

רפואת הפה והשיניים

THE JOURNAL OF THE ISRAEL DENTAL ASSOCIATION עיתון ההסתדרות לרפואת שיניים בישראל

Volume 40, no 3, August 2023 • כרך מ"ב, גיליון מס' 3, אלול תשפ"ג

ההסתדרות
לרפואת שיניים
בישראל
ISRAEL
DENTAL ASSOCIATION



גאים להציג את הטכנולוגיה החדשנית טכנולוגית הדור הבא
לשמירה על בריאות כלל חלל הפה



הגנה יעילה יותר* של המשנן,
לשון, לחיים וחניכיים

קולגייט טוטאל החדשה המכילה Dual Zinc + Arginine
הומצאה מחדש כדי לפעול פרואקטיבית עם
הביולוגיה והכימיה של חלל הפה.

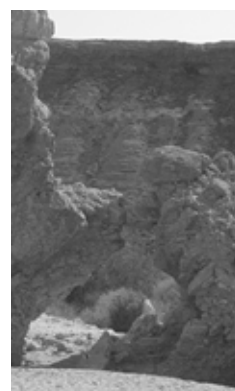
- הפחתה יעילה יותר בכמות החיידקים בכל משטחי חלל הפה 12 שעות לאחר צחצוח.*1
- מחלישה עד לכדי הרג את החיידקים
- יוצרת מחסום הגנתי על גבי רקמות קשות ורכות כנגד צמיחת חיידקים

לבריאות טובה יותר,* תמליץ למתרפאך על קולגייט טוטאל החדשה

*Statistically significant greater reduction of cultivable bacteria on teeth, tongue, cheeks, and gums with Colgate Total® vs non-antibacterial fluoride toothpaste at 4 weeks, 12 hours after brushing.
'Significant reductions in plaque and gingivitis at 6 months vs non-antibacterial fluoride toothpaste; p<0.001.²

References: 1. Prasad K, J Clin Dent , submitted August 2018. 2. Garcia-Godoy F, et al. J Clin Dent , submitted August 2018.

5	על פניו	לאן פני רפואת השיניים? פרופ' ב. פרץ
7	מאמרים	הסד הכירורגי המנחה ככלי עזר בהשתלות שיניים ד"ר ו. עבוד, פרופ' ש. טייכר, ד"ר ע. עבוד, ד"ר ד. שמיר, ד"ר ר. יהלום
12		שימוש בציוד מיגון אישי וביצוע פעולות מייצרות- אירוסול על ידי אנשי צוות במרפאות שיניים במהלך מגפת COVID-19 בישראל: מחקר תצפית ד"ר ד. ילון, ד"ר ד. שוורץ, ד"ר ד. דקל מרקוביץ, ד"ר ח. דומב הרמן, ד"ר א. קובי, ד"ר מ. ג'אראלה, ד"ר ח. דדוש, ד"ר ל. נטפוב
18		השימוש בבינה מלאכותית ברפואת שיניים - הזדמנות לצד אתגרים ד"ר י. מאיר, ד"ר ו. דביריס
25		גישה חדשה בטיפול בעששת עמוקה ומוך חשוף: הקמפיין העולמי של האיגוד האירופי לאנדודונטיה ד"ר ד. מורינוס, ד"ר ר. דקר, ד"ר ד. ויסבלך, ד"ר ע. נברסקי, פרופ' ש. לין
38		על סקנדינבית אסייתית ומה שבניהן- אוטוטרנספלנטציות ד"ר ג. הר ציון, ד"ר מ. ריינוס-ברונשטיין
48	תקצירים באנגלית	
53	Editorial	Where is dentistry heading? Prof. Benny Peretz



צילום השער: גב ימין, הנגב המרכזי, ליד המכתש הגדול
צילום: דר' טל רצון

רפואת הפה והשיניים

עיתון ההסתדרות לרפואת שיניים בישראל THE JOURNAL OF THE ISRAEL DENTAL ASSOCIATION

עורך: פרופ' בני פרץ

המחלקה לרפואת שיניים לילדים, ביה"ס לרפואת שיניים, אוניברסיטת תל-אביב, תל-אביב.

E-mail: bperetz@tauex.tau.ac.il

Medline: Refuat Hapeh

Vehashinayim

חברי המערכת:

פרופ' עימאד אבו אל נאג'

ד"ר מאיר אדוט

ד"ר מיכאל אטינגר

פרופ' אילנה אלי

ד"ר גלית אלמוזנינו

ד"ר מיכאל אלתרמן

פרופ' דורון אפרמיאן

ד"ר רן יהלום

ד"ר יצחק חן

פרופ' מרק ליטנר

ד"ר יניב מאיר

פרופ' יהושע מושנוב

ד"ר חיים נוימן

פרופ' עודד נחליאי

פרופ' יוסי ניסן

פרופ' גבי צ'אושו

פרופ' סטלה צ'אושו

פרופ' ניקולאי שארקוב - בולגריה

פרופ' אילה שטבהולץ

פרופ' אדם שטבהולץ

ד"ר טלי שקרצי

הוצאה לאור:

ההסתדרות לרפואת שיניים - מרכז הפקות

מנהלת המערכת:

עו"ד יפה זגדון

טל: 03-6283707, פקס: 03-5287751

דואר אלקטרוני: yaffaz@ida.org.il

עיצוב ועריכה גרפית:

Sivan Designs - סיון איפנברג לביא

הפקה:

דפוס דנה - דיזינגוף 76, תל אביב-יפו

מטרות

אין המערכת אחראית לתוכן ולצורת החומר המופיע בחלק הפרסומי של העיתון, הפרסום, לרבות תוכנו, הינם באחריותו הבלעדית של המפרסם, כך שלא תוטל בגינם כל אחריות, מכל סוג שהוא, על הר"ש ו/או על הר"ש ייזום וניהול פרויקטים בע"מ. כל חבר הר"ש מתבקש לבדוק את הפרסום ולהחליט, ע"פ שיקול דעתו, אם הוא מעוניין בהצעה המועלת בו. עם זאת, חומר הפרסום חייב לעלות בקנה אחד עם מדיניות הפרסום של ההסתדרות לרפואת שיניים בישראל.

תפוצה

העיתון יופץ כרבעון בין כלל חברי ההסתדרות לרפואת שיניים בישראל.

הוראות למחברים

מאמרים יש לשלוח במייל, בקבצי וורד, לכתובת העורך, פרופ' בני פרץ, המופיעה בדף זה. תמונות יש לשלוח בקובץ נפרד ב-pdf או jpg באיכות דפוס (300dpi).

המאמר

החומר המוגש אמור לכלול ממצאים או סקירות שלא התפרסמו או הוגשו לפרסום בעיתון אחר. החומר יכתב בעברית נכונה ועדכנית, בתוספת תקציר באנגלית. שמות של מחלות ומונחים רפואיים יופיעו בשמם השגור בפי הרופאים, ולא דווקא בשמם העברי. יש להשתמש באותו שם או מונח עקבי לאורך כל המאמר. רצוי שעם הופעתו הראשונה של השם בגוף המאמר הוא יובא גם האנגלית, בסוגריים. ניתן להשתמש בשמות מקוצרים.

התקציר באנגלית

בדף נפרד יופיע תקציר המאמר באנגלית. בדף התקציר יופיע שם המאמר, שמות המחברים ושם המוסד שאליו הם קשורים. דגש מיוחד יש לתת בתקציר לתוצאות ולמסקנות המאמר. אורך התקציר עד 500 מילים.

רשימת המקורות

הפניות לרשימת המקורות שמהם מצטט המאמר או שעליהם הוא מסתמך יופיעו בגוף המאמר במספרים בסוגריים על פי סדר הופעתם. רשימת המקורות באנגלית תצורף בדף נפרד. כל מקור יכלול, בסדר הבא: שמות המחברים (שם משפחה מלא ואחריו שמות פרטיים בראשי תיבות), שם המאמר, שם כתב העת שבו הוא מופיע, השנה, מספר הכרך ומספרי העמודים. אם מספר המחברים במאמר המצוטט עולה על שלושה, יופיעו רק שלושת הראשונים ברשימה בתוספת המילים et al. שם העיתון המצוטט יופיע בהתאם לקיצור שמות העיתונים כפי שהם מופיעים בכרך חודש ינואר של Index Medicus. ספרים יופיעו ברשימה על-פי שם מחבר הפרק המצוטט, שאחריו יבואו שם הפרק, שם הספר, שם העורך, שנת ההוצאה ומספרי העמודים.

דוגמה לרשימת מקורות

- Ploni A, Almoni B. Filling and Drilling Using Laser equipment. J Isr Dent Assoc 1993; 95: 32-37.
- Cohen A. Denistry in Israel, In: Levi B. Textbook in Public Dentistry, Jerusalem, Steimatzki 1993: p. 95-98.

טבלאות

טבלאות יופיעו בגוף המאמר בקובץ וורד.

הפניית הקורא בגוף המאמר לתמונה או לטבלה תיעשה תוך ציון מספרם בסוגריים.

המאמרים הם על דעת המחברים ומתפרסמים על פי אמות מידה מקצועיות-מדעיות בלבד.

המערכת שומרת לעצמה את הזכות לערוך שינויים בעריכה ובסגנון כמו גם לדחות את המאמר, חלקו או כולו. אין המערכת אחראית לתוכן הכתוב ולדעות המובעות. לכותבים זרים תיתן המערכת שירות של תרגום המאמר לעברית.

מדיניות הפרסום

אין המערכת אחראית לתוכן ולצורת החומר המופיע בחלק הפרסומי של כת העת. עם זאת, חומר הפרסום חייב לעלות בקנה אחד עם מדיניות הפרסום של ההסתדרות לרפואת שיניים בישראל.

לאן פני רפואת השיניים

ביישור שיניים, נכנס בשנים האחרונות לשימוש גורם חדש: טיפול בקשתיות. הרופאים נעזרים בבינה מלאכותית והמטופלים מקבל מהרופאים מערכת קשתיות. על המטופלים להחליף קשתית מדי פרק זמן מסוים עד לקבלת הקשתית האחרונה. הטיפול נעשה כמובן על ידי מומחים באורתודונטיה, אך גם על ידי רופאי שיניים כלליים רבים, וזוכה להצלחה רבה הן בקרב המטופלים והן בקרב הרופאים המטופלים.

האם יש בכך מה שמכונה "דמוקרטיזציה" של יישור השיניים? הנגשה לציבור גם באמצעות רופאי שיניים כלליים? האם העתיד מזמן שינוי בלימוד האורתודונטיה בכלל ובהתמחות ה"קלאסית" באורתודונטיה?

במשך שנים רבות הניפה רפואת השיניים לילדים את דגל "ניהול ההתנהגות" של הילדים המטופלים כדבר העיקרי בטיפול בילדים, והשקיעה רבות בחינוך ובלמוד טכניקות התנהגות שונות ומגוונות שאמורות לתת מענה למגוון התנהגויות של ילדים במרפאת השיניים. בשנים האחרונות אנו עדים לעלייה בטיפולים בהרדמה כללית ובסדציה על צורותיה השונות. האם רפואת השיניים לילדים משתנה או שמא היא משנה כיוון? האם רפואת השיניים לילדים שמה פחות דגש על מה שיחד אותה שנים רבות – ניהול התנהגות?

אלה רק כמה דוגמאות לשינויים המתחוללים ברפואת השיניים, ואולי הם מצביעים על העתיד.

חומר למחשבה...

פרופ' בני פרץ

השנים האחרונות זימנו לקהילת רופאי השיניים התפתחויות מרחיקות לכת. די אם נזכיר את נושא השתלים שהיום הוא טיפול מקובל, כאילו היה קיים מאז ומתמיד. חומרי הטיפול מתקדמים, אמצעי האבחון משתכללים, הבינה המלאכותית נכנסת יותר ויותר למכלול הפרמטרים שבהם מתחשבים רופאי השיניים בתכנון טיפולים ובביצועם, ועוד ועוד.

אתחיל באנקדוטה: שמעתי שרופא שיניים ידוע הרצה על טיפולי שורש, וכמה חשוב לשמר שיניים, לעשות הכול כדי לשמר שיניים וכו'. ואכן קיימות טכנולוגיות מגוונות לאבחון מדויק וטיפול ראוי לשיניים עם "מוך פתולוגי".

בסיום ההרצאה הצביע אחד המשתתפים ואמר: "דוקטור, תודה על הרצאה מצוינת. אבל אני לא מסכים עם המסקנה. במקום טיפול שורש מסובך, ולאחריו מבנה וכתר, ואפשרות לסיבוכים אחר כך שבסופם אצטרך לעקור את השן, הייתי עוקר כבר עכשיו השן ומבצע שתל".

וכך שתלים הם טיפול הבחירה במקרים רבים, וכנראה גם במקרים שבהם אפשר לשמר את השן הטבעית באמצעות טיפול שורש. שתלים מבוצעים על ידי רופאי שיניים כלליים, כמו גם גם על ידי מומחים בתחומי הפריודונטיה והכירורגיה, אולי אף באופן שהעיסוק של מומחים אלה בשתלים אפילו גובר על תחומי התמחותם המקוריים.

האם העתיד מזמן שינוי בהתמחויות? או בדגשים בהתמחויות?

יוניט דנטלי

מגוון יחידות דנטליות תוצרת גרמניה.
משלבות טכנולוגיה מתקדמת ואיכות
חסרת פשרות עם נוחות מקסימלית
ועיצוב מרהיב.



**לפרטים נוספים והזמנות ניתן לפנות לנציג המכירות שלך
או למשרד בטל' 03-6353539**

הסד הכירורגי המנחה ככלי עזר בהשתלות שיניים

מטרת הטכנולוגיה באופן כללי היא לפתור בעיות ולענות על צרכים. תחום רפואת השיניים בכלל וההשתלות הדנטליות בפרט היה עד לפיתוחים טכנולוגיים רבים בשני העשורים האחרונים. במשך השנים, חלק מהטכנולוגיות אומצו בצורה רחבה על ידי ציבור רופאי השיניים והפכו לדרישה כחלק מסטנדרט רפואי מקובל. השימוש בסד כירורגי מנחה Surgical guide בביצוע השתלות שיניים הפך לפופולרי יותר בשנים האחרונות, והשימוש בו עולה משנה לשנה. מטרת הסד היא להנחות ולהדריך את הרופא לקבוע את המיקום, העומק, וזווית ההטיה של הקידוח והתקנת השתלים כדי להעניק דיוק ובטיחות משופרים ולאפשר ניתוח פשוט ומהיר שיענה באופן אידאלי לדרישות הכירורגיות והשיקומיות¹. מטרת מאמר זה היא לסקור את היתרונות של הסד המנחה ולדון באינדיקציות לשימוש בו במקביל לתיאור חסרונותיו. השאלה שעומדת בבסיס דיון זה היא האם יש להמליץ על שימוש בסד מנחה באופן שגרתי בהשתלות שיניים, או שיש לשמור אותו לאינדיקציות מסוימות ובמקרים ספציפיים.

רופא השיניים המבצע השתלות דנטליות צריך לעשות כל מאמץ כדי שהניתוח יהיה מדויק, פשוט, ובטוח. סריקת ה-CT שמבוצעת כהכנה לניתוח מדגימה את צורת רכס העצם המיועד להשתלה, נפח העצם הזמינה להתקנת שתל, והסמיכות של מבנים אנטומיים קרובים כמו העצב האלואולרי התחתון, הסינוס המקסילרי, והשיניים הסמוכות.

הרופא משקלל נתונים אלה עם צורת השיקום המתוכננת וקובע את המספר והפיזור של השתלים, והאוריינטציה האידאלית שבה השתלים יותקנו בלסת.

תכנון ממוחשב Virtual planning הוא הליך שבמהלכו הרופא עושה ניתוח וירטואלי על גבי סריקת ה-CT בעזרת תוכנת מחשב ייעודית. כך הרופא יכול לשקלל בצורה חיה את כל הגורמים שהוזכרו לעיל על גבי מסך המחשב ולהתנסות בהחדרת שתלים באופנים שונים ובמגוון צורות וגדלים. לאחר שהוא קובע על גבי ה-CT את המיקום, העומק, וההטיה האידאלי של השתלים, הוא מעביר את המידע למעבדה לצורך ייצור סד כירורגי מנחה שתפקידו, כאמור, להדריך את הרופא בעת הקידוח והתקנת השתלים כך שאלה יתבצעו בדיוק לפי התכנון הווירטואלי².

נוסף על סריקת CT ותוכנת מחשב ייעודית לביצוע התכנון הממוחשב, נדרשת יכולת ייצור מעבדתית לבניית הסד פיזית. רוב הרופאים כיום מסתמכים על שירותי מעבדות שיניים לייצור הסד, אך חלק קטן מהמרפאות רוכשות מדפסות תלת ממד וטכנולוגיות מעבדתיות נוספות לצורך ייצור הסד במרפאה. מרפאות שיש בהן מכשיר CT, סורק אינטרה אורלי, תוכנת מחשב לביצוע הניתוח הווירטואלי, ומדפסת תלת ממד יש להן בעצם עצמאות מוחלטת בכל תהליך התכנון והייצור של הסד המנחה ועד לביצוע הניתוח במרפאה^{3,4}.

ד"ר וסים עבוד **
פרופ' שלמה טייכר ***
ד"ר עאטף עבוד ****
ד"ר דרור שמיר **
ד"ר רן יהלום ***

* המכון להפרעות תנועה, מרכז רפואי שיבא תל השומר, מסונף לפקולטה לרפואה ע"ש סאקלר באוניברסיטת תל אביב
** היחידה לכירורגיה פה ולסתות, מרכז רפואי בני ציון בחיפה, מסונף לפקולטה לרפואה בטכניון בחיפה
*** המחלקה לכירורגיה פה ולסתות, מרכז רפואי שיבא תל השומר, מסונף לפקולטה לרפואה באוניברסיטת תל אביב
**** מרפאה פרטית, שפרעם

5. מאפשר ביצוע השתלה בסמיכות למבנים אנטומיים קריטיים: במקרי קיצון שבהם העצם הזמינה להשתלה היא מוגבלת והתקרבות למבנים אנטומיים כמו תעלת העצב והסינוס המקסילרי היא בלתי נמנעת, כל הטיה או סטייה ולו הקטנה ביותר מהמתוכנן עלולה להיות הרסנית. במקרים כאלה הסד מספק מימד של ביטחון שלפיו הקידוח והתקנת השתל נעשים בדיוק לפי מה שתוכנן על צג המחשב⁵.

6. קובע את מיקום ההשתלה האידיאלי במקרים של עקירות והשתלות מיידיות: המכת שיות הריקות במקרים של עקירות והשתלות מיידיות מקשות על המנתח לקבע את נקודת הקידוח האידיאלית. הסד הכירורגי מתגבר על האירגוליות של פני שטח רכס העצם ומעגן למשל את הקידוח בתוך עצם הפורקציה ולא במכתשית של אחד השורשים⁶.

7. מקל את בניית השיקום במקרים של השתלות והעמסות מיידיות: התהליך הממוחשב יכול להתחיל מהסוף ולתכנן את בניית הגשר המידי ורק אחרי זה ולפי זה להמשיך ולקבוע את מיקום השתלים ברכס העצם – Reverse engineering. עמדת החלקים השיקומיים היא קריטית ביותר כאשר מתוכננות העמסות מיידיות ואם הטיית השתלים מתחשבת רק בעצם הרכס ולא רואה את השיקום המידי שהוכן מראש, הדבר יקשה על התקנת השיקום על גבי השתלים. אפשר כמובן להתגבר על זה על ידי שימוש במולטי-יוניטים בעלי זוויות שונות אך תהליך זה פחות צפוי ודורש זמן רב יותר והתוצאות פחות מדויקות מאשר תהליך ממוחשב שכאמור יכול להתחיל מהסוף¹.

8. מאפשר יישום כירורגיה זעיר פולשנית: במקרים שהסד נתמך על ידי שיניים ומיקומו בזמן הניתוח הוא חד-משמעי, לרוב לא נדרשת חשיפה נרחבת של עצם הלסת ואין צורך בהערכה ישירה של צורת הרכס בזמן הניתוח. הסד מאפשר ביצוע ניתוח עם הרמת מתלה חניכיים מינימלי ואף ללא הרמת מתלה flapless⁶.

השאלה שעומדת מאחורי מאמר זה היא האם שימוש שגרתי בסד הכירורגי המנחה משפר את התוצאים של ניתוח ההשתלות מבחינת דיוק ובטיחות, או שמא יש בזה שימוש יתר שעלול לחשוף חסרונות הטמונים בשיטה ויאלץ את הרופא להתמודד איתם. האם רופא השיניים שמשתמש בסד מנחה באופן שגרתי בניתוחי השתלות שיניים מקטין את הסיבוכים ומגדיל את הדיוק, או שמא עלול לחשוף את המטופל לסיכור כים חדשים שבאים יחד עם השיטה מכיוון שאין כלי טיפולי שהוא חף מטעויות וחסרונות. בשביל לענות על שאלה זו, יש לסקור באופן שיטתי את היתרונות והחסרונות של הסד הכירורגי:

יתרונות:

1. מאפשר למקם את השתל בהטיה אידיאלית בתוך רכס העצם: בזמן התכנון הממוחשב (הניתוח הווירטואלי) המנתח בוחר את זווית ההחדרה של השתל לתוך הרכס לפי עובי הרכס וצורתו, לפי ההטיה המתוכננת של השתלים בלסת הנגדית, ובהתחשב בסוג השיקום המתוכנן. הצורך להפעיל שיקול דעת קליני בזמן הניתוח קטן¹.

2. מאפשר למקם שתלים באנגולציות לא שגרתיות כדי להימנע מביצוע ניתוח הרמת סינוס או השתלת עצם אחרת. הסד מאפשר לתכנן שתלים בזוויות קשות שיכולות לנצל את העצם הזמינה ברכס באופן מקסימלי².

3. מגביל את עומק חדירת השתל לפי גובה רכס העצם: דבר זה מאפשר ניצול מלא של אורך העבודה תוך הימנעות מחדירה למבנים אנטומיים קריטיים כמו למשל תעלת העצב האלואולרי בלסת התחתונה⁵.

4. משיג מקבילות מקסימלית בין כלל השתלים המותקנים בלסת: התכנון הממוחשב מאפשר לרופא לשחק ללא הגבלה ולשנות פעם אחר פעם את ההטיה של כל השתלים לפי מאפייני הרכס באזור ההשתלה כך שבסופו של דבר תתקבל מקבילות מקסימלית בין השתלים בכל לסת.

חסרונות:

1. יכולה להתרחש טעות בשלב התכנון הממוחשב: דרוש ידע וניסיון הן של הרופא והן של הטכנאי בפענוח ה-CT ובשימוש בתוכנת התכנון הממוחשב בכדי שהניתוח הווירטואלי ייעשה בצורה נכונה. טעות תכנונית שנובעת למשל מחוסר ניסיון או מעיוות בסריקת ה-CT או מאי-הקפדה על שלושת המישורים במרחב בזמן השימוש בתוכנה תגרום לייצור סד שאינו מתחשב באנטומיה באופן מלא, וכתוצאה מזה לניתוח שמפר את עקרונות המרחק מהמבנים האנטומיים ומסכן את המטופל בפגיעה.⁷

2. יכולה להתרחש טעות בשלב הייצור המעבדתי של הסד: אין הליך דנטלי מעבדתי שהוא חסין אי-דיוקים שעלולים להיכנס לתוצר הסופי. נהפוך הוא, הספרות המדעית מכירה במגבלות יכולת הדיוק של דרכי הייצור השונות ומתחשבת בהם. מקור אי-הדיוק יכול להיות בסורק האינטרה אורלי, במטבעי הלימוד, ו/או בהליך הייצור המעבדתי של הסד. אם יש פער בסד כפי שמופיע במחשב אל מול התוצר הסופי כפי שמתקבל במעבדה עלולה להיות טעות ניתוחית.⁷

3. הסד עלול לזוז ממקומו בזמן הניתוח: חלק גדול ממהלך הניתוח שנעשה בהנחיית סד ממוחשב מושקע בוידוא מיקומו הנכון של הסד, בין אם נשען על שיניים, עצם, או על רקמות רכות. תזוזה מהמיקום המתוכנן ולו הקטנה ביותר תגרום לקידוח שאינו לפי התכנון בזמן שהרופא נשען של תחושת ביטחון כי הסד מגן על המבנים הקריטיים הסמוכים. דבר זה בולט יותר כאשר הסד לא נשען על שיניים.⁸

4. הסד מסתיר חלק מהשדה הניתוחי: חלק מהשדה הניתוחי מוסתר מעיני המנתח מפני שהסד מכסה וחוסם פרטים ויזואליים תוך-ניתוחיים שיכולים להיות קריטיים בזמן הניתוח, כמו איריגציה לא מספקת של סליין לאזור הקידוח או הרס עצם לא צפוי בשיא הרכס בעת הקידוח.⁸

5. הסד מפחית את התחושה הטקטילית בקצות אצבעותיו של המנתח: התחושה הטקטילית חשובה להערכת איכות וצפיפות העצם שממנה גם נגזר סוג ומידת השתל שייבחר בסיום הקידוח. אצבעות המנתח נוגעות בסד ולא ברקמות המטופל הסמוכות לאתר ההשתלה, ולכן תחושת הפידבק הטקטילי דרך אצבעות המנתח נפגעת והתחושה של קושי העצם בזמן הקידוח מטשטשת.⁹

6. הסד לא נוח באזורים אחוריים או במטופלים עם מפתח פה קטן: כדי שהסד יישען בצורה מדויקת ויציבה על מספר נקודות בחלל הפה, הוא צריך להיות בגודל מספק דבר שהופך אותו לא נוח אצל אנשים עם פה קטן או בהשתלות באזורים אחוריים בפה.¹⁰

7. עלויות כספיות נוספות: בזמן שעלות טיפולי שיניים כירורגיים שיקומיים היא גבוהה, צריך לשקול בכובד ראש האם תוספת של טכנולוגיה יקרה באופן שגרתי היא דבר נכון ברמה המערכתית. ייתכן שהרופא או המטופל ינסו לחסוך באספקטים טיפוליים אחרים כדי לעמוד בעלויות התכנון הממוחשב, וכך באופן לא ישיר לפגוע בטיב הטיפול.

