

רפואת הפה והשיניים

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

כרך מ"ז, גיליון מס' 2, סיוון תשפ"ו • Volume 45 No.2, May 2026

ההסתדרות
לרפואת שיניים
בישראל
ISRAEL
DENTAL ASSOCIATION



עשור להקמת הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים.



5	עשור להקמת הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים פרופ' מ. ברהום	
6	עשור של מצוינות: עשר שנים להקמת הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים במרכז הרפואי לגליל פרופ' ס. סרוג'י	
7	יישום טכנולוגיות דיגיטליות בכירורגיה קרניומקסילופוציאלית מותאמת-אישית ד"ר א. שחאדה, ד"ר ש. דאוד, ד"ר ע. רדנסקי, ד"ר א. זגרון, ד"ר ע. קאסם, ד"ר א. תותרי, ד"ר ד. אורן, ד"ר א. זועבי, פרופ' ע. נחליאלי, ד"ר פ. קבלאן, פרופ' ס. סרוג'י	מאמרים
23	שיקום דנטלי נתמך שתלים בחולי סקלרודרמה מערכתית: סדרת מקרים קליניים ד"ר ה. כרייני מטאנס, ד"ר ג'. אבו-יונס, ד"ר א. ספורי, ד"ר ה. שלום ברגה, ד"ר מ. עביד ווטפה, ד"ר ל. בדראן, ד"ר פ. קאבלן, ד"ר י. גרנות	
30	שימור מכתשית - בין מדע לפרקטיקה קלינית ד"ר ע. סיון גילדור	
41	שתלים אצל מטופלים מתבגרים, מתן פתרון עם מחשבה קדימה ד"ר א. שרון, ד"ר ע. ורון שחר, ד"ר ב. מרימסקי	
51	טיפול דנטלי בילדה עם תסמונת קינדלר: תיאור מקרה ד"ר ח'. פאהום, ד"ר ע. בכר, ד"ר מ. ח'ורי עבסאוי	
61	טיפול רגנרטיבי בשיניים נמקיות צעירות בקרב מטופלים עם תסמונת DASS דר ע. מישאל, דר ע. פאהום, דר ד. מורייונס, דר א. סלוצקי גולדברג	
69	הערכת ההשפעות של מכשיר Carriere Motion ומכשיר Twin Block בתיקון ליקוי סגר מסוג II - מחקר רטרוספקטיבי ד"ר ג. הרציון, ד"ר א. כזהנדלר, ד"ר א. באדר פראג' ד"ר מ. רבין, פרופ' ש. עיני	

90 **תקצירים באנגלית**

97 **A Decade since the Establishment of the Galilee College for Dental Sciences**

Prof. Masad Barhoum

98 **A Decade of Excellence, Celebrating 10 Years of Galilee College of Dental Sciences at the Galilee Medical Center**

Prof. Samer Srouji

בשער: הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים במרכז הרפואי לגליל



ד"ר יצחק חן ז"ל

כיהן כיו"ר הר"ש בין השנים 1991-2018.

ד"ר חן היה אציל נפש ופעל ללא ליאות למען חברי הר"ש, ציבור המתרפאים בישראל ולמען מקצוע רפואת השיניים. פעילותו המקצועית והציבורית זכתה להכרה ולהוקרה מצד כל קהילת רופאי השיניים וציבור המתרפאים כאחד.

אנו מרכינים ראש לזכרו.



יהי זכרו ברוך

רפואת הפה והשיניים

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

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.

עשור להקמת הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים

כך - גם עולמכם, העולם המקצועי בכירורגיית הפה והלסת מציב מחדש שיאים חדשים, טכנולוגיות נועזות ופורצות דרך ומחקרים שמביאים בשורה אמיתית לשורה של מחלות וטיפולים פורצי דרך למטופלינו ועל כך ברכתי לכם.

לסיום, וכמי שמחשיב עצמו כוותיק מנהלי בתי החולים כיום אבקש להזכיר לכולנו, כי על אף הסביבה הטכנולוגית שבה אתם פועלים, זמינות המכשור וקדמתו, ומהפכת ה AI - כוחנו הוא באנשים שלנו, המשיכו להשקיע בהם - כל הסיפור הוא אנשים.

בברכה,

פרופ' מסעד ברהום
מנהל המרכז הרפואי לגליל

מכובדיי קוראי "רפואת הפה והשיניים", עיתון ההסתדרות לרפואת שיניים בישראל. אני מתכבד לפתוח ולברך אתכם עם פרסומו של הגיליון המוקדש לציון עשור להקמת הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים.

ימים מורכבים עוברים על כולנו, מרכיב אי הוודאות, אתגרי הביטחון הגואים והנגזרות הלאומיות בכלכלה, באקדמיה ובעולם הבריאות מציבים רף חדש של דרישות, עשייה מקצועית ואיתנות שנדמה כי מעולם לא נדרשנו לה בעבר.

העולמות המקצועיים שלנו פוגשים סטנדרט חדש של אתגרים ובתוכם עולמות חדשים של ציוד, גישות, מחקרים ושילובה של הבינה המלאכותית כ- game changer שנדמה כי עתיד לטרוף מחדש את סדר הקלפים כפי שהיינו רגילים לפרישתם בעבר.

עשור של מצוינות: עשר שנים להקמת הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים במרכז הרפואי לגליל

חיבור זה מאפשר לנו לשלב עבודה קלינית עם פעילות מחקרית המעשירה את הידע המקצועי בתחום הדנטלי. המחקר המתבצע בקולג' תורם לקידום ההוראה הרפואית בארץ ומעניק לרופאינו כלים עדכניים וחדשניים, המציבים את המחלקה כמרכז של יצירה מדעית ורפואית.

המאמרים המקובצים בגיליון מיוחד זה משקפים נאמנה את רוח המקום, שילוב של ניסיון קליני עשיר, סקרנות מחקרית ומסירות לרווחת המטופל. זוהי הזדמנות להציג את פירות העבודה המשותפת ואת הדינמיות המאפיינת את הקולג' מאז הקמתו.

ברצוני להודות לעורך "רפואת הפה והשיניים" ויו"ר המועצה המדעית על היוזמה להוצאת גיליון העשור, המעניק במה מכובדת לעשייה הרבה של המחלקה והקולג'. תודה מקרב לב לרופאים, למתמחים, לחוקרים ולכל השותפים לדרך על ההשקעה והאמונה.

החזון אכן התממש - הקולג' למדעי רפואת השיניים מהווה כיום מרכז מצוינות של קליניקה והוראה, ואנו שואפים להמשיך לצמוח, לחדש ולהוביל גם בעשורים הבאים.

פרופ' סאמר סרוג'י

ראש הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים. מנהל המחלקה לכירורגיית פה ולסתות ומעבדת הנדסת הרקמות.

מנהל ומיסד החדשנות בפקולטה לרפואה ע"ש עזריאלי, אוניברסיטת בר-אילן

עשור להקמת הקולג' למדעי רפואת השיניים במרכז הרפואי לגליל הוא רגע של גאווה מקצו עית ותחושת שליחות. מה שהחל כחזון לשדרוג שירותי הרפואה באזור, הפך בעשור האחרון למציאות קלינית ואקדמית ענפה, המשלבת טיפול רפואי בסטנדרטים גבוהים עם הכשרת דור העתיד.

החזון שביסוד הקולג' היה ונותר ברור, הנגשת רפואת שיניים מתקדמת לתושבי הצפון והגליל. במציאות שבה קיים מחסור במומחים בפריפריה, הקולג' הצליח לתת מענה מקצועי ואיכותי עבור מטופלים רבים, ובמקביל לבנות בית עבור רופאים וחוקרים השואפים למצוינות. כיום, מומחי ובוגרי הקולג' מובילים את העשייה הרפואית באזור, מתוך חיבור עמוק לשטח לצד מחויבות ללמידה מתמדת.

כיום ישנן 7 התמחויות המוכרות על ידי המועצה המדעית של הר"ש ומשרד הבריאות. כירורגיית פנים, פה ולסתות, רפואת הפה, רפואת שיניים לילדים, טיפולי שורש (אנדודונטיה) יישור שיניים (אורטודונטיה), שיקום הפה ורפואת חניכיים (פריודונטיה).

כל ההתמחויות נמצאות במסגרת מעטפת של הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים במרכז הרפואי לגליל והיא השלישית בגודלה בארץ ומועסקים יותר ממאה רופאים, מתמחים, סיעות וצוות פרא-רפואי.

השותפות האקדמית עם הפקולטה לרפואה של אוניברסיטת בר אילן מהווה נדבך מרכזי בפעילותנו.

יישום טכנולוגיות דיגיטליות בכירורגיה קרניומקסילופציאלית מותאמת-אישית

תקציר:

כירורגיה קרניומקסילופציאלית (Craniomaxillofacial – CMF) מתמודדת עם אתגרים מורכבים המשלבים שיקום אסתטי ותפקודי. טכנולוגיות דיגיטליות – ובהן הדמיה מתקדמת, תכנון כירורגי וירטואלי – בעזרת מחשב (Virtual Surgical Planning – VSP), תכנון בעזרת מחשב (Computer-Aided Design – CAD) (Three-Dimensional Printing) הדפסה בתלת-ממד (3DP) – חוללו מהפכה בתחום זה. כלים אלו משפרים את הדיוק ומייעלים את התהליכים בכל שלבי הניתוח, החל מהאבחון ועד להערכה שלאחר הניתוח. הדרישות הייחודיות של תחום הקרניומקסילופציאלית נענות כיום באמצעות פתרונות מותאמים-אישית המשפרים את התוצאות הקליניות. טכנולוגיות מתקדמות המתפתחות כיום, כגון בינה מלאכותית (Artificial Intelligence – AI), מציאות מורחבת (Extended Reality – XR), רובוטיקה והדפסה ביולוגית (Bioprinting), צפויות להתגבר על המגבלות הקיימות ולהניע את התחום לעבר עתיד של רפואה מותאמת-אישית מונחית טכנולוגיה.

מבוא:

שילובן של טכנולוגיות דיגיטליות בפרקטיקה הכירורגית מתרחב במהירות, והוא כולל קשת רחבה של יישומים, החל מבדיקה ראשונית של המטופל ותכנון הטיפול, דרך ההכנה הטרומ-ניתוחית וביצוע הפרו-צדורה הכירורגית, ועד למעקב והערכה לאחר הניתוח. התקדמות טכנולוגית זו מהווה מנוע מרכזי בקידום המתמשך של תחום הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית (Craniomaxillofacial surgery – CMF), תוך שיפור הדיוק והיעילות באמצעות אימוץ חידושים אלה^{2,1}.

כירורגיה קרניומקסילופציאלית כוללת את הניוד המדויק של מבני שלד קרניופציאליים שעברו תזוזה, וכן את שחזורם של מקטעים חסרים באמצעות שתלי עצם וחומרים אלופל-סטיים, במטרה להשיב את השלמות התפקודית והאסתטית. פרוצדורה כירורגית מורכבת זו מחייבת תכנון תלת-ממדי מדוקדק עוד בשלב הטרומ-ניתוחי, על מנת לטפל בפגמים הנובעים ממגוון אטיולוגיות – לרבות עיוותים דנטופ-ציאליים ומולדים, כריתת גידולים, עיוותים שלאחר טראומה והפרעות במפרק הלסת³.

בעקבות ההתקדמות שחלה בטכנולוגיות ההדמיה הדיגיטליות ובפיתוח תוכנות המסוגלות לנצל את הנתונים המתקבלים מהן, הופיע מגוון רחב של יישומים חדשים. חידושים אלה כוללים את התכנון הכירורגי הווירטואלי (Virtual Surgical Planning – VSP) המאפשר לעצב ולבצע פרוצדורות כירורגיות בדיוק רב יותר. נוסף על כך, טכנולוגיות ההדפסה בתלת-ממד (Three-Dimensional Printing – 3DP) מאפשרות ליצור דגמים אנטומיים מדויקים ותבניות כירורגיות התומכות במגוון רחב של פרוצדורות CMF. שילובו של VSP עם תכנון בעזרת מחשב (Computer-Aided Design – CAD) ו-3DP הפך לזרימת העבודה הסטנדרטית במטרה להשיג תוצאות כירורגיות מיטביות באמצעות סימולציות וירטואליות מפורטות⁴.

