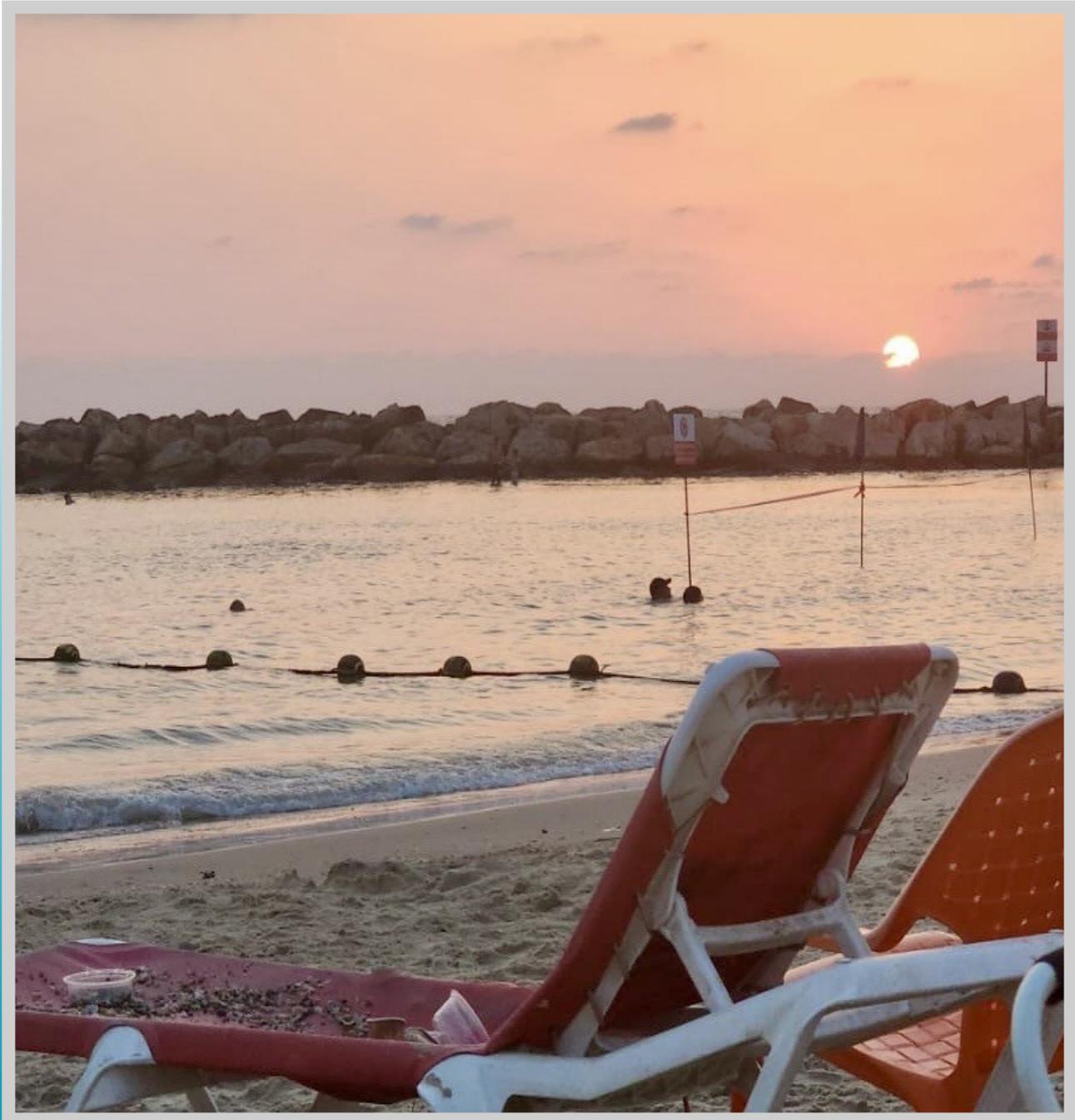


הפּוֹאָת וְהַשִּׁנָּיִם

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

כרך מ"ז, גיליון מס' 1, שבט תשפ"ו • Volume 45 No.1, February 2026

ההסתדרות
לרפואת שיניים
בישראל
ISRAEL
DENTAL ASSOCIATION

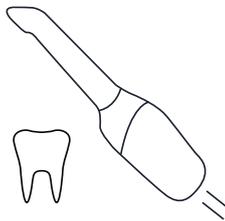


רפואת שיניים דיגיטלית עם מערכת CEREC

מערכת CEREC משתלבת בצורה מיטבית בתהליך העבודה במרפאה, ומחברת בין טכנולוגיה מתקדמת לבין המומחיות שלך במטרה לפתור מענה מגוון ורחב בביקור אחד. הפועות תפקודיות במתקני ה-TMD. נקודות מפתח של INFORM/IADR לגישה טיפולית קלינית טובה המבוססת על סטנדרט הטיפול



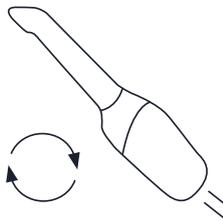
CEREC Primescan AC



Chairside
רפואת שיניים בביקור אחד



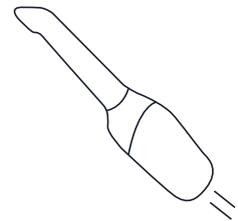
Primescan AC



לקיחת מידה דיגיטלית
+ אופציה לשדרוג למערכת CEREC



Primescan Connect



לקיחת מידה דיגיטלית בלבד

לפרטים נוספים:
צרו קשר עם סוכן המכירות
או בטל': 03-6353539
implants@divident.co.il

עקבו אחרינו
בפייסבוק



עקבו אחרינו
באינסטגרם



5	על פניו	כנסים, ידע מקצועי, מרצים, עמיתים ומצוינות פרופ' ב. פרץ
7	מאמרים	מעורבות פורקציה בשיניים טוחנות – כיצד מטפלים? ד"ר ע. איינהורן, ד"ר י. מאייר, ב. דמטריו, ד"ר א. גלבוע
15		הפרעות תפקודיות במפרק הלסת (TMD): נקודות מפתח של INFORM/IADR לגישה טיפולית קלינית טובה המבוססת על סטנדרט הטיפול המתרגמים: פרופ' א. פרלמן-אמודי, פרופ' א. וינוקור, ד"ר פ. רובין, ד"ר ת. אנצל שליו
19		בינה מלאכותית ככלי תומך באבחון היסטופתולוגי של סרטן הפה ד"ר מ. ורד, פרופ' ל. כץ
23		חשיבות השימוש ב-CBCT בילדים עם אנומליות דנטליות (Fusion\Gemination) בקביעת תוכנית טיפול – הצגת מקרים ד"ר ק. גפני, ד"ר מ. אוליבר-פלטי, ד"ר ל. כץ, ד"ר ג'. ברנשטיין איזמן, פרופ' ס. בלומר
37		טיפול בקשתיות שקופות: מגמות שוק, ביומכניקה ויעילות ד"ר נ. פרוטר
44	תקצירים באנגלית	
49	Editorial	Conferences, Professional Knowledge, Lecturers, Peers and Excellence

Prof. Benny Peretz



בשעה: שקיעה
צילום: עו"ד יפה זגדון

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 ז"ל

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' איילה 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.

כנסים, ידע מקצועי, מרצים, עמיתים ומצוינות

גם בכנס זה השתתפו מרצים ידועים מהארץ ומהעיר לם. ראוי לציין כי כל מחברי נייר העמדה בנושא הרצו בכנס, כל אחד ואחת מנקודת מבטן של הדיסיפלינות השונות אותן ייצגו. בכנס נכחו רופאי שיניים מכל התחומים וכן רופאים אנדוקרינולוגים, רופאים פנימיים ורופאי משפחה אשר נתקלים ב-MRONJ.

לקראת סוף חודש ינואר נערך במלון הילטון בתל אביב הכנס החצי שנתי של האיגוד הישראלי לכירורגית פה ולסתות. הכנס נקרא בשם המתגר "החטא ועונשו" – ניהול סיבוכים מקסילופיציאליים. יו"ר הכנס הייתה ד"ר חלי רושינק מהמחלקה לקה לכיר' פה ולסתות בפקולטה לרפואת שיניים בהדסה. כפי ששם הכנס מעיד, הוצגו בכנס הסיבוכים הקשים ביותר שבהם נתקלו המרצים תחת הכותרת My worst complications. גם כאן השתתפו מרצים ידועים מהארץ ומהעולם. הכנס הגיע לשיאו במשפט מבוים שבו הוצגה תביעה על טיפול שהסתבך (תביעה דמיונית כמובן) בבית משפט מבוים. במשפט השתתפו שופט מקצועי, עו"ד (אמיתיים) מטעם התביעה ומטעם ההגנה, וכן עדים שהגישו חוות דעת מטעם התביעה, מטעם ההגנה ומטעם בית המשפט (דר' עומרי אמודי, ד"ר מיכאל אלטרמן ופרופ' נבות גבעול). המשתתפים יכלו לעמוד על עבודת בית המשפט ועל מכלול השיקולים בהחלטה הסופית של השופט (שפסק פיצויים גדולים...).

בתחילת חודש פברואר נערך גם כן במלון הילטון בתל אביב הכנס השנתי של האיגוד הישראלי לפריודונטיה ואוסאואינטגרציה. מגוון נושאים קליניים ומחקריים הוצגו במשך יומיים לקהל הרב שנכח, פריודונטיים, כירורגים של פה ולסת ורופאי שיניים כלליים המתעניינים בפריודונטיה על ידי מרצים מהארץ ומהעולם. בראש הכנס עמד ד"ר ערן גבע מהמחלקה לפריודונטיה של ביה"ס להתמחויות במרכז הרפואי רמב"ם, שהחל מהכנס התחיל לכהן כיו"ר האיגוד הישראלי לפריודונטיה ואוסאואינטגרציה. שיא מרגש בכנס היה כאשר הוענקו תוארי יקיר האיגוד הישראלי לפריודונטיה ואוסאואינטגרציה לד"ר דני מלר ולפרופ' ליאור שפירא.

אכן מופת של מצוינות לכל אורך הדרך...

פרופ' בני פרץ

בחודשים דצמבר, ינואר ותחילת פברואר (עד סגירת הגיליון) נערכו בארץ כמה כנסים שכל אחד מהם היה שיא מקצועי בפני עצמו; כולם נערכו בחסות הר"ש, ובכולם השתתפו מרצים מהארץ ומהעולם. כמובן שבהמשך נערכו כנסים נוספים, ועליהם נספר בגיליונות הבאים.

ההתחלה הייתה בכנס המדעי-לאומי השנתי של הר"ש שנערך בדצמבר 2025 במלון דייוויד אינטר קונטיננטל בתל אביב בניצוחו של יו"ר הכנס ויו"ר הר"ש ד"ר ליאור קצפ. הכנס נמשך 3 ימים והיה מופת של מצוינות ושל הישגים מקצועיים שהוצגו בהרצאות ובסדנאות, בהשתתפות כ-2000 חברים, מהארץ ומהעולם, מומחים, רופאי שיניים כלליים, מתמחים וסטודנטים. זאת לצד אירוע חברתי מרשים שבו הוענקו תוארי יקיר הר"ש לפרופ' אבי זיני ולדר' רן סיונוב. האורחים מחו"ל, שלחלקם הגדול זה איננו הביקור הראשון בארץ, הפכו לחברים אישיים של יו"ר הר"ש, והם מביעים בהשתתפותם הזדהות עם הר"ש ועם ישראל. כנס הר"ש ללא ספק קבע סטנדרטים גבוהים מאוד בהצלחתו!

שבוע לאחר מכן נערך באותו מלון הכנס הבין-לאומי התשיעי של MOIP – Mediterranean Orthodontic International Project – בראשות פרופ' סטלה צ'אושו, מנהלת המחלקה לאורתודונטיה בפקולטה לרפואת שיניים בהדסה, שרק מסירותה ומחויבותה העמוקה הביאו לקיום הכנס. כנס ה-MOIP נמשך יומיים והשתתפו בו טובי האורתודונטיה בארץ ובעולם. כל המחלקות אשר נותנות התמחות באורתודונטיה בארץ נכחו וכן האיגוד הישראלי לאורתודונטיה. מכלול נושאי האורתודונטיה הוצגו בצורה מרשימה, והקהל הרב זכה להרצאות מרתקות ומלמדות. זהו אירוע בין-לאומי ייחודי שבו כנס בין-לאומי נערך בארץ בעת הזו. שיא חברתי-לאומי מרשים היה אירוע הנפת דגלים של כל המדינות שהשתתפו!

בחודש ינואר, נערך במרכז יצחק רבין בתל אביב כנס שהוקדש כולו להיבטים השונים של MRONJ – Medically Related Osteonecrosis of the Jaw. כנס זה נערך ביוזמת ובראשות פרופ' גבי צ'אושו, מנהל המחלקה לכירורגית פה ולסתות במרכז הרפואי בילינסון, בעקבות נייר העמדה של המועצה המדעית של הר"ש בנושא, ואשר פרופ' גבי צ'אושו עמד בראש הוועדה שכתבה את נייר העמדה.

DIVIDENT

Dentsply Sirona | mis



Primescan הסורק המדויק, המהיר והקל ביותר לשימוש

עכשיו בתנאים מיוחדים!

לפרטים נוספים
צרו קשר עם סוכן המכירות או בטל': 03-6353539
implants@divident.co.il

מעורבות פורקציה בשיניים טוחנות – כיצד מטפלים?

הקדמה:

מעורבות פורקציה (Furcation Involvement - FI) היא אחת מתוצאות הלוואי של מחלת חניכיים מתקדמת בשיניים רב-שורשיות. הפורקציה (מסעף השן) היא אזור אנטומי בשן רב-שורשית, אשר בו שורשי השן מתפצלים זה מזה. אזור זה מאופיין במבנה מורכב – פתחי כניסה צרים, שקעים אנטומיים, והבדלים

באורך גזע השורש – מה שהופך את הניקוי שלו לקשה במיוחד, ומוביל לאתגר טיפולי ולהחמרת הפרוגנוזה של השן. פורקציה אינה חדירה במצב פריודונטלי בריא, שכן היא מכוסה על ידי עצם ורקמת חניכיים, וכאשר מחלת חניכיים מתקדמת וגורמת לאובדן עצם באזור זה – הפורקציה נחשפת, מצב המכונה "מעורבות פורקציה".

ד"ר עומר איינהורן*,
ד"ר יניב מאיר**,
ד"ר ברטה דמטריו**,
ד"ר אילן גלבוט*,

* המחלקה לשיקום הפה ושיקום פנים ולסתות.

** המחלקה לפריודונטיה.

ביה"ס להתמחויות ברפואת שיניים הקריה הרפואית רמב"ם, חיפה

תמונה 1: שן 36 עם מעורבות פורקציה – צילומים קליניים וצילומי רנטגן.



במקביל, שילוב בינה מלאכותית מציע כלים מתקדמים לניתוח נתונים קליניים ורדיוגרפיים, לזיהוי מוקדם של מחלה ולהערכת סיכון מותאמת אישית לכל מטופל. הטמעת טכנולוגיות אלה מקדמת מעבר לרפואת חניכיים מותאמת דיגיטלית, המאפשרת דיוק רב יותר בטיפול ותכנון עתידי מבוסס נתונים.

אבחון וסיווג מעורבות פורקציה:

קיימים סיווגים רבים ושונים למעורבות פורקציה, כאשר הסיווג המקובל והשכיח ביותר הוא לפי Lindhe ו-Hamp, Nyman משנת 1975:

• **דרגה 1** - חדירה חלקית לפורקציה, פחות מ-3 מ"מ.
• **דרגה 2** - חדירה עמוקה אך לא מלאה, יותר מ-3 מ"מ.

• **דרגה 3** - חדירה מלאה - "through and through". סיווג זה מתייחס לפורקציה בצורה דו-ממדית ובודק רכיב הוריוזנטלי בלבד באמצעות פרוב פריודונטלי מעוקל (Nabers). שילוב של צילום פריאפיקלי ולעיתים גם CBCT, נוסף על הבדיקה הקלינית, מאפשר אבחנה מדויקת של עומק הפגם, נגישותו ואופיו התלת-ממדי.

חשוב להדגיש כי לא כל מעורבות פורקציה היא בהכרח שקולה מבחינת הפרוגנוזה, שכן קיימים הבדלים מהותיים בין הלסתות. בשיניים הטוחנות של הלסת התחתונה קיימת בדרך כלל פורקציה אחת, אשר לרוב נגישה מכיוון בוקאלי, דבר המאפשר טיפול יעיל יותר ותחזוקה נוחה לאורך זמן, גם במעורבות מתקדמת. לעומת זאת, בשיניים הטוחנות של הלסת העליונה קיימות שלוש פורקציות, כאשר הפתחים צרים והגישה – ובעיקר לפורקציה הפלטינלית – מורכבת יותר, מה שמקשה על ניקוי יעיל, מגביל את אפשרויות הטיפול ומחמיר את הפרוגנוזה. לפיכך, הערכת שן עם פורקציה חייבת להיעשות תוך הבחנה בין הלסתות ומאפייני האנטומיה המקומית, ואין להסתפק אך ורק בסיווג המספרי של דרגת הפורקציה.

במשך שנים הייתה נטייה לראות במעורבות פורקציה, ובייחוד פורקציות בדרגה 2 ו-3, את "סוף הדרך" עבור השן, ולבחור בתוכנית טיפול הכוללת עקירה ושיקום החסר. אף על פי כן, מצטבר ידע קליני ומחקרי המצביע על כך שגם שיניים עם מעורבות פורקציה מתקדמת יכולות לשרוד לאורך שנים רבות, בתנאים מסוימים של טיפול ותחזוקה, ועל ידי תכנון נכון. מאמר זה סוקר גישה עדכנית לטיפול במעורבות פורקציה, תוך הדגשת ההבדלים בין הסוגים השונים, אפשרויות הטיפול, ושיקולים קליניים לשימור מול עקירה.

ההחלטה על אפשרות הטיפול המתאימה צריכה להיות משותפת לקלינאי ולמטופל, תוך התייחסות להיבטים האתיים והכלכליים של כל אפשרות טיפול. העדפתו של המטופל ושיתופו בתהליך קבלת ההחלטה הם חלק חשוב בבחירת תוכנית הטיפול. קבלת החלטה על תוכנית הטיפול מבוססת על איזון בין שיקר לים התומכים בשימור השן לבין שיקולים המצביעים על צורך בעקירה. בעד שימור השן עומדים גורמים כגון גיל צעיר של המטופל, שיתוף פעולה ותחזוקה, שמירה על היגיינה אוראלית, היעדר עישון וכן חשיבות פונקציונלית גבוהה של השן. מנגד, שיקולים בעד עקירה כוללים נוכחות של גורמי סיכון מרובים, כישלון טיפולים קודמים, מצב פריודונטלי או מבני לקוי של השן, העדפה מפורשת של המטופל וכן מגבלות כלכליות שעשויות להשפיע על בחירת אפשרות הטיפול.