8. הזמן המוקדש לתכנון וייצור הסד הכירורגי המנחה: תכנון הטיפול דורש השקעה ותיאום בין הרופא לטכנאי עם כל המשתמע לגבי שעות העבודה. כמו כן, הייצור המעבדתי ושליחת הסד דורשים זמן נוסף.

9. נדרשת הרמת מתלה גדולה במקרה של סד נתמך עצם Bone-supported: כאשר אין שיניים שהסד יכול להישען עליהם, נדרש שטח פנים גדול של עצם הלסת כדי לוודא מיקום מדויק של הסד, והדבר דורש הרמת מתלה חניכיים גדול יותר.⁸

דיון:

הסד הכירורגי המנחה הוא כלי חשוב בתחום ההשתלות הדנטליות, וכמו כל כלי טיפולי, יש לו נוסף על היתרונות גם חסרונות. רופא השיניים צריך להכיר היטב את יכולות הסד המנחה ולהחליט לפי נתוני המקרה ולפי יכולותיו הכירורגיות האם תוספת של כלי זה תשפר את התנאים בעת הניתוח או לא. ברור ששילוב של מנתח מנוסה עם מקרה השתלות פשוט אינו דורש שימוש בסד כירורגי, אך אין זה אומר שהמנתח המתחיל יכול לטפל במקרה מסובך בקלות בעזרת סד כירורגי. נהפוך הוא, לכל כלי טיפולי יש עקומת לימוד שהמנתח צריך לרכוש משלב התכנון הממוחשב והניתוח הווירטואלי ועד לשימוש הפעיל בסד בזמן הניתוח במרפאה. ההמלצה היא להתחיל לרכוש את המיומנות במקרים פשוטים ולא מאתגרים.

שאלת המאמר העיקרית היא האם שימוש שגרתי בסד כירורגי בהשתלות שיניים יביא לתוצאים טובים יותר או שמא יש להשתמש בו באופן סלקטיבי במקרים ספציפיים. לאחר שסקרנו את החסרונות של הסד, ברור ששימוש יתר בעזרים שמיועדים להוסיף בטיחות לפרוצדורה – ללא אינדיקציה ברורה – יכול רק להגדיל את הסיכוי לטעויות. באופן כללי ברפואה, הוספת אמצעי טיפולי כאשר לא הייתה לו אינדיקציה, נחשבת לטעות, מפני שאין כלי טיפולי או כירורגי שהוא תמים לחלוטין וחסין טעויות, וכל טכנולוגיה שמוסיפים לניתוח מביאה איתה אלמנטים של אי-דיוק וסיכונים הרלוונטיים לה, וזה מחייב את הרופא המטפל לדעת להתמודד איתם. תוספת עזרים כאלה באופן שגרתי אינה מומלצת באופן שגרתי.

כאשר תוספת הסד משרתת לפשט את הניתוח, להקל על המנתח, ולהגביר את הדיוק בניתוח, אז בוודאי שיש לו אינדיקציה. בכל מצב שהוא לא מעניק אחד או יותר מהיתרונות הללו, אין הצדקה להשתמש בו. יתרונו העיקרי הוא באותם מצבים שמתוכננות השתלות בזוויות והטיות לא שגרתיות, או כאשר הטיפול מחייב קרבה יתרה למבנים אנטומיים סמוכים^{11,12}.

כמו כן, יש לו יתרון משמעותי בשיקומים טוטליים שכוללים עקירות והשתלות מיידיות והעמסות מיידיות. בטיפולים מורכבים אלה אפשר לנצל את יכולת ה-reverse engineering ולהקל רבות על הרופא המנתח והרופא השיקומאי¹³. התכנון הממוחשב והסד המנחה במקרי קיצון עוזר למנתח להבין את המקרה באופן יותר מעמיק ולדעת לקבוע יעדים ולסמן גבולות. מנגד, וכפי שהזכרנו לעיל, מומלץ לרופא להתחיל לרכוש את המיומנות במקרים קלים ולא במקרים מאתגרים.

רופא השיניים ששוקל להכניס את הסד לארסנל הכלים שלו חייב להיות בקיא בתחום ההשתלות שמבוצעות ביד חופשית freehand לפני שהוא מאמץ טכנולוגיות מתקדמות. צריך להכיר במגבלות הסד ולדעת שעלול להיווצר מצב שבו השיקול הקליני של המנתח מאלץ אותו לוותר על הנחיית הסד בזמן הטיפול ולהמשיך את הניתוח בלעדיו. אין תחליף לניסיון הקליני, לשיקול הרפואי התוך-ניתוחי, ולעבודה הכירורגית היסודית שמכבדת את כל עקרונות הטיפול. הסד הוא תוספת ולא חלופה לידע ולניסיון הכירורגי.



References

1. Orentlicher G, Goldsmith D, Abboud M. Computer-Guided Planning and Placement of Dental Implants. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2012 Mar;20(1):53-79.
2. D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. Vol. 73, *Periodontology* 2000. Blackwell Munksgaard; 2017. p. 121-33.
3. Duvall NB. Fabricating a chairside CAD-CAM radiographic and surgical guide for dental implants: A dental technique. 2021.
4. Etajuri EA, Suliman E, Mahmood WAA, Ibrahim N, Buzayan M, Mohd NR. Deviation of dental implants placed using a novel 3d-printed surgical guide: An in vitro study. *Dent Med Probl*. 2020;57(4):359-62.
5. Greenberg AM. Digital Technologies for Dental Implant Treatment Planning and Guided Surgery. Vol. 27, *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2015. p. 319-40.
6. Chen P, Nikoyan L. Guided Implant Surgery: A Technique Whose Time Has Come. Vol. 65, *Dental Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2021. p. 67-80.
7. Lo russo L, Ercoli C, Guida L, Merli M, Laino L. Surgical guides for dental implants: measurement of the accuracy using a freeware metrology software program. *J Prosthodont Res*. 2022;
8. Raico Gallardo YN, da Silva-Olívio IRT, Mukai E, Morimoto S, Sesma N, Cordaro L. Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis. Vol. 28, *Clinical Oral Implants Research*. Blackwell Munksgaard; 2017. p. 602-12.
9. Smitkarn P, Subbalekha K, Mattheos N, Pimkhaokham A. The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery. *J Clin Periodontol*. 2019;46(9):949-57.
10. Yogui FC, Verri FR, de Luna Gomes JM, Lemos CAA, Cruz RS, Pellizzer EP. Comparison between computer-guided and freehand dental implant placement surgery: A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2021 Feb 1;50(2):242-50.
11. Gargallo-Albiol J, Barootchi S, Salomó-Coll O, Wang HL. Advantages and disadvantages of implant navigation surgery. A systematic review. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2019.04.005>
12. Putra RH, Yoda N, Astuti ER, Sasaki K. The accuracy of implant placement with computer-guided surgery in partially edentulous patients and possible influencing factors: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res*. 2022;66(1):29-39.
13. Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - Data import and visualization, drill guide design and manufacturing. Vol. 20, *BMC Oral Health*. BioMed Central Ltd; 2020.



שימוש בציוד מיגון אישי וביצוע פעולות מייצרות- אירוסול על ידי אנשי צוות במרפאות שיניים במהלך מגפת COVID-19 בישראל: מחקר תצפית

ד"ר דוד ילון,
ד"ר דארה שוורץ,
ד"ר דקל דן
ד"ר חגית דומב הרמן,
ד"ר אלי קובי,
ד"ר מעתה ג'אראלה,
ד"ר חצב דדוש,
ד"ר לנה נטפוב

האגף לבריאות השן, משרד
הבריאות, ירושלים

תקציר

הקדמה: עם תחילת מגפת הקורונה, עדכן משרד הבריאות את ההנחיות למניעת העברת זיהומים במרפאות שיניים. הושם דגש על הפחתה בביצוע פעולות המייצרות אירוסול (AGP) והקפדה על שימוש בציוד מיגון אישי (PPE) כגון: משקפי מגן/מגן פנים, חלוק, מסכה כירורגית וכפפות.

במחקר, נבדקה היענות להנחיות המשרד בקרב אנשי צוות במרפאות שיניים (רופאי שיניים, סיעות ושינניות) שדיווחו על חשיפה למטופלים אסימפטומטיים/פרה-סימפטומטיים (בעת הטיפול) שנמצאו חיוביים לנגיף בהמשך.

שיטות: משרד הבריאות ניתח דיווחים על חשיפה של אנשי צוות דנטלי למטופלים עם SARS-CoV-2, במרפאות שיניים, בין התאריכים 1 במאי ועד 31 בדצמבר 2020. הדיווחים אומתו מול מסד הנתונים הלאומי של COVID-19 ובוצע חישוב של שיעור ההעברה המצטבר במרפאות השיניים בתקופה זו.

תוצאות: בתקופת המחקר, התקבלו 1,323 דיווחים על חשיפת אנשי צוות. מתוכם 525 (39.7%) רופאי שיניים, 656 (49.6%) סיעות ו-126 (9.5%) שינניות. ב-16 (1.2%) דיווחים לא צוין המקצוע של איש הצוות שנחשף. 8 (0.6%) אנשי צוות (ארבעה רופאי שיניים וארבע סיעות) נמצאו חיוביים לנגיף לאחר החשיפה, וחושב ממוצע של 5.4 ימים (חציון 5 ימים, SD = 4.8) ממועד החשיפה ועד לבדיקה החיובית.

רוב אנשי הצוות דיווחו על שימוש מלא ב-PPE בהתאם להנחיות ועל ביצוע פעולות קצרות/שאינן יוצרות אירוסול. רופאי שיניים ושינניות דיווחו על היענות גבוהה יותר להנחיות בהשוואה לסייעות.

מסקנות עיקריות: רוב אנשי הצוות דיווחו על היענות מלאה להנחיות משרד הבריאות בנושא שימוש בציוד מיגון אישי והפחתה בביצוע פעולות מייצרות אירוסול. נמצאו הבדלים בהיענות אנשי הצוות במקצועות השונים (שינניות דיווחו על היענות גבוהה יותר להנחיות). תוצאות המחקר מראות כי נדרשות פעולות נוספות כדי לעודד היענות מלאה להנחיות בקרב כלל אנשי הצוות.

1. הקדמה

ב-31 בינואר 2020 הכריז ארגון הבריאות העולמי (WHO) על מגפת הקורונה (COVID-19) כ"מצב חירום בעל חשיבות בין-לאומית לבריאות הציבור"¹. מחלת הקורונה נגרמת על ידי הנגיף Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2), המועבר מאדם לאדם בכמה דרכים, כולל: העברת טיפות קטנות מהאף והפה, התפשטות באוויר באמצעות אירוסול ומגע במשטחים מזוהמים². תקופת הדגירה הממוצעת של הנגיף הוערכה ב-2-14 ימים, ודווח כי חולים אסימפטומטיים יכולים להפיץ את הנגיף טרם הופעת תסמינים^{3,4}.

שיעור ההעברה המצטבר (cumulative transmission rate) של הנגיף במרפאות שיניים נמצא כנמוך מאוד במהלך הגל השני של המגפה, בהשוואה לשיעור ההעברה באוכלוסייה הכללית⁸.

מטרת המחקר הייתה הערכת היענות אנשי צוות שנחשפו במרפאות השיניים למטופלים אסימפטומטיים שהתגלו בהמשך כחיוביים לקורונה, להנחיות המשרד.

2. חומרים ושיטות

טופס דיווח על חשיפה למטופלים אסימפטומטיים שאובחנו לאחר הטיפול כחיוביים לקורונה, נוסח על ידי משרד הבריאות ונשלח למרפאות שיניים ציבוריות ופרטיות.

במקביל, נערכו חקירות אפידמיולוגיות על ידי הלשכות האזוריות של משרד הבריאות לאחר כל דיווח על חשיפה במרפאת שיניים.

כל מטופל שנמצא חיובי לקורונה במהלך עשרה ימים לאחר טיפול שיניים הוגדר בחקירה האפידמיולוגית כ"מקור חשיפה". תוצאה חיובית נחשבה רק כזו שהתקבלה מבדיקת PCR שבוצעה במעבדות מורשות.

הנתונים כללו את פרטי המטופל ואנשי הצוות שנחשפו אליו במהלך שהייתו במרפאה: מספר תעודת זהות, תאריך החשיפה, סוג הטיפול (משך הטיפול <30 דקות; AGP כן/לא) וסוג המיגון שבו נעשה שימוש בזמן הטיפול (מסכה, חלוק, מגן פנים או משקפי מגן). שימוש בכל פריטי ציוד המגן לאורך כל הטיפול הוגדר כ"PPE מלא".

הנתונים נאספו במשך 8 חודשים, מ-1 במאי עד 31 בדצמבר 2020. חישוב מספר הימים מטיפול השיניים ועד לבדיקה החיובית לקורונה נעשה על פי מסד הנתונים האפידמיולוגי הלאומי של COVID-19. שיעור ההיארעות החודשי (ל-100,000) של העברה פוטנציאלית של הנגיף במרפאות שיניים חושב והשווה

עם תחילת התפשטות המגפה, ממשלות וארגונים מקצועיים ברחבי העולם פרסמו הנחיות למניעת העברת הנגיף במרפאות השיניים. משרד הבריאות בישראל הנחה מרפאות שיניים לבצע תשאול טלפוני של מטופלים לפני הגעתם למרפאה והפנייה לטיפול חירום במרפאות ייעודיות במקרה של חשד להדבקה. ההנחיות כללו גם התייחסות לריחוק חברתי, היגיינת ידיים נאותה, הפחתת פעולות מייצרות אירוסול, אוורור חדרי הטיפול ושימוש בציוד מיגון אישי (כולל מגן פנים/משקפי מגן, חלוק מגן, מסכה כירורגית וכפפות).

ב-17 במרץ 2020, בעקבות עליה בקצב התפשטות המגפה, מרפאות השיניים נסגרו לטיפול לים אלקטיביים ורופאי שיניים העניקו טיפולי חירום בלבד. מטופלים שסבלו מתסמינים נשימתיים או שהיו מחויבים בבידוד, הופנו לאחת מקופות החולים שהפעילו מרפאות חירום אזוריות ומערך רפואת-שיניים-מרחוק (tele-dentistry).

במהלך הסגר ירדה התחלואה בנגיף בישראל בהדרגה עד ל-20 מקרים חדשים בלבד ביום⁵. מרפאות השיניים נפתחו מחדש ב-26 באפריל 2020 במסגרת "המתווה לחזרה הדרגתית של מערכת הבריאות לפעילות אלקטיבית", כפי שנקבע על ידי משרד הבריאות⁶.

במאי 2020, עלתה שוב רמת התחלואה⁷ אך מרפאות השיניים נותרו פתוחות והמשיכו לספק מגוון טיפולי שיניים בקהילה. כדי להעריך את היענות הנחיות ואת השפעתן במרפאות השיניים, ריכז המשרד דיווחים על מקרי חשיפה לנגיף במרפאות השיניים וניטר מקרי ההעברה אפשריים באמצעות חקירות אפידמיולוגיות. נוסף על כך, בוצעו בתקופה זו בקורות במרפאות השיניים, בהן בקורות פתע לעידוד היענות להנחיות למניעת העברת זיהומים, שמירה על ריחוק חברתי ותשאול מקדים של מטופלים.

מספר הימים הממוצע בין חשיפת איש הצוות למטופל אסימפטומטי ובין הבדיקה החיובית היה 5.4 ימים (חציון של 5 ימים, SD = 4.8).

רוב הפעולות שבוצעו במקרים אלה היו קצרות ולא מייצרות אירוסול: 884 (66.8%) ו-741 (56%) בהתאמה (טבלה 1).

בהקשר זה נמצאו הבדלים בין המקצועות השונים: שינניות ביצעו פעולות קצרות יותר (p-value = 0.004) וייצרו יותר אירוסול (p-value < 0.001) בהשוואה לרופאי שינניים.

81.7% מאנשי הצוות דיווחו על שימוש ב-PPE מלא". 98.1% עטו מסכות, 84.3% השתמשו במגני פנים/משקפי מגן ו-85.2% לבשו חלוקים עמידים במים (טבלה 2).

בחלוקה לפי המקצוע של איש הצוות, סייעות דיווחו על שימוש נמוך יותר ב-PPE מלא, ועל שימוש נמוך משמעותית במגני פנים/משקפי מגן וחלוקים (Rate ratio, p-value < 0.001 = 1.3) בהשוואה לרופאי שינניים ושינניות (טבלה 3).

לשיעור באוכלוסייה, ובוצע ניתוח יחס השיעורים (Rate ratio) להעברת הנגיף במרפאות שינניים ביחס להעברה באוכלוסייה הכללית. ניתוח סטטיסטי בוצע באמצעות SAS גרסה 9.4. רווחי סמך של 95% חושבו בעבור השימוש ב-PPE, משך הפעולה וביצוע AGP על ידי צוותי מרפאות שינניים.

3. תוצאות

התקבלו 1,323 דיווחים על חשיפה במרפאת שינניים במהלך תקופת המחקר, 1,307 מהם כללו את המקצוע של איש הצוות שנחשף: 525 (39.7%) רופאי שינניים, 656 (49.6%) סייעות ו-126 (9.5%) שינניות. שמונה אנשי צוות (ארבעה רופאי שינניים וארבע סייעות) נמצאו חיוביים לקורונה לאחר החשיפה. לא דווח על שינניות שנמצאו חיוביות לנגיף לאחר החשיפה.

טבלה 1. משך הטיפול וביצוע פעולות מייצרות אירוסול

סה"כ	לא ידוע	שיננית	סייעת	רופא שינניים	משך (דקות)
					30 >
884 (66.8%)	15	94 (74.6%)*	408 (62.2%)	367 (69.9%)*	30 <
299 (22.6%)	1	26 (20.6%)	137 (20.9%)	135 (25.8%)	חסר
140 (10.6%)		6 (4.8%)	111 (16.9%)	23 (4.3%)	פעולות מייצרות אירוסול
					כן
489 (37%)	4	104 (82.5%)**	188 (28.6%)	193 (36.8%)**	לא
741 (56%)	12	18 (14.3%)	400 (61%)	311 (59.2%)	חסר
93 (7%)		4 (3.2%)	68 (10.4%)	21 (4%)	סה"כ
1323	16 (1.2%)	126 (9.5%)	656 (49.6%)	525 (39.7%)	

*p = 0.004, **p < 0.001

טבלה 2. שימוש בציוד מיגון אישי (PPE) על ידי צוות המרפאה

סה"כ	לא ידוע	שיננית	סייעת	רופא שיניים	מסכה
					כן
1298 (98.1%)	15	125 (99.2%)	644 (98.2%)	514 (97.9%)	לא
3 (0.2%)			2 (0.3%)	1 (0.2%)	חסר
22 (1.7%)	1	1 (0.8%)	10 (1.5%)	10 (1.9%)	משקפי מגן/פנים
					כן
1115 (84.3%)	15	*118 (93.7%)	*494 (75.3%)	*488 (93.1%)	לא
179 (13.5%)		6 (4.8%)	147 (22.4%)	26 (5.0%)	חסר
29 (2.2%)	1	2 (1.6%)	15 (2.3%)	10 (1.9%)	חלוק
					כן
1127 (85.2%)	14	*122 (96.8%)	*488 (74.4%)	*503 (95.8%)	לא
167 (12.6%)	1	3 (2.4%)	152 (23.2%)	11 (2.1%)	חסר
29 (2.2%)	1	1 (0.8%)	16 (2.4%)	11 (2.1%)	PPE מלא
					כן
1081 (81.7%)	14	(92.9%) 117	(70.7%) 464	(92.6%) 486	לא
210 (15.9%)	1	(5.6%) 7	(26.5%) 174	(5.3%) 28	חסר
32 (2.4%)	1	(1.6%) 2	(2.7%) 18	(2.1%) 11	

* p < 0.001

טבלה 3. הבדלים בשימוש בציוד מיגון אישי (PPE), משך הפעולה ו-AGP על ידי צוות המרפאה

שיננית/רופא שיניים	שיננית/סייעת		רופא שיניים/סייעת			
	יחס השיעורים	95% רווח סמך	יחס השיעורים	95% רווח סמך		
NS		1.49–1.04	**1.26	1.34–1.12	*1.23	משקפי מגן/פנים
NS		1.54–1.08	**1.31	1.17–1.39	*1.28	חלוק
NS		1.58–1.09	**1.33	1.41–1.18	*1.30	PPE מלא
NS		1.65–1.09	**1.37	1.29–1.06	*1.18	משך פעולה >30
	*2.31	3.54–2.39	*2.97	1.52–1.15	*1.33	AGP

** p < 0.01, * p < 0.001

4. דיון

על פי תוצאות המחקר, מספר הדיווחים על חשיפה של סייעות למטופלים עם SARS-CoV-2, היה הגדול ביותר, ואחריו מספר הדיווחים על חשיפה של רופאי שיניים.

רוב הפעולות שדווחו במחקר לא היו פעולות מייצרות אירוסול, ואפשר לייחס זאת להיענות להנחיות משרד הבריאות הישראלי אשר המליץ להפחית בהן. עם זאת, בשל חוסר נתונים בנוגע לביצוע פעולות מייצרות אירוסול לפני פרוץ המגפה, אי אפשר לומר זאת בוודאות.

שינניות דיווחו על אחוזים גבוהים משמעותית של ביצוע פעולות מייצרות אירוסול וכן על שימוש גבוה בציוד מיגון אישי ביחס לאנשי הצוות האחרים. ממצאים אלה עולים בקנה אחד עם מחקר שנערך באיטליה ומצא היענות גבוהה בקרב שינניות לשימוש בציוד מיגון אישי⁹. מחקר נוסף, שנערך בקרב שינניות בארצות הברית, מצא שיעור הדבקה נמוך ב COVID-19 ודיווח על שימוש נרחב בציוד מיגון אישי¹⁰.

אמצעי המיגון שבו נעשה השימוש הגבוה ביותר בקרב אנשי הצוות היה מסכה כירורגית (98.8%), ואמצעי המיגון שבו נעשה השימוש הנמוך ביותר היה מגן פנים/משקפי מגן (84.3%). תוצאות אלה תואמות ממצאי מחקר שבדק היענות לשימוש בציוד מיגון אישי בקרב עובדי שירותי בריאות במהלך טיפול בחולי סרטן שליליים ל- COVID-19¹¹, גם בו נמצאה היענות נמוכה יחסית לשימוש במגן פנים/משקפי מגן, שעשויה לנבוע מאי נוחות או הגבלת הראייה במהלך השימוש.

ככלל, ההיענות להנחיות משרד הבריאות במחקר זה הייתה גבוהה בקרב כל אנשי הצוות, וההיענות הנמוכה ביותר נרשמה בקרב סייעות. ממצא דומה תואר במחקר מערב הסעודית שבו היענות לשימוש בציוד מיגון בקרב סייעות

דווחה כנמוכה בהשוואה להיענות בקרב רופאי שיניים ושינניות¹². מחקר נוסף שבוצע בירדן, בחן נוהלי בקרת זיהומים במרפאות שיניים, ומצא שסייעות הקפידו פחות על ההנחיות לעומת אנשי הצוות האחרים¹³.

