и б) ЕГ 2В 2Б);в) ЕГ 3А и г)ЕГ 3Б
 Graph 17. Mean and standard deviation for parameter b^* а) L^* KG 2A;b) KG 2B в) L^* KG 3A and г) KG 3B

Табела 16. Дескриптивна статистика за L^* , a^* и b^* кај подгрупите на ЕГ 3А и 3Б
 Table 16. Descriptive statistics for L^* , a^* и b^* in sub groups in EG 3A and 3B

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)					
		L^*		a^*		b^*	
		mean \pm SD	median IQR	mean \pm SD	median IQR	mean \pm SD	median IQR
ЕГ 3А	3А1	57.47 \pm 2.2	57.97 54.65 – 59.73	0.92 \pm 0.6	0.91 0.27 – 1.58	15.07 \pm 1.9	16.26 12.32 – 16.55
	3А2	59.09 \pm 2.3	59.58 56.14 – 61.57	1.16 \pm 0.6	1.05 0.47 – 1.96	16.65 \pm 1.9	17.88 14.01 – 18.06
	3А3	60.23 \pm 2.3	60.85 57.26 – 62.54	1.48 \pm 0.8	1.29 0.57 – 2.52	17.42 \pm 2.3	19.00 14.19 – 19.09
	3А4	63.71 \pm 2.1	64.09 61.08 – 65.96	1.86 \pm 1.1	1.82 0.67 – 3.06	18.09 \pm 2.2	19.56 15.08 – 19.64
ЕГ 3Б	3Б1	60.87 \pm 2.1	61.33 58.15 – 63.16	1.89 \pm 0.99	1.92 0.66 – 3.03	15.41 \pm 2.3	16.90 12.27 – 17.04
	3Б2	62.39 \pm 2.1	62.96 59.63 – 64.54	1.98 \pm 0.9	2.09 0.77 – 3.02	16.24 \pm 2.2	17.58 13.26 – 17.91
	3Б3	66.36 \pm 2.5	66.99 63.16 – 68.92	2.14 \pm 1.2	2.08 0.75 – 3.54	16.82 \pm 1.6	17.60 14.70 – 18.12
	3Б4	66.66 \pm 2.3	67.14 63.76 – 69.08	2.28 \pm 1.4	2.07 0.78 – 3.98	18.38 \pm 2.4	20.01 15.08 – 20.07

5.3. Разлика во бојата (Delta E) и светлоста (Delta L) во однос на дебелината

1А-група

Delta E параметарот имаше сигнификантно различни вредности во подгрупите на КГ1А ($p < 0.0001$). Post hoc анализата како статистички сигнификантни ги потврди сите меѓугрупни компарации ($p < 0.0001$). Најниска вредност на Delta E беше регистрирана во подгрупата со најмала дебелина на сидот на коронката од 0.5 mm (mean=0.77±0.2, median=0.75), следено од подгрупата со дебелина на примероците од 1 mm (mean=0.91±0.1, median=0.89), подгрупата со дебелина на примероците од 1.5 mm (mean=1.41±0.2, median=1.4) и највисока Delta E вредност беше регистрирана во подгрупата со најголема дебелина на сидот на коронката (mean=1.95±0.1, median=1.97).

Табела 17. Разлика во бојата (Delta E) кај подгрупите на КГ 1А

Table 17. Color differences (Delta E) in subgroups of KG 1A

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
КГ 1А	1А1	0.77 \pm 0.2	0.75 (0.68 – 0.87)
	1А2	0.91 \pm 0.1	0.89 (0.8 – 1.01)
	1А3	1.41 \pm 0.2	1.4 (1.27 – 1.53)
	1А4	1.95 \pm 0.1	1.97 (1.88 – 2.03)

Овие резултати покажуваат дека дебелината на керамиката има сигнификантно влијание на финалната боја на примероците со висока трансlucentија цементирани на А3 забно трупче. Значајна поголема промена во бојата презентираа примероците од оваа група со поголема дебелина на керамиката (табела 17 и 17а).

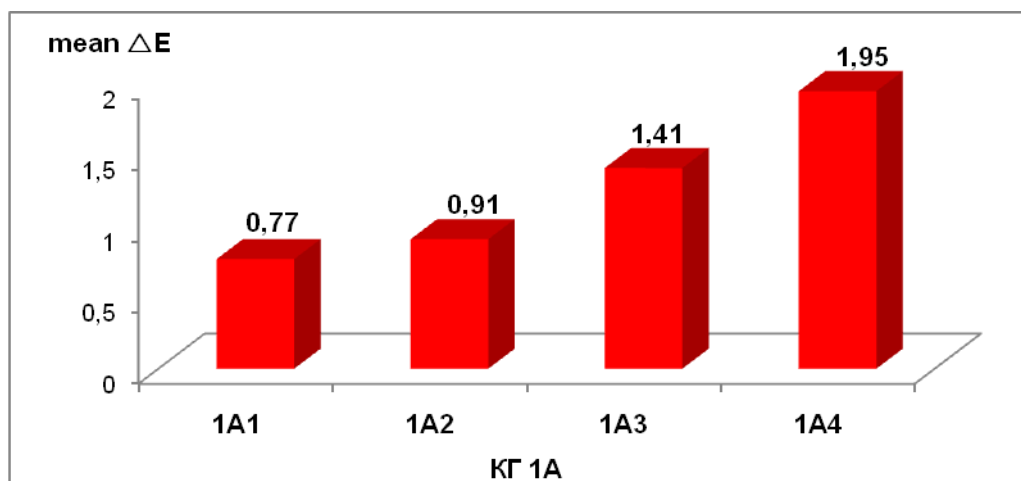
Табела 17а. Меѓугрупни разлики за (Delta E) кај подгрупите на КГ 1А

Table 17a. Intergroup differences for (Delta E) in subgroups of KG 1A

Kruskal-Wallis test $H=164.97$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔE во КГ 1А			
под група/sub group	1А2	1А3	1А4
1А1	0.00000 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
1А2		0.00000 sig	0.00000 sig
1А3			0.000146 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

На графикон 18 е прикажано дека разликата во бојата се зголемува со пораст на дебелината на сидот на монолитната литиум дисиликатна керамика.



Графикон 18. Приказ на разликите во Delta E помеѓу подгрупите на КГ 1А
 Graph 18. Display of differences in Delta E between subgroup of KG 1A

За $p < 0.0001$ се потврди вкупна статистичка сигнификантна разлика во вредноста на Delta L меѓу подгрупите од КГ 1А. Оваа разлика се должи на значајно пониски вредности на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 0.5 mm во однос на подгрупите со 1.5 и 2 mm дебелина на примероците ($p < 0.0001$), на значајно пониски вредности на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 1 mm во однос на подгрупите со дебелина од 1.5 и 2 mm ($p = 0.000004$, $p < 0.0001$), и на значајно пониска вредност на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 1.5 mm во однос на 2 mm ($p = 0.000075$).

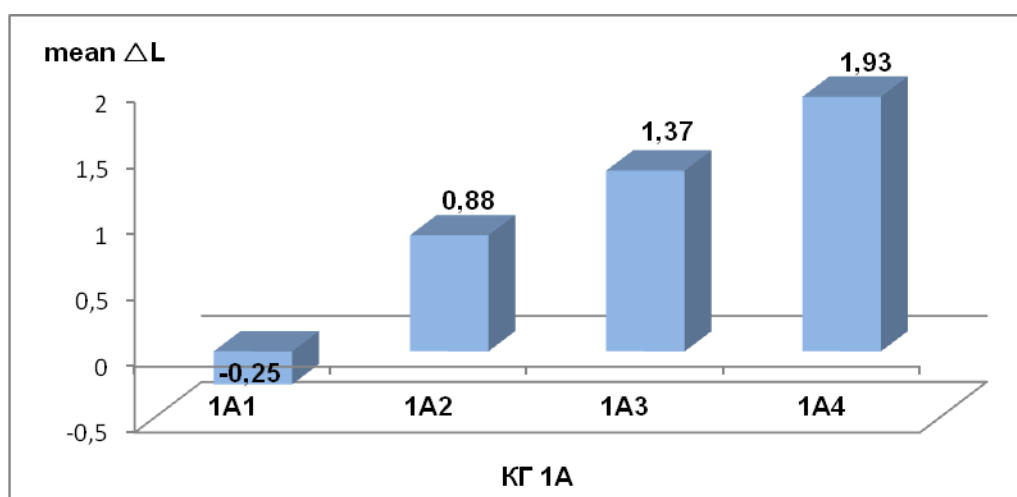
Табела 18. Разликата во светлоста Delta L кај подгрупите на КГ 1А
 Table 18. Color differences Delta L in subgroups of KG 1A

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
		mean ± SD/ просек ± СД	median (IQR)/ медијана
КГ 1А	1A1	-0.25 ± 0.9	-0.57 (-0.84 – 0.75)
	1A2	0.88 ± 0.1	0.89 (0.77 – 0.99)
	1A3	1.37 ± 0.2	1.38 (1.23 – 1.49)
	1A4	1.93 ± 0.1	1.95 (1.85 – 2.01)

Табела 18а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите на КГ 1А
 Table 18a. Intergroup differences for Delta L in subgroups of KG 1A

Kruskal-Wallis test $H=163.14$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔL во групата КГ 1А			
група/group	1A2	1A3	1A4
1A1	0.1	0.00000 sig	0.00000 sig
1A2		0.000004 sig	0.00000 sig
1A3			0.000075 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 19. Приказ на разликите во Delta L помеѓу подгрупите на КГ 1А
 Graph 19. Display of differences in Delta L between subgroup of KG 1A

Во подгрупите со висока транспаренција цементирани на А3 забно трупче беше потврдена значајна промена во светлоста во зависност од дебелината на сидот на коронката. Примероците од подгрупите со помала дебелина презентираа и помала разлика во светлоста, односно разликата во светлоста расте со пораст на дебелината (графикон 19).

Согласно резултатите во Табела 19, сите примероци од подгрупите со дебелина 1.5 и 2 mm, потоа 3 (6.25%) примероци од подгрупата со дебелина 0.5 mm и 15 (31.25%) примероци од подгрупата со дебелина 1 mm имаа разлика во бојата која е клинички прифатлива.

Останатите примероци од подгрупите со дебелина од 0.5. и 1 mm имаа незабележителна разлика во бојата со човечко око 45 (93.75%) и 33 (68.75%) последователно.

Во однос на дистрибуцијата на примероци со клинички прифатлива и неприфатлива разлика во светлоста, само 16 (33.3%) примероци со 2 mm дебелина на керамиката презентираа разлика во светлоста поголема од 2.

Табела 19. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите на КГ 1АTable 19. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold

праговите на видливост/ visibility threshold	КГ 1А				
	n	1А1	1А2	1А3	1А4
ΔE					
<1	78	45 (93.75)	33 (68.75)	0	0
1 – 3.3	114	3 (6.25)	15 (31.25)	48 (100)	48 (100)
ΔL					
<2	176	48 (100)	48 (100)	48 (100)	32 (66.67)
>2	16	0	0	0	16 (33.33)

1Б- група

Во КГ1Б, просечните и медијални вредности на Delta E параметарот имаа вредност од 0.92 ± 0.1 и 0.93 во подгрупата со дебелина на примероците од 0.5 mm, 1.13 ± 0.1 и 1.14 во подгрупата со дебелина на примероците од 1 mm, 1.17 ± 0.2 и 1.13 во подгрупата со дебелина на примероците од 1.5 mm, и 1.56 ± 0.3 и 1.49 во подгрупата со дебелина на примероците од 2.5 mm. (таб 19)

Табела 19. Разликата во светлоста Delta E кај подгрупите на КГ 1Б

Table 19. Color differences Delta E in subgroups of KG 1B

група	подгрупа	дескриптивна статистика (ΔE)	
		mean \pm SD	median (IQR)
КГ 1Б	1Б1	0.92 ± 0.1	0.93 (0.82 – 1.01)
	1Б2	1.13 ± 0.1	1.14 (1.04 – 1.2)
	1Б3	1.17 ± 0.2	1.13 (1.07 – 1.23)
	1Б4	1.56 ± 0.3	1.49 (1.42 – 1.59)

Вкупна статистичка сигнификантна разлика за вредност на $p < 0.0001$ беа добиени во КГ со ниска транслуценција, во која примероците беа цементираны на А3 забно трупче, а во зависност од нивната дебелина.

Табела 19а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите на КГ 1Б

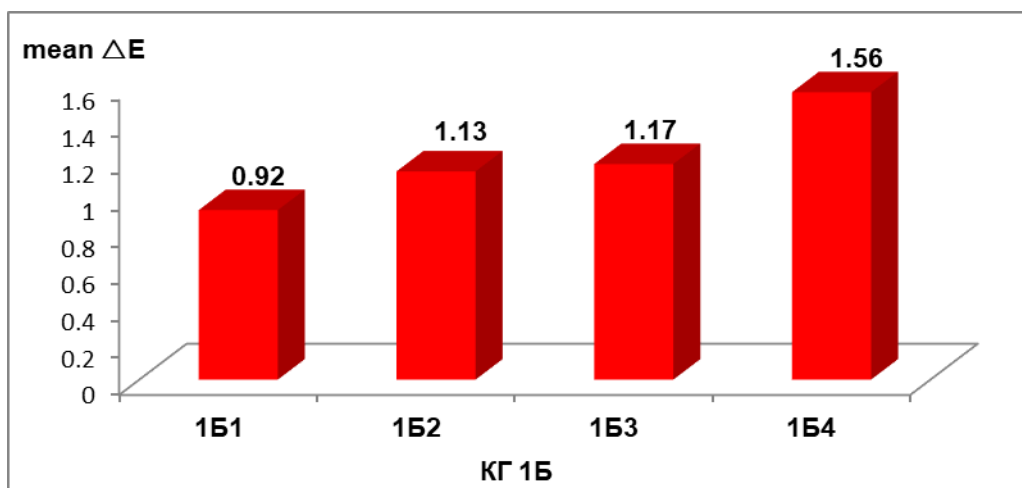
Table 19a. Intergroup differences for Delta L in subgroups of KG 1B

Kruskal-Wallis test $H=120.52$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔE во групата КГ 1Б			
група	1Б2	1Б3	1Б4
1Б1	0.000015 sig	0.000001 sig	0.000000 sig
1Б2		1.0 ns	0.000000 sig
1Б3			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Значајно поголема разлика во бојата кај КГ1Б презентираа примероците од подгрупите со помала дебелина на ѕидот на коронката, со исклучок на разликата во бојата меѓу подгрупите 1Б2 и 1Б3 која беше незначајна (таб.19а).

Вкупна статистичка сигнификантна разлика за вредност на $p < 0.0001$ беа добиени во КГ со ниска транспуценција, во која примероците беа цементираны на А3 забно трупче, а во зависност од нивната дебелина.



Графикон 20. Приказ на разликите во Delta E помеѓу подгрупите на КГ 1Б
Graph 20. Display of differences in Delta E between subgroup of KG 1B

Примероците во подгрупите на КГ 1Б сигнификантно се разликуваа во однос на вредноста на Delta L параметарот (разлика во светлоста) ($p < 0.0001$). Сите меѓугрупните споредби беа статистички сигнификантни ($p < 0.0001$) (таб. 21 и 21а)

Во КГ - примероци со ниска транспуценција цементираны на А3 забно трупче, подгрупите со помала дебелина имаа значајно поголема разлика во светлоста во однос на подгрупите со поголема дебелина.

Табела 21. Разликата во светлоста Delta L кај подгрупите на КГ 1Б
Table 21. Color differences Delta L in subgroups of KG 1B

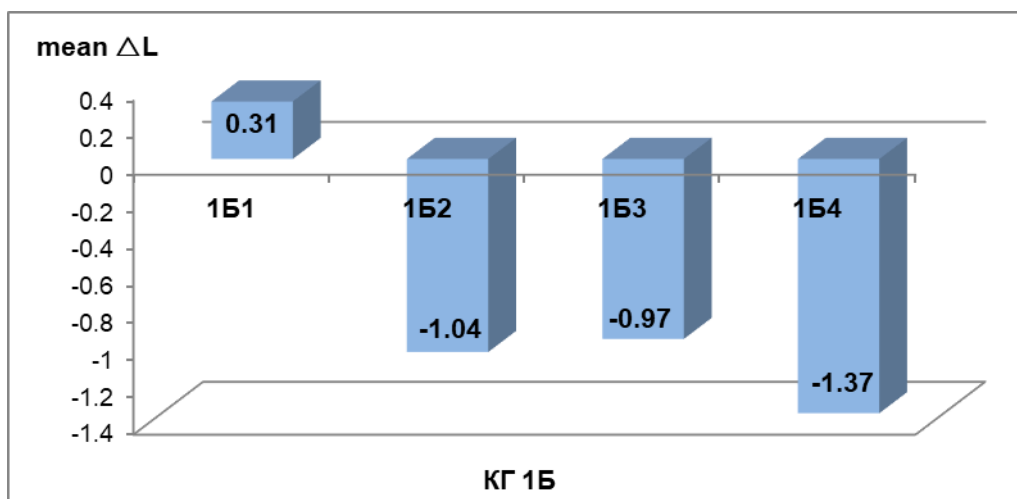
група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
КГ 1Б	1Б1	0.31 \pm 0.8	0.81 (-0.73 – 0.94)
	1Б2	-1.04 \pm 0.1	-1.05 (-1.11 – -0.95)
	1Б3	-0.97 \pm 0.2	-1.04 (-1.15 – -0.77)
	1Б4	-1.37 \pm 0.2	-1.41 (-1.49 – -1.26)

Табела 21а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите на КГ 1Б
 Table 21a. Intergroup differences for Delta L in subgroups of KG 1B

Kruskal-Wallistest H=136.05 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔL во групата КГ1Б			
група	1Б2	1Б3	1Б4
1Б1	0.00000 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
1Б2		0.00000 sig	0.00000 sig
1Б3			0.00000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

На графикон 21 е прикажана разликата во параметарот Delta L во зависност од дебелината на ѕидот на керамиката, притоа со пораст на дебелината доаѓа до опаѓање на разликите во светлоста.



Графикон 21. Приказ на разликите во Delta L помеѓу подгрупите на КГ 1Б
 Graph 21. Display of differences in Delta L between subgroup of KG 1B

Табела 22. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите на КГ 1Б
 Table 22. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold KG 1B

	КГ1Б				
	n	1Б1	1Б2	1Б3	1Б4
ΔE					
< 1	52	35 (72.92)	11 (22.92)	6 (12.5)	0
1 – 3.3	140	13 (27.08)	37 (77.08)	42 (87.5)	48 (100)
ΔL					
<2	0	0	0	0	0
>2	192	48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)

Во КГ 1Б, 13 (27.1%) примероци од подгрупата со дебелина 0.5 mm, 37 (77.1%) од подгрупата со дебелина 1 mm, 42 (87.5%) од подгрупата со дебелина 1.5 mm, и сите примероци од подгрупата со дебелина од 2 mm имаа клинички

прифатлива разлика во бојата. Сите примероци од подгрупите со различна дебелина 0.5, 1, 1.5 и 2mm (100%) презентираа разлика во светлоста, клинички прифатлива.

2A - група

Подгрупите од експерименталната група 2A имаа сигнификантно различни Delta E вредности ($p < 0.0001$). Сите меѓугрупни разлики, со исклучок на разликата меѓу 2A3 и 2A4 подгрупите, со post-hoc анализата беа потврдени како статистички сигнификантни ($p < 0.0001$) и се прикажани на Табела 22а.

Овие резултати покажуваат дека дебелината на примероците со висока транспаренција цементиран на средно дисколорирано забно трупче ND7, има сигнификантно влијание на финалната боја на примероците. Најголема разлика во бојата беше забележана кај примероците со најмала дебелина на ѕидот на коронката (mean=6.92±0.2; median=6.9), следено од примероците со дебелина од 1mm (mean=5.21 ± 0.2; median=5.31), примероците со дебелина од 1.5 mm (mean=4.16 ± 0.1; median=4.15), и најмала вредност на Delta E имаа примероците со најголема дебелина 2 mm(mean=3.89 ± 0.3; median=3.86), (таб. 22).

Табела 22. Разликата во бојата Delta E кај подгрупите на EG 2A
Table 22. Color differences Delta E in subgroups of EG 2A

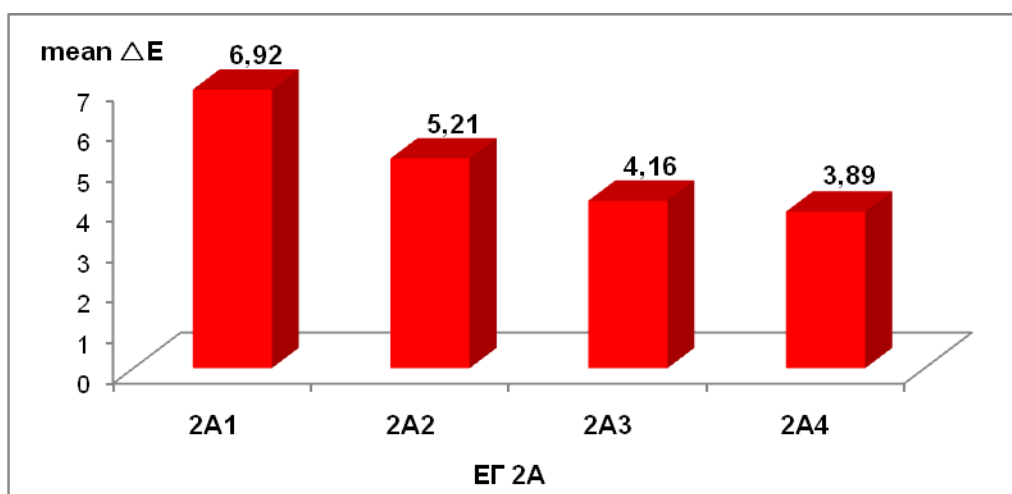
група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
EG 2A	2A1	6.92 \pm 0.2	6.9 (6.75 – 7.02)
	2A2	5.21 \pm 0.2	5.31 (5.0 – 5.35)
	2A3	4.16 \pm 0.1	4.15 (4.08 – 4.24)
	2A4	3.89 \pm 0.3	3.86 (3.63 – 4.19)

Табела 22а. Меѓу групни разлики за DeltaE кај подгрупите на EG 2A
Table 22a. Intergroup differences for Delta E in subgroups of EG 2A

Kruskal-Wallis test $H=165.61$ $p=0.00000$ sig меѓугрупни разлики на ΔE во групата EG 2A			
Група	2A2	2A3	2A4
2A1	0.000014 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
2A2		0.000001 sig	0.00000 sig
2A3			0.22

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Параметарот Delta E се намалува со пораст на дебелината на сидот на изработката, кај подгрупите на ЕГ 2А (графикон 22).



Графикон 22. Приказ на разликите во Delta E помеѓу подгрупите на ЕГ 2А
Graph 22. Display of differences in Delta L between subgroup of EG 2A

Во ЕГ - примероци со висока транспарентност цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, подгрупите со помала дебелина имаа значајно поголема разлика и во светлоста, во однос на подгрупите со поголема дебелина. За $p < 0.0001$ беше потврдена вкупна статистичка сигнификантна разлика, како и меѓугрупна разлика во оваа група примероци (таб. 23 и 23а).

Табела 23. Разликата во светлоста Delta L кај подгрупите на ЕГ 2А
Table 23. Value differences Delta L in subgroups of EG 2A

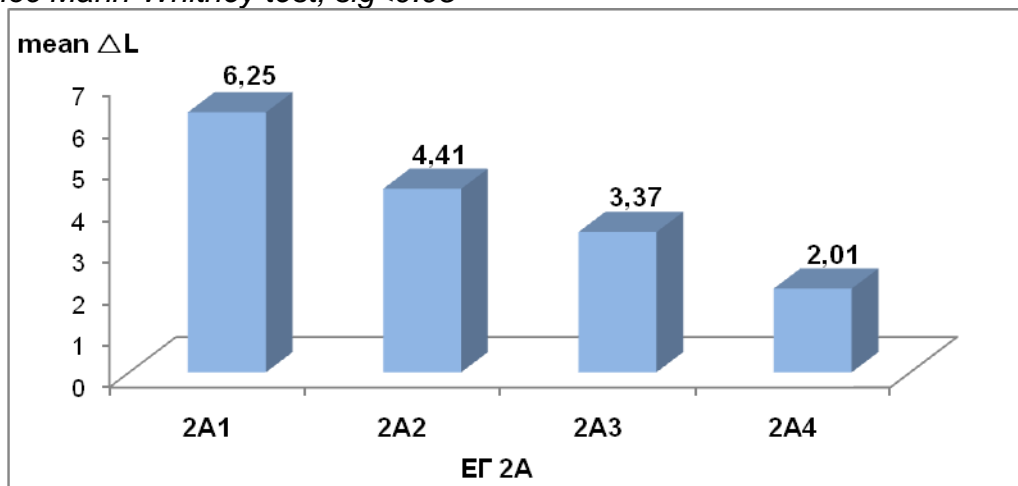
група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
ЕГ 2А	2А1	6.25 \pm 0.3	6.24 (6.03 – 6.52)
	2А2	4.41 \pm 0.2	4.44 (4.26 – 4.51)
	2А3	3.37 \pm 0.2	3.32 (3.23 – 3.51)
	2А4	2.01 \pm 0.2	2.73 (2.64 – 3.05)

Просечните и медијални вредности на Delta L изнесуваа 6.25 \pm 0.3 и 6.24, соодветно во подгрупата со дебелина на керамиката од 0.5, 4.41 \pm 0.2 и 4.44, соодветно во подгрупата со дебелина 1 mm, 3.37 \pm 0.2 и 3.32, соодветно во подгрупата со дебелина 1.5 mm, и 2.01 \pm 0.2 и 2.73, соодветно во подгрупата со дебелина на керамиката од 2 mm (граф. 23).