בשנים האחרונות חלה התקדמות משמעותית בהטמעת טכנולוגיות דיגיטליות ברפואת חניכיים, התקדמות אשר תורמות לשיפור האבחון, התכנון הטיפולי והערכת הפרוגנוזה של שיניים. שימוש בהדמיה תלת-ממדית באמצעות CBCT מאפשר זיהוי מדויק של חסר גרמי, מעורבות פורקציה ומבנים אנטומיים קריטיים, ובכך משפר את תהליך קבלת ההחלטות הקליניות.

רדיוגרפיה פריאפיקלית, ומספק גישה מקיפה ואנטומית יותר (תמונה 3). נוסף על כך, סיווגים כמו זה של Staffileno (1969) מציעים אבחנה לפי הכיוון ממנו מתרחשת החדירה – בוקאלית, לינגואלית, מזיאלית או דיסטלית. מכלול הסיווגים הקיים מציג גישות מגוונות – החל מפשרות ועד מורכבות – כדי להתאים את ההערכה למורכבות הקלינית של כל מקרה.



תמונה 3: מונחים שונים הקשורים לאנטומיית ומבנה הפורקציה.

אפשרויות טיפול במעורבות פורקציה:

טיפולים שמרניים:

השלב הראשון של כל טיפול פריודונטלי כולל היגינה, ולעיתים טיפול אנטיביוטי מקומי או סיסטמי. Dommisch ואח' (2020) דיווחו על שיעורי הישרדות של 68%–80% לאורך שנים בשיניים עם מעורבות פורקציה בדרגה 2 ו-3 שטופלו בשיטות שמרניות בלבד, כאשר התקימה תחזוקה קבועה. גם אם מחליטים לבצע פעולות כירורגיות בהמשך, אין להמעיט בחשיבותו של שלב זה. פרוטוקול התחזוקה עבור שיניים עם מעורבות פורקציה צריך לכלול תדירות גבוהה של ביקורים (כל 3-4 חודשים), שימוש בכלים מיוחדים לניקוי האזור, הדרכה על שימוש בעזרי היגינה מתקדםים, ומעקב צמוד אחר מדדים הקליניים.

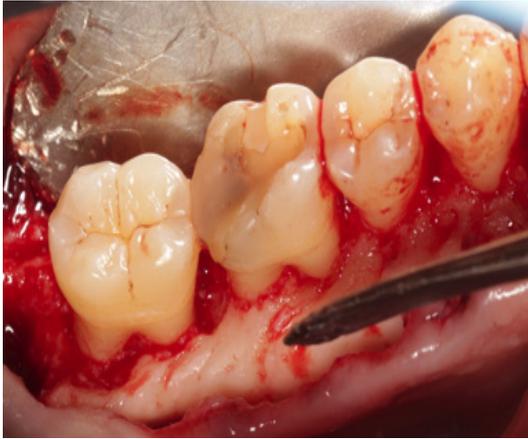
בדומה לסיווג שהוצג מעלה, מרבית הסיווגים למעורבות פורקציה מתמקדים ברכיב האופקי של אובדן התאחיזה. עם זאת, נמצא כי בנוסף לרכיב זה, גם לאובדן אנכי של התאחיזה באזור הפורקציה יש תפקיד משמעותי בקביעת פרוגנוזה השן. בעקבות כך, בשנת 1984 הציעו Tarnow ו-Fletcher תת-סיווג חדש המבוסס על עומק אנכי נגיש לבדיקת פרובינג, מהתקרה של הפורקציה (Fornix) לכיוון אפיקלי.



תמונה 2: שיניים עם מעורבות פורקציה, לאחר הרמת מתלה. בדיקה עם פרוב מסוג Nabers.

ישנם עוד סיווגים של מעורבות פורקציה אשר מתחשבים במגוון מצבים קליניים ורדיוגרפיים כדי להעריך את חומרת המעורבות ואת הפוטנציאל לשימור השן. הסיווג של Glickman (1972) מתמקד גם כן במידת אובדן החיבור האופקי באזור הפורקציה, אך גם מוסיף התייחסות לנראות קלינית של הפורקציה. סיווגים נוספים, כגון זה של Eskow (1984) או של Fedi (1985), מתייחסים באופן ספציפי לעומק ההרס האנכי ביחס לאורך האזור הבין-שורשי, בעוד ש-Richiatti (1982) ו-Tal (1982) מתארים את עומק החדירה האופקית באופן מדויק במילימטרים.

ישנו גם סיווג ייחודי של Hou (1998), אשר משלב שלושה פרמטרים: אורך גזע השורש (Root trunk), אובדן עצם אופקי, ואת סוג הפגם הגרמי (על-גרמי או תת-גרמי) לפי



תמונה 5: הרמת מתלה לצורך גישה טובה לאזור הפורקציה, וביצוע OFD (Open Flap Debridement).

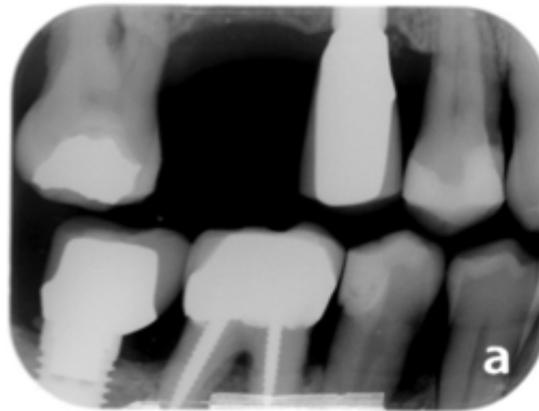
טיפולם כירורגיים רסקטיביים:

כריתת שורש (Root Amputation), הפרדת שורשים (Hemisection), ביצוע Tunneling או שינוי מתאר הפורקציה (Furcation Plasty) מהווים פתרונות כירורגיים בגישה רסקטיבית (תמונות 6-8). יתרונם בהענקת גישה נוחה יותר לניקוי האזור.

סקירה סיסטמטית של Dommisch משנת 2020 כללה 7 מחקרים והציגה אחוזי הישרדות של טיפולים מסוג זה:

טיפול בשיטת Tunneling הציג תוצאות של 69% שרידות לאחר 5 שנים. סיבוכי נפוץ לאחר ביצוע פרוצדורה זו הוא הופעת עששת.

בנוגע לכריתת שורש או הפרדת שורשים, מדווח בספרות כי אם מבצעים את הפרוצדורה בשלב מוקדם יחסית – שיניים מציגות אחוזי שרידות של כ-90% לאחר 10 שנות מעקב.



תמונה 4: שן 46 עם מעורבות פורקציה דרגה 3, תמונות משנת 2014 (למעלה) ומשנת 2025 (למטה).

ניקוי תחת הרמת מתלה (Open Flap Debridement):

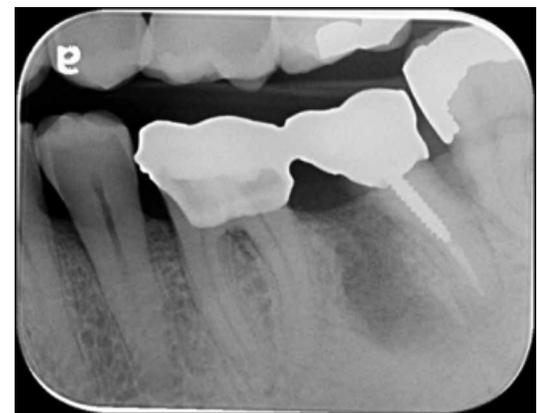
שיטת טיפול זו מאפשרת גישה טובה יותר לשורשי השן, אך לא נמצא דיווח בספרות על טיפול אשר הביא לסגירת פורקציה. מחקר של Graziani משנת 2015 מתאר עלייה של 1 מ"מ בתאחיזה הוריזונטלית, עלייה של 0.5 מ"מ בתאחיזה ורטיקלית וצמצום כיסים של 1.4 מ"מ בשיטת טיפול זו. כלומר, ישנה הטבה קלה, אך ללא שינוי משמעותי בסטטוס הפורקציה.



תמונה 8: הפרדת שורשים (Hemisection). א'8 - פורקציה דרגה 3 בשיניים 47,46. ב'8 - הפרדת שורשים. ג'8 - הזזת שורשים באמצעות גומיות אורתודונטיות. ד'8 - שיניים משוקמות על ידי כתרים.

טיפולם כירורגיים רגנרטיביים - Guided Tissue Regeneration (GTR)

טיפול רגנרטיבי המשלב ממברנות נספגות או כאלו שאינן נספגות, חומרי תחליף עצם ותוספים ביולוגיים כגון Emdogain, Platelet-rich-Plasma ו-Platelet-rich-Fibrin - נמצא יעיל בהפחתת דרגת הפורקציה. בסקירה סיסטמטית ומטה-אנליזה משנת 2020, Jepsen ואחרים דיווחו כי הסיכוי לסגירה או שיפור בדרגת הפורקציה הוא גבוה בהרבה לאחר ניתוחים רגנרטיביים בהשוואה לביצוע ניקוי תחת הרמת מתלה. ניתוחים רגנרטיביים בשלל שילובים של החומרים הנ"ל הציגו מדדים קליניים מצוינים, אך עדיין אין שיטת טיפול אחת אשר מוגדרת כ-"gold standard". כאשר ישנו פגם גרמי המוגבל על ידי קירות עצם (אנכי או תוך גרמי), סיכויי ההצלחה של הטיפול הרגנרטיבי משתפרים באופן משמעותי.



תמונה 6: כריתת שורש מזיאלי שן 37, לפני (למעלה) ואחרי (למטה), וביצוע גשר.



תמונה 7: ביצוע ניתוח Tunneling לצורך יצירת גישה עבור ניקוי ותחזוקה של אזור הפורקציה.



תמונה 9: ניתוחים רגנרטיביים. 9א' - שימוש ב-emdogain, אשר מפעיל מחדש תהליכי התפתחות וריפוי של הרקמות הפריודונטליות. 9ב' - שימוש בחומר תחליף עצם. 9ג' - שימוש בממברנה.

עקירת שן עם מעורבות פורקציה אינה צריכה להיות ברירת מחדל, אלא שיקול מושכל רק לאחר מיצוי אפשרויות השימור. עם זאת, חשוב להביא בחשבון גם את החסרונות והמורכב ביות שבשימור שיניים עם מעורבות פורקציה. אף לאחר טיפול שמרני, רסקטיבי או רגנרטיבי מוצלח, הפגם הגרמי האופייני לפורקציה עלול להישאר, להשפיע על השיניים הסמוכות, להקשות על שמירת ההיגיינה המקומית ולפגוע בעתיד בנפח ובאיכות העצם במקרה ותדרש עקירה ושיקום באמצעות שתלים. נוסף על כך, כלל הגישות הטיפוליות אינן חפות מסיבוכים: חלקן עלולות להביא להחמרה של המחלה הפריודונטלית או להגדיל את הסיכון לעששת משנית, וגם כאשר נבחרת עקירה ושיקום באמצעות שתל - מדובר באתגר מורכב מבחינה כירורגית ושיקומית. לפיכך, החלטה על תוכנית הטיפול במקרה של שן עם מעורבות פורקציה חייבת להתבסס על בחינה אינדיבידואלית של מכלול הגורמים - פרוגנוסטיים, כלכליים, אתיים ורצון המטופל. ככלל, הגישה הקלינית הרצויה היא לשקול כל מקרה לגופו, תוך נטייה לשימור היכן שאפשר.

המלצות קליניות:

- שיטת הטיפול הנבחרת לשיניים עם מעורבות פורקציה בדרגה 1 - טיפולי תחזוקה בלבד.
- שיניים עם מעורבות פורקציה בדרגה 2 ואף בדרגה 3 - אינן בהכרח אבודות.

מתי נבחר בעקירה:

שן עם מעורבות פורקציה בדרגה 2 או 3 אינה בהכרח שן שיש לעקור. בשנת 2014, Salvi ושותפיו מצאו כי שיניים עם מעורבות פורקציה בדרגה 2 שמרו על הישר- דות טובה לאורך 11 שנות מעקב, במיוחד כאשר התקיימה תחזוקה נכונה והמטופלים לא עישנו. עם זאת, שילוב של מעורבות פורקציה מתקדמת, עישון ואי-היענות לתחזוקה, העלה את הסיכון לאובדן פי 10-17.

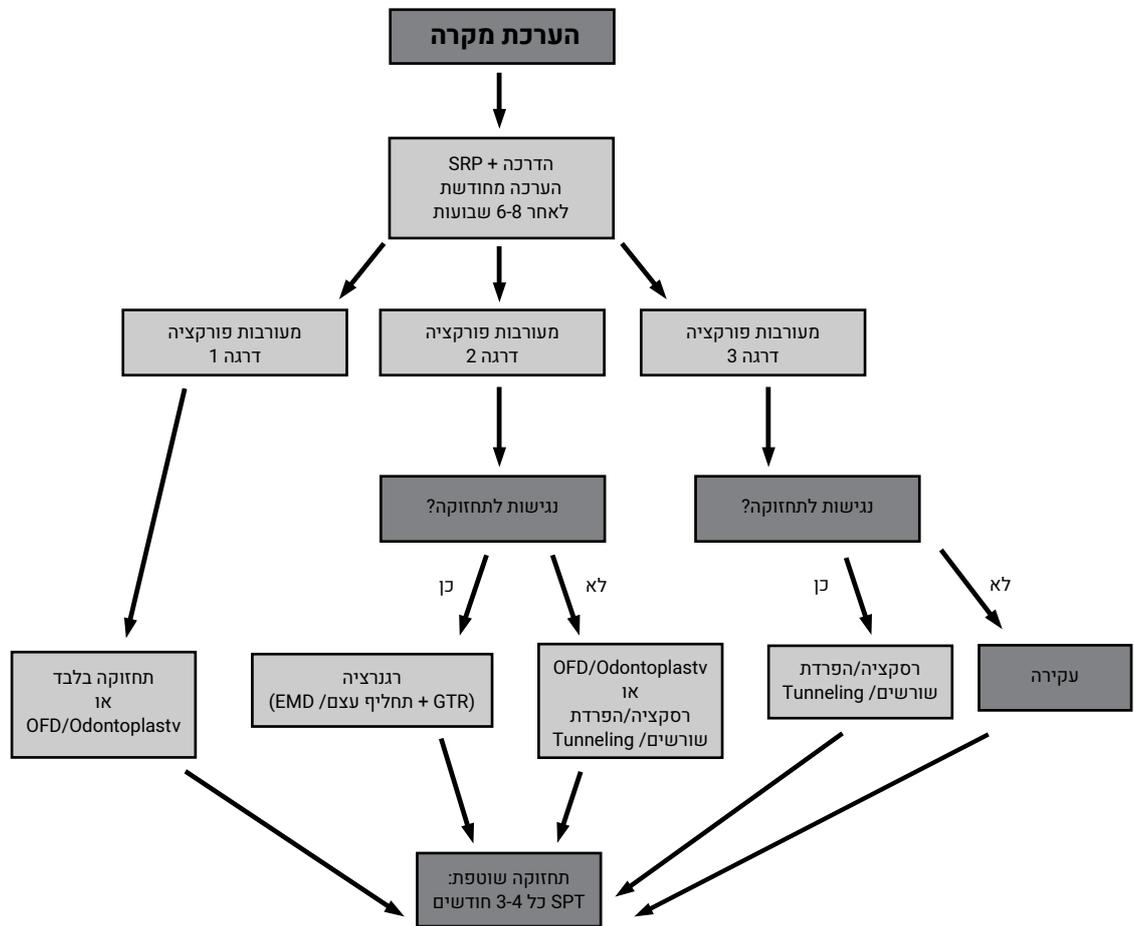
כלומר, שיקולי עקירה צריכים להתבסס לא רק על דרגת הפורקציה, אלא גם על פרמטרים מערכתיים ושיתוף פעולה מצד המטופל. זוהי גם המלצת האיגוד האירופי לפריודונטיה (EFP) במאמר קונצנזוס שפורסם בשנת 2017. עוד נכתב באותו מאמר, כי קיימת עדות לכך שטיפול פריודונטלי מורכב הוא חסכוני יותר מבחינה כלכלית עבור המטופל, לעומת עקירת השן והחלפתה בשיקום נתמך שיניים או שתלים. יתרה מכך, העדפת המטופלים נוטה באופן ברור לשימור השיניים.

מסקנות והמלצות קליניות:

שיקולים כלכליים ואתיים תומכים בשימור שן על פני עקירה והחלפה בשתלים, כאשר גם להעדפתו של המטופל יש משקל בבחירת תוכנית הטיפול.

- תחזוקה תקופתית, היגיינה קפדנית ושיתוף פעולה מצד המטופל הם קריטיים להצלחת כל תוכנית טיפול, גם אם הוחלט לבצע טיפול כירורגי.
- מצורף תרשים זרימה ע"פ ההמלצות הכתובות במאמר:

- טיפול הבחירה בשיניים טוחנות עם מעורבות פורקציה בדרגה 2 הוא ניתוח רגנרטיבי.
- במקרים של פגיעת פורקציה בדרגה 3 אפשר לשקול טיפול שמרני, ניקוי תחת הרמת מתלה, Tunneling, הפרדת שורשים או כריתת שורש. לפי האיגוד האירופי לפריודונטיה, אין המלצה חד-משמעית לסוג הטיפול המועדף במקרים אלו.



תמונה 10: אלגוריתם לבחירת תוכנית הטיפול המתאימה לשיניים עם מעורבות פורקציה.

התמונות הקליניות באדיבות:

- ד"ר אילן גלבוע (תמונות מס' 4,6)
- ד"ר יניב מאייר (תמונה מס' 10)
- ד"ר ברטה דמטריו (תמונות מס' 2,3,5,7,9)
- ד"ר תהל עוגן-אלון (תמונות מס' 1,8)

References

1. Dommisch H, Jepsen K, Braun A, Winter J, Jepsen S. Resective surgery for the treatment of furcation involvement: A systematic review. *J Clin Periodontol.* 2020;47(S22):375-95.
2. Jepsen S, Gennai S, Hirschfeld J, Kalemaj Z, Buti J, Dommisch H, et al. Regenerative surgical treatment of furcation defects: A systematic review and Bayesian network meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2020;47(S22):352-74.
3. Lang NP, Berglundh T, Giannobile WV, Sanz M, editors. *Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry.* 7th ed. Oxford: Wiley Blackwell; 2021. 2 vols. 1376 p.
4. Rasperini, G., Majzoub, J., Limioli, E., Barootchi, S., & Hill, R. (2020). Management of furcation-involved molars: recommendation for treatment and regeneration. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 40(4).
5. Salvi GE, Ramseier CA, Mascheroni M, Bürgin W, Lang NP. Risk factors associated with the longevity of multi-rooted teeth. *J Clin Periodontol.* 2014;41(6):593-601.
6. Sanz M, Herrera D, Kerschull M, Chapple ILC, Jepsen S, Berglundh T, et al. Treatment of stage I-III periodontitis—The EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol.* 2020;47(S22):4-60.
7. Tonetti MS, Cortellini P, Pellegrini G, Nibali L. Principles of periodontal surgery for the general practitioner. *J Clin Periodontol.* 2015;42(S16):S15-27.