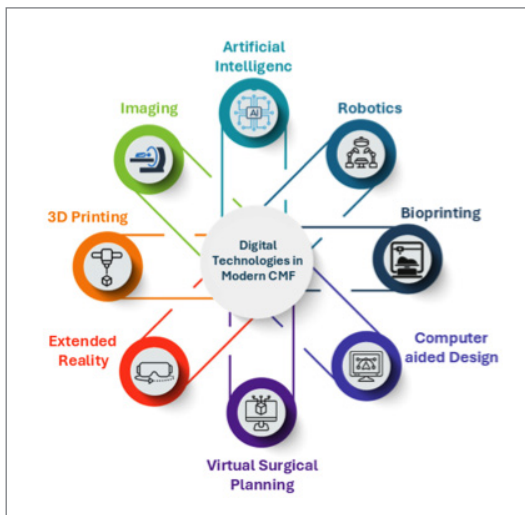
המטרה של הסקירה הזו היא לתאר את השפעתן של טכנולוגיות דיגיטליות על תחום הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית המותאמת-אישית, תוך התמקדות בתפקידן בשיפור הדיוק, בהשגת תוצאות מותאמות למטופל, וביעול זרימות העבודה. נסקור את היישומים העדכניים של VSP, מערכות CAD, והדפסה תלת-ממדית, לצד שילוב טכנולוגיות אלו בכל

ד"ר אמג'ד שחאדה**,
ד"ר שאדי דאוד**,
ד"ר עידן רדנסקי**,
ד"ר אסף זגרון**,
ד"ר עדי קאסם**,
ד"ר אמיר תותרי**,
ד"ר דניאל אורן**,
ד"ר אדיב זועבי**,
פרופ' עודד נחילאי**,
ד"ר פארס קבלאן**,
פרופ' סאמר סרוג'י**

* המחלקה לכירורגיה פה ולסת, הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים, המרכז הרפואי לגליל, נהריה, ישראל.

** הפקולטה לרפואה ע"ש עזריאלי, אוניברסיטת בר-אילן, צפת 1311502, ישראל.

לפניות והתכתבויות: פרופ' סאמר סרוג'י. דואר אלקטרוני: dr.samersrouji@gmail.com



איור 1: ייצוג סכמטי של הטכנולוגיות הדיגיטליות בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית המודרנית.

הדמיה וסגמנטציה

ההתקדמות בטכנולוגיות ההדמיה הדיגיטליות השפיעה באופן מהותי על תחום הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית, כאשר המעבר מהדמיה דו־ממדית להדמיה תלת־ממדית הפך לסטנדרט הטיפול. שינוי זה איפשר אבחנה מדויקת יותר ותוכניות טיפול מותאמות אישית, ובכך חולל שינוי מהותי באופן שבו מנתחים מתכננים ומבצעים את הפרוצדורות¹³.

קיים מגוון אמצעי הדמיה התומכים בצרכים האנטומיים והקליניים הספציפיים של תחום זה. טומוגרפיה מחשבתית (Computed Tomography – CT) נותרה המדד המקובל ביותר להדגמה מדויקת של מבני עצם, תוך שימוש בפרמטרים מיטביים להבטחת חדות התמונה ומזעור רעשים – מרכיב חיוני לשחזור רי תלת־ממד מדויקים. הדמיית תהודה מגנטית (Magnetic Resonance Imaging – MRI) מצטיינת בהדמיית רקמות רכות, אם כי דיוקה במבנים גרמיים נמוך יותר. טכניקות חדשניות כגון Black Bone MRI עושות שימוש ברצפי gradient echo לשיפור הדמיית העצם ללא קרינה מייננת, ומהוות יתרון משמעותי אצל אוכלוסיות רגישות לקרינה¹⁴.

שלבי הטיפול הכירורגי, אבחוני, טרום־ניתוחי, תוך־ניתוחי ולאחר הניתוח, באמצעות זרימות עבודה מותאמות לתחומים השונים של הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית. בנוסף, נדון באתגרים ובכיווני ההתפתחות העתידיים של חידושים אלו ביישום הקליני.

היסטוריה

הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית המודרנית עברה שורה של אבני דרך מהותיות, שהחלו עם הצגת מושגי הכירורגיה הקרניופציאלית על ידי ד"ר פול טסייה בשנות ה־60 של המאה הקודמת⁵. לאחר מכן חלו התקדמויות נוספות שכללו שיפור בטכניקות הניתוחיות⁶, שימוש בסדים וחוטי מתכת, הכנסת פלטות וברגים מטיטניום בעלי התאמה ביולוגית⁷, פיתוח שתלים דנטליים⁸, יישום טכניקות של distraction osteogenesis⁹ וכן שימוש בגורמי גדילה ובחומרים חדשניים¹⁰.

במהלך שני העשורים האחרונים עבר התחום מהפכה משמעותית בשל המפגש בין עולם הכירורגיה הדיגיטלית לבין המהפכה התעשייתית הרביעית. עידן זה הביא עימו טכנולוגיות הדמיה מתקדמות, שיטות עיבוד תמונה מתוחכמות, הדפסה תלת־ממדית, תכנון כירורגי וירטואלי ותכנון בעזרת מחשב. שילובם של חידושים אלה שינה את הסטנדרטים בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית, ואפשר פיתוח שתלים מותאמים אישית בדיוק גבוה והוביל למהפכה בטיפול הכירורגי המותאם אישית^{11,12}.

טכנולוגיות דיגיטליות בפרוצידורות כירורגיות קרניומקסילופציאליות

הטכנולוגיות הדיגיטליות הפכו לחלק אינטגרלי בכל שלב בטיפול במטופל במסגרת כירורגיה קרניומקסילופציאלית מותאמת אישית. הן כוללות הדמיה מתקדמת, תכנון כירורגי וירטואלי, הדפסה תלת־ממדית, תכנון בעזרת מחשב, מציאות מורחבת, רובוטיקה, בינה מלאכותית והדפסה ביולוגית (איור 1). חידושים אלו מגדירים מחדש את הדיוק, היעילות וההתאמה האישית בתחום.

הדפסה תלת-ממדית

הדפסה תלת-ממדית (Three-Dimensional Additive Printing - 3DP), הידועה גם כ-3D Printing, Rapid Prototyping או Manufacturing, חוללה בשנים האחרונות מהפכה של ממש בתחום הרפואה בכלל ובכירורגיה הקרניומקסילופציאלית בפרט¹⁸. טכנולוגיה זו, שפותחה לראשונה בשנות ה-80 למטרות תעשייתיות, מבוססת על ייצור מדורג של מודלים פיזיים מתוך עיצוב דיגיטלי, באמצעות הנחת שכבות רצופות של חומרים שונים – נוזלים, אבקות או חומרים מותכים¹⁹.

השילוב בין טכנולוגיות הדפסה מתקדמות, תוכנות תכנון מתוחכמות והדמיה רפואית ברזולוציה גבוהה מאפשר כיום לייצר דגמים אנטומיים מדויקים ומותאמים אישית, בעלי ערך קליני רב בשלב התכנון הטרומי-ניתוחי²⁰.

בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית ממלאת ההדפסה התלת-ממדית תפקיד מרכזי בכל שלבי התהליך הכירורגי. היא מאפשרת ייצור של דגמים אנטומיים המשקפים נאמנה את מבנה האזור המנותח, סדים אוקלוזליים מדויקים, מדריכים כירורגיים ייעודיים ואף שתלים המותאמים לאנטומיה של כל מטופל. הדגמים המודפסים משמשים כלי תכנון וסימולציה חיוניים לפני הניתוח, מסייעים למנתח להבין טוב יותר את המורכבות האנטומית, משפרים את הדיוק הכירורגי ומחזקים את התקשורת עם המטופל^{11,3}.

היכולת להתאים את ההדפסה לצרכים קליניים מגוונים – החל בתכנון כירורגיות פשוטות ועד שתלים עמידים ומורכבים – הופכת את הטכנולוגיה לכלי גמיש ורב-תכליתי²³⁻²¹. אחד הפיתוחים המשמעותיים בהקשר זה הוא הקמת מרכזי הדפסה תלת-ממדית במוסדות רפואיים (Point-of-Care-PoC), המאפשרים ייצור מידי של מדריכים כירורגיים ושתלים באתר עצמו. פתרון זה מצמצם עיכובים לוגיסטיים, מגדיל את יכולת ההתאמה האישית ומשפר את היעילות הקלינית²⁴. עם זאת, יישום גישה זו מחייב השקעה משמעותית בתשתיות, הכשרת צוות מקצועי ומערכות מתקדמות לניהול נתונים^{26,25}.

טומוגרפיה דנטלית תלת-ממדית (Cone-Beam Computed Tomography – CBCT) זוכה לפופולריות גוברת ביישומים מקסילופציאליים בזכות הרזולוציה המרחבית הגבוהה שלה והחשיפה המופחתת לקרינה לעומת CT קונבנציונלי. עם זאת, יתרונותיה מלווים בעלייה בפיזור הקרינה וברעש התמונה, אשר עלולים להקשות על סגמנטציה מדויקת של אזורי העניין¹⁵. נוסף על כך, אולטרהסאונד, המשמש מסורתית להדמיית רקמות רכות, יכול לשמש ליצירת דגמים תלת-ממדיים באמצעות טכניקות סגמנטציה מתקדמות, ובכך להרחיב את יישומיו בתחום¹⁶.

לאחר שלב ההדמיה, מתבצעת סגמנטציה באמצעות תוכנות מאושרות על ידי מינהל המזון והתרופות האמריקאי (U.S. Food and Drug Administration – FDA) לצורך בידוד וחילוץ המבנים האנטומיים הרלוונטיים. התהליך כולל הגדרה של אזור העניין (Region of Interest – ROI) מתוך חתכי הדמיה דו-ממדיים, אשר משוחזרים בהמשך לדגם תלת-ממדי. בהתאם לניגודיות התמונה ואיכוך תה, אפשר לבצע סגמנטציה אוטומטית, דינתי או חצי-אוטומטית.

טכנולוגיות מיפוי שטח, כגון Laser Scanning ו-Stereophotogrammetry, משמשות יותר ויותר כתוספת להדמיה נפחית בכירורגיה קרניומקסילופציאלית. Laser Scanning מאפשרת יצירת מפות שטח תלת-ממדיות מדויקות ומשמשת במיוחד בסריקה אינטרה-אורלית דיגיטלית, המחליפה למעשה את השימוש במרשמי גבס מסורתיים. Stereophotogrammetry יוצרת דגמים תלת-ממדיים מפורטים של הפנים באמצעות טריאנגולציה, תוך שימור צבע ומרקם לסריקות פנים. כאשר שיטות אלו משולבות עם נתוני הדמיית עצם, הן מאפשרות יצירת מודלים תלת-ממדיים מקיפים המעשירים את הדיוק וההתאמה האישית של תכנון כירורגי ומשפרים את תוצאות הטיפול ואת המעקב¹⁷.

דיגיטלי; כלי bone contouring, המאפשרים הוספה או הסרה של נפח עצם לצורך עיצוב מדויק של המבנה הגרמי; וכן סימולציות osteotomy המאפשרות תכנון של חתכים גרמיים ותנועות המשך בתלת־ממד, מרכיב חיוני בפרוצדורות כגון ניתוחים אורתוגנטיים. נוסף על כך, אפשר במסגרת התכנון לבצע גם ניתוח ותחזית של התנהגות הרקמות הרכות, כך שהתוכנית הניתוחית תכלול הן את מרכיבי הרקמה הקשה והן את מרכיבי הרקמה הרכה.³²

התפתחות משמעותית נוספת היא המעבר משימוש בתכנון המבוצע על ידי מהנדסים ביד רפואיים לשימוש עצמאי של המנתחים עצמם בתוכנות ידידותיות למשתמש. שינוי זה ייעל את זרימות העבודה הקלינית והפך את הכלי לחלק אינטגרלי מהפרקטיקה הניתוחית השגרתית. יתרונותיו של התכנון הווירטואלי באים לידי ביטוי במיוחד במקרים מורכבים, כגון ניתוחים אורתוגנטיים ושחזורים לאחר טראומה, שבהם נדרשת רמת דיוק גבוהה במיוחד. מעבר להיבט הטיפולי, VSP משמש גם ככלי תקשורת יעיל עם המטופל, ומאפשר הדמיה ברורה של שלבי הניתוח הצפויים, וכן אמצעי הדרכה ולימוד עבור מתמחים וכירורגים צעירים.^{26,25}

תכנון בעזרת מחשב

לאחר שלב התכנון הכירורגי הווירטואלי, נכנס לפעולה שלב תכנון בעזרת מחשב (Computer Aided-Design-CAD), המהווה את החוליה המרכזית המקשרת בין הסימולציה הדיגיטלית לבין היישום הקליני בפועל. שלב זה מאפשר לתכנן ולייצר כלים כירורגיים ושתלים מותאמים אישית, כגון מדריכי חיתוך, פלטות לקיבוע, סדים אוקלזליים ושתלי שחזור.

תהליך התכנון מבוסס על עקרונות הנדסיים מדויקים, המבטיחים כי הכלים והשתלים המיוצרים יותאמו באופן מיטבי למבנה האנטומי של המטופל מבחינת צורה, עובי, אורך ומיקום, וכן יתוכננו כך שיקבלו תמיכה מיטבית באזורים הנושאים עומס. במקרים שבהם קיימת אפשרות לסטייה מהתוכנית המקורית במהלך הניתוח, אפשר לתכנן מראש מספר גרסאות של מדריכים או פלטות כדי לאפשר גמישות והתאמה תוך־ניתוחית.^{34,33,21}

התפתחות נוספת בעלת חשיבות רבה היא האפי שרות להדפיס מודלים רב־חומריים ורב־צבעיים, בעלי ערך רב בהוראה, בתכנון ובתרגול ניתוחים מודלים אלו מאפשרים ייצוג מדויק של סוגי רקמות שונים – עצם, רקמה רכה וכלי דם – ואף משלבים רכיבים רדיואופקיים להדמיה רדיוגרפית. שילוב כל היכולות הללו ממצב את ההדפסה התלת־ממדית ככלי חיוני בפרוצדורות כירורגיות מורכבות, ומשפר את הדיוק, את יעילות התכנון ואת איכות הטיפול במטופל.