Табела 23а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите на ЕГ 2А
 Table 23a. Intergroup differences for Delta L in subgroups of EG 2A

Kruskal-Wallis test H=153.61 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔL во групата ЕГ 2А			
Група	2A2	2A3	2A4
2A1	0.000139 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
2A2		0.000123 sig	0.00000 sig
2A3			0.000178 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 23. Приказ на разликите во Delta L помеѓу подгрупите на ЕГ 2А
 Graph 23. Display of differences in Delta L between subgroup of KG 2A

Сите примероци од подгрупите на ЕГ 2А, според вредностите на Delta E и Delta L, имаа забележителна разлика во бојата, клинички неприфатлива, како и клинички неприфатлива разлика во светлоста.

Табела 24. Дистрибуција на ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите на ЕГ 2А
 Table 24. Distribution ΔE and ΔL according to the visibility threshold for subgroups of EG 2A

	ЕГ 2А				
	n	2A1	2A2	2A3	2A4
ΔE					
>3.3		48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)
ΔL					
>2		48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)

2Б- група

Delta E параметарот имаше сигнификантно различни вредности во подгрупите од ЕГ 2Б ($p < 0.0001$). Post hoc анализата како статистички сигнификантни ги потврди сите меѓугрупни компарации ($p < 0.0001$).

Овие разлики се добиени како резултат на значајно повисоки вредности на Delta E во подгрупата со дебелина на примероците од 0.5 mm во однос на останатите три подгрупи ($p < 0.00034, p < 0.0001, p < 0.0001$), на значајно повисоки вредности на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 1 mm во однос на подгрупите со дебелина од 1.5 и 2 mm ($p = 0.00088, p < 0.0001$), и на значајно повисока L вредност во подгрупата со дебелина на примероците од 1.5 mm во однос на 2 mm ($p = 0.00014$).

Табела 25. Разликата во бојата Delta E кај подгрупите на ЕГ 2Б

Table 25. Color differences Delta E in subgroups of EG 2B

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
ЕГ 2Б	2Б1	4.31 \pm 0.3	4.44 (3.93 – 4.56)
	2Б2	3.71 \pm 0.1	3.71 (3.64 – 3.75)
	2Б3	2.35 \pm 0.1	2.37 (2.27 – 2.41)
	2Б4	1.88 \pm 0.1	1.88 (1.83 – 1.92)

Во подгрупите примероци со ниска транслуценција цементиран на средно дисколорирано забно трупче ND7 беше потврдена значајна промена во бојата во зависност од дебелината на сидот на коронката. Примероците од подгрупите со помала дебелина презентираа и поголема промена во дефинитивната боја.

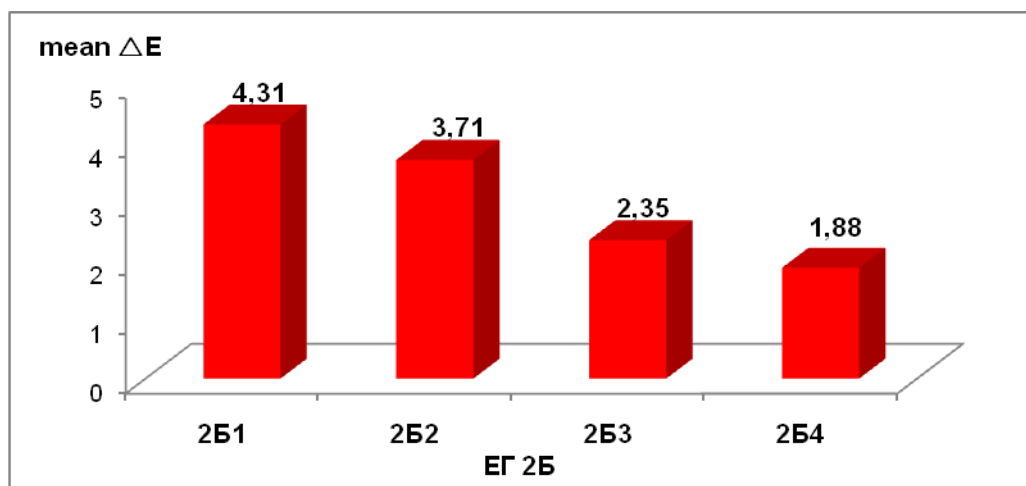
Табела 25а. Меѓу групни разлики за DeltaE кај подгрупите на ЕГ 2Б

Table 25a. Intergroup differences for Delta E in subgroups of EG 2B

Kruskal-Wallis test $H=177.42$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔE во групата ЕГ 2Б			
група	2Б2	2Б3	2Б4
2Б1	0.00034 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
2Б2		0.000088 sig	0.00000 sig
2Б3			0.00014 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig < 0.05

Со пораст на дебелината на керамиката разликите во бојата се намалуваат кај подгрупите на ЕГ 2Б (графикон 24).



Графикон 24. Приказ на разликите во Delta E помеѓу подгрупите на EG 2B
Graph 24. Display of differences in Delta L between subgroup of EG 2B

Примероците во подгрупите на КГ 1Б сигнификантно се разликуваа во однос на вредноста на Delta L параметарот (разлика во светлоста) ($p < 0.0001$). Меѓу групните споредби беа статистички сигнификантни меѓу првата подгрупа во однос на втората, третата и четвртата ($p = 0.0095$ и $p < 0.0001$), меѓу втората подгрупа во однос на третата и четвртата ($p < 0.0001$), а беше не сигнификантна меѓу примероците од третата и четврта подгрупа ($p = 1.0$), (таб. 26 и 26а).

Табела 26. Разликата во светлоста Delta L кај подгрупите на КГ 1Б
Table 26. Color differences Delta L in subgroups of KG 1B

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
КГ 1Б	1Б1	2.31 \pm 0.2	2.2 (2.12 – 2.59)
	1Б2	1.98 \pm 0.2	2.05 (1.8 – 2.12)
	1Б3	1.41 \pm 0.2	1.49 (1.25 – 1.59)
	1Б4	1.31 \pm 0.2	1.19 (1.12 – 1.59)

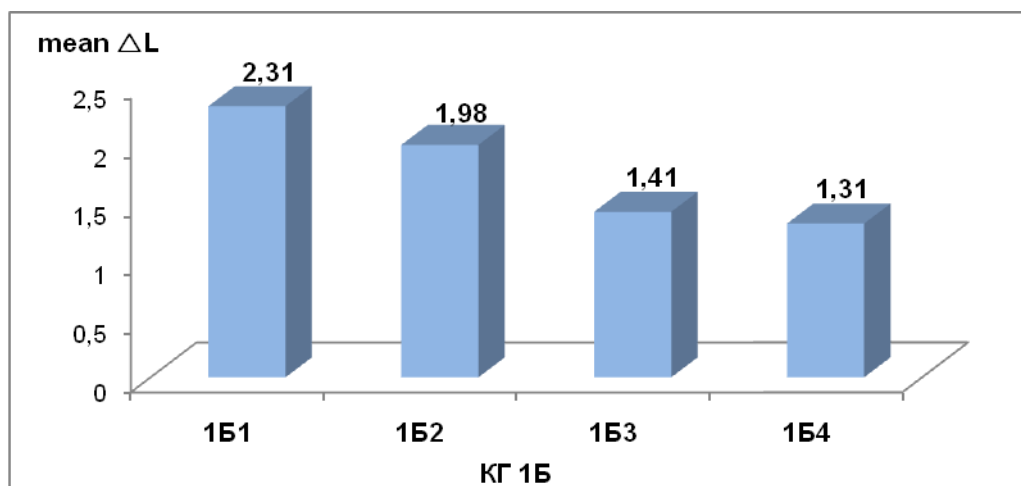
Во КГ - примероци со ниска транслуценција цементирани на А3 забно трупче, подгрупите со помала дебелина имаа значајно поголема разлика во светлоста во однос на подгрупите со поголема дебелина, со исклучок на примероците од подгрупата со дебелина 1.5 mm кои имаа незначајно поголема разлика во светлоста од примероците од подгрупата со дебелина 2 mm.

Табела 26а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите на КГ 1Б
Table 26a. Intergroup differences for Delta L in subgroups of KG 1B

Kruskal-Wallis test $H=153.61$ $p=0.00000$ sig
меѓугрупни разлики на ΔL во групата КГ 1Б

група	1Б2	1Б3	1Б4
1Б1	0.0095 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
1Б2		0.00000 sig	0.00000 sig
1Б3			1.0

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 25. Приказ на разликите во Delta L помеѓу подгрупите на КГ 1Б
Graph 25. Display of differences in Delta L between subgroup of KG 1B

На графикон 25 е прикажана разликата во параметарот Delta L во зависност од дебелината на сидот на керамиката, притоа со пораст на дебелината доаѓа до опаѓање на разликите во светлоста.

Сите примероци од подгрупите на ЕГ 2Б со дебелина 0.5 и 1 mm имаа забележителна разлика во боја, клинички неприфатлива, додека сите примероци од подгрупите со дебелина од 1.5 и 2 mm клинички прифатлива разлика во бојата.

Клинички неприфатлива разлика во светлоста презентираа сите примероци од подгрупата со дебелина од 0.5 mm и 31 (64.6%) примероци од подгрупата со дебелина 1 mm. Сите примероци од подгрупите со дебелина 1.5 и 2 mm на керамиката презентираа разлика во светлоста, клинички прифатлива.

Табела 27. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите на КГ 1А

Table 27. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold

	ЕГ 2Б				
	n	2Б1	2Б2	2Б3	2Б4
ΔE					
1 – 3.3	96	0	0	48 (100)	48 (100)

>3.3	96	48 (100)	48 (100)	0	0
ΔL					
<2	113	0	17 (35.42)	48 (100)	48 (100)
>2	79	48 (100)	31 (64.58)	0	0

3А- група

Во ЕГ 3А, просечните и медијални вредности на Delta E параметарот имаа вредност од 14.45 ± 0.3 и 14.58 во подгрупата со дебелина на примероците од 0.5 mm , 12.36 ± 0.2 , потоа 12.28 во подгрупата со дебелина на примероците од 1 mm , 11.01 ± 0.1 и 11 во подгрупата со дебелина на примероците од 1.5 mm , и 7.47 ± 0.3 и 7.61 во подгрупата со дебелина на примероците од 2.5 mm (таб. 28).

Вкупна статистичка сигнификантна разлика и сигнификантни меѓугрупни разлики, за вредност на $p < 0.0001$ беа добиени во ЕГ 3А со висока транспаренција, во која примероците беа цементираны на силно дисколорирано/метално забно трупче /М, а во зависност од нивната дебелина. Значајно поголема разлика во бојата кај оваа група презентираа примероците од подгрупите со помала дебелина на сидот на коронката (таб. 28а).

Табела 28. Разликата во светлоста Delta E кај подгрупите на ЕГ 3А

Table 28. Value differences Delta E in subgroups of EG 3A

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
ЕГ 3А	3А1	14.45 ± 0.3	14.58 (14.12 – 14.68)
	3А2	12.36 ± 0.2	12.28 (12.19 – 12.61)
	3А3	11.01 ± 0.1	11.0 (10.97 – 11.08)
	3А4	7.47 ± 0.3	7.61 (7.16 – 7.67)

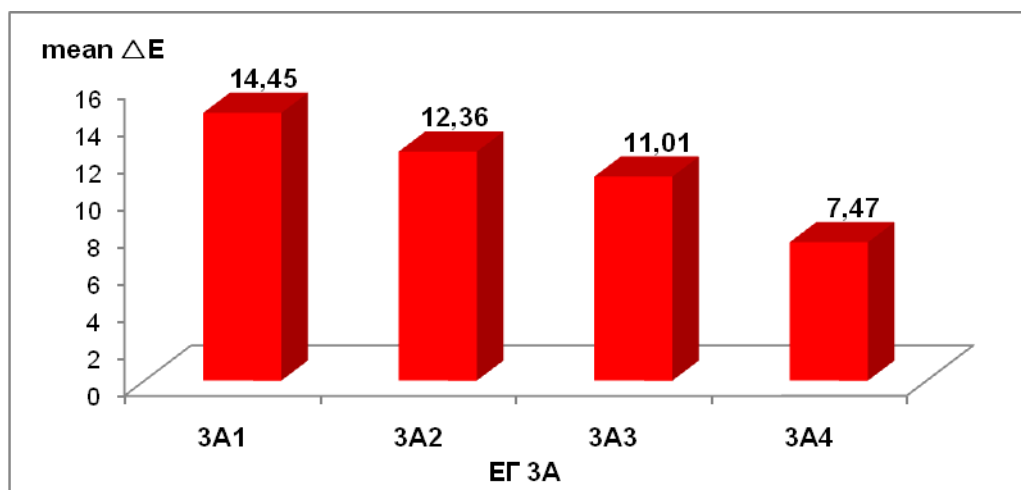
Табела 28а. Меѓу групни разлики за Delta E кај подгрупите на ЕГ 3А

Table 28a. Intergroup differences for Delta E in subgroups of EG 3A

Kruskal-Wallis test $H=179.09$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔE во групата ЕГ 3А			
група	3А2	3А3	3А4
3А1	0.00014 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
3А2		0.00014 sig	0.00000 sig
3А3			0.00014 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Вредноста на Delta E намалува со зголемување на дебелината на сидот на изработките кај подгрупите на ЕГ 3А (граф. 26).



Графикон 26. Приказ на разликите во Delta E помеѓу подгрупите на EG 3A
Graph 26. Display of differences in Delta E between subgroup of EG 3A

За $p < 0.0001$ се потврди вкупна статистичка сигнификантна разлика во вредноста на Delta L меѓу подгрупите од EG 3A. Оваа разлика се должи на значајно повисоки вредности на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 0.5 mm во однос на подгрупите со 1, 1.5 и 2 mm дебелина на примероците ($p = 0.00014, p < 0.0001$).

Значајно повисоки вредности на Delta L имаше подгрупата со дебелина од 1 mm во однос на подгрупите со дебелина од 1.5 и 2 mm ($p = 0.00014, p < 0.0001$), и значајно повисока вредност на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 1.5 mm во однос на 2 mm ($p = 0.00014$).

Во подгрупите со висока транспаренција цементирани на силно дисколоризирано/метално забно трупче M беше потврдена значајна промена во светлоста во зависност од дебелината на сидот на коронката. Примероците од подгрупите со помала дебелина презентираа поголема разлика во светлоста (таб. 29 и 29a).

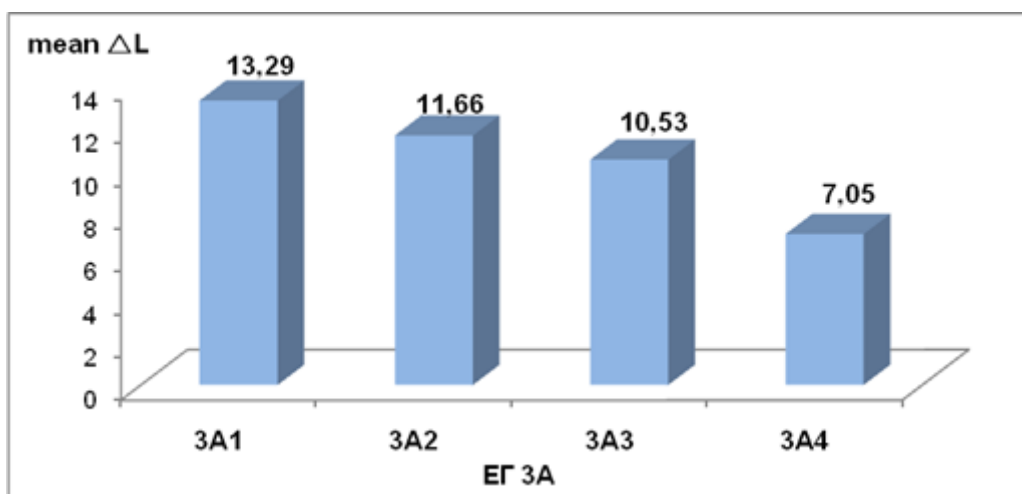
Табела 29. Разликата во светлоста Delta L кај подгрупите на EG 3A
Table 29. Value differences Delta L in subgroups of EG 3A

група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
EG 3A	3A1	13.29 \pm 0.1	13.28 (13.24 – 13.36)
	3A2	11.66 \pm 0.1	11.64 (11.58 – 11.75)
	3A3	10.53 \pm 0.2	10.58 (10.37 – 10.64)
	3A4	7.05 \pm 0.1	7.11 (6.91 – 7.17)

Табела 29а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите на ЕГ 3А
 Table 29a. Intergroup differences for Delta L in subgroups of EG 3A

Kruskal-Wallis test $H=179.09$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔL во групата ЕГ 3А			
група	3A2	3A3	3A4
3A1	0.00014 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
3A2		0.00014 sig	0.00000 sig
3A3			0.00014 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 27. Приказ на разликите во Delta L помеѓу подгрупите на ЕГ 3А
 Graph 27. Display of differences in Delta L between subgroup of EG 3A

Со зголемување на дебелината на керамиката разликата во светлоста се намалува кај подгрупите на ЕГ 3А (граф. 27). Сите примероци од подгрупите на ЕГ 3А, според вредностите на Delta E и Delta L, имаа забележителна разлика во бојата, која е клинички неприфатлива, и клинички неприфатлива разлика во светлоста.

Табела 30. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите на ЕГ 3А
 Table 30. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold in EG 3A subgroups

	ЕГ 3А				
	n	3A1	3A2	3A3	3A4
ΔE					
>3.3		48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)
ΔL					
>2		48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)

ЗБ - група

Во ЕГ примероци со ниска транслуценција цементирано на силно дисколорирано/метално забно трупче М, подгрупите со помала дебелина имаа значајно поголема промена во бојата, во однос на подгрупите со поголема дебелина. За $p < 0.0001$ беше потврдена вкупна и меѓугрупна статистичка сигнификантна разлика во оваа група примероци.

Просечните и медијални вредности на Delta E изнесуваа 11.11 ± 0.2 и 11.15 , соодветно во подгрупата со дебелина на керамиката од 0.5 mm , 9.39 ± 0.3 и 9.37 , соодветно во подгрупата со дебелина 1 mm , 5.89 ± 0.4 и 5.96 , соодветно во подгрупата со дебелина 1.5 mm , и 4.59 ± 0.1 и 4.57 , соодветно во подгрупата со дебелина на керамиката од 2 mm , (таб. 31 и 31а).

Табела 31. Разликата во светлоста Delta E кај подгрупите на ЕГ ЗБ

Table 31. Value differences Delta E in subgroups of EG ЗБ

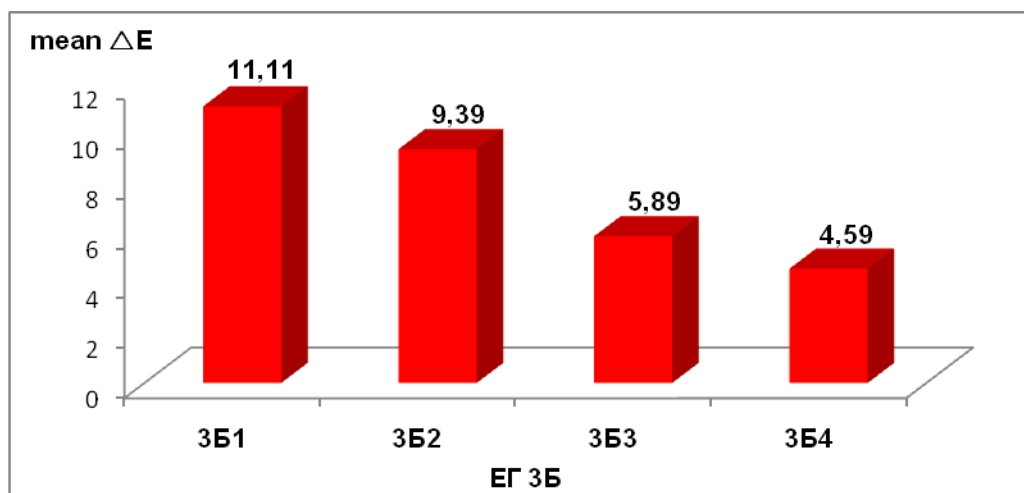
група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
ЕГ ЗБ	ЗБ1	11.11 ± 0.2	11.15 (10.89 – 11.3)
	ЗБ2	9.39 ± 0.3	9.37 (9.12 – 9.64)
	ЗБ3	5.89 ± 0.4	5.96 (5.01 – 6.13)
	ЗБ4	4.59 ± 0.1	4.57 (4.53 – 4.67)

Табела 31а. Меѓу групни разлики за Delta E кај подгрупите на ЕГ ЗБ

Table 31a. Intergroup differences for Delta E in subgroups of EG ЗБ

Kruskal-Wallis test $H=179.08$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔE во групата ЕГ ЗБ			
група	ЗБ2	ЗБ3	ЗБ4
ЗБ1	0.00014 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
ЗБ2		0.00014 sig	0.00000 sig
ЗБ3			0.00014 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05 .



Графикон 28. Приказ на разликите во Delta L помеѓу подгрупите на EG 3B
Graph 28. Display of differences in Delta L between subgroup of EG 3B

На графикон 28 е прикажано статистички значајното влијание на дебелината на керамиката врз разликата во бојата Delta E. Со пораст на дебелината доаѓа до намалување на разликата во бојата.

За $p < 0.0001$ се потврди вкупна статистичка сигнификантна разлика во вредноста на Delta L меѓу подгрупите од EG 3B. Оваа разлика се должи на значајно повисоки вредности на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 0.5 mm во однос на останатите три подгрупи ($p < 0.0001$), на значајно повисоки вредности на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 1 mm во однос на останатите две подгрупи ($p < 0.0001$), и на значајно повисока вредност на Delta L во подгрупата со дебелина на примероците од 1.5 mm во однос на 2 mm ($p = 0.012$) (таб. 32 и 32a).

Во подгрупите со ниска транслуценција на цементирани на силно дисколорирани/метално забно трупче M, беше потврдена значајна промена во светлоста во зависност од дебелината на сидот на коронката. Примероците од подгрупите со помала дебелина презентираа и поголема разлика во светлоста (графикон 29).

Табела 32. Разликата во светлоста Delta L кај подгрупите на EG 3B
Table 32. Value differences Delta L in subgroups of EG 3B

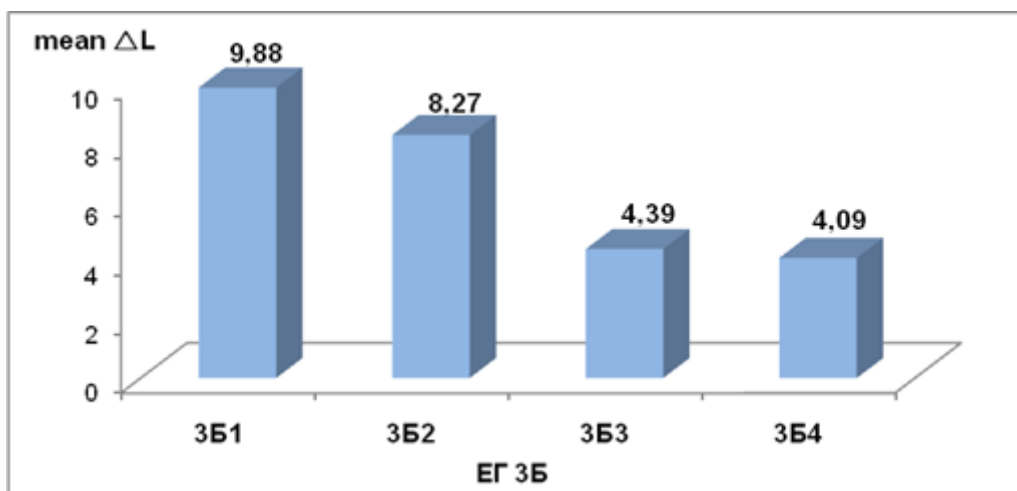
група/group	под група/sub group	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
		mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
EG 3B	3B1	9.88 \pm 0.1	9.88 (9.84 – 9.93)
	3B2	8.27 \pm 0.2	8.01 (8.26 – 8.52)

	ЗБ3	4.39 ± 0.3	4.24 (4.18 – 4.73)
	ЗБ4	4.09 ± 0.1	4.09 (4.05 – 4.17)

Табела 32а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите на ЕГ ЗБ
 Table 32a. Intergroup differences for Delta L in subgroups of EG ЗБ

Kruskal-Wallis test H=170.79 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔL во групата ЕГ ЗБ			
група	ЗБ2	ЗБ3	ЗБ4
ЗБ1	0.000139 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
ЗБ2		0.00001 sig	0.00000 sig
ЗБ3			0.01175 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 29. Приказ на разликите во Delta L помеѓу подгрупите на ЕГ ЗБ
 Graph 29. Display of differences in Delta L between subgroup of EG ЗБ

Сите примероци од подгрупите на ЕГ ЗБ, според вредностите на Delta E и Delta L, имаа забележителна клинички неприфатлива разлика во бојата и клинички неприфатлива разлика во светлоста (табела 33).