הפרעות תפקודיות במפרק הלסת (TMD): נקודות מפתח של INfORM/IADR לגישה טיפולית קלינית טובה המבוססת על סטנדרט הטיפול

המתרגמים:

פרופ' אלונה פרלמן-אמודי,
פרופ' אפרים וינוקור,
ד"ר פסיסה רובין,
ד"ר תמר אנצל שליו

המחלקה לשיקום הפה, ביה"ס
לרפואת שיניים ע"ש מוריס
וגבריאלה גולדשלגר, הפקולטה
למדעי הרפואה והבריאות ע"ש
גריי

מבוא

הפרעות תפקודיות במערכת הלעיסה (TMDs) הן קבוצה הטרוגנית של מצבים המשפיעים על המפרקי הלסתות (TMJs), שרירי הלעיסה והמבנים הקשורים. הפרעות תפקודיות קשורות לסימנים ותסמינים קליניים, כגון הגבלה תפקודית וצלילים (קליק, קרפיטוס) שמקורן במפרק, כאב שרירי ו/או כאב מפרקי המופק במישוש ו/או במהלך תפקוד^{2,1}.

מבחינה היסטורית, האטיולוגיה של TMDs נקשרה לגורמים סגריים (OCCLUSAL), מיקום הקונדיל המפרקי וחוסר איזון שרירי. גורמים אלו נתפסו כמטרות טיפוליות על ידי דורות של רופאי שיניים, והיוו בסיס לתיאוריות רבות, שנלדו תחת עקרונות, מה שנקרא "gnathology", תיאוריות שמעולם לא אומתו. ההתפתחות הטבעית הטובה והחיובית של רוב התסמינים הקשורים ל-TMD לאורך זמן המשותפת למצבי כאב שרירי-שלדי רבים אחרים, הובילה להטיית נכונות הטיפול השגוי שניתן, ויצרה סיכון לאימוץ גישות דנטליות בלתי הפיכות^{4,3}.

המחקר העכשווי הראה שהאטיולוגיה של TMDs קשורה לשילוב של גורמים ביולוגיים-פסיכולוגיים-חברתיים (biopsychosocial)⁵. גישה סטנדרטית קפדנית המבוססת על שימוש בהיסטוריה, בדיקה קלינית המבוצעת על ידי בוחן מיומן, והערכה פסיכוסוציאלית שמייצגת את הבסיס לאבחנה מבדלת⁶. התהליך האבחוני יכול להיות מיושם באופן סלקטיבי עם או ללא הפניה להדמיה, כלומר, שמור למצבים שבהם ההדמיה עשויה להשפיע על האבחנה או על הטיפול⁷.

התרגום נעשה לאחר קבלת אישור בכתב מפרופ' דניאלה מנפרדיני, עורך: CRANIO®: THE JOURNAL OF CRANIOMANDIBULAR & SLEEP PRACTICE, שבו פורסם המאמר המקורי (2025, כרך 43, מס' 1, 5-1).

תקציר:

מטרה: להציג רשימה של נקודות מפתח לפרקטיקה קלינית טובה של הפרעות תפקודיות במערכת הלעיסה (TMDs) מטעם הקבוצה הבין-לאומית למתודולוגיה של כאבי פנים ולסתות והפרעות נלוות International Network for Orofacial Pain and -Related Disorders Methodology (INfORM), ששייך לאיגוד הבין-לאומי למחקר דנטלי, אורופאציאלי (IADR).

שיטות: נערך דיון בקבוצת עבודה פתוחה במושב הכללי של ה-IADR בניו אורלינס (מרץ 2024), שם חברי קבוצת INfORM השלימו את ההצעה וערכו רשימה של 10 נקודות מפתח.

תוצאות: נקודות המפתח כללו ידע על האטיולוגיה, האבחון והטיפול. הן מייצגות סיכום של סטנדרט הטיפול הנוכחי לניהול TMD ועולות בקנה אחד עם הצורך הנוכחי לסייע לרופאי שיניים כלליים ככלל לקדם את הבנתם, ובפרט למנוע טיפול לא מתאים ו/או מיותר.

מסקנות: אפשר לראות בנקודות המפתח תבנית המנחה איגודים לאומיים ובין-לאומיים להכנת הנחיות והמלצות לניהול הפרעות תפקודיות במערכת הלעיסה (TMDs) המותאמות לדרישות התרבותיות, החברתיות, החינוכיות ושירותי הבריאות השונים.

לפני האירוע המתאמים של הפרויקט (D.M., J.) הכינו טיוטה שכללה 10 נקודות מפתח שמסכמות את ההיבטים העיקריים של האטיולוגיה, האבחנה והטיפול של ההפרעות התפקודיות במערכת הלעיסה. הטיוטה הועברה בדוא"ל בין המתאמים בשבועות שקדמו לאירוע.

הסדנה חולקה לשלושה חלקים: בתחילה, הטיוטה נקראה בקול לנוחות המשתתפים על ידי יושב ראש הסדנה; לאחר מכן, המשתתפים חולקו לשלוש קבוצות עבודה של 10-12 אנשים בפיקוחו של אחד ממתאמי הפרויקט, הם התווכחו אם וכיצד אפשר להתאים את משפטי הסיכום. יושב ראש הסדנה סיפק סיוע לכל הקבוצות לאורך שלב הדיון. ההנחיה שניתנה לכל הקבוצות הייתה, שהתוצר הסופי של עבודתם צריך להכיל 10 נקודות מפתח, שחולקו כדלקמן: הצהרה אחת על עקרונות כלליים, שתי הצהרות על אטיולוגיה, שלוש הצהרות על אבחנה, שלוש הצהרות על טיפול, והצהרה אחת על TMDs במסגרת ההיבטים הרחבים יותר של כאבי פנים ולסתות. לכל קבוצה היו 60 דקות לדיון. לאחר מכן, ראשי הקבוצות סיכמו את הצעות הקבוצה שלהם. כצעד אחרון, הטיוטה המקורית הותאמה תחת פיקוחו של מתאם הפרויקט בשפה האנגלית. על ידי קריאת הרשימה בקול ובכוונות עדין על ידי הסכמה (קונצנזוס) של כל המשתתפים, רשימה סופית של 10 נקודות מפתח גובשה ואושרה.

תוצאות:

כתוצאה מהסדנה, קבוצת INfORM של IADR מציעה רשימה זו של 10 נקודות מפתח לטיפול טוב בתחום TMDs, המייצגת סיכום של סטנדרט הטיפול הנוכחי לניהול TMD וצורכי המטופלים¹⁵⁻²³.

1. קבלת החלטות ממוקדת מטופל לצד מעורבות המטופל ונקודת מבטו היא קריטית לניהול TMDs, כאשר הניהול הוא התהליך משימוש היסטוריה דרך בדיקה לאבחנה ואז לטיפול.

יש חוסר בראיות התומכות בשימוש במכשירי רים אלקטרוניים ו/או מכניים בשלב האבחוני או הטיפול⁸.

ניהול המטופל צריך לאמץ גישה ביופסיכוסוציאלית באופן כזה שהרופאים המספקים טיפול לחולי TMD צריכים להשתמש בשילוב של אסטרטגיות אורתופדיות, נירולוגיות ופסיכולוגיות⁹⁻¹². המלצות קוגניטיביות-התנהגותיות וניהול עצמי הם עקרונות מפתח, וחייבים להיות חלק מכל תוכנית טיפול לצד פיזיותרפיה. התערבויות קו שני כוללות ניסוי של תרופות בעלות אפקט טיפולי נירומודולטי, למשל הפחתת שחרור או פעולה של נורטרנסמיטרים מעוררים, או שינוי מאפיינים של נירונים נוציצפטטיביים או מסלולי הולכה. אפשר גם לשקול שימוש זמני בהתקן דנטלי במשך 24 שעות ביום, ו/או שימוש לילי. רק במקרים נדירים מאוד, ובמקרים נבחרים מאוד, נדרשת התערבות כירורגית.

נדרשת הכשרה נאותה לרופאי שיניים לעתיד ורופאי שיניים פעילים כדי למנוע מהתמקדות במושגים מיושנים, לא מוכחים או מופרכים. הדבר יעזור להפחית את הסיכוי לעיכוב באבחנה, טיפול לא מתאים, וכפועל יוצא מכך, את הסיכון להפיכת ההפרעה לכרונית עקב טיפול לקוי (¹³iatrogenic chronification). למרות הידע המבוסס על ראיות של הנושאים הנ"ל שהתפתחו במהלך העשורים האחרונים, העקרונות הכלליים האלה מעולם לא סוכמו כרשימה של נקודות מפתח לכל הרופאים המחפשים מסמך "נייר עמדה" על התנהלות קלינית טובה. הרשימה האחרונה שגובשה נעשתה על ידי האקדמיה האמריקאית לכאב פנים (AAOP) לפני יותר מעשור¹⁴.

שיטות וחומרים:

קבוצת עבודה פתוחה אורגנה כסימפוזיון נילוה מטעם INfORM בהשתתפות של 39 מומחים בעלי שם בין-לאומי בטיפול במסגרת המושב הכללי של ה-IADR בניו אורלינס (מרץ 2024).

טיפול קו שני לתמיכה בניהול עצמי כולל שימוש זמני, לתקופת ביניים המוגבלת בזמן בהתקנים אורליים (סדים). רק במקרים נדירים מאוד, ובמקרים נבחרים מאוד, יש צורך בהתערבויות כירורגיות.

9. טיפול משחזר בלתי הפיך, התאמות לסגר או למיקום הקונדיל אינו מיועד לניהול רוב ה-TMDs. היוצא מן הכלל עשוי להיות שינוי חד בסגר, כגון במקרה של הפרעות סגר חדשות (שחזור גבוהה או כתר) הגורמים לתסמינים דמויי TMD המתפתחים מיד לאחר הליכים אלה או שינוי מתקדם איטי בסגר הדנטלי עקב מחלות דגנרטיביות קונדילריות.

10. נוכחות של מצבים קליניים מורכבים עם פרוגנוזה לא ודאית, כגון במקרה של כאב נרחב במקביל או תחלואה נלווית (comorbidities), אלמנטים של רגישות מרכזית (central sensitization), כאב ארוך מועד או היסטוריה של התערבויות כושלות קודמות, צריכה להוביל לחשד קיום של כרב כרוני של TMDs של כאב לא ממקור TMD. הפניה למומחה מתאים מומלצת. מכיוון שבמדינת ישראל עדיין אין התמחות בכאב פנים ולסתות יש להפנות מטופלים אלו למומחה לרפואת הפה או רופאים שעברו הכשרה מסודרת ומוכרת בכאב פנים ולסתות).

מסקנות:

נקודות המפתח לפרקטיקה קלינית טובה של TMD המבוססת על סטנדרט הטיפול המוצעות כמסמך רשמי על ידי קבוצת INFORM של IADR מכסות ידע על האטיולוגיה, האבחון והטיפול של TMDs. הן מייצגות סיכום של סטנדרט הטיפול הנוכחי לניהול TMDs ועולות בקנה אחד עם הצורך הנוכחי לסייע לרופאי שיניים כלליים לקדם את הבנתם ולמנוע טיפול לא מתאים. אפשר לראות בנקודות המפתח תבנית מנחה לאיגודים לאומים ובין-לאומיים להכנת הנחיות והמלצות המותאמות לדרישות התרבותיות, החברתיות, החינוכיות ושירותי הבריאות השונים ברחבי העולם.

הציפיות צריכות להתמקד בלמידה כיצד לשלוט ולנהל את התסמינים ולהפחית את השפעתם על חיי היום-יום של הפרט.

2. TMDs הן קבוצה של מצבים שעלולים לגרום לסימנים ותסמינים, כגון כאבי פנים ולסתות, ותפקודי לסתי לקוי או מוגבל (Orofacial Pain & dysfunction) ממקור שרירי-שלדי (musculoskeletal).

3. האטיולוגיה של TMDs היא ביו-פסיכו-סוציאלית ורב-גורמית.

4. אבחון TMDs מבוסס על שימוש בהיסטוריה סטנדרטית ומאומתת, והערכה קלינית המבוצעת על ידי בוחן מיומן ומובלת על ידי נקודת המבט של המטופל.

5. הדמיה אומנם הוכחה כבעלת תועלת במקרים נבחרים, אך היא אינה מחליפה את הצורך בביצוע קפדני של שימוש בהיסטוריה ובדיקה קלינית. הדמיית תהודה מגנטית (MRI) היא הסטנדרט הנוכחי לרקמות רכות וטומוגרף פיה ממוחשבת (CT) לעצם. הדמיה צריכה להתבצע רק כאשר יש לה פוטנציאל להשפיע על האבחנה או הטיפול. עיתוי ההדמיה חשוב וכך גם האיזון בין עלות, תועלת, סיכון.

6. בסיס הראיות לכל ההתערבויות או התקנים צריך להישקל בקפידה לפני יישומם מעל ומעבר לסטנדרט הטיפול הרגיל. הידע על התפתחויות בתחום צריך להיות מעודכן. כיום, מכשירים טכנולוגיים למדידת פעילות אלקטרו מיוגרפית (EMG) המבוצעת במרפאה, למעקב אחר תנועת הלסת או להערכת תנועות הגוף, בין היתר, אינם נתמכים.

7. טיפול TMD צריך לכוון להפחתת השפעת הכאב ולהפחתת ההגבלה התפקודית. התוצאות צריכות להיות מוערכות גם ביחס להפחתת החמרה, וחינוך כיצד לנהל החמרה ושיפור איכות החיים.

8. טיפול TMD צריך להתבסס בעיקר על עידוד ניהול עצמי נתמך וגישות שמרניות, כגון טיפולים קוגניטיביים-התנהגותיים (CBT) ופיזיותרפיה.

References

1. Orbach R, Dworkin SF. The evolution of TMD diagnosis: past, present, future. *J Dent Res.* 2016;95 (10):1093-1101. doi: 10.1177/0022034516653922
2. Bender SD. Temporomandibular disorders, facial pain, and headaches. *Headache.* 2012;52(Suppl 1):22-25.
3. Greene CS, Manfredini D. Overtreatment "successes"- what are the negative consequences for patients, dentists, and the profession? *J Oral Facial Pain Headache.* 2023;37(2):81-90.
4. Manfredini D, Stellini E, Gracco A, et al. Orthodontics is temporomandibular disorder-neutral. *Angle Orthod.* 2016;86(4):649-654.
5. Bracci A, Lobbezoo F, Häggman-Henrikson B, et al. International network for orofacial pain and related disorders methodology INFORM. Current knowledge and future perspectives on awake bruxism assessment: expert consensus recommendations. *J Clin Med.* 2022;11(17):5083.
6. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, et al. International RDC/TMD consortium network, international association for dental research; orofacial pain special interest group, international association for the study of pain. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the international RDC/TMD consortium network* and orofacial pain special interest Group†. *J Oral Facial Pain Headache.* 2014;28(1):6-27.
7. Manfredini D, Guarda-Nardini L. Agreement between research diagnostic criteria for temporomandibular disorders and magnetic resonance diagnoses of temporomandibular disc displacement in a patient population. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008;37(7):612-616
8. Lund JP, Widmer CG, Feine JS. Validity of diagnostic and monitoring tests used for temporomandibular disorders. *J Dent Res.* 1995;74(4):1133-1143.
9. Penlington C, Bowes C, Taylor G, et al. Psychological therapies for temporomandibular disorders (TMDs). *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;8(8):CD013515.
10. Velly AM, Anderson GC, Look JO, et al. National dental practice-based research network collaborative group. management of painful temporomandibular disorders: methods and overview of the national dental practice-based research network prospective cohort study. *J Am Dent Assoc.* 2022;153(2):144-157.
11. Busse JW, Casassus R, Carrasco-Labra A, et al. Management of chronic pain associated with temporomandibular disorders: a clinical practice guideline. *BMJ.* 2023;383:e076227. doi: 10.1136/bmj-2023-076227
12. Ferrillo M, Nucci L, Giudice A, et al. Efficacy of conservative approaches on pain relief in patients with temporomandibular joint disorders: a systematic review with network meta-analysis. *Cranio.* 2022;23:1-17. doi: 10.1080/08869634.2022.2126079 [13] Greene CS, Manfredini D. Transitioning to chronic temporomandibular disorder pain: a combination of patient vulnerabilities and iatrogenesis. *J Oral Rehabil.* 2021;48(9):1077-1088.
13. Greene CS. American association for dental research. Diagnosis and treatment of temporomandibular 4 D. MANFREDINI ET AL. CRANIO®: THE JOURNAL OF CRANIOMANDIBULAR & SLEEP PRACTICE 5 disorders: emergence of a new care guidelines statement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110(2):137-139.
14. Allison JR, Offen E, Cowley T, et al. International network for orofacial pain and related disorders methodology (INFORM). How dental teams can help patients with temporomandibular disorders receive general dental care: an international delphi process. *J Oral Rehabil.* 2023;50(6):482-487.
15. Riley JLI, Rindal DB, Velly AM, et al. Practitioner/ practice- and patient-based factors contributing to dental practitioner treatment recommendations for patients with pain-related TMDs: findings from the national dental PBRN. *J Oral Facial Pain Headache.* 2023;37(3):195-206.
16. Bouloux GF, Chou J, DiFabio V, et al. Guidelines for the management of patients with orofacial pain and temporomandibular disorders. *J Oral Maxillofac Surg.* 2024. doi: 10.1016/j.joms.2024.03.018
17. Mungia R, Lobbezoo F, Funkhouser E, et al. Dental practitioner approaches to bruxism: preliminary findings from the national dental practice-based research network. *Cranio.* 2023;4:1-9. doi: 10.1080/08869634.2023.2192173
18. Ilgunas A, Fjellman-Wiklund A, Häggman-Henrikson B, et al. Patients' experiences of temporomandibular disorders and related treatment. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):653. doi: 10.1186/s12903-023-03230-5
19. Kandasamy S. The painful mind. *Cranio.* 2024:1-3. doi: 10.1080/08869634.2024.2333178
20. Visscher CM, Baad-Hansen L, Durham J, et al. Benefits of implementing pain-related disability and psychological assessment in dental practice for patients with temporomandibular pain and other oral health conditions. *J Am Dent Assoc.* 2018;149(6):422-431.
21. Häggman-Henrikson B, Lobbezoo F, Durham J, et al. The voice of the patient in orofacial pain management. *J Evid Based Dent Pract.* 2022;22(1S):101648.
22. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Temporomandibular disorders: priorities for research and care. Washington (DC): The National Academies Press; 2020. doi: 10.17226/25652

בינה מלאכותית ככלי תומך באבחון היסטופתולוגי של סרטן הפה

תקציר

סרטן הפה (Oral Squamous Cell Carcinoma) (OSCC) מהווה אתגר בריאותי עולמי, כאשר אבחון מוקדם ומדויק הוא המפתח לשיפור הפרוגנוזה. הפרקטיקה הנוכחית, המבוססת על הערכה היסטופתולוגית, מוגבלת על ידי גורמים של סובייקטיביות, שונות בין פתולוגים ועומס עבודה גבוה. התפתחות הפתולוגיה הדיגיטלית והבינה המלאכותית (AI) ובפרט למידה עמוקה (DL) מציעים פתרונות טכנולוגיים להתמודדות עם אתגרים אלו. מטרת המאמר היא לאגד ולנתח באופן ביקורתי את העדויות המדעיות העדכניות ביותר מתוך סקירות שיטתיות ומטא-אנליזות מובילות כדי להעריך לעומק את הביצועים, היישומים והמגבלות של AI באבחון OSCC באמצעות תמונות היסטופתולוגיות דיגיטליות. סקירה נרטיבית זו מתבססת על הממצאים של ארבע סקירות שיטתיות ומטא-אנליזות מקיפות אשר פורסמו בין השנים 2022 ל-2024, ובחנו עשרות מחקרי מקור בתחום. הסקירות העריכו באופן שיטתי את יעילותם של מודלים מגוונים של AI במשימות של סיווג וסגמנטציה של הגידולים תוך שימוש בכלים סטנדרטיים להערכת איכות הנתונים. הממצאים העיקריים מצביעים באופן חד-משמעי על יכולות אבחון גבוהות ביותר של מודלים מבוססי AI עם מדדי דיוק, (Accuracy) רגישות (Sensitivity) וסגוליות (Specificity) העולים על 90%. ביצועי המערכות נמצאו דומים, ובמקרים מסוימים אף עולים, על אלו של פתולוגים מומחים, במיוחד בהיבטים של עקביות ומהירות.

