

אגודת טכנאי השיניים בישראל

קורס מומחים 4

## עבודת מחקר בנושא:

# השפעת הדבקים על הצבע הסופי

## בכתרי כל חרסינה

מגיש העבודה: דניאלה גדלר

ת.ז.: 13069125

תאריך: 22/5/11

## השפעת הדבקים על הצבע הסופי בכתרי כל חרסינה

### המטרה:

לבחון ע"פ מאמרים את נושא השפעת הדבקים לאורך זמן על שינויי צבע בכתרי זירקוניה.

### שיטת העבודה:

בתחום רפואת השיניים קיימים סוגי דבקים השונים בחוזקם, בצבעם או בשיטות העבודה עמם. בכדי לבחון את השפעתם על כתרי הזירקוניה, עשיתי סריקה של כ- 50 מאמרים הדנים בנושא שינוי אפשרי של צבע השחזורים, והתמקדתי ב- 25 מאמרים אשר נותנים יותר מידע קשור לנושא שבחרתי.

בחנתי פרסומים העוסקים בדבקים קומפוזיט וגם פרסומים הדנים בנושא דבקים על בסיס גלס יונימר ותיארתי כאן את ההבדל ביניהם. הדגש בהשוואה הוא על הביוקומפטיביליות של כל קבוצה והאם הם יגרמו לשינוי צבע השחזורים.

### המסקנה:

במקרים מסוימים נמצא שאכן דבקים יכולים לשנות את צבע השחזור.

## הקדמה:

כל רופא וטכנאי שיניים מכיר את ההרגשה המתסכלת של שיחזור יפה על מודל הגבס אך לא תואם בפיו של הפצינט בגלל הצבע או הצורה או הגודל.

במאמר זה אספתי מידע על אחד הגורמים לכישלון השחזור: הדבקים.

הדבקים מהווים קשר בין השחזור הקבוע לבין המבנה של גדם השן המושחזת.

לרשות רופאי השיניים עומד מגוון רחב של מוצרים כאשר לכל אחד יש יתרונות ו/או חסרונות. אף אחד מהמוצרים הקיימים בשוק אינו האידיאלי ביותר לכל מטרה ולכן על רופא השיניים להכיר ולבחור להשתמש בדבק המתאים ביותר למטרות שונות.

## **מה הן הדרישות מהדבקים האלו?**

### ביוקומפטיביליות<sup>1</sup>:

על דבק שבו משתמשים רופאי השיניים, להיות ביוקומפטיבילי. כלומר, שתהיה לו תגובה מינימלית עם הרקמות והנוזלים שבפה, שלא יגרום לאלרגיות או להרעלה.

### חוזק:

דבק אידיאלי חייב להציג תכונות מכניות מספקות בכדי לעמוד בכוחות המופעלים על השחזור למשך שנים רבות. תכונות כגון חוזק, קשר כימי, ומסיסות (solubility) נחקרו ע"י התאחדות רפואת השיניים / המכון לדירוג הלאומי אמריקאי ANSI / ADA למשך זמן רב ובתנאים אופטימליים ונמצא שוני בין המוצרים השונים הבנויים על אותו הבסיס.

### ספיחת נוזלים:

דבקים על בסיס קומפוזיט הם כידוע אלה אשר סופחים נוזלים<sup>1</sup> בכמות גדולה יותר, דבר המשפיע על התכונות המבניות.

### חיבור באדהסיה:

כאשר משתמשים בחומרים שהם חומרי מילוי בלבד כגון זינק פוספט, האחיזה תלויה בצורה הגיאומטרית של הכנת הגדם<sup>1</sup> שעליו יבוא השחזור. לכן דבקים חייבים להיות אדהסיביים ע"מ ליצור אחיזה טובה.

### דלף שוליים:

רובד החיידקים הוא הגורם מס' אחת לכישלון השחזורים. כאשר קיים דלף שוליים מתאפשרת כניסת החיידקים. דבקים אידיאליים יהיו חסינים מפני דלף שוליים או לפחות יצביעו על דלף נמוך<sup>1</sup>.

קיימים דבקים אשר מכילים בתוכם חומר המשחרר פלואוריד העוזר להגנה מסוימת מפני חיידקים<sup>1</sup>.

### תכונות אסתטיות:

הדבקים חייבים להראות תכונות התומכות באסתטיקת השחזורים כגון: שקיפות, צבעים שונים לפי מפתח הצבעים של ויטה וכמובן יציבות הצבע<sup>1</sup>.