Табела 33. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите на ЕГ ЗБ
 Table 33. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold in subgroups of EG ЗБ

	ЕГ ЗБ				
	n	ЗБ1	ЗБ2	ЗБ3	ЗБ4
ΔE					
>3.3		48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)
ΔL					
>2		48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)

5.4. Разлика во бојата (Delta E) и светлоста (Delta L) во зависност од основата и транслуценцијата

Групи со дебелина 0.5 mm

Во Табела 33 и графикон 30 се прикажани просечните и медијални вредности за Delta E параметарот во подгрупите 1A1, 1B1, 2A1, 2B1, 3A1 и 3B1. Согласно прикажаните вредности, примероците од подгрупата 1A1 имаа најмала просечна (0.77 ± 0.2) и медијална вредност (0.74), додека примероците од подгрупата 3A1 имаа најголема просечна (14.45 ± 0.3) и медијална вредност за овој параметар (14.58).

Табела 33. Разлики во Delta E кај подгрупите со дебелина 0.5 mm
Table 33. Color Differences Delta E in subjects with 0.5 mm wall thickness

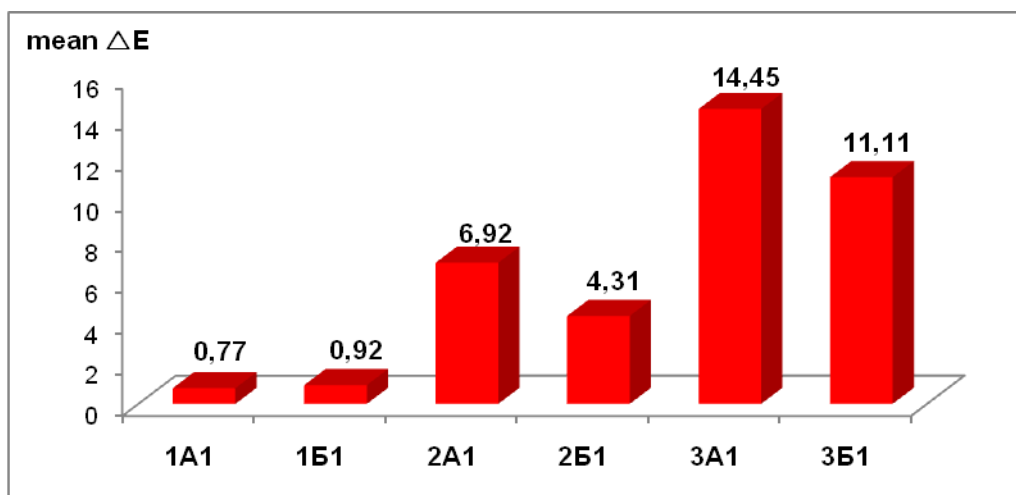
подгрупа	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
1A1	0.77 ± 0.2	0.74 (0.68 – 0.87)
1B1	0.92 ± 0.1	0.93 (0.82 – 1.01)
2A1	6.92 ± 0.2	6.92 (6.75 – 7.02)
2B1	4.31 ± 0.3	4.44 (3.92 – 4.56)
3A1	14.45 ± 0.3	14.58 (14.12 – 14.68)
3B1	11.11 ± 0.2	11.15 (10.89 – 11.3)

Резултатите од статистичката анализа потврдија вкупна статистичка сигнификантна разлика меѓу овие 6 подгрупи ($p < 0.0001$), што покажува дека примероците со иста и најмала дебелина на ѕидот на коронката од 0.5 mm, имаат сигнификантно различна промена во боја во зависност од степенот на транслуценција и во зависност од бојата на основата. Резултатите од сите меѓугрупни тестирани разлики се прикажани во Табела 33а.

Табела 33а. Меѓугрупни разлики за Delta E кај подгрупите со дебелина 0.5 mm
Table 33a. Intergroup differences for Delta E in subgroups with 0.5 mm wall thickness

Kruskal-Wallis test $H=273.15$ $p=0.00000$ sig					
меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1A1,1B1,2A1,2B1,3A1,3B1					
подгрупа	1B1	2A1	2B1	3A1	3B1
1A1	0.000017 sig	0.00000 sig	0.000011 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
1B1		0.00000 sig	0.006604 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2A1			0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2B1				0.000000 sig	0.000000 sig
3A1					0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 30. Приказ на Delta E помеѓу подгрупите со дебелина 0.5 mm
Graph 30. Display of differences in Delta E between subgroup with 0.5 wall thickness

Статистичка сигнификантна беше разликата во Delta E помеѓу 1A1 во однос на 1B1 ($p=0.000017$), 2A1 во однос на 2B1 ($p<0.0001$) и 3A1 во однос на 3B1 ($p<0.0001$). Степенот на транслуценција имаше сигнификантно влијание на дефинитивната боја меѓу примероците со најмала дебелина и недисколорирана основа, меѓу примероците со најмала дебелина и цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, и меѓу примероците со најмала дебелина и цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче M.

Кај примероците со дебелина 0.5 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема промена на боја имаа примероците со ниска транслуценција. Кај примероците со дебелина 0.5 mm, цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во боја имаа примероците со висока транслуценција. Кај примероците со дебелина 0.5 mm, цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче M, значајно поголема разлика во боја имаа примероците со висока транслуценција (таб. 34).

Табела 34. Меѓугрупни разлики на Delta E кај подгрупите со иста основа
Table 34. Intergroup differences for Delta E in subgroups with same substrate

меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1A1,1B1,2A1,2B1,3A1,3B1			
подгрупа	1B1	2B1	3B1
1A1	0.000017 sig		
2A1		0.000000 sig	
3A1			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

За $p<0.0001$ се потврди вкупна статистичка сигнификантна разлика меѓу подгрупите 1A1, 1B1, 2A1, 2B1, 3A1 и 3B1, во однос на вредноста на Delta L

параметарот. Сите меѓугрупни разлики се сигнификантни и се прикажани во Табела 35. Примероците со најмала дебелина на сидот на коронката имаа сигнификантно различна промена во светлоста, во зависност од степенот на транслуценција и бојата на основата.

Најмали вредности Delta L параметарот имаше во подгрупата 1A1 (mean=0.25; median=0.57), највисоки вредности беа регистрирани во подгрупата 3A1 (mean=13.29 ± 0.1; median=13.28).

Табела 35. Разлики во Delta L кај подгрупите со дебелина 0.5 mm
Table 35. Color Differences Delta L in subjects with 0.5 mm wall thickness

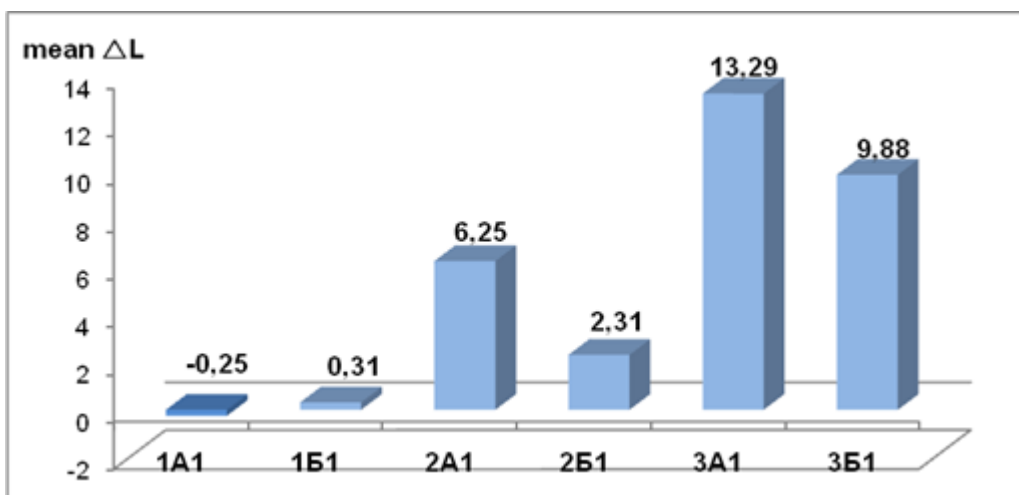
подгрупа	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
	mean ± SD/ просек ± СД	median (IQR)/ медијана
1A1	-0.25 ± 0.9	-0.57 (-0.84 – 0.75)
1B1	0.31 ± 0.8	0.80 (-0.73 – 0.94)
2A1	6.25 ± 0.3	6.23 (6.03 – 6.52)
2B1	2.31 ± 0.2	2.2 (2.12 – 2.59)
3A1	13.29 ± 0.1	13.28 (13.24 – 13.36)
3B1	9.88 ± 0.1	9.88 (9.84 – 9.93)

Табела 35а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите со дебелина 0.5 mm
Table 35a. Intergroup differences for Delta L in subgroups with 0.5 mm wall thickness

Kruskal-Wallis test H=273.15 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1A1,1B1,2A1,2B1,3A1,3B1					
подгрупа	1B1	2A1	2B1	3A1	3B1
1A1	0.035 sig	0.00000 sig	0.000067 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
1B1		0.00000 sig	0.001552 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2A1			0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2B1				0.000000 sig	0.000000 sig
3A1					0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Тестираните меѓугрупни разлики во Delta L вредноста, помеѓу подгрупите со иста дебелина (0.5 mm), и иста боја на основата, а различна транслуценција беа статистички сигнификантни (p=0.035 за разлика 1A1 vs 1B1), (p<0.0001 за разлика 2A1 vs 2B1) и (p<0.0001 за разлика 3A1 vs 3B1).



Графикон 31. Приказ на разликите во Delta L кај подгрупите со дебелина 0.5 mm

Graph 31. Display of differences in Delta L between subgroup with 0.5 mm wall thickness

Кај примероците со дебелина 0.5 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со ниска транслуценција.

Кај примероците со дебелина 0.5 mm, цементиран на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транслуценција.

Кај примероците со дебелина 0.5 mm, цементиран на силно дисколорирано/метално забно трупче M, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транслуценција (таб. 36).

Табела 36. Меѓугрупни разлики на Delta E кај подгрупите со иста основа
Table 36. Intergroup differences for Delta E in subgroups with same substrate

меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1A1,1B1,2A1,2B1,3A1,3B1			
подгрупа	1B1	2B1	3B1
1A1	0.035 sig		
2A1		0.000000 sig	
3A1			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Сите примероци од подгрупите 2A1, 2B1, 3A1 и 3B1 имаа вредности на Delta E повисоки од 3.3, односно имаа забележителна разлика во боја, клинички неприфатлива, додека мнозинството на примероци од 1A1 и 1B1 подгрупите имаа вредности на Delta E помали од 1, односно незабележителна разлика во бојата со човечко око.

Delta L имаше вредности пониски од 2 кај сите примероци од подгрупата 1A1, што укажува на клинички прифатлива разлика во светлоста, додека примероците од сите други 5 анализирани подгрупи имаа Delta L повисок од 2, што укажува на клинички неприфатлива разлика во светлоста (таб. 37).

Табела 37. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост

Table 37. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold

	n	групи					
		1A1	1B1	2A1	2B1	3A1	3B1
ΔE							
<1	80	45 (93.75)	35 (72.92)	0	0	0	0
1 – 3.3	16	3 (6.25)	13 (27.08)	0	0	0	0
>3.3	192	0	0	48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)
ΔL							
<2	48	48 (100)	0	0	0	0	0
>2	240	0	48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)

Групи со 1 mm дебелина

Вкупна статистичка сигнификантна разлика во бојата беше потврдена меѓу примероците со дебелина на коронката од 1 mm (1A2,1B2,2A2,2B2,3A2,3B2), а со различна транслуценција и боја на основата ($p < 0.0001$). Со најмала разлика во боја беа примероците од подгрупата 1A2 ($\text{mean} = 0.91 \pm 0.1$; $\text{median} = 0.89$), а најголема разлика во боја имаа примероците од подгрупата 3A2 ($\text{mean} = 12.36 \pm 0.2$; $\text{median} = 12.28$), (таб. 38). Резултатите од post-hoc анализата за сите меѓугрупни компарации се прикажани во Табела 38а и се статистички сигнификантни.

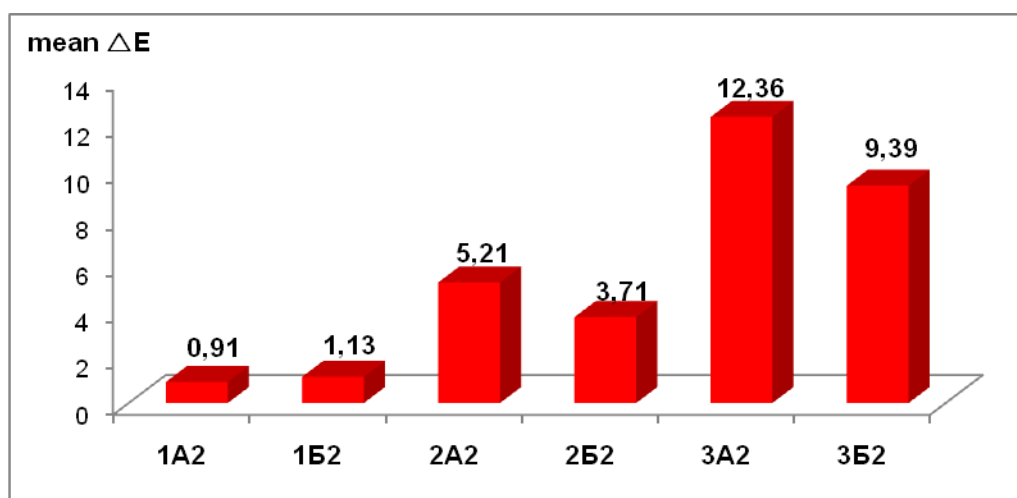
Табела 38. Разлики во Delta E кај подгрупите со дебелина 1 mm
Table 38. Color Differences Delta E in subjects with 1 mm wall thickness

подгрупа	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
1A2	0.91 \pm 0.1	0.89 (0.8 – 1.01)
1B2	1.13 \pm 0.1	1.14 (1.04 – 1.2)
2A2	5.21 \pm 0.2	5.31 (5.0 – 5.35)
2B2	3.71 \pm 0.1	3.71 (3.64 – 3.75)
3A2	12.36 \pm 0.2	12.28 (12.19 – 12.61)
3B2	9.39 \pm 0.3	9.39 (9.12 – 9.64)

Табела 38а. Меѓугрупни разлики за Delta E кај подгрупите со дебелина 1 mm
Table 38a. Intergroup differences for Delta E in subgroups with 1mm wall thickness

Kruskal-Wallis test $H=275.52$ $p=0.00000$ sig					
меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1A2,1B2,2A2,2B2,3A2,3B2					
подгрупа	1B2	2A2	2B2	3A2	3B2
1A2	0.000000 sig	0.000000 sig	0.000002 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
1B2		0.000000 sig	0.021987 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2A2			0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2B2				0.000000 sig	0.000000 sig
3A2					0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 32. Приказ на разликите во Delta E кај подгрупите со дебелина 1mm
Graph 32. Display of differences in Delta E between subgroup with 1mm wall thickness

Статистичка сигнификантна разлика во Delta E вредностите беше добиена помеѓу подгрупите 1A2 и 1B2, помеѓу подгрупите 2A2 и 2B2, и помеѓу подгрупите 3A1 и 3B1 ($p<0.001$). Подгрупите со иста дебелина од 1 mm, и иста боја на основата, а различна трансплуценција имаа сигнификантно различна промена во дефинитивната боја.

Кај примероците со дебелина 1 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема промена на боја имаа примероците со ниска трансплуценција. Кај примероците со дебелина 1 mm, цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во боја имаа примероците со висока трансплуценција. Кај примероците со дебелина 1 mm, цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче M, значајно поголема разлика во боја имаа примероците со висока трансплуценција (табела 39).

Табела 39. Меѓугрупни разлики на Delta E кај подгрупите со иста основа

Table 39. Intergroup differences for Delta E in subgroups with same substrate

Kruskal-Wallis test H=273.15 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1A2,1B2,2A2,2B2,3A2,3B2			
подгрупа	1B2	2B2	3B2
1A2	0.000000 sig		
2A2		0.000000 sig	
3A2			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Согласно прикажаните вредности во Табела 40, примероците од подгрупата 1A1 имаа најмала просечна (0.77 ± 0.2) и медијална вредност на Delta L (0.74), додека примероците од подгрупата 3A1 имаа најголема просечна (14.45 ± 0.3) и медијална вредност за овој параметар (14.58).

Резултатите од статистичката анализа потврдија вкупна статистичка сигнификантна разлика во Delta L меѓу 6-те подгрупи од табела ($p < 0.0001$), што покажува дека примероците со иста дебелина на сидот на коронката од 1 mm, имаа сигнификантна разлика во светлоста, во зависност од степенот на транслуценција и во зависност од бојата на основата. Резултатите од сите меѓугрупни тестирани разлики се прикажани во Табела 40а.

Согласно прикажаните вредности на Delta L, примероците од подгрупата 1A2 имаа најмала просечна (0.88 ± 0.1) и медијална вредност (0.89), додека примероците од подгрупата 3A2 имаа најголема просечна (11.66 ± 0.1) и медијална вредност за овој параметар (11.64), (граф. 33).

Табела 40. Разлики во Delta L кај подгрупите со дебелина 1 mm

Table 40. Color Differences Delta L in subjects with 1 mm wall thickness

Подгрупа/ subgroup	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
1A2	0.88 \pm 0.1	0.89 (0.77 – 0.99)
1B2	-1.04 \pm 0.1	-1.06 (-1.11 - -0.95)
2A2	4.41 \pm 0.2	4.44 (4.26 – 4.51)
2B2	1.98 \pm 0.2	2.05 (1.8 – 2.12)
3A2	11.66 \pm 0.1	11.64 (11.58 – 11.75)
3B2	8.37 \pm 0.2	8.31 (8.26 – 8.52)

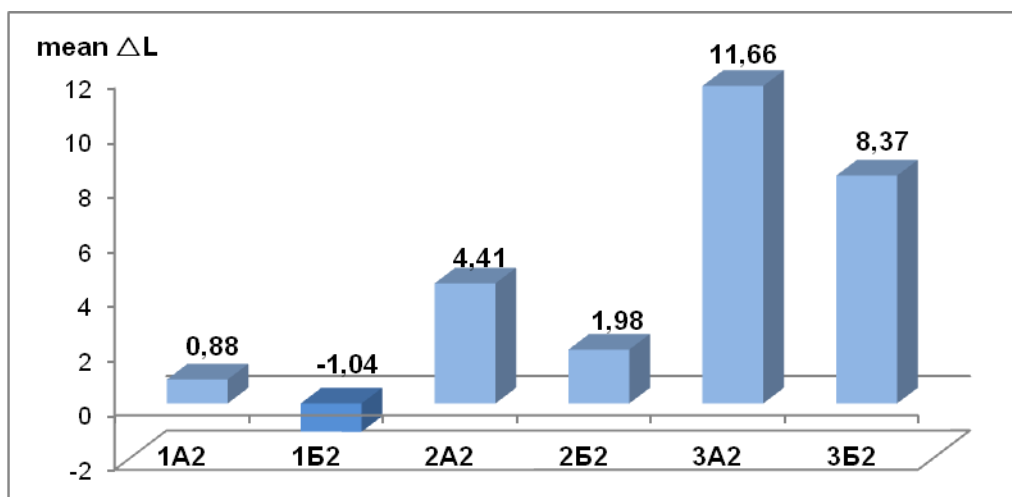
Табела 40а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите со дебелина 1 mm

Table 40a. Intergroup differences for Delta L in subgroups with 1 mm wall thickness

Kruskal-Wallis test H=279.05 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1A2,1B2,2A2,2B2,3A2,3B2	
--	--

Подгрупа	1Б2	2А2	2Б2	3А2	3Б2
1А2	0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
1Б2		0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2А2			0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2Б2				0.000000 sig	0.000000 sig
3А2					0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 33. Приказ на разликите во Delta L кај подгрупите со дебелина 1.5 mm
Graph 33. Display of differences in Delta L between subgroup with 1.5 mm wall thickness

Delta L сигнификантно се разликуваше помеѓу подгрупите со дебелина 1 mm, и иста боја на основа, а во однос на низок или висок степен на транслуценција (p<0.0001 за разлика 1A2 vs 1B2, 2A2 vs 2B2, и за разлика 3A2 vs 3B2, соодветно), (табела 41).

Кај примероците со дебелина 1 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема разлика во светлост имаа примероците со ниска транслуценција.

Кај примероците со дебелина 1 mm, цементираны на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во светлост имаа примероците со висока транслуценција.

Кај примероците со дебелина 1 mm, цементираны на силно дисколорирано/метално забно трупче M, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транслуценција.

Табела 41. Меѓугрупни разлики на Delta L кај подгрупите со иста основа
Table 41. Intergroup differences for Delta L in subgroups with same substrate

Kruskal-Wallis test H=279.05 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1A2,1B2,2A2,2B2,3A2,3B2

подгрупа	1Б2	2Б2	3Б2
1А2	0.000000 sig		
2А2		0.000000 sig	
3А2			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Табела 42. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите со дебелина 1 mm

Table 42. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold with 1mm wall thickness

		групи/groups					
	n	1А2	1Б2	2А2	2Б2	3А2	3Б2
ΔE							
<1	44	33 (68.75)	11 (22.92)	0	0	0	0
1 – 3.3	52	15 (31.25)	37 (77.08)	0	0	0	0
>3.3	192	0	0	48 (100)	48 (100)	48 (100)	48 (100)
ΔL							
<2	65	48 (100)	0	0	17 (35.42)	0	0
>2	223	0	48 (100)	48 (100)	31 (64.58)	48 (100)	48 (100)

Примероците од подгрупата 1А2 најчесто имаа незабележителна разлика во бојата со човечко око – 33 (68.75%), примероците од подгрупата 1Б2 најчесто имаа клинички прифатлива разлика во бојата – 37 (77.1%), сите примероци од 2А2, 2Б2, 3А2 и 3Б2 имаа забележителна разлика, клинички неприфатлива.

Сите примероци од подгрупата 1А2 имаа клинички прифатлива разлика во светлост, сите примероци од подгрупата 1Б2, 2А2, 3А2, 3Б2 и 31(64.6%) примероци од 2Б2 подгрупата имаа забележителна разлика во светлоста, клинички неприфатлива (таб. 42).

Групи со 1.5 mm дебелина

Согласно прикажаните вредности на Delta E параметарот во подгрупите 1А3, 1Б3, 2А3, 2Б3, 3А3 и 3Б3, примероците од подгрупата 1А3 имаа најмала просечна (1.41 ± 0.2) и медијална вредност (1.41), додека примероците од подгрупата 3А3 имаа најголема просечна (11.01 ± 0.1) и медијална вредност за овој параметар (11).

Табела 43. Разлики во Delta E кај подгрупите со дебелина 1.5 mm

Table 43. Color Differences Delta E in subjects with 1.5 mm wall thickness

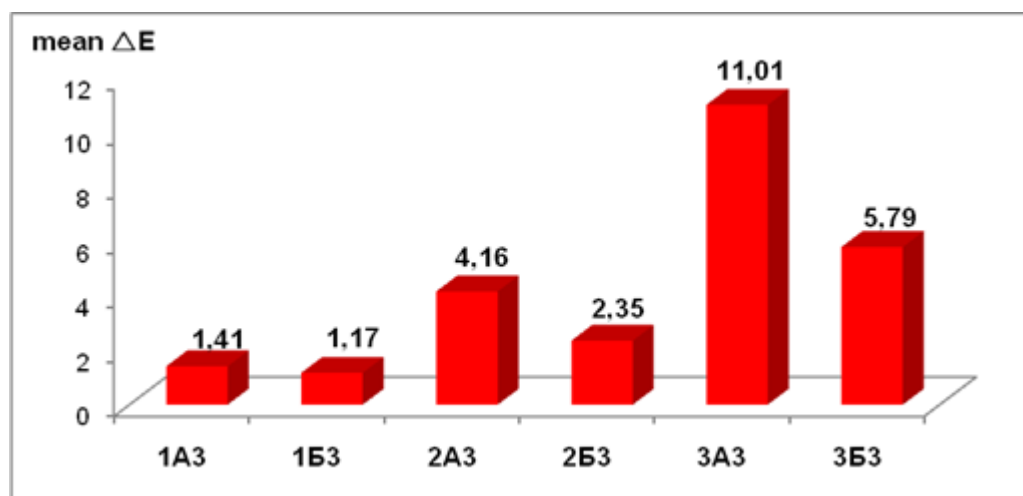
подгрупа	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
1А3	1.41 \pm 0.2	1.41 (1.27 – 1.53)
1Б3	1.17 \pm 0.2	1.13 (1.07 – 1.23)
2А3	4.16 \pm 0.1	4.15 (4.08 – 4.24)
2Б3	2.35 \pm 0.1	2.37 (2.27 – 2.41)
3А3	11.01 \pm 0.1	11.0 (10.97 – 11.08)
3Б3	5.79 \pm 0.4	5.96 (5.31 – 6.13)

Табела 43а. Меѓугрупни разлики за Delta E кај подгрупите со дебелина 1.5 mm
Table 43a. Intergroup differences for Delta E in subgroups with 1.5 mm thickness

Kruskal-Wallis test $N=275.41$ $p=0.00000$ sig					
меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1А3,1Б3,2А3,2Б3,3А3,3Б3					
подгрупа	1Б3	2А3	2Б3	3А3	3Б3
1А3	0.000000 sig	0.000000 sig	0.000011 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
1Б3		0.000000 sig	0.006604 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2А3			0.000000 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2Б3				0.000000 sig	0.000000 sig
3А3					0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Резултатите од статистичката анализа потврдија вкупна статистичка сигнификантна разлика меѓу овие 6 подгрупи ($p < 0.0001$), што покажува дека примероците со 1.5 mm дебелина на коронката, имаа сигнификантно различна промена во боја, во зависност од дисколорираноста на основата и транспаренцијата. Резултатите од сите меѓугрупни тестирани разлики се прикажани во Табела 43 и 43а.



