UDC: 616.314-008.4 DOI: 10.2298/SGS1404196K

Bond Strength of Composite Materials after Internal Teeth Bleaching Using 30% Carbamide Peroxide

Nataša Knežević[1], Aleksandra Djeri[1], Renata Josipović[1], Irena Kuzmanović Radman[1], Željka Kojić[2]

[1]Department of Restorative Dentistry, Program Dentistry, Faculty of Medicine, University of Banja Luka, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina;

[2]Department of Periodontics and Oral Medicine, Program Dentistry, Faculty of Medicine, University of Banja Luka, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

SUMMARY

Introduction Bond between composite materials and bleached teeth depends on the change of micro-morphological structure of enamel and dentin after the application of bleaching agent. Bleaching procedure can weaken adhesion of composite materials to hard tissues, where even just a presence of hydrogen peroxide may affect their polymerization. The aim of this study was to determine bond strength of composite materials after internal teeth bleaching using 30% carbamide peroxide.

Material and Methods The study was conducted on 20 extracted, endodontically treated human teeth. After internal teeth bleaching with 30% carbamide peroxide a class V cavity was prepared and restored with Tetric EvoCeram nanocomposite material. Microleakage was determined using dye method (silver nitrate) and measured on the incisal and gingival walls using stereoloupes.

Results Linear dye penetration on the incisal wall (7.25 μm) of bleached teeth was greater than on the incisal wall in non-bleached (control group) teeth (5.75 μm) but with no statistically significant difference. Dye penetration on the gingival wall of bleached teeth (20.00 μm) was greater than on the gingival wall of the control group (14.25 μm). This difference was statistically significant ($p<0.05$).

Conclusion Greater microleakage and inferior bond of composite material was observed in teeth bleached with internal bleaching technique (30% carbamide peroxide) compared to non-bleached teeth.

Keywords: carbamide peroxide; composite material; microcracks; teeth bleaching

INTRODUCTION

The most important disadvantages of composite materials are polymerization contraction and high degree of thermal expansion. Polymerization contraction compromises bond between dental tissues and restorative materials with consequent formation of microcracks that eventually cause clinical failure of restoration [1, 2]. Bond between bleached teeth and composite materials can be weak due to changes in micro-morphological structure of enamel and dentin caused by bleaching agent. In addition, the presence of hydrogen peroxide may also affect polymerization of composite materials [3, 4, 5].

Bleaching agents may adversely affect bond strength of composite materials if the restoration is placed immediately after bleaching is done. It has been confirmed that residual hydrogen peroxide in enamel and dentin inhibits polymerization. Therefore, it is recommended to postpone definitive restoration for one to four weeks after bleaching [6, 7, 8]. Kimyai et al. [6] in their study showed that tooth bleaching with 10% carbamide peroxide significantly increased microleakage of composite restorations when restorations were done immediately after bleaching. The application of 10% solution of sodium ascorbate after bleaching improved bond strength with lower microleakage compared to teeth restored immediately after bleaching and without the use of antioxidants. Feiz et al. [9] examined bond strength between composite materials and dentin in bleached teeth. After using "Walking bleaching technique" with 35% hydrogen peroxide (Opalescent Endo, Ultradent, USA) for five days, the teeth were restored with composite resin Z100 (3M ESPE), and submitted to thermo-cycling. Results showed that bleaching had negative effect on bond strength between composite resin and dentin, while seven days delayed restoration as well as antioxidant treatment contributed to better bond quality. Demarco et al. [10] examined the effect of calcium hydroxide on the quality of bond between bleached teeth and composites. After endodontic treatment, teeth were bleached using a mixture of sodium perborate and hydrogen peroxide. Half teeth were restored with composite material immediately after bleaching while half of them received calcium hydroxide for seven days and then after were restored with composite material. Better bond

Address for correspondence: Nataša KNEŽEVIĆ, Vojvode Petra Bojovića 1a, 78000 Banja Luka, Bosnia and Herzegovina; *natasa.gajic@gmail.com*

between composites and hard dental tissue was found in teeth that received calcium hydroxide compared to teeth that were restored immediately after bleaching where larger microcrack was noticed.

The aim of this study was to assess bond strength of composite materials after internal teeth bleaching with 30% carbamide peroxide.

MATERIAL AND METHODS

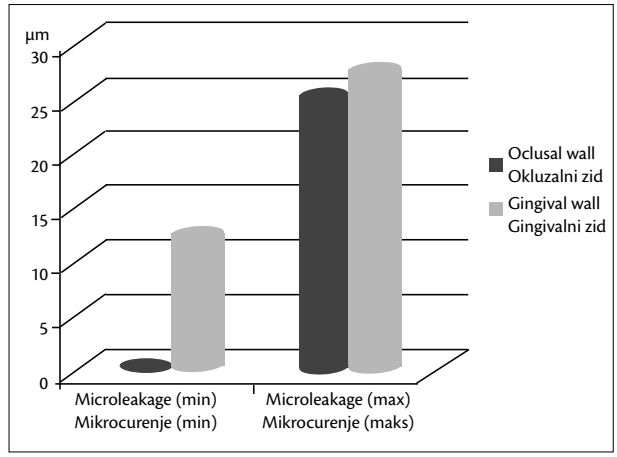
The current study included 20 extracted human intact teeth (incisors, canines, premolars). All teeth were endodontically treated and obturated with gutta-percha points and sealer (AH Plus, Dentsply, UK). The teeth were divided into two groups: bleached teeth using internal bleaching method ("Walking technique") with 30% carbamide peroxide (VivaStyle 30%, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) (10 teeth) and non-bleached teeth (10 teeth).