המחקר הנוכחי מבוסס על דיווח עצמי ולכן אי אפשר לשלול השפעה של הטיות דיווח על התוצאות, כגון הטיית ריצוי חברתי והטיית זיכרון. עם זאת, הנתונים הנוגעים לשיעור העברת הנגיף מבוססים על מסד הנתונים הלאומי הכולל את פרטי החקירה האפידמיולוגית ואת תוצאות בדיקות ה-PCR, כך שבהקשר לנתונים אלה השפעת ההטיה האפשרית מינימלית.

במחקר נמצא כי שמונה אנשי צוות התגלו כחיוביים לקורונה לאחר חשיפה במרפאת השיניים. אי אפשר לקבוע סיבתיות בין החשיפה והדבקה מכיוון שאי אפשר לשלול מקורות הדבקה אחרים מחוץ למרפאת השיניים. שיעור ההעברה על פי הדיווחים במחקר היה נמוך בהשוואה לשיעור ההיארעות באוכלוסייה: שיעור חודשי של 0 עד 27 ל-100,000 בקרב צוותי מרפאות השיניים¹⁴ לעומת שיעור של 13 עד 1338 ל-100,000⁸ באוכלוסייה הכללית.

מהממצאים עולה כי היענות גבוהה להנחיות למניעת זיהומים מאפשרת סביבה בטוחה לטיפול לי שיניים אלקטיביים גם במהלך מגפה עולמית.

המחקר מעלה נקודה חשובה הנוגעת לצורך בחיזוק הידע ופיתוח הרגלים חיוביים בנושא בקרת זיהומים בקרב אנשי צוות במרפאות שיניים, וזאת כדי לשמר סביבת עבודה בטוחה הן למטופלים והן לאנשי הצוות הרפואי.

נוסף על כך, חשוב להמשיך ולהעריך סוגי ציוד מיגון אישי, וכן את הסיכון להעברת הנגיף, שעשוי להשתנות עם הופעת וריאנטים חדשים וכניסת תוכניות חיסון שונות.

5. סיכום

המחקר מצא היענות גבוהה בקרב צוותי מרפאות שיניים להנחיות משרד הבריאות בנושא מניעת זיהומים ולשימוש בצידוד מיגון אישי במהלך תקופת המחקר. במחקר נמצאו עדויות מועטות להעברה אפשרית של COVID-19 בעקבות חשיפה במרפאת שיניים, מה שמחזק את ההנחה כי הקפדה על הנחיות למניעת זיהומים מאפשרת המשך מתן טיפולי שיניים אלקטיביים באופן בטוח גם במהלך מגפה עולמית. כמו כן, נמצאו פערים בשימוש בצידוד מיגון אישי בין אנשי הצוות במרפאות השיניים, ונדרשים מאמצים נוספים להגברת היענות להנחיות בקרב כלל בעלי המקצוע.

6. רלוונטיות קלינית

מחקרים מעטים תיארו את היענות אנשי הצוות במרפאות שיניים להנחיות ספציפיות למניעת זיהומים במהלך מגפת COVID-19. הבנה של היענות אנשי הצוות הרפואי להנחיות בשילוב עם הערכת רמת הסיכון להדבקה במרפאות שיניים חשובה לצורך קבלת החלטות מבוססת ראיות ולשמירה על בטיחות המטופל והצוות הרפואי.

מחקר זה אושר על ידי ועדת האתיקה (הלסינקי) של משרד הבריאות הישראלי, מספר אישור MoH-099-2020.



References

1. COVID-19 Public Health Emergency of International Concern (PHEIC) Global research and innovation forum. Accessed September 13, 2021. [https://www.who.int/publications/item/covid-19-public-health-emergency-of-international-concern-\(pheic\)-global-research-and-innovation-forum](https://www.who.int/publications/item/covid-19-public-health-emergency-of-international-concern-(pheic)-global-research-and-innovation-forum)
2. Guidance for Dental Settings CDC. Accessed February 16, 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/dental-settings.html>
3. Symptoms of COVID-19 CDC. 2022. Accessed May 11, <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html> <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>
4. Muller CP. Do asymptomatic carriers of SARS-CoV-2 transmit the virus? *Lancet Reg Health Eur.* 2021;4:100082. doi:10.1016/j.lanepe.2021.100082
5. Statista. Daily increase of coronavirus (COVID-19) cases in Israel from January 22 to April 2, 2020. Accessed April 3, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1106861/israel-daily-increase-of-coronavirus-cases/>
6. Guidelines for gradual return of the health care system to elective activity. Ministry of Health of Israel (In Hebrew). Accessed April 26, 2020 [/https://www.health.gov.il/hozer/mr-122212839720.pdf](https://www.health.gov.il/hozer/mr-122212839720.pdf)
7. Stein-Zamir C, Abramson N, Shoob H, et al. A large COVID-19 outbreak in a high school 10 days after schools' reopening, Israel, may 2020. *Eurosurveillance.* 2020;25(29):2001352. doi:10.2807/1560-7917.ES.2020.25.29.2001352
8. Coronavirus (COVID-19) Testing. Statistics and research. Our World in Data. 2021; Accessed April 4 <https://ourworldindata.org/coronavirus-testing>
9. Bontà G, Campus G, Cagetti MG. COVID-19 pandemic and dental hygienists in Italy: a questionnaire survey. *BMC Health Serv Res.* 2020;20(1):994. doi:10.1186/s12913-020-05842-x
10. Estrich CG, Gurenlian JR, Battrell A, et al. COVID-19 prevalence and related practices among dental hygienists in the United States. *J Dent Hyg.* 2021;95(1):6-16.
11. Prakash G, Shetty P, Thiagarajan S, et al. Compliance and perception about personal protective equipment among health care workers involved in the surgery of COVID-19 negative cancer patients during the pandemic. *J Surg Oncol.* 2020;122(6):1013-1019. doi:10.1002/jso.26151
12. Haridi HK, Al-Amman AS, Al-Mansour MI. Compliance with infection control standard precautions guidelines: a survey among dental healthcare workers in hail region. *Saudi Arabia J Infect Prev.* 2016;17(6):268-276. doi:10.1177/1757177416645344
13. Mahasneh AM, Alakhras M, Khabour OF, Al-Sa'di AG, Al-Mousa DS. Practices of infection control among dental care providers: a cross sectional study. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2020;12:281-289. doi:10.2147/CCIDE.S261171
14. Natapov L, Schwartz D, Herman HD, et al. Risk of SARS-CoV-2 transmission following exposure during dental treatment: a national cohort study. *J Dent.* 2021;113:103791. doi:10.1016/J.JDENT.2021.103791

השימוש בבינה מלאכותית ברפואת שיניים – הזדמנות לצד אתגרים

ד"ר יניב מאייר *

ד"ר ולדיסלב דבוייריס **

* המחלקה לפרידונטיה, בית הספר להתמחויות ברפואת שיניים, בי"ח רמב"ם, חיפה

** Diagnocat, Inc., Miami, FL, USA and Tel Aviv – Yafo, Israel

עיקר הפיתוחים היום בחקר הבינה המלאכותית, מאז שנות ה-80, נסובים סביב הבינה המלאכותית הקלאסית, והן הביאו לשיפור משמעותי ביכולתנו לטפל במגוון רחב של בעיות ותחומי עניין רבים, כולל במגוון תחומי יישום כמו תעשיית הסלולר, תעשיית הרכב, הסחר האלקטרוני, פיננסים ובמערך כות יישום רפואיות. יחד עם זאת, אנו נמצאים בתחילת הדרך והשימוש בבינה המלאכותית עדיין מועט יחסית ומצומצם לתחומים ספציפיים. אף על פי כן, השימוש ביישומים המתבססים על בינה מלאכותית בעולם הבריאות והרפואה, הולך וגדל באופן משמעותי. ברפואת שיניים, השימוש בבינה מלאכותית מדגים פוטנציאל גדול בשיפור הטיפול בחולים, שיפור בקבלת ההחלטות הקליניות וייעול הטיפול. במאמר נסקור את הפוטנציאל של AI ברפואת שיניים, כולל יישומיו בשטח והאתגרים והזדמנויות שהוא מציב בפנינו.

יישומים של AI ברפואת שיניים

כבר כיום אפשר למצוא בשוק מספר מצומצם של תוכנות המתבססות באופן מלא או חלקי על טכנולוגיית הבינה המלאכותית. השימוש בבינה מלאכותית ברפואת שיניים נסוב סביב מספר תחומים:

עיבוד שפה טבעית

עיבוד שפה טבעית (NLP – Natural Language Processing) היא אחת היכולות המתקדמות ביותר המוצעות כיום על-ידי בינה מלאכותית צרה. בתחום הרפואה ורפואת השיניים, משתלבת יכולת זו בתוכנות ניהול תיקי המטופלים. הרופאים המטופלים יכולים להקליד את פרטי המפגש עם המטופל בשפה טבעית, ואילו המערכת יודעת לזהות ולמצות מתוך הטקסט את הטיפולים שבוצעו והמרשמים שניתנו, תוך זיהוי התנגשויות אפשריות והתוודות-נגד המופיעות בתיק המטופל.

בינה מלאכותית (Artificial Intelligence - AI) היא ענף במדעי המחשב, העוסק ביכולת לתכנן מחשבים לפעול באופן המציג יכולות המשתוות להתנהגותה של הבינה האנושית. המטרה בפיתוחה של בינה מלאכותית היא ליצור מכונות ומערכות שיכולות ללמוד, לנתח, להבין ולהשתמש במידע כך שיוכלו לבצע פעולות חכמות ומתקדמות ללא התערבות של בני אדם.

המבחן המקובל ביותר לבינה מלאכותית הוטבע בשנת 1950 על ידי חוקר בשם אלן טיורינג, וידוע בשם "מבחן טיורינג". על פי המבחן, מכונה תחשב לתבונית, אם יינתן לאדם היושב בחדר סגור, לנהל שיחה באמצעות ממשק מחשב עם שתי ישויות שנמצאות בחדר השני, כאשר אחת מהן תהיה מכונה והשנייה אנושית, והמשוחח לא יוכל לזהות מי משתי הישויות היא מכונה או אדם.

אפשר לסווג בינה מלאכותית לשתי קטגוריות לפי דרגתה ולפי ביצועיה:

בינה מלאכותית כללית (AGI):

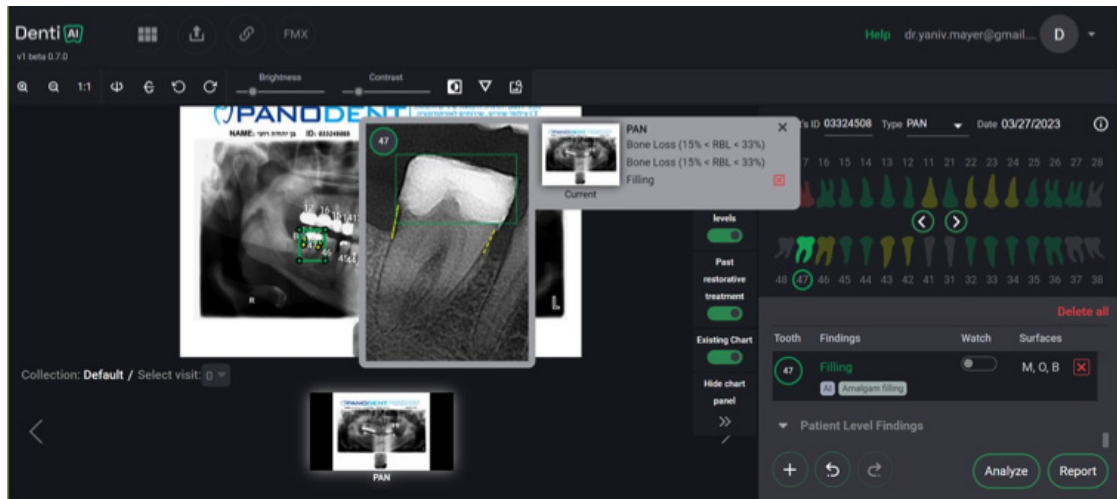
מערכת המחקר פעילות שכלית וחיבה, באופן כללי: פתרון בעיות כלליות, וכדומה. יש הטוענים שמנוע ChatGPT, המסוגל לענות על שאלות מתחומים שונים הוא דוגמה ראשונה לבינה מלאכותית כללית, אך ככל הנראה הדבר אינו נכון ויש עוד דרך ארוכה עד שנגיע לעידן ה-AGI.

בינה מלאכותית צרה/קלאסית:

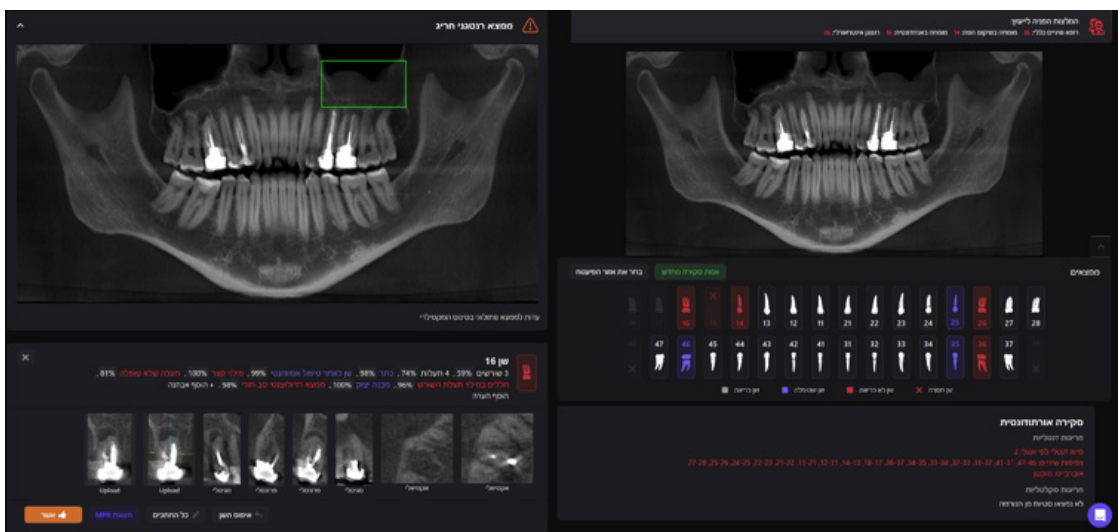
מערכת המיועדת לבצע פעילות נבונה בתחום יישום מוגדר: משחק שחמט, ניווט, גילוי הוכחות בגאומטריה וכדומה.

בדיוק רב יותר, באמצעותו אפשר לאבחן ולתכנן טיפול מוקדם ומדויק יותר שיכול לשרר משמעותית את תוצאות המטופל (תמונה מס' 2,1). ניתוח תמונה המופעל על ידי AI יכול גם לסייע בזיהוי נגעים בחלל הפה כדוגמת ממאירות⁶.

ניתוח תמונה ונפחים תלת-ממדיים
ניתוח תמונות והדמיות כגון צילומי רנטגן וסריקות CT, בהן ניתן להשתמש כדי לאבחן רכיבים אנטומיים כדוגמת שיניים, סינוסים, כלי דם, עצבים ומתאר העצם⁵. בעזרת AI, אפשר לבצע ניתוח מהיר של התמונות



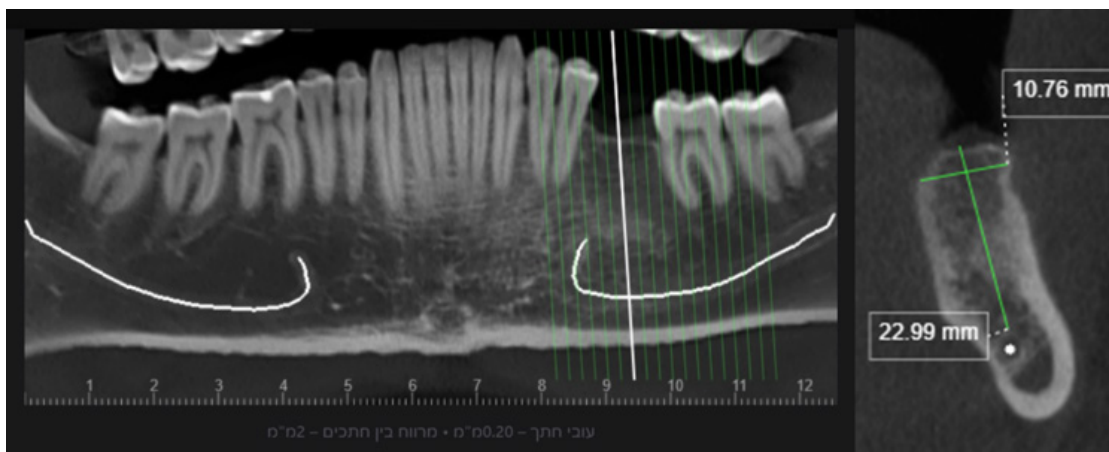
תמונה 1: אבחון רדיולוגי לפי צילום פנורמי (רישום שיניים ושתלים, שחזורים, גובה העצם האלבאולרית וכו') באמצעות תוכנת בינה מלאכותית (DentiAI, קנדה)



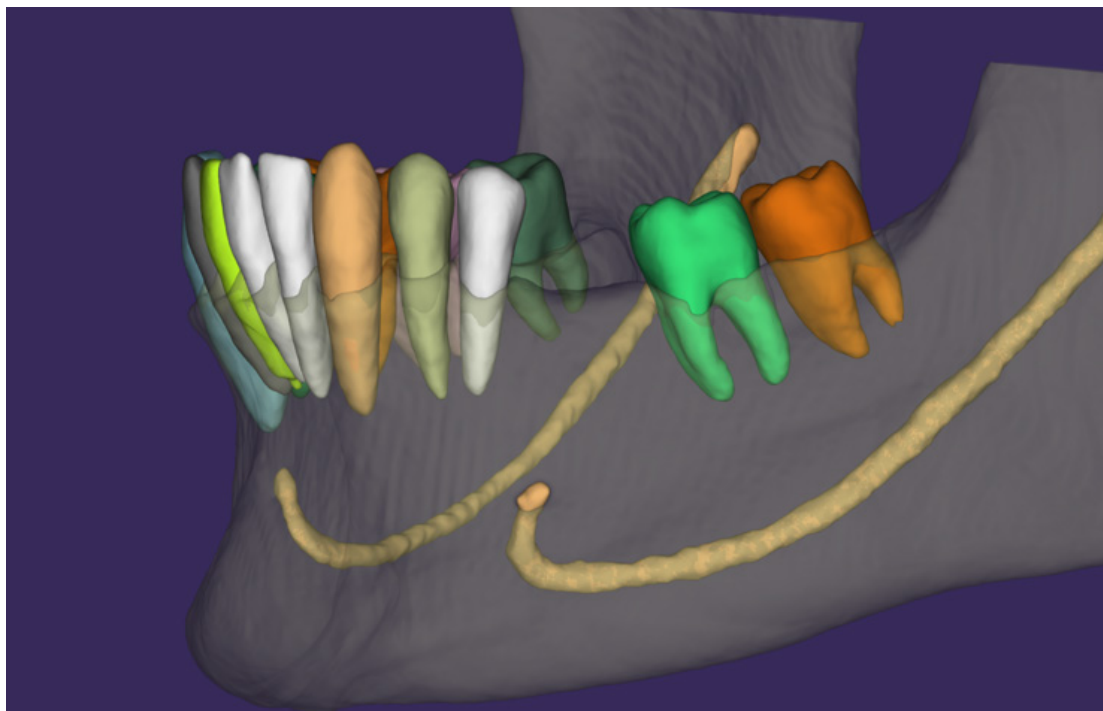
תמונה 2: אבחון רדיולוגי לפי הדמיית CBCT (רישום שיניים עם קידוד לפי מצב בריאות, אבחנות ברמת השן וזיהוי ממצא פתולוגי בסינוס המקסילרי), בתוספת סקירה אורתודונטית והמלצות הפניה ליעוץ, באמצעות תוכנת בינה מלאכותית (Diagnocat, ארה"ב). כאן כדאי לציין יתרון נוסף של הבינה המלאכותית – היכולת לנתח במהירות וביעילות גם נפחים תלת-ממדיים. בהדמיות תלת-ממדיות דוגמת CBCT אנו נעזרים בחתכים בשלושה מישורים (אקסיאלי, סגיטלי וקורונלי) כדי לבחון ולפענח את ההדמיה, אך העמדה לא נכונה של מישור החיתוך עשויה להסתיר מאיתנו ממצאים חשובים. הבינה המלאכותית עוברת על כלל נפח ההדמיה, כך שהאבחנה מתבצעת בתוך המרחב התלת-ממדי ולא על בסיס החתכים המוצגים לאחר-מכן לרופא.

דנטליות (תמונה 3); או סגמנטציה - הפיכת הנפח התלת-ממדי של ה-CBCT למודל דיגיטלי (תמונה 4) כדי לאפשר תכנון סדים כירורגיים להשתלות או תנועות אורתודונטיות.

נוסף על כך, כלי ניתוח התמונה שאומנו על-ידי בינה מלאכותית יכולים לסייע לרופא השיניים או לטכנאי לבצע משימות הדורשות מיומנות טכנית וזמן - לדוגמה, מדידות של גובה ורוחב רכס העצם האלביאולרית לצורך ביצוע השתלות

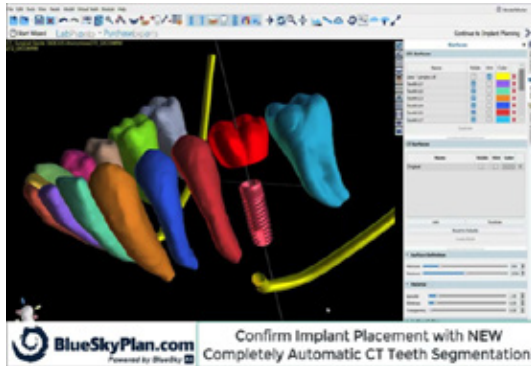


תמונה 3: מדידת רכס העצם האלביאולרית שבוצעה על ידי בינה מלאכותית (Diagnocat, ארה"ב). מערכת הבינה המלאכותית מזהה ומסמנת את המבנה התלת-ממדי של תעלת העצב האלביאולרי התחתון, מבצעת חתך פנורמי וחתכי רוחב של העצם האלביאולרית, ומבצעת את המדידה



תמונה 4: אפשר לראות כאן סגמנטציה של הלסת התחתונה של המטופל מן התמונה הקודמת. הבינה המלאכותית (Diagnocat, ארה"ב) יצרה מודלים דיגיטליים של הלסת, כל אחת מן השיניים ותעלות ה- IAN.

וכמו כן, כבר כיום ישנן חברות המציגות כלי AI לתכנון של מיקום השתלים הדנטליים (תמונה 5).



תמונה 5: כלי AI לתכנון אוטומטי של מיקום השתל (BlueSkyBio, ארה"ב)

אנליטיקה חזויה

אפשר להשתמש בבינה מלאכותית כדי לנתח נתוני חולים ולזהות דפוסים ומגמות שיכולים לעזור לחזות את הסבירות להתפתחויות של מצבים מסוימים של בריאות הפה. לדוגמה, בינה מלאכותית יכולה לנתח נתוני מטופלים כדי לחזות את הסיכון לפתח עששת, שחיקה או מחלת חניכיים, מה שמאפשר לרופאים לפתח אמצעי מניעה יעילים יותר כדי להפחית את הסבירות להתפתחות מצבים אלה^{8,7}. (תמונות מס' 6,7)



תמונה 6,7: סריקה ודגימה של מקטע חניכיים ואבחון חומרת הדלקת בהתאם לצבע החניכיים.

תכנון טיפול ובינה עסקית (BI) למרפאות
 בינה מלאכותית יכולה גם לסייע בתכנון הטיפול על ידי התחשבות בגורמים שונים כגון היסטוריה רפואית של המטופל, מצב בריאות הפה הנוכחי ומטרות הטיפול. על ידי ניתוח נתונים אלה, AI יכול לעזור לקלינאים לפתח תוכניות טיפול מותאמות אישית המותאמות לצרכים הייחודיים של כל מטופל.

בנוסף לזיהוי אבחנות והתאמת טיפולים, כלי בינה מלאכותית עתידיים יאפשרו אימון פרטני המתאים לצרכיה של כל מרפאה. כך, לדוגמה, תוכל הבינה המלאכותית שתותקן במרפאתו של רופא מסוים ללמוד באילו מצבים ימליץ אותו רופא על שחזור; באילו על מילואה (onlay); ובאילו יבקש לבצע כתר – כך שהיכולת שלה להציע תוכנית טיפול המתאימה למזג הקליני של הרופא תשתפר עם הזמן.