לפי מחקרים<sup>1</sup> גורם הזמן הוא משפיע על איבוד צבע הדבק ולכן בפעולות הדבקת השחזור יש להתחשב בכך.

## שיטת מחקר:

לפי המאמרים אותם סקרתי ניתן לחלק את הצלחת שחזורי זירקוניה ע"פ כמה גורמים:

מיקום הכתר <sup>2</sup>	צורת ההשחזה <sup>3,4</sup>	סוג הרקע <sup>5</sup>	סוגי הדבקים <sup>6</sup>
מולרים שיניים קדמיות (כולל ניבים)	עובי ההשחזה זווית ההשחזה <sup>14</sup> רטנטיביות (אחיזה)	שן ויטלית בהירה שן טראומתית שן עם מבנה כהה שן שעברה הלבנה	* גלאס יונומר (Glass ionomer) * רזין צמנט (Resin cement) * רזין המוקשה באור (Light cured resin) * דואל רזין מוקשה באור (Dual resin light cured cement)

לפי חלוקה זו על הרופא המטפל להיות מודע לכל אחד מהגורמים ולבחור לכל מקרה את הדבק המתאים להצלחת השחזור.

לגבי מולרים, קיים צורך בשיקול דעת שני האם לבצע שחזור כל חרסינה היות ולפי מחקרים<sup>2</sup> ההצלחה היא גבולית עקב כך עובי ההשחזה המומלץ בין 1.5 מ"מ, עד 2 מ"מ באוקלזיה<sup>5</sup>.

זווית ההשחזה הטובה ביותר היא  $12^0$  <sup>14</sup> ברוב המקרים.

סוגי הרקע השונים וסוגי הדבקים הם הגורמים המשפיעים ביותר על הצבע הסופי של השחזור.

לגבי שיניים קדמיות, לפי המאמר של Barath Faber<sup>4</sup> לצבע הדבק תפקיד מכריע בהדבקת שחזורי כל חרסינה. כאשר מדובר בשן כהה או שן עם מבנה כהה, דבקים שקופים אינם באים בחשבון על מנת למסך את הרקע הזה. כמו כן דבק אטום אינו מספיק כדי לבצע מיסוך.

כדי לנטרל רקע כהה מומלץ שילוב בין חרסינה כהה ועבה יותר יחד עם דבק אטום. אף בשחזור בהיר יש לדבקים השפעה על הצבע הסופי. הצבע הבהיר הוא גם בעל שקיפות ולכן יש להשתמש בדבקים המתאימים בצבעם לצבע של השחזור<sup>6</sup>.

כמו כן לדבק יש השפעה על שינוי צבע באזור צוואר השן יותר מאשר באזור הלהבי (da silva, chang)<sup>7</sup>.

כאשר עובי השחזור הוא בין 0.7 – 0.5 מ"מ. הדבק אינו משפיע על שינוי צבע אבל בעובי של 0.3 מ"מ. צבע הדבק ישפיע מהותית על הצבע הסופי של השחזור<sup>8</sup>.

במאמר של NGUYEN<sup>9</sup> – העוסק ביציבות הצבע של סוג דבק חדש של חברת KERR, עושים השוואה בין דבקים שונים שהם dual cure resin והובחן בוודאות שינוי בצבע השחזור כבר אחרי 24 שעות. הבדיקה נעשתה ע"י מכשיר מיוחד הנקרא colorimeter. מכשיר זה הרבה יותר רגיש מהעין האנושית כך שאנו לא היינו מבחינים בשינוי הצבע כל כך מהר. אבל לאורך זמן כאשר השינוי הוא משמעותי יותר, גם אנו נבחין בכך.

באוניברסיטת דמירל – תורכיה בשנת<sup>10</sup> 2008, Kucu Kesmen ובשנת<sup>11-12</sup> 2009 Terzioglu ואנשי צוות עשו ניסוי בדיקה של בלוק חרסינה דחוסה לפי שיטת IPS Empress II. בניסוי זה,

השתמשו בדבק רזין צמנט כאשר מקור האור להקשייה שונה: פעם ממקור של אור הלוגן ופעם ממקור של דיודה.