תכנון כירורגי וירטואלי

תכנון כירורגי וירטואלי (Virtual Surgical Planning – VSP) חולל בשנים האחרונות שינוי פרדיגמה בתחום הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית, והוא נחשב כיום לאחד הכלים המרכזיים בתכנון הטרומ־ניתוחי המדויק והאסטרטגי.^{31,30} טכנולוגיה זו עושה שימוש בתוכנות הדמיה תלת־ממדיות מתקדמות ליצירת שחזורים דיגיטליים מפורטים של האנטומיה של המטופל, ומאפשרת למנתחים לתכנן את שלבי הפרוצדורה באופן מקיף עוד בטרם הכניסה לחדר הניתוח. באמצעות סימולציה וירטואלית של מהלכי הניתוח, אפשר לצמצם באופן משמעותי את רמת אי־הוודאות במהלך הפעולה, לקצר את משך הזמן הניתוחי ולהבטיח תוצאות עקביות וצפויות יותר.

תכנון וירטואלי מאפשר למנתח לצפות במבנים האנטומיים, לבצע סגמנטציה של אזורי העניין, ולתכנן את מהלכי ההתערבות בהתאם למאפיינים הייחודיים של כל מקרה. כך, לדוגמה, אפשר להשתמש בפונקציית mirroring לשכפול הצד הבריא והחלטה על הצד הפגוע במקרים של פגמים חד־צדדיים. במקרים שבהם שני הצדדים מושפעים, ניתן לייבא נתונים אנטומיים נורמטיביים ממאגרי מידע ולבצע התאמה אישית של הדגם לגופו של המטופל.

כלים נוספים במסגרת התכנון הווירטואלי כוללים את פונקציית virtual fracture reduction, המאפשרת סגמנטציה מדויקת של שברי עצם והחזרתם למקומם האנטומי באמצעות הגדרת נקודות ציר וביצוע repositioning

טיפולים כירורגיים רגנרטיביים- (Guided Tissue Regeneration (GTR): מאפיין חשוב נוסף של התוכנות המתקדמות הוא היכולת לבצע superimposition של נתונים ממקורות הדמיה שונים – כגון CT, MRI ואולטרהסאונד – ובכך ליצור ייצוג אינטגרטיבי ומקיף של הרקמות הקשות והרכות כאחד, דבר המעשיר את יכולת התכנון ואת רמת הדיוק.

כלים אנליטיים מתקדמים מספקים יכולות נוספות, כגון מדידות עובי דפנות ומיפויי חום (Heat maps) השוואתיים, המסייעים בתכנון מדויק ובהערכת התוצאה הצפויה. כמו כן, קיימות תוכנות ייעודיות המאפשרות ביצוע סימולציות ביומכניות של שתלים מותאמים אישית, תוך התחשבות בכוחות מפרקיים ובכוחות שריריים שמקורם במודלים מוסקרו לוסקלטליים. שילוב יכולות חיזוי אלו משפר את בטיחותם ויעילותם של השתלים ומסייע למנתחים בקבלת החלטות קליניות מבוססות נתונים.³⁴

מציאות מורחבת

מציאות מורחבת (Extended Reality – XR), הכוללת בתוכה מציאות רבודה (Augmented Reality – AR), מציאות מדומה (Virtual Reality – VR), ומציאות משולבת (Mixed Reality – MR), מהווה את אחד הכיוונים החדשניים והמרגשים ביותר בהתפתחות הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית המותאמת אישית. טכנולוגיות אלו משנות את הדרך שבה מתבצעים שלבי התכנון, ההכשרה והביצוע הניתוחי, תוך שימוש בסביבות אינטראקטיביות סוחפות המרחיבות את יכולות המנתח.³⁸

המציאות הרבודה (AR) מאפשרת להקרין בזמן אמת מידע דיגיטלי, כגון דגמים תלת-ממדיים של אנטומיה או שתלים מותאמים אישית, ישירות על שדה הניתוח הפיזי. יכולת זו משפרת באופן משמעותי את ההתמצאות המרחבית ומגבירה את הדיוק בפרוצדורות מורכבות, לדוגמה בניתוחים אורתוגנטיים או בשחזורים של שברים אורביטוסינטיים.

שילובו של שלב ה-CAD בזרימת העבודה הדיגיטלית מאפשר מעבר מתכנון תיאורטי ליישום כירורגי מדויק, תוך ייצור רכיבים מותאמים מראש העומדים לשימוש מידי בחדר הניתוח. בכך, מצמצמת הטכנולוגיה את חוסר הוודאות התוך-ניתוחי, מקצרת את משך הפעולה ומגבירה את היכולת לחזות את התוצאות מראש^{35,36}. תהליך זה ממחיש באופן מובהק את תרומתה של הרפואה המותאמת אישית, שמאפשרת להתאים את ההתערבות הכירורגית באופן ייחודי לכל מטופל ולמורכבות האנטומית שלו.

תוכנות לתכנון כירורגי וירטואלי ותכנון בעזרת מחשב

היעילות והדיוק של תכנון כירורגי וירטואלי ושל תכנון בעזרת מחשב נשענים במידה רבה על איכות התוכנות המשמשות לעיבוד הנתונים הדיגיטליים ולהמרתם למודלים תלת-ממדיים מדויקים. תוכנות אלה מהוות את התשתית הטכנולוגית המאפשרת מיפוי אנטומי, סגמנטי-ציה, סימולציה ותכנון פרטני של כלים ושתלים.

תוכנות כגון, Mimics InPrint (Materialise), Mimics Medical (Materialise), Romexis 6 (Planmeca), and D2P (3D Systems) משמשות לביצוע תהליכי סגמנטציה מדויקים המבודדים את אזורי העניין האנטומיים (ROI) מתוך נתוני ההדמיה. שלב זה מהווה תנאי קריטי ליצירת מודלים תלת-ממדיים מדויקים אשר משמשים בהמשך לתכנון כירורגי ולייצור התקנים מותאמים אישית.

במקרים מורכבים יותר נעשה שימוש בתוכנות מתקדמות דוגמת, matic Medical-3 (Materialise), Enlight (Materialise), and FreeForm Plus (3D Systems) מגוון רחב של פונקציות, בהן תיקון פגמים באמצעות mirroring, ייבוא נתונים אנטומיים נורמטיביים, virtual fracture reduction, סימולציות osteotomy ותכנון repositioning של מקטעי עצם^{37,22}. תוכנות אלו חשובות במיוחד בניתוחים אורתוגנטיים, שבהם נדרשת יכולת לבצע התאמות מדויקות ותכנון מפורט ברמה מילימטרית.

לרבות הדמיות רפואיות, רשומות קליניות ונתונים ביומכניים – במטרה לזהות דפוסים מורכבים ולגזור מהם תובנות קליניות משמעותיות⁴³.

בשלב האבחון, שימוש באלגוריתמים מבוססי AI מאפשר סגמנטציה אוטומטית של מבנים אנטומיים מתוך נתוני CT או CBCT, ובכך מפחית את הצורך בעבודה ידנית ממושכת ומספק מודלים תלת-ממדיים מדויקים ואחידים לתכנון הווירטואלי. נוסף על כך, אלגוריתמים אלה מסוגלים לזהות שברים, נגעים או פתולוגיות גרמיות בצורה אמינה ועקבית, תוך הפחתת שונות בין בודקים ושיפור הדיוק האבחנתי⁴⁴⁻⁴⁶.

מעבר לתחום האבחון, ה-AI משמש גם כמערכת תומכת החלטה קלינית, המשלבת נתונים היסטוריים, נתוני אמת ונתונים ייחודיים למטופל, כדי להציע תחזיות והמלצות טיפוליות מבוססות בינה. בכך הוא מסייע לאופטימיזציה של תהליכי התכנון והביצוע, ומאפשר גישה ממוקדת-מטופל במסגרת עקרונות הרפואה המותאמת אישית⁴⁷.

יישומי AI תורמים גם לתכנון הכירורגי הווירטואלי, כאשר אלגוריתמים של למידת מכונה מסוגלים לחזות תוצאות ניתוחיות על סמך נתונים אנטומיים וסגמנטציה דיגיטלית של המטופל. תחזיות אלה מאפשרות התאמה מדויקת יותר של האסטרטגיה הניתוחית במקרים של ניתוחים אורתוגנטיים או שחזורים גרמיים מורכבים, ומסייעות בהפחתת שונות בין מנתחים. נוסף על כך, אלגוריתמים ייעודיים משמשים לעיצוב אוטומטי של שתלים ומדריכים כירורגיים, תוך אופטימיזציה של צורתם והתאמתם לסימטריה האנטומית של המטופל⁴⁸. למרות הפוטנציאל האדיר, חשוב להדגיש כי הבינה המלאכותית אינה באה להחליף את שיקול הדעת של המנתח, אלא לשמש כלי מסייע המעצים את יכולתו לקבל החלטות מדויקות ומבוססות נתונים. שילוב נכון של AI בתהליכי העבודה הקליניים צפוי לשפר את יעילותם, את בטיחותם ואת רמת ההתאמה האישית של הטיפול.

שימוש ב-AR במהלך הניתוח עשוי בעתיד להוות חלופה חלקית למערכות הניווט המסור-תיות (Navigation system), תוך השגת רמת דיוק דומה אך ללא חשיפה לקרינה³⁹.

המציאות המדומה (VR) מספקת סביבת תכנון והכשרה סוחפת לחלוטין, המאפשרת למנתחים לתרגל פרוצדורות מורכבות, לחקור אנטומיה תלת-ממדית ולהתכונן לקראת ניתוחים, וכל זאת ללא סיכון למטופל. טכנולוגיה זו הוכחה ככלי יעיל לשיפור מוכנותם של מנתחים ולהשגת תוצאות עקביות יותר. חלק מהפלטפורמות המתקדמות אף משלבות יכולות אינטראקטיביות מתקדמות, המאפשרות תכנון וירטואלי מדויק כחלק מתהליך ה-VSP³⁹. המציאות המשולבת (MR) משלבת בין עקרונות ה-VR וה-AR ומאפשרת אינטראקציה עם דגמים וירטואליים בסביבה מציאותית. יכולת זו משפרת את שיתוף הפעולה בין אנשי צוות ומומחים ממקומות שונים בזמן אמת, ומאפשרת להם להשתתף הן בשלב התכנון הטרנס-ניתוחי והן בתהליך קבלת ההחלטות במהלך הניתוח⁴⁰.

למרות יתרונותיה, לאימוץ רחב של טכנולוגיות XR קיימים עדיין אתגרים טכנולוגיים, ובראשם קושי בהשגת רישום מרחבי (spatial registration) מדויק, במיוחד באזורים כירורגיים דינמיים. מגבלה זו מצמצמת את היישום הקליני השגרתי של AR בשלב זה⁴¹⁻⁴². עם זאת, עם המשך ההתפתחות של חומרה ותוכנה ייעודיות, צפויות טכנולוגיות XR לשנות מן היסוד את האופן שבו מתבצעת הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית, תוך שיפור רמת הדיוק, הבטיחות והתוצאות המותאמות אישית.

בינה מלאכותית

הבינה המלאכותית (Artificial Intelligence – AI), צפויה לחולל מהפכה באופן שבו מתבצעת הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית, החל בשלב האבחון ועד לביצוע הניתוח עצמו. טכנולוגיות AI, ובפרט למידת מכונה (Machine Learning – ML), ולמידה עמוקה (Deep Learning – DL), מאפשרות ניתוח של מאגרי נתונים עצומים –

רובוטיקה

היישום של מערכות רובוטיות בכירורגיה קרניומקסילופציאלית צובר תאוצה בשנים האחרונות, בהשראת ההצלחה של תחום זה במקצועות כירורגיים אחרים. מערכות רובוטיות מציעות למנתחים יתרונות משמעי תיים, בהם רמת דיוק גבוהה, ראייה תלת־ממדית משופרת ושליטה מדויקת בתנועות, המאפשרות ביצוע פרוצדורות מורכבות תוך שמירה על בטיחות מרבית.⁴⁹

המערכת הנפוצה ביותר כיום היא Da Vinci Surgical System, הכוללת קונסולה למנתח, זרועות רובוטיות בעלות מפרקים מתקדמים ומערכת הדמיה תלת־ממדית ברזולוציה גבוהה. מערכות אלו מאפשרות ביצוע ניתוחים זעיר-פולשניים בדיוק רב, תוך הפחתת איבוד דם, כאב לאחר הניתוח, שיעור סיבוכים וזמן אשפוז, לצד שיפור בתוצאה האסתטית.⁵⁰

אחד היישומים המרכזיים בתחום זה הוא ניתוחים רובוטיים דרך הפה (Transoral Robotic Surgery – TORS), המשמשים בעיקר לכריתת גידולים באזור הלוע והמרחב הפרה־פארינגיאלי.⁵¹ היתרון המשמעותי של TORS הוא היכולת להגיע לאזורים עמוקים ללא צורך בחתכים חיצוניים, תוך הפחתת הפגיעה במבנים אנטומיים חיוניים ושמירה על תפקוד תקין. גישה זו משפרת את התוצאות הפונקציונליות ומצמצמת את הסיכון לסיבוכים אסתטיים. עם זאת, יישומה בפרוצדורות הכוללות עצם עדיין מוגבל, עקב צורך בתחושת מישוש טקטילית גבוהה ובשל התנועה של מבנים גרמיים במהלך הניתוח.⁵⁰

למרות יתרונותיה, הרובוטיקה בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית ניצבת בפני אתגרים המעכבים את חדירתה הרחבה לשימוש קליני. עלויות המערכות גבוהות, תהליך ההכשרה של מנתחים ארוך ומורכב, וזמן ההכנה לכל פרוצדור מהמושך יחסית.^{52,53} נוסף על כך, מרבית המערכות הקיימות אינן מותאמות באופן ייעודי לפרוצדורות של אזור הפנים והלסת, דבר שמגביל את השימוש בהן במקרים מסוימים.