השימוש בטכנולוגיה מתקדמת זו יכול להוביל לתוצאות טובות יותר, שימוש יעיל יותר במשא"בים ועלויות נמוכות יותר עבור המטופלים. כבר כיום, יכולים כלי הבינה המלאכותית לשמש גם כבינה עסקית (BI) בעבור מרפאות, כאשר הם מאפשרים לנתח בצורה קלה את כמויות האבחנות השונות המתקבלות במרפאה, ובכך לתכנן משמרות עתידיות של רופאים וצריכת חומרים דנטליים.

תכנון שיקומי, כירורגי ואורתודונטי

באמצעות כלים הזמינים כבר היום, הרופא וטכנאי השיניים יכולים להיעזר בבינה המלאכותית על-מנת לתכנן את הטיפול. לדוגמה, באורתודונטיה, אפשר כבר היום לבצע באמצעות ה-AI מדידות צפלוטריות על בסיס הנפח התלת-ממדי; ואף להשתמש במודלים הדיגיטליים לתכנון תנועות אורתודונטיות וליצירת מכשור אורתודונטי מותאם אישית.

המודלים הדיגיטליים המיוצרים על ידי הבינה המלאכותית מאפשרים גם תכנון יעיל יותר של סדים כירורגיים נתמכי עצם לצורך השתלות שיניים, תוך חיסכון זמן רב לטכנאי המתכנן.

למעשה, רק בשנים האחרונות גופי הרגולציה המובילים בעולם (כגון ה-FDA האמריקני) נותנים את הדעת לשימוש ב-AI כמכשיר רפואי, כך שהחברות המצויות כיום בשוק נהנות מיתרון – הן קובעות את הסטנדרטים לפיהם ייאלצו לנהוג השחקנים החדשים שייכנסו לשוק בהמשך.

אֶתִיקָה

השימוש בבינה מלאכותית ברפואת שיניים מעורר חששות אתיים, במיוחד בכל הנוגע לאוטונומיה של המטופל ולהסכמה מדעת. על הרופאים להבטיח שהמטופלים ידעו באשר לאופן מלא לגבי אופן השימוש בנתונים ותמיד קיימת הזכות לבטל את הסכמתם אם יבחרו. בנוסף, על הרופאים להבטיח שהחלטות מבוססות בינה מלאכותית יהיו שקופות וניתנות להסבר. מערכות בינה מלאכותית מסוימות אף מציגות לרופא את אחוז הסבירות של אבחנה תיח, דבר המקל על שיקול הדעת (תמונה 8)

חשש נוסף עולה מכך שרופאי השיניים עשויים להתרגל לקלות ולמהירות של קבלת אבחנות ותוכניות טיפול באמצעות כלי AI, עד כדי כך שיפסיקו לבדוק את ההדמיות בעצמם. חשוב להדגיש שבעוד ה-AI מהווה כלי עזר חשוב ומשמעותי שיכול לחסוך זמן רב ולגלות מידע – האחריות לאבחנה עדיין מוטלת על הרופא.

ניטור מטופלים מרחוק

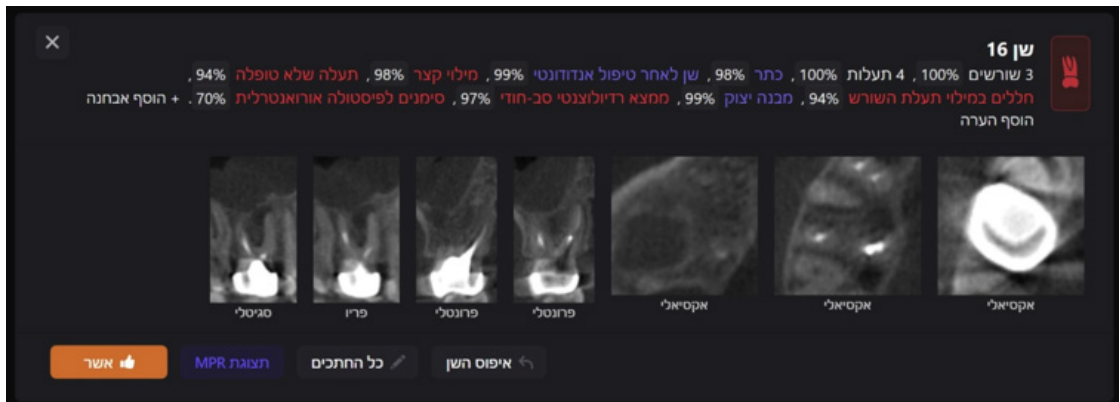
אפשר להשתמש בבינה מלאכותית גם לניטור מטופלים מרחוק, מה שמאפשר לרופאים לפקח על מצב בריאות הפה של מטופלים בזמן אמת. זה יכול להיות שימושי במיוחד עבור חולים עם הסובלים ממחלות כרוניות ממושכות כגון מחלת חניכיים או עבור חולים העוברים טיפול אורתודונטי. על ידי ניטור מטופלים מרחוק, רופאים יכולים לזהות בעיות פוטנציאליות בשלב מוקדם ולפתח אמצעי מניעה או גישה טיפולית מהירה ובכך להפחית את הסבירות להיווצרות סיבוכים.

אתגרים והזדמנויות

בעוד שהיתרונות הפוטנציאליים של AI ברפואת שיניים הם משמעותיים, ישנם גם מספר אתגרים שיש להביא בחשבון כשעובדים עם טכנולוגיית הבינה המלאכותית:

פרטיות נתונים ואבטחה

השימוש בבינה מלאכותית ברפואת שיניים מצריך איסוף וניתוח של כמויות גדולות של נתוני מטופלים. מידע זה מאוחסן לרוב ב"ענן" – בשרתים מרוחקים המצויים לעיתים קרובות במדינה אחרת. המידע חייב להיות מאוחסן בצורה מאובטחת ומוגן מפני גישה בלתי מורשית או שימוש לרעה. במדינות רבות קיימים תקנים לאחסון מידע רפואי (למשל, תקן HIPAA האמריקני), וחשוב לוודא שהשרת המאחסן עומד בתקנים אלה.



תמונה 8: מערכת בינה מלאכותית מציגה אבחנות שונות ברמת השן, בצירוף אחוז הסבירות של כל אבחנה. בנוסף, המערכת (Diagnocat, ארה"ב) מבצעת ומציגה גם חתכים התומכים באבחנות השונות שהתגלו.

חינוך והדרכה

השימוש בבנייה מלאכותית ברפואת שיניים דורש חינוך והכשרה מיוחדים. יש להכשיר רופאים כבר בבתי הספר לרפואת שיניים כיצד להשתמש בכלי בינה מלאכותית ביעילות וכיצד לפרש את הנתונים המיוצרים על ידי הכלים הללו בצורה מדויקת. נוסף על כך, יש לחנך את המטופלים לגבי השימוש בבנייה מלאכותית ברפואת שיניים ומה המשמעות של הטיפול בהם.

לכלי בינה מלאכותית יש ערך חינוכי רב בהכשרת רופאי שיניים צעירים. הכלים הקיימים כיום יכולים לשמש כעזר לימודי ברדילוגיה דנטלית, כאשר הסטודנט לרפואת שיניים יוכל לראות את הממצאים שזיהה ואת אלה שפספס; ואף לערער על קביעותיה של הבינה המלאכותית. כלי AI אחרים, הבוחנים סריקות אינטראורליות והכנות של שיניים טבעיות (למשל כלים של Dentsply-Sirona, Pearl או Glidewell, שלושתן מארה"ב) יכולים לזהות פגמים בהכנת שיניים לכתרים ולסייע בהדרכה להשחזות נכונות, זיהוי וסימון קווי סיום, ועוד.

הטיה

אחת הבעיות הגדולות ביותר בטכנולוגיית AI היא הפוטנציאל להטיה וטעות נגררת. מערכות בינה מלאכותית עלולות להיות מוטות עקב למידה של נתונים המכילים הטיה. חברות ה-AI הדנטליות משקיעות מאמצים רבים במיפוי (אנוטציה) של המידע המשמש ללימוד המכונה, מאחר שמערכת הבינה המלאכותית תלמד ותשכפל את ההטיה הללו ותוביל לתוצאות שגויות ואי אפשר לרוב, לגלגל מודלים של בינה מלאכותית צעד או שניים לאחור.

למעשה, במקרים רבים בהם מתגלה הטיה או שגיאה החוזרת על עצמה, אין ברירה אלא להתחיל לאמן את המודל שוב מנקודת ההתחלה.

אחריות

מורכבות הטכנולוגיה עלולה להקשות על קבלת אחריות כשמהו משתבש במקרים אלה יכולות להתעורר סוגיות משפטיות וביטוחיות בנוגע לגבולות האחריות של המטפל כאשר מערכת מבוססת בינה מלאכוֹ תית טועה או גורמת לנזק. הדבר יכולה להקשות על חלוקת אחריות או פיצויים לנפגעים. כיום, במדינות העולם בהן קיימת רגולציה כלשהי לתחום ה-AI ברפואה וברפואת שיניים, מערכות ה-AI עדיין לא נחשבות כעצמאיות, ולכן האחריות לנזקים ולטעויות תוטל בסופו של דבר על המטפל.

סיכום:

למרות האתגרים הללו, ההזדמנויות שמציגה בינה מלאכותית ברפואת שיניים הן משמעותיות ומרחיקות לכת. ל-AI יש פוטנציאל לשפר את איכות הטיפול בחולים, להגביר את היעילות ולהפחית עלויות. על ידי ניצול הכוח של AI, קלינאים יכולים לפתח תוכניות טיפול מותאמות אישית המותאמות לצרכיו הייחודיים של כל מטופל תוך ניצול יעיל יותר של משאבים. טכנולוגיית הבינה המלאכוֹ תית (AI) עברה דרך ארוכה בשנים האחרונות, והיישומים הפוטנציאליים שלה כמעט בלתי מוגבלים. עם זאת, עם כוח רב באה גם אחריות גדולה, ואיתה כמה בעיות הקשורות לשימוש בטכנולוגיית זו שעל המדע למצוא דרכים לטפל בהן.



References

1. Ezhov, M., Gusarev, M., Golitsyna, M., Yates, J.M., Kushnerev, E., Tamimi, D., Aksoy, S., Shumilov, E., Sanders, A. and Orhan, K., 2021. Clinically applicable artificial intelligence system for dental diagnosis with CBCT. *Scientific reports*, 11(1), p.15006.
2. Zadrożny, Ł., Regulski, P., Brus-Sawczuk, K., Czajkowska, M., Parkanyi, L., Ganz, S. and Mijiritsky, E., 2022. Artificial intelligence application in assessment of panoramic radiographs. *Diagnostics*, 12(1), p.224.
3. Orhan, K., Bayrakdar, I.S., Ezhov, M., Kravtsov, A. and Özyürek, T.A.H.A., 2020. Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *International endodontic journal*, 53(5), pp.680-689.
4. Zakirov, A., Ezhov, M., Gusarev, M., Alexandrovsky, V. and Shumilov, E., 2018. End-to-end dental pathology detection in 3D cone-beam computed tomography images.
5. Yang, S., Li, A., Li, P., Yun, Z., Lin, G., Cheng, J., Xu, S., & Qiu, B. (2023). Automatic segmentation of inferior alveolar canal with ambiguity classification in panoramic images using deep learning. *Heliyon*, 9(2), e13694.
6. Birur N, P., Song, B., Sunny, S. P., G, K., Mendonca, P., Mukhia, N., Li, S., Patrick, S., G, S., A R, S., Imchen, T., Leivon, S. T., Kolar, T., Shetty, V., R, V. B., Vaibhavi, D., Rajeev, S., Pednekar, S., Banik, A. D., Ramesh, R. M., ... Kuriakose, M. A. (2022). Field validation of deep learning based Point-of-Care device for early detection of oral malignant and potentially malignant disorders. *Scientific reports*, 12(1), 14283.
7. Mayer, Y., Ginesin, O., & Machtei, E. E. (2017). Photometric CIELAB Analysis of the Gingiva: A Novel Approach to Assess Response to Periodontal Therapy. *Journal of periodontology*, 88(9), 854-859.
8. Ginesin, O., Zigdon-Giladi, H., Gabay, E., Machtei, E. E., Mijiritsky, E., & Mayer, Y. (2022). Digital photometric analysis of gingival response to periodontal treatment. *Journal of dentistry*, 127, 104331.
9. Batra, P., Tagra, H., & Katyal, S. (2022). Artificial Intelligence in Teledentistry. *Discoveries (Craiova, Romania)*, 10(3), 153.
10. Rokhshad, R., Keyhan, S. O., & Yousefi, P. (2023). Artificial intelligence applications and ethical challenges in oral and maxillo-facial cosmetic surgery: a narrative review. *Maxillofacial plastic and reconstructive surgery*, 45(1), 14.



גישה חדשה בטיפול בעששת עמוקה ומוך חשוף: הקמפיין העולמי של האיגוד האירופי לאנדודונטיה

תקציר

באופן מסורתי הטיפול בעששת כלל סילוק מלא של כל הנגע העששתי. במקרה של פריצה עששיתית למוך, ההנחיה הייתה לבצע טיפול שורש. במקרים מסוימים א-סימפטומטיים, אפשר לטפל בעששת ללא סילוק מלא של כל אוכלוסיית החיידקים בנגע, גם במקרים של פריצה עששיתית למוך.

השימוש בחומרים ושיטות חדישות העלה את סיכויי ההצלחה של טיפולים שמרניים כגון: כיפוי מוך ישיר ופולפוטומי חלקי או מלא.

שימור של חיות מוך השן היא הבסיס של רפואת השיניים ומשמר את יכולת ההתפתחות, ההגנה והתגובה הפרופרייזצפטיבית של המוך. טיפול מוך ויטלי (Vital pulp therapy – VPT) פשוט וקל יותר לביצוע מטיפול שורש מלא. יש הטוענים כי חינוך לטיפול שיניים שמרני ימנע טיפולי יתר, יאפשר שימור של חומר שן ויגדיל את העלות תועלת של הטיפול.

מטרת הסקירה הזו היא לסכם נקודות מבט עדכניות על התגובה הביולוגית לעששת עמוקה כמו גם על האבחון, קלסיפיקציה וטיפול בעששת עמוקה וחשיפת מוך עששיתית.

המאמר הוא חלק מהקמפיין של האיגוד האירופי פאי לאנדודונטיה לפרטים נוספים נא להיכנס לאתר בכתובת:

The ESE has initiated an awareness campaign on vital pulp treatments that is aligned with this paper. For further information see:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.13080>

הקדמה

עששת היא אחת המחלות הנפוצות ביותר בעולם המשפיעה בעיקר על אוכלוסיות מוחלשות. כ-5% מכלל ההוצאה על בריאות מופנית להתמודדות עם מחלת העששת.

עששת היא מחלה חיידקית. במקומות שבהם ישנה הצטברות של תוצרי מזון, הסיכון לעששת עולה כתוצאה מהפרשה של תוצרי פירוק חומציים על ידי חיידקי העששת¹. החומציות גורמת להמסה של האמייל ולתגובה הגנתית של הגוף בדמות הגדלת הדנטין האינטרטובולרי ולדלקת במוך. אם לא נעצור את התהליך, הדנטין יזדהם, הדמינרליזציה תימשך ובסופו של דבר ייווצר תהליך עששתי עמוק בשן². מחקר עדכני של Innes מ-2016 תומך בגישה שסילוק מלא של כל הדנטין הרך תוך השארה של שכבה דקה ביותר של דנטין קשה לא הכרחית ואף לא מומלצת³. כדי להקל על ההתמודדות עם עששת עמוקה הוצע לחלק את הנגעים הנרחבים לעששת עמוקה ולעששת עמוקה ביותר, כשעששת עמוקה היא זאת החודרת לתוך השליש הפנימי ביותר אך עדיין ישנה מחיצה של דנטין בין העששת למוך השן של הדנטין בעוד עששת עמוקה ביותר חודרת לכל אורך הדנטין ומגיעה, רנטגנית, עד למוך (תמונות 2,1)⁴. בבואנו לשקול כיצד לטפל בשן העששיתית יש לשקלל את הפקטורים הרנטגניים והתסמינים שאותם מציג המטופל⁵. כיום ישנו מחסור במחקר המדגיש את החשיבות של גורמים ספציפיים כמנבאים את ההצלחה של סוגי הטיפול השונים.

ד"ר דניאל מורינוס *

ד"ר רוני דקר **,**

ד"ר דקל ויסבלך **

ד"ר עומרי נברסקי *

פרופ' שאול לין **,**

* המחלקה לאנדודונטיה, מרכז רפואי הגליל, נהריה.

** המחלקה לאנדודונטיה בית הספר להתמחויות ברפואת שיניים, מרכז רפואי רמב"ם.

*** הפקולטה לרפואה ע"ש ברוך ורות רפפורט טכניון, חיפה.

אטיולוגיה של העששת

במצב של בריאות תקינה, הפלורה האורלית מכילה זנים רבים של חיידקים. מקובל לחשוב שעששת נוצרת עקב פגיע באיזון בתוך הביופילם האורלי בשל נוכחות מוגברת של חיידקים הניזונים מסוכרים ומייצרים סביבה חומצית^{18,19}. נגעים עששתיים מכילים חיידקים שונים כשהנ פוצים בהם הם *Streptococcus mutans* & *Lactobacilli* (20,21) חיידקים אלו מכילים מספר תכונות החיוניות להתפתחות העששת כגון היכולת לעבד סוכרים ביעילות, היכולת להמשיך ולעבד את הסוכרים בסביבה חומצית ביותר ולייצר רב-סוכרים חוץ תאיים²².

היסתופטולוגיה של העששת בתוך הדנטין
האמייל של השן הוא מבנה מוצק מיקרופורוטי המאפשר חדירה של תוצרי לואי חיידקים ועל כן הקומפלקס דנטין מוך יכול להגיב לתוצרים אלה גם לפני חדירה של החיידקים עצמם לתוך הדנטין^{23,24}. היות שהתגובה של הדנטין והמוך קשורות ותלויות זאת בזאת, אנו נתייחס לקומפלקס לקס דנטין מוך כיחידה אחת. שלוחות האודוני-טובלסטים חודרות לתוך הדנטין המלא לכל אורכו בנוזל. התגובה הראשונית של המוך לעששת נוצרת כשחומצה, חלקי דופן התא כגון LPS ותוצרים מטבוליים חודרים לכיוון המוך כנגד כיוון הזרימה הטבעית של הנוזל הדנטינלי²⁵.

התגובה הראשונית של המוך לגירוי תהיה יצירה של דנטין שלישוני²⁶. אזור הדמינרליזציה ציה מאופיין בגל של חומציות המתקדם לפני הנגע העששתי. כל עוד אין חשיפה קלינית של הדנטין אזור הדמינרליזציה הוא נטול חיידקים²⁷. החלק החיצוני ביותר של הדנטין החשוף מתפרק עקב חשיפה לחומצה ואנזימים פרוטאוליטיים המופרשים מהחיידקים (אזור ההרס תמונה 3). קלינית קשה מאוד להבדיל בין השכבות השונות, ובפרט בלתי אפשרי להבדיל בין דנטין מזוהם (Infected) לדנטין פגום (Affected) היות ששתי שכבות אלה עברו דמינרליזציה ושינוי צבע.

על פי מחקרים במודלים של חיות אנו רואים שתוצרי לואי של חיידקים מסוגלים לחדור לעומק הדנטין ולגרום לתגובה במוך הרבה לפני החדירה של החיידקים עצמם⁶. התגובה החיסודית תגדל ככל שהגירוי החיידקי יגבר ותוביל לדלקת חריפה, נמק, אבצס עד לאובדן של השן. עם זאת, סביר שהיווצרות של דנטין סקלרוטי מול נגע עששתי יוביל לכך שהחדירות של הדנטין באזור זה תקטן. בנוסף אנו יודעים כי למוך השן יש יכולת טבעית לרפא את עצמו אם מסלקים את הגורם המגרה ומשקמים את השן בצורה טובה.

באופן מסורתי הטיפול בעששת כלל סילוק מלא של כל הנגע העששתי ובמקרה של פריצה למוך ביצוע טיפול שורש⁷. התפקיד החשוב של תוצרי מזון להתפתחות והתקדמות העששת נותן לנו הזדמנות לנהל את המחלה על ידי שינוי באספקת המזון לחיידקים בעומק העששת. שינוי בגדילת הביופילם וניתוק של החיידקים בתוך הנגע העששתי מאספקת המזון יכול לעצור את התפתחות העששת. על כן, במקרים מסוימים אסימפטומטיים, אפשר לטפל בעששת ללא סילוק מלא של כל אוכלוסיית החיידקים בנגע^{8,9}. גם במקרים של פריצה עששית למוך, השימוש בחומרים ושיטות חדישות, מעלה את סיכויי ההצלחה של טיפולים שמרניים כגון כיפוי מוך ישיר¹⁰ ופולפורטומי חלקי¹¹ או מלא¹².

שימור של חיות מוך השן היא הבסיס של רפואת השיניים והוא זה המשמר את יכולת ההתפתחות, ההגנה והתגובה הפרופריוצפטיבית של המוך¹³⁻¹⁵. טיפול מוך ויטלי (Vital Pulp Therapy – VPT) הוא פשוט וקל יותר לביצוע מטיפול שורש מלא¹⁶. יש הטוענים כי חינוך לטיפול שיניים שמרני ימנע טיפולי יתר, יאפשר שימור של חומר שן ויגדיל את עלות-תועלת הטיפול¹⁷. מטרת הסקירה הזו היא לסכם נקודות מבט עדכניות הנוגעות לתגובה הביולוגית לעששת עמוקה כמו גם על לאבחון, קלסיפיקציה ולטיפול בעששת עמוקה וחשיפת מוך עששתי.

מהי התגובה ההגנתית של המוך לעששת?

קומפלקס הדנטין מוך מגיב לגירוי בשילוב של דלקת וקידום של הסתיידות. האיזון בין דלקת מוך הפיכה ללא הפיכה הוא קריטי לשימור חיות המוך²⁸. מתחת לאזור הגירוי ייווצר דנטין שלישוני יחד עם תגובת דלקת^{29,15}. ישנם שני סוגים של דנטין שלישוני שיוצרו בהתאם לעוצמת הגירוי. דנטין תגובתי (Reactionary dentin) יונח על ידי האודונטובלסטים הקיימים כתגובה לגירוי בינוני בעוד שגירוי עוצמתי יותר יוביל למוות של אודונטובלסטים ולתהליך מורכב שבסופו יוביל לגיוס ולהתמיינות של תאי גזע מהמוך ליצירה של דנטין ריפוי (Reparative dentin).²⁹ אומנם שני התהליכים מופרדים לצרכים דידקטיים אך לרוב יתרחשו במקביל באזורים שונים של הנגע העששתי³⁰.

אם ישנה פריצה של המוך ייווצר גשר מסויד שאינו מורכב מדנטין טובולרי³¹ אך יגן על המוך מפגיע נוספת^{32,33}. את תוצאות טיפול כיפוי המוך אפשר לבחון קלינית ורנטגנית בלבד^{34,35}.

תפקיד הדנטין בריפוי

ככל שהנגע העששתי מתקדם הוא יגרום לדמינרליזציה של הדנטין ושחרור של Dentin matrix components (DMC)³⁶. חלבונים אלו ינדדו במורד הטובולי הדנטינלי ויעודדו יצירה של דנטין שלישוני ויפעילו שרשרת של פעולות החיוניות לריפוי³⁷⁻³⁹. מחקרים הראו כי שטיפות שונות המכילות (EDTA)^{40,41} Ethylenediaminetetraacetic acid, קלציום סיליקט⁴², מימת הסידן⁴⁰, רזינים דנטליים⁴³ ועוד היכולים לעודד את התגובה הרגנרטיבית. אסטרטגיות שטיפה המכילים חומרים אלה ושפעול אולטרסוני⁴⁴ מכוונים לעידוד תגובה ביולוגית ולא⁴¹ חיסוי של התעלה. לסודיום היפוכלורית יש השפעה שלילית על הישרדות תאי גזע ועל כן בטיפולים של רוסקולריזציה ישנה המלצה על שטיפה אחרונה עם (EDTA)⁴⁵.

תפקיד המוך בריפוי

עם הגעת גירוי ממקור חיידקי למוך ישנה תגובה תאית של ביטוי גנים והפרשת חלבונים המעודדים תגובה תאית הגנתית כגון נדידת תאים, התרבות והתמיינות⁴⁶. כיום אין הסכמה לגבי סוג התא העיקרי האחראי להנחת דנטין רפרטיבי, אך ידוע כי בתהליך משתתפים אודוניטובלסטים, פיברובלסטים ותאי גזע המגיעים מתוך המוך ומחוצה לו^{47,48}.