Графикон 34. Приказ на разликите во Delta E кај подгрупите со дебелина 1.5 mm

Graph 34. Display of differences in Delta E between subgroup with 1.5 mm thickness

Тестираните меѓугрупни разлики во Delta E вредноста, односно во разликата во боја, помеѓу подгрупите со иста дебелина (1.5 mm), и иста боја на основата, а различна транспаренција беа статистички сигнификантни ($p < 0.0001$ за разлика 1A3 vs 1B3), ($p < 0.0001$ за разлика 2A3 vs 2B3) и ($p < 0.0001$ за разлика 3A3 vs 3B3), (таб. 44).

Кај примероците со дебелина 1.5 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема разлика во бојата имаа примероците со висока транспаренција.

Кај примероците со дебелина 1 mm, цементиран на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во бојата имаа примероците со висока транспаренција.

Кај примероците со дебелина 1 mm, цементиран на силно дисколорирано/метално забно трупче M, значајно поголема разлика во бојата имаа примероците со висока транспаренција.

Табела 44. Меѓугрупни разлики на Delta E кај подгрупите со иста основа
Table 44. Intergroup differences for Delta E in subgroups with same substrate

Kruskal-Wallis test $H=275.41$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1A3,1B3,2A3,2B3,3A3,3B3			
подгрупа	1B3	2B3	3B3
1A3	0.000000 sig		
2A3		0.000000 sig	
3A3			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig < 0.05

Вкупна статистичка сигнификантна разлика во светлоста беше потврдена меѓу примероците со дебелина на коронката од 1.5 mm, а со различна транспаренција и боја на основата ($p < 0.0001$). Со најмала разлика во светлост беа примероците од подгрупата 1A3 (mean=1.37±0.2; median=1.38), најголема разлика во вредноста на Delta L имаа примероците од подгрупата 3A3 (mean=10.53±0.2; median=10.58). Post-hoc анализата со сите меѓугрупни разлики е презентирана во Табела 45.

Табела 45. Разлики во Delta L кај подгрупите со дебелина 1.5 mm
Table 45. Color Differences Delta L in subjects with 1.5 mm wall thickness

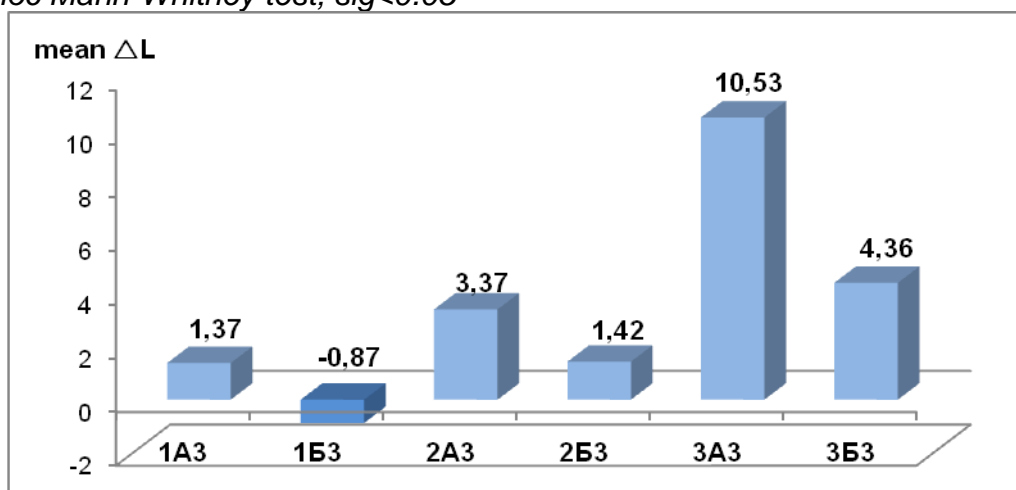
Подгрупа/ subgroup	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)
-------------------------------	---

	mean ± SD/ просек ± СД	median (IQR)/ медијана
1А3	1.37 ± 0.2	1.38 (1.23 – 1.49)
1Б3	-0.87 ± 0.2	-1.03 (-1.15 - -0.77)
2А3	3.37 ± 0.2	3.32 (3.23 – 3.51)
2Б3	1.42 ± 0.2	1.49 (1.21 – 1.59)
3А3	10.53 ± 0.2	10.58 (10.37 – 10.64)
3Б3	4.36 ± 0.3	4.24 (4.18 – 4.73)

Табела 45а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите со дебелина 1.5 mm
Table 45a. Intergroup differences for Delta L in subgroups with 1.5 mm wall thickness

Kruskal-Wallis test H=271.25 p=0.00000 sig меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1А3,1Б3,2А3,2Б3,3А3,3Б3					
подгрупа	1Б3	2А3	2Б3	3А3	3Б3
1А3	0.000865 sig	0.00013 sig	1.0	0.000000 sig	0.000000 sig
1Б3		0.00000 sig	0.00013 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2А3			0.000865 sig	0.000000 sig	0.000000 sig
2Б3				0.000000 sig	0.000000 sig
3А3					0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 35. Приказ на разликите во Delta L кај подгрупите со дебелина 1.5 mm
Graph 35. Display of differences in Delta L between subgroup with 1.5 mm thickness

Тестираните меѓугрупни разлики во Delta L вредноста, помеѓу подгрупите со иста дебелина (1.5 mm), и иста боја на основата, а различна транспаренција беа статистички сигнификантни при споредбата на 1А3 и 1Б3, и 2А3 со 2Б3 за p=0.00087), а статистички сигнификантна и при споредбата на 3А3 со 3Б3 за p<0.0001). Степенот на транспаренција имаше сигнификантно влијание на разликата во светлоста кај примероците од подгрупите со дебелина 1.5 mm и иста боја на основата.

Табела 46. Меѓугрупни разлики на Delta L кај подгрупите со иста основа
Table 41. Intergroup differences for Delta L in subgroups with same substrate

Kruskal-Wallis test H=271.25 p=0.00000 sig			
меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1А3,1Б3,2А3,2Б3,3А3,3Б3			
подгрупа	1Б3	2Б3	3Б3
1А3	0.000865 sig		
2А3		0.000865 sig	
3А3			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Кај примероците со дебелина 1.5 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транслуценција.

Кај примероците со дебелина 1 mm, цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транслуценција.

Кај примероците со дебелина 1 mm, цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче М, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транслуценција.

Табела 47. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите со дебелина 1.5 mm
Table 47. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold in subgroup with 1.5 mm thickness

	n	подгрупи					
		1А3	1Б3	2А3	2Б3	3А3	3Б3
ΔE							
<1	6	0	6 (12.5)	0	0	0	0
1 – 3.3	138	48 (100)	42 (87.5)	0	48 (100)	0	0
>3.3	144	0	0	48 (100)	0	48 (100)	48 (100)
ΔL							
<2	96	48 (100)	0	0	48 (100)	0	0
>2	192	0	48 (100)	48 (100)	0	48 (100)	48 (100)

Сите примероци од подгрупата 1А3, подгрупата 2Б3, и 42 (87.5%) примероци од подгрупата 1Б3 имаа клинички прифатлива разлика во бојата, сите примероци од 2А3, 3А3 и 3Б3 имаа забележителна разлика во боја, клинички неприфатлива.

Сите примероци од подгрупите 1А3 и 2Б3 имаа клинички прифатлива разлика во светлост, сите примероци од подгрупата 1Б3,2А3,3А3 и 3Б3 имаа забележителна разлика во светлоста, клинички неприфатлива (таб. 47).

Групи со 2 mm дебелина

Резултатите од статистичката анализа потврдија вкупна сигнификантна разлика меѓу 6-те подгрупи прикажани во Табела 48а ($p < 0.0001$), што покажува дека примероците со дебелина на ѕидот на коронката од 2 mm, имаа сигнификантно различна боја во зависност од бојата на основата.

Согласно прикажаните вредности, примероците од подгрупата 1А4 имаа најмала просечна (1.95 ± 0.1) и медијална вредност (1.97), додека примероците од подгрупата 3А4 имаа најголема просечна (7.47 ± 0.3) и медијална вредност за овој параметар (4.57). Овие вредности се прикажани во Табела 48 и графикон 36.

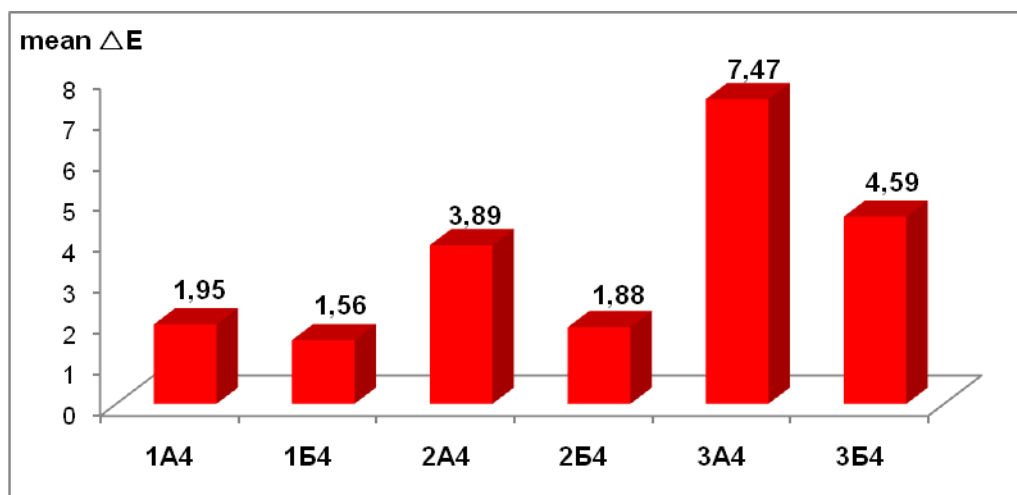
Табела 48. Разлики во Delta E кај подгрупите со дебелина 2 mm
Table 43. Color Differences Delta E in subjects with 2mm wall thickness

Подгрупа/ subgroup	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔE)	
	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
1А4	1.95 \pm 0.1	1.97 (1.88 – 2.03)
1Б4	1.56 \pm 0.3	1.49 (1.42 – 1.59)
2А4	3.89 \pm 0.3	3.86 (3.63 – 4.19)
2Б4	1.88 \pm 0.1	1.88 (1.83 – 1.92)
3А4	7.47 \pm 0.3	7.61 (7.16 – 7.67)
3Б4	4.59 \pm 0.1	4.57 (4.53 – 4.67)

Табела 48а. Меѓугрупни разлики за Delta E кај подгрупите со дебелина 2 mm
Table 43а. Intergroup differences for Delta E in subgroups with 2 mm thickness

Kruskal-Wallis test $H=262.47$ $p=0.00000$ sig					
меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1А4,1Б4,2А4,2Б4,3А4,3Б4					
подгрупа	1Б4	2А4	2Б4	3А4	3Б4
1А4	0.00179 sig	0.001075 sig	1.0	0.000000 sig	0.000000 sig
1Б4		0.00000 sig	0.13044	0.000000 sig	0.000000 sig
2А4			0.000003 sig	0.000000 sig	0.077
2Б4				0.000000 sig	0.000000 sig
3А4					0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig < 0.05



Графикон 36. Приказ на разликите во Delta E кај подгрупите со дебелина 2 mm
Graph 36. Display of differences in Delta E between subgroup with 2 mm thickness

Статистичка сигнификантна беше разликата во Delta E помеѓу 1A4 во однос на 1B4 ($p=0.0018$), 2A4 во однос на 2B4 ($p=0.000003$) и 3A4 во однос на 3B4 ($p<0.0001$). Степенот на транслуценција имаше сигнификантно влијание на дефинитивната боја меѓу примероците со дебелина 2 mm и недисколорирана основа, меѓу примероците со дебелина 2 mm и цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, и меѓу примероците со дебелина 2 mm и цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче M.

Кај примероците со дебелина 2 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема промена на боја имаа примероците со висока транслуценција.

Кај примероците со дебелина 2 mm, цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во боја имаа примероците со висока транслуценција.

Табела 49. Меѓугрупни разлики на Delta E кај подгрупите со иста основа
Table 49. Intergroup differences for Delta E in subgroups with same substrate

Kruskal-Wallis test $H=262.47$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔE во групата 1A4,1B4,2A4,2B4,3A4,3B4			
подгрупа	1B4	2B4	3B4
1A4	0.0018 sig		
2A4		0.000003 sig	
3A4			0.000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Кај примероците со дебелина 2 mm, цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче M, значајно поголема разлика во боја имаа

примероците со висока транспаренција (табела 49).

Табела 50. Разлики во Delta L кај подгрупите со дебелина 2 mm
Table 50. Color Differences Delta L in subjects with 2 mm wall thickness

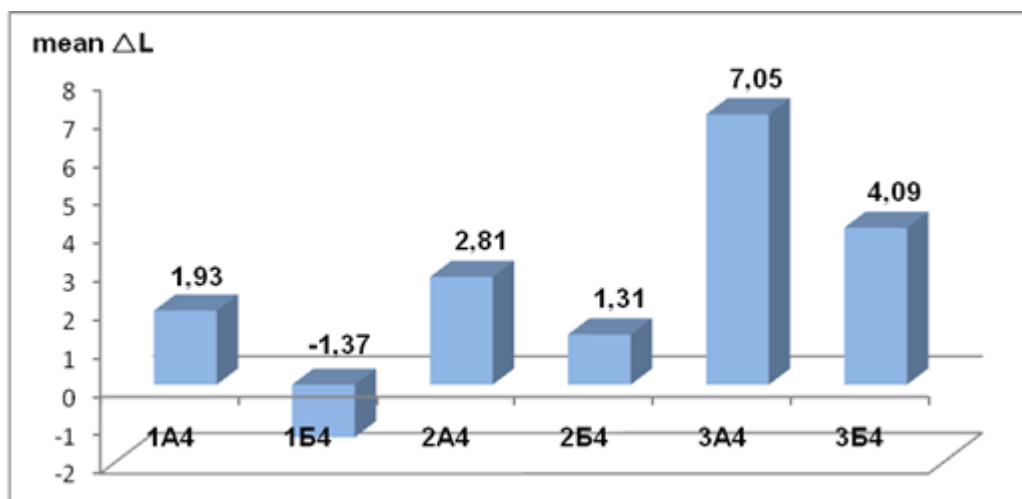
Подгрупа/ subgroup	дескриптивна статистика/descriptive statistics (ΔL)	
	mean \pm SD/ просек \pm СД	median (IQR)/ медијана
1А4	1.93 \pm 0.1	1,95 (1.85 – 2.01)
1Б4	-1.37 \pm 0.2	-1,41 (-1.49 - -1.26)
2А4	2.81 \pm 0.2	2.73 (2.64 – 3.05)
2Б4	1.31 \pm 0.2	1.19 (1.12 – 1.59)
3А4	7.05 \pm 0.1	7.11 (6.91 – 7.17)
3Б4	4.09 \pm 0.1	4.09 (4.05 – 4.17)

Вкупна статистичка сигнификантна разлика во светлоста беше потврдена меѓу примероците со дебелина на коронката од 2 mm, а со различна транспаренција и боја на основата ($p < 0.0001$). Со најмала разлика во светлост беа примероците од подгрупата 2Б4 (mean=1.31 \pm 0.2; median=1.19), најголема разлика во вредноста на Delta L имаа примероците од подгрупата 3А4 (mean=7.05 \pm 0.1; median=7.11). Post-hoc анализата со сите меѓугрупни разлики е презентирани во Табела 50 и 50а.

Табела 50а. Меѓугрупни разлики за Delta L кај подгрупите со дебелина 2 mm
Table 50a. Intergroup differences for Delta L in subgroups with 2 mm wall thickness

Kruskal-Wallis test $H=278.99$ $p=0.00000$ sig					
меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1А4,1Б4,2А4,2Б4,3А4,3Б4					
подгрупа	1Б4	2А4	2Б4	3А4	3Б4
1А4	0.00000 sig	0.07	0.000000 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
1Б4		0.00000 sig	0.07	0.00000 sig	0.00000 sig
2А4			0.0000000 sig	0.00000 sig	0.00000 sig
2Б4				0.00000 sig	0.00000 sig
3А4					0.00000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05



Графикон 37. Приказ на разликите во Delta L кај подгрупите со дебелина 2 mm
 Graph 37. Display of differences in Delta Lin subjects with 2 mm wall thickness

Тестираните меѓугрупни разлики во Delta L вредноста, односно во разликата во светлоста, помеѓу подгрупите со иста дебелина (2 mm), и иста боја на основата, а различна транспуценција беа статистички сигнификантни меѓу 1A4 vs 1B4, меѓу 2A4 vs 2B4, и меѓу 3A4 vs 3B4, ($p < 0.0001$), (табела 51).

Кај примероците со дебелина 2 mm и со недисколорирана основа, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транспуценција.

Кај примероците со дебелина 2 mm, цементирани на средно дисколорирано забно трупче ND7, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транспуценција.

Кај примероците со дебелина 2 mm, цементирани на силно дисколорирано/метално забно трупче M, значајно поголема разлика во светлоста имаа примероците со висока транспуценција.

Табела 51. Меѓугрупни разлики на Delta L кај подгрупите со иста основа
 Table 49. Intergroup differences for Delta L in subgroups with same substrate

Kruskal-Wallis test $H=278.99$ $p=0.00000$ sig			
меѓугрупни разлики на ΔL во групата 1A4,1B4,2A4,2B4,3A4,3B4			
подгрупа	1B4	2B4	3B4
1A4	0.00000 sig		
2A4		0.0000000 sig	
3A4			0.0000000 sig

post-hoc Mann-Whitney test; sig<0.05

Во однос на вредноста на Delta E, сите примероци од 1А4, 1Б4 и 2Б4 имаа клинички прифатлива разлика во боја, сите примерци од подгрупите 2А4, 3А4 и 3Б4 имаа забележителна разлика во боја, клинички неприфатлива.

Во однос на вредноста на Delta L, 32 (66.7%) примероци од 1А4 и сите од 2Б4 имаа клинички прифатлива разлика во светлост, сите примероци од подгрупите 1Б4, 2А3, 3А4 и 3Б4 имаа клинички неприфатлива разлика во светлоста (табела 52).

Табела 52. Дистрибуција на примероци со ΔE и ΔL според праговите на видливост кај подгрупите со дебелина 2 mm

Table 52. Distribution of samples with ΔE and ΔL according to the visibility threshold threshold in subgroup with 1.5 mm thickness

	n	групи					
		1А4	1Б4	2А4	2Б4	3А4	3Б4
ΔE							
1 – 3.3	144	48 (100)	48 (100)	0	48 (100)	0	0
>3.3	144	0	0	48 (100)	0	48 (100)	48 (100)
ΔL							
<2	80	32 (66.67)	0	0	48 (100)	0	0
>2	208	16 (33.33)	48 (100)	48 (100)	0	48 (100)	48 (100)

5.5. Разлика во бојата (Delta E) помеѓу тест пастата и композитниот цемент

За да ја одредиме компатибилноста помеѓу тест пастата и цементот ги пресметуваме разликите во бојата на коронките измерена пред цементирањето и по цементирањето. За добивање на разликата пак, ќе се користи следната формула:

$$\Delta E_{\text{с(компатибилност)}} = \Delta E_{\text{паста}} - \Delta E_{\text{цементирани}}$$

Во нашата студија не беше најдена статистичка сигнификантна разлика во вредноста на параметарот Delta E_с, а во зависност од степенот на транслуценција ($p=0.26$). Просечните вредности на овој параметар изнесуваа 0.24 ± 0.1 и 0.23 ± 0.1 , соодветно во групите со висока и ниска транслуценција; медијалната вредност беше 0.23 во двете групи со различна транслуценција. Разликата во бојата прикажана на Табела 53 не го надминува прагот поголем од 1, односно Delta E(компатибилност) помеѓу пастата за проба со неутрална

нијанса и цементот со иста боја и кај ниско транспуцентната и кај високо транспуцентните примероци не е забележителна со голо око.

Табела 53. Разлика во Delta Ec кај примероците со различна транспуценција
Table 53. Color differences Delta Ec in subject with different translucency

Транспуценција/ translucency	дескриптивна статистика – (ΔE_c)		p value
	mean \pm SD	Median (IQR)	
HT	0.24 \pm 0.1	0.23 (0.12 – 0.36)	Z=1.12 p=0.26 ns
LT	0.23 \pm 0.1	0.23 (0.1 – 0.36)	

Z(Mann-Whitney test)

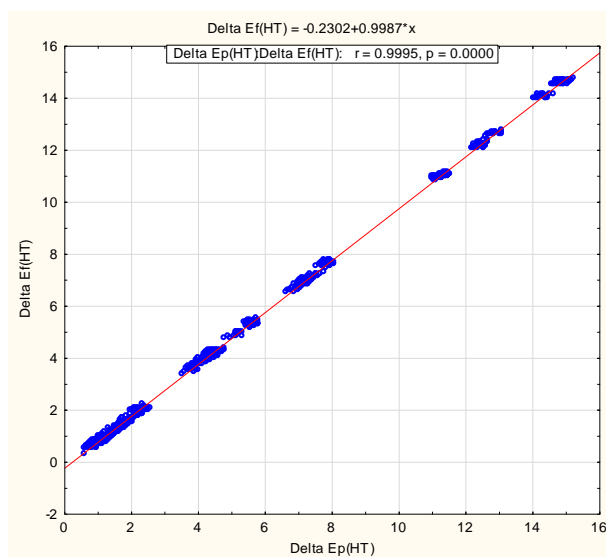
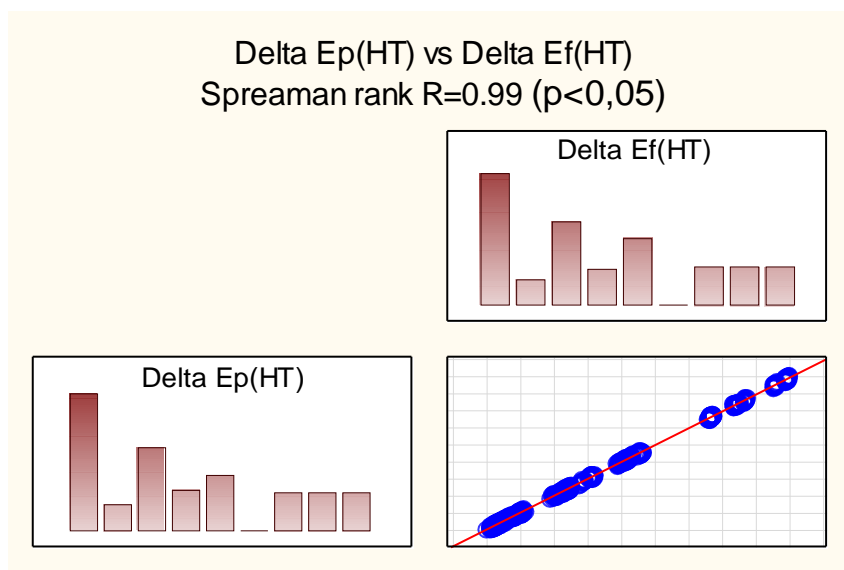
Дебелината на керамиката исто така немаше сигнификантно влијание на вредноста на параметарот Delta Ec (p=0.09). Овој параметар имаше несигнификантно различна вредност во примероците со дебелина 0.5, 1, 1.5 и 2 mm.

Табела 54. Разлика во Delta Ec кај примероци со различна дебелина
Table 54. Differences in Delta Ec in samples with different thickness

дебелина	дескриптивна статистика – ($\Delta E_{\text{try-in}} - \Delta E$)		p value
	mean \pm SD	median(IQR)	
0.5	0.24 \pm 0.1	0.25 (0.11 – 0.38)	H=6.4 p=0.09 ns
1.0	0.22 \pm 0.1	0.21 (0.09 – 0.34)	
1.5	0.24 \pm 0.1	0.24 (0.13 – 0.36)	
2.0	0.23 \pm 0.1	0.23 (0.11 – 0.36)	

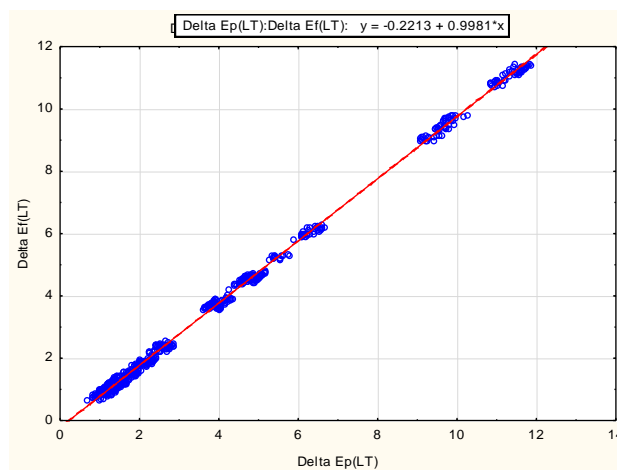
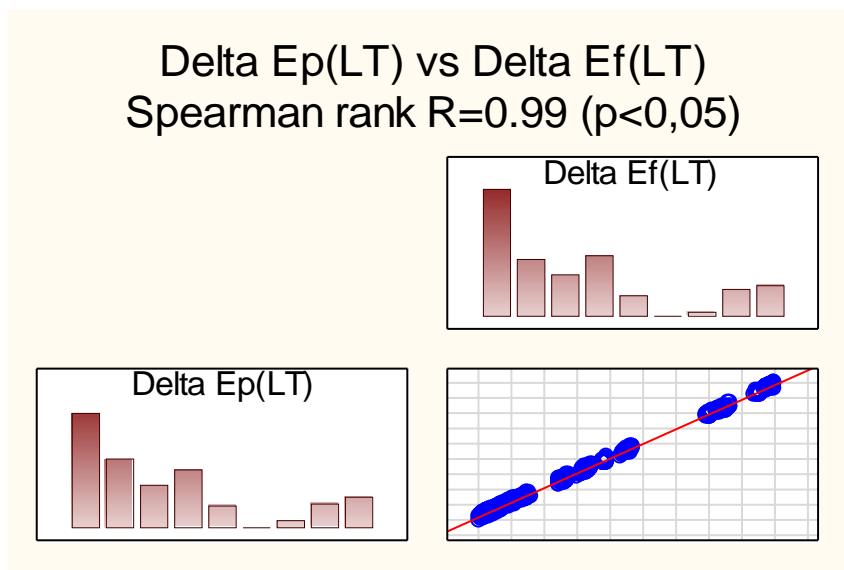
H Kruskal-Wallis test)

На графикон 38 е прикажана корелацијата помеѓу разликата во бојата кај примероците со тест паста Delta Ep и разликите во финалната боја кај цементираните примероци Delta Ef кај високо транспуцентната керамика. Утврдена е јака позитивна линеарна поврзаност. Имено порастот на разликите во бојата кај HT примероците со тест паста е пратен со пораст на разликите во бојата кај примероците со композитен цемент. Поврзаноста е значајна R=0,99 (p<0,05).