Bleaching procedure included access cavity preparation on the lingual surface of teeth and removal of two millimeters canal filling. Gutta-percha was covered with glass ionomer cement Alfagal Base (Galenika, Serbia). Before bleaching all teeth were determined the shade using Vita shade. 30% carbamide peroxide (30% VivaStyle, Ivoclar Vivadent) was applied in the cavity and temporarily closed with glass ionomer cement Fuji IX (GC Europe). Bleaching agent was reapplied three times every seven days. After bleaching was done calcium hydroxide Calxyl (OCO praeparo, GmbH) was placed in the access cavity for additional seven days. After seven days shade for each tooth was again checked.

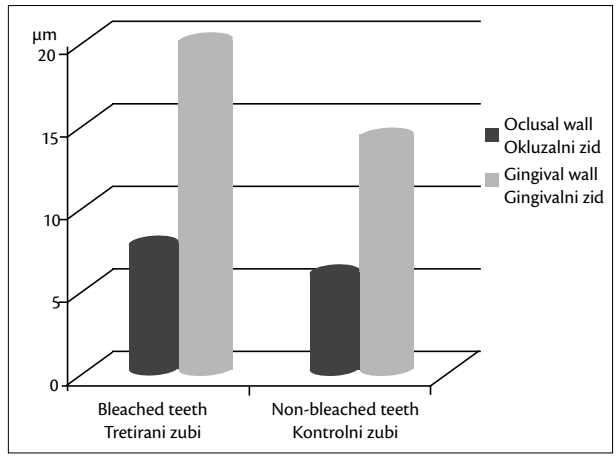
On the buccal surface of all teeth a class V cavity preparation was performed and composite restoration (Tetric EvoCeram, Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein) placed using standard technique. Following restoration, all surfaces were coated with two layers of nail varnish, except for the restoration and 1 mm around it. Microleakage was determined using dye solution of silver nitrate. After removing teeth from dye solution varnish was removed and all samples were sectioned in the buccal-oral direction using a diamond disc. Measurements were done using a stereoloupes with six times magnification on the incisal (occlusal) and gingival walls (μm).

RESULTS

Dye penetration on the occlusal wall (7.25 μm) of internally bleached teeth with 30% carbamide peroxide solution was smaller than on the gingival wall (20.00 μm). The difference was statistically significant ($p<0.05$) (Graph 1). Dye penetration on the incisal wall of bleached teeth (7.25 μm) was greater than on the incisal teeth wall of non-bleached teeth (5.75 μm), but with no statistically significant difference (Graph 2). Dye penetration at the gingival wall of treated teeth (20.00 μm) was greater than on the gingival wall of the control group (14.25 μm). This difference was statistically significant ($p<0.05$) (Graph 2).



Graph 1. Linear dye penetration on the incisal and gingival wall of bleached teeth using 30% carbamide peroxide
Grafikon 1. Linerarni prodor boje na incizalnom i gingivalnom zidu zuba beljenih tridesetoprocentnim karbamid-peroksidom



Graph 2. Linear dye penetration on the incisal and gingival wall of bleached teeth using 30% carbamide peroxide compared to the control group
Grafikon 2. Linerarni prodor boje na incizalnom i gingivalnom zidu zuba beljenih tridesetoprocentnim karbamid-peroksidom u odnosu na kontrolnu grupu uzoraka

DISCUSSION

One of the most common methods to study the quality of the marginal seal between various materials and hard dental tissue is using dye penetration method. In the current study silver nitrate solution was used due to good visualization and accurate results that were reported earlier [11]. Results showed microcracks in all tested teeth. Dye penetration was less on the occlusal than on the gingival wall. This was not surprising since occlusal wall was mainly in enamel, highly mineralized tissue, while gingival wall was mostly in cement and dentin that are less mineralized compared to enamel. Therefore, stronger micromechanical bond could be obtained between enamel and composite with additional help of dental ahesives [11].