אחד הכיוונים המבטיחים לקראת העתיד הוא שילוב של רובוטיקה בפרוצדורות הדורשות דיוק מיקרומטרי, כגון שחזור רצפת הארובה. במקרים אלה, קיבוע הראש של המטופל בסביבה יציבה יכול לאפשר לרובוטים לפעול בדיוק גבוה במיוחד ולבצע תנועות עדינות ברמת שליטה אנושית.^{54,55} במקביל, פיתוח של מערכות רובוטיות בעלות זרוע אחת (Single-Port Robotic Systems) משפר את הגישה והניידות באזורים מורכבים, ועתיד להרחיב את תחום היישום גם בפרוצדורות גרמיות מורכבות.

בעתיד, שילוב בין רובוטיקה לבין בינה מלאכה תית עשוי להוביל לשלב חדש בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית, שלב שבו המערכות הרובוטיות לא רק יבצעו משימות באופן מדויק, אלא גם ילמדו, ויתאימו את פעולתן בזמן אמת על פי נתוני המטופל, ובכך יקדמו את הרפואה המותאמת אישית צעד נוסף קדימה.

הדפסה ביולוגית

הדפסה ביולוגית (Bioprinting) מהווה את אחת ההתפתחויות החדשניות והשפתניות ביותר בתחומי ההנדסה הרקמתית (Tissue Engineering) והרפואה הרגנרטיבית (Regenerative Medicine). טכנולוגיה זו מאפשרת ייצור מבנים ביולוגיים מורכבים, המחקים את המאפיינים המבניים והתפקודיים של רקמות ואיברים טבעיים, והיא מציעה פוטנציאל מהפכני לשחזור פגמים גרמיים ורקמות רכות בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית.⁵⁵

ההדפסה הביולוגית מבוססת על עקרון ה-Additive Biofabrication שבמסגרתה מופקדים bioinks - תערובות המכילות תאים חיים, חומרים ביולוגיים פעילים ומטריצות ביולוגיות, שכבה אחר שכבה, בהתאם למודל תלת־ממדי דיגיטלי.^{56,57} תהליך זה משלב בין שלבי התכנון הכירורגי הווירטואלי (VSP), הכנת ה-bioink מתאי גזע שמקורם במטופל עצמו, והדפסה של המבנה בצורתו האנטומית המדויקת, במטרה לשחזר את הסביבה הביולוגית הטבעית של הרקמה ולשקם את תפקודה.⁵⁸

האתגר המרכזי הוא יצירת מערכת וסקולרית מתפקדת בתוך הרקמות המודפסות, החיונית להישרדות התאים ולאינטגרציה של הרקמה עם סביבתה. נוסף על כך, יש צורך בשיפור תכונותיהם המכאניות של ההידרוג'לים מהם מיוצרים המבנים, שכן חוזקם הנוכחי נמוך משמעותית מזה של רקמת עצם טבעית.⁶²

על אף המכשולים הללו, ההדפסה הביולוגית מגלמת פוטנציאל מהפכני לשילוב בין מדעי הביולוגיה, ההנדסה והכירורגיה, ומציבה את תחום הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית בקדמת החדשנות הרפואית של המאה ה-21.

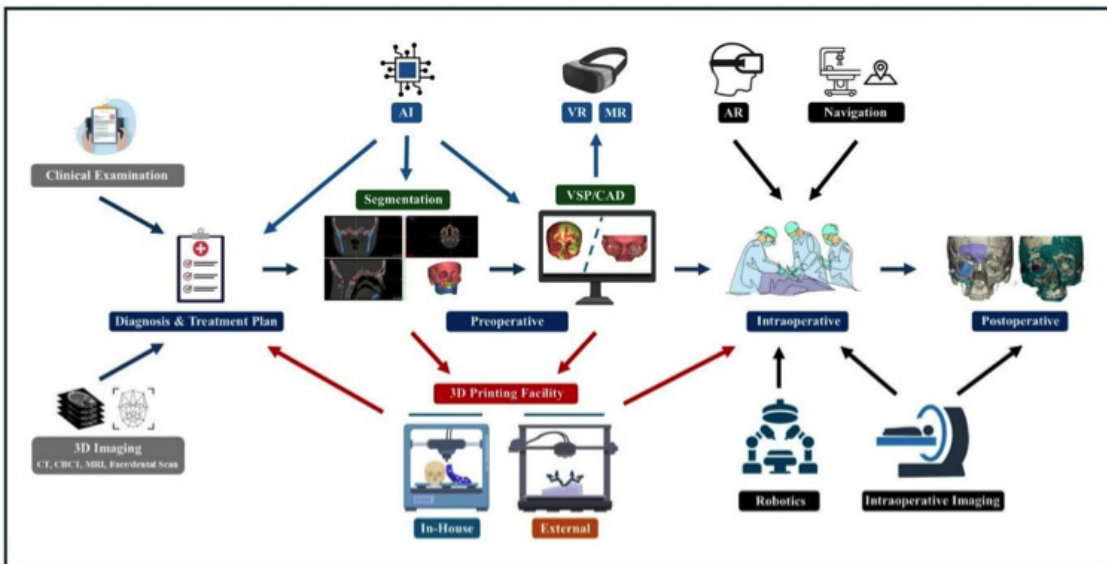
תכנולוגיה דיגיטלית בתכנון ובעיצוב זרימת העבודה

הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית המודרנית משלבת טכנולוגיות דיגיטליות בכל שלבי הטיפול, במטרה ליצור זרימת עבודה אופטימלית, מדויקת וממוקדת מטופל. החל משלב האבחון ועד לשלב ההערכה שלאחר הניתוח, טכנולוגיות אלו משפרות את הדיוק, היעילות וההתאמה האישית של התוצאות הכירורגיות (איור 2).

הדפסה ביולוגית נותנת מענה למגבלות הקיימות בשיטות השחזור הקונבנציונליות, המבוססות על שתלים או שתלי עצם אוטוגניים, הסובלים מזמינות מוגבלת ומקושי בהתאמה למבנה הפגם הספציפי.⁵⁹ נוסף על כך, השיטה מציעה פתרון חלקי למחסור העולמי באיברים להשתלה, ומקטינה את הסיכון לדחייה חיסונית, שכן אפשר להדפיס רקמות המבוססות על תאים אוטולוגיים של המטופל עצמו. בכך מתיישבת ההדפסה הביולוגית עם עקרונות הליבה של הרפואה המותאמת אישית.⁶⁰

אחת מהטכנולוגיות החדשניות בתחום היא שיטת FRESH (Freeform Reversible Embedding of Suspended Hydrogels), המאפשרת הדפסה של מבנים אנטומיים מורכבים בתוך מטריצה הידרוג'לית זמנית, המספקת תמיכה מכנית מדויקת לכל שכבה במהלך תהליך ההדפסה.⁶¹ שיטה זו מאפשרת יצירת מבנים ביולוגיים בעלי מורכבות מרחבית גבוהה, תוך שמירה על שלמות התאים ועל יציבות המבנה הסופי.

לצד ההתקדמות המרשימה, נותרו אתגרים מהותיים בדרך למימוש קליני רחב של ההדפסה הביולוגית.



איור 2: ייצוג סכמטי של זרימת העבודה הדיגיטלית בכירורגיה קרניומקסילופציאלית, המדגים את שילובן של טכנולוגיות דיגיטליות מתקדמות בשלבי האבחון, התכנון הטרומיניתי, הדיוק התוך-ניתוחי וההערכה שלאחר הניתוח.

אבחון ותכנון טיפול

זרימת העבודה מתחילה באיסוף נתונים הכולל אנמנזה, בדיקה קלינית ושימוש בהדמיות מתקדמות כגון CT, CBCT ו-MRI שילוב כלים אלה עם רשומות דיגיטליות מאפשר איסוף מידע מקיף ומדויק, הדרוש לטיפול מותאם אישית. תוכנות סגמנטציה מפיקות אזורי עניין (ROI) מנתונים אלה, ויוצרות הדמיות תלת־ממד מדויקות המסייעות בקבלת החלטות טיפוליות. מודלים מודפסים בתלת־ממד למטרות הדרכה ותכנון מסייעים בהערכת המקרה, משפרים את התקשורת עם המטופל ומאפשרים הבנה טובה יותר של תוכנית הטיפול המוצעת. תוכנות VSP מעריכות חלופות טיפול שונות ומתאימות את הגישה למבנה האנטומי הייחודי של המטופל. שילוב בינה מלאכותית בשלב זה מאפשר אוטומציה של תהליכי סגמנטציה ותכנון חיזוי, ובכך משפר את הדיוק האבחנתי ואת יעילות זרימת העבודה כתומך החלטה קליני^{52,51,47}. בסיום שלב זה, האבחנה ותוכנית הטיפול מוגדרות במדויק, והמטופל עובר לשלב הבא.

שלב טרום־ניתוחי

לאחר קביעת תוכנית הטיפול, תוכנת VSP מספקת הנחיות שלב אחר שלב לתכנון הפעולה ולזיהוי האתגרים הצפויים. שלב ה-CAD מתרגם את התוכנית לכדי מדריכים כירורגיים, פלטות ושטלים מותאמים אישית, התואמים את האנטומיה של המטופל. העיצובים הללו מיוצרים באמצעות הדפסה תלת־ממדית, בשתי דרכים עיקריות: ייצור מקומי (In-house 3D Printing) המאפשר הדפסה מהירה של מדריכים ודגמים לשימוש מידי, או ייצור חיצוני – המשמש בעיקר להכנת שטלים מתכתיים מורכבים, כגון שתלי טיטניום^{38,3}.

סימולציות באמצעות VR ו-MR מאפשרות לצוות הכירורגי לתרגל ניתוחים מורכבים, משפרות את התיאום וההבנה האנטומית. AI מאיץ את הזרימה הדיגיטלית באמצעות אוטומציה של תהליכים ובקרה על ההתאמה בין תוכנית הניתוח לבין נתוני המטופל, ובכך מבטיח מוכנות ודיוק אופטימליים.

שלב תוך־ניתוחי

השתלים המותאמים אישית (Patient specific implants - PSIs) והמודלים המודפסים בתלת־ממד מתרגמים את התכנון הווירטואלי לביצוע מדויק בשטח הניתוח. מדריכים כירורגיים מבטיחים חיתוך עצם מדויק ומיקום נכון של מקטעים, בעוד שהפלטות מבטיחות קיבוע יציב ומפחיתות שונות בין מנתחים. הדמיה תוך־ניתוח חית מספקת מידע בזמן אמת ומאפשרת התאמות מיידיות להשגת תוצאה אופטימלית.

טכנולוגיות כמו AR ו-Navigation משפרות את ההתמצאות המרחבית ואת הדיוק בניתוח, ומאפשרות זיהוי מדויק יותר של סימנים אנטומיים^{63,46}. שילוב רובוטיקה תורם לשיפור ביצועי המנתח, להפחתת טראומה לרקמות ולדיוק גבוה יותר⁵⁴. יחד, טכנולוגיות אלו מייעלות את שלב הביצוע הניתוחי ומבטיחות בטיחות ודיוק מרביים.

הערכה לאחר הניתוח

ההערכה לאחר הניתוח מבוססת על הדמיה ובחינה דיגיטלית של התוצאות לצורך מעקב אחר תהליך הריפוי. תוכנות מתקדמות מאפשרות עיבוד וניתוח של נתוני הדמיה תלת־ממדיים, תוך השוואה בין התכנון הטרומי ניתוחי לתוצאה בפועל. ניתוח זה כולל הערכת חפיפה בין מודלים, מיפויי חום (Heat Maps) ומדידות מדויקות, לצורך בחינה כמותית של רמת הדיוק הניתוחי ושל התקדמות ההחלמה⁶⁴.