Графикон 38. Корелација помеѓу Delta Ep и Delta Ef кај HT примероците
Graph 38. Correlation between Delta Ep and Delta Ef in HT samples

На графикон 39 е прикажана корелацијата помеѓу разликата во бојата кај примероците со тест паста Delta Ep и разликите во финалната боја кај цементираните примероци Delta Ef кај ниско трансlucentната керамика. Утврдена е јака позитивна линеарна поврзаност. Имено порастот на разликите во бојата кај LT примероците со тест паста е пратен со пораст на разликите во бојата кај примероците со композитен цемент. Поврзаноста е значајна за R=0,99 (p<0,05).



Графикон 39. Корелација помеѓу Delta Ep и Delta Ef кај LT примероците
Graph 39. Correlation between Delta Ep and Delta Ef in LT samples

5.6. Визуелни разлики во бојата Delta E определени со Vitapan Classical

Во Табела 55 се прикажани просечните и медијални вредности на параметарот Delta Ev(визуелна разлика во бојата) во двете контролни групи (1A и 1Б) и во 4-те експериментални групи (2A, 2Б, 3A и 3Б).

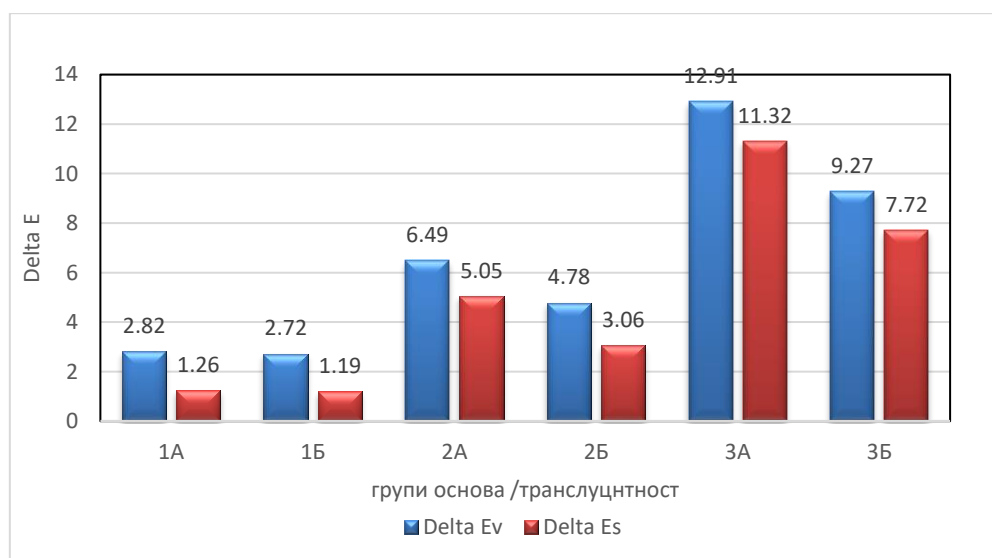
Најниски вредности на овој параметар беа измерени во КГ 1Б, односно во групата примероци со ниска транспаренција и цементиран на А3 забно трупче ($\text{mean}=2.72 \pm 0.9$; $\text{median}=2.87$), додека највисоки вредности беа регистрирани во експерименталната подгрупа 3А, односно во групата примероци со ниска транспаренција цементиран на силно дисколорирано/метално забно трупче М

(mean=12.91 ± 2.6; median=13.12).

Табела 55. Дескриптивна статистика за Delta E одредувани визуелно и инструментално

Table 55. Descriptive statistics for Delta E detected visually and instrumentally

група	дескриптивна статистика - (ΔE визуелна vs ΔE спектрофотометар)			
	mean ± SD	Median (IQR)	mean ± SD	Median (IQR)
1A	2.82 ± 0.9	2.85 (2.19 – 3.35)	1.26 ± 0.5	1.16 (0.85 – 1.7)
1Б	2.72 ± 0.9	2.87 (2.02 – 3.37)	1.19 ± 0.3	1.14 (0.98 – 1.38)
2A	6.49 ± 1.4	6.56 (5.45 – 7.29)	5.05 ± 1.2	4.57 (4.1 – 6.02)
2Б	4.78 ± 1.3	4.74 (3.89 – 5.86)	3.06 ± 1.0	3.01 (2.08 – 3.84)
3A	12.91 ± 2.6	13.12 (10.88 – 14.96)	11.32 ± 2.5	11.61 (9.33 – 13.36)
3Б	9.27 ± 2.6	9.15 (7.10 – 11.60)	7.72 ± 2.7	7.61 (4.98 – 10.25)



Графикон 40. Разлики во delta E одредени визуелно и инструментално
Graph 40. Differences in Delta E evaluated visually and instrumentally

Според вредностите на параметарот на Delta E визуелна, само кај еден примерок од контролната група со ниска транспаренција регистриравме незабележителна разлика во бојата со човечко око, забележителна разлика во боја, клинички неприфатлива (Delta E визуелна поголема од 3.3), презентираа 29.7% (19) примероци од 1A, 26.6% (17) примероци од 1Б, сите примероци од 2A, 3A и 3Б подгрупите и 84.4% (54) примероци од 2Б подгрупата (табела 56).

Табела 56. Дистрибуција на примероци со ΔE според праговите на видливост
 Table 56. Distribution of samples with ΔE according to the visibility threshold

ΔE визуелна	група					
	1А	1Б	2А	2Б	3А	3Б
<1	0	1 (1.56)	0	0	0	0
1 – 3.3	45 (70.31)	46 (71.88)	0	10 (15.63)	0	0
>3.3	19 (29.69)	17 (26.56)	64 (100)	54 (84.38)	64 (100)	64 (100)

Нашите резултатите покажаа дека примероците со различна боја на основата не се разликуваат сигнификантно во однос на параметарот Delta E (разлика)($p=0.83$). Тоа значи дека бојата на основата статистички значајно не влијае врз способноста на одредување на разликите во бојата визуелно (табела 57).

Табела 57. Разлика во бојата Delta E(da) кај примероците со различна основа

Table 57. Color differences Delta E(d) in subjects with different substrates

боја на основа	дескриптивна статистика – (ΔE_d разлика визуелна/инструментална)		p value
	mean \pm SD	Median (IQR)	
A3	1.59 \pm 0.9	1.74 (0.67 – 2.47)	H=0.36 p=0.83 ns
ND7	1.55 \pm 0.9	1.55 (0.73 – 2.39)	
M	1.61 \pm 0.9	1.69 (0.91 – 2.37)	

p(Kruskal-Wallis test)

6. ДИСКУСИЈА

Бојата е еден од параметрите со најголема важност при клиничка евалуација на естетиката и квалитетот на протетичките изработки (Gómez-Polo et al., 2014).

Целосно керамичките надоместоци кои ги сметаме за успешни, прецизно ја репродуцираат бојата, транслуценцијата и површинска текстура на природните заби и беспрекорно се претопуваат и хармонизираат со нив (Vallittu et al., 1996; Terry et al., 2002). Меѓутоа, нејзина корекција е потребна кога бојата е промашена или неусогласена. Кај монолитната литиум дисиликатна керамика, можноста за модифицирање на нијансата, поради технолошкиот процес на изработка, е ограничена само на додавање на површински пигменти. Најчесто овие пигменти не се доволни за прекривање на потемнета основа, па затоа е неизбежна реизработка на надоместокот при поголемо колорно несовпаѓање, проследено со временска и материјална загуба (EL-Etreby, 2018). За да се избегне ваков тераписки неуспех од круцијално значење е препознавање на факторите кои може да ја променат естетиката и изгледот на реставрациите од овој тип на керамика.

Во оваа докторска дисертација ги испитувавме причините кои можат да предизвикаат разлики во бојата на монолитни литиум дисиликатни (LiSi_2) керамички надоместоци, со претходно одредена целна нијанса преку величините Delta E и Delta L. Нијансата која сакавме да ја репродуцираме беше A3 нијансата според Vita Clasical клучот, како еден од најчесто користените клучеви за избор на боја (Ahmad, 2006). Иако истражувањето беше спроведено *In vitro*, преку симулирање на клинички услови, сакавме да се доближиме до што е можно пореална ситуација од пракса. За мерењето на бојата употребивме интраорален неконтактен спектрофотометар. Rosenstiel et al., 2006 докажале дека спектрофотометрите се најсоодветната алатка за мерење на бојата на забите и реставрациите, со висок процент на точност и веродостојност. Dancy et al., 2003 сметаат дека на испитувањата за бојата без употреба на соодветен инструмент, само со визуелна компарација, им недостасува конзистентност, и истите треба да се сметаат за ненаучни и да се избегнуваат.

За полесна манипулација испитуваните примероци ги изработивме како коронки, а дебелина на сидот (0.5, 1, 1.5 и 2 mm) ја избравме според клинички

најпопуларните естетски конструкции како ламинати, минимално инвазивни коронки и класични коронки. За да направиме поголем број на снимања во сите третини дебелината беше рамномерна на сите сидови.

Користевме три различни основи кои преставуваа различна клиничка ситуација, односно недисколорирана подлога, потоа умерено дисколорирана и силно дисколорирана и два степени на транслуценција, висок и низок. Според различните основи и транслуценции за полесна ориентација при обработка на податоците од испитуваните примероци беа формирани две контролни групи со недисколорирна основа НТ и LT (1А и 1Б) и четири експериментални групи (2А, 2Б, 3А и 3Б). Од секоја група според дебелината беа формирани и по 4 подгрупи нумерирани од 1 до 4. Со цел да го исклучиме влијанието на цементот врз промената на бојата и да ја осигураме полимеризацијата кај коронките со поголема дебелина, избравме двојноврзувачки композитен цемент со неутрална (безбојна) нијанса. Во ова истражување бојата на самата керамика и цементот беа стандардизирани.

Во слични вакви *In vitro* истражувања се користеле рамни плочки или дискови од керамика и истите објаснуваат дека на овој начин можат побрзо да се изработат повеќе примероци со контролирана дебелина, а воедно да се извршат и поголем број на мерења на бојата (Azer et al., 2006). Но, рамната површина на плочките или дисковите може да влијае врз точноста на резултатите поради зголемена огледална рефлексивност, која го прикрива влијанието на подлогата врз крајната боја на изработката (O'Brien, 1985). Во реални клинички услови површините на изработките се конвексни и имаат соодветна површинска текстура, па рамните и мазни дискови се несоодветни за евалуација на бојата особено кога се користи неконтактен спектрофотометар како ShadePilot. За да избегнеме непрецизно одредување на бојата, нашите испитувани примероци беа изработени во вид на глазирани коронки со помош на CAD/CAM технологија, во која ја стандардизиравме формата и дебелината на сидовите.

Со добиените резултати ја негиравме нулта-хипотезата (H_0) и докажавме дека финалната боја кај монолитни надоместоци од LSi_2 кермика, значително се менува со промена на дебелината и степенот на транслуценција на керамиката, како и со промена на бојата на основата врз која се цементирува. Истата изјава ја потврдуваат многу автори, иако истражувачките методи и материјали, како и

инструментите за боја во нивните студии се разликуваат од нашата (Ozturk et al., 2008; Niu et al., 2013; Kürklü et al., 2013).

Добиената статистичка сигнификантност во разликите на бојата секогаш не означуваше и клинички неприфатливи разлики. Дел од нив беа доволно големи за да бидат забележани само со голо око. Евалуацијата и интерпретацијата на инструменталните вредности на разликите во бојата ја остваривме преку прагови на перцепција и прифатливост за Delta E и Delta L кои најчесто се користат од голем број истражувачи, иако во литературата постојат разни ставови и мислења за нивната големина (Kuehni And Marcus, 1979; Douglas and Brewer, 1998; Douglas et al., 2007).

Резултатите од истражувањето во оваа докторска дисертација ја потврдија (H_1)-хипотезата. Дебелината на сидот кај монолитната LiSi2 керамика, статистички сигнификантно влијаеше на вкупната промена на бојата и светлоста на надоместоците.

Со зголемување на дебелината на сидот на керамиката доаѓа до значајно растење на разликите во бојата (ΔE) кога подлогата врз која се цементирана е недисколорирана и кај HT и кај LT трансlucentијата (1A и 1B - група). И покрај зголемените разлики во бојата сепак и подебелите изработки беа добро усогласени со нијансата A3, но помалку усогласени од потенките, така што овие разлики не го преминуваа прагот на клиничка прифатливост. Ова значи дека без оглед на дебелината, високи естетски резултати може да се постигнат кога забното трупче е недисколорирано, цементот е безбоен, а бојата на избраната керамика е еднаква на посакуваната финална нијанса.

Најоптимален естетски изглед, со најмала разлика во бојата ($\Delta E=0.77$), се постигна кај 1A1 групата - изработки од високотрансlucentна керамика цементирана на недисколорирана основа, со дебелина 0.5 mm, а таа разлика воопшто не се забележуваше дури кај 94%. Исто така мала разлика во бојата ($\Delta E=0.92$) добивме и кај групата 1B1 - нискотрансlucentни примероци со дебелина од 0.5 mm која беше во рамките на незабележителна кај 73%, но поголема од 1A1 за 0.15 Delta E единици. Barghi and McAlister, 1998 укажуваат дека секогаш со релативно тенок трансlucentен порцелан цементиран на недисколорирана основа ќе добиеме перфектно колорно совпаѓање со посакуваната нијанса. Hefferman et al., 2002., при испитување на трансlucentијата на 5 типа на керамички дискови утврдиле дека кога

дебелината на надоместокот е 0.5 mm, Еmax керамиката е подобро да се употребува кај умерено трансплуцентни заби.

При изработка на монолитни реставрации од литиум дисиликатна керамика неопходен податок за перфектен естетски изглед на реставрацијата ни е дебелината на надоместокот. Од друга страна за да избереме која дебелина ќе ја употребиме се ориентираме според типот на реставрацијата. Имено кај различни конструкции е потребна различна дебелина на керамиката на пример кај коронки минимална дебелина е 1 mm, кај ламинатите може да биде минимално 0.3 mm, кај инлеите 1.2 mm итн. (Tabatabaei et al., 2019). Препораките од производителите за длабочината на препарација треба строго да се следат, за да се постигне соодветната дебелина, а паралелно со тоа цврстина и резистентност на идната монолитна изработка (Nawafleh et al., 2017). Сè што е надвор од овие препораки ќе резултира со слаба и лесно кршлива реставрација (Rekow et al., 2011). Значи покрај тоа што дебелината на Еmax press кермиката е важна за структурниот интегритет и истрајност на изработката, таа е од огромно значење и за бојата на идната конструкција.

Трансплуцентните карактеристики на Еmax керамиката и нејзината висока усогласеност со природните забни супстанции дава можност границата на препарација да ја локализираме супрагингивално, при што тенките рабови на изработката перфектно ќе се маскираат (Vivadent Ivoclar. Scientific Documentaion 2011; Culp and McLaren, 2010). Paravina et al., 2006 велат дека и камелеонскиот ефект на материјалот зависи од неговата дебелина и трансплуценција. Па при висока трансплуценција, а мала дебелина вештачката конструкција незабележително ќе се вклопува меѓу природните заби. Ова се должи на фактот дека тенката високотрансплуцентна керамика лесно ја прима бојата на опкружувањето под и околу реставрацијата што резултира со претопување на бојата и го постигнува камелеонскиот ефект (Paravina et al., 2006 (10)).

Кога дебелината расте, иако керамиката се однесува слично и кај двата степени на трансплуценција, тенките изработки од 0.5 и 1 mm кај НТ керамиката многу подобро беа усогласени во бојата отколку LT со иста дебелина. Кога реставрацијата е тенка значи дека препарацијата е плитка и завршува само во емајлот. Со оглед дека емајлот е високо трансплуцентен, логично е при имитирање на ваква структура да се користи високотрансплуцентна керамика со мала дебелина, како што добивме и ние во нашите резултати.

Подебелите изработки со 1.5 и 2 mm од LT керамика (1Б3 и 1Б4 подгрупи) имаа пониска разлика во бојата и подобро ја презентираа нијансата А3, отколку HT керамиката на таа дебелина. Кога материјалот е потранслуцентен пропушта поголема количина на светлина, отколку што се рефлектира или апсорбира што одговара и на истражувањата на Awad et al., 2015. Според нив подебел материјал покажува поголем рефрактивен индекс, што резултира со загуба на транслуценција. Ова е потврдено и од добро познатиот факт дека транслуценцијата и дебелината на керамиката се поврзани, и со пораст на дебелината опаѓа транслуценцијата (Antonson and Anusavice, 2001; Wang et al., 2013).

Vichi et al., 2014 ги потврдуваат нашите резултати, дека при стандардизирана основа со зголемување на дебелината транслуценцијата се намалува. Ова се должи на тоа што кај мала дебелина на керамиката скоро целата светлина се пропушта внатре и доаѓа до израз бојата на забното трупче, а кога дебелината е поголема светлосниот зрак помалку продира во длабочина, па финалната боја главно е одредена од нијансата на самата керамика и нејзините оптички својства.

Iravani et al., 2020 добиле дека при репродукцијата на нијансата А2 со Etax press монолитна керамика при дебелина 0.5, 0.7 и 1 mm LT керамиката подобро ја репродуцира целната нијанса, отколку HT керамиката на истата дебелина. Во нивните резултати стои дека вредностите за Delta E кај високотранслуцентната керамика го надминува прагот на клиничка прифатливост што е со контраст со нашите. Можеби различностите се должат на нијансата на употребената керамика, изработката на дискови наместо коронки или користениот спектофотометар и начинот на пресметка на колорната разлика.

Особено внимание кога сакаме да постигнеме висока естетика треба да посветиме кај природни заби кои имаат висока светлост. Се смета дека ако вештачката изработка и природниот заб не се усогласени во степенот на светлост (величината L) и покрај тоа што основната боја на реставрацијата е идеално постигната, нијансата визуелно може да изгледа промашена. Тоа се јавува поради тоа што бидејќи око прво што забележува е нивото на светлост, а потоа основната боја.

Нискотранслуцентната керамика со дебелина од 2 mm најдобро ја репродуцираше светлоста ($L^*=72.01$) на целната А3 нијанса и изнесуваше $L=72.13$. Приближно еднаква светлост нешто пониска имаше и НТ керамиката со 0.5 mm $L^*=71.41$, што укажува дека тенката и трансплуцентна керамика може да се усогласи со светлоста на посакуван природен заб, скоро исто како што може да се усогласи дебелината нискотранслуцентна керамика при основа со непроменета боја. Вредностите за L кај НТ керамиката со зголемување на дебелината се намалуваа, а кај LT со иста дебелина се зголемуваа. Овие резултати се во делумна согласност со истражувањата на Milardovic Ortolan, 2014 кои добиле дека и кај двата степени на трансплуценција доаѓа до градуирано зголемување на светлоста.

Поради тоа што светлосните разлики (ΔL) се зголемуваа со дебелината, изработките од високотранслуцентната керамика кои се подебели изгледаа посиви и заматени. Кај примероците со дебелина од 2 mm од НТ керамика средната вредност на ΔL изнесуваше 1,93 и беше приближно на границата на клиничката прифатливост на светлоста кај 33%. Затоа изработките од високотранслуцентната керамика со дебелина од 2 mm и повеќе со исто ниво на хроматичност како целната нијанса, пожелно е да се избегнуваат во видливите подрачја во устата, бидејќи при голема трансплуцентност, светлоста на изработката тешко се контролира и може да дојде до нарушување на естетиката на надосместокот. Доколку сепак треба да изработиме изработка со дебелина од 2 mm, а сакаме да постигнеме добра естетика треба да избереме керамика со ниска трансплуценција. Ова објаснува дека трансплуценцијата и светлоста на надоместоците се обратнопропорционални. Во ваквите ситуации Fondriest, 2012 препорачува керамика со пониска хроматичност и понизок степен на трансплуценција, со што светлоста на реставрацијата би се зголемила.

Разликите во светлоста кои ги добивме за нискотранслуцентните примероци укажуваат дека со зголемување на дебелината изработката станува посветла поради зголемувањето на ΔL , но со негативна вредност. Тоа значи дека изработките со поголема дебелина се побели од потенките и дека опацитетот на керамиката се зголемува со дебелината. Примероците од LT керамика со дебелина 0.5 mm имаа вредности за $\Delta L(0.31)$, а кај дебелина од 2 mm $\Delta L(-1.37)$. Фактот дека изгледот на финалната конструкција зависи од дебелината на керамиката треба да го земеме во предвид во планот на

терапијата доколку сакаме да постигнеме врвна естетика со монолитна керамика.

Производителите на оваа керамика Ivoclar Vivadent нудат брошура за најдобар избор на боја и транслуценција на инготот, но во неа не се нагласени препораки за типот на цемент кој треба да го употребиме и конкретната дебелина на керамиката. За трупче со нијанса која е еднаква на А3 бојата од клучот во брошурата се препорачуваат сите транслуцентности на инготи НТ, МТ и ЛТ, па дури и opakна керамика МО 2 и НО 2. Опакната керамика во монолитна форма може да изгледа премногу еднолично и безживотно, па е подобро да се употребува само кај заби со многу висока светлот L, со ниска транслуценција и опалесценција, како на пример многу избелени заби.

Кога две изработки имаат висока светлост нивните колорни разлики потешко се забележуваат. А3 нијансата има голема хрома, а пониска светлост, па промените во основната боја и транслуценцијата ќе бидат поочигледни и разликите во нијансите позабележителни. Овој феномен во обратна смисла го објаснил Yamamoto, 1992 кој вели дека колорните разлики меѓу А1 и Б1 нијансата од Vita classical клучот многу тешко се забележуваат со голо око поради високата светлост на примероците, па ретко кога можеме да ги распознаеме. Притоа се смета дека светлоста L е двапати поважна од хромата и три пати поважна од основната боја, а транслуцентноста по важност доаѓа после светлоста, но и таа е пред основната боја и хромата.

Вредностите за координатите кои ја преставуваат хроматичноста на целната нијанса А3 односно величините a^* и b^* ги преземаваме директно од спектрофотометарскиот софтвер. Со зголемување на дебелината кај нискотранслуцентната керамика изработките цементирани на А3 забно трупче од контролната група стануваа помалку црвени, а пожолти, а кај високотранслуцентната изработките стануваа и пожолти и поцрвени. Овие промени во хроматичноста со промена на дебелината на керамиката, беа минимални и незначителни.

Денес во пракса се почесто се соочуваме со барања од пациентите за подобрување на бојата на нивните заби (Greenwall, 2001). Тераписките модалитети во ваквите случаи иако може да се разликуваат, сепак се поврзани со етиологијата и степенот на дисколорацијата (Lăzărescu, 2015). Кај посериозни дисколорации кога воедно покрај промена на бојата сакаме да ја промениме и

формата, големината или позицијата на забот, претежно се изработуваат протетски реставрации како ламинати или коронки. Тие можат да ја прекријат дисколорацијата, да ја изедначат со бојата на преостанатите заби и да го подобрат естетскиот изглед на насмевката. Но, особено е важно кој материјал ќе го употребиме за нивна изработка бидејќи не сите материјали имаат еднаква способност за маскирање на дисколориран абатмент (Subaşı et al., 2018). Кај некои материјали иако влијанието на основата врз крајната боја може да се исклучи комплетно, естетскиот резултат може да нè разочара поради својствата на самиот материјал, како на пример цирконијата.

Една од целите на овој труд беше да утврдиме дали монолитната керамика со одредена дебелина може да ја употребиме за прекривање на умерена дисколорација. Различни комбинации на дебелина и транспарентност различно можат да маскираат умерено потемнета основа, но и кај двата степени на транспаренција дебелината значително влијаеше врз способноста на монолитната керамика за маскирање.