גם בניסוי זה מצאו שעובי השחזור משפיע בשינוי הצבע לאחר פולימריזציה, כלומר מתחת ל-1 מ"מ עובי ובהקשייה ע"י נורת הלוגן, הדבק שינה את צבעו. מדידה נוספת נעשתה בעזרת ספקטומטר באוניברסיטת אנקרה<sup>13</sup>, תורכיה, ושם בדקו את שינוי צבע הצמנט בסביבה רטובה ומלוחה ובטמפ' של 37 מעלות המדמה את סביבת הפה. גם כאן נמצאו שינויים קטנים בצבע לאחר תקופה של שלושה ימים, במיוחד בשחזור שעוביו הוא 0.8 מ"מ. הדבק שנבדק הוא Relyx שהוא דואל – קור (dual cure).

כמו כן בארה"ב, באוניברסיטת NOVA, בינואר 2011<sup>14</sup> בדקו שלושה דבקים שונים שהם Lightcure וגם dual cure.

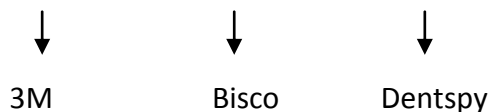
נמצא שלאחר תקופה שבה החזיקו בטמפ' 37°C ובמים מזוקקים את ה-ingot של IPS Empress המודבק בחומרים השונים לרקע לבן, הדבק dual cure הוא זה ששינה את צבעו במיוחד באזורים שהחרסינה לא כיסתה את הדבק.

גם באוניברסיטת טקסס נבדקו הדבקים הללו במשך 179 שעות ונמצא שהם משנים צבעם לכהה יותר וצהוב יותר.

#### חומרים המשפיעים על צבע הדבקים הקומפוזיטים:

לפי מחקרים שנערכו ב-J Esthet. Restor. Dent. ב-2010<sup>15</sup> נמצא שצבע החומר ממנו מבצעים את התבניות הוא גורם המשפיע על הצבע הסופי של השחזור, בזמן העבודה במעבדה. אם וכאשר קיים שוני בין השחזור והצבע האמיתי של המשנן הסמוך, ניתן בעזרת הדבק להגיע לצבע הנכון. באוניברסיטת ג'נבה בשוויץ<sup>16</sup>, במחקר שערכו נמצא שחומרים כגון יין, קפה, מיץ תפוזים וקולה, הם עלולים לגרום להכתמת הקומפוזיטים לאחר תקופה של כ-100 ימים. הדבק שהכי הרבה הוכתם הוא Durafill של Kulzer.

כמו כן, ב-EUR J. Dent. 2008<sup>17</sup>, פורסם מאמר הדין בשינוי צבע של הקומפוזיטים ע"י מי שטיפת פה. קומפוזיטים כגון Filltek Supreme, Allpurpose body, Ceram



נבדקו כאשר הושרו 12 שעות במי שטיפת פה של:

Klorhex, Listerine, Oral B.

התוצאה היתה שכל הדבקים שינו את צבעם.

לפי מחקר נוסף שנערך בברזיל ב-2010<sup>18</sup>, נמצא שעישון סיגריות ומשקה חריף (וויסקי) הם הגורמים המשפיעים על צבע הקומפוזיטים.

## חוזק:

בנושא זה נערכו מחקרים רבים הבודקים את חוזק החיבור בין הדבקים השונים לבין כיפות זירקוניה או אלומינה.

למשל ב- 2006 נערך מחקר<sup>19</sup> שבו נבדקו חומרים שונים שהם כל חרסינה (כגון: Empress, Lava) אותם הדביקו לאחר סיליניזציה עם דבק Panavia F. נמצא שכאשר מעבירים את הזירקוניה או אלומינה, תהליך של מריחת שכבת סיליקה (cojet) לפני הסיליניזציה מגבירים בכך את חוזק ההדבקה.

לפי מחקר שנערך בשבדיה באוניברסיטת<sup>20</sup> Melmo נבדק חוזק ההדבקה לאחר שכתרי כל חרסינה עברו טיפולים שונים לפני ההדבקה, כגון התזת חול אלומיניום אוקסיד, מריחת פניני זכוכית בתוך הכתרים או פניני זכוכית שעברו סיליניזציה. כך נמצא שחוזק ההדבקה גבר כאשר השתמשו בפניני זכוכית שעברו סיליניזציה.

בגרמניה, באוניברסיטת מיינץ<sup>21</sup> נבדקו דבקים כמו Maxcem, Relyx, Multilink, Panavia F, Variolink, Fujilcem. בהדבקה על כתרי Lava. לאחר שהעבירו את הכתרים טיפולים של Bonding, בדקו אותם במשך שנה. נמצא ש: Relyx ו- Multilink הראו את החיבור הטוב ביותר.