מעבר לאבחון, מודלים מבוססי AI מדגימים פוטנציאל בניבוי פרוגנוזה, זיהוי מאפיינים מורפולוגיים עדינים, וסיוע בתכנון הטיפול. יחד עם זאת, זוהו אתגרים משמעותיים, ובראשם הצורך במאגרי מידע מגוונים וגדולים, ביצוע ולידציה חיצונית קפדנית, הגברת השקיפות האלגוריתמית, והסדרה רגולטורית ואתית.

מסקנות: בינה מלאכותית אינה עוד בגדר הבטחה עתידית, אלא טכנולוגיה בשלה המדגימה יכולות מרשימות באבחון OSCC. היא מהווה כלי עזר רב-עוצמה המיועד להשתלב בתהליך העבודה של הפתולוג, לשפר את איכות האבחנה, להפחית טעויות ולהוביל לרפואה מותאמת אישית. מימוש הפוטנציאל המלא תלוי במאמץ משותף של חוקרים, קלינאים ורגולטורים להתמודד עם האתגרים הקיימים.

מבוא: קרצינומת תאי קשקש של חלל הפה (Oral Squamous Cell Carcinoma - OSCC) היא הממאירות השכיחה ביותר באזור הראש והצוואר, ואחראית ליותר מ-90% ממקרי סרטן הפה¹. למרות התקדמות בטיפולים, הפרוגנוזה נותרה תלויה באופן מכריע בשלב גילוי המחלה.

אבחון מוקדם מעלה את שיעורי ההישרדות לחמש שנים בצורה משמעותית. כיום, "סטנדרט הזהב" לאבחון הוא בדיקה היסטופתולוגית של דגימת ביופסיה על ידי פתולוג מומחה. תהליך זה, על אף חיוניותו, חשוף למגבלות, כמו:

ד"ר מרילנה ורדי*,**
רופא' לור כף*

* המחלקה לפתולוגיה אורלית, רפואת הפה ודימות מקסילופיציאלי, בית הספר לרפואת שיניים ע"ש גולדשלגר, הפקולטה למדעי הרפואה והבריאות ע"ש גרין, אוניברסיטת תל אביב

** המכון לפתולוגיה, מרכז רפואי שיבא, תל השומר

1

הרגישות הגבוהה היא קריטית בהקשר של אבחון סרטן, שכן היא מבטיחה אחוז נמוך מאוד של תוצאות False Negative כלומר, המערכת כמעט ולא "מפספסת" מקרי סרטן. הסגוליות הגבוהה, מצידה, מבטיחה מיעוט של אבחנות False Positive, כלומר לא תיתן אבחנה של סרטן בטעות ובכך תמנע בדיקות פולשניות שלא לצורך וחרדה מיותרת ממטופלים בריאים. סקירה נוספת³ מצאה תוצאות דומות, עם דיוקים המגיעים עד 100% במחקרים מסוימים. חשוב לציין כי ביצועים אלו הושגו על פני ארכיטקטורות DL שונות כגון AlexNet, ResNet, VGG ומאגרי מידע מגוונים, דבר שמחזק את אמינות הממצאים. מדדים מתקדמים יותר שנבחנו² מדגישים עוד יותר את החוזק האבחוני. יחס Positive Likelihood Ratio עמד על 14.05, כלומר תוצאה חיובית במבחן ה-AI מגדילה את הסיכויים פי 14 של מטופל אכן יש סרטן. יחס Diagnostic Odds Ratio (DOR) המשלב רגישות וסגוליות למדד יחיד של ביצועים, עמד על 673.6. ערך DOR גבוה מצביע על יכולת הבחנה (discrimination) מצוינת של המודלים בין חולים לבריאים. נוסף על כך, הממצאים מראים כי המודלים משיגים רמות דיוק הדומות לאלו של פתולוגים מומחים, ובמקרים מסוימים אף עולים על ביצועיהם של פתולוגים פחות מנוסים או מתמחים¹. חשוב מכך, המודלים מציגים עקביות ודירות (reproducibility) ברמה גבוהה מאוד, בניגוד לשונות הבין-אישית המאפיינת את האבחון האנושי².

יכולות פילוח (Segmentation)

מעבר לסיווג הכללי, היכולת לפילוח באופן מדויק אזורים ספציפיים בתמונה היא קריטית להערכה כמותית ולתכנון טיפולי. מודלים מבוססי AI, בעיקר אלו המבוססים על ארכיטקטורת U-Net, הראו יכולת מרשימה בפילוח אזורים חשובים כמו האפיתל הפתולוגי, אזורי פלישה לשכבות עמוקות יותר, וזיהוי "פניני קרטין". היכולת לכמת באופן אוטומטי את שטח האזורים הללו מספקת לפתולוג מידע אובייקטיבי אותו קשה להשיג בבדיקה שגרתית.

- **סובייקטיביות ושונות בין-בודקים (Inter-observer variability):** מחקרים הראו כי קיימת שונות משמעותית בהערכות של פתולוגים שונים, במיוחד בקביעת דרגת הדיספלזיה (מצב טרום-סרטני) ברקמות². שונות זו עלולה להוביל להחלטות טיפוליות שונות עבור אותו מטופל.

- **עומס עבודה:** בדיקה יסודית של דגימות רבות היא משימה תובענית וגוזלת זמן, העלולה להוביל לעייפות ולהגדלת הסיכון לטעויות.
- **איתור מאפיינים עדינים:** לעיתים, הסימנים המורפולוגיים המבחניים בין מצבים שונים הם עדינים וקשים לזיהוי כמותי בעין אנושית.

המעבר לפתולוגיה דיגיטלית, הממירה סלידים פיזיים לקבצים דיגיטליים (whole slide imaging, WSI), יצר תשתית טכנולוגית שאפשרה את כניסתה של הבינה המלאכותית לתחום. מודלים של למידה עמוקה (deep learning, DL convolutional neural networks,) מסוגלים ללמוד מדוגמאות רבות ולזהות דפוסים מורכבים בתמונות, ובכך להציע פתרון פוטנציאלי למגבלות האבחון האנושי.

ביצועי מודלי בינה מלאכותית: אוגדן הראיות ערכת הביצועים של מודלים מבוססי בינה מלאכודית (AI) באבחון היסטופתולוגי של OSCC היא ליבת המחקר בתחום. ארבע הסקירות השיטתיות שנותחו⁴ מהוות בסיס איתן להערכת יכולות ה-AI בתחום. הן מסכמות עשרות מחקרים ראשוניים ומספקות תמונה מורכבת ועשירה, המדגימה הן את הפוטנציאל העצום והן את הניואנסים החשובים שיש לקחת בחשבון.

דיוק אבחוני בסיווג רקמות (Classification)

הראיות מצביעות באופן גורף על רמת דיוק מרשימה ביותר. אחת המטא-אנליזות² שפורסמה וכללה 7 מחקרים, מצאה רגישות של 98% וסגוליות של 93%.

רוב המחקרים משתמשים במאגרי מידע ממרכז רפואי יחיד או במאגרים ציבוריים. כדי ליצור מודלים חזקים (robust) שיעבדו היטב בכל מקום, יש צורך לאחד נתונים ממרכזים רפואיים מרובים, תוך שימוש בסורקים שונים ופרוטוקולי הכנה מגוונים⁴.

• **ולידציה חיצונית קפדנית:** הבדיקה האמיתית של כל מודל מבוסס AI היא ביצועיו על סט נתונים חדש לחלוטין, שלא היה מעורב בתהליך האימון ("ולידציה חיצונית"). במספר קטן יחסית של מחקרים בוצעה ולידציה כזו באופן קפדני. זהו שלב הכרחי לפני כל שימוש קליני².

• **שקיפות ואמינות ("Explainable AI"):** רופאים צריכים להבין "מדוע" המערכת הגיעה למסקנה מסוימת כדי שיוכלו לסמוך עליה. מאמצים רבים מושקעים בפיתוח טכניקות המציגות באופן ויזואלי את האזורים בתמונה שהשפיעו ביותר על החלטת המודל, למשל באמצעות "מפות חום" (heat-maps), ובכך הופכים את ה"קופסה השחורה" לשקופה יותר⁴.

• **הסדרה רגולטורית, אתית:** יש צורך בקבלת אישורים ממוסדות רגולטוריות מתאימים כמו ה-FDA Food and Drug Administration, CE-Conformité Européenne עבור תוכנות אבחון מבוססות AI. במקביל, יש להתמודד עם שאלות מורכבות של אחריות במקרה של טעות אבחנתית, שמירה על פרטיות המידע הרפואי, והבטחת שימוש הוגן ושוויוני בטכנו-לוגיה, כך שלא יורחבו פערים סוציו-אקונו-מיים קיימים.

מסקנות והשלכות קליניות

העדויות המדעיות המצטברות, כפי שהן מסוכ-מות בארבע הסקירות שנבחרו, מציינות תמונה ברורה: בינה מלאכותית אינה עוד בגדר מדע בדיוני, אלא כלי טכנולוגי רב עוצמה שנמצא על סף כניסה לשגרת האבחון הפתולוגי. גי. היא לא נועדה להחליף את הפתולוג, אלא לשמש כ"פתולוג דיגיטלי מסייע" – כלי המגביר את יכולות המומחה האנושי.

• **פילוח אפיתל ורקמת חיבור תומכת (סטרומה):** המודלים מסוגלים להבחין באופן מדויק בין שכבת האפיתל, שם מתפתחים הנגעים הטרומם ממאירים והממאירים, לבין הסטרומה. יכולת זו מאפשרת ניתוח ממוקד של מאפייני האפיתל בלבד.

• **זיהוי מבנים היסטולוגיים ספציפיים:** חוקרים הדגימו יכולת פילוח אוטומטית של "פניני קרטין" (Keratin pearls), שהימצאותן וכמותן מהוות סמן חשוב לקביעת דרגת ההתמיינות של הגידול³. היכולת לכמת באופן אובייקטיבי את שטחן של פניני הקרטין מספקת מידע מדויק יותר מ"הערכה כללית" של הפתולוג.

• **מדדי ביצועים לפילוח:** הביצועים נמדדים באמצעות מדדים כמו Dice Coefficient ו-Intersection over Union, המשווים את אזור הפילוח של המודל ל-ground truth של שומנה על ידי פתולוג. מחקרים שנסקרו^{3,2} מדווחים על ערכי דייס גבוהים, לעיתים מעל 0.90, מה שמעיד על חפיפה גבוהה מאוד בין תחזית המודל לסימון המומחה.

יכולת פרוגנוסטית

הפוטנציאל של AI חורג מהאבחון הראשוני. מחקרים שנסקרו מראים כי ניתוח ממוחשב של מאפיינים מורפומטריים של גרעיני התאים (גודל, צורה, מרקם) יכול לשמש כסמן פרוגנוסטי בלתי תלוי, ולנבא את סיכויי ההישרדות של המטופל^{3,1}. במילים אחרות, ה-AI יכול לזהות "חתימות" מורפולוגיות עדינות בתמונת הביופסיה, שאינן נראות לעין, אך קשורות להתנהגות ביולוגית אגרסיבית יותר של הגידול.

אתגרים בדרך ליישום קליני רחב

למרות התוצאות המבטיחות, המעבר מהמעבדה לקליניקה אינו פשוט ודורש התמודדות עם מספר אתגרים מהותיים, כפי שעולה מהסקירות:

• **הצורך בנתונים איכותיים ומגוונים** הוא עיקרון יסודי ב-AI. איכות המודל תלויה באופן ישיר באיכות הנתונים.

תאפשר התאמה טובה יותר של הטיפול למאפייני הגידול הספציפיים של כל מטופל.

הדרך העתידית דורשת שיתוף פעולה הדוק בין מדעני מחשב, מהנדסים, פתולוגים, קלינאים וגופי רגולציה. בניית מאגרי מידע משותפים, פיתוח סטנדרטים אחידים לבדיקת מודלים, והמשך המחקר הקליני יאפשרו לממש את ההבטחה הגדולה של הבינה המלאכותית ולהביא לשיפור משמעותי באבחון ובטיפול בסרטן הפה.

ההשלכות הקליניות הפוטנציאליות הן מרחיקות לכת:

- שיפור הדיוק והעקביות: הפחתת השונות באבחון, במיוחד במצבים גבוליים, תוביל להחלטות טיפוליות עקביות וטובות יותר.
- יעילות ותפוקה: אוטומציה של משימות שגרתיות (כמו סריקה ראשונית של דגימות) תפנה את זמנו של הפתולוג להתמקדות במקרים המורכבים והמאתגרים ביותר.
- רפואה מותאמת אישית: היכולת לזהות סמנים פרוגנוסטיים ישירות מההיסטולוגיה



References

1. Elmakaty I, Elmarasi M, Amarah A, Abdo R, Malki MI. Accuracy of artificial intelligence-assisted detection of Oral Squamous Cell Carcinoma: A systematic review and meta-analysis. Crit Rev Oncol Hematol. 2022; 178: 103777.
2. Pirayesh Z, Mohammad-Rahimi H, Ghasemi N, et al. Deep Learning-Based Image Classification and Segmentation on Digital Histopathology for Oral Squamous Cell Carcinoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Oral Pathol Med. 2024; 53: 551-566.
3. Khanagar SB, Alkadi L, Alghilan MA, et al. Application and Performance of Artificial Intelligence (AI) in Oral Cancer Diagnosis and Prediction Using Histopathological Images: A Systematic Review. Biomedicines. 2023; 11: 1612.
4. Abdul NS, Shivakumar GC, Sangappa SB, et al. Applications of artificial intelligence in the field of oral and maxillofacial pathology: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2024; 24: 122.

חשיבות השימוש ב-CBCT בילדים עם אנומליות דנטליות (Fusion\Gmination) בקביעת תוכנית טיפול – הצגת מקרים

ד"ר קים גפני,
ד"ר מורן אוליבר פלטי,
ד"ר לור כץ,
ד"ר ג'זלה ברנשטיין איזמן,
פרופ' סיגלית בלומר

בית הספר לרפואת שיניים ע"ש מוריס וגבריאלה גולדשלגר הפקולטה למדעי הרפואה והבריאות ע"ש גריי אוניברסיטת תל אביב.

Gmination - תופעה אשר מוגדרת כהתפצלות השן לשניים בזמן התפתחות הנבט. כתוצאה מכך מתקבלת שן עם שתי כותרות או כותרת אחת שמופרדת בצורה חלקית עם שורש אחד ותעלת שורש אחת³. שכיחות התופעה עומדת על 0.5% במשן הנשיר וכ-0.1% במשן הקבוע. אומנם, היא יותר נפוצה במשן הנשיר הקדמי מאשר הקבוע, אך באופן כללי מדובר על תופעה נדירה שמהווה רק חלק קטן מהאנמליות הדנטליות.

לסיכום: במשן הנשיר Fusion מהווה כ-94% מהמקרים של "שיניים כפולות", בעוד ש-6% emination מהווה כ-6% בלבד. במשן הקבוע, שתי התופעות נדירות יותר, אך Fusion עדיין נפוצה יותר מאשר Gmination⁵. השלכות קליניות כוללות: בעיות אסתטיות, הטיית שיניים, מרווחים וא-סימטריה של קשת השיניים³. בדומה לשיניים שעברו איחוי, לעיתים נראה חריץ עמוק בכותרת המעלה את הסיכון לעששת ולבעיות פרודונטליות. האטיולוגיה אינה ברורה לחלוטין, אך ישנם כמה גורמים שיכולים לעודד הופעת Gmination כגון: חוסר תזונתי, השפעה אנדוקרית, נית, טראומה מקומית, קרינה לאזור, תהליך זיהומי דלקתי באזור ומחלות קונגניטליות².

אבחון רנטגני של אנמליות דנטליות

האבחנה הראשונית של אנמליות דנטליות נעשית לרוב באמצעות צילומי רנטגן פריאפיקליים או צילום פנורמי (אם יש צורך). צילומים אלו מאפשרים הערכה ראשונית של מספר השורשים והתעלות הקיימות בשיניים, וכן זיהוי פגמים התפתחותיים מבניים נוספים. עם זאת, כאשר האבחנה אינה חד-משמעית בשל חפיפה של מבנים אנטומיים שונים

הקדמה

Gmination ו-Fusion הן אנמליות אודונטוג'ניות נפוצות ברפואת שיניים ולעיתים מסווגות יחד תחת אותה אבחנה קלינית של "Double Tooth". שכיחותן גבוהה יותר במשן הנשיר (0.5-4.5%) בהשוואה למשן הקבוע (0.1-0.3%)¹. הדמיון המורפולוגי בין שתי התופעות מקשה על אבחון, הקושי מתעצם כאשר האנמליה מלווה בחיבור לשן עודפת².