Ова значи дека способноста за прекривање на подлогата се зголемува со пораст на дебелината на керамиката, па кај изработките разликата во бојата (Delta E) се намалуваше и тие стануваа поусогласени со посакуваната финална нијанса. Omar et al., 2010 сметаат дека ефектот на основата врз крајната боја на реставрацијата се намалува при зголемување на дебелината, како резултат на намалување на светлосната дифузија низ керамиката со поголема дебелина, при што доминира бојата на самата керамика. Кај подебелата керамика како што светлината минува внатре преку керамичкиот материјал, микроскопските честички на полнилото и празнините измеѓу, ја прекршуваат светлината и голема количина од истата се враќа директно во окото, односно многу малку светлина стигнува до длабочината каде е дисколорацијата. Воедно со зголемување на дебелината се намалува и просирноста на материјалот, па бојата на подлогата станува помалку очигледна.

И покрај тоа што способноста за маскирање на основата расте со дебелината на високотранспарентната керамика, и кај најдебелите примероци од НТ керамика од 2 mm умерено дисколорираната подлога сè уште имаше влијание врз конечната нијанса на изработката (Delta E=3,89). Тоа значи дека монолитната НТ керамика не е способна за целосно да ја прекрие основата кога

таа е умерено дисколорирана и да ја репродуцира саканата целна нијанса. Сите детектирани спектрофотометарски разлики беа клинички неприфатливи.

Кај LT керамиката веќе на дебелина од 1.5 и 2 mm трупче влијанието на умерено дисколорираната подлогата беше занемарливо, при што добиените разлики беа клинички прифатливи и примероците добро усогласени со целната боја. Притоа примероците од LT керамика со дебелина 1.5 и 2 mm не се разликуваа во способноста за маскирање на оваа потемнета основа. Во студиите на Chaiyabutr et al., 2011 и Volpato et al., 2009 се потврдуваат нашите резултати дека веќе на дебелина од 1.5 mm бојата на основата не влијае на конечната нијанса на надоместокот. Во истражувањето пак на Vichi et al., 2000 конечната боја на целосно керамичките конструкции од стакло керамика (IPS Empress) е под влијание на подлогата кога дебелината на реставрациите е 1.5 mm, но не е афектирана кога дебелината е 2 mm. Овие резултати претпоставуваме дека се разликуваат поради употребена керамика која е една генерација пред керамиката која ние ја испитувавме.

Бидејќи најмала вредност за разликата во бојата ($\Delta E=1.88$) од сите испитани групи имаше LT керамиката со дебелина 2 mm, значи дека кога клиничарот сака да ја прекрие бојата на основата треба да размисли да ја продлабочи препарацијата, односно да ја зголеми дебелината на керамиката, а да ја намали транспаренцијата. Pires et al., 2017 ја испитувале способноста на литиум дисиликатната керамика со нискатранспаренција LT за прекривање на композитна и метална основа. Тие дошле до сознание дека кога дебелината на керамиката е 2 mm дентинска дисколорација може да се прекрие, но не и метална подлога.

Обично протетските реставрации се најтенки во гингивалната третина. Овде при препарацијата се одзема најмалку забна супстанца затоа што тоа го диктира формата на препарираното забно трупче. Гингивалната третина поради дебелината како и поради границата на препарацијата која овде завршува е најосетлива кога станува збор за транспарирање на дисколорацијата од подлогата преку керамиката. Со цел да се маскира подлогата доколку гингивално одземеме 1.5 или 2 mm постои можност да дојде јатрогено оштетување на пулпата, кршење на забното трупче поради истенчување или до загрозување на ретенцијата и резистенцијата на идната реставрација. Затоа

зголемувањето на длабочината на препарацијата како метод за максирање на основата може да се користи, но со големо внимание.

При дисколорирани основи многу автори сметаат дека правилен избор на степенот на опацитет на материјалот е од голема важност за обезбедување на клинички прифатлива и соодветна боја на изработката (Kelly et al., 1996; Terzioğlu et al., 2009; Chaiyabutr et al., 2011). Познато е дека со зголемување на дебелината доаѓа и до зголемување на опацитетот на керамиката. Со употреба на opakна керамика за корекција на бојата во протетиката или при додавање на opakни површински ефекти врз реставрациите може да доведе до зголемување на метамеризамот на изработката. Sundar and Amber, 1999 објаснуваат дека со употреба на керамика со висока опалесцентност, оптички дензитет и флуоресцентност ќе се добие реставрација со посветли карактеристики, а со маскирачки ефект.

Valizadeh et al., 2020 докажале дека со зголемување на дебелината кај Emax керамиката над 1 mm доаѓа до намалување и на опалесценцијата, поради што маскирачкиот ефект на керамиката се зголемува. Опалесценцијата кај жолтата керамика ќе предизвика прекршување на светлината со син отсјај, давајќи и посветол изглед на реставрацијата.

Во нашите резултати подебелите изработки цементирани на ND7 основа беа посветли, отколку потенките и кај двата степени на транспаренција, односно величината L се зголемува со пораст на дебелината на сидот на монолитната реставрација. Високотранспарентните примероци во сите дебелини имаат клинички неприфатлива разлика во светлоста, односно сите беа потемни од нијансата A3, а најголема разлика ($\Delta L=6.25$) имаат коронките со 0.5 mm дебелина. За разлика од нив нискотранспарентната керамика само на дебелина од 0.5 mm имаше клинички неприфатлива разлика ($\Delta L=2.31$). На 1mm дебелина голем процент од примероците имаат клинички прифатливи разлики ($\Delta L=1.98$), а при 1.5 и 2 mm изработките беа подеднакво светли и сите имаат клинички прифатлива разлика ($\Delta L=1.41$ и $\Delta L=1.31$). Ова значи дека кога керамиката е со ниска транспаренција дебелината влијае повеќе на вкупната разлика во бојата Delta E, а многу помалку на светлоста, што не е случај со високотранспарентната керамиката.

Овие резултати покажуваат дека светлоста на изработката главно потекнува од својствата на самата керамика, а хроматичноста (вредностите на

a* и b*) од подлогата врз која е цементирана. Ова значи дека крајната боја на реставрација при умерено дисколорирано забно трупче може да ја модифицираме ако избереме посветла нијанса на керамичкиот ингот, при што би се добило перфектна колорно усогласување и со нискотранслуцентната керамика при дебелина од 0.5 и 1 mm. Ова оптичко однесување на литиум дисиликатната керамика потсетува на природните заби, каде транслуцентноста на емајлот е примарен фактор во контролата на природниот изглед на забот, а финалната боја и нијанса, ја детерминира дентиското ткиво (Southan,1987). Според овие оптички карактеристики литиум дисиликатната керамика Еmax можеме да ја сметаме во најдобрите кога сакаме да постигнеме перфектна естетика со монолитна реставрација.

Skyllouriotis et al. 2017 во нивното истражување добиле дека литиум дисиликатната нискотранслуцентна керамика покажува многу подобри маскирачки способности од високотранслуцентната керамика што ги потврдува нашите резултати.

За надоместување на изгубени заби во денталната медицина сè почесто се употребуваат импланти и тоа како носачи на единечни коронки или фиксни протези. Кога се изработуваат супраструктури врз импланти, особено во фронтот, за се задоволи естетиката и да може нејзината боја незабележително да се слее со бојата на природните соседни заби, подлежачкиот метал не треба да се транспарира преку керамичкиот слој на изработката (Qutub et al., 2019; Barreto et al., 2019; Tribst et al., 2019). Металните абатмени на имплантите, леаните метални надоградби или сиво/црните дисколорации на забните трупчиња можат да создаваат потешкотии во планот на терапија за прекривање на овие подлоги.

Во овој докторски труд симулиравме клиничка ситуација во која сакаме да прекриеме метално забно трупче со употреба на монолитна керамика Еmax Press. Притоа кај изработените коронки цементираны на металната основа со пораст на дебелината на ѕидот на керамиката добиваме сигнификантно намалување на разликата во бојата. Но и покрај зголемувањето на способноста за маскирање на подлогата, ниту една дебелина од високотранслуцентната и нискотранслуцентна керамика дури и при 2 mm не можеа потполно да ја прекријат металната подлога и да ја репродуцираат крајната посакувана нијанса. Ова значи дека иако разликите во бојата и светлоста можат да се редуцираат со

задебелување на сидот на изработките, металните забни трупчиња создаваат потешкотии во постигнувањето на клинички прифатлива разлика.

Емах литиум дисиликатната керамика без оглед на дебелината, цементирана со безбоен цемент треба да се избегнува при метална основа, бидејќи никогаш нема да се добие врвна естетика. Сите финални изработки беа многу посиви и со многу пониска вредност на параметарот L , особено кај високотранслуцентната керамика. Најмала разлика во светлоста ($\Delta L=4.09$) беше пронајдена кај $LT/2$ mm, но сепак клинички не беше прифатлива.

Во истражувањата на Czigola et al., 2019, чија методологија е многу слична со нашата, ја испитувале $LiSi_2$ Emax CAD керамиката која се разликува од Emax Press само во технологијата на добивање. Притоа, дошле до сознание дека кај ни една комбинација на трансплуцентност/дебелина не може да се прекрие сивата боја на Co-Cr легурата и да се добие клинички прифатлива разлика. Тие воедно користеле и понизок праг за Delta E, помал од 2.

За да се блокира влијанието на силно дисколорирана подлога врз бојата во литературата се предложени неколку различни пристапи. Во литература се споменуваат методот на употреба на opak порцелан или употреба на различна нијанса на композитен цемент. Peumans et al., 2000 сметаат дека кога се користи opak порцелан кај тенки конструкции естетика може да се компромитира. Во ваквите случаи пак Chadwick et al., 2008 препорачуваат дека е надежна употребата на различни бои на цементи во прилагодувањето на резултантната боја.

Niu et al., 2013 употребиле композитен цемент со жолта нијанса и го испитувале маскирачкиот ефект на LT Emax CAD, со дебелина од 1, 1.5 и 2 mm врз различни типови на основи, меѓу кои и метално сива подлога направена од Ag-Pd легура. Но и покрај употребениот обоен цемент вредностите за Delta E при металната основа (сива) останале надвор од границите на клиничка прифатливост. За 1 mm $\Delta E=7.89$, за 1.5 mm $\Delta E=4.17$ и за 2 mm $\Delta E=3.56$. Овде и во многу други студии се прикажало дека, иако цементот во боја може делумно да го прикрие влијанието на подлогата, сепак и при големи дебелини на керамика не може да се постигне посакуваниот естетски изглед на изработката.

Некои истражувачи предложуваат за маскирање на силно дисколорирана или метална подлога употреба на opakни композитни цементи (Trushkowsky, 2011; Ge et al., 2006; Vichi et al., 2011). Во своето истражување Niu et al., 2014

употребиле пет типа на opakни цемента за маскирање на метална основа кај литиум дисиликатна LT - керамика со дебелина од 1.5 mm. Тие добиле дека само еден тип на opakен цемент може да ја намали разликата во бојата со целната нијанса и да се добијат клинички прифатливи резултати. Постојат малку клинички студии кои испитуваат дали при клинички прифатливите разлики во бојата, реставрациите естетски се вклопуваат во останатите природни заби, или секогаш таквите изработки при различни типови на осветлување ќе изгледаат различно и неприродно.

За да не се ризикува естетиката со употреба на opak цемент, може да се проба во трансlucentниот цемент да се додаде opak цемент во мала количина, но не повеќе од 25% бидејќи повеќе од таа количина ќе направи реставрацијата да изгледа вештачко. Проблемот со opakните или премногу обоени цемента е тоа што границата на препарација може да стане видлива бидејќи таа најчесто е лоцирана парагингивално или супрагингивално кај овие реставрации.

За да се подобри естетиката на денталните реставрации, треба добро да се познава т.н. „ефект на двоен слој“, кој O'Brien, 1995 го објаснува во својата студија. Ова значи дека видливата боја на целосно керамички реставрации е резултат на дифузната рефлексивност на светлината од внатрешноста, односно од подлогата, преку трансlucentниот слој на керамичкиот ѕид. Транспарентните материјали дозволуваат целосно минување на светлината низ материјалот со минимални промени, додека трансlucentните ја модифицираат, односно прекршуваат, пропуштаат и апсорбираат светлината. Opakните материјали пак ја рефлектираат и апсорбираат, но не ја пропуштаат. Кај природните заби бојата потекнува од внатрешноста на забот. Семитрансlucentната структура на природните заби го усложнува нивното колорно усогласување при компарирање со opakна изработка. Исто така површинската структура, карактеризациите, испакнатоста и природниот сјај го прават овој процес уште покомплициран.

Трансlucentцијата на керамиката е еден од примарните фактори за контрола на естетиката и е особено важна при селекција на денталниот материјал (Della Bona et al., 2014). Трансlucentцијата има клиничко влијание врз естетиката на ресторативните материјали преку способноста на прекривање на подлога, способноста за усогласување и претопување на бојата на реставрацијата со природните заби и врз ефективността на светлосната полимеризација преку материјалот.

Во нашето истражување ја потврдивме (H_2)- хипотезата дека бојата на монолитните изработки значително зависи од промената на нивото на трансlucentноста. Транслученцијата статистички сигнификантно ја модифицираше бојата и светлоста на реставрациите при стандардизирана основа и дебелина на сидот. Сите монолитни коронки со различна трансlucentнија се разликуваа меѓусебе. Имено сите високо трансlucentни групи имаа повисоки разлики во бојата од целната нијанса, отколку нискотранслучентните со иста дебелина на сидот при диколорирани основи. Истите резултати се потврдени и во студијата на Basso et al., 2017. Според Vichi et al., 2000 причините за ваквото однесување на оваа керамика може да е резултат на оптичките карактеристики на материјалот бидејќи LT керамиката има поголема количина на литиум-дисиликатни кристали за разлика од HT. Кристалите го редуцираат внатрешното распркување на светлината што минува низ материјалот, па способноста на HT керамиката за прикривање на диколорирани абатмент е намалена и може да резултира со неуспех. За разлика од него Denry et al., 2010 објаснуваат дека кај овие две трансlucentни количината на кристали не се разликува, туку се разликуваат во самата големина на кристалите. Кај HT постојат поголеми кристали кои се дисперзирани во стаклест матрикс, а кај LT керамиката помали кристали во матрикс со голема густина.

Нашите резултати се во согласност и со испитувањата на Al Ben et al., 2014 кои добиле дека при стандардизирана дебелина од 1,2 mm на LiSi2 керамика степенот на трансlucentнија сигнификантно ја менува дефинитивната боја.

Во денталните истражувањата не постои консенсус за различните методи за мерење на вредноста на трансlucentнијата. За да се евалуира интеракцијата на светлоста со денталните материјали најчесто, а воедно и најточно се пресметува параметарот на трансlucentнија (ТП) и контрастот (КП). Параметарот на трансlucentнија ја претставува разликата во бојата меѓу материјалите со униформирана дебелина поставен врз црна и бела позадина (Johnston et al., 1995). Овој параметар има предности во проценување на трансlucentнијата, но не може да се употребува при евалуација кај забните коронки поради комплексните и закривени површини на реставрациите (Baldissara et al., 2018). Затоа ние не го определувавме трансlucentниот

параметар, туку само го евалуиравме ефектот врз финалната боја при различни степени на транслуценција.

Разликите во степенот на транслуценција на литиум дисиликатната керамика потекнува од структурата на самиот материјал. Во однос на другите материјали како на пример цирконијата транслуценцијата на оваа керамика е многу повисока (Sen and Us, 2017; Churchet al., 2017). Високата транслуценција дозволува поголемо транспарирање на основата па затоа треба со особено внимание да се употребува при различна дебелина на материјалот (Awad et al., 2015).

Притоа се смета дека неправилно одреден степен на транслуценција е главен фактор за тераписки неуспех и нарушување на естетскиот изглед на една целосно керамичка реставрација (Watts and Cash, 1994; O'Keefe et al., 1991). Дека степенот на транслуценција на керамиката е важен за постигнување на посакуваната нијанса говорат и нашите резултати. При дебелина на сидот на керамиката од 1.5 и 2 mm може да се постигне иста разлика во бојата кај примероците со висока транслуценција цементиран на недисколорирано трупче и ниска транслуценција врз умерено дисколорирано трупче. Транслуцентноста на реставрациите од LiSi₂ керамика додава доза на комплексност при колорното усогласување, бидејќи преку зголемено пропуштање и прекршување на светлината, влијанието на подлогата станува уште посигнификантно.

По препарацијата на забот, за изработка на една безметална реставрација докторот стоматолог на забниот техничар мора да му пренесе соодветни информации за целната боја која сака да ја постигне со реставрацијата. Исто така е потребно да се соопшти и нијансата на препарираното забно трупче. Особено при изработка монолитни надоместоци од транслуцентна керамика се нагласува важноста на овие протоколи. Техничарот треба да ја познава бојата на забното трупче, бидејќи основата врз која се цементиран примероците од овој тип на керамика значително ја менува крајната боја на надоместокот, што се докажа и во оваа дисертација со потврдување на третата хипотеза (H₃).

Бојата на забното трупче во различни клинички ситуации може да биде потемнета како резултат на голем број фактори, кои можат да бидат поврзани со хигиенско-диететскиот режим на пациентот, да потекнуваат од промената во

структурата на забното ткиво при формирањето на забите или пак се резултат на нормалниот процес на стареење.

Кога основата беше недисколорирана, таа не влијаше на вкупната промена на бојата и кај двата степени на транспаренција НТ $\Delta E(1.26)$ и кај ЛТ $\Delta E(1.19)$. Нивната боја не се разликуваше значително меѓусебно, ниту значително од крајната нијанса. Тие значително се разликуваа само во светлоста НТ $\Delta L=0.98$ и ЛТ $\Delta L=-0.77$, односно високотранспарентните беа потемни, нискотранспарентните беа посветли од А3 нијансата. Затоа оваа група на примероци ни послужи како контролна за да провериме како ќе се однесува керамиката при различна дебелина и транспарентност сама по себе без влијание на подлогата.

Со потемнување на подлогата кај НТ керамиката разликите во бојата стануваа поголеми и клинички неприфатливи при умерено дисколорирана $\Delta E(5.05)$ и при силно дисколорирана подлога $\Delta E(11.32)$. Сите изработки беа потемни отколку посакуваната целна нијанса А3. Кај ЛТ керамиката разликите стануваа поголеми, но клинички прифатливи при умерено дисколорирано трупче $\Delta E=3.06$ и неприфатливи кај силно дисколорирана $\Delta E(7.72)$. Бојата на основата многу повеќе влијае на крајната боја кај високотранспарентната керамика.

Со промена на бојата на основата од посветла кон потемна разликите во бојата се зголемуваа и во резултатите на многу други студии (Chaiyabutr et al., 2011; Ge et al., 2006).

Основата врз која се цементира надоместокот и нејзиното влијание врз бојата на една конструкција најчесто во литература се анализираат на одредена дебелина. Nakamura et al., 2002 вели дека влијанието на бојата на основата е значајно кај надоместоци леуцитна керамика со дебелина помала од 1.4 mm, додека на 2 mm потполно е неважна. Овие податоци не се согласуваат со нашите каде што добивме дека при умерено дисколорирана основа и на 1.5 и на 2 mm се креираат усогласени по боја нијанси, односно се занемарува влијанието на подлогата, но само кај нискотранспарентната керамика. Ова се должи пред се најверојатно на различниот тип на керамика. Претходни студии демонстрираат дека субстратот врз кој е цементирана керамиката без оглед на транспарентноста кога дебелината е 2 mm не влијае на крајната боја на надоместокот, но значително влијае кога изнесува 1 mm (Denissen et al., 2007; Volpato et al., 2009).

Во однос на влијанието на основата врз хроматичноста добивме дека при недисколорирана основа, хроматичноста не е значително променета, односно вредностите на a^* и b^* , се блиску до А3 нијансата и кај двете транспарентности, но светлоста кај НТ L(69.87) керамиката е намалена, а кај LT (71.52) зголемена.

Кај умерено дисколорирана основа вредностите за хроматичноста се зголемуваа, односно изработките стануваа поцрвени и пожолти од А3 нијансата. Разликите во светлоста кај НТ Δ L(4.21) беа клинички неприфатливи, а кај LT Δ L(1.75) беа прифатливи. Додека кај метална/силно дисколорирана основа a^* и b^* се зголемуваа, и коронките стануваа избледени, помалку жолти и помалку црвени, но посиви поради ниските вредности на L^* . Вредноста на Δ L(10.63) кај НТи кај LT Δ L(7.72) беше клинички неприфатлива.

Shimada et al., 2006 го потврдуваат намалувањето на величината L^* (светлоста) кај LiSi₂ керамиката при метална база. Тие воедно дошле до сознание дека при дисколорирано трупче повеќе се менува хроматичноста, отколку светлоста на реставрацијата при стандардизирана дебелина, што е во согласност со нашите добиени резултати.

Неможноста за прекривање на метална подлога солитиум дисиликатна керамика НТ и LT, па дури и кога е најдебела може да потекнува од употребената нијанса на композитен цемент. Во ова истражување безбојниот цемент, не допринесе за промена на финалната боја на изработките. Доколку употребевме други нијанси, бојата на основата можеби ќе се прикриеше во ситуациите кога разликите беа близу прагот на клиничка прифатливост. Се смета дека приближно 10 до 15 % од финалната боја на конструкцијата припаѓа на бојата на композитните цемента, иако во литературата нема заеднички став за тоа. Опакниот цемент овозможува зголемување на светлоста на изработката и на тој начин овозможува намалување на разликата во бојата, но преголемата opakност може да даде бело кредаста нетранспарентна конструкција.

Според Vishi et al., 2000 различните нијанси на цемента овозможуваат само ситни корекции на бојата на изработките, кои инструментално може да се детектираат, но притоа клинички се ирелевантни. Сепак оваа постапка со различни нијанси на цемент е препорачливо да се проба во клинички услови, бидејќи бојата и изгледот на природните заби се индивидуална карактеристика за секој пациент, која во лабораториски услови не може комплетно и перфектно

да се реконструира, па студиите направени *in vitro* може да нè наведат во погрешна насока.

При предавањето на изработена монолитна реставрација, а пред нејзиното цементирање, истата најпрво се проба во устата на пациентот со тест паста и се избира соодветната нијанса на цемент, со што би се овозможило перфектно совпаѓање на бојата на изработката со преостанатите заби. На тој начин и докторот и пациентот заедно во ординацијата можат да ја изберат бојата која сметаат дека е најдобра (Vaz et al., 2016). Производителите во сетот заедно со нијансите на композитен цемент ги нудат и соодветните тест пасти за проба, кои според упатството велат дека по нијанса се еднакви на цементот (Vaz et al., 2018). По состав тие се глицерински гел растворлив во вода со одредена густина и нијанса. Покрај предвидување на финалната боја на изработка, тест пастите дејствуваат и како медиум или амортизер на крутата керамика за да може лесно да се проба и адаптира во устата на пациентот без кршење, при усогласување на оклузијата, артикулацијата и контактот со соседните заби.

При проба без тест паста, празниот простор под реставрацијата и нејзиниот преод во здравото ткиво, станува изразито видливо како резултат на модификација на однесувањето на светлосниот зрак кој минува низ реставрација. Празниот простор е темен, па затоа и конструкцијата ќе има неусогласена нијанса со останатите заби и ќе изгледа неприродно, иако бојата на керамиката била соодветно избрана. Кога се аплицира тест паста или цемент празниот простор се исполнува со медиум, па светлината непрекинато минува при безбоен или се модифицира при обоен цемент или паста.

Не секогаш се покажало дека тест пастите се компатибилни со бојата на цементот како во истражувањата на (Balderamos et al., 1997; Wang and Powers, 1998; Lindsey and Wee, 2007). Компатибилноста на бојата меѓу тест пастата и композитниот цемент, во нашата студија ја претставивме преку нивната разлика, односно величината ΔE_c . Резултатите од истражувањето покажаа дека разликите во бојата ΔE_c помеѓу примероците со тест пастата и цементираните не го преминуваат прагот на перцепција $\Delta E > 1$, односно не се забележуваат со голо око и кај НТ ΔE_c (0.24) и кај ЛТ ΔE_c (0.23) керамика. Ова значи дека и кај двете транспарентности разликите во финалната боја при пробата и по цементирањето нема да се забележуваат. При зголемување на разликите во бојата со цементот растеа и разликите во бојата со пастата,

односно постои позитивна јака меѓусебна поврзаност која кажува дека неутралната нијанса од Variolink Esthetic DC(neutral shade) е високо компатибилна со соодветниот композитен цемент и успешно можат да ја предвидат крајната боја на конструкцијата. Многу поголеми разлики за Delta E (1.05–3.34) надвор од прифатливите граници за други типови на цемента со различна нијанса добиле ALGhazali et al., 2010. Сметаме дека кај нас компатибилноста е висока поради тоа што керамиката којашто ја употребивме за изработка на испитуваните примероци, е од истиот производител како и цементот.

Добиените резултати за компатибилноста на тест пастата со цементот се усогласени со испитувањата на Xing et al., 2010 и Kampouropoulos et al., 2014. Во студијата на Diniz et al., 2019 кои испитувале плочки од литиум дисиликатна керамика и ист тип на атхезивен систем како и ние, исто така се потврдило високо совпаѓање на разликите во бојата со тест пастите и со цементот. Воедно тие укажуваат дека не постои разлика во групите со различни дебелини (0.5 и 1 mm), што е во согласност и со нашите добиени резултати, каде не постои сигнификантна разлика во Delta Eс кај ни една дебелина. Тоа значи дека на било која дебелина на керамиката, тест пастата ќе биде компатибилна со цементот и дека кога бојата на пастата е неутрална може со голема прецизност да се предвиди финалната боја на изработката.