ב- Kiel שבגרמניה<sup>22</sup> ביצעו מחקר בנושא השפעת התזת גרגרי אלומינה בעזרת אוויר בלחץ של 0.25MPa. הכתרים הודבקו ע"י זינק פוספט (Hoffmann) גלאס יונימר (Ketac Cem) וקומפזיט (Panavia21).

בכך נמצא שחוזק הדבק Panavia 21 הוא הטוב ביותר כאשר מטפלים בכתרי זירקוניה לפני ההדבקה בשיטה הנ"ל.

לפי אותם התהליכים של bonding הובחן שאף דלף השוליים הוא קטן, בהתאם למאמר<sup>23</sup>. נעשה השוואה בין שלושה חומרי קישור בעלי יכולת צריבה עצמית: Multilink, Panavia F ו- Relyx. בכך נמצא שבשימוש ב- Panavia F היה הכי מעט דלף שוליים, אחר כך ע"י Relyx ולבסוף Multilink.

## ספיחת נוזלים:

במחקר שנערך ע"י צוות של Gerololle<sup>24</sup>, בו בדקו סוגים שונים של דבקים (קומפוזיט וגלאס יונימר) נמצא שדווקא הדבקים על בסיס קומפוזיט הם המתאימים יותר להיות עמידים לאורך זמן בתנאי לחות גבוהה.

דבקים כמו Panaviaf II ו- Variolink II הראו הכי מעט ספיחת נוזלים לעומת דבקים כמו Fuji Plus ו- Resinomer.

במחקר אחר שנערך באוניברסיטת Campinas<sup>25</sup> ב- 2006, נמצא שלאחר תקופה של 28 ימים בהם הושארו במים מזוקקים, כל ארבעת הדיסקים אליהם הודבקו הדבקים, ספחו כמות די גדולה של נוזלים. המסקנה היתה שהדבקים ההידרופילים הם דבקים המעוררים דאגה מבחינת האיכות שלהם העלולה להיפגע בתכונות המכניות והפיזיקאליות, בעקבות ספיחת הנוזלים הגדולה. תכונות אלה משפיעות בסופו של דבר אף על יציבות הצבע.

בבדיקה נוספת שנערכה באוניברסיטת ברזיל<sup>26</sup>, נלקחו דבקי רזין גלאס יונימר אשר מתקשים באור, וחקרו את ספיחת הנוזלים של דבקים אלה. בניסוי זה השתמשו בנורת LED לעומת נורת הלוגן. נבדקו דבקים של: Fuji II, Vitremer ו-Filtek z250.

לאחר תקופה שבה הושרו במים מזוקקים, נמצא שהדבקים אשר התקשו בנורת LED, ספחו יותר נוזלים מאשר הדבקים שהתקשו בנורת הלוגן.

לפי המחקרים שנעשו בתחום הדבקת כתרי זירקוניה, ההשפעה של סביבת הפה וגורם הזמן משנים את הצבע של הדבקים הקומפוזיטים. הם לרוב סופחים נוזלים ובכך צבעם משתנה.

על רופאי השיניים להתחשב תמיד ברקע השן שעליה יעשה שיחזור זירקוניה ותמיד להשתמש במשחות ה- Try – In לפני הדבקה במיוחד על שן או מבנה כהה.

גם אם השחזור הוא מדויק מבחינת הצבע, יש סיכוי שהרקע ישפיע לרעה על הצבע הסופי. לכן השימוש ב- Try – In יקל על הצלחת השחזורים.

לפי מאמר של B. Mizrahi<sup>24</sup> הושגו כמה מסקנות חשובות:

1. כתרים ע"ג שיניים שבהם בוצעה השחזה מתחת ל- CEJ אבל עם אחיזה טובה ועם קבלת חוזק מהשן עצמה, ניתן להדביקם בדבקים על בסיס ( rmgI resin modified glass ionomer).
2. ע"ג שיניים שבהן בוצעה השחזה מתחת ל- CEJ ושאין יכולים לספק חוזק לכתרים עצמם (אחיזה), יש להדביק ברזיןצמנט (resin cement).
3. כתרים על שיניים בהם ההשחזה בוצעה על האמייל, בגובה החניכיים, ולהם צבע רקע טוב, ניתן להדביק בדבקים שקופים (resin cement). תהליך ההדבקה חייב להיעשות בעזרת סכר גומי.
4. כתרים ע"ג שיניים בעלי רקע כהה, ובהשחזה מתחת ל- CEJ, יש להדביק בדבק rmgI היות וזה אין סופח נוזלים ולכן צבעו ישמר.