Fusion - מוגדר כאיחוי בין אמייל ודנטין של שני נבטי שיניים מתפתחים³. האיחוי יכול להיות מלא או חלקי והוא תלוי בשלב ההתפתחותי שבו יתרחש האיחוי. אם התרחש בשלב מאוחר יותר, נצפה לראות שתי כותרות עם שורש אחד ועם תעלת שורש אחת או שתיים. הביטוי הקליני של התופעה עלול להוביל לבעיות אסתטיות, כמו גם הפרעות סגר בשל צפיפות ומורפולוגיה לא סדירה³. לעיתים יופיע חריץ עמוק בכותרת, באזור האיחוי, המעלה את הסיכון לעששת ובעיות פרודונטליות בשל הצטברות רובד חיידי וקושי בצחצוח³. תופעה זו שכיחה יותר במשן נשיר בעיקר בשיניים קדמיות עם שכיחות שמגיעה ל-0.5% במשן הנשיר ו-0.1% במשן הקבוע⁴.

האטיולוגיה אינה חד משמעית, אולם כמה תיאוריות מוצעות: 1. קרבה בין נבטי השיניים במהלך התפתחותם, אשר יוצרת לחץ פיזי הגורם לאיחוי; 2. שימוש בתרופות מסוימות (כגון תלדומיד) או זיהומים ויראליים במהלך ההיריון; 3. גורמים גנטיים ומצבים מולדים (X-linked congenital conditions, cleft lip

שההדמיה עדיין תאפשר קבלת מידע מועיל לטיפול. הרחבותיו של עקרון זה, ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable ALADAIP (As Low As Diagnostically Acceptable being and (Indication-oriented and Patient-specific מדגישה את חשיבות קבלת מידע אבחנתי מספק תוך התאמת הבדיקה לאינדיקציה הקלינית ולמאפייני הילד. יישום עקרונות אלו מאפשר איזון בין איכות אבחון מיטבית לבין מזעור החשיפה לקרינה, ומהווה נדבך מרכזי ברדיולוגיה דנטלית המודרנית אצל ילדים.⁷

גם ארגוני רפואת שיניים לילדים האמריקאי והאירופאי ה-AAPD וה-EAPD ממליצים על שימוש ב-CBCT בילדים להשלמת האבחון ולקביעת תוכנית טיפול במצבים כגון אנומליות דנטליות או טראומות דנטליות חמורות.^{8,9}

אפשרויות טיפול במצבים של Fusion ו-Gemination

אפשרויות הטיפול באנומליות דנטליות מסוג "Double tooth" תלויות בין השאר בדרישות המטופל, בשיניים המעורבות ובמידת המעורבות. במקרים שבהם מעורבת שן ראשונית הטיפול תלוי בנוכחות השן העוקבת.³ בשל בעיות אסתטיות, פתרונות שיקומיים, דאגה להפרעות סגריות וקשיים אורתודנטיים, נגעי עששת ושיתוף הפעולה של המטופל, נדרשת גישה רב תחומית לביסוס הצלחת הטיפול באנומליות מסוג זה.

אפשרויות הטיפול העומדות לבחינה במקרים אלו הן:

1. מעקב - כאשר אין השלכות תפקודיות או אסתטיות משמעותיות.
2. עקירה של השן בעלת הפגם בשילוב שיקום זמני/ קבוע - במצבים של פגיעה משמעותית בתפקוד או באסתטיקה.
3. פיצול השן (המיסקציה) בשילוב טיפול אנדודונטי - במקרים בהם ניתן להפריד את השן לשניים.
4. טיפול אורתודנטי משלים - לשמירה על איזון סגרי ואסתטי.

באזור או כאשר אנטומיית התעלות מורכבת, נדרש לבצע הדמיה תלת-ממד (Cone Beam Computed Tomography). הדמיה זו מאפשרת קבלת תמונות תלת-ממדיות ומספקת אבחון מדויק יותר.

צילום תלת ממד CBCT

צילום CBCT מאפשר הדמיה תלת-ממדית מתקדמת של מבנים דנטליים. טכנולוגיה זו מעניקה לרופאי השיניים יכולת לבצע אבחון מדויק יותר, במיוחד במקרים מורכבים כמו טראומות דנטליות, הפרעות התפתחותיות, תכנון שתלים, וגילוי בעיות במבנים מקיפים לשיניים. עם זאת, השימוש ב-CBCT ברפואת שיניים לילדים צריך להתבצע בזהירות יתרה, תוך הקפדה על הצדקה של כל צילום שנעשה, שכן טכנולוגיה זו כרוכה בקרינה גבוהה יחסית לצילומים הדו-ממדיים הקונבנציונליים. על הרופא לוודא שהיתרונות שבשימוש ב-CBCT עולים על החסרונות של שימוש בסוג הדמיה זה, ולהימנע משימוש כאשר יש אפשרות לשימוש באלטרנטיבות מסורתיות בטיחותיות יותר כגון צילום פריאפיקלי או צילום פנורמי.

הגנה מקרינה ברפואה מבוססת על שלושה עקרונות יסודיים:⁶

1. **הצדקה (Justification)** - צילום רנטגן יתבצע רק כאשר קיימת אינדיקציה קלינית ברורה, והתועלת בו גוברת על הסיכון הכרוך בחשיפה לקרינה.
2. **אופטימיזציה (Optimization)** יש להתאים את הבדיקה כך שתתקבל איכות אבחנתית מספקת במינון הקרינה הנמוך ביותר האפשרי.
3. **הגבלת מינון (Dose Limitation)** - יש לשמור על חשיפה בטווחים המקובלים, תוך הקפדה יתרה באוכלוסיות רגישות, ובטח בילדים.

בהקשר זה, יש ליישם את עקרון ALARA (As Low As Reasonable Achievable) ולהפחית את החשיפה לקרינה לרמה הנמוכה ביותר האפשרית, תוך התחשבות בגורמים טכניים, קליניים, ובלבד

הצגת מקרים:

מאמר זה מציג שני מקרים קליניים של ילדים בני 8 ו-12 שאובחנו עם חותכות מקסי-לריות קבועות גדולות באופן חריג. שני המטור פלים הופנו למרפאת המתמחים ברפואת שיניים לילדים בבית הספר לרפואת שיניים של אוניברסיטת תל אביב לצורך הערכה וטיפול. צילומי CBCT בוצעו באמצעות מכשיר Orthophos SL 3D (Dentsply Sirona, Houston, TX, USA) לצילומים נעשה שימוש בתוכנות 4 Sidexis (Dentsply Sirona, Charlotte, NC, USA) ובתוכנת RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Poland), גרסה 5.5.

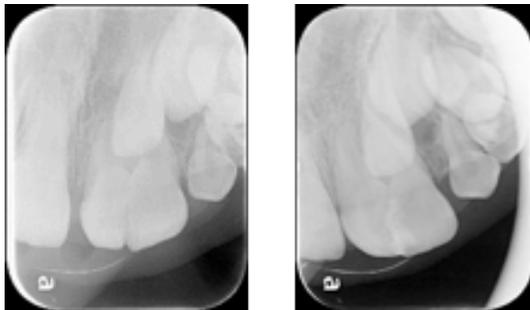
מקרה א'

ע.ל. בן 8.5 שנים, התקבל במחלקה במרץ 2024 עם תלונה על שן קדמית "גדולה ומפוצלת", אשר לדבריו מפריעה לו מאוד מבחינה אסתטית. ההורים ציינו כי הילד סובל מהערות חברתיות בבית הספר על "שן מוזרה באמצע הפה". ע.ל. בריא בדרך כלל, הוריו ציינו הריון ולידה תקינים. עד כה עבר ביקורות שגרתיות בלבד ללא צורך בטיפול שיניים.

בבדיקה קלינית, משנן מעורב מוקדם, היגינה אורלית טובה, ללא עדויות קליניות ורנטגניות לנגעי עששת או לטראומה קודמת. שן 21 נראית בעלת כותרת רחבה במישור מזיו-דיסט' לי עם חריץ אנכי עמוק (תמונה 1). צילום פריאפיקלי של השיניים הקדמיות משתי זוויות שונות (תמונה 2) הדגים ממדים רחבים במישור המזיו-דיסטלי המתאימים לאנומליה התפתחותית. במרכז הכותרת נראה חריץ מרכזי המעיד על ניסיון התחלקות או איחוי של שתי שיניים. ייתכן קיומן של שתי תעלות נפרדות או תעלה אחת עם פיצול. נצפה מראה רדיולוצנטי בין השורשים בשליש הכותרתי. אין עדות לפתולוגיה ברקמות התומכות. נבטי שיניים 22 ו-23 נצפו באזור האפיקלי.



תמונה 1: צילום קליני קדמי בעת הגעת המטופל למרפאה.



תמונה 2: צילום פריאפיקלי משתי זוויות שונות בעת הגעת המטופל למרפאה.

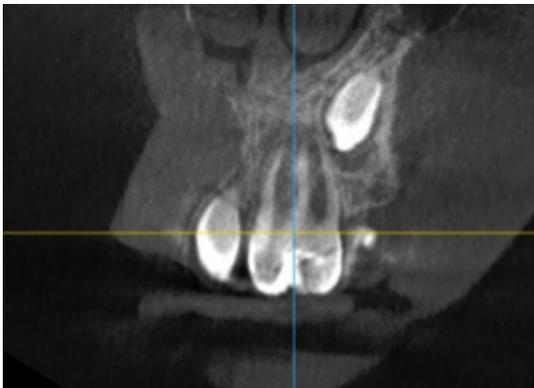
בצילומי הרנטגן הראשוניים, זוהתה חפיפה בין השן המרכזית הגדולה, בעלת הפגם האנטומי, לבין שן חותכת לטרלית סמוכה. חפיפה זו הקשתה על קביעת אבחנה מדויקת של מהות הפגם – האם מדובר ב-Fusion (איחוי עם שן עודפת), או שמא ב-Gemination (התפצלות נבט יחיד). לפיכך, האנטומיה המדויקת של השן נותרה לא ברורה, ולא ניתן היה לגבש תוכנית טיפול סופית.

לשם קבלת תמונה ברורה יותר של השן "הכפולה" והשיניים שבאזור, עמדתן והיחסים ביניהן, הופנה ע.ל. לביצוע צילום CBCT בהתאם להנחיות ה-AAPD הממליצות על ביצוע צילום CBCT אצל ילדים כאשר הצילום נועד לספק מידע נוסף ולהבהיר את ממצאי האנומליה הדנטלית⁸.

שיניים סמוכות, א-סמטריה בקשת השיניים וחוסר התאמה בין הלסת העליונה לתחתונה. כל אלו יכולים לייצר סגר לא תקין ועל כן יש צורך מעקב אורתודנטי צמוד לאורך זמן גם לאחר בחירת החלטה טיפולית.

ההחלטה הטיפולית המועדפת, הן מהיבט השיקומי והן האורתודנטי, הייתה בתחילה לבצע פיצול של שן 21 תוך עקירת הסגמנט המזיאלי בלבד. בצילום ה-CBCT שהתקבל אפשר היה להתרשם כי תעלות השורש אינן מחוברות. עם זאת, על מנת לאשש ההנחה זו, בוצעה בדיקה מקיפה של קובץ ה-DICOM המלא, לצורך שלילת חיבור אפשרי בין תעלות המוך. חיבור שכזה עשוי היה להוות סיכון משמעותי במהלך הפרוצדורה ולפגוע בפרוגנוזה של הסגמנט המתוכנן להישמר.

התקיים ייעוץ נוסף בתחום הרדילוגיה המקסי לופציאלית, שניתן על ידי מומחה ברפואת הפה, על בסיס קובץ DICOM מלא. בחתך הלונגיטודינלי (תמונה מס' 3) אפשר לזהות את שן 21 בעלת מבנה כותרתי רחב, ושני שורשים. כמו כן, אפשר להתרשם משתי תעלות מוך הממוקמות בסמיכות זו לזו ומתקדמות במקביל זו לזו, כאשר יש רושם כי התעלות נראות מאוחדות באזור האפיקלי.



תמונה 3: חתך לונגיטודינלי מתוך קובץ DICOM.

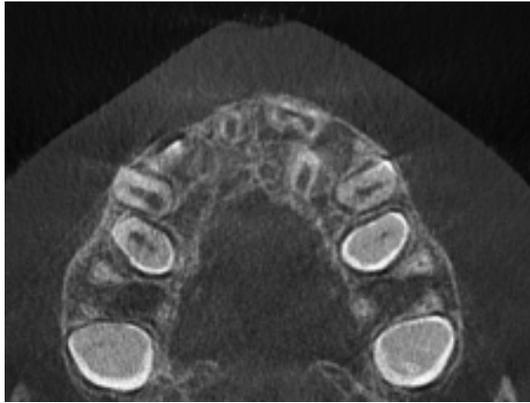
הצילום בוצע על פי הפרוטוקול הבא: שדה ראייה (FOV) בגודל 8x5.5 ס"מ, 8610 Kv, Voxel edge length 160 μ m. mA לאחר ביצוע הצילומים נקבע ייעוץ רב-תחומי בשיתוף מומחים בשיקום הפה, אורתודונטיה ואנדודונטיה. מטרת הייעוץ הייתה לגבש תוכנית טיפול מקיפה, שתשלב את ההיבטים השונים ותשקול את הגורמים האסתטיים, התפקודיים ומתן איכות חיים לילד המטופל לטווח ארוך.

הייעוץ התבסס על פיענוח צילום ה-CBCT-הכולל חתכים Cross-Sectional ורקונסטרוקציה "Pseudopanoramic", ללא קובץ DICOM מלא, אשר הדגימו את שן מס' 21 עם שני שורשים ושתי תעלות שורש אשר מאוחות בכותרת אחת בלבד.

אפשרויות הטיפול שנבחנו:

1. ביצוע המיסקציה: עקירת הסגמנט המזיאלי, בשל מבנהו האנטומי וגודלו הקטן, ביצוע טיפול שורש בחלק הדיסטלי ושיקום אסתטי של הכותרת.
2. עקירה מלאה של שן 21 ושיקום האזור החסר: שיקום זמני באמצעות סד רך (Omnivac) עם מילוי קומפוזיט באיזור שן 21 לצורך מתן פתרון אסתטי מיידי. הסד מיוצר במכונת ואקום ייעודית על בסיס מודל גבס כך שמתקבל סד שקוף וגמיש המותאם באופן מדויק לקשת השיניים של המטופל, בהכנה מהירה ופשוטה. אם זאת יש להביא בחשבון כי לסד זה חסרונות: הוא פחות יציב ועמיד לאורך זמן ונדרש שיתוף פעולה של המטופל שכן מדובר במכשיר נשלף.
3. מעקב התפתחותי ללא התערבות בשלב זה: אפשרות זו מביאה בחשבון סיכון לאי-בקיעה או בקיעה במיקום אקטופי של שיניים 22 ו-23, שעלול לחייב טיפולים עתידיים.

נוסף על כך ניתנה התייחסות לסגר שכן במקרה של אנומליות דנטליות יכולה להיגרם הטיה של



תמונה 6: חתך אקסיאלי (שליש אפיקלי).

על פי חתכים אלה, נוכחנו כי האבחנה המדויקת של הפגם ההתפתחותי במקרה של השן הזו היא של Geminatio בשן 21, כאשר נראה שורש אחד ולשכה אחת בצורת FIGURE 8 עד קצה האפקס של השן. לפיכך, לא הייתה אפשרות לביצוע המיסקציה כפי שחשבנו תחילה. בנוסף, נכמו כן, נמצא כי נבטים של שיניים 22, 23 במיקום חריג בקשת ובשלבי התפתחות ראשוניים של השורשים וייתכן אף שהן כלואות. הפרוגנוזה של שיניים 22, 23 הועמדה בסימן שאלה בשלב זה, וייתכן כי הן תבקענה באופן לא תקין.

נוכח ממצאים אלו הוסק כי נדרש שינוי מהותי בתוכנית הטיפול המקורית. בייעוץ רב תחומי חוזר שונתה תוכנית הטיפול והוחלט על עקירה מלאה של שן 21 ושיקום האזור החסר: באמצעות פלטת Omnivac, שאמצעותה הושלמה השן החסרה בעזרת קומפוזיט. בהמשך נקבעו ביקורות ומעקבים לצורך הערכת המשך התפתחות ובקיעת שיניים 22, 23.

מהלך טיפול מקרה א'

על זמן לפגישה נוספת במחלקה (יוני 2024). לאחר תיאום ציפיות עם הוריו נלקחו מטבעי לימוד להכנת השיקום הזמני.

בסדרת החתכים האקסיאליים (תמונות 4-6) לאורך שן מס' 21 אפשר לזהות את מבנה השורש החריג עם תצורת תעלות משתנה לאורך ציר אורך השן.

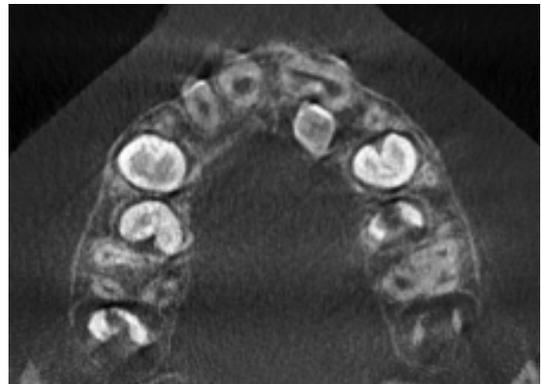
בחתך הכותרתי ביותר (תמונה מס' 4) נצפות שתי תעלות שורש נפרדות עם חומר שן המפריד ביניהן.

בחתך האמצעי (תמונה מס' 5) מודגם אמצע השורש המחיצה בין התעלות הולכת ומצטמת וניכר האיחוי היוצר מראה דמוי הספרה "8".

בחתך האפיקלי (תמונה מס' 6) נראית תעלה אחת מאוחדת המעידה על איחוי מלא עד לקצה השורש (apex).



תמונה 4: חתך כותרתי



תמונה 5: חתך אקסיאלי (שליש אמצעי).



תמונה 10: צילום רנטגן של השן העקורה.

בביקורת חודש לאחר העקירה, נצפתה שן 22 בוקעת לחלל הפה בעמדה מזיאלית, תופסת את מקומה של שן 21 (תמונות 11-12).



תמונה 11: צילום קליני מזווית פלאטינלית של לסת עליונה חודש אחרי העקירה.



תמונה 12: צילום קליני קדמי חודש אחרי העקירה.

בוצעה עקירה של שן 21 תחת סדציה נשאפת (נייטרוס אוקסייד) במחלקת כירורגיה, בשיתוף עם המחלקה לרפואת שיניים לילדים. לאחר העקירה נמסר השיקום הזמני (תמונות 7-9). בצילום הרנטגן של השן העקורה (תמונה 10) הודגם כי שורשי השן מאוחים עד לקצה האפיקלי, ממצא אשר שלל את האפשרות לביצוע המיסקציה, וחיזק את ההחלטה על עקירה מלאה של שן 21.