The size of microcrack on occlusal and gingival walls in bleached teeth was greater than in non-treated teeth. Poorer bond, ie. greater microcracks in bleached teeth occured as a result of changes in micromorphological

structure of enamel and dentin under the influence of bleaching agent. Bleaching with carbamide peroxide has been shown to reduce adhesion of composite materials. Also, the presence of hydrogen peroxide (active ingredient) has been confirmed to reduce polymerisation of composite materials and increase acidity [6, 9]. Similar results were obtained by Barkhordar et al. [12], who examined the effect of bleaching agents on the quality of bond between restorative materials and hard dental tissue. They used a mixture of sodium perborate and 30% hydrogen peroxide, which was applied in the access cavity at two, four and seven days. After bleaching, teeth were restored with composite material Silux (3M), thermo-cycled and immersed in silver nitrate solution. Results of this study showed increased microleakage in treated teeth compared to the control group while longer application of a bleaching agent led to greater microleakage. The greatest dye penetration was observed after seven days due to the increase in the amount of residual hydrogen peroxide. Hydrogen peroxide has been shown to cause denaturation of proteins in organic components of enamel and dentin and to affect organic-inorganic relations with increasing inorganic component [12].

Shinohara et al. [13] also studied bond quality between composite materials and bleached teeth and obtained similar results. They bleached teeth with sodium perborate (Proderma) and water or 37% carbamide peroxide (Whiteness, FGM Produtos Odontológicos) for 21 days with bleaching agent replaced every seven days. After bleaching a class V cavities were prepared and restored with composite Z100 (3M). Their results showed lower microleakage in control teeth than in bleached teeth regardless of the type of bleaching agent used. These results were explained by the fact that bleaching agent can affect ultramorphological structure of enamel by disturbing organic/inorganic ratio and increasing solubility of tooth structure (more pronounced in dentin than enamel). That way, microleakage was more pronounced in dentin of bleached teeth than enamel. This is explained by the difference in the composition of enamel and dentin. As dentin is less mineralized and contains more organic matrix it can easily be damaged by hydrogen peroxide. In addition, bleaching agents are strong oxidative agents that can cause protein denaturation and other morphological changes that could reduce bond strength between composite-tooth. The presence of dentinal tubules allows bleaching agent to penetrate deeper which consequently can give greater concentration of residual oxygen in porous dentin compared to enamel [13].

Crim [14] examined bond between restorative material and bleached teeth with carbamide peroxide (Rembrandt Lighten Gel) during nine days with three two-hour sessions per day. For all teeth Class V cavities were prepared and restored with composite materials Silux Plus (Skochbond 2 adhesive) and Prisma APH (Universal Bond 3 adhesive), thermo-cycled and immersed in basic fuchsine solution. Teeth restored with Silux Plus showed slightly greater microleakage with no statistically significant difference in dye penetration between these two groups. The authors explained these results with possible low penetration of carbamide peroxide that did not significantly modify the structure of enamel and dentin and cavity preparation procedure removed surface layer of enamel where the effects of bleaching agents were the most pronounced [14].

Using dye method with 0.5% methylene blue, Kimyai et al. [6] examined the existence of microcracks between composite material and bleached teeth. After completing bleaching procedure with 10% carbamide peroxide half of tested teeth received antioxidant (10% of sodium ascorbate). All teeth were then restored with composite material. Results showed that 10% carbamide peroxide significantly increased microleakage of composite restorations when restoration process was done immediately after bleaching and without the use of antioxidants. They explained results with possible changes in enamel structure, calcium loss, microhardness reduction, loss of prismatic structure and changes in organic structure. In addition, the excess oxygen from bleaching agent could interfere with resin infiltration into the tooth structure and inhibit polymerization. Ascorbic acid and its sodium salts are potent antioxidants that may improve bond strength as they incorporate hydroxyl ions from hydrogen peroxide into hydroxyapatite crystal structure. Sodium ascorbate also allows polymerization by changing redox potential [6].

Bektas et al. [15] also studied bond between bleached teeth and composite materials but in their study bleaching was done after teeth were restored. All teeth received Class V cavity preparation on the buccal surface. Adhesive systems used were Clearfil SE Bond and Prime & Bond NT. The cavities were restored with composite resin Clearfil AP-X. In all teeth (except the control group) bleaching was done after the restoration was completed: Home bleaching (10% carbamide peroxide Opalescence PF), in office chemically activated bleaching (38% hydrogen peroxide, Opalescence Boost) and in office laser activated bleaching (55% hydrogen peroxide, Smartbleach). The results showed lower microleakage in the control group than in bleached teeth. Microcrack was especially pronounced in the group of teeth bleached by laser activation that was explained by change in enamel microhardness ie. demineralisation and remineralisation of the surface. Greater microleakage was also explained with consistency of bleaching agent, which was semiliquid unlike gels that are usually used for home and in office bleaching. These semi-liquid agents could be easily absorbed into dental tissue leading to more aggressive changes of the tooth surface. Gingival microleakage results showed a statistically significant difference between home bleaching and other techniques, due to prolonged exposure of the tooth surface to bleaching agents. Application of different adhesive systems did not affect the size of microleakage [15].

Jacob and Kumar [16] examined the influence of pre-restorative and post-restorative teeth bleaching on bond strength of composite and amalgam fillings. The study was conducted on 30 extracted teeth with bleaching agent 10% carbamide peroxide which was applied eight hours a day for two weeks. Both groups (pre-restorative and post-restorative bleaching) restored with amalgam showed no difference in microleakage compared to the control group.