יישומים קליניים של טכנולוגיות דיגיטליות בכירורגיה קרניומקסילופציאלית

הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית כוללת תחומים קליניים מגוונים, שכל אחד מהם מציב אתגרים אנטומיים ותפקודיים ייחודיים, הדורשים פתרונות מותאמים אישית ומדויקים. תחומים כגון טראומה, שחזור, ניתוחים אורתוגנטיים, ניתוחי מפרק הלסת וייצור שתלים מותאמים אישית מדגימים כיצד זרימות העבודה הדיגיטליות משתנות בהתאם לצרכים הפרוצדורליים ומשפרות את תוצאות הטיפול. איור 3 ממחיש את מגוון היישומים של זרימות עבודה אלו בתחומים השונים, ואת יכולת ההתאמה והיעילות הגבוהה שלהן.

זרימת העבודה הדיגיטלית משלבת סגמנטציה של הדמיות כמו CT ו-MRI המאפשרת תכנון מדויק של מיקומי האוסטאומיות והשתלים. תוכנות VSP מגדירות את מיקומי החיתוכים והשתלים, בעוד שתוכנות CAD מאפשרות עיצוב מדויקים ופלטות מותאמים לשחזור מדויק של הצורה והפונקציה האנטומית. השימוש במודלים תלת-ממדיים לפני הניתוח מסייע בהדמיה ובתרגול, והדמיה לאחר הניתוח משמשת להערכת דיוק השוואתית לתכנון הראשוני (איור 3B).

ניתוחים אורתוגנטיים

בניתוחים אורתוגנטיים, התכנון הדיגיטלי מאפשר הדמיה מלאה של תנועות הלסתות ושל השפעתן על הסגר ועל פרופיל הפנים. תוכנות VSP ו-CAD מאפשרות תכנון של מישורי החיתוך, תנועות הלסת, והכנת מדריכים מדויקים לחיתוך וקיבוע. השימוש בגישה נטולת סדים (waferless approach) מבוסס על מדריכים ופלטות מותאמים אישית, המבטיחים יישור מדויק של מקטעי הלסת והפחתת טעויות אנוש. שילוב טכנולוגיות AR במהלך הניתוח מאפשר וידוא בזמן אמת של ההתאמה בין התכנון לביצוע, והערכה לאחר הניתוח בוחנת שינויים ברקמות הרכות, במנח הלסתות ובמורפולוגיית דרכי האוויר (איור 3C).

ניתוחי מפרק הלסת

ניתוחי מפרק הלסת כוללים טווח רחב של התערבות, החל מארתרוסקופיה זעירפולשנית ועד להחלפה מלאה של המפרק (Total Joint Replacement – TJR). זרימת העבודה הדיגיטלית לית כוללת סגמנטציה של הדמיות CT ו-MRI לצורך הערכה מדויקת של מבני העצם והרקמות הרכות, לרבות הקונדיל והדיסק המפרקי. הדמיה וירטואלית תלת-ממדית, בשילוב מודלים מודפסים, משמשת לתכנון התערבויות מדויקות. במקרים מורכבים של החלפה מלאה, נעשה שימוש בעיבוד CAD וב 3D Printing לעיצוב שתלים מותאמים אישית. מדריכים לחיתוך וקיבוע מבטיחים מיקום מדויק של השתלים, והדמיה תוך-ניתוחית מאמתת את ההתאמה הסופית (איור 3D).

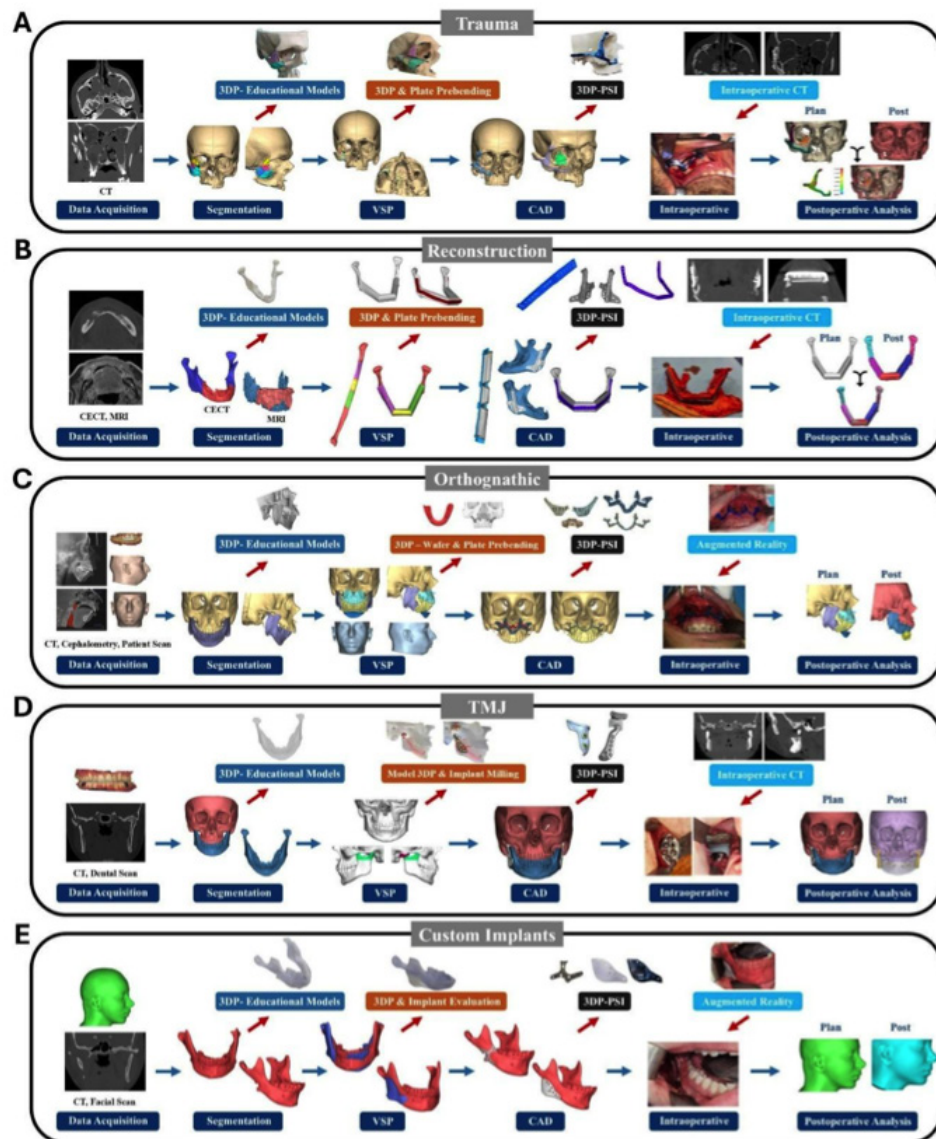
לאורך יותר מעשור של פעילות קלינית ומחקר, רית, מחלקתנו יישמה ושיכללה תהליכי עבודה דיגיטליים אשר הובילו לדיוק רב וליעילות גבוהה. תהליכים אלו נוסדו ביותר מ-400 מקרי טראומה, 150 ניתוחים אורתוגנטיים, 50 ניתוחי Reconstruction, ובמגוון רחב של מקרים הקשורים במפרק הלסת ובשתלים מותאמים אישית. הניסיון המצטבר הזה תרם להבנה מעמיקה של המורכבויות של הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית ולבניית תשתית טכנולוגית מבוססת ידע. הקמת יחידת Point-of-Care (PoC) ייעודית בבית החולים, הכוללת מערכות תכנון והדפסה תלת-ממדית מתקדמות, אפשרה פיתוח פתרונות מותאמים אישית בזמן אמת. השילוב בין חדשנות מתמדת להערכה שיטתית של תוצאות קליניות והדמייתיות הביא לאופטימיזציה של התהליכים, וליצירת פתרונות מדויקים, יעילים וממוקדי מטופל (איור 3).

ניתוחי טראומה

בטיפול בטרומה לפני נדרשת התערבות מהירה ומדויקת להשבת התפקוד והמראה האסתטי. זרימת העבודה הדיגיטלית מתחילה ברכישת הדמיות ברזולוציה גבוהה, לרוב באמצעות CT, המשמשות לסגמנטציה וליצירת מודלים תלת-ממדיים של מבנה הפנים. מודלים אלו יכולים לשמש לצורכי לימוד ותכנון, או להוות בסיס לתכנון כירורגי וירטואלי (VSP) הכולל פעולות כמו mirroring, virtual reduction. בשלב הבא אפשר להדפיס מודלים תלת-ממדיים לצורך הכנה והתאמה מוקדמת של פלטות קיבוע (pre-bending) או לעבור לשלב ה-CAD לתכנון פלטות ושתלים מותאמים אישית. במהלך הניתוח, השימוש בפלטות מותאמות מראש או שתלים מותאמים מפחית את זמן הניתוח ואת השונות בין מנתחים. כלים מתקדמים כגון AR והדמיה תוך-ניתוחית מאפשרים ניווט בזמן אמת ודיוק מרבי. ההערכה לאחר הניתוח מבוצעת באמצעות טכניקות superimposition, המאמתות את ההתאמה בין התכנון המקורי לתוצאה בפועל (איור 3A). כירורגיה שחזורית (Reconstructive Surgery) כירורגיה שחזורית עוסקת בשיקום מבנים אנטומיים ותפקודיים מורכבים, לרוב בעקבות כריתות גידולים, טראומות קשות או עיוותים מולדים.

תוכנות CAD מאפשרות עיצוב של מדריכים כירורגיים ושתלים גיים ושתלים בהתאמה אישית, תוך התחשבות בגורמים ביומכניים כגון מיקום השתל, כוחות שריריים ומדיניות קיבוע. לאחר הניתוח, ההערכה מבוצעת באמצעות CT או CBCT לאימות ההתאמה והצלחת ההשתלה (איור 3E).

שתלים ומדריכים מותאמים אישית
 השתלים המותאמים אישית משמשים למגוון מטרות קליניות, החל בשחזורים אסתטיים ועד לשתלים דנטליים מונחים. תכנון דיגיטלי מדויק באמצעות סגמנטציה מאפשר זיהוי מדויק של מבנים אנטומיים ותכנון גישה מינימלית פולשנית.



איור 3: המחשה של יישום זרימת העבודה הדיגיטלית בתחומי הכירורגיה הקרניומקסילופציאלית השונים, לרבות טראומה, כירורגיה שחזורית, ניתוחים אורתוגנטיים, ניתוחי מפרק הלסת וייצור שתלים מותאמים אישית. כל תחום מדגים התאמות ייחודיות של זרימת העבודה, תוך שימוש בטכנולוגיות דיגיטליות מותאמות לצורך מענה מיטבי לדרישות הספציפיות של המטופל והפרוצדורה.

מגבלות ואתגרים

הטמעת הטכנולוגיות הדיגיטליות בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית מתמודדת עם אתגרים הכוללים את הצורך בקווים מנחים סטנדרטיים, באישורים רגולטוריים ובהתמודדות עם עלויות יישום גבוהות. כמו כן, דרישות ההכשרה והעקומה התלולה של הלמידה מעכבות את אימוצה הרחב⁶⁵. טכנולוגיות כגון AR, AI, רובוטיקה והדפסה ביולוגית - על אף הפוטנציאל הרב הגלום בהן - עדיין אינן בשלות לשימוש קליני שגרתי ודורשות שילוב זהיר במערכת הרפואית.

השתלים המותאמים אישית, על אף יעילותם, מציגים מגבלות משמעותיות. תכנון או עיצוב שגוי במהלך השלבים של VSP או CAD עלולים להוביל לייצור מדריכים או שתלים פגומים ולגרום לסיבוכים במהלך הניתוח. כלים אלה חסרים גמישות, מה שמקשה על התמודדות עם טעויות תכנון. נוסף על כך, הסתמכות על ייצור חיצוני של שתלים מותאמים אישית עלולה לגרום לעיכובים בתזמון הניתוח⁶⁶.

נושאים אחרים, כגון הבטחת הסכמה מדעת, קידום נגישות שוויונית וניהול ניגודי עניינים פוטנציאליים, חייבים אף הם להילקח בחשבון כדי לאפשר יישום הוגן ובטוח של טכנולוגיות מתקדמות אלו⁶⁷⁻⁶⁹.

סיכום

שילוב הטכנולוגיות הדיגיטליות בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית חולל מהפכה בתחום, באמצעות מתן טיפול מותאם אישית הנשען על תכנון, עיצוב וביצוע מדויקים. חידושים אלה, ובהם הדמיה מתקדמת, הדפסה תלת־ממדית (3D Printing), תכנון כירורגי וירטואלי (VSP), תכנון בעזרת מחשב (CAD), בינה מלאכותית (AI) ומציאות מורחבת (XR), משפרים את הדיוק והיעילות בכל שלבי הטיפול הכירורגי.

למרות התרומה המשמעותית של טכנולוגיות אלו, נותר הצורך להתמודד עם אתגרים כגון עלויות גבוהות, דרישות הכשרה מורכבות ושיקולים אתיים. עם זאת, ההתקדמות המתמשכת בתחום מבטיחה כי הכלים הדיגיטליים ימשיכו לשפר את זרימות העבודה, לקדם תוצאות קליניות מיטביות, ולעצב את עתיד הרפואה המותאמת אישית בכירורגיה הקרניומקסילופציאלית.