עששת ואבחנת מוך

הדנטין והמוך הם חלק מאותו קומפלקס⁴⁹. עם זאת, לצורכי אבחנה, יש להבדיל בין רקמה קשה (עששת) ובין רקמה רכה (דלקת מוך).

עששת היא מחלה נפוצה מאוד אך פעמים רבות ישנו קושי רב, אפילו לרופאים מנוסים ביותר, לאבחן את השלב המדויק של המחלה. כדי לגבש את תוכנית הטיפול המיטבית למטופל, ישתמש הרופא בקלים שונים כגון היסטוריה רפואית, תלונות המתרפא, בדיקות קליניות ורנטגניות. אבחון של עששת עמוקה בעזרת בדיקה קלינית ורנטגנית היא פעולה יחסית פשוטה⁵⁰. קביעה של ההשפעה של אותה עששת על המוך וסיכויי הריפוי שלו, כדי לקבוע פרוגנוזה, הן משימות קשות הרבה יותר.

צילום נשך משמש להערכה של עומק והיקף העששת. צילום זה נותן הערכה בלבד של רמת המינרלים ברקמה הקשה, ואולם הערכה זאת מוגבלת מכיוון שאינה יכולה לתת תמונה של פעילות הנגע ומצב המוך.

בלתי אפשרי לקבוע את רמת הפעילות של נגע עששתי בצורה אובייקטיבית ועל כן נעשה שימוש בשיקול דעת קליני ובמדדים סובייקטיביים. נגע עששתי פעיל יהיה לרוב בצבע צהוב בהיר, מרקם פני השטח יהיה לח ואפשר יהיה לחדור אליו בקלות עם פרוב. ככל שהנגע העששתי פעיל פחות הוא יהיה כהה יותר, בעל מרקם יבש וקשה לחדירה עם פרוב⁸.

יתרה מזאת, האם כאשר פריצת מוך עששתית, יכולים טיפולים שמרניים כגון פולפוטומי חלקי או מלא לספק תוצאה פרדיקטבילית, או שמא יש צורך בטיפול אגרסיבי ואף בטיפול שורש מלא.

מחקרים מראים כי קיים שוני רב בקבלת החלטות לגבי טיפול קליני בעששת עמוקה בין רופאי שיניים שונים. השוני עלול לנבוע מחוסר בראיות קליניות מספקות לגבי הטיפול המועדף בעששת עמוקה^{60,59}. ייתכן ורופאים מסוימים יעדיפו טיפול שורש מלא על פני VPT כיוון שזה הטיפול הפרדיקטבילי יותר בידיים שלהם. בעוד שטיפול שורש יכשל תוך שנה שנתיים VPT עלול להיכשל כבר אחרי חודשים בודדים כתוצאה מכאב חמור⁶¹. יש צורך עז לפתח כלים אבחנתיים שיאפשרו לקבוע את מצב דלקת המוך ולפתח פרוטוקולים טיפוליים ברורים.

עומק הנגע העששתי ודלקת מוך

קשה לקבוע קשר בין מצב הדלקת, הפיכה או בלתי הפיכה, למצב ההיסטולוגי של המוך^{53,52}. עם זאת האם משתמשים רופאי השיניים בנתונים הקליניים והרנטגניים בצורה אופטימלית?

עומק הנגע העששתי- עמוק ועמוק ביותר

נגע עמוק יוגדר ככזה החודר רנטגנית עד לרבע הפנימי ביותר של הדנטין עם קיום של מחסום מסויד, מוגדר היטב, המפריד בין הנגע העששתי לבין המוך (תמונה 1). מאידך, נגע עמוק ביותר, יוגדר ככזה החודר לכל עוביו של הדנטין עד למוך ללא אזור של גשר דנטין מסויד (תמונה 2).



תמונה 1: נגע החודר רנטגנית עד לרבע העמוק ביותר של הדנטין עם קיום של מחסום מסויד, מוגדר היטב, המפריד בין הנגע העששתי לבין המוך.

ככל שנגע עששתי מתקדם, חיידיקים גרם שליליים מפרישים ל-LPS העוברים בדיפוזיה לאורך טובולי הדנטין לכיוון המוך. ל LPS יש נטייה להתקדם מהר יותר לאורך הטובולי מהחיידיקים עצמם. ככל שרמת ה-LPS תהיה גבוהה יותר, כך תגובת המוך תהיה חמורה יותר⁵¹.

זה כמה עשורים מקובל לחשוב כי אין כמעט קורלציה בין האבחנה הקלינית לבין המצב ההיסטולוגי של המוך⁵²⁻⁵⁴. מאמר אחד של Ricucci מ-2014 סותר עמדה זו. במאמר זה בוצעה אבחנה קלינית לפני עקירה של שן ומיד לאחר העקירה בוצעה בדיקה היסטולוגית למוך. רק ב-2 מתוך 59 שיניים שאובחנו עם מוך תקין או דלקת הפיכה אובחנה דלקת בלתי הפיכה הסטולוגית. כמו כן ב-5 מתוך 32 שיניים שאובחנו עם דלקת בלתי הפיכה נמצאו עם דלקת הפיכה הסטולוגית⁵⁵.

האבחנה המקובלת היום של דלקת מוך הפיכה או דלקת מוך בלתי הפיכה מרמזת על כך שבמקרים של דלקת בלתי הפיכה ישנן שתי אופציות טיפוליות בלבד: טיפול שורש או עקירה של השן. עם זאת, מחקרים עדכניים רומזים על כך ש-VPT כמו פולפוטומי חלקי או מלא המבוצעים על שיניים עם תסמינים התואמים דלקת בלתי הפיכה יכולים להוביל לריפוי של המוך⁵⁶⁻⁵⁸. ייתכן ובעתיד, עם התקדמות המחקר, יהיה צורך בשינוי הגדרות מצב בריאות המוך ואף הוספה של קטגוריות נוספות. כדי לענות על השאלה האם שינויים אלו יהיו אפשריים ואף יועילו לטיפול הקליני במתרפאים יש צורך בניסויים קליניים.

אתגרים בקבלת החלטות לגבי טיפול בעששת עמוקה

מניעה של דלקת סב חוד מתחילה בהחלטה האם אפשר לשמר את חיות מוך השן. עם זאת המטלה של האם דלקת המוך הפיכה או לא נשארה אתגר משמעותי⁵⁴. למרבה הצער לא קיים כלי קליני המסוגל לקבוע באיזה שלב התהליך הדלקתי נעשה לבלתי הפיך ומאפשר להחליט אם חשיפה של המוך הכרחית, או אפשר להימנע מכך.

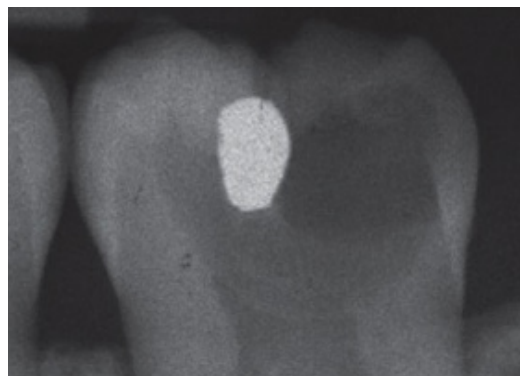
מניעה של חשיפת המוך

הגישה המקובלת של סילוק מלא של הנגע העששתי או כיפוי מוך עקיף, שהוצגה בשנות ה-60 של המאה הקודמת, הן גישות פולשניות בעלות סיכון מוגבר של חשיפת מוך הדוגלות בסילוק מלא של הנגע העששתי, או השארה של עששת שארית בלבד⁶⁴. מחקר עדכני שכלל מעקב של 5 שנים הראה שסילוק הדרגתי של נגע עששתי עמוק הוביל לחשיפת מוך פחותה, שימוש מופחת בטיפולי שורש, לפחות כאב, ולמספר גדול יותר של שיניים ששמרו על חיות המוך ביחס לקבוצה שבה בוצעה הוצאה מלאה של העששת בישיבה אחת⁶⁵.

ישנו מחסור ברור במידע לגבי הגדרה של נגע עששתי עמוק. מחקרים הראו תוצאות דומות במקרים של סילוק חלקי של עששת עמוקה עד לשליש הפנימי של הדנטין בישיבה אחת וסילוק הדרגתי של העששת. באופן משמעותי יש פחות מידע לגבי נגעים החודרים עד לרבע הפנימי של הדנטין. השארה של דנטין נגוע עלולה לגרום להתכווצות של הדנטין, ובכך לפגוע באיטום השחזור הכותרתי ולהוביל לבעיות מוך וסב חוד². הדעה המקובלת היא ששחזור כותרתי לקוי וחסר איטום כותרתי לאחר סילוק חלקי בלבד של העששת יוביל לכישלון של הטיפול וליצירה של מחלות מוך וסב חוד^{66,67}. נוסף על כך, למרות שסילוק עששת חלקי בישיבה אחת יחסוך זמן למטופל ולמטפל, אם יבחר המטופל לעבור לרופא שיניים חדש יבחין הרופא בעששת משנית ויציע טיפול נוסף פולשני יותר.

סילוק עששת הדרגתי

זוהי שיטה להסרה הדרגתית של העששת המבוצעת בשתי ישיבות. המטרה של הישיבה הראשונה היא לשנות את הסביבה הקריוגנית. מבצעים סילוק של עששת רכה עד לרמה בה שבה אפשר לבצע שחזור זמני אטום היטב. כתוצאה מכך מראה העששת משתנה עם הזמן למראה של עששת נעצרת^{69,68}.



תמונה 2: נגע החודר לכל עוביו של הדנטין עד למוך ללא אזור של גשר דנטין מסויד.

בנגע עמוק ביותר ישנם חיידקים החודרים לתוך הדנטין השלישוני והמוך^{62,63}. ב-80% מהשיניים שהוגדרו עם דלקת מוך בלתי הפיכה נמצא חדירה של חיידקים לתוך אזורים נמקיים של המוך⁵⁵. לצילומי רנטגן, אם כן, יש פוטנציאל לאפשר לנו לקבוע האם ישנה חדירה של חיידקים למוך או לא. ברוב המכריע של המחקרים העוסקים בטיפולים ויטליים (VPT) אין התייחסות לעומק העששת. הדבר יכול אולי להסביר את הקושי הגדול של קביעת פרוגנוזה של כיפוי מוך. עם זאת יש צורך במחקרים נוספים לפני שנוכל להשתמש בצילומי רנטגן לקביעה מדויקת של חדירת חיידקים למוך.

המוך זקוק לתהליך דלקתי מתון כדי להפעיל את מנגנוני הריפוי שלו²⁸. לאחר סילוק הגורם המגרה יש למוך יכולת להגביר את פעילות האודונטובלסטים (ליצירה של דנטין תגובתי) או לגרום להתמיינות של תאים פרוגניטורים (ליצירה של דנטין ריפוי) המביאה ליצירה של דנטין שלישוני. תגובת המוך לעששת משתנה על פי קצב התקדמות הנגע ועוצמת הגירוי. גירוי איטי יוביל לבנייה של דנטין שלישוני תגובתי בעוד שגירוי חזק יוביל לבנייה של דנטין מסודר פחות עם מעט מאוד עם מעט מאד טובולים ואף אטובולרי לחלוטין (Fibro-dentinogenesis)⁶³.

מחקר נוסף הראה תוצאות טובות יותר לאחר שימוש בחומר חיטוי כגון סודיום היפוכלורייט לפני ביצוע כיפוי מוך ישיר⁷⁴. מצד שני קריש הדם עשוי להכיל פקטורים התורמים לריפוי כשפרוטוקולים של רויטליזציה מצדדים ביצירה של קריש דם⁷⁵.

קלסיפיקציה של כיפוי מוך

לאור הדיווחים הסותרים לגבי אחוזי ההצלחה של כיפוי מוך נולדה ב-2018 קלסיפיקציה שנועדה לעזור בקבלת ההחלטות הקלינית².

הקלסיפיקציה מציעה טיפול נרחב יותר בחשיפה עששתית (סוג II) לעומת חשיפה לאחר חבלה (סוג I) עקב נוכחות מופחתת של חיידקים בקרב המוך. קלסיפיקציה זו נועדה בעיקר לסייע לנותני הטיפול הראשוניים בקבלת החלטות טיפוליות.

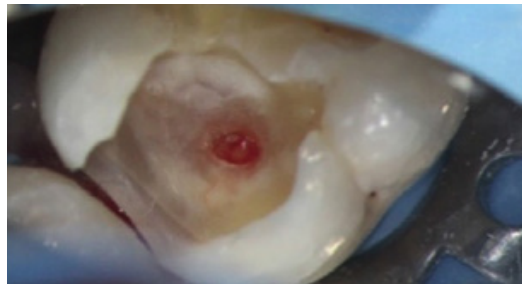
כיפוי מוך סוג I

שיטת כיפוי קונבנציונלית זו⁷² מומלצת לאחר שבר כותרת מסובך הכולל חשיפה שטחית של המוך, או לאחר פריצה איאטרוגנית לא עששתית במהלך הטיפול². שיניים אלה ייחשבו בעלות מוך בריא ולא מזהם. גורמים התורמים להצלחה של סוג כיפוי זה יהיו חשיפה קטנה (קוטר של פחות מ-1 מ"מ), המצוי בשליש הכותרתי של לשכת המוך המתאים לקרן מוך (תמונה 4).



תמונה 4: חשיפה קטנה (קוטר של עד 1 מ"מ), המצוי בשליש הכותרתי של לשכת המוך המתאים לקרן מוך.

העששת הופכת מבהירה, רכה ורטובה לכהה יותר, קשה ויבשה. בישיבה השנייה המתקיימת כמה חודשים לאחר מכן ישנו סילוק של עששת עד להגעה לדנטין קשיח על פי הכללים של Schwendicke 2106⁶⁰. בין הישיבות נעשה שימוש במצע על בסיס מימת הסיידן או ב-Hydraulic calcium silicate cement (HCSC) והשן משוחזרת בעזרת חומר שחזור ממשפחת גלומר הזכוכית GI.



תמונה 3: אזור ההרס - החלק החיצוני ביותר של הדנטין החשוף מתפרק עקב חשיפה לחומצה ואנזימים פרוטאוליטים המופרשים מהחיידקים

התגובה הפיזיולוגית של המוך לכיפוי

לאחר חשיפת המוך ישנם תאים דמויי אודונטוב' לסטיים המסוגלים לייצר מחסום מסויד. בדיקות היסטולוגיות הראו כי המחסום המסויד מכיל פגמים רבים שדרכם יכולים לחדור חיידקים⁷⁰ במיוחד לאחר שימוש במימת הסיידן בהשוואה ל-HCSC³¹. על כן חובה לבצע שחזור אטום היטב מיד לאחר כיפוי מוך או פולפוטומי כדי למנוע חדירה של מיקרואורגניזמים.

תנאי מקדים להצלחה של כיפוי מוך היא עצירת דימום ומניעה של יצירת קריש דם בין חומר הכיפוי לרקמת המוך. הימצאות של קריש דם מגדילה את הסיכון לזיהום לאחר הטיפול^{72,71}. מחקר קליני של Baldissera מ-2013 שהשווה בין שיטות שונות לעצירת דימום בעזרת שימוש בסיליין, סודיום היפוכלורייט או כלורקסידין גלוקונט לפני כיפוי עם מימת הסיידן, לא מצא כל הבדל בביטוח מולקולות החשובות להשגת ריפוי במוך⁷³.

כיפוי מוך סוג II

אם ישנו נגע עששתי עמוק או עמוק ביותר אפשר לצפות כי חשיפת המוך תהיה מזהמת והמוך יהיה דלקתי. ייתכנו תסמינים אך לא כאלו המצביעים על דלקת מוך בלתי הפיכה. כיפוי מוך מסוג II יהיה נרחב יותר ויכלול סילוק של הנגע העששתי תחת מיקרוסקופ, עצירת הדימום יושג תוך 5 דקות בשימוש בסודיום היפוכלוריד בריכוז של 5.25%⁷⁶ ושחזור תוך שימוש ב-HCSC. מעקב של שנה אחר שיטה זו מראה תוצאות מביטחות(10), עם זאת ישנו מחסור במחקר קליני. בסוג כיפוי זה חשוב מאוד להשתמש במיקרוסקופ לסילוק עששת וחומר חיטוי בריכוז גבוה, ודבר זה יכול להסביר את השוני בין המחקרים הללו לבין מחקרים ישנים יותר שהראו 5% הצלחה בלבד לכיפוי מוך במעקב של 5 שנים⁶⁵.

האם חשיפת מוך הוא גורם שלילי

חשיפת מוך תגרום לנזק בלתי הפיך לשכבת האודונטובלסטים ולמוות של תאים אודונטובלסטיים. כדי לייצר שכבה מסוידת חדשה יש צורך לגייס תאים נאו-אודונטובלסטיים. לצערנו מדובר בתהליך מורכב ביותר של גיוס תאים ממוקדים הרחוקים מהחשיפה ומהתמיינותם⁷⁷.

מנקודת המבט של הקלינאי חשיפת מוך מאפשרת הנחה של חומר ביו אינדוקטיביים ישירות על רקמת המוך. כמו כן, גישה ישירה למוך מאפשרת הערכה של בריאות המוך. מצד שני הימנעות מחשיפת מוך תקטין את הסיכון לזיהום חיידקי ותשמר את השכבה האודונטובלסטיית שתקל על הנחת דנטין שלישוני.

ההשוואה בין גישות טיפוליות שונות של עששת עמוקה ועששת עמוקה ביותר מורכבת ועל כן נמשך הדיון בספרות לגבי השאלה האם לשמר שכבת דנטין או לפרוץ למוך. לרוב, אנדודונטים יתמכו בסילוק מלא של רקמת הדנטין וכיפוי מוך ישיר, בעוד קריולוגים יצדדו בשימור שכבת דנטין ככל שהדבר אפשרי^{79,78,10}.

טיפול בחשיפת מוך

פעמים רבות ישנו בלבול כשמדברים על כיפוי מוך לעומת פולופוטומי. בפולופוטומי ישנה הסרה של 2-3 מ"מ של רקמת מוך מאזור הפריצה כדי לסלק רקמת מוך מודלקת ומזהמת. כיפוי מוך לא מערב הסרה של רקמת מוך בכלל אלא ישנה הנחה של ביו-חומרים ישירות על רקמת המוך⁸⁰. מיד לאחר חשיפת מוך כתוצאה מחבלה ניתן להניח את חומר החבישה ישירות על המוך החשוף, עם זאת היות והמוך חשוף לחלל הפה מקובל להסיר את השכבה העליונה של המוך. מחקרים הראו כי לאחר 24 שעות של חשיפה הזיהום החיידקי חודר לכדי 1.5 מ"מ לתוך רקמת המוך⁸¹.

נגע עששתי עמוק יעורר תגובה הגנתית של המוך בשילוב עם תגובה דלקתית. חומרי כיפוי יכולים להגן על רקמת המוך אך ייתכן ולא יגרמו לסיום התהליך הדלקתי באזור החשוף. על כן מומלץ להסיר 2-3 מ"מ של רקמת מוך בפולופוטומי חלקי. מבחינה ויזואלית של המוך, הקביעה אם המוך מודלק או לא עשויה לא להיות מדויקת מספיק. לפני הנחת חומר הכיפוי יש לחטא את החלל ואז אזור המוך החשוף. חומר הבחירה הוא סודיום היפוכלוריד⁸²⁻⁸⁴.

דלקת מוך ואבחון בתוך הפה

תהליך דלקתי הוא הרסני מטבעו. עם זאת הוא חיוני כדי לעודד ריפוי. בקליניקה מחלקים את התהליך הדלקתי להפוך כך שהוצאה של הגורם המגרה יעצור את התהליך הדלקתי ויאפשר ריפוי, או לבלתי הפיך שבו הנזק נרחב ביותר והאפשרות הטיפולית היחידה היא הסרה מלאה של רקמת המוך. קביעה אם התהליך הדלקתי הוא הפיך או לא על ידי שימוש בכלים האבחנותיים הקיימים כיום הינו לא פרדיקטבי⁵³.

חומרים לביצוע כיפוי מוך

חומרי כיפוי מוך חייבים להיות בעלי שלוש תכונות עיקריות:

1. להיות בעלי יכולת לאטום באופן מידי את חלל הלשכה על מנת לשמור על המוך במהלך השבועות הראשונים שבמהלכם ייווצר גשר הדנטין.

2. להיות ביוקומפקטביליים ולא רעילים לרקמה.

3. להיות בעלי תכונות ביו-אקטיביות שמערך דדות את התהליך הביולוגי המוביל ליצירה של מחסום מסויד בנקודת המגע שבין הרקמה לחומר הכיפוי.

במשך שנים, חומר ברירת המחדל לכיפוי מוך היה מימת הסידן. חומר זה אומנם מעודד יצירה של מחסום מסויד^{90,89,32} אך המחסום הנוצר לא אחיד ולא מקושר לקיר הדנטין כך שהמחסום הנוצר אינו איכותי^{91,31}.

מחקרים עדכניים מראים תוצאות טובות יותר לאחר שימוש בסוגים שונים של HCSC ובעיקר MTA ו-BIODENTINE⁹². ישנו מחסור במחקרים איכותיים המשווים בין חומרי הכיפוי השונים כך שאי אפשר לקבוע איזה חומר הוא האיכותי ביותר למטרה זו.

MTA מונח ישירות על המוך בעזרת מכשיר ייעודי. את ה-MTA לא דוחסים לתוך החלל אלא מצמידים בעדינות כנגד קירות הדנטין והמוך בעזרת פניי נייר עבים או כדורית צמר גפן. ל-MTA לוקח כ-4 שעות להגיע להתקשות מלאה. בשנים האחרונות יצאו לשוק חומרים חדישים לרבות BIODENTINE בעלי זמן התקשות של פחות מ-15 דקות המומלצים לביצוע VPT בישיבה אחת. המחסום המסויד הנוצר תוך שימוש בסוגים שונים של MTA איכותי יותר מזה המתקבל משימוש במימת הסידן³¹.

עד לפיתוחם של כלים אבחנתיים חדשים, רופאים חייבים להסתפק בכלים הקיימים של היסטוריה דנטלית ובדיקות רגישות. אופציה נוספת היא הערכה של אפשרות עצירת הדימום ברקמת המוך. הנחה של כדורית צמר גפן לחה למשך 5 דקות אמורה להספיק לעצירת דימום במוך בריא. במידה והדימום נמשך מעבר לכך, הדבר מרמז על מוך מודלק וצורך בהסרה נוספת של רקמת מוך עד להגעה לרקמה בריאה.

פרוצדורת כיפוי המוך

המטרה הראשונית של כיפוי מוך היא להגן על רקמת המוך החשופה מגירויים חיצוניים ובעיקר חיידקים. במשך שנים רבות העריכו שהגורם היחיד הקובע את הצלחת הכיפוי הוא השגת איטום כותרתי⁸⁵. בשנות ה-90 של המאה ה-20 בוצעו מספר מחקרים תוך שימוש בחומרים מרוכבים הנקשרים לדנטין⁸⁶. עם זאת לאחר מספר חודשים הייתה הפרדות של הקשר בשולי השחזור שאפשר חדירת חיידקים וגרם לכישלון של הטיפול^{88,87}. השימוש בחומרים רזיניים הופסק ופותחו חומרים ביואקטיביים שמטרתם לעודד יצירה של גשר מסויד⁸⁹.

מחקר מ-2014 הראה כי במקרים רבים בהם אובחנה דלקת בלתי הפיכה, הרקמה הדלקתית הייתה ברובה בלשכת המוך בעוד רקמת המוך בתוך השורשים הייתה נקייה מדלקת⁵⁵.

לאור ממצאים אלו הוצע ביצוע של פולפוטומי צווארי כחלופה לכיפוי מוך ישיר. שיטה זו מקובלת מאד בפדודונטיה, וזאת כדי לנסות ולשמר את החיות של שיניים צעירות מתפתחות. שימוש בשיטה זו בשיניים בוגרות נמצא עדיין בשלבי מחקר ראשוניים ויש צורך במחקר נוסף בתחום זה⁵⁸.