Significant increase in microcrack size was found in teeth restored with composite materials that were bleached before restorative procedures. The most likely reason is residual oxygen remained after decomposition of carbamide peroxide (urea and hydrogen peroxide) which inhibited resin polymerization. Hydrogen peroxide also modifies permeability and interprysmatic region, inhibits polymerization and leads to microleakage. As mentioned, bleaching agents can cause protein denaturation in organic components and reduce bond strength. Also, dentinal tubules can increase penetration and diffusion of oxygen, increasing the concentration of residual oxygen and causing microleakage [16].

CONCLUSION

Larger microcracks and poorer bond was found in teeth bleached with internal bleaching technique using 30% carbamide peroxide than in non-bleached teeth.

REFERENCES

1. Fitchie JG, Puckett AD, Reeves GW, Hembree JH. Microleakage of a new dental adhesive comparing microfilled and hybrid resin composite. Quintessence Int. 1995; 26:505-9.
2. Jones DW, Dennison JB, Yaman P, Bayne SC, Powers JM. Analysis of filler content and distribution in nano-filled composite resins. The AADR 37th Annual Meeting and Exhibition, Dallas, TX. 2008: Abstract 0125.
3. Savić-Stanković T. Efekti preparata različitih koncentracija za beljenje zuba [magistarski rad]. Beograd: Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu; 2008.
4. Dudea D, Florea A, Mihu C, Campaneu C, Nicola C, Benga G. The use of scanning electron microscopy in evaluating the effect of a bleaching agent on the enamel surface. Rom J Morphol Embryol. 2009; 50:435-40.
5. Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. J Endod. 2000; 26:203-6.
6. Kimyai S, Rahimi S, Lotfi M, Valizadeh H, Mohammadi N, Jafari Zareh E. Effect of two forms of sodium ascorbate on microleakage of composite restorations immediately after bleaching. J Dent Tehran University of Medical Sciences. 2009; 6:78-84.
7. Rahimi S, Shahi S, Kimyai S, Khayyam L, Abdolrahimi M. Effect of calcium hydroxide dressing of microleakage of composite restoration in endodontically treated teeth subsequent to bleaching. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2010; 15:e413-6.
8. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. J Dent. 2007; 35:889-96.
9. Feiz A, Khoroushi M, Gheisarifar M. Bond strength of composite resin to bleached dentin: effect of using antioxidant versus buffering agent. J Dent Tehran. 2011; 8:60-6.
10. Demarco FF, Freitas JM, Silva MP, Justino LM. Microleakage in endodontically treated teeth: influence of calcium hydroxide dressing following bleaching. Int Endod J. 2001; 34:495-500.
11. Gajić N. Uticaj različitih svjetlosnih izvora na kvalitet rubnog zaptivanja kompozitnih ispuna [magistarski rad]. Banjaluka: Medicinski fakultet; 2009.
12. Barkhordar RA, Kempler D, Plesh O. Effect of nonvital tooth bleaching on microleakage of resin composite restorations. Quintessence Int. 1997; 28:341-4.
13. Shinohara MS, Rodrigues JA, Pimenta LA. In vitro microleakage of composite restorations after nonvital bleaching. Quintessence Int. 2001; 32:413-7.
14. Crim GA. Post-operative bleaching: effect on microleakage. Am J Dent. 1992; 5:109-12.
15. Bektas OO, Eren D, Akin GG, Sag BU, Ozcan M. Microleakage effect on class V composite restorations with two adhesive systems using different bleaching methods. Acta Odontol Scand. 2013; 71:1000-7.
16. Jacob AS, Kumar NMD. Effect of pre and post operative bleaching on microleakage of amalgam and composite restoration using 10% carbamide peroxide – an in vitro study. J Conserv Dent. 2007; 10:33-7.

Received: 20/06/2014 • Accepted: 02/09/2014

Kvalitet veze kompozitnog materijala i zuba izbeljenih unutrašnjom tehnikom beljenja tridesetoprocentnim rastvorom karbamid-peroksida

Nataša Knežević[1], Aleksandra Đeri[1], Renata Josipović[1], Irena Kuzmanović Radman[1], Željka Kojić[2]

[1]Katedra za bolesti zuba, Studentski program Stomatologija, Medicinski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, Bosna i Hercegovina;

[2]Katedra za parodontologiju i oralnu medicinu, Studentski program Stomatologija, Medicinski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

KRATAK SADRŽAJ

Uvod Kvalitet veze kompozitnog materijala i izbeljenog zuba zavisi i od promenjene mikromorfološke strukture gleđi i dentina primenom sredstava za beljenje. Beljenjem zuba se može smanjiti prianjanje kompozitnih materijala za tvrda zubna tkiva, a samo prisustvo vodonik-peroksida može uticati i na polimerizaciju kompozitnih materijala. Cilj ovog rada je bio da se utvrdi kvalitet veze kompozitnog materijala i zuba izbeljenog unutrašnjom tehnikom beljenja tridesetoprocentnim rastvorom karbamid-peroksida.