הצהרת ניגודי עניינים

למחברים אין ניגודי עניינים לדווח.



References

1. Kumari T., Ramanathan A. Digital technology in craniofacial surgery – Historical perspectives to current applications. *Dentistry Review* 2022;2(1):100039. Doi: 10.1016/j.dentre.2022.100039.
2. Ostaş D., Almâşan O., İleşan RR., Andrei V., Thieringer FM., Hedeşiu M., et al. Point-of-Care Virtual Surgical Planning and 3D Printing in Oral and Cranio-Maxillofacial Surgery: A Narrative Review. *J Clin Med* 2022;11(22):6625. Doi: 10.3390/jcm11226625.
3. Zoabi A., Redenski I., Oren D., Kasem A., Zigran A., Daoud S., et al. 3D Printing and Virtual Surgical Planning in Oral and Maxillofacial Surgery. *J Clin Med* 2022;11(9). Doi: 10.3390/jcm11092385.
4. Callahan N., Han M., Miloro M. Clinical Applications of Digital Dental Technology in Oral and Maxillofacial Surgery. *Clinical Applications of Digital Dental Technology*. Wiley; 2023. p. 333–51.
5. Ghali MGZ., Srinivasan VM., Jea A., Lam S. Craniosynostosis surgery: the legacy of Paul Tessier. *Neurosurg Focus* 2014;36(4):E17. Doi: 10.3171/2014.2.FOCUS13562.
6. Haider SM., Latif W. Oral & Maxillofacial Surgery; A historical review of the development of the surgical discipline. *Int J Surg* 2018;55:224–6. Doi: 10.1016/j.ijsu.2018.02.051.
7. Ahmad W., Ganguly A., Hashmi GS., Ansari MK., Rahman T., Arman M. Fixation in Maxillofacial Surgery—Past, Present and Future: A Narrative Review Article. *FACE* 2024;5(1):126–32. Doi: 10.1177/27325016231221424.
8. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50(3):399–410. Doi: 10.1016/s0022-3913(83)80101-2.
9. Molina F., Ortiz Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: a farewell to major osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1995;96(4):825–40; discussion 841–2.
10. Cicciù M., Tozum T., Moreno PG., Laino L. Future Prospective and Current Trend of Biomaterials and Growth Factor Used for Maxillofacial Hard and Soft Tissue Reconstruction. *Biomed Res Int* 2018;2018:3249653. Doi: 10.1155/2018/3249653.
11. Hadad H., Boos Lima FB., Shirinbak I., Porto TS., Chen JE., Guastaldi FP. The Impact of 3D Printing on Oral and Maxillofacial Surgery. *J 3D Print Med* 2023;7(2). Doi: 10.2217/3dp-2022-0025.
12. Joachim M V., Miloro M. The Evolution of Virtual Surgical Planning in Craniomaxillofacial Surgery: A Comprehensive Review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2024. Doi: 10.1016/j.joms.2024.11.001.
13. Fabrega M. Imaging of Maxillofacial Trauma. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2023;35(3):297–309. Doi: 10.1016/j.coms.2023.02.001.
14. Eley KA., McIntyre AG., Watt-Smith SR., Golding SJ. “Black bone” MRI: a partial flip angle technique for radiation reduction in craniofacial imaging. *Br J Radiol* 2012;85(1011):272–8. Doi: 10.1259/bjr/95110289.
15. Khojasteh A., Ayoub AF., Najmi N. *Emerging Technologies in Oral and Maxillofacial Surgery*. Singapore: Springer Nature Singapore; 2023.
16. Nguyen KCT., Duong DQ., Almeida FT., Major PW., Kaipatur NR., Pham TT., et al. Alveolar Bone Segmentation in Intraoral Ultrasonographs with Machine Learning. *J Dent Res* 2020;99(9):1054–61. Doi: 10.1177/0022034520920593.
17. Quast A., Sadlonova M., Asendorf T., Derad C., Mouchoux J., Horn J., et al. The impact of orthodontic-surgical treatment on facial expressions—a four-dimensional clinical trial. *Clin Oral Investig* 2023;27(10):5841–51. Doi: 10.1007/s00784-023-05195-9.
18. Al-Hiyali A., Ayoub A., Ju X., Almuzian M., Al-Anezi T. The Impact of Orthognathic Surgery on Facial Expressions. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2015;73(12):2380–90. Doi: 10.1016/j.joms.2015.05.008.
19. Ju X., O’leary E., Peng M., Al-Anezi T., Ayoub A., Khambay B. Evaluation of the Reproducibility of Nonverbal Facial Expressions Using a 3D Motion Capture System. *The Cleft Palate Craniofacial Journal* 2016;53(1):22–9. Doi: 10.1597/14-090r.
20. Shujaat S., Khambay BS., Ju X., Devine JC., McMahon JD., Wales C., et al. The clinical application of three-dimensional motion capture (4D): a novel approach to quantify the dynamics of facial animations. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43(7):907–16. Doi: 10.1016/j.ijom.2014.01.010.
21. Velarde K., Cafino R., Isla A., Ty KM., Palmer X-L., Potter L., et al. Virtual surgical planning in craniomaxillofacial surgery: a structured review. *Computer Assisted Surgery* 2023;28(1). Doi: 10.1080/24699322.2023.2271160.
22. Kalmar CL., Xu W., Zimmerman CE., Vu GH., Humphries LS., Swanson JW., et al. Trends in Utilization of Virtual Surgical Planning in Pediatric Craniofacial Surgery. *Journal of Craniofacial Surgery* 2020;31(7):1900–5. Doi: 10.1097/SCS.0000000000006626.
23. Greenberg AM. *Digital Technologies in Craniomaxillofacial Surgery*. New York, NY: Springer New York; 2018.
24. Shhadeh A., Daoud S., Zoabi A., Srouji S., Kablan F. A Soft Tissue-Borne Patient-Specific Guide for Foreign Body Removal in the Facial Region. *Cureus* 2024. Doi: 10.7759/cureus.73698.
25. Wang X., Mu M., Yan J., Han B., Ye R., Guo G. 3D printing materials and 3D printed surgical devices in oral and maxillofacial surgery: design, workflow and effectiveness. *Regen Biomater* 2024;11:rbae066. Doi: 10.1093/rb/rbae066.
26. Favier V., Zemiti N., Caravaca Mora O., Subsol G., Captier G., Lebrun R., et al. Geometric and mechanical evaluation of 3D-printing materials for skull base anatomical education and endoscopic surgery simulation – A first step to create reliable customized simulators. *PLoS One* 2017;12(12):e0189486. Doi: 10.1371/journal.pone.0189486.
27. Sharma N., Aghlmandi S., Dalcanale F., Seiler D., Zeilhofer H-F., Honigmann P., et al. Quantitative Assessment of Point-of-Care 3D-Printed Patient-Specific Polyetheretherketone (PEEK) Cranial Implants. *Int J Mol Sci* 2021;22(16). Doi: 10.3390/ijms22168521.

28. Tel A., Kornfellner E., Moscato F., Vinayahalingam S., Xi T., Arboit L., et al. Optimizing efficiency in the creation of patient-specific plates through field-driven generative design in maxillofacial surgery. *Sci Rep* 2023;13(1):12082. Doi: 10.1038/s41598-023-39327-8.
29. Schreurs R., Klop C., Gooris PJJ., Maal TJJ., Becking AG., Dubois L. Critical appraisal of patient-specific implants for secondary post-traumatic orbital reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2022;51(6):790-8. Doi: 10.1016/j.ijom.2021.08.027.
30. Alwadeai MS., Al-aroomy LA., Shindy MI., Amin AA-W., Zedan MH. Aesthetic reconstruction of onco-surgical maxillary defects using free scapular flap with and without CAD/CAM customized osteotomy guide. *BMC Surg* 2022;22(1):362. Doi: 10.1186/s12893-022-01811-9.
31. Cucchi A., Bianchi A., Calamai P., Rinaldi L., Mangano F., Vignudelli E., et al. Clinical and volumetric outcomes after vertical ridge augmentation using computer-aided-design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) customized titanium meshes: a pilot study. *BMC Oral Health* 2020;20(1):219. Doi: 10.1186/s12903-020-01205-4.
32. Tel A., Arboit L., De Martino M., Isola M., Sembrionio S., Robiony M. Systematic review of the software used for virtual surgical planning in craniomaxillofacial surgery over the last decade. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2023;52(7):775-86. Doi: 10.1016/j.ijom.2022.11.011.
33. Hull C. Apparatus for Production of Three Dimensional Objects by Stereolithography., 1986.
34. Zeid NB., Arias E., Alkureishi LWT. 3D Printing in Craniofacial Surgery. *Plast Aesthet Res* 2024. Doi: 10.20517/2347-9264.2024.41.
35. McGurk M., Amis AA., Potamianos P., Goodger NM. Rapid prototyping techniques for anatomical modelling in medicine. *Ann R Coll Surg Engl* 1997;79(3):169-74.
36. Hatz CR., Msallem B., Aghlmandi S., Brantner P., Thieringer FM. Can an entry-level 3D printer create high-quality anatomical models? Accuracy assessment of mandibular models printed by a desktop 3D printer and a professional device. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020;49(1):143-8. Doi: 10.1016/j.ijom.2019.03.962.
37. Thakar CM., Parkhe SS., Jain A., Phasinam K., Murugesan G., Ventayen RJM. 3d Printing: Basic principles and applications. *Mater Today Proc* 2022;51:842-9. Doi: 10.1016/j.matpr.2021.06.272.
38. Thieringer FM., Honigmann P., Sharma N. Medical Additive Manufacturing in Surgery: Translating Innovation to the Point of Care. 2022. p. 359-76.
39. Sears VA., Morris JM. Establishing a Point-of-Care Virtual Planning and 3D Printing Program. *Semin Plast Surg* 2022;36(03):133-48. Doi: 10.1055/s-0042-1754351.
40. Garcia de Paredes J., Gosnell J., Thakur M., Cordoba M. Personalized medicine in the evaluation of Müllerian anomalies: the role of three-dimensional printing technology. *F S Rep* 2024;5(3):279-84. Doi: 10.1016/j.xfre.2024.05.003.
41. Valls-Esteve A., Adell-Gómez N., Pasten A., Barber I., Munuera J., Krauel L. Exploring the Potential of Three-Dimensional Imaging, Printing, and Modeling in Pediatric Surgical Oncology: A New Era of Precision Surgery. *Children (Basel)* 2023;10(5). Doi: 10.3390/children10050832.
42. Lin P-Y., Chen T-C., Lin C-J., Huang C-C., Tsai Y-H., Tsai Y-L., et al. The use of augmented reality (AR) and virtual reality (VR) in dental surgery education and practice: A narrative review. *J Dent Sci* 2024. Doi: 10.1016/j.jds.2024.10.011.
43. Stucki J., Dastgir R., Baur DA., Quereshy FA. The use of virtual reality and augmented reality in oral and maxillofacial surgery: A narrative review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2024;137(1):12-8. Doi: 10.1016/j.oooo.2023.07.001.
44. Cai EZ., Gao Y., Ngiam KY., Lim TC. Mixed Reality Intraoperative Navigation in Craniomaxillofacial Surgery. *Plast Reconstr Surg* 2021;148(4):686e-8e. Doi: 10.1097/PRS.00000000000008375.
45. Malhotra S., Halabi O., Dakua SP., Padhan J., Paul S., Palliyali W. Augmented Reality in Surgical Navigation: A Review of Evaluation and Validation Metrics. *Applied Sciences* 2023;13(3):1629. Doi: 10.3390/app13031629.
46. Shen Y., Wang S., Shen Y., Hu J. The Application of Augmented Reality Technology in Perioperative Visual Guidance: Technological Advances and Innovation Challenges. *Sensors* 2024;24(22):7363. Doi: 10.3390/s24227363.
47. Abdul NS., Shivakumar GC., Sangappa SB., Di Blasio M., Crimi S., Ciccù M., 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(1):122. Doi: 10.1186/s12903-023-03533-7.
48. Zhang Z., Sejdíć E. Radiological images and machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Comput Biol Med* 2019;108:354-70. Doi: 10.1016/j.combiomed.2019.02.017.
49. Revilla-León M., Gómez-Polo M., Vyas S., Barmak BA., Galluci GO., Att W., et al. Artificial intelligence applications in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2023;129(2):293-300. Doi: 10.1016/j.prosdent.2021.05.008.
50. Nagendran M., Chen Y., Lovejoy CA., Gordon AC., Komorowski M., Harvey H., et al. Artificial intelligence versus clinicians: systematic review of design, reporting standards, and claims of deep learning studies. *BMJ* 2020;368:m689. Doi: 10.1136/bmj.m689.
51. Czako L., Sufljarsky B., Simko K., Sovis M., Vidova I., Farska J., et al. Exploring the Practical Applications of Artificial Intelligence, Deep Learning, and Machine Learning in Maxillofacial Surgery: A Comprehensive Analysis of Published Works. *Bioengineering* 2024;11(7):679. Doi: 10.3390/bioengineering11070679.