Покрај спектрофотометриската евалуација на разликите во бојата, во овој труд направивме и визуелна проценка на бојата и естетиката на примероците во стандардизирани услови под соодветно осветлување на фантом модел. Притоа добивме дека спектрофотометриските разлики во бојата беа забележливи со голо око, и клинички неприфатливи кога бојата на основата е потемнета. Визуелните разлики и кај недисколорираниот и кај умерено и силно дисколорираната основа беа значително повисоки, отколку инструменталните и кај нискотранслуцентните и кај високотранслуцентните коронки. Овие резултати се во согласност со истражувањето на Moodley et al., 2015. Разликите во бојата Delta Ed меѓу различните основи не се разликуваа статистички. Визуелно примероците од сите групи беа проценувани еднакво и за недисколорираната основа Delta Ed(1.59), за умерено дисколорирана Delta Ed(1.55) и кај силно дисколорираната Delta Ed (1.61).

Се смета дека визуелната проценка на бојата е најпрактична во клинички услови, додека спектрофотометиската, односно и инструменталната евалуација бојата е попрецизна во лабораториски услови (Seghi et al., 1989; Paul. et al., 2002). Сепак, човечкото око не е совршено во визуелното определување на бојата на забите и забележување на разлики поради постоењето на голем број фактори кои допринесуваат оваа метода да е неконзистентна и субјективна (Joiner, 2004). Клучевите за избор на боја кои се користат во оваа метода, иако се лесно достапни и економични, имаат низа на ограничувања во нивниот опсег на бои и разлики во самиот материјал од кој се направени со материјалите за реставрација.

Во нашата студија визуелниот избор на поголеми разлики во бојата, се претпоставува, дека потекнува од фактот дека самиот клуч кој го употребивме Vitapan Classical има мал број на нијанси и не се униформно распоредени во колорниот тродимензионален простор. Ова е потврдено и во многу други студии кои велат дека овој клуч има низа на ограничувања во визуелното определување на бојата (Jin-Soo et al., 2008; Wee et al., 2005).

Друга особено важна причина која може да придонесе за лоша визуелна проценка на бојата е тоа што се споредува полихроматски примерок од клучот со монохроматска монолитна реставрација. Barrett et al., 2002 не добиле разлики во способноста за визуелно и инструментално во забележување на разликите во бојата помеѓу дискоидните монохроматски изработки и примероците од клучот.

Контролата на условите во кои се врши визуелната проценка на бојата како осветлувањето, позадината и опкружувањето има огромно влијание на прецизноста на самиот процес. Затоа во нашата студија визуелното проценување го направивме под стандардно осветлување од 5500K и на црна позадина. Осветлувањето може да влијае на изгледот на транспарентните материјали, па затоа треба во голема мера да се контролира кога природните заби се високо транспарентни и се споредуваат со високотранспарентна керамика (Lee, 2015). Исто така стоматолозите потребно е периодично да ја тестираат способноста за одредување на бојата и во случај на сериозно нарушување, неопходно е помош од добро истрениран дентален асистент или техничар.

И во многу други студии се потврдило дека визуелното и инструменталното определување на бојата не се согласуваат во голема мера, исто како што добивме и ние (Brewer et al., 2004; Hugo et al., 2005; Okubo et al., 1998). Сепак е подобро во секојдневната практика да се користи комбинација од двата метода за порелевантно мерење и попрецизно определување на разликите, со што успехот на терапијата би се зголемил.

Со оглед на ограничувањата во оваа In vitro студија, беше употребена само АЗ нијансата на керамика и само во две транслусцентности, три подлоги и еден цемент. За уште порелевантни достигнувања се потребни студии со вклучување на различни типови и нијанси на инготи во однос на степенот на транслуценција и опацитет. Исто така е потребно да се евалуираат повеќе нијанси на композитни цемента и повеќе видови на подлоги. Но мора да напоменеме дека ваквите лабораториски студии се многу тешки за спроведување, бидејќи самите материјали и процес на изработка се макотрпни, долготрајни и економски неисплатливи.

Од голема важност е и дизајнирање на повеќе клинички студии во кои усогласувањето на бојата и естетиката на реставрацијата ќе се проценува на реални случаи, кои пак од друга страна многу тешко можат да се стандардизираат. На тој начин ќе се оцени и сатисфакцијата на пациентите и визуелно по одредени критериуми ќе се направи добра евалуација на изработката, со што успехите од терапијата ќе бидат на едно високо ниво.

Исто така мораме да нагласиме дека соработката на стоматологот со забниот техничар е од огромно значење за избор на соодветен ингот за пресување и изработка на потребната нијанса на надоместокот според посакуваната дебелина.

7. ЗАКЛУЧОЦИ

Базирајќи се на обемните резултати добиени во оваа експериментална *In vitro* студија спроведена со симулација на клинички услови, а во согласност со поставените цели на истражувањето можеме да ги донесеме следните заклучоци:

- Дебелината на керамиката значително влијае на дефинитивната боја на монолитните литиум-дисиликатни надоместоци. Колку е поголема дебелината на керамиката, толку бојата на подлогата врз која е цементирана конструкцијата има помал удел во финалниот изглед на надоместокот. Затоа колку поголема дисколорација, толку подлабока треба да биде препарацијата на забот.
- Најдобра естетика со монолитните изработки се постигнува на дебелина од 0.5 mm и кај НТ и кај LT керамиката. При дебелина до 1 mm високо транспарентната монолитната LiSi₂ керамика дава подобра усогласеност на реставрацијата со посакуваната нијанса, отколку ниско транспарентната на иста дебелина. При дебелина над 1.5 и 2 mm подобра боја и естетика се постигнува со нискотранспарентна керамика, при недисколорирана подлога.
- Монолитната форма на изработки од Емах Литиум дисиликатната керамика дава перфектна естетика поради нејзиното оптичко однесување кое скоро е исто како природниот емајл и дентин.
- Кај заби со висока светлост (L) подобро е да се употребува нискотранспарентна керамика со дебелина од 1.5 mm и поголема.
- Хроматичноста минимално се менува со промена на дебелината на керамиката при недисколорирана основа.
- Ниедна дебелина од високотранспарентната керамика не може да прекрие умерено дисколорирана основа, но дебелина од 2 mm делумно може да ја маскира бојата.
- На дебелина од 1.5 и 2 mm бојата на основата која е умерено дисколорирана може да се прекрие со нискотранспарентна керамика.
- Нискотранспарентната и високотранспарентната Емах керамика на ниедна дебелина од испитуваните не може целосно да прекрие метална подлога при употреба на безбоен цемент.

- Транслуценцијата не е значаен фактор за промена на бојата Delta E на реставрацијата при недисколорирана подлога, но значително влијае на промена на светлоста Delta L. Транслуценцијата значително влијае на способноста на маскирање на умерено и силно дисколорирана основа.
- Безбојниот цемент не ја менува дефинитивната боја и естетика на монолитните керамички надоместоци.
- Бојата на основата е значаен фактор за промена на естетиката и бојата на безметалните реставрации од Emax керамика.
- Тест пастата за проба со неутрална нијанса е високо компатибилна со соодветниот цемент Variolink Esthetic Dc (neutral shade) и таа не се менува со промена на дебелината на керамиката.
- При визуелно определување на бојата во стандардизирани услови добиените спектофотометарски разлики во бојата се забележителни и со голо око и помалку клинички прифатливи од нив. Прецизноста на овој метод е помала во споредба со спектрофотометрискиот.

Заклучоците од оваа докторска дисертација се значајни како за стручната пракса, така и за дополнување на научните сознанија во литературата за оптичкото однесување на литиум дисиликатната Emax керамика со различна дебелина и транслуценција во монолитна форма.

Изнесените препораки ќе дадат придонес во решавањето на комплексните клинички случаи со дисколорирана основа со кои често се соочува стоматологот, а главно се однесуваат на насоки за правилен избор на соодветна дебелина на ѕидот на керамиката при изработка на монолитните реставрации. Преку избор на соодветна нијанса на ингготот за пресување и степенот на неговата транслуценција ќе се придонесе за намалување на бројот на повторени изработки како резултат на промашена боја. Кај заби кои се белени или планираме да ги осветлуваме, подобро е да избереме керамика со ниска транслуценција за изработка на реставрацијата. Металните подлоги, најдобро е прво да се прекријат со композитен материјал, доколку дозволува просторот, па потоа да се реставрираат со литиум дисиликатна керамика.

Во случаите кога е потребно врвна естетика, го акцентираме значењето на пастите за проба и советуваме нивна употреба, со цел да се избере најсоодветната нијанса на цемент за фиксирање на овие реставрации.

Заклучоците во докторската дисертација исто така ја нагласуваат и важноста на визуелната проценка на бојата покрај спектофотометријата. Особено препорачуваме стандардизирање на условите во кои се спроведува визуелниот изборот на боја во клиничката пракса, како и почесто воведување на инструменталниот метод во истата.

Финално, би сумирале и потенцијале, дека за да се изработи една успешна монолитна протетска изработка, комуникацијата и соработката на докторот по дентална медицина и забниот техничар треба да биде на високо и професионално ниво, преку употреба на современи алатки кои денес ни стојат на располагање како фотографија или дигитални уреди.

8. ДОДАТОК

8.1. Користени кратенки:

LT- нискотранслуцентна керамика

HT- високотранслуцентна керамика

MT- среднотранслуцентна керамика

MO- средно opakна керамика

HO- високо opakна керамика

mm- милиметри

LiSi₂- литиум дисиликатна керамика

A3- нијанса од Vita Classical клуч за избор на боја

ND7- нијанса од клучот Natural Die Material

M – метално/силно дисколорирано трупче

DC- двојно-врзувачки цемент

△E- разлика во бојата

△L- разлика во светлоста

a* - зелено–црвена хроматична координата

b* - сино – жолта хроматична координата

c- chroma (заситеност на бојата)

h-hue (основна боја)

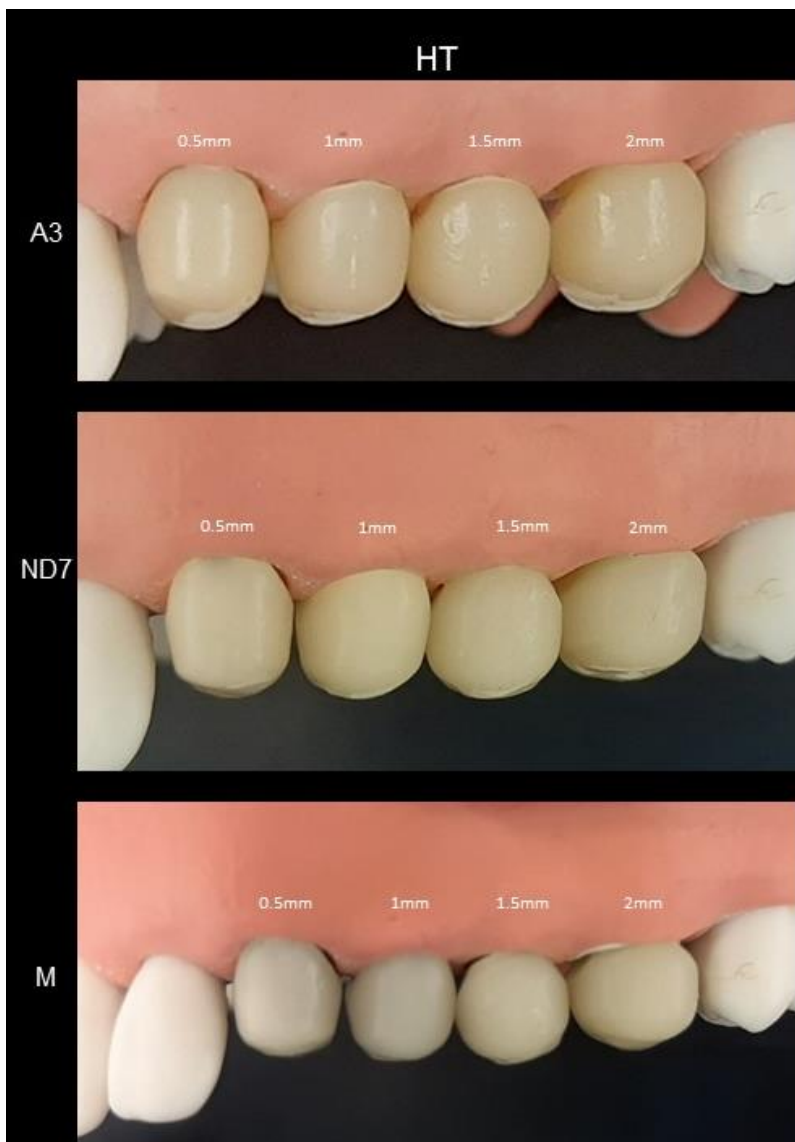
8.2. Фотографии:



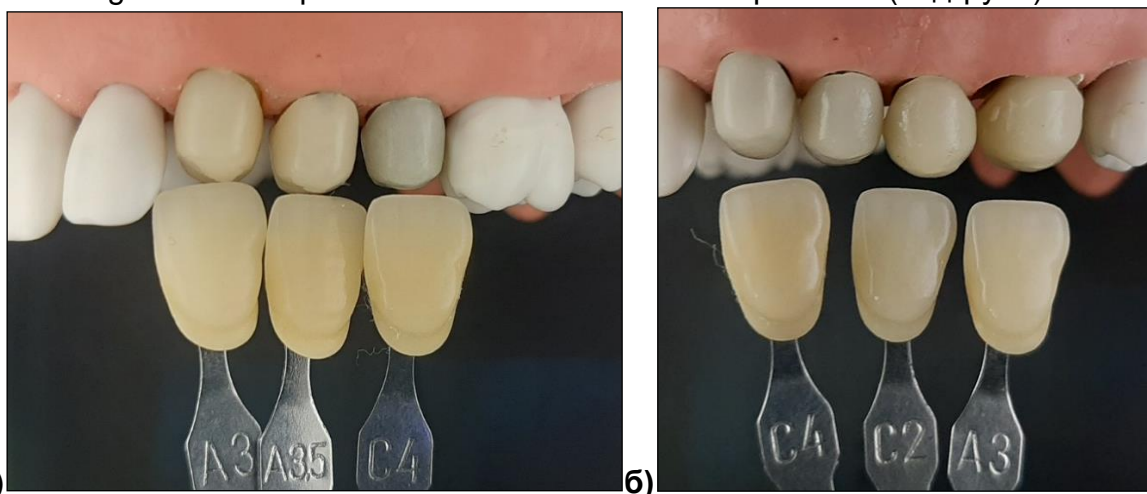
Слика 36. Цементирани примероци со НТ транслуценција поделени во групи и подгрупи
Figure 36. Luted samples HT translucency divided in groups and subgroups



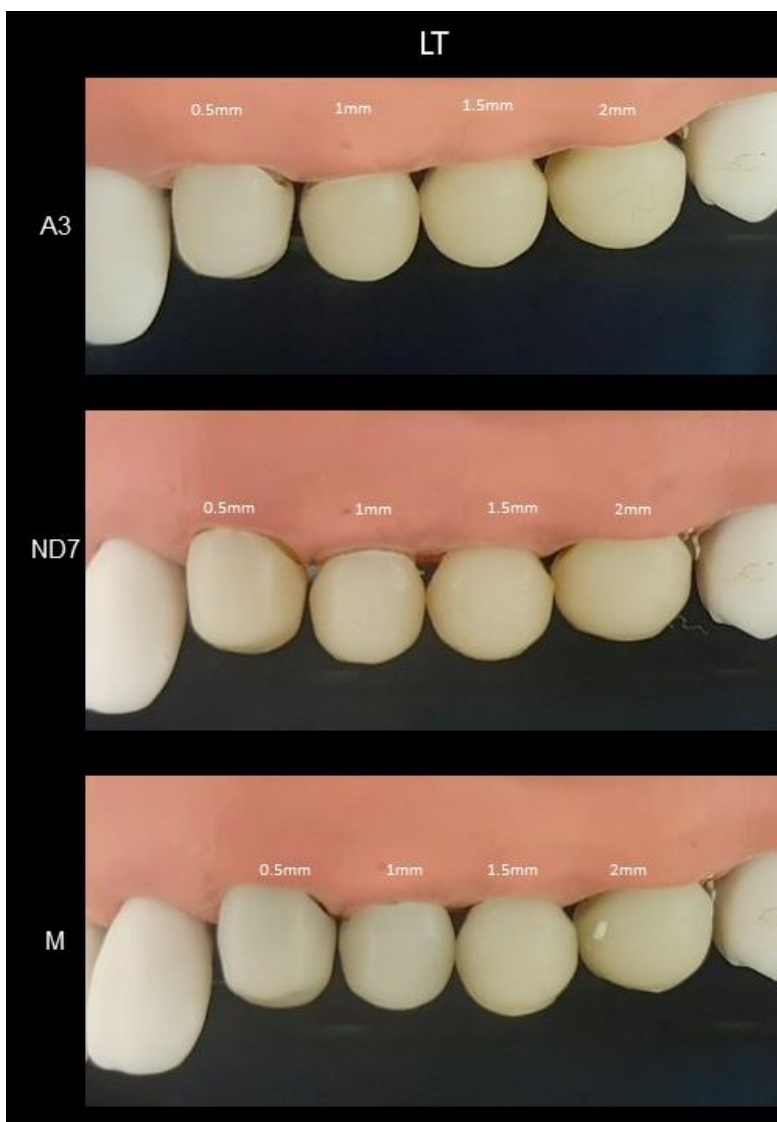
Слика 37. Цементирани примероци со ЛТ транслуценција поделени во групи и подгрупи
Figure 37. Luted samples LT translucency divided in groups and subgroups



Слика 38. Примероци од HT керамика монтирани на фантом (подгрупи)
 Figure 38. Samples of HT ceramic mounted on phantom (подгрупи)



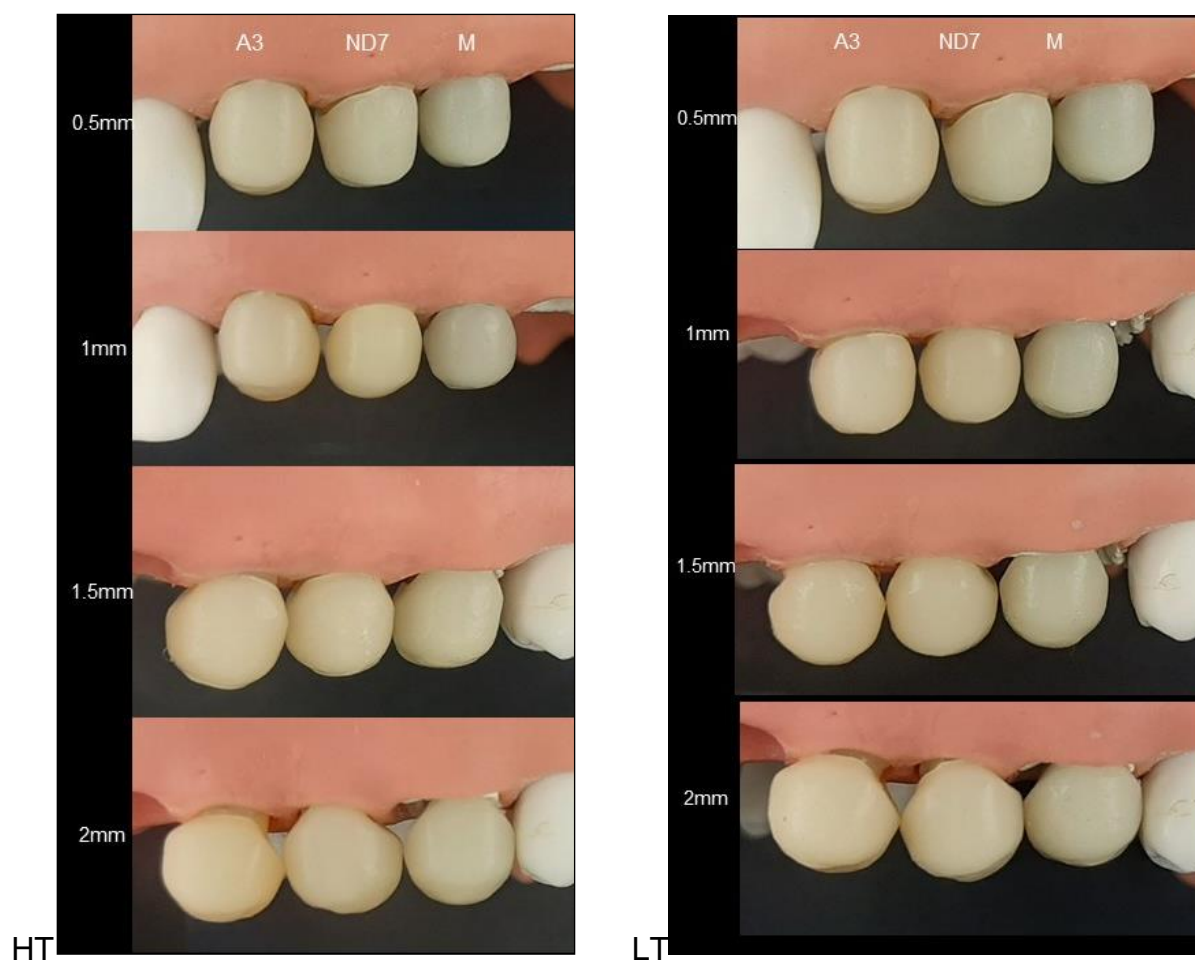
а) Визуелна евалуација на бојата кај примероци HTа) 0.5mm дебелина
 б) HT/M/0.5-2mm
 Figure 39. Visual color evaluation in the samples with HT0.5mm thickness



Слика 40. Примероци од LT керамика монтирани на фантом (подгрупи)
 Figure 40. Samples of LT ceramic mounted on phantom (подгрупи)



Слика 41. Визуелна евалуација на бојата кај примероци LT со 0.5-2 mm
 дебелина цементирувани на ND7
 Figure 41. Visual color evaluation in the samples LT 0.5-2 mm thickness luted on
 ND7



Слика 42. Примероци од HT и LT керамика поделени во групи според основата
 Figure 42. Samples from HT and LT ceramic divided in groups by the substrate

9. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES):

- A Randomized, Placebo-Controlled, Clinical Trial of High-Dose Supplementation With Vitamins C and E, Beta Carotene, and Zinc for Age-Related Macular Degeneration and Vision Loss. (2001). *Archives of Ophthalmology*, 119(10), 1417.
- Ahmad, I. (2006). *Protocols for predictable aesthetic dental restorations*. Oxford: Blackwell Munksgaard
- Ahn, J., & Lee, Y. (2008). Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(1), 18-28.
- Al Ben Ali, A., Kang, K., Finkelman, M., Zandparsa, R., & Hirayama, H. (2013). The Effect of Variations in Translucency and Background on Color Differences in CAD/CAM Lithium Disilicate Glass Ceramics. *Journal of Prosthodontics*, 23(3), 213-220.
- ALGhazali, N., Laukner, J., Burnside, G., Jarad, F., Smith, P., & Preston, A. (2010). An investigation into the effect of try-in pastes, uncured and cured resin cements on the overall color of ceramic veneer restorations: An in vitro study. *Journal Of Dentistry*, 38, e78-e86.
- Alqahtani, M., Aljuraiss, R., & Alshaafi, M. (2012). The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dental Materials Journal*, 31(3), 354-361.
- American Academy of Cosmetic Dentistry. Survey 2015. Преземено на 25 Декември 2020г. <http://www.aacd.com>
- Analoui, M., Papkosta, E., Cochran, M., & Matis, B. (2004). Designing visually optimal shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 92(4), 371-376.
- Antonson, S., Anusavice, K. (2001). Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. *Int J Prosthodont.*,14(4):316-20
- Aristidis, G., Dimitra B. (2002). Five-year clinical performance of porcelain laminate veneers. *Quintessence Int.*, 33(3):185-9
- Awad, D., Stawarczyk, B., Liebermann, A., & Ilie, N. (2015). Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(6), 534-540.

- Azer, S., Ayash, G., Johnston, W., Khalil, M., & Rosenstiel, S. (2006). Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(6), 397-401.
- Azer, S., Rosenstiel, S., Seghi, R., & Johnston, W. (2011). Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 106(3), 179-183.
- Balderamos, L., O'Keefe, K., Powers J., (1997). Color accuracy of resin cements and try-in pastes. *Int J Prosthodont.*,10(2):111-5
- Baldissara, P., Wandscher, V., Marchionatti, A., Parisi, C., Monaco, C., & Ciocca, L. (2018). Translucency of IPS e.max and cubic zirconia monolithic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(2), 269-275.
- Barath, V., Faber, F., Westland, S., & Niedermeier, W. (2003). Spectrophotometric Analysis of All-ceramic Materials and Their Interaction with Luting Agents and Different Backgrounds. *Advances in Dental Research*, 17(1), 55-60.
- Baratieri L. N., Araújo E. M., Monteiro J. R. (2005). Composite restorations in anterior teeth. Fundamentals and possibilities. *New York: Quintessence*.
- Barghi, N., & Malister, E. (1998). Porcelain for Veneers. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 10(4), 191-197.
- Barghi, N., & Richardson, J. (1978). A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 39(3), 282-284
- Barreto, J., Albuquerque, I., Alencar-Silva, F., Pinto-Fiamengui, L., Regis, R. (2019). Combining different ceramic systems and periodontal microsurgery in maxillary esthetic areas: a case report. *Gen Dent.*, 67(5):68–71.
- Barrett, A., Grimaudo, N., Anusavice, K., & Yang, M. (2002). Influence of tab and disk design on shade matching of dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(6), 591-597.
- Basso, G., Kodama, A., Pimentel, A., Kaizer, M., Bona, A., Moraes, R., & Boscato, N. (2017). Masking Colored Substrates Using Monolithic and Bilayer CAD-CAM Ceramic Structures. *Operative Dentistry*, 42(4), 387-395.
- Begum, Z., Chheda, P., Shruthi, C., & Sonika, R. (2014). Effect of Ceramic Thickness and Luting Agent Shade on the Color Masking Ability of Laminate Veneers. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 14(S1), 46-50.
- Brewer, J., Wee, A., & Seghi, R. (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 341-358.