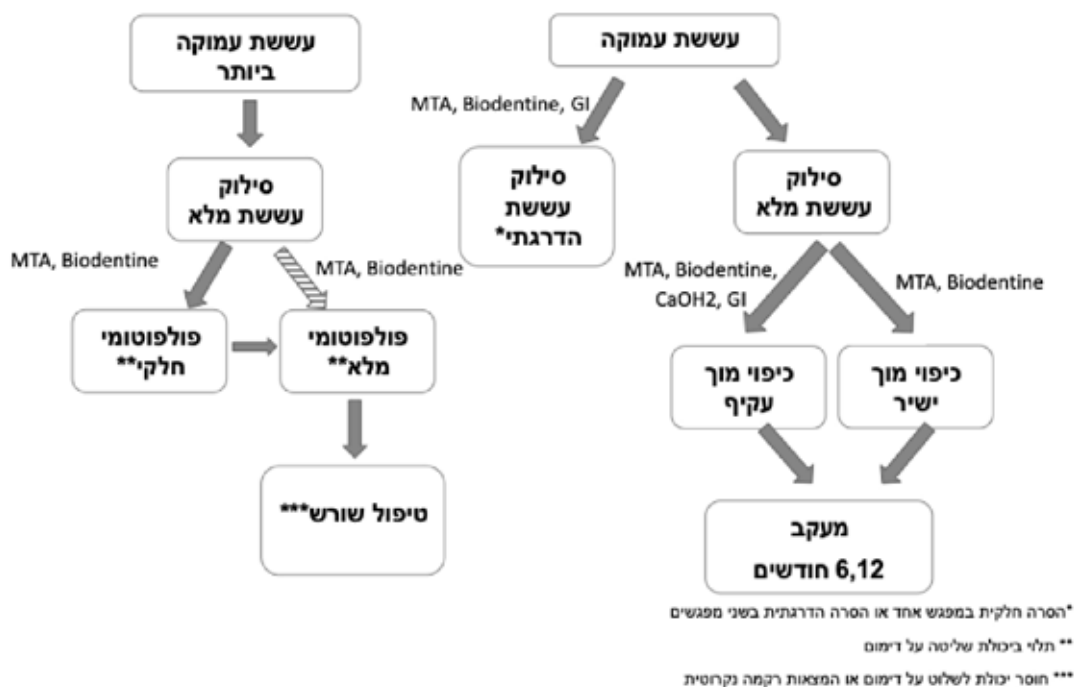
תוצאות

אחוזי ההצלחה של כיפוי מוך לאחר חשיפה עששתית שונים מאוד בין מחקרים שונים. Marques הראה בשנת 2015 יותר מ-91% הצלחה במעקב של 3 שנים תוך שימוש בפרוטוקול כיפוי מסוג 10¹⁰. בספרות מתוארים שני סוגים של כישלון לכיפוי מוך: 1. כישלון מוקדם, בתוך מספר ימים לאחר הטיפול המוביל לדלקת מוך סימפטומטית. 2. כישלון מאוחר המתגלה כמה חודשים לאחר הטיפול המאופיין בנגע סב חודי המקושר לנמק של המוך ולזיהום של התעלה. כישלון מוקדם עשוי להיות תוצאה של אבחון שגוי של מצב המוך והסרה לא מספיקה של רקמת מוך. כישלון מאוחר יכול לנבוע מאיטום לקוי של השחזור והמחסום המסויד המאפשרים חדירה של חיידקים ויצירה של זיהום שניוני. אומנם מספר המאמרים המדברים על פולפטומי כותרתי עלה בשנים האחרונות אך אלה כוללים תיאורי מקרה בלבד⁹³.

יש צורך במחקר איכותי כדי שאפשר יהיה לקבוע שפולפטומי כותרתי יכול להיחשב כטיפול סופי לשיניים עם דלקת מוך בלתי הפיכה.

מסקנות

שמירה על חיות המוך ופיתוח פרוטוקולים לטיפול מבוססים ביולוגית הם בליבה של הטיפול בעששת עמוקה. אפשר להימנע מחשיפת מוך בשיניים עם עששת עמוקה ללא סימפטומים על ידי הסרה סלקטיבית של העששת ושחזור, וזאת בישיבה אחת או שתיים. הסרה לא סלקטיבית של העששת תוביל למקרים רבים יותר של חשיפת מוך. על סמך המידע הקיים בתחום אפשר להשתמש ב VPT אשר יוביל לתוצאות חיוביות. מנקודת המבט המדעית יש צורך לקדם את ההבנה של תהליך הדלקת, ריפוי ויחסי הגומלין בין חומרים שונים לרקמת המוך וזאת כדי להעמיק את ההבנה וליצור כלים אבחנתיים וטיפוליים חדישים.



References

1. Nyvad B., Crielaard W., Mira A., Takahashi N., Beighton D. Dental caries from a molecular microbiological perspective. *Caries Research* 2013;89-102. Doi: 10.1159/000345367.
2. Bjørndal L, Kirkevang LL, Whitworth J. Textbook of endodontology. 2018.
3. Innes N. P.T., Frencken J. E., Bjørndal L., et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Terminology. *Advances in Dental Research* 2016;28(2):49-57. Doi: 10.1177/0022034516639276.
4. Bjørndal L, Simon S., Tomson P. L., Duncan H. F. Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal* 2019;52(7):949-73. Doi: 10.1111/iej.13128.
5. Wolters W. J., Duncan H. F., Tomson P. L., et al. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *International Endodontic Journal* 2017;825-9. Doi: 10.1111/iej.12793.
6. Warfvinge Johan, Bergenholtz Gunnar. Healing capacity of human and monkey dental pulps following experimentally-induced pulpitis. *Dental Traumatology* 1986;2(6):256-62. Doi: 10.1111/j.1600-9657.1986.tb00158.x.
7. Bjørndal L., Laustsen M. H., Reit C. Root canal treatment in Denmark is most often carried out in carious vital molar teeth and retreatments are rare. *International Endodontic Journal* 2006;39(10):785-90. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01149.x.
8. Bjørndal L., Larsen T., Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Research* 1997;31(6):411-7. Doi: 10.1159/000262431.
9. Banerjee A., Frencken J. E., Schwendicke F., Innes N. P.T. Contemporary operative caries management: Consensus recommendations on minimally invasive caries removal. *British Dental Journal* 2017;223(3):215-22. Doi: 10.1038/sj.bdj.2017.672.
10. Marques Miguel Seruca, Wesselink Paul R., Shemesh Hagay. Outcome of Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Study. *Journal of Endodontics* 2015;41(7):1026-31. Doi: 10.1016/j.joen.2015.02.024.
11. Taha N. A., Ahmad M. B., Ghanim A. Assessment of Mineral Trioxide Aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *International Endodontic Journal* 2017;50(2):117-25. Doi: 10.1111/iej.12605.
12. Simon S., Perard M., Zanini M., et al. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *International Endodontic Journal* 2013;46(1):79-87. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02113.x.
13. Randow Kjell, Glantz Per Olof. On cantilever loading of vital and non-vital teeth an experimental clinical study. *Acta Odontologica Scandinavica* 1986;44(5):271-7. Doi: 10.3109/00016358609004733.
14. Paphangkorakit J, Osborn J W. Discrimination of hardness by human teeth apparently not involving periodontal receptors. *Archives of Oral Biology* 1998;43(1):1-7. Doi: 10.1016/s0003-9969(97)00090-3.
15. Smith A. J. Pulpal responses to caries and dental repair. *Caries Research* 2002;223-32. Doi: 10.1159/000063930.
16. Stanley Harold R. Pulp capping: Conserving the dental pulp-Can it be done? Is it worth it? *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1989;68(5):628-39. Doi: 10.1016/0030-4220(89)90252-1.
17. Schwendicke Falk, Stolpe Michael. Direct pulp capping after a carious exposure versus root canal treatment: A cost-effectiveness analysis. *Journal of Endodontics* 2014;40(11):1764-70. Doi: 10.1016/j.joen.2014.07.028.
18. Marsh P. D. Are dental diseases examples of ecological catastrophes? *Microbiology* 2003;279-94. Doi: 10.1099/mic.0.26082-0.
19. Marsh P. D. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. *Advances in Dental Research* 1994;263-71. Doi: 10.1177/08959374940080022001.
20. Chhour Kim Ly, Nadkarni Mangala A., Byun Roy, Martin F. Elizabeth, Jacques Nicholas A., Hunter Neil. Molecular analysis of microbial diversity in advanced caries. *Journal of Clinical Microbiology* 2005;43(2):843-9. Doi: 10.1128/JCM.43.2.843-849.2005.
21. Nadkarni Mangala A., Caldron C. Elizabeth, Chhour Kim Ly, et al. Carious dentine provides a habitat for a complex array of novel Prevotella-like bacteria. *Journal of Clinical Microbiology* 2004;42(11):5238-44. Doi: 10.1128/JCM.42.11.5238-5244.2004.
22. Marsh P. D. Contemporary perspective on plaque control. *British Dental Journal* 2012;601-6. Doi: 10.1038/sj.bdj.2012.524.
23. Brännström Martin, Lind Per Ove. Pulpal Response to Early Dental Caries. *Journal of Dental Research* 1965;44(5):1045-50. Doi: 10.1177/00220345650440050701.
24. Bjørndal L., Darvann T., Thylstrup A. A Quantitative Light Microscopic Study of the Odontoblast and Subodontoblastic Reactions to Active and Arrested Enamel Caries without Cavitation. *Caries Research* 1998;32(1):59-69. Doi: 10.1159/000016431.
25. Hahn Chin Io, Liewehr Frederick R. Relationships between Caries Bacteria, Host Responses, and Clinical Signs and Symptoms of Pulpitis. *Journal of Endodontics* 2007;33(3):213-9. Doi: 10.1016/j.joen.2006.11.008.
26. Smith A. J., Cassidy N., Perry H., Begue-Kirn C., Ruch J. v., Lesot H. Reactionary dentinogenesis. *International Journal of Developmental Biology* 1995;39(1):273-80. Doi: 10.1387/ijdb.7626417.

27. Kidd E. A.M., Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of Dental Research*, vol. 83. 2004.
28. Cooper Paul R., Takahashi Yusuke, Graham Lee W., Simon Stephane, Imazato Satoshi, Smith Anthony J. Inflammation-regeneration interplay in the dentine-pulp complex. *Journal of Dentistry* 2010;687-97. Doi: 10.1016/j.jdent.2010.05.016.
29. Mater H Lesot - Cell, 1994 undefined. Effects of biologically active molecules and dental tissue repair: A comparative review of reactionary and reparative dentinogenesis with the induction of odontoblast. *CiNiiAcJp* n.d.
30. Smith Anthony J., Duncan Henry F., Diogenes Anibal, Simon Stephane, Cooper Paul R. Exploiting the Bioactive Properties of the Dentine-Pulp Complex in Regenerative Endodontics. *Journal of Endodontics* 2016:47-56. Doi: 10.1016/j.joen.2015.10.019.
31. R Nair P N, Duncan H F, Pitt Ford T R, Luder H U. 1/26/2017 Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxid... Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pul 2007;41(2):128-50. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01329.x.
32. Glass R. L., Zander H. A. Pulp healing. *Journal of Dental Research* 1949;28(2):97-107. Doi: 10.1177/00220345490280021101.
33. NYBORG H. Healing processes in the pulp on capping; a morphologic study; experiments on surgical lesions of the pulp in dog and man. *Acta Odontologica Scandinavica* 1955;13(suppl. 16):1-130.
34. Woehrlen Arthur E. Evaluation of techniques and materials used in pulpal therapy based on a review of the literature: part I. *The Journal of the American Dental Association* 1977;95(6):1154-8. Doi: 10.14219/jada.archive.1977.0194.
35. Fuks A B, Bielak S, Chosak A. Clinical and radiographic assessment of direct pulp capping and pulpotomy in young permanent teeth. *Pediatric Dentistry* 1982;4(3):240-4.
36. Dung S. Z., Gregory R. L., Li Y., Stookey G. K. Effect of lactic acid and proteolytic enzymes on the release of organic matrix components from human root dentin. *Caries Research* 1995;29(6):483-9. Doi: 10.1159/000262119.
37. Finkelman Richard D., Mohan Subburaman, Jennings John C., Taylor Arch K., Jepsen Soren, Baylink David J. Quantitation of growth factors IGF-I, SGF/IGF-II, and TGF- β in human dentin. *Journal of Bone and Mineral Research* 1990;5(7):717-23. Doi: 10.1002/jbmr.5650050708.
38. Begue-Kirn C., Smith A. J., Ruch J. v., et al. Effects of dentin proteins, transforming growth factor β 1 (TGF β 1) and bone morphogenetic protein 2 (BMP2) on the differentiation of odontoblast in vitro. *International Journal of Developmental Biology* 1992;36(4):491-503. Doi: 10.1387/ijdb.1295560.
39. Smith A. J., Tobias R. S., Cassidy N., et al. Odontoblast stimulation in ferrets by dentine matrix components. *Archives of Oral Biology* 1994;39(1):13-22. Doi: 10.1016/0003-9969(94)90029-9.
40. Graham Lee, Cooper Paul R., Cassidy Nicola, Nor Jacques E., Sloan Alastair J., Smith Anthony J. The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. *Biomaterials* 2006;27(14):2865-73. Doi: 10.1016/j.biomaterials.2005.12.020.
41. Galler K. M., Widbiller M., Buchalla W., et al. EDTA conditioning of dentine promotes adhesion, migration and differentiation of dental pulp stem cells. *International Endodontic Journal* 2016;49(6):581-90. Doi: 10.1111/iej.12492.
42. Tomson Phillip L., Grover Liam M., Lumley Philip J., Sloan Alastair J., Smith Anthony J., Cooper Paul R. Dissolution of bio-active dentine matrix components by mineral trioxide aggregate. *Journal of Dentistry* 2007;35(8):636-42. Doi: 10.1016/j.jdent.2007.04.008.
43. Ferracane Jack L., Cooper Paul R., Smith Anthony J. Dentine matrix component solubilization by solutions at pH relevant to self-etching dental adhesives. *Journal of Adhesive Dentistry* 2013;15(5):407-12. Doi: 10.3290/j.jad.a29536.
44. Widbiller M., Eidt A., Hiller K. A., Buchalla W., Schmalz G., Galler K. M. Ultrasonic activation of irrigants increases growth factor release from human dentine. *Clinical Oral Investigations* 2017;21(3):879-88. Doi: 10.1007/s00784-016-1824-1.
45. Martin David E., de Almeida Jose Flavio A, Henry Michael A., et al. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *Journal of Endodontics* 2014;40(1):51-5. Doi: 10.1016/j.joen.2013.07.026.
46. Farges Jean Christophe, Alliot-Licht Brigitte, Renard Emmanuelle, et al. Dental Pulp Defence and Repair Mechanisms in Dental Caries. *Mediators of Inflammation* 2015. Doi: 10.1155/2015/230251.
47. Fitzgerald M, Chiego D J, Heys D R. Autoradiographic analysis of odontoblast replacement following pulp exposure in primate teeth. *Archives of Oral Biology* 1990;35(9):707-15. Doi: 10.1016/0003-9969(90)90093-p.
48. Feng Jifan, Mantesso Andrea, de Bari Cosimo, Nishiyama Akiko, Sharp Paul T. Dual origin of mesenchymal stem cells contributing to organ growth and repair. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2011;108(16):6503-8. Doi: 10.1073/pnas.1015449108.

49. Pashley D. H. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 1996;104-33. Doi: 10.1177/10454411960070020101.
50. Pitts N. B. The use of bite wing radiographs in the management of dental caries: Scientific and practical considerations. *Dentomaxillofacial Radiology* 1996;25(1):5-16. Doi: 10.1259/dmfr.25.1.9084279.
51. Khabbaz Marouan G., Anastasiadis Panos L., Sykaras Sotirios N. Determination of endotoxins in the vital pulp of human carious teeth: Association with pulpal pain. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 2001;91(5):587-93. Doi: 10.1067/moe.2001.113831.
52. Seltzer Samuel, Bender I.B., Ziontz Murray. The dynamics of pulp inflammation: Correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1963;16(7):846-71. Doi: 10.1016/0030-4220(63)90323-2.
53. DUMMER P. M.H., HICKS R., HUWS D. Clinical signs and symptoms in pulp disease. *International Endodontic Journal* 1980;13(1):27-35. Doi: 10.1111/j.1365-2591.1980.tb00834.x.
54. Mejäre I. A., Axelsson S., Davidson T., et al. Diagnosis of the condition of the dental pulp: A systematic review. *International Endodontic Journal* 2012;45(7):597-613. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02016.x.
55. Ricucci Domenico, Loghin Simona, Siqueira José F. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *Journal of Endodontics* 2014;40(12):1932-9. Doi: 10.1016/j.joen.2014.08.010.
56. Asgary Saeed, Eghbal Mohammad Jafar, Bagheban Alireza Akbarzadeh. Long-term outcomes of pulpotomy in permanent teeth with irreversible pulpitis: A multi-center randomized controlled trial. *American Journal of Dentistry* 2017;30(3):151-5.
57. Qudeimat M. A., Alyahya A., Hasan A. A., Barrieshi-Nusair K. M. Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study. *International Endodontic Journal* 2017;50(2):126-34. Doi: 10.1111/iej.12614.
58. Taha Nesslerin A., Khazali Mohammad A. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics* 2017;43(9):1417-21. Doi: 10.1016/j.joen.2017.03.033.
59. KT Oen, VP Thompson, D Vena, et al. Attitudes and Expectations of Treating Deep Caries: A PEARL Network Survey. *General Dentistry* 2007;55(3). Stangvaltaite Lina, Schwendicke Falk, Holmgren Christopher, et al.
60. Management of pulps exposed during carious tissue removal in adults: a multi-national questionnaire-based survey. *Clinical Oral Investigations* 2017;21(7):2303-9. Doi: 10.1007/s00784-016-2023-9.
61. Bjørndal Lars, Reit Claes, Bruun Gitte, et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *European Journal of Oral Sciences* 2010;118(3):290-7. Doi: 10.1111/j.1600-0722.2010.00731.x.
62. Reeves R., Stanley H. R. The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1966;22(1):59-65. Doi: 10.1016/0030-4220(66)90143-5.
63. Baume L J. The biology of pulp and dentine. A historic, terminologic-taxonomic, histologic-biochemical, embryonic and clinical survey. *Monographs in Oral Science* 1980;8:1-220.
64. Kerkhove B. C., Herman S. C., Klein A. I., McDonald R. E. A clinical and television densitometric evaluation of the indirect pulp capping technique. *Journal of Dentistry for Children* 1967;34(3):192-201.
65. Bjørndal L., Fransson H., Bruun G., et al. Randomized Clinical Trials on Deep Carious Lesions: 5-Year Follow-up. *Journal of Dental Research* 2017;96(7):747-53. Doi: 10.1177/0022034517702620.
66. Bjørndal Lars, Thylstrup Anders. A practice-based study on stepwise excavation of deep carious lesions in permanent teeth: A 1-year follow-up study. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 1998;26(2):122-8. Doi: 10.1111/j.1600-0528.1998.tb01938.x.
67. Maltz M., Garcia R., Jardim J. J., et al. Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. *Journal of Dental Research* 2012;91(11):1026-31. Doi: 10.1177/0022034512460403.
68. Massler M. Treatment of profound caries to prevent pulpal damage. *The Journal of Pedodontics* 1978;2(2):99-105.
69. Bjørndal L., Larsen T., Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Research* 1997;31(6):411-7. Doi: 10.1159/000262431.
70. Cox C. F., Bergenholtz G., Heys D. R., Syed S. A., Fitzgerald M., Heys R. J. Pulp capping of dental pulp mechanically exposed to oral microflora: a 1-2 year observation of wound healing in the monkey. *Journal of Oral Pathology & Medicine* 1985;14(2):156-68. Doi: 10.1111/j.1600-0714.1985.tb00479.x.
71. Schröder U, Granath L E. Scanning electron microscopy of hard tissue barrier following experimental pulpotomy of intact human teeth and capping with calcium hydroxide. *Odontologisk Revy* 1972;23(2):211-20.
72. Schröder U. Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation. *Journal of Dental Research* 1985;64 Spec No:541-8. Doi: 10.1177/002203458506400407.

73. Baldissera Elaine Zanchin, da Silva Adriana Fernandes, Gomes Ana Paula Neutzling, et al. Tenascin and fibronectin expression after pulp capping with different hemostatic agents: A preliminary study. *Brazilian Dental Journal* 2013;24(3):188-93. Doi: 10.1590/0103-6440201302168.
74. Tüzüner T, Alacam A, Altunbas D A, Gokdogan F G, Gundogdu E. Clinical and radiographic outcomes of direct pulp capping therapy in primary molar teeth following haemostasis with various antiseptics: a randomised controlled trial. *European Journal of Paediatric Dentistry* 2012;13(4):289-92.
75. Galler K. M. Clinical procedures for revitalization: current knowledge and considerations. *International Endodontic Journal* 2016:926-36. Doi: 10.1111/iej.12606.
76. Bogen George, Kim Jay S., Bakland Leif K. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: An observational study. *Journal of the American Dental Association* 2008;139(3):305-15. Doi: 10.14219/jada.archive.2008.0160.
77. Hirata Azumi, Dimitrova-Nakov Sasha, Djole Stéphane Xavier, et al. Plithotaxis, a collective cell migration, regulates the sliding of proliferating pulp cells located in the apical niche. *Connective Tissue Research*, vol. 55. Informa Healthcare; 2014. p. 68-72.
78. Hilton T. J., Ferracane J. L., Mancl L. Comparison of CaOH with MTA for Direct Pulp Capping: A PBRN Randomized Clinical Trial. *Journal of Dental Research* 2013;92:S16-22. Doi: 10.1177/0022034513484336.
79. Hegde S, Sowmya B, ... S Mathew - *Journal of*, 2017 undefined. Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. *NcbiNlmNihGov* n.d.
80. Löst Claus. Quality guidelines for endodontic treatment: Consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal* 2006:921-30. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01180.x.
81. Cvek Miomir, Lundberg Margareta. Histological appearance of pulps after exposure by a crown fracture, partial pulpotomy, and clinical diagnosis of healing. *Journal of Endodontics* 1983;9(1):8-11. Doi: 10.1016/S0099-2399(83)80005-3.
82. Hewlett Edmond R, Cox Charles F. Clinical considerations in adhesive restorative dentistry--influence of adjunctive procedures. *Journal of the California Dental Association* 2003;31(6):477-82.
83. Sauro Salvatore, Mannocci Francesco, Toledano Manuel, Osorio Raquel, Pashley David H., Watson Timothy F. EDTA or H3PO4/NaOCl dentine treatments may increase hybrid layers' resistance to degradation: A microtensile bond strength and confocal-micropermeability study. *Journal of Dentistry* 2009;37(4):279-88. Doi: 10.1016/j.jdent.2008.12.002.
84. Kim Bo Ram, Oh Man Hwan, Shin Dong Hoon. Effect of cavity disinfectants on antibacterial activity and microtensile bond strength in class I cavity. *Dental Materials Journal* 2017;36(3):368-73. Doi: 10.4012/dmj.2016-283.
85. Bergenholtz G., Cox C. F., Loesche W. J., Syed S. A. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. *Journal of Oral Pathology & Medicine* 1982;11(6):439-50. Doi: 10.1111/j.1600-0714.1982.tb00188.x.
86. Cox C F, Hafez A A, Akimoto N, Otsuki M, Suzuki S, Tarim B. Biocompatibility of primer, adhesive and resin composite systems on non-exposed and exposed pulps of non-human primate teeth. *American Journal of Dentistry* 1998;11 Spec No:S55-63.
87. Pameijer C H, Stanley H R. The disastrous effects of the "total etch" technique in vital pulp capping in primates. *American Journal of Dentistry* 1998;11 Spec No:S45-54.
88. Bergenholtz G. Evidence for bacterial causation of adverse pulpal responses in resin-based dental restorations. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 2000:467-80. Doi: 10.1177/10454411000110040501.
89. Pitt Ford Thomas R., Torabinejad Mahmoud, Abedi Hamid R., Bakland Leif K., Kariyawasam Stalin P. Using mineral trioxide aggregate: As a pulp-capping material. *Journal of the American Dental Association* 1996;127(10):1491-4. Doi: 10.14219/jada.archive.1996.0058.
90. Tronstad Leif. Reaction of the exposed pulp to Dycal treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1974;38(6):945-53. Doi: 10.1016/0030-4220(74)90348-X.
91. Cox C. F., Sübay R. K., Ostro E., Suzuki S., Suzuki S. H. Tunnel defects in dentin bridges: Their formation following direct pulp capping. *Operative Dentistry* 1996;21(1):4-11.
92. Kundzina R., Stangvaltaite L., Eriksen H. M., Kerosuo E. Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide. *International Endodontic Journal* 2017;50(10):924-32. Doi: 10.1111/iej.12719.
93. Kunert Gustavo Golgo, Kunert Itaborai Revoredo, da Costa Filho Luiz Cesar, de Figueiredo José Antônio Poli. Permanent teeth pulpotomy survival analysis: Retrospective follow-up. *Journal of Dentistry* 2015;43(9):1125-31. Doi: 10.1016/j.jdent.2015.06.010.