Materijal i metode rada Ispitivanja su urađena na 20 ekstrahovanih, endodontski lečenih zuba humanog porekla. Nakon procesa unutrašnjeg beljenja karbamid-peroksidom na svim zubima je urađena preparacija kaviteta V klase i zubi su restaurisani nanokompozitnim materijalom *Tetric EvoCeram*. Ispitivanje mikropropustljivosti je vršeno metodom bojenih rastvora u srebro-nitratu, a rezultati su očitavani stereolupom na incizalnom i na gingivalnom delu ispuna.

Rezultati Linearni prodor boje na incizalnom zidu lečenih zuba bio je veći nego na incizalnom zidu zuba kontrolne grupe (7,25 prema 5,75 μm), ali bez statistički značajne razlike. Linearni prodor boje na gingivalnom zidu lečenih zuba bio je veći u odnosu na gingivalni zid uzoraka kontrolne grupe (20,00 prema 14,25 μm). Ova razlika je bila statistički značajna ($p<0,05$).

Zaključak Veća mikropukotina, odnosno slabiji kvalitet veze uočeni su kod zuba beljenih unutrašnjom tehnikom tridesetoprocentnim rastvorom karbamid-peroksida, u odnosu na zube koji nisu tretirani sredstvima za izbeljivanje.

Ključne reči: karbamid-peroksid; beljenje zuba; kompozitni materijal; mikropukotina

UVOD

Najveći nedostaci kompozitnih materijala su polimerizaciona kontrakcija i visok stepen termičke ekspanzije. Usled kontrakcije dolazi do ugrožavanja veze između zubnog tkiva i restaurativnog materijala, te posledičnog nastanka mikropukotine koja uzrokuje klinički neuspeh restaurativnog zahvata [1, 2]. Kvalitet veze kompozitnog materijala i izbeljenog zuba može biti redukovan usled promenjene mikromorfološke strukture gleđi i dentina pod uticajem sredstava za beljenje. Osim uticaja na prianjanje kompozitnih materijala za tvrda zubna tkiva, postojanje vodonik-peroksida takođe može uticati na polimerizaciju kompozitnih materijala [3, 4, 5].

Sredstva za beljenje mogu štetno uticati na kvalitet vezivanja kompozitnih materijala ukoliko se restauracija realizuje odmah nakon beljenja zuba. Za ovo je odgovoran rezidualni vodonik-peroksid u gleđi i dentinu, koji inhibira proces polimerizacije. Zato se preporučuje odlaganje postavljanja konačnog ispuna na jednu do četiri sedmice nakon beljenja [6, 7, 8]. Kimjai (*Kimyai*) i saradnici [6] su u svojoj studiji pokazali da izbeljivanje zuba desetoprocentnim rastvorom karbamid-peroksida značajno povećava mikropropuštanje kompozitnih ispuna kada se postupak restauracije vrši odmah nakon izbeljivanja. Primena desetoprocentnog rastvora natrijum-askorbata nakon izbeljivanja pokazala je bolje rezultate, odnosno manju mikropropustljivost u odnosu na zube koji su restaurisani neposredno nakon beljenja i bez korišćenja antioksidansa. Feiz (*Feiz*) i saradnici [9] su ispitivali snagu veze kompozitnog materijala i zuba sa izbeljenim dentinom. Posle primene šetajuće tehnike beljenja vodonik-peroksidom u koncentraciji od 35% (*Opalescent Endo, Ultradent,* SAD) tokom pet dana, zubi su restaurisani kompozitnim materijalom Z100 (*3M*, *ESPE*), a nakon toga termociklirani. Rezultati studije su pokazali da je proces beljenja loše uticao na jačinu veze kompozitnih smola i dentina, a odlaganje restauracije za sedam dana, kao i antioksidativni tretman, uticali su na bolji kvalitet veze. Demarko (*Demarco*) i saradnici [10] su ispitivali uticaj kalcijum-hidroksida na kvalitet veze kompozitnog materijala i izbeljenog zuba. Nakon endodontskog lečenja zubi su beljeni smesom natrijum-perborata i vodonik-peroksida. Prva grupa zuba je restaurisana kompozitnim materijalom neposredno nakon procesa beljenja, dok je kod zuba druge grupe primenjen kalcijum-hidroksid sedam dana, nakon čega su zubi restaurisani kompozitnim materijalom. Rezultati ove studije su pokazali da su zubi kod kojih je primenjen kalcijum-hidroksid imali bolji kvalitet veze kompozitnog materijala i izbeljenog zuba, što pokazuje da je primena kalcijum-hidroksida smanjila mikropropustljivost u odnosu na zube koji su restaurisani neposredno nakon procesa beljenja.

Cilj ovog rada je bio da se proveri kvalitet veze kompozitnog materijala i zuba izbeljenog unutrašnjom tehnikom beljenja tridesetoprocentnim rastvorom karbamid-peroksida.