קיימים הרבה אמצעים ממוחשבים לבדיקת הצבע של השן הטבעית והעברתה לשחזורים השונים. אבל בכל מקרה התפקיד החשוב של רופאי וטכנאי השיניים נשאר עדיין מס' 1 בבחירת הצבע. כל הפרטים שרק העין המקצועית יכולה להבחין אינם ניתנים להעסקה ע"י מכשירים ועדיין ההצלחה המלאה לשביעות הרצון של פציינט ← טכנאי ← רופא, היא רק במגע האנושי ושיתוף הפעולה בין כולם.

**דיון:**

לבסוף, לפי המחקרים הללו אפשר לחלק את הדבקים כך<sup>25</sup>:

דלף שולי	מתאים ל:	חוזק	סוג הדבק	
אין עדיין מחקר בנושא	ציפויי חרסינה	212 MPa	קומפוזיט	Bisco Choise
$P < 0.009$	כתרי זירקוניה	216 MPa	דואל קור	RelyX Unicem
$P < 0.008$	כתרי חרסינה PFM על שיניים ויטליות	159 MPa	גלאס יונימר	Fuji GC
$P < 0.0001$	הדבקות יתדות או קומפוזיט סתימות חרסינה ומתכת	290 MPa	דבק בעל צריבה עצמית Resin cement	Panavia F



## **מסקנה:**

במקרים מסוימים כאשר לא מודעים לתנאים הדרושים, הדבקים יכולים לשנות את צבע השחזור.

## REFERENCES

- <sup>1</sup> Dental luting agents: A review of the current literature. Stephen F. Rosentistiel, BDS, MSD,<sup>a</sup> Martin F. Land, DDS, MSD,<sup>b</sup> and Bruce J. Crispin, DDS, MSC<sup>c</sup>. Columbus, ohio.
- <sup>2</sup> Factors essential for successful all-ceramic restoration. Donovan TE. Operative Dentistry, School of Dentistry, The University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC 27599-7450, USA.
- <sup>3</sup> Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Naumann M. Department of Prosthodontics, Ludwig-Maximilians-University, Goethestr. 70, 80336 Munich, Germany.
- <sup>4</sup> Spectrophotometric Analysis of All-ceramic Materials and Their Interaction with Luting Agents and Different Backgrounds. Department of Prosthetic Dentistry, Dental School (Zentrum für Zahn, Mund undieferheilkunde), University of Cologne, Kerpener Strasse 32, 50931 Cologne, Germany; Department of Preclinical Dentistry, Dental School, University of Cologne; Colour & Imaging Institute, University of Derby.
- <sup>5</sup> Design features of a three-dimensional molar crown and related maximum principal stress. A finite element model study. Rafferty BT, Janal MN, Zavanelli RA, Silva NR, Rekow ED, Thompson VP, Coelho PG. Dept. of Biomaterials and Biomimetics, New York University, 345 24th Street, Room 804s, New York, NY 10010, USA.
- <sup>6</sup> Marginal adaptation and microleakage of Procera ALLCeram crowns with four cements. Albert FE, EL-Mowafy OM. Faculty of Dentistry, University of Toronto, Ontario, Canada.  
  
Effect of preparation angles on the precision of
- <sup>7</sup> The optical effect of composite luting cement on ceramic crowns. Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa-Nagai S. Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, Harvard School of Dental Medicine, 188 Longwood Avenue, Boston, MA 02115, USA.
- <sup>8</sup> Effect of CAD-CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. Omar H, Atta O, El-Mowafy O, Khan SA. School of Dentistry, International Medical University, Kuala Lumpur, Bukit Jalil, Malaysia.
- <sup>9</sup> 2023 Color Stability of a New Dual-Cure Resin Cement. T.D. NGUYEN, T.T. NGUYEN, X. QIAN, and D. TOBIA, Kerr Corporation, Orange, CA, USA.
- <sup>10</sup> Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. Kucukesmen HC, Usumez A, Ozturk N, Eroglu E. Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Suleyman Demirel, Eastern Campus, Isparta, Turkey.
- <sup>11</sup> Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath ceramic restoration. H. Cenker Kucukesman<sup>a</sup>, Aslihan Usumez<sup>b</sup>, Nilgun Ozturk<sup>c</sup>, Erdal Eroglu<sup>a</sup>-<sup>a</sup>Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Suleyman Demiral, Eastern Campus, Isparta, Turkey; <sup>b</sup>Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Gaziantep University, Campus, Gaziantep, Turkey; <sup>c</sup>Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Selcuk University, Campus, Konya, Turkey.
- <sup>12</sup> The effect of different shades of specific luting agents and IPS empress ceramic thickness on overall color. Terzioglu H, Yilmaz B, Yurdukoru B. Department of Prosthodontics University of