למרות הקושי הצפוי בעקירת השן, הן מההיבט הקליני והן מההיבט ההתנהגותי של הילד, מהלך הטיפול, הפתרון האסטטי וההחלמה שלאחריו התנהלו באופן תקין. בסיום השלב זה התקבלה תוצאה אסתטית משיבעת רצון, אשר זכתה לשיבועות רצון הן מצב הילד והן מצד הוריו.



תמונה 7: תמונה קלינית פרונטלית לאחר ביצוע העקירה.



תמונה 8: צילום קליני משתי זוויות שונות של השן לאחר העקירה.



תמונה 9: צילום קליני של הסד עם השלמת קומפוזיט באיזור שן 21.



תמונה 15: צילום קליני חצי שנה אחרי העקירה.



תמונה 16: מתן פתרון אסתטי שיקומי לשן 22. צילום קליני לפני ואחרי ביצוע "שינוי צורה".

עם קבלת הפתרון האסתטי החדש, ניכר היה שיפור מיידית בתחושת הביטחון והדימוי העצמי של ע.ל. הילד יצא מהמרפאה כשהוא מחייך בגאווה והביע התרגשות רבה למראה שיניו החדשות. גם ההורים הביעו שביעות רצון עמוקה מהתוצאה, וציינו את השיפור שחל בתחושת הביטחון של בנם, ואת ההקלה הרבה על כך שנמצא פתרון מוצלח ומותאם אישית למקרה המורכב.

תוצאה זו חיזקה את שיתוף הפעולה להמשך טיפול ומעקב אורתודונטי ארוך טווח אשר יבדוק את סגר הילד ותותאם תוכנית אורתודונטית במידת הצורך, לשמירה על תפקוד תקין ואסתטיקה.

שלושה חודשים לאחר העקירה, שן 22 בוקעת באופן תקין הן קלינית והן רנטגנית ושורשה גם הוא מדגים התפתחות תקינה (תמונות 13-14). בייעוץ משולב עם מחלקת אורתודונטיה הוחלט לזמן את ע.ל לפגישת מעקב נוספת כחצי שנה לאחר מכן.



תמונה 13: צילום פ.א רנטגני שלושה חודשים אחרי העקירה.



תמונה 14: צילום קליני פרונטלי שלושה חודשים אחרי העקירה.

בביקורת שנערכה כחצי שנה מהעקירה, שן 22 הייתה בבקיעה מלאה במיקום שן 21 (תמונה 15). הוחלט לבצע שינוי צורה לשן 22 (שן לטרלית במקורה) באמצעות השלמה של חומר שרף מרוכב כדי שתקבל מראה של שן מרכזית ויתן מענה אסתטי (תמונה 16).



תמונה 19: צילום קליני מבט קדמי בחיוך

בצילום פריאפיקלי (תמונה 20) הודגם האזור הקדמי של הלסת העליונה כשהוא מציג כותרת רחבה במיוחד במישור המזיו-דיסטלי עם חריץ במרכזו. קיים חשד להפרדה באזור הצווארי של הכותרת. אנטומיית השורש חריגה, עם פיצול שורשים באזור האמצעי ואפשר לזהות שתי תעלות שורש. אזור ה-PDL נראה רציף סביב השורשים, ללא עדות לפתולוגיה. ממצאים אלה עשויים להתאים לאבחנה של Fusion (איחוי של שן מס' 21 עם שן עודפת) היות ששן מס' 22 קיימת בקשת או לחלופין Gemination.



תמונה 20: צילום פריאפיקלי

ההחלטה הטיפולית שהתקבלה בהתאם לממצאים של הצילומים וההתלבטות הנוספת לגבי תוכנית הטיפול, מנעה הרבה טעויות טיפוליות ועוגמת נפש לילד ולהורים. התוצאה הטיפולית שהתקבלה תאפשר לילד המשך התפתחות השיניים והלסת בצורה תקינה תוך שמירה על נוחות ואסתטיקה מיטבית.

מקרה ב'

ר.ב בן 12 שנים בריא בד"כ. נמצא במעקב במחלקה לרפואת שיניים לילדים באוניברסיטת תל אביב החל משנת 2019, בהיותו בן 8, בשל תלונה אסתטית של האם שלדבריה "השן הקדמית שבקעה גדולה ומוזרה" (תמונות 17-19).

שן 21 בעלת כותרת רחבה במישור מזיו-דיסטלי (16 מ"מ) הכוללת תלולית בולטת בוקלית במרכז הכותרת, וחרץ אנכי במשטח הפלטינלי.



תמונה 17: צילום קליני מבט פרונטלי



תמונה 18: צילום קליני מבט פלטינלי

במהלך הייעוץ הרב-תחומי נשקלו אפשרויות השיקום הבאות, תוך שילוב טיפול אורתודונטי: 1. פיצול ועקירת השן העודפת (הכותרת המזיאלית מבין השתיים) והתחלת טיפול אורתודונטי לקירוב 21 ל-11 וביצוע Reshaping לשיפור האסתטיקה. 2. עקירת שן 21 כולה, קירוב של שן 22 שנמצאת בעמדה פלטינלית וReshaping לחותכת צנטרלית או לחלופין שמירת מקום לשיקום קבוע עתידי. 3. ביצוע Reshaping בלבד להקטנת שן 21 והעודפת לגודלה של 11 שהיא מעט מאקרודונטית 4. מעקב עד סיום גדילה, עקירה ושתל.

בדומה למקרה הקודם, ההחלטה הטיפולית המועדפת, הן מההיבט השיקומי והן האור-תודונטי, הייתה לבצע פיצול של שן 21 תוך עקירת הסגמנט המזיאלי בלבד. במסגרת השיקולים הובאה בחשבון האפשרות בצורך בטיפול אנדודונטי בסגמנט הדיסטלי - אפשרות שנבחנה ואושרה עקרונית על ידי מחלקת אנדודונטיה, כפוף לבדיקה מקיפה של קובץ ה-DICOM המלא לצורך שלילת חיבור בין תעלות המוך. חיבור כזה היה עשוי להוות סיכון משמעותי לפרוצדורה, ולפגוע בפרוגנוזה של הסגמנט המתוכנן להישמר.

במקרה זה, בדומה למקרה הקודם, התקיים ייעוץ נוסף בתחום הרדיולוגיה המקסילופי-ציאלית, שניתן על ידי מומחה ברפואת הפה, על בסיס קובץ DICOM מלא. ואכן, מניתוח המידע עלה כי קיים איחוי שורשים בכ-80% מאורכם, וכן זוהה חיבור בין תעלות המוך באזור השליש הצווארי.

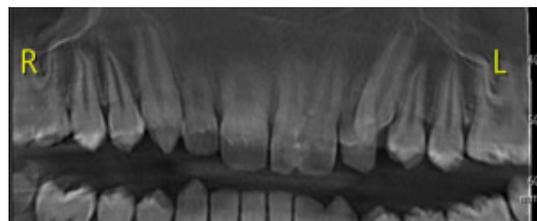
החתך האקסיאלי (תמונה 22) מדגים את שן 21, הכולל שתי תעלות מוך המתאחדות בשליש הכותרתי של השורש, תוך יצירת מבנה דמוי הספרה "8".

ר' היה במעקב סדיר במחלקה עד להשלמת החלפת המשנן (transition to permanent dentition), כפי שסוכם יחד עם המחלקה לאורתודונטיה. כעת (בהיותו בן 12) מציג משנן קבוע הכולל טוחנות קבועות וניבים קבועים. סגר לפי טוחנות Angle Cl II, עם Overjet מוגדל (10 מ"מ), צפיפות משוערת של 8 מ"מ, נוסף על אבחנה של Deep Bite. בנובמבר 2021 הוחלט כי זהו מועד תזמון נכון להתחלת טיפול אורתודונטי. באותו מועד בוצעו צילומים פריאפקלים עדכניים, כמו כן הופנה לביצוע צילום CBCT לאזור קדמי עליון.

הצילום בוצע על פי הפרוטוקול הבא: שדה ראייה (FOV) בגודל 5x5.5 ס"מ, Kv, Voxel 160 μm, 86,10 mA, נקבע מועד לייעוץ רב-תחומי בשיתוף מחלקות שיקום הפה, אורתודונטיה, אנדודונטיה וכירורגיה פה ולסת.

מטרת הייעוץ הייתה גיבוש תוכנית טיפול כוללת, המשלבת בין ההיבטים האורתודונטיים, השיקומיים והכירורגיים, לקראת שיקום כולל תוך התחשבות באסתטיקה, פונקציה ואיכות חיים לאורך זמן.

הייעוץ גם במקרה זה התבסס על פיענוח וחתכים Cross-Sectional, ורקונסטרוקציה "Pseudopanoramic" (תמונה 21), כמו במקרה הקודם גם כאן ללא קובץ ה-DICOM המלא. הודגמה שן מס' 21 עם שני שורשים ושתי תעלות שורש אשר מאוחות בכותרת בלבד.



תמונה 21: רקונסטרוקציה "Pseudopanoramic"

מהלך טיפול מקרה ב'

לאור רמת שיתוף הפעולה הנמוכה והחשש שהציגו המטופל והאם, הוחלט לבצע את עקירת שן 21 במלואה בהרדמה כללית, ומסירת שיקום זמני מודבק (Side Chair Maryland) ביום העקירה. לאחר ההחלמה ר.ב יועד להתחיל טיפול אורתודנטי לפיזור הצפיפות ותיקון הסגר.

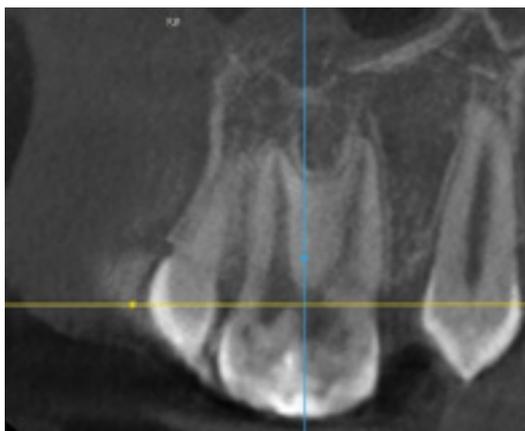
שיקום אזור השן העקורה (כשיקום זמני) יושלם בעזרת התאמת צורתה וגודלה של הכותרת העקורה והדבקתה לשן 11 בעזרת רצועות רזין מחוזקות סיבי זכוכית - Ribbond® - בדומה לגשר מרילנד עם כנף אחת. שלבי הטיפול כללו - עקירת שן 21 בשלמו תה (תמונה 24-25) ניסור ורישייפינג של הכותרת של שן 21 בהתאמה לשן מס 11. לאחר מכן מדידת אורך הסיב הרצוי. צריבה וקישור של הסיב לשן 11 באספקט הפלטיני. לי. חיבור כותרת שן 21 לסיב באמצעות קומפוזיט נוזלי, ולבסוף ליטוש והסרת עודפים ללא מעורבות של שיניים 22 ו-12.



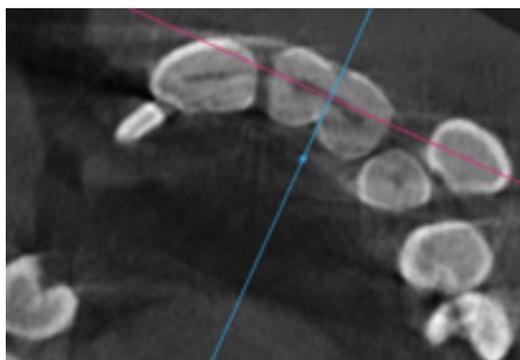
תמונות 24-25: הדבקת כותרת שן 21 עם סיבי Ribbond לשן מס 11.



תמונה 26: ביקורת שבוע לאחר ניתוח



תמונה 22: חתך טקסיאלי של שן 21



תמונה 23: חתך לונגיטודינלי של שן 21

בחתך הלונגיטודינלי (תמונה 23) אפשר להבחין באיחוי בין תעלות השורש בשליש הכותרתי של שן 21. כמו כן, נראה איחוי של כ-80% מאורך השורשים, עם הפרדות מחודשת באזור הקצוות האפיקליים. מרווח ה-PDL נראה רציף לאורך היקף השן, אך אי אפשר לזהותו בין חלקי השורשים המאוחים.

נוכח ממצאים אלו, הוסק כי גם כאן, נדרש שינוי מהותי בתוכנית הטיפול המקורית. בהתאם לכך, הוחלט על עקירה מלאה של שן 21.

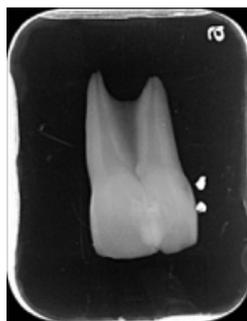
גישה רבת תחומית הכוללת שיתוף פעולה בין רופאי שיניים מתחומים שונים הכולל מומחים בפדודונטיה, אנדודונטיה, אורתודונטיה, כירורגיה פה ולסתות, ורפואת הפה, מסייעת בהבטחת הצלחה טיפולית ושימור בריאות הפה של המטופל הצעיר. יתרה מכך, המקרים המוצגים לעיל מדגישים את החשיבות הרבה בפענוח והבנה מעמיקה של כל בסיס הנתונים של צילומי CBCT, ולא להסתפק בחתכים בודדים המתקבלים מהמכון. בהיעדר פענוח של כל בסיס הנתונים, אפשר היה לשער כי מדובר במצב אנטומי המאפשר ביצוע המיסקציה של השיניים עם הפגמים ההתפתחותיים, ביצוע טיפול מוקדם ושיקום. המידע שהתקבל ממכלול החתכים במישורים שונים שינה את אופן החשיבה הקלינית, חשף את המורכבות האנטומית האמיתית של השיניים הנ"ל ומנע קבלת החלטה שגויה שעלולה הייתה להוביל לכישלון טיפולי.

סיכום ומסקנות

ברפואת שיניים לילדים אנחנו נתקלים לא אחת במורכבויות של שיניים עם אנטומיה חריגה או מראה לא רגיל. פגמים אלה עלולים לפגוע בהתפתחות תקינה של השיניים והלסתות. וכן לגרום לילדים לקשיים אסתטיים ותפקודיים. נוסף על כך, מורכבות זו עשויה ליצור אצל הילד גם קשיי שיתוף פעולה וחששות מהטיפולים הכרוכים במצבים אלה. עלינו להביא בחשבון את כל האלמנטים בבואנו לטפל בילדים אלה ולהחליט על תוכנית הטיפול.

חשוב להיות מעודכנים בכל הכלים והטכנולוגיות החדשות של אמצעי הדימות, לדעת לקרוא אותם ולהשתמש בהם באופן נכון, תוך שילוב עם החלטות מושכלות בשיתוף רופאים מדיסיפלינות שונות.

לסיכום, פענוח מדויק של כל בסיס הנתונים של CBCT אינו מהווה רק אמצעי דימות משלים, אלא כלי אבחנתי קריטי המסוגל לשנות מהיסוד את הגישה הטיפולית, לתמוך בקבלת החלטות מקצועיות ולהפחית את הסיכון לסיבוכים עתידיים.



תמונות 27 : שן 21 עקורה.



תמונה 28 : מכשור אורתודנטי מסוג Twin block

לאחר המתנה של כשישה שבועות לצורך ריפוי, החל המטופל טיפול אורתודנטי, עם מכשור פונקציונאלי לקידום המנדיבולה. (מסירת מכשיר Twin Block - תמונה 28).

דיון

אנומליות אודונטוגניות מסוג Gemination ו-Fusion הם מצבים נדירים ברפואת שיניים של ילדים המאופיינים בשינויים מורפולוגיים משמעותיים. האטיולוגיה של מצבים אלו אינה חד-משמעית, אך קיימת השערה כי מדובר בשילוב של גורמיים גנטיים, סביבתיים והתפתחותיים. אבחנת מצבים אלו מתבצעת באמצעות בדיקה קלינית והדמיה רדיוגרפית. במקרים מורכבים מומלץ לבצע נוסף על הצילום מים הקונבנציונליים גם הדמיה רדיוגרפית תלת-ממדית מסוג CBCT המאפשרת הדמיה מדויקת יותר ובהתאם לכך איבחון מדויק יותר. עם זאת, יש להשתמש בו בהתאם לשיקולי הצדקה רפואית והגבלת חשיפה לקרינה.

המקרים הקליניים שתוארו במאמר, מדגישים את חשיבות ההדמיה התלת-ממדית לצורך

References

1. Juuri, E. & Balic, A. The biology underlying abnormalities of tooth number in humans. *J. Dent. Res.* 96, 1248-1256 (2017).
2. Neville, B. W., Damm, D. D., Allen, C. M. & Bouquot, J. E. Preface. in *Oral and maxillofacial pathology ix-x* (Elsevier, 2009). doi:10.1016/B978-1-4160-3435-3.50002-6.
3. Ashish Shrestha, Vinay Marla, Sushmita Shrestha & Iccha K Maharjan. Developmental anomalies affecting the morphology of teeth – a review. *RSBO* 12, 68-78 (2016).
4. Venkatesh, A., Mitthra, S., Prakash, V. & Srinivasa Prasad, T. Geminatio or fusion?: A case report. *Biomed. Pharmacol. J.* 9, 1225-1228 (2016).
5. Aydinbelge, M. et al. Clinical and radiographic evaluation of double teeth in primary dentition and associated anomalies in the permanent successors. *Niger. J. Clin. Pract.* 20, 847-851 (2017).
6. Aps, J. K. M. Cone beam computed tomography in paediatric dentistry: overview of recent literature. *Eur. Arch. Paediatr. Dent.* 14, 131-140 (2013).
7. Mendonça, Rafael Pereira de, et al. "Principles of radiological protection and application of ALARA, ALADA, and ALADAIP: a critical review." *Brazilian Oral Research* 39 (2025): e14.
8. Kühnisch, J. et al. Best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents: an EAPD policy document. *Eur. Arch. Pediatric. Dent.* 21, 375-386 (2020).
9. Prescribing Dental Radiographs for Infants, Children, Adolescents, and Individuals with Special Health Care Needs. *Pediatr. Dent.* 39, 205-207 (25).



לייזר הדיודה האולטימטיבי!

BioLase מבית **epicX**
Gentle Laser Dentistry

המדריך הצמוד שלך למגוון פרוצדורות, עם תוכנת הדרכה אינטואיטיבית ונוחה

לטיפול במגוון מחלות
בחלל הפה:

- מוקוזיטיס
- סינדרום הפה השורף
- רפלקס הקאה
- הרפס
- אפטות
- נגעים בחלל הפה
- הפרעות מפרק הלסת
- טריזמוס
- ועוד...

למגוון רחב של פרוצדורות ברקמה רכה:

- חיתוך כירורגי ללא דימום
- חשיפת שתלים
- ביופסיות
- פרנקטומי
- ג'ינגייבקטומי
- עצירת דמם
- ניקוז מורסות
- פולפטומי
- הארכת כותרת (ברקמה רכה)
- הפחתת כאב
- הבהרת שיניים ("הלבנה")



רוכשים

מכשיר לייזר דיודה epicX מבית BioLase

ב- **31,200 ₪**

ומקבלים

Super Pen

עט אלחוש מבוקר-מחשב: קטן, אלגנטי ונוח לשימוש!