MATERIJAL I METODE RADA

Ispitivanja su urađena na 20 ekstrahovanih intaktnih zuba (sekutići, očnjaci, pretkutnjaci) humanog porekla. Na svim zubima su urađene mehaničko-medikamentna obrada kanala i konačna opturacija gutaperka-poenima i pastom za opturaciju *AH plus* (*Dentsply, UK*). Zubi su svrstani u dve grupe: prvu je činilo 10 zuba beljenih unutrašnjom (šetajućom) tehnikom beljenja tridesetoprocentnim rastvorom karbamid-peroksida (*Vivastyle 30%, Ivoclar Vivadent,* Lihtenštajn), a drugu grupu 10 zuba koji nisu beljeni (kontrolna grupa).

Postupak izbeljivanja je obuhvatao formiranje pristupnog kaviteta na oralnoj strani svih zuba, a potom uklanjanje dva milimetra kanalnog punjenja. Nakon toga je postavljena barijera na bazi glasjonomer-cementa Alfagal bejz (Galenika, Srbija). Kod svih zuba je pre početka tretmana određena postojeća boja po Vitinom ključu boja. U kavitet zuba je nanesen karbamid-peroksid (*Vivastyle 30%, Ivoclar Vivadent*) i zub zatvoren privremenim ispunom na bazi glasjonomer-cementa (*FUJI IX, GC Europe*). Sredstvo za izbeljivanje je stajalo u zubu sedam dana, a postupak je ponavljan tri puta za svaki zub. Nakon završetka beljenja u komoru svih zuba postavljen je lek na bazi kalcijum-hidroksida (*Calxyl, OCO praeparate, GmbH*) na sedam dana i određena je novonastala boja zuba.

Na svim zubima je urađena preparacija kaviteta V klase, u gingivalnom delu gleđi na vestibularnoj površini zuba. Na ispreparisanim kavitetima je obavljen uobičajeni postupak postavljanja kompozitnih ispuna. Kavitet je potom ispunjen kompozitnim materijalom (*Tetric EvoCeram, Ivoclar Vivadent,* Lihtenštajnu). Nakon postavljanja ispuna svaka površina zuba je premazana sa dva sloja laka za nokte, izuzev eksperimentalnog dela i neposrednog pojasa oko njega, širine jednog milimetra. Ispitivanje mikropropustljivosti je vršeno metodom bojenih rastvora u srebro-nitratu. Nakon toga lak je uklonjen, a uzorci su presecani dijamantskim diskom u vestibulo-oralnoj ravni, kroz sredinu ispuna. Rezultati (vrednosti linearnog prodora boje) očitavani su pomoću stereolupe s uvećanjem od šest puta na incizalnom (okluzalnom) i na gingivalnom delu ispuna.

REZULTATI

Prodor boje na okluzalnom zidu zuba beljenih unutrašnjom tehnikom tridesetoprocentnim rastvorom karbamid-peroksida bio je manji nego na gingivalnom zidu ovih zuba (7,25 prema 20,00 μm). Razlika je bila statistički značajna ($p<0,05$) (Grafikon 1). Linearni prodor boje na incizalnom zidu tretiranih zuba je bio veći nego na incizalnom zidu zuba kontrolne grupe (7,25 prema 5,75 μm), ali bez statistički značajne razlike (Grafikon 2). Linearni prodor boje na gingivalnom zidu tretiranih zuba je bio veći u odnosu na gingivalni zid kontrolne grupe (20,00 prema 14,25 μm). Ova razlika je bila statistički značajna ($p<0,05$) (Grafikon 2).

DISKUSIJA

Jedna od najčešćih metoda eksperimentalnog ispitivanja kvaliteta rubnog zaptivanja određenog materijala je metoda prodora boje nekog bojenog markera. U ovom slučaju kao marker je korišćen rastvor srebro-nitrata jer zbog svojih kontrastnih osobina omogućava dobru vizuelizaciju i daje vrlo precizne rezultate [11]. Kod svih zuba je uočena izražena mikropukotina. Posmatrajući linearni prodor boje, može se uočiti da je prodor bio manji na okluzalnom zidu nego na gingivalnom. Preparacija na okluzalnom delu kaviteta završava se u gleđi, vrlo mineralizovanom tkivu, dok se ivice kaviteta na gingivalnom zidu obično nalaze u cementu i dentinu, slabije mineralizovanom tkivu, što bi mogao biti razlog nastanka mikropukotine. Zbog toga i dolazi do slabije veze materijala i zubne supstance u gingivalnom delu kaviteta, dok je veza na okluzalnom zidu zuba bolja zahvaljujući, pre svega, mikromehaničkoj vezi gleđi i dentina s kompozitnim materijalom uz posredovanje dentalnih adheziva [11].