על סקנדינבית אסייתית ומה שביניהן- אוטוטרנספלנטציות

מצד אחד קיימת הגישה הסקנדינבית, המבוססת על עבודותיו של Andreassen וחבריו בתחום הטראומה הדנטלית^{4,6-11}. על פי גישה זו, יש לבצע את האוטוטרנספלנטציה כאשר שורש השן התורמת מפותח כדי שני שלישים עד שלושה רבעים מהאורך הסופי שלו. כלומר כאשר קצה חוד השורש (האפקס) עדיין פתוח. במקרה זה, אם השן תיקלט במיקומה החדש ישנו סיכוי טוב שמוך השן ישמור על החיות הוסקולרית, או לחילופין יעבור רה-וסקולריזציה עצמאית על כל המשתמע מכך. במחקר שבדק את התוצאות של השתלת שיניים בשיטה הסקנדינבית בטווח הארוך, נבדק מדגם של 33 שיניים אשר עברו טרנספלנטציה. בעבודה נמצא כי שיעור ההישירות של השיניים המושטלות עמד על 90 אחוזים ושיעור ההצלחה עמד על 79 אחוזים. זמן המעקב הממוצע היה 26 שנים (!) ונע בין 17-41 שנים מביצוע הטיפול⁴.

מצד שני קיימת הגישה שנפוצה בעיקר במזרח הרחוק (הגישה האסייתית), שלפיה אוטוטרנספלינטציה תבוצע רק כאשר שורש השן התורמת סיים את התפתחותו^{5,11-15}. מאחר שבמצב זה קצה חוד השורש כבר סגור, הרי שלא יהיה מנוס מביצוע טיפול שורש בשן התורמת. על פי הספרות יש לבצע את טיפול השורש בתוך שבועיים מביצוע ההשתלה כדי למנוע ספיגת שורש דלקתית (Inflammatory root resorption) בשן התורמת¹⁶ (תמונה 1). מחקר שבדק את תוצאות הטיפול בגישה האסייתית כלל 100 שיניים שעברו טרנספלנטציה ולאחר מכן טיפול אורתודונטי. התוצאות הראו שיעור הישרדות של 93 אחוזים ושיעור הצלחה של 71 אחוזים. זמן המעקב הממוצע במחקר זה עמד על 6 שנים עם טווח של 2-15 שנים⁵.

רקע

אוטוטרנספלנטציה מוגדרת כהשתלת שן אשר מועברת מאתר אחד לאתר אחר אצל אותו אדם. התהליך יכול לכלול העברת נבט שן, שן כלואה או שן בקועה לאתר עקירה או מכתשית מלאכזרית שהוכנה באופן כירורגי¹.

במצב שבו חסרות שיניים וכאשר היא מבוצעת כראוי, אוטוטרנספלנטציה יכולה להוות תחליף ראוי ואף עדיף על שיקום מלאכותי באמצעות גשר או שתל מבנה וכתר. זאת מאחר והשן החסרה מוחלפת בשן טבעית אחרת (המכונה גם השן התורמת) על כל המשתמע מכך.

הקריטריונים להצלחה ולכישלון של הטרנספלינטציה משתנים בין עבודות שונות. אך באופן כללי היא נחשבת מוצלחת אם השן המושטלת עמדה באמות המידה הבאות^{2,5}.

1. מוך השן עבר רה-וסקולריזציה ושומר על חיותו, או לחילופין עבר טיפול שורש מוצלח ונתקבלה פרוגנוזה טובה לטווח הארוך.

2. הפריודונטיום סביב השתל תקין. ללא ספיגת שורש חיצונית (או שהספיגה נעצרה על ידי טיפול שורש) וללא אנקילוזה.

3. המשך גדילה והתפתחות תקינים של העצם האלבולרית סביב השן.

לחילופין, אפשר לדבר על שיעור ההישרדות של שיניים שעברו אוטוטרנספלנטציה. שתל נחשב לשורד במידה ובביקורת האחרונה שבוצעה, השן נמצאת במקום שבו היא הושטלה, בלי קשר למצבה מבחינה קלינית או רנטגנית^{5,4}.

מסקירת הספרות הרלוונטית, נראה שבעולם ישנן שתי גישות שונות בעליל למועד שבו רצוי לבצע את הפרוצדורה.

ד"ר גלעד הר ציון*

ד"ר מיטל ריינוס-ברונשטיין**

* מומחה באורתודונטיה, מרפאה פרטית ירושלים.

** מומחית באנדודונטיה, המחלקה לאנדודונטיה, הפקולטה לרפואת שיניים של האוניברסיטה העברית והדסה, מרפאה פרטית.

בהערכה ביקורתית של השיטה הסקנדינבית אפשר להבחין כי למרות שהיא צופנת בחובה את הסיכוי לשמור על חיות המוך, ישנם מספר חסרונות משמעותיים מובנים בתוכה:

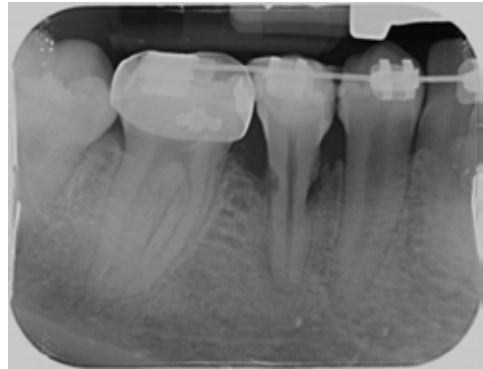
1. תזמון- בגלל התלות במידת התפתחות השורש של השן התורמת הרי שהעיתוי של ביצוע ההשתלה הוא מכריע. מאחר ומדובר בחלון הזדמנויות צר למדי, נדרש מעקב רנטגני צמוד אחר המתרחש כדי לתפוס את השן התורמת בזמן המיטבי. נוסף על כך, במקרים רבים עיתוי הטיפול האורתודונטי הנלווה (והיה וקיים צורך), יוכתב על ידי האוטורנספלט ציה. יתרה מכך, במקרים רבים זהות השן התורמת עלולה להיקבע על פי בשלותה, מה שעלול להביא לבחירת שן שאינה אידיאלית מבחינה מורפולוגית.

2. הפרוצדורה הכירורגית- לעיתים למרות שהשורש בשל להשתלה, השן התורמת עדיין לא בקעה לתוך חלל הפה, מה שמצריך התערבות כירורגית נרחבת יותר. כמו כן הפרוצדורה הניתוחית חייבת להתבצע בצורה עדינה באופן קיצוני כדי שלא לפגוע בממברנת האפיתל על שם הרטוויג (Hertwig's epithelial root sheath) המאפשרת את המשך התפתחות השורש.

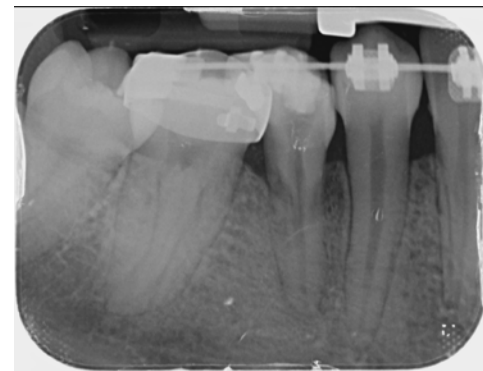
3. חיות המוך- למעשה בחיי היום יום בקליניקה אין אפשרות למדוד את חיות כלי הדם במוך באופן ישיר. בפועל הערכת הוויטליות מבוססת על מדדים עקיפים כגון המשך התפתחות השורש, צבע השן, מופע רנטגני תקין וכיוצא בזה. באופן אבסורדי הרבה יותר קל לקבוע מתי השן איבדה את החיות שלה, ולכן המוך יחשב כויטלי כל עוד לא הוכח ההיפך.

4. מה אם? אם הטרנספלטציה לא הצליחה לשמר את החיות, הרי שאנו עלולים למצוא את עצמנו עם שן לא מפותחת. שן כזו תציג שורש קצר, אפקס פתוח וקירות שורש דקים אשר מקשים על ביצוע טיפול שורש תקין ופוגעים בפרוגנוזה לטווח הארוך (תמונה 2).

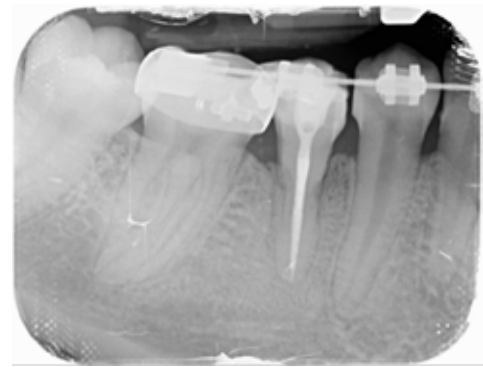
5. שינוי צורה של השן התורמת- כאשר ממקמים מלתעה במקום חותכת עליונה נדרשים להסרה ניכרת של חומר שן במלתעה. השיוף יבוצע במה שעתיד להיות האספקט הפלטינלי של השן "החותכת" וזאת על כדי לאפשר סגירה תקינה (תמונה 3). פעולה זו עלולה לפגוע במוך השן



תמונה 1א': שן עם אפקס סגור שעברה אוטורנספלט ציה ללא טיפול שורש כחצי שנה לפני הצילום. ניתן לראות בבירור ספיגת שורש חיצונית ופגיעה ברמת העצם האלבאולרית סביב השן המושתלת.



תמונה 1ב': שיפור ניכר הושג לאחר 4 חודשים של חבישות חוזרות של תעלת השורש באמצעות מימת הסיידן (קלציום הידרוקסיד).



תמונה 1ג': השן לאחר ביצוע סתימת השורש.



תמונה 3: כאשר מעבירים מלתעה במקום חותכת נאלצים להוריד כמות ניכרת של חומר שן באספקט הפלטינלי.

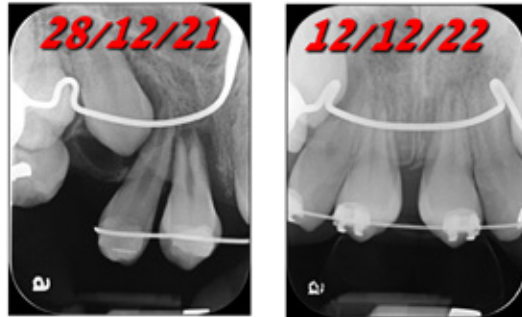


תמונה 4א': מתרפא בן 17 לפני תחילת טיפול אורתודונטי.



תמונה 4ב': בחלל הפה ניתן לראות סגר מסוג Angle class I. בנוסף ניתן לראות ששן 23 לא נמצאת בפה ובמקומה נמצא הניב הנשיר.

כל החסרונות שמינינו אינם רלוונטיים כמובן לשיטה האסייטית.



תמונה 2: מעקב של שנה אחרי מלתעה עם אפקס פתוח שהועברה למיקום שן 11. שורש השן הפסיק להתפתח. השורש קצר האפקס פתוח וקירות השורש דקים.

תיאור מקרה - השיטה הסקנדינבית

מתרפא בן 17 הגיע למרפאתנו לטיפול אורתודודי נטי. בבדיקה נמצא כי בין יתר הממצאים קיים חוסר מולד של הניב השמאלי העליון הקבוע (תמונה 4). לשיטתנו במצב של חסר שיניים קדמיות יש לעשות כל מאמץ כדי ליצור מצב שבו המשנן הקדמי מורכב משיניים טבעיות ולא משחזורים מלאכותיים¹⁷⁻²¹. אי לכך הוחלט לבצע מזיאליזציה של המלתעה הראשונה למיקום הניב החסר, תוך פתיחת מקום לשתל בין שתי המלתעות (תמונה 5).

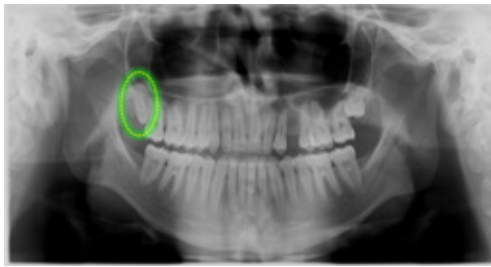
אחרי שנתיים של טיפול אורתודונטי הושגו מטרות הטיפול. התקבל סגר תקין, המלתעה הראשונה החליפה את הניב ונוצר אתר מתאים להשתלה (תמונה 6).

בבחינת הצילום הפנורמי בסוף הטיפול התגלה כי שן הבינה הימנית העליונה היא קטנה, קונית ובעלת שורש שעדיין לא סיים את התפתחותו (תמונה 7). בשל כך הוחלט לבצע אוטורנספלני טציה של שן הבינה לאתר ההשתלה (תמונה 8) ולמעשה להשתמש בשן כשתל ביולוגי.

מעקב אחרי השן התורמת הראה שהשורש שלה ממשיך להתפתח (תמונה 9), עדות לכך שהמוך שמר על החיות הווסקולרית שלו. גם המדדים הפריודונטליים נמצאו תקינים, לפיכך הוחלט להמשיך ולשקם את השן (תמונה 10).



תמונה 6ב': סיום הטיפול האורתודונטי. שן 24 עומדת ברוטציה מזיז-בוקלית כדי לחקות צורה של ניב. בנוסף ניתן להתרשם מעובי הרקמות באזור המיועד לשתל.



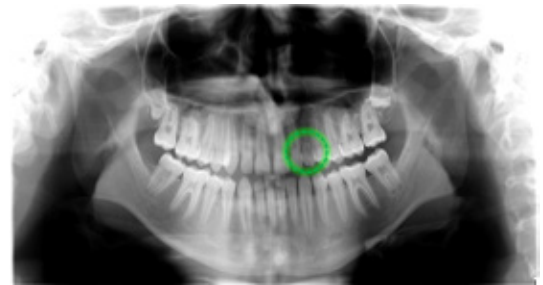
תמונה 7: הצילום הפנורמי בסיום הטיפול מדגים את הגודל של שן 18 את הצורה ואת מצב התפתחות השורש. בנוסף ניתן להבחין במקביליות השורשים הסמוכים לאתר ההשתלה.



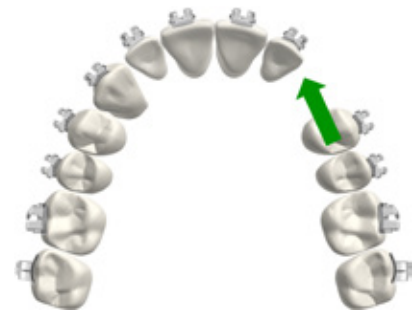
תמונה 8א': הכירורג משתמש במחול תלת מימדי של השן התורמת (רפליקה) שהודפס לפי ה-CT, כדי לקבוע את גודל המקדח הנדרש ליצירת המכתשית המלאכותית באתר ההשתלה.



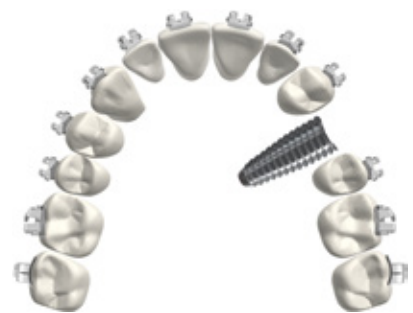
תמונה 8ב': בדיקת מימדי המכתשית באמצעות הרפליקה.



תמונה 4ג': הצילום הפנורמי מדגים חסר של ניב קבוע. ניתן גם להתרשם מספיגת שורש ניכרת של הניב הנשיר.



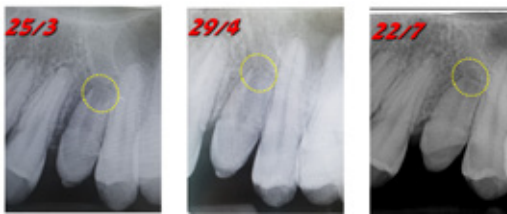
תמונה 5א': שן 14 תוזז מזיאלית ותחליף את שן 13.



תמונה 5ב': הרווח שיווצר בין שיניים 14 ו-15 ישוקם על ידי שתל מבנה וכתר.



תמונה 6א': המתרפא בן 19, בסיום הטיפול האורתודונטי.



תמונה 9: מעקב אנדודונטלי אחר שן 18 מדגים את המשך התפתחות השרש.



תמונה 10א': הדבקת השיקום הסופי, כתר ליתיום דיסיליקט (e.max).



תמונה 10ב': מראה לאחר השיקום. (שיקום: ד"ר עלאא חדאד)



תמונה 8ג': חשיפת שן 18.



תמונה 8ד': העברת השן התורמת למיקומה החדשה.



תמונה 8ה': השן התורמת מקובעת במיקום החדש. (כירורגיה: ד"ר כיפאח בלאל)

כד,

התנועה כללה הבקעה של השן, פתיחת מקום סביבה ולסיום מעט אינטרוזיה כדי להשוות את קווי החניכיים לשן הסמוכה (תמונה 18).

זה המקום להדגיש כי קיים הבדל מהותי בין השתלה של שתל מלאכותי לאוטורנספלנטציה. בהשתלת שתל יש צורך למקם אותו במיקום אידיאלי לשיקום עתידי, מה שמצריך לעיתים בנייה של רקמות קשות ורכות סביבו. בניגוד לכך השתלה של שן היא פשוטה הרבה יותר מאחר שאפשר למקם אותה היכן שיש מספיק עצם, ולאו דווקא במיקום מיטבי. מאוחר יותר, כאשר השן תוזז למקום הרצוי, היא תביא איתה את הרקמות הקשות והרכות שסביבה.

כאשר הוחלט (בשיתוף עם השיקומאי) כי השן נמצאת במיקום האופטימלי. השן שוחזרה על ידי שיוף ובנייה באמצעות חומרים מרוכבים (תמונה 19). בשלב הזה נעקרו שלוש המלתעות האחרות והטיפול נמשך באופן שגרתי. בוצע מעקב קפדני הן אנדודונטי לי והן פריודונטלי אחרי השן המושתלת, אשר מצידה לא הציגה שום סימן המעיד על פתולוגיה (תמונה 20).

שנה וחצי מתום ביצוע הפעולה, הטיפול האור-תודונטי מצוי לקראת סיום (תמונה 21).



תמונה 11א: מתרפא בן 13 לפני תחילת טיפול אורתודונטי. מלאות ניכרת באזור הפה וקושי בסגירת השפתיים.

תיאור מקרה - השיטה האסייטית

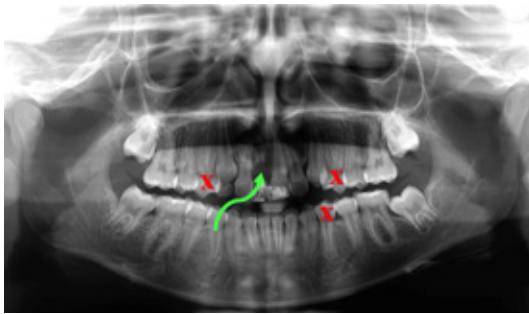
מתרפא בן 13 הגיע לטיפול אורתודונטי במרפא תנו לאחר שעבר חבלה דנטלית בגיל צעיר. במבט בפניו אפשר היה להתרשם ממלאות גדולה באזור הפה. בבדיקה אינטרה אוראלית נמצא סגר מסוג Angle class I ואף חסר של חותכת המרכזית הימנית העליונה. השן שוחזרה באמצעות גשר מרילנד שעל פי דברי המתרפא והוריו נפל כל הזמן (תמונה 11). צילומי הרנטגן הראו שכל שורשי המלתעות סיימו את התפתחו תם. כמו כן אפשר היה לראות שהחותכות בשתי הלסתות מצויות בפרוקלינציה ניכרת (תמונה 12). בסיכומו של דבר המתרפא אובחן כ- Dento- Alveolar Angle class I Bi- Maxillary protrusion עם חסר של שן 11. אי לכך הוחלט לבצע טיפול אורתודונטי שיכלול עקירה של 4 מלתעות ראשונות קבועות, כאשר בד בבד, שן 44 תעבור אוטורנספלנטציה לאזור שן 11 (תמונה 13).

הטיפול האורתודונטי החל בפתיחת מקום בעבור שן 44 הן באזור הכותרות והן בין שורשי השיניים הסמוכות. כחודשיים לפני ההשתלה הופעל כוח אורתודונטי בכיוון בוקלי על השן התורמת. זאת במטרה לשפעל את ה PDL של שן זו ולהעלות את כמות התאים בתוכו. נוסף על כך הפעלת הכוח נועדה להקל על עקירת השן ולהפוך אותה לפחות טראומטית²⁴⁻²² (תמונה 14). במקביל הודפס העתק תלת ממדי של השן אשר ישמש בזמן הטרנספלנטציה למזעור הזמן שבו השן נמצאת מחוץ לרקמה²⁵ (תמונה 15).

תהליך ההשתלה עצמו היה זהה למה שתואר קודם, פרט לעובדה שלא היה צורך לחשוף את השן התורמת (תמונה 16).

כ 10 ימים לאחר הפעולה בוצע סילוק של מוך השן וחבישה בקלציום הידרוקסיד. שישה שבועות לאחר מכן (כחודשיים מביצוע הפעולה), ובהיעדר סימנים המעידים על פתולוגיה, בוצעה סתימת שורש (תמונה 17).

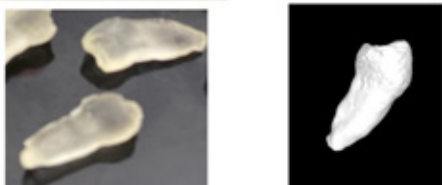
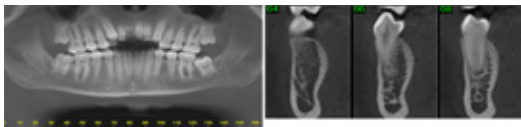
מספר ימים אחר כך הודבק סמך על השן והוחל בהזזה אורתודונטית שלה, כדי לאפשר שיקום אופטימלי.



תמונה 13: תוכנית הטיפול באופן סכמטי.



תמונה 14: אתר ההשתלה עם סיום ההכנה האורתודונטית.



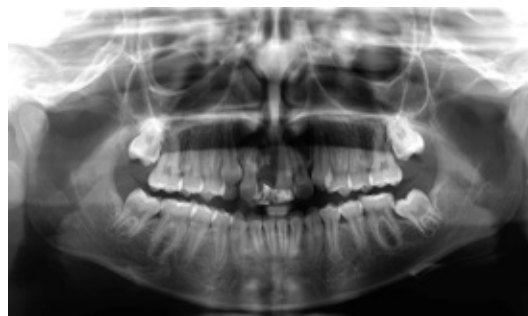
תמונה 15: (משמאל למעלה עם כיוון השעון) שלבים ב"קצירת" שן 44 מה CT עד להדפסת הרפליקה שלה.



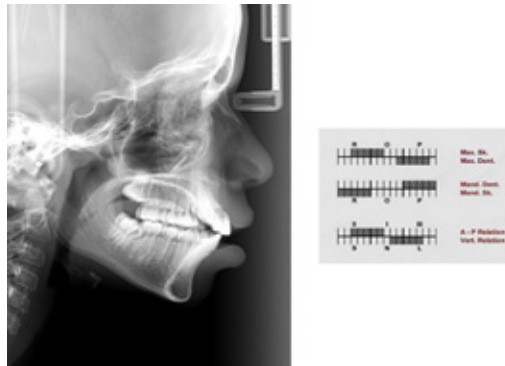
תמונה 16א': המכתשית המלאכותית באתר ההשתלה.



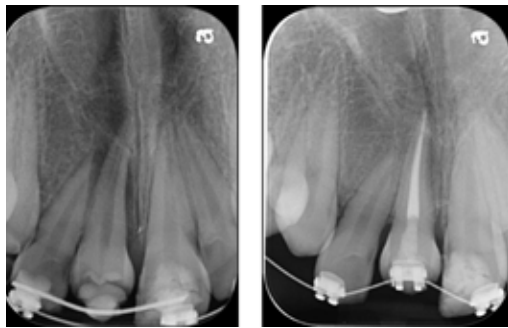
תמונה 11ב': בחלל הפה ניתן לראות סגר מסוג Angle class I. בנוסף ניתן להתרשם מההטיה הבוקלית של החותכות בשתי הלסתות.



תמונה 12א': בצילום הפנורמי ניתן להבחין בשארית שורש שן 11 שעדיין נמצאת בעצם. האפקסים של כל שורשי המלתעות סגורים.



תמונה 12ב': הצילום הצפלומטרי ממחיש את הפרוקלינציה של החותכות.



תמונה 17: טיפול השורש.



תמונה 16ב': בדיקת מימדי המכתשית באמצעות הרפליקה.



תמונה 18א': הבקעת השן כדי להביאה למיקום האופטימלי, תוך יצירת רקמה רכה וקשה.



תמונה 16ג': העברת השן התורמת למיקומה החדשה.



תמונה 18ב': פתיחת מקום סביב השן, כדי לאפשר שחזור ברוחב שן 21.