- Ankara, Faculty of Dentistry, Besevler Ankara, Turkey.
- <sup>13</sup> Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. Karaagaciloglu L, Yilmaz B. Department of Prosthodontics, Ankara University, Faculty of Dentistry, Ankara, Turkey.
- <sup>14</sup> Resin cement colour stability and its influence on the final shade of all-ceramics. Kilinc E, Antonson SA, Hardigan PC, Kesercioglu A. Department of Cariology and Restorative Dentistry, Nova Southeastern University College of Dental Medicine, 3200 South University Drive, Fort Lauderdale, FL 33328, USA.
- <sup>15</sup> Color stability of resin cements after accelerated aging. Noie F, O'Keefe KL, Powers JM. Department of Prosthodontics, Dental Branch, University of Texas-Houston, Health Science Center 77225, USA.
- Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all-ceramic crowns: Part 2: color reproduction and its transfer from in vitro to in vivo. Yoshida A, Miller L, Da Silva JD, Ishikawa-Nagai S; Gnathos Dental Studio, Weston, MA, USA.
- <sup>16</sup> A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. Ardu S, Braut V, Gutemberg D, Krejci I, Dietschi D, Feilzer AJ; Division of Cariology and Endodontology, University of Geneva, Switzerland.
- <sup>17</sup> Effects of Mouth Rinses on Color Stability of Resin Composites. Celik C, Yuzugullu B, Erkut S, Yamanel K; Instructor, Baskent University, School of Dentistry, Department of Conservative Dentistry, Ankara, Turkey.
- <sup>18</sup> Effect of cigarette smoke and whiskey on the color stability of dental composites. Wasilewski Mde S, Takahshi MK, Kirsten GA, de Souza EM; School of Dentistry, Post-graduate Program, Pontifical Catholic University of Parana, Curitiba, Parana, Brazil.
- <sup>19</sup> Bond strength of resin cement to high-alumina and zirconia-reinforced ceramics: the effect of surface conditioning. Valandro LF, Ozcan M, Bottino MA, Scotti R, Bona AD. Department of Restorative Dentistry, Federal University of Santa Maria, Brazil.
- <sup>20</sup> Bond strength of luting materials to ceramic crowns after different surface treatments. Derand T, Molin M, Kleven E, Haag P, Karlsson S. Dental Technology and Dental Materials Science, Faculty of Odontology, Malmo University, Malmo, Sweden.
- <sup>21</sup> Influence of different luting concepts on long term retentive strength of zirconia crowns. Ernst CP, Aksoy E, Stender E, Willershausen B. Department of Operative Dentistry, Augustussplatz 2, 55131 Mainz, Germany.
- <sup>22</sup> Effect of air-abrasion on the retention of zirconia ceramic crowns luted with different cements before and after artificial aging. Shahin R, Kern M. Department of Prosthodontics, Propaedeutics and Dental Materials, School of Dentistry, Christian-Albrechts-University at Kiel, Kiel, Germany.
- <sup>23</sup> Microleakage of all-ceramic crowns using self-etching resin luting agents. Trajtenberg CP, Caram SJ, Kiat-amnuay S. Department of Restorative Dentistry and Biomaterials, The University of Texas Dental Branch at Houston, TX, USA.
- The anterior all-ceramic crown: a rationale for the choice of ceramic and cement. B. Mizrahi.
- Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. Andree Piwowarczyk, Hans Christoph Lauer, John A. Sorensen, Elsevier, 5 Nov. 2003.
- <sup>24</sup> Water Sorption and water solubility of current luting cements: an in vitro study. Gerdolle DA, Mortien E, Jacguot B, Paniqhi MM. Quintessence 2008 March 39(3).
- <sup>25</sup> Water sorption/solubility of dental adhesive resin, Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF,

Svizero N, Pashley DH, Tay FR, Yiu CK, Carrilho MR.

- <sup>26</sup> Water sorption of resin-modified glass-ionomer cements photoactivated with Cefaly DF, Wang L, de Mello LL, dos Santos JL, dos Santos JR, Lauris JR.