Posmatrajući veličinu mikropukotine kod kontrolne grupe zuba i izbeljenih zuba može se uočiti da je linearni prodor boje bio veći i na okluzalnom i na gingivalnom zidu tretiranih zuba obe grupe. Slabiji kvalitet veze, odnosno veća mikropukotina kod beljenih zuba nastaje kao rezultat promene mikromorfološke strukture gleđi i dentina pod uticajem sredstava za beljenje. Beljenje zuba karbamid-peroksidom smanjuje prianjanje kompozitnih materijala za tvrda zubna tkiva. Takođe, postojanje vodonik-peroksida (aktivne supstance) utiče na polimerizaciju kompozitnih materijala, kao i povećana kiselost zbog visoke vrednosti pH sredstva za beljenje [6, 9]. Slične rezultate dobili su i Barhordar (*Barkhordar*) i saradnici [12], koji su ispitivali uticaj sredstava za beljenje na kvalitet veze restaurativnog materijala i zuba. Kao sredstvo za beljenje korišćena je smesa natrijum-perborata i tridesetoprocentnog vodonik-peroksida, koja je aplikovana u komoru zuba na dva, četiri i sedam dana. Nakon beljenja zubi su restaurisani kompozitnim materijalom *Silux* (*3M*), a zatim termociklirani i prebojeni rastvorom srebro-nitrata. Rezultati ove studije su pokazali povećano mikropropuštanje kod tretiranih zuba u odnosu na kontrolnu grupu uzoraka, pri čemu je duže vreme primene sredstva za beljenje dovelo do veće mikropropustljivosti. Najveća stopa prodora boje uočena je nakon sedam dana zbog povećanja količine rezidualnog vodonik-peroksida. Vodonik-peroksid uzrokuje denaturaciju proteina u organskoj komponenti gleđi i dentina i dovodi do promene organsko-neorganskog odnosa, s povećanjem neorganske komponente [12].

Šinohara (*Shinohara*) i saradnici [13] su takođe ispitivali kvalitet veze kompozitnog materijala sa izbeljenim zubom i dobili slične rezultate. Zubi su beljeni natrijum-perboratom (*Proderma*) i vodom, odnosno karbamid-peroksidom u koncentraciji od 37% (*Belina, FGM Produtos Odontológicos*) tokom 21 dana, a sredstvo za beljenje je menjano svakih sedam dana. Na svim zubima je urađena preparacija kaviteta V klase i zubi su restaurisani kompozitnim materijalom Z100 (*3M*). Rezultati su pokazali da je kontrolna grupa zuba imala znatno manju mikropukotinu u odnosu na beljene zube, bez obzira na vrstu sredstva za beljenje. Autori smatraju da izbeljivanje može izazvati promene ultramorfologije gleđi promenom organske i neorganske razmere, te povećati topljivost zubne strukture, i to više na dentinu nego na gleđi. U ovoj studiji mikropropuštanje u dentinu u grupama zuba beljenih natrijum-perboratom i karbamid-peroksidom bilo je značajno veće nego u kontrolnoj grupi, ali takva razlika nije postojala između gleđi zuba kontrolne grupe beljenih ovim sredstvima. Ovo se objašnjava razlikom u sastavu gleđi i dentina, jer dentin sadrži manje mineralnih i više organskih matrica i lako može biti oštećen usled dejstva vodonik-peroksida. Osim toga, ovi materijali su jaka oksidativna sredstva koja mogu dovesti do denaturacije proteina u organskoj komponenti i uzrokovati morfološke promene koje bi mogle smanjiti jačinu veze između kompozitnog materijala i zuba. Drugi razlog je prisustvo dentinskih tubula, koji mogu povećati stopu prodiranja sredstva za beljenje i difuziju kiseonika iz komore pulpe kroz dentin, što za posledicu može imati veću koncentraciju rezidualnog kiseonika u poroznijem dentinu nego na gleđnim marginama [13].

Krim (*Crim*) [14] je ispitivao kvalitet veze restaurativnog materijala i izbeljenog zuba karbamid-peroksidom (*Rembrandt Lighten Gel*) tokom devet dana, sa po tri dvosatne seanse dnevno. Na svim zubima su ispreparisani kaviteti V klase, a zubi su restaurisani kompozitnim materijalima *Silux Plus* (*Skochbond2* adheziv) i *Prisma APH* (*Universal Bond 3* adheziv), potom termociklirani i uronjeni u rastvor bazičnog fuksina. Zubi restaurisani kompozitnim materijalom *Silux Plus* su pokazali nešto veću mikropropustljivost, ali statistički značajna razlika u linearnom prodoru boje između grupa nije postojala. Autori smatraju da je razlog tome što karbamid-peroksid nije značajno promenio strukturu gleđi i dentina, kao i to da je prilikom preparacije kaviteta uklonjen površinski sloj gleđi koji bi, zbog dejstva sredstava za beljenje, mogao da utiče na ishod restauracije [14].