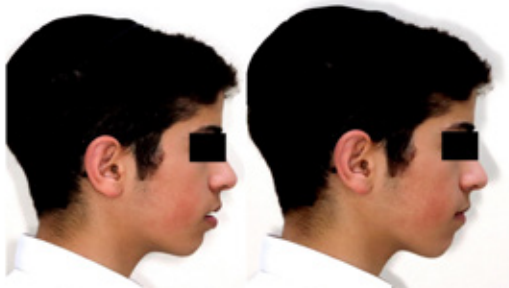
תמונה 16ד': השן התורמת מקובעת במיקום החדש. (כיורוגיה: ד"ר כיפאח בלאל)



תמונה 18ג': אינטרוזיה קלה להשוואת קווי החניכיים.



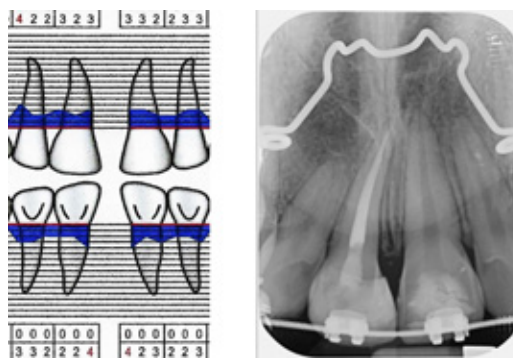
תמונה 21ב': רווחי העקירות מצטמצמים, שיפועי החתכות בשתי הלסתות השתפרו.



תמונה 21ג': בעקבות העקירות נראה שיפור ניכר במלאות הפרי-אוראלית ובפרופיל.



תמונה 19: שלבים שונים בשחזור השן. (שיקום: ד"ר עלאא חדאד)



תמונה 20: צילום פריאפיקלי ובדיקת כיסים-כשנה וחצי לאחר ביצוע הטרנספלנטציה.



תמונה 21א': המתרפא בן 15, לקראת סיום הטיפול האורתודונטי.

References

1. Glickman G.N., Mickel A.K., Levin L.G., Fouad A.F., Johnson W.T. Glossary of endodontic terms (10th ed.), American Association of Endodontists, Chicago (2020).
2. Tan BL, Tong HJ, Narashimhan S, Banihani A, Nazzal H, Duggal MS. Tooth autotransplantation: An umbrella review. *Dental Traumatology* 2023;39(S1):2–29.
3. Kafourou V, Tong HJ, Day P, Houghton N, Spencer RJ, Duggal M. Outcomes and prognostic factors that influence the success of tooth autotransplantation in children and adolescents. *Dental Traumatology* 2017;33(5):393–9.
4. Czochrowska EM, Stenvik A, Bjercke B, Zachrisson BU. Outcome of tooth transplantation: Survival and success rates 17–41 years posttreatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002;121(2):110–9.
5. Kokai S, Kanno Z, Koike S, et al. Retrospective study of 100 autotransplanted teeth with complete root formation and subsequent orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2015;148(6):982–9.
6. Andreasen JO, Andreasen FM, Avulsions TG, Andreasen. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, editors: Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. Oxford: Wiley Blackwell, 2019; p. 486–520.
7. Slagsvold O, Bjercke B. Indications for autotransplantation in cases of missing premolars. *American Journal of Orthodontics* 1978;74(3):241–57.
8. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. *The European Journal of Orthodontics* 1990;12(1):14–24.
9. Czochrowska EM, Stenvik A, Album B, Zachrisson BU. Autotransplantation of premolars to replace maxillary incisors: A comparison with natural incisors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2000;118(6):592–600.
10. Zachrisson BU, Stenvik A, Haanas H. Management of missing maxillary anterior teeth with emphasis on autotransplantation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126(3):284–8.
11. Denys D, Shahbazian M, Jacobs R, et al. Importance of root development in autotransplantations: a retrospective study of 137 teeth with a follow-up period varying from 1 week to 14 years. *The European Journal of Orthodontics* 2013;35(5):680–8.
12. Bae J-H, Choi Y-H, Cho B-H, Kim Y-K, Kim S-G. Autotransplantation of Teeth with Complete Root Formation: A Case Series. *Journal of Endodontics* 2010;36(8):1422–6.
13. Watanabe Y, Mohri T, Takeyama M, et al. Long-term observation of autotransplanted teeth with complete root formation in orthodontic patients. *Orthodontic Waves* 2011;70(4):124–124.
14. Aoyama S, Yoshizawa M, Niimi K, Sugai T, Kitamura N, Saito C. Prognostic factors for autotransplantation of teeth with complete root formation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology* 2012;114(5):S216–28.
15. Lim S-W, Choi I-S, Lee B-N, Ryu J, Park H-J, Cho J-H. Periodontal ligament preloading and rapid prototyping of the donor tooth in the autotransplantation of premolars with complete root formation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2022;162(1):108–21.
16. Plotino G, Abella Sans F, Duggal MS, et al. European Society of Endodontology position statement: Surgical extrusion, intentional replantation and tooth autotransplantation. *International Endodontic Journal* 2021;54(5):655–9.
17. Nordquist GG, McNeill RW. Orthodontic vs. Restorative Treatment of the Congenitally Absent Lateral Incisor—Long Term Periodontal and Occlusal Evaluation. *Journal of Periodontology* 1975;46(3):139–43.
18. Thilander B. Orthodontic aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10-year follow-up study. *The European Journal of Orthodontics* 2001;23(6):715–31.
19. Zachrisson BU, Rosa M, Toreskog S. Congenitally missing maxillary lateral incisors: Canine substitution. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011;139(4):434–44.
20. Rosa M, Lucchi P, Ferrari S, Zachrisson BU, Caprioglio A. Congenitally missing maxillary lateral incisors: Long-term periodontal and functional evaluation after orthodontic space closure with first premolar intrusion and canine extrusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2016;149(3):339–48.
21. Schneider U, Moser L, Fomasetti M, Piattella M, Sicilian G. Esthetic evaluation of implants vs canine substitution in patients with congenitally missing maxillary lateral incisors: Are there any new insights? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2016;150(3):416–24.
22. Suzuki Y, Matsumoto Y, Kanno Z, Soma K. Preapplication of Orthodontic Forces to the Donor Teeth Affects Periodontal Healing of Transplanted Teeth. *The Angle Orthodontist* 2008;78(3):495–501.
23. Nakdilok K, Langsa-ard S, Krisanaprakornkit S, Suzuki EY, Suzuki B. Enhancement of human periodontal ligament by preapplication of orthodontic loading. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2020;157(2):186–93.
24. Promchaiwattana P, Suzuki B, Krisanaprakornkit S, Suzuki EY. Periodontal ligament enhancement in mesio-angulated impaction of third molars after orthodontic tooth movement: A prospective cohort study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2020;158(4):495–504.
25. Verweij JP, Jongkees FA, Anssari Moin D, Wismeijer D, van Merkesteyn JPR. Autotransplantation of teeth using computer-aided rapid prototyping of a three-dimensional replica of the donor tooth: a systematic literature review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2017;46(11):1466–74.

The surgical guide as an aiding tool for dental implants

Abboud W.* , * , Taicher S.* , Abboud A.****, Shamir D.** , Yahalom R.*****

*Institute of Movement Disorders, Sheba Medical Center, Affiliated to Sackler Faculty of Medicine, Tel-Aviv University

**Unit of Oral and Maxillofacial Surgery, Bnei Zion Medical Center, Affiliated to Technion Institute of Technology, Faculty of Medicine

***Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Sheba Medical Center, Affiliated to Sackler Faculty of Medicine, Tel-Aviv University

****Private practice, Hagar Archbishop street, Shfaram

Abstract

Surgical guides are tools used by dentists to accurately place dental implants during surgery. These guides are created using computer-aided design software based on CT scans. The use of surgical guides can greatly increase the accuracy and predictability of dental implant placement. By using a guide, the dentist can ensure that the implant is placed in the exact location and at the correct angle as planned in the preoperative planning stage.

This enables the insertion of implants in adjacency to critical structures and position implants in challenging angulations. However, as with any medical tool, they may have some disadvantages, the primary of which is a monetary cost and time consumption. This is in addition to manual issues concerning proper positioning during surgery and the concealment of intraoperative details. The purpose of the present review is to answer the question of whether routine use of surgical guides is recommended for implant surgery or whether they should be utilized in select cases.

The compliance rate of dental practitioners with SARS-CoV-2 infection control guidelines during the COVID-19 pandemic in Israel: an observational study

Yellon D., Schwartz D., Dekel D., Domb Herman H., Kooby E., Jarallah M., Dadosh H., Natapov L.

DENTAL HEALTH DIVISION, MINISTRY OF HEALTH, JERUSALEM, ISRAEL

Abstract

Introduction:

With the onset of the coronavirus pandemic, the Israeli Ministry of Health (MoH) updated its infection control guidelines. Emphasis was placed on minimizing aerosol-generating procedures (AGPs) and using personal protective equipment (PPE) such as face shields/safety goggles, protective gowns, surgical masks and gloves.

In this study, compliance with the MoH recommendations was examined among dental team members (dentists, dental assistants, and hygienists) exposed to asymptomatic/pre-symptomatic patients who were later found to be COVID-19 positive.

Methods:

The Ministry of Health analyzed exposure reports of dental team members to SARS-CoV-2 positive patients in dental clinics between May 1st and December 31st, 2020. Exposure reports were verified against the COVID-19 national database and a cumulative transmission rate was calculated and compared to the rate in the population.

Results:

During the study period, 1,323 exposure reports were received. Regarding dental team members who treated asymptomatic SARS-CoV-2 positive patients: 525 (39.7%) were dentists, 656 (49.6%) were dental assistants, and 126 (9.5%) were hygienists. Practitioner type was not reported in 16 (1.2%) cases. 8 (0.6%) dental team members (four dentists, four dental assistants) were positive post-exposure, with an average of 5.4 days (median 5 days, SD = 4.8) from the date of dental treatment to a positive COVID-19 test. Most dental team members reported full PPE use and performance of short/non-aerosol-generating procedures. Higher rates of compliance with the guidelines were reported amongst dentists and dental hygienists compared with dental assistants.

Main Conclusions:

Most dental team members reported full compliance with the MoH recommendations regarding the use of personal protective equipment and minimizing aerosol-generating procedures. Differences were found between the dental team members (hygienists being most adherent). The results of the study show that further efforts are required in order to encourage full compliance with the guidelines among all dental team members.

Using artificial intelligence in dentistry - an opportunity alongside challenges

Mayer Y.* ,Dvoyris V. **

*Department of Periodontology, School of Graduate Dentistry, Rambam Health Care Campus, Haifa

**Diagnocat, Inc., Miami, FL, USA and Tel Aviv – Yafo, Israel

Abstract

Artificial intelligence (AI) can potentially revolutionize various fields of medicine, including dentistry. In recent years, AI has been applied to various aspects of dentistry, ranging from diagnosis and treatment planning to patient communication and management. AI algorithms can analyze large datasets of dental images and patient records to provide accurate and efficient diagnosis and treatment planning, improving treatment outcomes and reducing the risk of errors. Moreover, AI-powered chatbots and virtual assistants can provide patients

personalized advice and support, enhancing patient engagement and satisfaction.

However, integrating AI in dentistry also poses several challenges, including data privacy concerns, regulatory issues, and the need for specialized training of dental professionals. In this context, it is essential to establish robust ethical and legal frameworks to ensure that AI is used responsibly and transparently in dentistry. Overall, the use of AI in dentistry holds great promise for improving the quality of dental care and enhancing patient outcomes, but its successful implementation will require careful consideration of its potential benefits and risks.

Clarifying the difference between Scandinavian and Asian-Autotransplantations

Har Zion G.* ,Bronstein- Rainus M.**

*Private clinic, Jerusalem, Israel.

** Dept. of Endodontics, Hebrew University, Hadassah School of Dental Medicine, Jerusalem, Israel.

Abstract

Autotransplantation is defined as the transplantation of teeth from one site to another in the same individual. It is a complex procedure which involves several disciplines in the field of dentistry. When properly performed the transplant can obviate the need for complicated restorative alternatives.

While studying the literature, it is obvious that there are two distinct approaches towards autotransplantation, a Scandinavian one and an Asian technique, which is more popular in the far east.

These two methods differ in the stage of root development of the donor tooth that is being transferred into the recipient site.

This article presents the clinical management of a pair of patients who underwent autotransplantation according to the two different attitudes. The course of treatment from initiation until the final restoration is described. Different aspects of the treatment as well as the results of the procedure are extensively elaborated. The benefits and disadvantages of each technique are also discussed.

A novel approach for treating deep caries and exposed pulp: Vital Pulp Therapy: The international campaign of the European Association of Endodontics

Moreinos D.* , Dakar R.,**, Wisblech D. **, Nabriski O.** , Lin S.**,****

* Department, Galilee Medical Center, Nahariya, Israel;

** Department of Endodontics, Rambam Health Care Campus, Haifa, Israel;

*** The Ruth and Bruce Rappaport Faculty of Medicine, Technion - Israel Institute of

Abstract

Traditionally, when carious lesions are detected, the treatment is the complete removal of the lesion; a full root canal treatment (RCT) is performed when pulpal exposure occurs. Today thanks to evident base research in some cases, a carious lesion can be treated without completely eradicating the bacteria in the lesion, even in cases of pulp exposure. The use of advanced techniques and materials has drastically improved the success rates of conservative treatments such as direct pulp capping and partial pulpotomy.

Maintaining pulp vitality is the basis of modern dentistry, as it allows for continued maturation of the root,

and supports defense mechanisms and proprioceptive response. Vital pulp therapy (VPT) is easier and simpler than traditional RCT.

It has been argued that educating dentists to conservative dentistry will prevent overtreatment, allow for root structure preservation, and increase the cost-effectiveness of dental treatments. The aim of this review is to summarize the biological response to deep caries, as well as current approaches to the classification and treatment of deep carious lesions and pulp exposure.

The European Society of Endodontics (ESE) has initiated an awareness campaign on vital pulp treatments that is aligned with this paper.

For further information, please visit:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.13080>.

Where is dentistry heading?

The last few years have brought far-reaching developments to the community of dentists. Suffice it to mention the subject of implants, which today is an accepted treatment as if it had always been in use. The treatment materials are advancing, the diagnostic methods are being perfected, artificial intelligence is entering more and more into the set of parameters that dentists consider when planning treatments and performing them, and much more.

I will begin with an anecdote: I heard that a well-known dentist lectured on root canal treatments, and how important it is to preserve teeth, to do everything for that, etc. As a matter of fact, there are diverse technologies for accurate diagnosis and proper treatment of teeth with "pathological pulp".

At the end of the lecture, one of the participants raised his hand and said: "Doctor, thank you for an excellent lecture. But I do not agree with the conclusion. Instead of performing complicated root canal treatment, followed by a post and a crown, and the possibility of later complications, when I will end up having to extract the tooth, I would rather extract the tooth right now and perform an implant".

And so implants are the treatment of choice in many cases, and probably also in cases where the natural tooth can be preserved through root canal treatment. Implants are performed by general dentists, as well as by specialists in the fields of periodontics and surgery, perhaps even in such a way that the practice of these specialists in implants even exceeds their original areas of expertise.

Does the future call for a change in specializations? Or highlights in specializations?

In orthodontics, a new factor has come into use in recent years: treatment with "aligners". The doctors are assisted by artificial intelligence and the patients receive a set of aligners from the doctors. Patients have to change aligner every certain period of time until the last aligner. Of course, the treatment is done by specialists in orthodontics, but also by many general dentists, and is very successful both among patients and among the treating doctors.

Does this mean what is called "democratization" of teeth straightening? Is it making orthodontics more accessible to the public also through general dentists? Does the future call for a change in the study of orthodontics in general and in the "classic" specialization in orthodontics?

For many years pediatric dentistry has raised the flag of "behavioral management" of the treated children as the main thing in childcare and has invested a lot in teaching different behavior management techniques that should address the variety of behaviors of children in the dental clinic. In recent years we have witnessed an increase in treatments under general anesthesia and sedation in its various forms. Is pediatric dentistry changing or changing direction? Does pediatric dentistry place less emphasis on what has distinguished it for many years - behavioral management?

These are just a few examples of the changes taking place in dentistry, and perhaps they point to the future.

Food for thought...

Prof. Benny Peretz

The Journal of the Israel Dental Association

Editor: Prof. Benny Peretz

Department of Pediatric Dentistry,
School of Dental Medicine,
Tel Aviv University, Tel Aviv.
E-mail: bperetz@tauex.tau.ac.il
Medline: Refuat Hapeh Vehashinayim

Editorial Board:

Dr. Meir Adut
Dr. Michael Etinger
Prof. Ilana Eli
Dr. Galit Almozni
Dr. Michael Alterman
Prof. Doron Aframian
Dr. Ran Yahalom
Prof. Imad Abu El-Naaj
Dr. Itzhak Chen
Prof. Mark Littner
Dr. Yaniv Mayer
Prof. Joshua Moshonov
Dr. Haim Neuman
Prof. Oded Nahlieli
Prof. Joseph Nissan
Prof. Gabi Chaushu
Prof. Stella Chaushu
Prof. Nikolai Sharkov - Bulgaria
Prof. Ayala Stabholz
Prof. Adam Stabholz
Dr. Tali Chackartchi

Publisher:

The Israel Dental Association
Production Dept.

Editorial Coordinator:

Adv. Yaffa Zagdon

Graphic Layout:

Sivan Designs- Sivan Efenberg Lavi

Production:

New York New York (Israel) Ltd.
E-mail: newyork@bezeqint.net

Objectives

The Journal is designed to bring to the community of dentists in Israel high level reviews and articles concerning issues encountered by oral practitioners in their daily work. The journal will present to its readers with a variety of articles discussing novel materials and methods in the field of dental treatment, as well as up-to-date reviews of clinical research and basic science studies relevant to dental medicine. The journal will also serve as a stage for exchanging views and information among dentists in Israel.

Circulation

The journal is quarterly, and its target readers are all members of the Israel Dental Association.

Instructions to Authors

Articles are to be sent by mail to the editor,
bperetz@tauex.tau.ac.il .

Articles

The material ought to include findings or reviews that were not published, or submitted for publication, in other journals. Articles are to be written in clear, up-to-date Hebrew, and an English version of the summary is to be enclosed. For names of diseases and medical terms please use the terms that are customary among dentists in Israel, rather than the Hebrew translation. Names and other professional terms are to be used consistently throughout the article. After the first occurrence of the term in the article, it is advisable to add in brackets its English translation. Abbreviations may be used.

English Summary

An English version of the summary is to be enclosed on a separate page. The English summary page will include the title of the article, names of authors and names of their organization. The summary, not exceeding 500 words in length, has to emphasize the conclusions of the article.

Bibliography

References to the list of sources from which the article quotes or on which it is based will be in numbers enclosed by brackets, and the list of bibliography will be presented according to their order of appearance in the article.

Each entry in the bibliographic list will include the following items: names of authors (full surname followed by initials of first name), title of the article, name or journal in which it appears, the year, no. of volume and page numbers, in this order. If there are more than three authors in the cited article, only the first three will be named, followed by the words et al.

Names of the cited journals are to be identical to the abbreviated journal names as specified in the January edition of Index Medicus. Books are to be included in the list according to the name of the author of the cited chapter. The author's name will be followed by the chapter's title, the book in which it appears, place of publication, name of publisher, year of publication and page numbers.

Examples of Bibliographic Entries:

1. Ploni A, Almoni B. Filling and Drilling Using Laser Equipment. J Isr Dent Assoc 1993; 95: 32-37.
2. Choen A. Dentistry in Israel, in: Levi B, Textbook in Public Dentistry, Jerusalem, Steimatzi 1993; p. 95-98.

Tables

Will be included in the article, in Word format.

References in the article to particular figures or tables should include their numbers in brackets.

The articles express the authors' opinion, and are published following strict professional-scientific criteria

The editor reserves all rights to make stylistic or editing changes in articles or parts of articles or to reject articles altogether.

However, the editor is not responsible for opinions expressed in them.

Advertising policy

The editorial is not responsible for the contents and/or form of the advertising material published in the journal. However, advertising material should comply with the advertising policy of the Israel Dental Association.

Articles

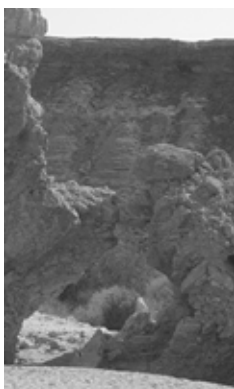
- 7 **The surgical guide as an aiding tool for dental implants**
Waseem A., Taicher S. , Abboud A., Shamir D., Yahalom R.
- 12 **Compliance rate of dental practitioners with SARS-CoV-2 infection control guidelines during the COVID-19 pandemic in Israel: an observational study**
Yellon D., Schwartz D., Markovich D.D., Domb Herman H., Kooby E., Jarallah M., Dadosh H., Natapov L.
- 18 **Using artificial intelligence in dentistry - an opportunity alongside challenges**
Mayer Y., Dvoyris V.
- 25 **A novel approach for treating deep caries and exposed pulp: Vital Pulp Therapy: The international campaign of the European Association of Endodontics**
Moreinos D., Dakar R., Nabriski O., Wisblech D., Lin S.
- 38 **Clarifying the difference between Scandinavian and Asian-Autotransplantations**
Har Zion G., Bronstein - Rainus M.

Abstracts of articles

48

Editorial

- 52 **Where is dentistry heading?**
Prof. Benny Peretz



Cover Photo: Dr. Tal Ratson

Photo: Gev Yamin, Central Negev

מהפכה בעולם הדנטלי עמדה וסורק ללא השקעה

בעקבות ההצלחה של חברת ALMA בישראל,
מגיע עוד פתרון מוצלח מבית
copulla -SISRAM MEDICAL

TRUST - לוקחים אחריות על כל התהליך
בשקיפות ותקשורת רציפה מול הרופא

EFFICIENT - מאפשרים אינטגרציה מלאה
וקלה בין הרופא ומעבדת ה CAD-CAM, חוסכים
זמן יקר לרופא

USER-FRIENDLY - פלטפורמה נוחה וידידותית
ההופכת את התהליך לפשוט ומהנה

PRECISE - מייעלים את תהליך העבודה ע"י
יצירה דנטלית אמינה ומדוייקת בצורה עקבית

פלטפורמה דיגיטלית לשירותי CAD-CAM המשנה את
תפיסת העולם הדנטלי ומציבה סטנדרט שירות חדש
ומאפשרת למרפאות שיניים חיסכון עצום בזמן ובעלויות
הכרוכים בתהליכי התכנון והייצור של שיקום הפה.

לקבלת פרטים נוספים על איך לייעל את סביבת העבודה שלך עם COPULLA

073-2494969 | info@copulla.com | sisram-medical.com/copulla/

מה המטופלים שלך לא מספרים לך?

50% מן הסובלים מרגישות אינם מדווחים על הכאב שלהם.¹

אני לא רוצה להטריד
את רופא השיניים שלי

אני מפחד
מטיפול כואב

אני לא רוצה להאריך
את התורים שלי

השיניים שלי כואבות רק לפעמים,
זה בטח רק אני

אתה יכול להיות מי שיקל על הכאב שלהם באופן מיידי*
בעזרת **Colgate® Sensitive Pro-Relief**

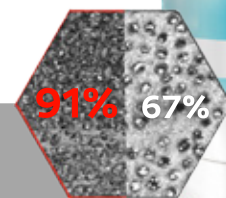


בצע בדיקת רגישות **אצל כל מטופל**

הקל מיד* על הכאב של המטופלים הזקוקים לכך

המלץ על הקלה לטווח ארוך[†] באמצעות צחצוח פעמיים ביום

אטימה טובה יותר באמצעות טכנולוגיית Pro-Argin®
לעומת Sensodyne® הקלה מהירה^{§2}



מנסודיין הוא סימן רשום של GlaxoSmithKline
*להקלה באופן מיידי יש למרוח לפי ההוראות על השן הרגישה ולעסות בעדינות במשך דקה.
†הקלה לטווח ארוך באמצעות צחצוח יומיומי פעמיים ביום באופן קבוע.
‡לעומת משחות שיניים רגילות לשיניים רגישות המכילות 5% אשלגן חנקתי (שווה ערך ל- 2% אשלגן).
§מחקר מעבדה לאחר 5 טיפולים.

הפניות: 1. סקר שוק של קולגיט-פלמוליב באמצעות Zapera

2. Hines D, Rinaudi-Marron L, Xu S, Lavender S, Pilch S. Comparative study of dentin occlusion by commercially available toothpastes. Poster #3406. Presented at the International Association of Dental Research Conference. July 2018.