51. Czako L., Sufliarsky B., Simko K., Sovis M., Vidova I., Farska J., et al. Exploring the Practical Applications of Artificial Intelligence, Deep Learning, and Machine Learning in Maxillofacial Surgery: A Comprehensive Analysis of Published Works. *Bioengineering* 2024;11(7):679. Doi: 10.3390/bioengineering11070679.
52. Yan Y., Lv C., Wang B., Wang X., Han W., Sun M., et al. Applying artificial intelligence algorithm in the design of a guide plate for mandibular angle ostectomy. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 2023;84:595-604. Doi: 10.1016/j.bjps.2023.05.030.
53. Liu H-H., Li L-J., Shi B., Xu C-W., Luo E. Robotic surgical systems in maxillofacial surgery: a review. *Int J Oral Sci* 2017;9(2):63-73. Doi: 10.1038/ijos.2017.24.
54. Troise S., Arena A., Barone S., Raccampo L., Salzano G., Abbate V., et al. Transoral robotic surgery in maxillofacial surgery: Systematic review of literature on current situation and future perspectives. *Curr Probl Surg* 2024;61(8):101504. Doi: 10.1016/j.cpsurg.2024.101504.
55. Murphy S V., Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs. *Nat Biotechnol* 2014;32(8):773-85. Doi: 10.1038/nbt.2958.
56. Skeldon G., Lucendo-Villarin B., Shu W. Three-dimensional bioprinting of stem-cell derived tissues for human regenerative medicine. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2018;373(1750). Doi: 10.1098/rstb.2017.0224.
57. Mendoza-Cerezo L., Jesús MR-R., Macías-García A., Marcos-Romero AC., Díaz-Parralejo A. Evolution of bioprinting and current applications. *Int J Bioprint* 2023;9(4):742. Doi: 10.18063/ijb.742.
58. Zhu W., Ma X., Gou M., Mei D., Zhang K., Chen S. 3D printing of functional biomaterials for tissue engineering. *Curr Opin Biotechnol* 2016;40:103-12. Doi: 10.1016/j.copbio.2016.03.014.
59. Nicolae C-L., Pîrvulescu D-C., Niculescu A-G., Epistatu D., Mihaiescu DE., Antohi AM., et al. An Up-to-Date Review of Materials Science Advances in Bone Grafting for Oral and Maxillofacial Pathology. *Materials* 2024;17(19):4782. Doi: 10.3390/ma17194782.
60. Ortega MA., De Leon-Oliva D., Liviu Boaru D., Fraile-Martinez O., Garcia-Montero C., Casanova C., et al. Advances in 3D bioprinting to enhance translational applications in bone tissue engineering and regenerative medicine. *Histol Histopathol* 2024;18763. Doi: 10.14670/HH-18-763.
61. Lee A., Hudson AR., Shiwarski DJ., Tashman JW., Hinton TJ., Yerneni S., et al. 3D bioprinting of collagen to rebuild components of the human heart. *Science* 2019;365(6452):482-7. Doi: 10.1126/science.aav9051.
62. Wu Y., Li M., Su H., Chen H., Zhu Y. Up-to-date progress in bioprinting of bone tissue. *Int J Bioprint* 2023;9(1):628. Doi: 10.18063/ijb.v9i1.628.
63. Barcali E., Iadanza E., Manetti L., Francia P., Nardi C., Bocchi L. Augmented Reality in Surgery: A Scoping Review. *Applied Sciences* 2022;12(14):6890. Doi: 10.3390/app12146890.
64. Badiali G., Bevini M., Ruggiero F., Cercenelli L., Lovero E., De Simone E., et al. Validation of a patient-specific system for mandible-first bimaxillary surgery: ramus and implant positioning precision assessment and guide design comparison. *Sci Rep* 2020;10(1):13317. Doi: 10.1038/s41598-020-70107-w.
65. Kim J-Y., Lee Y-C., Kim S-G., Garagiola U. Advancements in Oral Maxillofacial Surgery: A Comprehensive Review on 3D Printing and Virtual Surgical Planning. *Applied Sciences* 2023;13(17):9907. Doi: 10.3390/app13179907.
66. Marschall JS., Dutra V., Flint RL., Kushner GM., Alpert B., Scarfe W., et al. In-House Digital Workflow for the Management of Acute Mandible Fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 2019;77(10):2084.e1-2084.e9. Doi: 10.1016/j.joms.2019.05.027.
67. Miller ME., Siegler M., Angelos P. Ethical issues in surgical innovation. *World J Surg* 2014;38(7):1638-43. Doi: 10.1007/s00268-014-2568-1.
68. Geiger JD., Hirschl RB. Innovation in surgical technology and techniques: Challenges and ethical issues. *Semin Pediatr Surg* 2015;24(3):115-21. Doi: 10.1053/j.sempedsurg.2015.02.008.
69. Angelos P. Ethics and surgical innovation: challenges to the professionalism of surgeons. *Int J Surg* 2013;11 Suppl 1:S2-5. Doi: 10.1016/S1743-9191(13)60003-5.



Colgate®

SENSITIVE

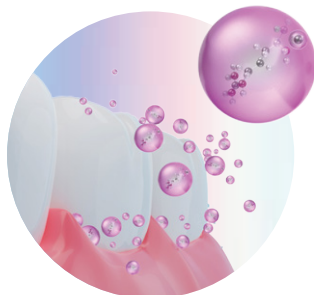
INSTANT RELIEF

הקלה ברגישות
תוך 60 שניות בלבד*



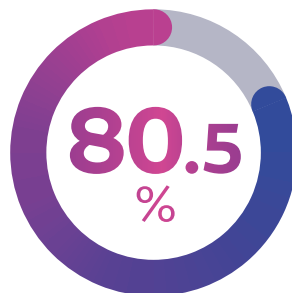
*משקמת שיניים רגישות בשימוש קבוע פעמיים ביום. להקלה מיידית מגיל 12 ומעלה, יש למרוח ישירות על השן הרגישה עם קצה האצבע ולעסות במשך דקה אחת עד פעמיים ביום. עבור ילדים בגילאי 6-12 בתדירות של עד פעם בשבוע. להקלה על כאב לאורך זמן, יש לעשות שימוש בשילוב עם מברשת שיניים בעלת סיבים רכים ולוודא צחצוח בכל האזורים הרגישים בפה פעמיים ביום.

הקלה מיידית וארוכת טווח* ברגישות בשיניים
כעת עם עמידות משופרת בפני חומצות

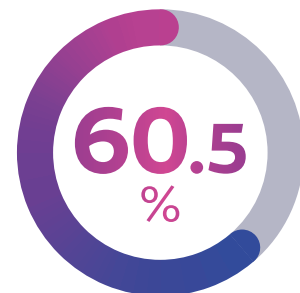


אטימה יעילה במיוחד
של צינוריות הדנטין

עם PRO-ARGIN + Zinc Phosphate



הפחתה ארוכת טווח
ברגישות*



הפחתה מיידית ברגישות
תוך 60 שניות*

PROFESSIONAL
— ORAL HEALTH —

*משקמת שיניים רגישות בשימוש קבוע פעמיים ביום. להקלה מיידית מגיל 12 ומעלה, יש למרוח ישירות על השן הרגישה עם קצה האצבע ולעסות במשך דקה אחת עד פעמיים ביום. עבור ילדים בגילאי 6-12 בתדירות של עד פעם בשבוע. להקלה על כאב לאורך זמן, יש לעשות שימוש בשילוב עם מברשת שיניים בעלת סיבים רכים ולוודא צחצוח בכל האזורים הרגישים בפה פעמיים ביום.

www.colgate.co.il

שיקום דנטלי נתמך שתלים בחולי סקלרודרמה מערכתית: סדרת מקרים קליניים

תקציר:

רקע: סקלרודרמה מערכתית (SSc) היא מחלה אוטואימונית כרונית המאופיינת בפיברוזיס, פגיעה מיקרו-וסקולרית והפרעה במערכת החיסון. המחלה מערבת לעיתים קרובות את אזור הפה והפנים, ומובילה לפגיעה תפקודית ולאתגרים מורכבים בשיקום דנטלי.

מטרות: להציג את התוצאות הקליניות של שיקום אורלי הנתמך על-ידי שתלים בחולים עם סקלרו דרמה מערכתית, ולהציע פרוטוקול טיפולי מובנה ורב-תחומי.

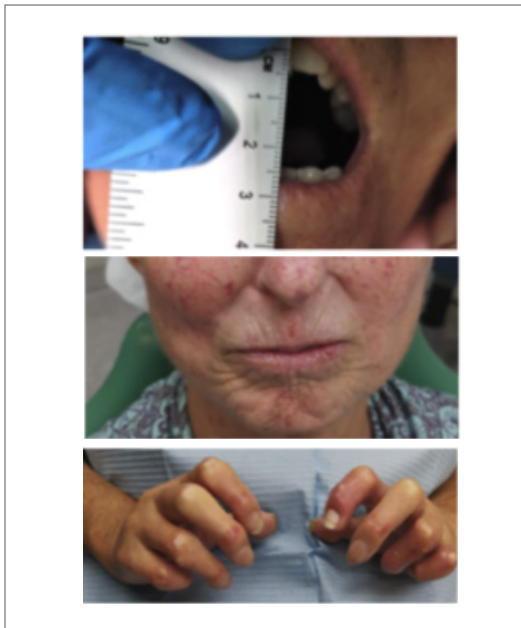
שיטות: ארבעה מטופלים שאובחנו עם סקלרודרמה מערכתית (שלוש נשים וגבר אחד, גיל ממוצע 55 ± 6 שנים) טופלו לאורך תקופה של חמש שנים. כל המטופלים הציגו דרגות שונות של מיקרוסטומיה (הגבלת פתיחת הפה), קסרוסטומיה (יובש בפה) וירידה במיומנות ידנית. יושם פרוטוקול רב-שלבי שכלל תרגילי מתיחה אוראליים, הכנה פריודונטלית, החדרת שתלים ושיקום קבוע הנתמך על-ידי שתלים.

תוצאות: בסך הכול הוחדרו 27 שתלים דנטליים. לאחר תקופת מעקב של 3–6 שנים, 25 שתלים נותרו מתפקדים, עם שיעור הישרדות מצטבר של 92.6%.

מסקנות: שיקום אורלי הנתמך על-ידי שתלים אצל חולי סקלרודרמה מערכתית הוא אפשרי ועשוי להניב תוצאות טובות לטווח הארוך כאשר מיושם פרוטוקול מובנה ורב-שלבי. גשרים קבועים קצרים הנתמכים על-ידי שתלים קדמיים, בשילוב תרגילי פתיחת פה יומיים, היגיגנית פה קפדנית ומעקב פריודונטלי סדיר, עשויים לתרום לשיפור הישרדות השתלים והתוצאות התפקודיות.

מבוא:

סקלרודרמה מערכתית (SSc) היא מחלה אוטואימונית רב-מערכתית המאופיינת בפיברוזיס מתקדם, שינויים מיקרווסקולריים ודיסרגולציה חיסונית¹. המחלה מערבת איברים פנימיים רבים, ובכ-80% מהמקרים מתבטאת גם במעורבות אורפציאלית הכוללת מיקרוסטומיה, קסרוסטור מיה, טריסמוס, ספיגת רכסים אלבולריים, פנים דמוי-מסכה (mask-like face), סימני מתיחה סביב השפתיים (Purse-string mouth) והגבלה תפקודית של מפרקי הלסת^{2,3}. מאפיינים אלו יוצרים אתגר משמעותי בביצוע שיקום דנטלי עקב פתיחת פה מוגבלת, ירידה באלסטיות הרקמות וקשיים בהיגיינה אוראלית. בנוסף, פגיעה מנואלית אשר מגבילה את היכולת של המטופלים לתחזק שיקום נשלף^{4,5}. (איור 1).



איור 1: המדגים מראה אופייני של מטופלת עם סקלרודרמה מערכתית-פנים דמוי-מסכה, מיקרוסטומיה וסקלרודקטיליה בידיים.

ד"ר הלא כרייני מטאנס,
ד"ר ג'ואן אבו-יונס,
ד"ר אינסאף ספורי,
ד"ר הדס שלום ברגה,
ד"ר מנאל עבד ווטפה,
ד"ר לורן בדראן,
ד"ר פארס קאבלן,
ד"ר יגאל גרנות

היחידה לרפואת הפה, המחלקה לכיורוגיית פה ולסת, הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים, המרכז הרפואי לגליל, נהריה, ישראל.