Metodom bojenja metilenskim plavim u koncentraciji od 0,5% Kimjai i saradnici [6] su ispitivali postojanje mikropukotine između kompozitnog materijala i izbeljenog zuba. Primenom unutrašnje tehnike i desetoprocentnog rastvora karbamid-peroksida nakon beljenja na polovinu zuba je postavljen antioksidans, desetoprocentni rastvor natrijum-askorbata. Svi zubi su restaurisani kompozitnim materijalom. Rezultati ove studije su pokazali da izbeljivanje karbamid-peroksidom u primenjenoj koncentraciji značajno povećava mikropropuštanje kompozitnih ispuna kada se postupak restauracije vrši odmah nakon izbeljivanja i bez primene antioksidansa. Autori to pripisuju promeni strukture gleđi i gubitku kalcijuma, odnosno smanjenju mikrotvrdoće i gubitku prizmatičnih struktura i promeni organskih struktura ovih tkiva. Pored toga, višak kiseonika iz sredstava za beljenje može ometati infiltraciju smole u zubnu strukturu i inhibirati polimerizaciju. Askorbinska kiselina i njene soli natrijuma su moćni antioksidansi i mogu uticati na kvalitet veze, jer pri razlaganju jona vodonik-peroksida, hidroksilni radikali ulaze u rešetku hidroksiapatita, te time dolazi do otklanjanja strukturnih promena uzrokovanih inkorporacijom peroksidnih jona. Natrijum-askorbat omogućava polimerizaciju promenom redoks potencijala [6].

Bektaš (*Bektas*) i saradnici [15] su takođe ispitivali kvalitet veze kompozitnog materijala sa zubom, ali u ovom radu je posmatran uticaj postrestaurativnog beljenja zuba na veličinu mikropukotine. Na svim zubima je izvršena preparacija kaviteta V klase na bukalnoj površini zuba. Kao adhezivni sistemi korišćeni su *Clearfil SE Bond* i *Prime & Bond NT*. Kaviteti su restaurisani kompozitnim materijalom *Clearfil AP-X*. Na svim zubima (sem uzoraka kontrolne grupe) izvršen je proces beljenja: kućno izbeljivanje (10% karbamid-peroksid, *Opalescence PF*), ambulantno-hemijski aktivirano izbeljivanje (38% vodonik-peroksid, *Opalescence Boost*) i ambulantno izbeljivanje aktivirano laserom (55% vodonik-peroksid, *Smartbleach*). Rezultati su pokazali da je kontrolna grupa imala manje mikropropuštanje u odnosu na grupe izbeljenih zuba. Mikropukotina je bila naročito izražena u grupi zuba beljenih laserskom aktivacijom, što autori objašnjavaju promenom mikrotvrdoće gleđi, odnosno demineralizacijom i remineralizacijom površine. Veća mikropropustljivost kod ovih zuba se objašnjava i konzistencijom sredstva za beljenje, koji je u ovom slučaju bio u polutečnom stanju, za razliku od gelova, koji se obično koriste za beljenje u kućnim i ambulantnim uslovima. Ova polutečna sredstva se lakše apsorbuju u zubno tkivo, te dolazi do agresivnijih promena na površini zuba. Rezultati gingivalnog mikropropuštanja su pokazali statistički značajnu razliku između kućnog beljenja i ostalih tehnika, što se objašnjava dužim izlaganjem površine zuba sredstvima za beljenje. Primena različitih adhezivnih sistema nije uticala na kvalitet mikropropuštanja [15].

Jakobova (*Jacob*) i Kumareva (*Kumar*) [16] su ispitivale uticaj prerestaurativnog i postrestaurativnog beljenja zuba na kvalitet veze zuba sa kompozitnim, odnosno amalgamskim ispunima. Studija je izvedena na 30 ekstrahovanih zuba, a kao sredstvo za beljenje korišćen je desetoprocentni rastvor karbamid-peroksida osam sati dnevno tokom dve sedmice. Amalgamski ispuni nisu pokazali razliku u mikropropustljivosti ni u prerestaurativnoj, ni u postrestaurativnoj grupi u odnosu na kontrolnu grupu uzoraka. Uočeno je značajno povećanje mikropukotine kod zuba restaurisanih kompozitnim materijalima koji su beljeni pre restaurativne procedure. Najverovatniji razlog tome su zaostale materije nakon razgradnje karbamid-peroksida, odnosno urea i vodonik-peroksid, koji mogu da inhibiraju polimerizaciju smole. Vodonik-peroksid menja propustljivost i interprizmatičnu regiju, inhibira polimerizaciju i dovodi do visoke stope mikropropuštanja. Kako je već rečeno, sredstva za beljenje mogu uzrokovati denaturaciju proteina u organskoj komponenti i dovesti do promena koje smanjuju jačinu veze. Takođe, dentinski kanalići mogu povećati prodor sredstva za beljenje i difuziju kiseonika, što uzrokuje veću koncentraciju rezidualnog kiseonika u dentinu u odnosu na gleđ i dovodi do povećanja mikrocurenja [16].

ZAKLJUČAK

Veća mikropukotina, odnosno slabiji kvalitet veze, uočen je kod zuba beljenih unutrašnjom tehnikom tridesetoprocentnim karbamid-peroksidom u odnosu na zube koji nisu tretirani sredstvima za izbeljivanje.