בשווי **2,200 ₪**

מתנה!

חדש

Colgate®

משחת השיניים החדשה Colgate Total פועלת נגד רובד החיידקים למשך עד 24 שעות.



24

שעות
*הגנה

שיניים רגישות



בעיות חניכיים



שחיקת זגוגית השן



כתמי שיניים



רובד חיידקים



אבן שן



נשימה רעננה



עששת



משחת השיניים החדשה Colgate Total מתוכננת להשתלב באופן טבעי ויעיל בשגרת היומיום של המטופלים שלך, שומרת על המטופלים גם בין הביקורים בקליניקה.

טיפול בקשתיות שקופות: מגמות שוק, ביומכניקה ועילות

1. מבוא: תור הקשתיות השקופות
הטיפול בקשתיות שקופות (Clear Aligner Therapy - CAT) מייצג את אחת ההתפתחויות המשמעותיות ביותר בתחום האורתודונטיה בעשורים האחרונים. טכנולוגיה זו, אשר אומצה במהירות ברחבי העולם, מונעת על ידי דרישת המטופלים לחלופת טיפול אסתטית ונוחה יותר מהמכשור האורתודונטי הקבוע המסורתי.

1.1 שוק בצמיחה אקספוננציאלית
ההיקף המסחרי של הטיפול בקשתיות שקופות משקף את חדירתו לשוק. בשנת 2023, הוערך שוק הקשתיות השקופות העולמי ב-5.13 מיליארד דולר, עם תחזית צמיחה אקספוננציאלית בקצב שנתי מורכב (CAGR) של 30.7% עד לשווי מוערך של 32.35 מיליארד דולר בשנת 2030². צמיחה זו מונעת משילוב של ההתקדמות הטכנולוגית בהדפסות תלת-ממד וסריקה דיגיטלית מאפשרת התאמה אישית, אשר עונות יחד על הביקוש הגובר של מטופלים לפתרונות אסתטיים^{3,2}. במקביל, עלייה במודעות לבריאות דנטלית, בייחוד בקרב מבוגרים המהווים את פלח השוק הגדול ביותר עם נתח של 60.2% בשנת 2023 דוחפת את אימוץ הטכנולוגיה.

1.2 היתרונות המרכזיים של טיפול בקשתיות שקופות בהשוואה למכשור אורתודונטי קבוע (Fixed Appliances - FA), טיפול בקשתיות שקופות מציע כמה יתרונות בולטים למטופל:
• **אסתטיקה ונוחות:** הקשתיות כמעט בלתי

נראות וניתנות להסרה. תהליך היישור נוח ויש בו פחות גירוי לרקמות הרכות בפה^{4,1}.
• **בריאות הפה וההיגיינה:** היכולת להסיר את הקשתיות מאפשרת צחצוח ושימוש בחוט דנטלי בצורה יעילה יותר, ובכך היא תורמת לשמירה על היגיינת פה טובה יותר ולבריאות החניכיים⁴.
• **יעילות ניהולית (Operational efficiency)** טיפול בקשתיות שקופות מקושר עם פחות מקרי חירום קליניים (כמו סמך שנפל או חוט שדוקר) ופוטנציאל לפגישות מעטות וקצרות יותר במרפאה^{4,1}.

אולם, מאחורי היתרונות הבולטים הללו עומדת מערכת ביומכנית ייחודית, שהבנתה חיונית להערכת יכולותיה ומגבלותיה האמיתיות של הטכנולוגיה.

2. היסודות הביומכניים של תנועה אורתודונטית באמצעות קשתיות
יעילות הטיפול בקשתיות שקופות מעוגנת בעקרון נות ביומכניים ייחודיים, השונים באופן מהותי מאלו של מכשור קבוע. הבנת עקרונות אלו חיונית להערכת יכולותיה ומגבלותיה של השיטה.

2.1 עקרונות בסיסיים של הפעלת כוח
הפעלת הכוח בקשתיות מתבססת על שני מנגנונים עיקריים:

1. "אפקט התבנית" (Shape Molding Effect): הכוח המרכזי להזזת השיניים נוצר מפערים מתוכננים מראש בין צורת הקשתית לבין עמדת כותרת השן. כאשר המטופל מרכיב את הקשתית, היא מפעילה כוחות דחיפה על משטחי השן כדי להתאים את מיקום השן

ד"ר נועם פרוטר*,**,**

* מרכז רפואי אוניברסיטאי סורוקה, מחלקת פה ולסת.

** קופת חולים מאוחדת, יועץ לרופא שיניים ראשי.

*** מרפאה פרטית ת"א, אורתו בריבוע.

יכולת זו מאפשרת ביצוע צפוי של תנועות מורכבות כמו טרנסלציה ותנועת שורש (טורק)⁹. במכשור נשלף כמו קשתיות שקופות, מרכז ההתנגדות הוא חמקמק ולא ניתן לשליטה. הקשתית מפעילה כוח על הכותרת בלבד, ולכן התנועה העיקרית שהיא יכולה להשיג היא הטיה. מגבלה זו היא הסיבה המרכזית לקושי בביצוע תנועות שורש וטרנסלציה אמיתיות⁹.

מגבלות תיאורטיות אלו באות לידי ביטוי באופן שבו קשתיות מתמודדות עם סוגים שונים של ליקויי סגר.

4. פערי צפיות: התכנון הדיגיטלי בהשוואה למציאות הקלינית

אחת הדאגות המרכזיות בטיפול בקשתיות שקופות היא הפער בין התוצאה המתוכננת דיגיטלית לבין התוצאה המושגת קלינית. פער זה משפיע ישירות על משך הטיפול ועל הצלחתו הכוללת³.

3.1 כימות היעילות

מחקרים קליניים לאורך השנים ניסו לכמת את רמת הדיוק של תנועת השיניים באמצעות קשתיות. מחקר פרוספקטיבי חלוצי שפורסם על ידי Kravitz ואחרים בשנת 2009 מצא כי רמת הדיוק הממוצעת של הזזת שיניים עם מערכת Invisalign עומדת על 41% בלבד⁶. מחקר המשך פרוספקטיבי שבוצע על ידי Haouili ואחרים בשנת 2020 הראה שיפור, עם רמת דיוק ממוצעת של 50%⁷. למרות השיפורים, הספרות העדכנית עדיין מציינת כי שיעור ההצלחה הממוצע של תנועות שיניים עם קשתיות נע סביב 50%⁸. נתון זה עומד בניגוד חד לרמת הצפיות ממכשור קבוע, אשר מתקרבת ל-100% ברוב התנועות המתוכננות⁹.

3.2 היררכיית היעילות בביצוע תנועה מתוכננת
לא כל תנועות השיניים ניתנות לביצוע באותה רמת דיוק. הטבלה הבאה מסכמת את היררכיית היעילות במימוש התנועה המתוכננת בהתבסס על הספרות.

2. "אפקט גרעין האבטיח" ("Watermelon Seed Effect"):

הקשתית שעוטפת את כותרת השן מכלל צדדייה, יכולה להפעיל כוחות דחיפה מכל צדדיה, בדומה לאופן שבו לחיצה על גרעין אבטיח גורמת לו "לעוף" בכיוון הווקטור השקול⁵.

2.2 תפקיד המחברים אטצ'מנטים- (Attachments):

באופן תיאורטי אמורים המחברים לסייע לקשתית להתגבר על מגבלות תיה הנובעות ישירות מגמישות החומר הפולימרי של הקשתית ומובילות להתאמה לקויה לשן ולהעברת כוח לא יעילה⁵. המחברים עשויים לרוב מחומר מרוכב (קומפוזיט), המודבקים על פני שטח השן על ידי רופא השיניים על סמך תבנית המיוצרת בחברה המכינה את הקשתיות. לכאורה, המחברים משמשים כ"דיות אחיזה" או "נקודות לחץ" ואלה מאפשרות לקשתית להפעיל כוח ממוקד ויעיל יותר על השן, ובכך אמורים לשפר את השליטה בתנועת השן⁵. מקובל לסווג את האטצ'מנטים לשלוש קטגוריות עיקריות על בסיס עיצובם: קונבנציונליים, מותאמים אישית ואופטימליים⁵.

למרות התכנון הדיגיטלי המדוקדק והשימוש באמצעי עזר, קיים פער מתמיד בין התנועה המתוכננת לבין התוצאה המושגת בפועל.

3. הפער בין קשתיות ומכשור קבוע

הסיבה המהותית לפער בין הצפיות ליכולת המימוש נעוצה בהבדל ביומכני בסיסי בין קשתיות למכשור קבוע. מרכז ההתנגדות (Center of Resistance - Cres) הוא נקודה תיאורטית בתוך שורש השן. כדי להזיז שן באופן גופי (Bodily) - תנועה מקבילה של הכותרת והשורש, המכונה "טרנסלציה" ללא הטיה, הכוח חייב לעבור בדיוק דרך מרכז ההתנגדות⁹. מכשור קבוע, המודבק לשן, מאפשר לאורתודונט לשלוט במיקום מרכז ההתנגדות.

סוג התנועה	יכולת המימוש	הערות קליניות עיקריות
הטיה (Tipping) בוקו-לינגואלית	גבוהה	התנועה הצפויה ביותר בקשתיות. הבסיס לפעולה המכנית של הקשתיות ^{9,7} .
הרחבה (Expansion)	בינונית	זו המושגת בעיקר על ידי הטיית כותרות. רמת המימוש מוערכת ב-70-80% מהתנועה המתוכננת, והיעילות פוחתת מהאזור הקדמי לאחורי ^{13,4,3} .
רוטציה (סיבוב)	בינונית-נמוכה	תנועה מאתגרת, במיוחד בשיניים עם כותרות עגולות (ניבים, מלתעות). היעילות הממוצעת עומדת על כ-74.6% ¹⁰ .
אינטרוזיה (Intrusion)	נמוכה	תנועה קשה לשליטה. אינטרוזיה של חותכות עליונות ותחתונות נחשבת לאחת התנועות הפחות מדויקות ^{11,7} .
אקסטרוזיה (Extrusion)	נמוכה מאוד	נחשבת לתנועה הפחות צפויה מכולן, במיוחד בחותכות עליונות. היעילות הממוצעת עמדה על 29.6% במחקר אחד ^{6,3} .
תנועת שורש (Torque)	נמוכה מאוד	שליטה מוגבלת בטורק של שיניים קדמיות היא מגבלה ידועה, הנובעת מהביומכניקה של המכשיר ^{9,3} .

רמת המימוש של תנועת ההרחבה עומדת על כ-70-80% מהתנועה המתוכננת, כאשר היעילות פוחתת ככל שמתקדמים מהניבים לכיוון השיניים הטוחנות^{14,3}. מכשירי הרחבת חך מסורתיים (Rapid Palatal Expanders - RPE) הדגימו, בניסוי מעבדתי, הפעלת כוח הגדול פי 10 לערך מזה של קשתיות (30-50 ניוטון לעומת 3-5 ניוטון). כתוצאה מכך, מרחיבי RPE משיגים יותר שינויים גרמיים, בעוד שקשתיות גורמות בעיקר להטיה דנטלית^{15,13}.

4.3 תיקון ליקויי סגר מסוג Class II

קיימות שתי אסטרטגיות עיקריות לתיקון ליקויי סגר מסוג Class II באמצעות קשתיות:

דיסטליזציה של טוחנות עליונות: בדיסטליזציה של טוחנות עליונות נקבל מימוש של כ-61% עבור תנועות עד 3.2 מ"מ¹⁶.

5. יישומים קליניים ויעילות בסוגי ליקויי סגר שונים

למרות המגבלות הביומכניות, טיפול בקשתיות שקופות מיושם בהצלחה במגוון רחב של ליקויי סגר, אם כי רמת היעילות משתנה בהתאם למקרה.

4.1 צפיפות

הגישה המקובלת לטיפול בצפיפות קלה עד בינונית משלבת לרוב שיוף בין-שיני (Interproximal Reduction - IPR) והרחבה, בעזרת הטיה, של קשת השיניים לכיוון הלחיים (הרחבה בוקאלית)^{12,4}.

4.2 הרחבת הלסת העליונה

הרחבת קשת השיניים העליונה באמצעות קשתיות מושגת בעיקר באמצעות הטיה של כותרות השיניים האחוריות כלפי חוץ, ולא על ידי תנועה גופית (bodily) של השן או הרחבה גרמית אמיתית^{13,4}.

במונחים של אובדן עיגון, במקרים של עקירת מלתעות תחתונות עם עיגון רציפרוקלי, אובדן העיגון היחסי הוא כ-25% בעקירת מלתעה ראשונה, ועולה לכ-40% בעקירת מלתעה שנייה.²²

4.6 טיפול בניבים כלואים

הטיפול בניבים כלואים באמצעות קשתיות אפשרית, דורש שימוש ברכיבי עזר כמו שתלים זמניים (TADs), מקטעים של מכשור קבוע או גומיות לצורך המשיכה הראשונית של הניב.²³ הטיפול מתבצע בדרך כלל בשלושה שלבים: בשלב הראשון, יצירת מקום והכנת קשת השיניים באמצעות קשתיות. בשלב השני, חשיפה כירורגית של הניב והפעלת משיכה ראשונית באמצעות רכיבי עזר. בשלב השלישי מיקום סופי, יישור ותיקון הטיית של הניב באמצעות קשתיות.²³

הבנת היכולות והמגבלות, מאפשרת לגבש המלצות קליניות מבוססות ראיות לשימוש מושכל בטכנולוגיה.

6. מסקנות והמלצות קליניות

6.1 סיכום הממצאים:

1. פער משמעותי בין התכנון לבין המימוש: היעילות הקלינית הממוצעת של טיפול בקשתיות עומדת על כ-50% בהשוואה לתכנון הדיגיטלי. למרות שחל שיפור קטן ברמת הדיוק, עדיין קיים פער משמעותי בין התוצאה הרצויה לתוצאה המושגת, במיוחד בתנועות של אקסטרוזיה, אינטרוזיה ותנועת שורש (טורק).^{9,7}

2. הטיה כתנועה עיקרית: הפעולה הביומכנית הבסיסית של קשתיות שקופות היא הטיית כותרת השן. חוסר היכולת לשלוט במרכז ההתנגדות (Cres) של השן מגביל את היכולת לבצע תנועה גופית (bodily) אמיתית ותנועת שורש, ומבדיל באופן מהותי את הקשתיות ממכשור קבוע.⁹

שיפור העיגון באמצעות שתלים אורתודונטיים זמניים (TADs) במיוחד שתלים הממוקמים בחך, משפר באופן משמעותי את יעילות התהליך.¹⁷

קידום הלסת התחתונה (Mandibular Advancement):

קיימות קשתיות המשלבות רכיבים לקידום הלסת התחתונה, אך לפי הקונצנזוס המדעי הנוכחי, רמת הוודאות של הראיות התומכות ביכולתן לחולל שינוי גרמי משמעותי נותרה נמוכה.¹²

4.4 טיפול בליקויים אנכיים

סגר עמוק (Deep Bite): תיקון סגר עמוק באמצעות קשתיות נחשב למאתגר, בעיקר בשל רמת מימוש נמוכה של תנועת האינטרוזיה המתוכננת של השיניים החותכות.^{18,11} המנגנון העיקרי לתיקון כולל שילוב של אינטרוזיה של החותכות התחתונות, הטייתן קדימה (פרוליקנציה), ואקסטרוזיה של השיניים האחוריות.¹¹

מנשך פתוח (Open Bite): הטיפול במנשך פתוח קדמי נחשב לאחת מנקודות החוזקה של טיפול בקשתיות.¹² סגירת המנשך מושגת ביעילות באמצעות שילוב של אקסטרוזיה יחסית של החותכות ואינטרוזיה מינימלית של הטוחנות האחוריות.^{19,18}

4.5 טיפול במקרי עקירות עם קשתיות

במקרים הדורשים עקירת שיניים (לרוב מלתעות), נמצא כי בעוד שגם קשתיות וגם מכשור קבוע יעילים בטיפול במקרים אלו, למכשור הקבוע יש יתרון בהשגת שליטה טובה יותר על הטיית השורש (טורק) ומגעים סגריים טובים יותר, ובמשך טיפול קצר יותר.²⁰ יתרון זה נובע ישירות מהיכולת של מכשור קבוע לשלוט במרכז ההתנגדות של השן, בניגוד למגבלה המובנית של קשתיות המייצרות בעיקר תנועת הטיה.⁹ בטיפול עם קשתיות נצפה לעיתים קרובות ב"אפקט רכבת הרים" - roller-coaster effect הכולל הטיה לינגואלית ואקסטרוזיה של החותכות.²¹

1. בחירת מקרים מתאימים: על פי מחקר קונצנזוס בשיטת דלפי, טיפול בקשתיות הוא היעיל והצפוי ביותר במקרים שאינם דורשים עקירות, עם צפיפות קלה עד בינונית, מקרי מנשך פתוח, ובמקרים בהם המטרה העיקרית היא תנועות הטיה¹².

2. תיאום ציפיות: על הרופא המטפל להבין לעומק את המגבלות הביומכניות של טיפול בקשתיות שקופות. הבנה זו מאפשרת קבלת החלטות טיפוליות מושכלות ותיאום ציפיות ריאלי עם המטופל לגבי תוצאות הטיפול והצורך האפשרי בשלבי טיפול נוספים (refinements) או בשימוש במכשירי עזר.

3. תלות באמצעי עזר: להשגת תוצאות צפויות בתנועות מורכבות – כגון רוטציה משמעותית, דיסטליזציה של טוחנות ומשיכת שיניים כלואות – השימוש באמצעי עזר כגון הדבקת סמכים וקשת אורתודונטית בחלק מהשיניים, אטצ'מנטים אופטימליים, גומיות בין-לסתיות ושתלים זמניים (TADs) הוא חיוני^{17,23}.