- Brodbelt, R., O'Brien, W., & Fan, P. (1980). Translucency of Dental Porcelains. *Journal of Dental Research*, 59(1), 70-75.
- Calgaro, P., Furuse, A., Correr, G., Ornaghi, B., Gonzaga, C. (2014). Post-cementation colorimetric evaluation of the interaction between the thickness of ceramic veneers and the shade of resin cement. *Am J Dent*, 27(4):191-4
- Carsten, D., (2003). Successful shade matching—What does it take?. *Compend Contin Educ Dent*, 24(3):175-8, 180, 182.
- Cekic-Nagas, I., Canay, S., Sahin, E. (2010). Bonding of resin core materials to lithium disilicate ceramics: the effect of resin cement film thickness. *Int J Prosthodont.*;23(5):469-71
- Chadwick, R., McCabe, J., & Carrick, T. (2008). Rheological properties of veneer trial pastes relevant to clinical success. *British Dental Journal*, 204(6), E11-E11.
- Chaiyabutr, Y., Kois, J. C., Lebeau, D., & Nunokawa, G. (2011). Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glassceramic lithium disilicate-reinforced crown. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(2), 83-90.
- Chang, J., Da Silva, J., Sakai, M., Kristiansen, J., & Ishikawa-Nagai, S. (2009). The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *Journal of Dentistry*, 37(12), 937-943.
- Cho, M., Lee, Y., Lim, B., & Lim, Y. (2006). Changes in optical properties of enamel porcelain after repeated external staining. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(6), 437-443.
- Chu S. J. ; Devigus A. and Mielezsko A. J. (2004). Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry, Chigaco; *Quintessence Publishing Co*
- Chu, S., Trushkowsky, R., & Paravina, R. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38, e2-e16.
- Church TD, Jessup JP, Guillory VL, et al: (2017). Translucency and strength of high-translucency monolithic zirconium oxide materials. *Gen Dent*. 65:48-52
- Clark EB. (1931). Analysis of Tooth Color. *J. Am Dent Assoc*, 18:2093-103
- Commission Internationale de l'Eclairage (1971). Colorimetry, Official Recommendations of the International Commission on Illumination [Publication CIE No. 15 (E-1.3.1)]. Paris: *Bureau Central de la CIE*,.

- Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) (1978). Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Supplement No. 2 of publication CIE No. 15 (E-1.3.1) ed. Paris: *Bureau Central de la CIE*;
- Corcodel, N., Krisam, J., Klotz, A., Deisenhofer, U., Stober, T., & Hassel, A. et al. (2018). Evaluation of small-group education on the shade determination ability of preclinical dental students - A controlled clinical trial. *European Journal of Dental Education*, 22(3), e582-e587.
- Culp, L., McLaren, E. (2010). Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. *Comp Contin Educ Dent*, 31(9):716-20, 722, 724-5
- Czigola, A., Abram, E., Kovacs, Z., Marton, K., Hermann, P., & Borbely, J.(2019). Effects of substrate, ceramic thickness, translucency, and cement shade on the color of CAD/CAM lithium-disilicate crowns. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 457-464.
- Dancy, W., Yaman, P., Dennison, J., O'brien, W., & Razzoog, M. (2003). Color Measurements as Quality Criteria for Clinical Shade Matching of Porcelain Crowns. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(2), 114-122.
- De Azevedo Cubas GB., Camacho GB., Demarco FF., Pereira-Cenci T. (2011). The effect of luting agents and ceramic thickness on the color variation of different ceramics against a chromatic background. *Eur J Dent.*,5(3):245-52.
- Dede, D., Armağanci, A., Ceylan, G., Celik, E., Cankaya, S., & Yilmaz, B. (2016). Influence of implant abutment material on the color of different ceramic crown systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(5), 764-769.
- Della Bona, A., Nogueira, A., & Pecho, O. (2014). Optical properties of CAD–CAM ceramic systems. *Journal of Dentistry*, 42(9), 1202-1209.
- Denissen, H., Dozic, A., van Waas, M., Feilzer, A. (2007). Effects of 5 manipulative variables on the color of ceramics used for computergenerated restorations. *Quintessence Int.*,38:401-8.
- Denry, I., & Holloway, J. (2010). Ceramics for Dental Applications: A Review. *Materials*, 3(1), 351-368.
- Diniz, R., Albuquerque, L., Tavares, R., Moffa, E., Lago, A., & Gonçalves, L. (2019). Correspondence between try-in pastes and resin cements, and color stability of bonded lithium disilicate disks. *Brazilian Oral Research*, 33.
- Douglas, R., & Brewer, J. (1998). Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 79(3), 254-260.

- Douglas, R., Steinhauer, T., & Wee, A. (2007). Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(4), 200-208.
- Dozic, A., Tsagakari, M., Khashayar, G., Aboushelib, M. (2010). Color management of porcelain veneers: influence of dentin and resin cement colors. *Quintessence Int.*,41(7):567-73.
- EL-Etreby, A. (2018). Intraoral characterization of monolithic ceramics: The “Triple R” protocol. *Future Dental Journal*, 4(2), 268-273.
- El-Meliegy, E. (2003). Preparation and characterisation of low fusion leucite dental porcelain. *British Ceramic Transactions*, 102(6), 261-264. *Eur J Prosthodont Restor Dent.*,22(2):84-8
- Evans, A. (1990). Perspective on the Development of High-Toughness Ceramics. *Journal Of The American Ceramic Society*, 73(2), 187-206.
- Fasbinder, D., Dennison, J., Heys, D., & Neiva, G. (2010). A Clinical Evaluation of Chairside Lithium Disilicate CAD/CAM Crowns. *The Journal Of The American Dental Association*, 141, 10S-14S.
- Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 23: 467–79.
- Fondriest, J. (2004). Shade matching in restorative dentistry: The science and strategies. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91(6), 553.
- Fondriest, J. (2012). The Optical Characteristics of Natural Teeth. Inside Dentistry
- Fradeani, M., Redemagni, M., Corrado, M. (2005). Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation - a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.*,25(1):9-17
- Franchi, I., Franchi, M., Bortolini, S., Consolo, U., Chau, L. (2010). In vivo measurement of colour changes in 1600 natural teeth with Pola Office+: Spectrophotometric shade analysis. *INTERNATIONAL DENTISTRY SA.*,12(4):60-68
- Fraunfelder, F., & Fraunfelder, F. (2004). Adverse ocular drug reactions recently identified by the National Registry of Drug-Induced Ocular Side Effects. *Ophthalmology*, 111(7), 1275-1279.
- Garber, D., Adar, P., Goldstein, R., Salama, H. (2000). The quest for the all-ceramic restoration. *Quintessence Dent Technol*, 23: 27-36

- Ge, J., Wang, X., Feng, H. (2006). Influence of different post core materials on the color of Empress 2 full ceramic crowns. *Chin Med J (Engl)*;119:1715-20.
- Ghulman, M., & Awad, M. (2013). Color Variation Between Matched and Fabricated Shades of Different Ceramics. *Journal of Prosthodontics*, 22(6), 472-477.
- Giordano, R., McLaren EA. (2010). Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent.*,31:682-684. 686, 688.
- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Celemín-Viñuela, A.,Martínez Vázquez De Parga, J.A.,(2014). Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J. Dent.*, 42, 742–5.
- Greenwall, L. (2001). Bleaching Techniques in Restorative Dentistry. *London: Martin Dunitz*.
- Griffiths, C., Bailey, J., Jarad, F., & Youngson, C. (2008). An investigation into most effective method of treating stained teeth: An in vitro study. *Journal Of Dentistry*, 36(1), 54-62.
- Griggs, J. (2007). Recent Advances in Materials for All-Ceramic Restorations. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 713-727.
- Groh, C., O'Brien, W., Boenke, K. (1992). Differences in color between fired porcelain and shade guides. *Int J Prosthodont.*,5(6):510-4.
- Guazzato, M., Proos, K., Quach, L., & Vincent Swain, M. (2004). Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia (Y-TZP) dental ceramics. *Biomaterials*, 25(20), 5045-5052.
- Heffernan, M., Aquilino, S., Diaz-Arnold, A., Haselton, D., Stanford, C., & Vargas, M. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: Core and veneer materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(1), 10-15.
- Hugo, B., Witzel, T., & Klaiber, B. (2005). Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clinical Oral Investigations*, 9(4), 244-250.
- Ilie, N., & Stawarczyk, B. (2014). Quantification of the amount of light passing through zirconia: The effect of material shade, thickness, and curing conditions. *Journal of Dentistry*, 42(6), 684-690.
- International Organization for Standardization. (2011). ISO/TR 28642 dentistry—guidance on color measurement. *Geneva: International Organization for Standardization*;

- Iravani, M., Shamszadeh, S., Panahandeh, N., Sheikh-Al-Eslamian, S., & Torabzadeh, H. (2020). Shade reproduction and the ability of lithium disilicate ceramics to mask dark substrates. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 45(3): e41.
- Jahangiri, L., Reinhardt, S., Mehra, R., & Matheson, P. (2002). Relationship between tooth shade value and skin color: An observational study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(2), 149-152.
- Johansson, C., Kmet, G., Rivera, J., Larsson, C., & Vult Von Steyern, P. (2013). Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72(2), 145-153.
- Johnston, W., Ma, T., Kienle, B. (1995) Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont.*, 8(1):79-86
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal Of Dentistry*, 32, 3-12.
- Jorgenson, M., & Goodkind, R. (1979). Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 42(1), 96-105.
- Kampouropoulos, D., Gaintantzopoulou, M., Papazoglou, E., Kakaboura, A. (2014). Colour matching of composite resin cements with their corresponding try-in pastes.
- Kelly, J., Nishimura, I., & Campbell, S. (1996). Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 75(1), 18-32.
- Khashayar, G., Dozic, A., Kleverlaan, C., & Feilzer, A. (2012). Data Comparison Between Two Dental Spectrophotometers. *Operative Dentistry*, 37(1), 12-20
- Kim, H., Kim, S., Lee, J., Han, J., Yeo, I., & Ha, S. (2016). Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 8(1), 37.
- Kingery, W., Bowen, H., Uhlmann, D. (1976). Introduction to ceramics. 2nd edition. *New York: John Wiley and Sons*, p. 646-89
- Kuehn,i R., Marcus, R. (1979). An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Research & Application*, 4(2):83-91. 25.

- Kuehni, R. (2001). From color-matching error to large color differences. *Color Research & Application*, 26(5), (DA SE SREDE VO TEKSTOT GODINATA)
- Kürklü, D., Azer, S., Yilmaz, B., & Johnston, W. (2013). Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *Journal of Dentistry*, 41(11), 1043-1050.
- Lasserre, J., Pop-Ciutrla, I., & Colosi, H. (2011). A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *Journal of Dentistry*, 39, e29-e36.
- Lăzărescu, F. (2015). *Comprehensive esthetic dentistry*. Surrey: Quintessence Pub.
- Lee, Y. (2015). Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *Journal Of Biomedical Optics*, 20(4), 045002.
- Lehmann. K., Devigus. A., Igiel, C., Wentaschek, S., Azar, M., Scheller H., (2011). Repeatability of color-measuring devices. *Eur J Esthet Dent*, 6(4):428-35.
- Lindsey, D., & Wee, A. (2007). Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *Journal of Dentistry*, 35(7), 593-599.
- Llena, C., Lozano, E., Amengual, J., & Forner, L. (2011). Reliability of Two Color Selection Devices in Matching and Measuring Tooth Color. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 12(1), 19-23.
- Melgosa, M., Pérez, M., Yebra, A., et al. (2001). Some reflections and recent international recommendations on color-difference evaluation. *ÓpticaPura y Aplicada*;34:1–10
- Milardović Ortolan, S. (2014). *Utjecaj biološke osnove, optičkih svojstava i debljine gradivnih i fiksacijskih materijala na boju nadomjeska od litij-disilikatne staklokeramike* (ph. d). Sveučilište u Zagrebu stomatološki fakultet.
- Moodley, DS, Patel, N, Moodley, T, & Ranchod, H. (2015). Comparison of colour differences in visual versus spectrophotometric shade matching. *South African Dental Journal* , 70(9), 402-407
- Moon, A., Powers, J., & Kiat-amnuay, S. (2014). Color Stability of Denture Teeth and Acrylic Base Resin Subjected Daily to Various Consumer Cleansers. *Journal of Esthetic And Restorative Dentistry*, 26(4), 247-255.
- Nakamura, T., Saito, O., Fuyikawa, J., & Ishigaki, S. (2002). Influence of abutment substrate and ceramic thickness on the colour of heat-pressed ceramic crowns. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(9), 805-809.

- Nawafleh, N., Hatamleh, M., Öchsner, A., & Mack, F. (2017). Fracture load and survival of anatomically representative monolithic lithium disilicate crowns with reduced tooth preparation and ceramic thickness. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 9(6), 416.
- Niu, E., Agustin, M., & Douglas, R. (2013). Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of foundation restoration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 110(6), 501-509.
- O'Brien, W. (1985). Double-layer effect and other optical phenomena related to esthetics. *Dent Clin North Am.*29(4):667–72
- O'Brien, W., Kay, K., Boenke, K., & Groh, C. (1991). Sources of color variation on firing porcelain. *Dental Materials*, 7(3), 170-173.
- Oh, S., & Kim, S. (2015). Effect of abutment shade, ceramic thickness, and coping type on the final shade of zirconia all-ceramic restorations:in vitro study of color masking ability. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 7(5), 368.
- O'Keefe, K., Pease, P., & Herrin, H. (1991). Variables affecting the spectral transmittance of light through porcelain veneer samples. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 66(4), 434-438.
- Okubo, S., Kanawati, A., Richards, M., & Childressd, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(6), 642-648.
- Omar, H., Atta, O., El-Mowafy, O., & Khan, S. (2010). Effect of CAD–CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. *Journal Of Dentistry*, 38, e95-e99.
- Ozturk, O., Uludag, B., Usumez, A., Sahin, V., & Celik, G. (2008). The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all-ceramic systems. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 100(2), 99-106.
- Paravina, R., Pérez, M., & Ghinea, R. (2019). Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(2), 103-112.
- Paravina, R., Westland, S., Imai, F., Kimura, M., & Powers, J. (2006). Evaluation of blending effect of composites related to restoration size. *Dental Materials*, 22(4), 299-307.
- Paravina, R., Westland, S., Kimura, M., Powers, J., & Imai, F. (2006). Color interaction of dental materials: Blending effect of layered composites. *Dental Materials*, 22(10), 903-908.

- Paravina, RD. (2009). Performance assessment of dental shade guides. *J Dent*, 37s:e15–e20.
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., & Hämmerle, C. (2002). Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578-582.
- Perez, M., Ghinea, R., Herrera, L., Ionescu, A., Pomares, H., Pulgar, R., & Paravina, R. (2011). Dental ceramics: A CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry*, 39, e37-e44.
- Pérez, M., Melgosa, M., El Moraghi, A., & Hita, E. (2000). Usefulness of cathode ray tube color displays in chromaticity-discrimination experiments. *Applied Optics*, 39(22), 4021.
- Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2000). Porcelain veneers: a review of the literature. *Journal Of Dentistry*, 28(3), 163.
- Pires, L., Novais, P., Araújo, V., & Pegoraro, L. (2017). Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 144-149.
- Qutub, O. A., Basunbul, G. I., & Binmahfooz, A. M. (2019). Influence of abutment material on the shade of dental implant restorations in the esthetic zone: a single case report. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, 11, 73–80.
- Ragain, J., & Johnston, W. (2000). Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Research & Application*, 25(4), 278-285.
- Raigrodski, A. (2004). Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 92(6), 557-562.
- Rassi, S., Saint-Amour, D., & Wittich, W. (2016). Drug-Induced Deficits in Color Perception: Implications for Vision Rehabilitation Professionals. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(6), 448-453.
- Reich, S., Fischer, S., Sobotta, B., Klapper, H., Gozdowski, S. (2010). A preliminary study on the short-term efficacy of chairside computer-aided design/computer-assisted manufacturing-generated posterior lithium disilicate crowns. *Int J Prosthodont* 23(3):214-216
- Rekow, E., Silva, N., Coelho, P., Zhang, Y., Guess, P., & Thompson, V. (2011). Performance of Dental Ceramics: Challenges for Improvements. *Journal of Dental Research*, 90(8), 937-952.

- Rigoni, P., Amaral, F., França, F., & Basting, R. (2012). Color agreement between nanofluorapatite ceramic discs associated with try-in pastes and with resin cements. *Brazilian Oral Research*, 26(6), 516-522.
- Ristic, I., Stankovic, S., & Paravina, R. (2016). Influence of Color Education and Training on Shade Matching Skills. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(5), 287-294.
- Rosenstiel SF, Johnston WM. The effects of manipulative variables on the color of ceramic metal restorations. *J Prosthet Dent* 1988;60:297- 303.
- Rosenstiel, S., Fujimoto, J., Land, M. (2006). Contemporary fixed prosthodontics. 4th edition. *St. Louis: Mosby*, p. 712
- Ruyter, I., Nilner, K., & Möller, B. (1987). Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, 3(5), 246-251.
- Sailer, I., Pjetursson, B., Zwahlen, M., & Hämmerle, C. (2007). A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: fixed dental prostheses. *Clinical Oral Implants Research*, 18, 86-96.
- Seghi, R., Johnston, W., & O'Brien, W. (1989). Performance Assessment of Colorimetric Devices on Dental Porcelains. *Journal of Dental Research*, 68(12), 1755-1759.
- Sen, N., & Us, Y. (2018). Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(4), 593-599.
- Shimada, K., Nakazawa, M., Kakehashi, Y., & Matsumura, H. (2006). Influence of Abutment Materials on the Resultant Color of Heat-pressed Lithium Disilicate Ceramics. *Dental Materials Journal*, 25(1), 20-25.
- Sim, C., Yap, A., Teo, J. (2001). Color perception among different dental personnel. *Oper Dent.*, 26:435–439
- Sinmazisik, G., Demirbas, B., & Tarcin, B. (2014). Influence of dentin and core porcelain thickness on the color of fully sintered zirconia ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 111(2), 142-149.
- Skyllouriotis, A., Yamamoto, H., & Nathanson, D. (2017). Masking properties of ceramics for veneer restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 118(4), 517-523.
- Southan, D. (1987). Factors affecting the translucency of dental porcelain. *Quintessence Int.*, 18(3), 197–202.

- Subaşı, M., Alp, G., Johnston, W., & Yilmaz, B. (2018). Effect of thickness on optical properties of monolithic CAD-CAM ceramics. *Journal of Dentistry*, 71, 38-42.
- Sundar, V., Amber, P. (1999). Opals in nature. *J Dent Technol.*, 1999;16(8):15-17
- Tabatabaei, M. H., Nahavandi, A. M., Khorshidi, S., & Hashemikamangar, S. S. (2019). Fluorescence and opalescence of two dental composite resins. *European Journal of Dentistry*, 13(4), 527–534
- Terry, D., Geller, W., Tric, O., Anderson, M., Tourville, M., Kobashigawa, A. (2002). Anatomical form defines color: function, form and aesthetics. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, 14(1):59—67
- Terzioğlu, H., Yilmaz, B., Yurdukoru, B. (2009) The effect of different shades of specific luting agents and IPS empress ceramic thickness on overall color. *Int J Periodontics Restorative Dent.*, 29(5):499-505.
- Tribst, J., Dal Piva, A., Borges, A., Bottino, M. (2019) Different combinations of CAD/CAM materials on the biomechanical behavior of a two-piece prosthetic solution. *Int J Comput Dent.*,22(2):171–176.
- Trushkowsky, R. (2011). Esthetic and Functional Consideration in Restoring Endodontically Treated Teeth. *Dental Clinics of North America*, 55(2), 403-410.
- Turgut, S., Bagis, B., & Ayaz, E. (2014). Achieving the desired colour in discoloured teeth, using leucite-based cad-cam laminate Systems. *Journal of Dentistry*, 42(1), 68-74.
- Uchimura, J., Sato, F., Bianchi, G., Baesso, M., Santana, R., & Pascotto, R. (2014). Color Stability Over Time of Three Resin-Based Restorative Materials Stored Dry and in Artificial Saliva. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(4), 279-287.
- Udiljak, Ž., Ileš, D., Knezović Zlatarić, D., & Ćelić, R. (2018). Effect of Clinical Experience on the Shade Matching Accuracy in Different Dental Occupational Groups. *Acta Stomatologica Croatica*, 52(2), 132-139.
- Uludag, B., Usumez, A., Sahin, V., Eser, K., & Ercoban, E. (2007). The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of ceramic systems: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(1), 25-31.
- Vaarkamp, J., ten Bosch, J., & Verdonschot, E. (1995). Propagation of Light through Human Dental Enamel and Dentine. *Caries Research*, 29(1), 8-13.
- Vafaei, F., Heidari, B., Khoshhal, M., Hooshyarfard, A., Izadi, M., Shahbazi, A., & Moghimbeigi, A. (2018). Effect of Resin Cement Color on the Final Color of

- Lithium Disilicate All-Ceramic Restorations. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*, 15(3), 143-150
- Valizadeh, S., Mahmoudi Nahavandi, A., Daryadar, M., Özcan, M., & Hashemikamangar, S. (2020). The effect of ceramic thickness on opalescence. *Clinical and Experimental Dental Research*, 6(6), 693-699.
- Vallittu, P., Vallittu, A., & Lassila, V. (1996). Dental aesthetics — a survey of attitudes in different groups of patients. *Journal of Dentistry*, 24(5), 335-338.
- Vanini, L. (2010) Anatomic stratification technique. Presented at the 26th Annual AACD Scientific Session; Grapevine, TX, April 27, 2010.
- Vaz, E., Vaz, M., de Torres, É., de Souza, J., Barata, T., & Lopes, L. (2018). Resin Cement: Correspondence with Try-In Paste and Influence on the Immediate Final Color of Veneers. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), e74-e81.
- Vaz, E., Vaz, M., Rodrigues Gonçalves de Oliveira, M., Takano, A., Gonzaga, L. (2016) Try-in Pastes Versus Resin Cements: A Color Comparison. *Compend Contin Educ Dent.*;37(5): e1-5
- Vichi, A., Carrabba, M., Paravina, R., & Ferrari, M. (2014). Translucency of Ceramic Materials for CEREC CAD/CAM System. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(4), 224-231.
- Vichi, A., Ferrari, M., & Davidson, C. (2000). Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 83(4), 412-417.
- Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., & Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. *Dental Materials*, 27(1), 97-108.
- Vivadent Ivoclar. Scientific Documentaion IPS e.max CAD. Liechtenstein. 2011.
- Volpato, C. A., Monteiro, S., Jr., de Andrada, M. C., Fredel, M. C., & Petter, C. O. (2009). Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dental Materials*, 25(1), 87-93.
- Von Steyern, P., Carlson, P., & Nilner, K. (2005). All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-ZirkonR technique. A 2-year clinical study. *Journal Of Oral Rehabilitation*, 32(3), 180-187.
- Wang, F., Takahashi, H., & Iwasaki, N. (2013). Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 110(1), 14-20.
- Wang, X., Powers, J. (1999) Color differences between a resin cement and try-in paste. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.*;34(1):58-9.

- Ward, M., Tate, W., Powers, J. (1995). Surface roughness of opalescent porcelains after polishing. *Operative Dentistry*, 20(3)106–10.
- Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309-316.
- Watts, D., & Cash, A. (1994). Analysis of optical transmission by 400–500 nm visible light into aesthetic dental biomaterials. *Journal of Dentistry*, 22(2), 112-117.
- Wee, A., Kang, E., Jere, D., & Beck, F. (2005). Clinical Color Match of Porcelain Visual Shade-Matching Systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(6), 351-357.
- Wee, A., Monaghan, P., & Johnston, W. (2002). Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 87(6), 657-666.
- Winter, R. (1993). Visualizing the Natural Dentition. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 5(3), 103-118.
- Wysocki, G., & Stiles, W. (1982). Color science: concepts and methods, quantitative data and formulae. 2nd ed. New York (NY): John Wiley & Sons.
- Xing, W., Jiang, T., Ma, X., Liang, S., Wang, Z., Sa, Y., & Wang, Y. (2010). Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. *Journal Of Dentistry*, 38, e87-e94.
- Xu, B., Chen, X., Li, R., Wang, Y., & Li, Q. (2014). Agreement of Try-In Pastes and the Corresponding Luting Composites on the Final Color of Ceramic Veneers. *Journal of Prosthodontics*, 23(4), 308-312.
- Yamamoto, M. (1989). Newly developed opal ceramic and its clinical use with respect to relative breaking indices. 1. Significance of opalescence and development of opal ceramic. *Quintessenz Zahntech*, 15(5):523-38.
- Yamamoto, M., (1992). The Value conversion system and a new concept for expressing the shade of natural teeth. *Quint Dent Technol*, 19(1)2-9.
- Yu, B., Ahn, J., & Lee, Y. (2009). Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 67(1), 57-64.