6.2 המלצות לשימוש אופטימלי

בהתבסס על הסכמת מומחים וסקירות ספרות, ניתן להציע את ההמלצות הבאות לרופאים:



References

1. Tamer İ, Öztaş E, Marşan G. Orthodontic Treatment with Clear Aligners and The Scientific Reality Behind Their Marketing: A Literature Review. *Turk J Orthod.* 2019;32(4):241-246.
2. Grand View Research. Clear Aligners Market Size, Share & Trends Analysis Report. 2024.
3. Bichu YM, Weir T, Zou B, Adel S, Vaid NR. Clear Aligner Therapy Concerns: Addressing Discrepancies Between Digitally Anticipated Outcomes and Clinical Ground Realities. *Turk J Orthod.* 2024;37(2):130-139.
4. Ma L, Wang L. Efficacy of arch expansion with clear aligners: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):587.
5. Boztaş Demir G. Understanding the effectiveness of attachments in clear aligner therapy: a literature review. *Turk J Orthod.* 2024.
6. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(1):27-35.
7. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR, Ferguson DJ, Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;158(3):420-425.
8. Brezniak N, Protter N. Don't forget to overcorrect and much more: The current finite element analysis publications related to clear-aligner treatments. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2023;164(4):e123-e124.
9. Brezniak N, et al. Treatment efficacy and the center of resistance location in fixed versus clear aligners appliances. *J Indian Orthod Soc.* 2025;59(2):123-127.
10. Castroflorio T, Sedran A, Parrini S, et al. Predictability of orthodontic tooth movement with aligners: effect of treatment design. *Prog Orthod.* 2023;24(1):2.
11. Zhu L, Liu L, Wang W, et al. Biomechanical effects of different patterns of mandibular tooth movement with clear aligners for deep curve of Spee: a three-dimensional finite element analysis. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):217.
12. D'Antò V, et al. Indications and limits of clear aligner therapy: a clinical consensus conference based on a Delphi method. *Prog Orthod.* 2025;26:28.
13. Bruni A, Ferrillo M, Gallo V, et al. Efficacy of clear aligners vs rapid palatal expanders on palatal volume and surface area in mixed dentition patients: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2024;166(2):203-214.
14. Li N, et al. Biomechanical analysis of different tooth movement patterns and aligner thicknesses for maxillary arch expansion with clear aligners: a finite element analysis. *Front Bioeng Biotechnol.* 2024;12:1424319.
15. Abate A, et al. A Comparative In Vitro Evaluation of the Forces Generated by Clear Aligners and a Rapid Palatal Expander. *Bioengineering.* 2024;11(2):103.
16. Systematic Review on Mesiodistal Movement. Predictability of mesiodistal movement of upper and lower molars with clear aligners: A systematic review. *Angle Orthod.* 2025;95(5):563-571.
17. Ma B, et al. The Biomechanical Effect of Various Anchorage Methods on Maxillary Whole Arch Distalization with Clear Aligners: An Automated Staging Simulation Study Based on 4D-FEM. *Bioengineering.* 2024;11(1):3.
18. Alawdi GM, et al. Does Invisalign Outperform Fixed Appliance in Treating Vertical Discrepancies? *Cureus.* 2024;16(8):e65973.
19. Suh H, Garnett BS, Mahood K, et al. Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients. *Korean J Orthod.* 2022;52(3):210-219.
20. Jaber ST, Hajeer MY, Sultan K. Treatment effectiveness of clear aligners in correcting complicated and severe malocclusion cases compared to fixed orthodontic appliances: a systematic review. *Cureus.* 2023;15(4):e38311.
21. Sun X, et al. Biomechanical effects of different overtreatment patterns during anterior teeth retraction with clear aligners in extraction cases: A long-term orthodontic tooth movement simulation by iterative method. *Front Bioeng Biotechnol.* 2024;12:1388876.
22. Tang Z, Chen W, Mei L, et al. Relative anchorage loss under reciprocal anchorage in mandibular premolar extraction cases treated with clear aligners. *Angle Orthod.* 2023;93(4):375-381.
23. Wolny M, Sikora A, Olszewska A, Matys J, Czajka-Jakubowska A. Aligners as a Therapeutic Approach in Impacted Canine Treatment: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2025;14(10):3421.

התקדמו לסורק האינטרה אורלי, המתקדם, המדויק והמהיר בעולם עם יכולת אינטגרציה למערכת Chairside



CEREC Primescan AC



Primescan AC



Primescan Connect



טיפול בביקור אחד
 תהליך עבודה שיקומי מיידי במרפאה
 הכולל חריטה וסינטור (Chairside)



שיקום מיידי ע"ג שתלים במרפאה



תהליך עבודה שיקומי
 מהמרפאה למעבדה



תהליך עבודה עבור שיקום ע"ג שתלים
 מהמרפאה למעבדה



תהליך עבודה עבור טיפולי אורתודונטיה
 מהמרפאה לחברה המבצעת



תהליך עבודה עבור טיפולי דום נשימה בשינה
 מהמרפאה לחברה המבצעת

Management of Furcation Involvement in Molar Teeth: Contemporary Concepts and Clinical Decision-Making

Einhorn O.*, Mayer Y.**, Demetriou B.** Gilboa I.*

* Department of Prosthodontics

** Department of Periodontology

Postgraduate School of Dentistry

Rambam Health Care Campus, Haifa, Israel

Abstract

Furcation involvement (FI) is a common outcome of advanced periodontal disease in multirooted teeth, which presents a significant clinical challenge. The complex anatomy of the furcation area, limited access for cleaning, and reduced healing potential often complicate treatment and negatively affect prognosis. In the past, molars with advanced furcation involvement – especially Class II and III lesions – were frequently considered poor candidates for preservation, and were commonly extracted.

Current clinical evidence, however, indicates that many furcation-involved molars can be maintained successfully for long periods when proper treatment planning and regular maintenance are provided. This review presents a contemporary clinical approach to the diagnosis and management of furcation involvement, emphasizing individualized decision-making rather than reliance on furcation classification alone.

Key factors influencing prognosis include the anatomical differences between

maxillary and mandibular molars, the extent of horizontal and vertical attachment loss, and patient-related factors such as oral hygiene, smoking status, and compliance along with supportive periodontal therapy.

Treatment options are reviewed in a stepwise manner, ranging from non-surgical periodontal therapy and open flap debridement to resective procedures such as tunneling, root resection, and hemisection, as well as regenerative approaches using guided tissue regeneration and biologic agents. The available evidence regarding treatment outcomes and long-term tooth survival is summarized.

This review highlights that extraction should not be considered the default option for molars with furcation involvement. Clinical, anatomical, ethical, economic, and patient-related factors must all be considered when selecting a treatment strategy. With careful case selection, appropriate therapy, and strict maintenance, preservation of furcation-involved molars remains a predictable and valuable treatment option.

Temporomandibular Disorders: INfORM/IADR.

Key Points for Good Clinical Practice based on Standard of Care: Hebrew Translation

Translators:

Emodi-Perlman A., Winocur E., Rubin P., Anchel Shalev T.

Department of Oral Rehabilitation, The Maurice and Gabriela Goldschleger School of Dental Medicine, Gray Faculty of Medicine and Health Sciences, Tel -Aviv University

Abstract

Objective: To present a Hebrew translation of the list of key points for good Temporomandibular Disorders (TMDs) clinical practice on behalf of the International Network for Orofacial Pain and Related Disorders

Methodology (INfORM) group of the International Association for Dental, Oral and Craniofacial

Research (IADR) for the Israeli dental community. The translation was done upon receiving a written permission from Prof. Daniele Manfredini DDS, MSc, PhD, editor of CRANIO®: THE JOURNAL of CRANIOMANDIBULAR & SLEEP PRACTICE in which the original article was published (2025, VOL. 43, NO. 1, 1-5)

<https://doi.org/10.1080/08869634.2024.2405298>

Methods: An open working group discussion was held at the IADR General Session in New Orleans (March 2024), in where members of the INfORM group finalized the proposal of a list of 10 key points.

Results: The key points covered knowledge on the etiology, diagnosis, and treatment. They represent a summary of the current standard of care for management of TMD patients. They are in line with the current need to assist general dental practitioners, advance their understanding and prevent inappropriate treatment.

Conclusions: The key points can be viewed as a guiding template for other national and international associations to prepare guidelines and recommendations on management of TMDs adapted to the different cultural, social, educational, and healthcare requirements.

Artificial Intelligence as a Supportive Tool in the Histopathological Diagnosis of Oral Cancer

Vered M.^{***}, Kats L.*

* Dept. Oral Pathology, Oral Medicine & Maxillofacial Imaging, Goldschleger School of Dental Medicine, Gray Faculty of Medical and Health Sciences, Tel Aviv University;

** Institute of Pathology, Sheba Medical Center, Tel Hashomer

Abstract

Oral cancer (Oral Squamous Cell Carcinoma, OSCC) is a global health challenge, where early and accurate diagnosis is a key to improving prognosis. Current practices, based on histopathological assessment, are limited by subjectivity, inter-observer variability, and high workload. Advances in digital pathology and artificial intelligence (AI), particularly deep learning (DL), offer technological solutions to address these challenges. This article aims to critically discuss the recent scientific evidence from leading systematic reviews and meta-analyses to thoroughly evaluate the performance, applications, and limitations of AI in diagnosing OSCC by using digital histopathological images. This narrative review is based on findings from four comprehensive systematic reviews and meta-analyses, published between 2022 and 2024, which examined dozens of original studies in the field. These reviews systematically assessed the effectiveness of various AI models in tasks such as classification and segmentation of OSCC tissues, using standardized tools for data quality evaluation.

The main findings unequivocally indicate superior diagnostic capabilities of AI-based models, with accuracy, sensitivity, and specificity metrics exceeding 90%. Their performance was found to be comparable, and in some cases superior, to that of expert pathologists, particularly in terms of consistency and speed. Beyond diagnosis, AI models demonstrate potential in predicting prognosis, identifying subtle morphological features, and aiding treatment planning. However, significant challenges were identified, primarily the need for large and diverse datasets, rigorous external validation, increased algorithmic transparency, as well as regulatory and ethical frameworks.

Conclusions: AI is no longer a future promise but a rather mature technology demonstrating impressive capabilities in OSCC diagnosis. It serves as a powerful tool designed to integrate into pathologists' workflows, improving diagnostic quality, reducing errors, and advancing personalized medicine. Realizing its full potential depends on collaborative efforts among researchers, clinicians, and regulators to address existing challenges.

The Role of CBCT in Diagnosing and Managing Fusion and Gemination in Children: Case Reports

Gafni K.*, Oliver Palti M.*, Katz L., Berenstein Ajzman G*., Blumer S.***

The Maurice and Gabriela Goldschleger School of Dental Medicine
Gray Faculty of Medical & Health Sciences
Tel Aviv University

* Department of Pediatric Dentistry.

** Department of Oral Pathology, Oral Medicine and Maxillofacial Imaging.

Abstract

Fusion and gemination, collectively termed “double teeth”, are developmental anomalies that can compromise esthetics, occlusion, and treatment outcomes in pediatric dentistry. Their morphological similarity complicates differentiation, particularly in the presence of supernumerary teeth. Conventional two-dimensional imaging provides limited diagnostic value, especially when root and canal anatomy is complex. Cone beam computed tomography (CBCT) offers superior three-dimensional visualization; however, achieving an accurate diagnosis requires systematic evaluation of the entire DICOM dataset - an essential step which is not always performed.

This article presents two pediatric cases, managed at the Department of Pediatric Dentistry, in Tel Aviv University School of Dentistry, involving maxillary central incisors with abnormal morphology. In both cases, initial clinical and periapical radiographs were inconclusive. Preliminary CBCT review suggested hemisection as a possible treatment. Only after full DICOM analysis was root and canal fusion identified, it led to a fundamental change in the treatment plan.

These cases highlight that CBCT alone may be insufficient if its full dataset is not examined. Comprehensive DICOM analysis is indispensable for achieving accurate diagnosis, preventing inappropriate interventions, and guiding multidisciplinary, patient-centered treatment in children with complex dental anomalies.

Clear Aligner Therapy: Current Market Trends, Biomechanical Principles, and Clinical Effectiveness

Protter N.* ** ***

* Soroka Medical Center

** Meuhedet Health Fund

*** Ortho Square Private Clinic, Tel Aviv

Abstract

Clear Aligner Therapy (CAT) has become a significant force in orthodontics, propelled by exponential market growth and high patient demand for aesthetic solutions. The global market was valued at \$5.13 billion in 2023, and is projected to reach \$32.35 billion by 2030, while adults comprising the largest patient segment. Despite its commercial success and patient-centric benefits such as aesthetics, comfort, and improved oral hygiene, the clinical reality of CAT is marked by a significant and persistent discrepancy between digitally planned outcomes and clinically achieved results. The average clinical efficacy for tooth movement with clear aligners is approximately 50%, a figure that underscores the

technology's inherent biomechanical limitations when compared to traditional fixed appliances. The fundamental challenge lies in CAT's inability to effectively control the tooth's center of resistance, resulting in a primary mechanical action of tipping rather than true bodily movement (translation) or root control (torque). Clinicians must possess some deep understanding of these biomechanical limitations as for making informed treatment decisions and set realistic expectations with patients regarding outcomes, treatment duration, and the potential need for refinements or adjunctive mechanics. This document synthesizes the core biomechanical principles, clinical effectiveness, and evidence-based applications of CAT to provide a comprehensive overview for the modern dental professional.

Conferences, Professional Knowledge, Lecturers, Peers and Excellence

In December, January, and early February (until the issue was closed), several conferences were held in Israel, each of which was a professional record in itself, and all were held under the auspices of the Israel Dental Association (IDA), and all were attended by lecturers from Israel and abroad. Of course, additional conferences were held later, but we will talk about them in future issues.

It all began at the annual National Scientific Conference of the IDA, held in December 2025 at the David Intercontinental Hotel in Tel Aviv, under the direction of the conference chairman and IDA Chairman Dr. Lior Katzap. The conference lasted 3 days, and was a model of excellence and professional achievements presented in lectures and workshops, with the participation of approximately 2,000 members, from both Israel and abroad, specialists, general dentists, interns and students. This was alongside an impressive social event in which the titles of Honorary Fellow of the IDA were awarded to Prof. Avi Zini and to Dr. Ran Siyonov. The guests from abroad, for most of whom this was not their first visit to Israel, became personal friends of the IDA chairman, and by their participation, they expressed identification with the IDA and with Israel. The IDA conference undoubtedly has set very high standards in its success!

A week later at the same hotel, the 9th International Conference of MOIP – Mediterranean Orthodontic International

Project was held, led by Prof. Stella Chaushu, Chair of the Department of Orthodontics at the Faculty of Dentistry at Hadassah, whose remarkable dedication and deep commitment led to the conference being held. The MOIP conference lasted over two days and was attended by the best in orthodontics in Israel and around the world. All departments that provide specialization in orthodontics in Israel were present, as well as the Israeli Society of Orthodontics. A full range of orthodontic topics were presented in an impressive manner, and the large audience was treated to fascinating and educational lectures. It was a unique international event in which an international conference was held in Israel at this time. An impressive socio-national highlight was the flag-raising event of all the participating countries!

In January, a conference was held at the Yitzhak Rabin Center in Tel Aviv that was entirely dedicated to the various aspects of MRONJ – Medically Related Osteonecrosis of the Jaw. This conference was held at the initiative of, and chaired by Prof. Gabi Chaushu, Chair of the Department of Oral and Maxillofacial Surgery at Beilinson Medical Center, following the position paper of the Scientific Council of the IDA on the subject, and for which Prof. Gabi Chaushu chaired the committee that wrote the position paper.

This conference was also attended by renowned lecturers from Israel and abroad. It is worth noting that all the authors of the position paper on the subject spoke at the conference, each from the perspective of the various disciplines they represented. The conference was attended by dentists from all fields, as well as endocrinologists, internists, and family physicians who encounter MRONJ.

Towards the end of January, the semi-annual conference of the Israeli Association of Oral and Maxillofacial Surgery was held at the Hilton Hotel in Tel Aviv. The conference was named the challenging title "The Sin and the Punishment - Managing Maxillofacial Complications." The conference chair was Dr. Heli Rushinek from the Department of Oral and Maxillofacial Surgery at the Faculty of Dentistry at Hadassah. As the conference title suggests, the most difficult complications encountered by the lecturers were presented at the conference under the title "My worst Complications". Here too, well-known lecturers from Israel and abroad took part. The conference culminated in a mock trial, in which a lawsuit over treatment that went wrong (an imaginary lawsuit, of course) was presented in a mock courtroom. A professional judge, (real) attorneys from the prosecution and defense participated, as well as witnesses

who submitted opinions from the prosecution, the defense, and the court (Dr. Omri Amoudi, Dr. Michael Alterman, and Prof. Navot Givol). The audience were able to observe the work of the court and the full range of considerations in the judge's final decision (who awarded large damages...).

In early February, the annual conference of the Israeli Society of Periodontology and Osseointegration was held (also) at the Hilton Hotel in Tel Aviv. A variety of clinical and research topics were presented over two days to the large audience in attendance, periodontists, oral and maxillofacial surgeons, and general dentists interested in periodontics by lecturers from Israel and abroad. The conference was chaired by Dr. Eran Geva from the Department of Periodontology at the Rambam Medical Center School of Residency, who, starting with the conference, began serving as chairman of the Israeli Society of Periodontology and Osseointegration. An exciting highlight of the conference occurred when the titles of Honorary Fellow of the Israeli Society of Periodontology and Osseointegration were awarded to Dr. Danny Maler and Prof. Lior Shapira.

Indeed, a model of excellence all the way...

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 of blessed memory
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:

DANA PRINT
Dizengoff 76, Tel Aviv

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 **Management of Furcation Involvement in Molar Teeth: Contemporary Concepts and Clinical Decision-Making**
Einhorn O., Mayer Y., Demetriou B., Gilboa I.
- 15 **Temporomandibular Disorders: INfORM/IADR.**
Translators:
Emodi-Perlman A., Winocur E., Rubin P., Anchel Shalev T.
- 19 **Artificial Intelligence as a Supportive Tool in the Histopathological Diagnosis of Oral Cancer**
Vered M., Kats L.
- 23 **The Role of CBCT in Diagnosing and Managing Fusion and Gemination in Children: Case Reports**
Gafni K., Oliver Palti M., Katz L., Berenstein Ajzman G., Blumer S.
- 37 **Clear Aligner Therapy: Current Market Trends, Biomechanical Principles, and Clinical Effectiveness**
Protter N.

Abstracts of articles

- 44
- 49 **Conferences, Professional Knowledge, Lecturers, Peers and Excellence**
Prof. Benny Peretz



Cover Photo: Sunset
Photographer: Adv. Yaffa Zagdon

Super Pen



עט אלחוש מבוקר-מחשב קטן, אלגנטי ונוח לשימוש!

- אלחוש מבוקר-מחשב, למניעת כאב במהלך האלחוש
- שפע של פונקציות בעיצוב קומפקטי ונוח לתפעול, על מסך לד נוח
- 3 מצבי הפעלה: מהיר, איטי ו-PDL לאלחוש אינטרה-ליגמנטרי נטול כאב
- בקרה ממוחשבת של הלחץ ברקמה, לויסות אוטונומי ומניעת כאב
- כולל אספירציה
- מתאים לקרפולות ומזרקים סטנדרטיים
- נטען אלחוטית בעריסתו, ללא דושה או צינורות נלווים וללא עלויות תפעול שוטפות
- תכנות מוזיקה למשך האלחוש, להרגעת המתרפא

Super Pen

ב- **2,200** ₪

בלבד!

במקום ~~2,590~~ ₪



לפרטים: 054-2565357 (איתן), 054-5663614 (סמדר)



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/