קיימים שני תתי-סוגים עיקריים של סקלרודרמה סיסטמית:

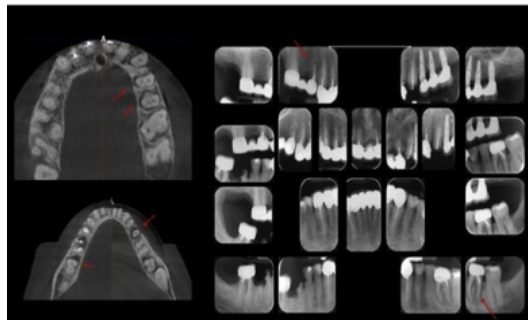
• מעורבות עורית מוגבלת (Limited cutaneous SSc): המהווה כ-60% מהמקרים. היא מתאפיינת בשינויים עוריים המוגבלים לפני ולגפיים הדיסטליים ובנוכחות נוגדני Anticentromere. קלינית, היא מקושרת לתסמונת רנו ולסיכון מוגבר ליתר לחץ דם ריאתי ולמעורבות משמעותית במערכת העיכול.

• מעורבות עורית ממושטת (Diffuse cutaneous SSc): נחשבת לצורה אגרסיבית יותר של המחלה, הכוללת מעורבות עורית חמורה וממושטת. היא מאופיינת בנוגדנים מסוג Anti-Scl-70, Anti-RNA Polymerase, ונושאת סיכון מוגבר להתפתחות פיברוזיס ריאתי ולמעורבות לבבית וכלייתית.

בניהול דנטלי של מטופלים עם סקלרודרמה, חשוב להתייחס להיבטים הסיסטמיים העשויים להשפיע במישרין ובעקיפין על תכנון הטיפול וביצועו. **תסמונת רנו:** נחשבת לאחד הסימנים הראשונים של המחלה ומתבטאת בכיווץ כלי דם (Vasoconstriction) כתגובה לקור או ללחץ נפשי. **סקלרוקטיליה:** מתבטאת בעיבוי ובהתקשות של עור האצבעות, תהליך שעלול להתקדם עד ליצירת מנח כפוף האופייני למחלה ("Claw-like fingers") תופעות אלו עלולות להגביל את טווח תנועת הידיים ובכך להקשות על תחזוקה אוראלית עצמאית ועל שימוש בשיקום נשלף. מכאן עולה הצורך בתכנון שיקומי קבוע, המותאם אישית לצרכיו וליכולותיו של המטופל^{43,1}.

לאור השפעת התופעות המערכתיות של סקלרודרמה על התפקוד האוראלי והמנואלי, פותחו ונכללו גישות טיפוליות ממוקדות לשיפור גמישות הרקמות הרכות ולשמירה על תפקוד אורופציאלי תקין. תרגילי מתיחה ופתיחת פה הודגמו כאפקטיביים בשימור ושיפור טווח פתיחת הפה ואלסטיות של הרקמות⁵. הקפדה על תרגילים אלה מהווה חלק בלתי נפרד מניהול ארוך טווח.

לסקלרודרמה קיימים גם מאפיינים רדיולוגיים מקסילופציאליים הכוללים הרחבה של מרווח הליגמנט הפריודנטלי-PDL (periodontal ligament) ואובדן תמיכה גרמית סביב שיניים קיימות או שתלים¹⁰⁻⁶. ממצאים אלו מודגמים בחתכים אקסיאליים של CBCT ובצילומים פריאפיקליים (איור 2). לפי ספרות עדכנית בכ-10%-20% מהמקרים קיימות דרגות שונות של ספיגת עצם אלוואולרית באזורים שונים בלסתות, המשקפות פגיעה וסקולרי-טיפיברוטית מתמשכת בעצם¹³⁻¹¹.



A

B

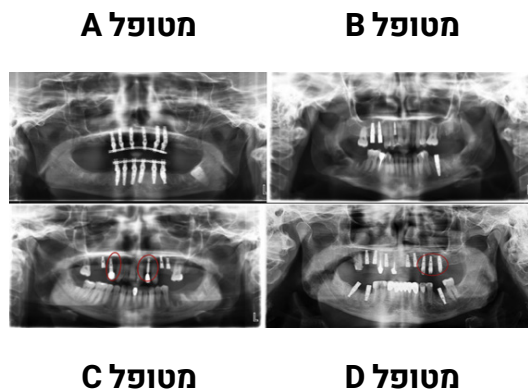
איור 2: (A) חתכים אקסיאליים של CBCT המדגימים הרחבה של מרווח ה-PDL ואובדן תמיכה גרמית באזורים שונים בלסת. (B) צילום סטטוס, גם מדגים הרחבת PDL וספיגת עצם אלביאולרית.

מעבר לממצאים האורו-מקסילופציאליים חשוב לציין שפיברוזיס באיברי הגוף עלול לגרום לפגיעה רב-מערכתית, הכוללת יתר לחץ דם ריאתי (Pulmonary Hypertension), איספיקת לב ואיספיקת כליות.

מעורבות ריאתית, בעיקר פיברוזיס ויתר לחץ דם ריאתי, וכן סיבוכים קרדיאליים, על פי נתוני European Scleroderma Trials And Research group¹⁴ מהווים את גורמי התמותה המרכזיים במחלה ואחראים ליותר מ-50% ממקרי המוות.

אצל ארבעת המטופלים נצפתה מעורבות אוראלית ברורה כולל מיקרוסטומיה בדרגות שונות (פתיחת פה: 18–25 מ"מ), ירידה באלס-טיות הרקמות, קסרוסטומיה בדרגות משתנות. נוסף על כך, שתי מטופלות סבלו גם ממגבלה מנאלית קשה. שלושה מהמקרים בוצעו תחת הרדמה כללית, בהתאם להעדפת המטופלים ומתוך מטרה להקל על סבלם, ואילו מקרה אחד בוצע בשימוש באלחוש מקומי תוך חלוקת הטיפול הכירורגי לכמה מפגשים.

אצל כל ארבעת המטופלים (A)-(D) בוצעה החדרת שתלים בלסת העליונה, ובשלושה מקרים בוצעה החדרת שתלים בשתי הלסתות. ממצאים אלה מודגמים בצילומי הפנורמי מביקור המעקב הראשון של ארבעת המטופלים (איור 3). בשני מקרים הודגמה בהדמיה נוכחותם של שתלים ישנים מוצלחים, אשר הוחדרו טרם פניית המטופלים למרפאתנו מסומנים בעיגול אדום.



איור 3: צילומי פנורמי מביקור המעקב הראשון של ארבעת המטופלים.

A – לסת עליונה: 6 שתלים; לסת תחתונה: 6 שתלים.
 B – לסת עליונה: 3 שתלים; לסת תחתונה: 1 שתלים.
 C – לסת עליונה: 0 שתלים; לסת תחתונה: 3 שתלים.
 D – לסת עליונה: 3 שתלים; לסת תחתונה: 5 שתלים.
 שתלים קודמים שהוחדרו טרם פניית המטופלים למרפאתנו מסומנים בעיגול אדום.

שיקום קבוע נתמך שתלים מספק יציבות ביומכנית ושיפור בתפקוד הלעיסתי, אך מחייב תכנון זהיר והערכת סיכון מול תועלת פרטנית. למרות היעדר הנחיות קליניות אחידות, מחקרים מצביעים על שיעורי שרידות שתלים דומים לאוכלוסייה הכללית, בתנאי שנשמרת היגינה קפדנית ותחזוקה סדירה^{16,17}. השיקו לים הקליניים כוללים: חומרת מיקרוסטומיה, נוכחות תסמונת שיוגרן, היפוסליבציה, פיברו-זיס רקמתי, נטייה לפתח עששת ומוגבלות מנאליות⁹.

במקרים המחייבים הרדמה כללית, הגישה חייבת להיות רב מערכתית (מולטידיספלינארית)- יש לערב ולהתייעץ עם רופא מרדים בשלבי התכנון המוקדמים ודרושה הערכה קרדיו-פול-מונרית. כמו כן יש להבטיח סביבה ניתוחית מותאמת לרבות חימום החדר ושימוש בשמי-כות מחוממות כדי להפחית ואזוקונסטריקציה פריפרית, ונוסף על כך מומלץ ניטור סטורציה באיזור המצח¹⁰.

ביעדר פרוטוקול קליני מוסכם, גוברת החשיבות בפיתוח גישה שיקומית מבוססת-ראיות לחולי סקלרודרמה עם מעורבות אוראלית, ומכאן עולה הצורך במחקר המתבסס על מקרים קליניים ומעקב ארוך טווח.

מטרת מחקר זה היא להציג מס' מקרים של חולי סקלרודרמה שעברו טיפולים במרפאתנו כולל השתלות דנטליות, בדגש על ניהול דנטאלי, בהתייחס לסיבוכים ולסיכונים, ולנסות להציע פרוטוקול טיפולי קליני.

הצגת מקרים:

במהלך השנים 2018-2022 טיפלנו ב-4 מטופלים מאובחנים עם סקלרודרמה מערכתית, שלוש נשים וגבר אחד בגילאי 48–61 (ממוצע 55 ± 6 שנים), עם משך מחלה שנע בין 7–14 שנים. אשר עברו טיפולים במרפאתנו כולל טיפולים משמרים, עקירות ושתלים.

איור 5: צילומי פנורמי של מטופלת A במעקב לאחר מסירת השיקום הקבוע. (A) שנה לאחר המסירה (B) שלוש שנים לאחר המסירה. הודגמה הישרדות מלאה של כלל השתלים.

סיכום הממצאים:

כפי שמוצג בטבלה 1, סדרת המקרים כוללת ארבעה מטופלים שעברו שיקום נתמך שתלים על רקע סקלרודרמה מערכתית, מתוכם שלוש נשים וגבר אחד, בטווח גילאים של 40-65 שנים. בסך הכול הוחדרו 27 שתלים, מהם 17 בלסת העליונה ו-10 בלסת התחתונה. שני מטופלים קיבלו טיפול אנטיביוטי פרופילקטי טרם ההשתלה, בעוד שכל המטופלים קיבלו טיפול אנטיביוטי לאחר ההשתלה וביצעו שטיפות כלורהקסידין (CHX) כחלק מהטיפול הפוסט-אופרטיבי. משך המעקב נע בין 12 ל-51 חודשים ובמהלך תקופה זו הודגמה הישרדות גבוהה של השתלים עם שרידות של 25 מתוך 27 שתלים לאורך תקופת המעקב. שיעור השרידות הגבוה שנצפה בסדרת המקרים עולה בקנה אחד עם דיווחים קודמים לפיהם שתלים דנטליים בחולי סקלרודרמה יכולים להציג שיעורי שרידות דומים לאוכלוסייה הכללית כאשר נשמרת היגיינה אוראלית קפדנית ומתבצעת תחזוקה פריודונטלית סדירה^{16,17}.

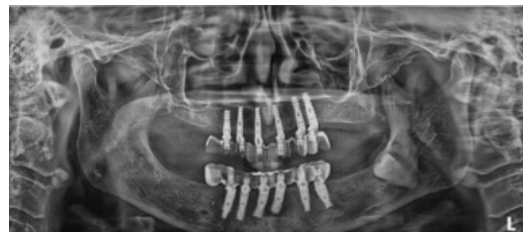
ראוי לציין כי מתן אנטיביוטיקה פרופילקטית בחלק מהמקרים בלבד משקף התאמה לשיקול קליני פרטני, בהתאם לגורמי סיכון ולמורכבות ההליך הכירורגי. הספרות אינה מציעה המלצה אחידה למתן טיפול מניעתי בהשתלות אצל חולי סקלרודרמה ואין עדות חד-משמעית להשפעתו על שרידות השתלים^{16,17}.

אצל מטופלת A בוצעה עקירת כלל השיניים, החדרת שישה שתלים מיידיים בכל לסת וביצוע העמסה מיידית (באיור 4).



איור 4: תיעוד מיום הניתוח של מטופלת - עקירות כל השיניים, החדרת שישה שתלים מיידיים בכל לסת וביצוע העמסה מיידית.

במעקב קליני ורדיוגרפי שנערך שנה ושלוש שנים לאחר מסירת השיקום הקבוע במטופלת A הודגמה הישרדות מלאה של השתלים והמטופלת מקפידה על תחזוקה פריודונטלית סדירה. ממצאים אלה מודגמים בצילומים פנורמיים באיור 5, כאשר (A) מציג מעקב לאחר שנה ו-(B) מציג מעקב לאחר שלוש



מספר השתלים ששרדו	משך המעקב (חודשים)	אנטיביוטיקה לאחר הניתוח	שטיפות כלורהקסידין (CHX)	אנטיביוטיקה פרופילקטית	שתלים בלסת העליונה	שתלים בלסת התחתונה	גיל	מין	מטופל/ת
12	51	כן	כן	כן	6	6	63	נקבה	A
3	24	כן	כן	כן	3	1	47	נקבה	B
3	29	כן	כן	לא	3	0	40	נקבה	C
7	12	כן	כן	לא	5	3	65	זכר	D

טבלה 1: מאפיינים קליניים, ניהול פריאופרטיבי ופוסט-אופרטיבי ותוצאות טיפול בשיקום נתמך שתלים אצל חולי סקלרודרמה מערכתית.

יש לשקול את חומרת המחלה כולל פתיחת הפה המוגבלת והפרוגרסיבית, הרגישות המוגברת לעששת ונוכחות של מחלת חניכיים עקב היפו-סאליבציה, מיקרוסטומיה, אנקילוגלוסיה ושינויים מיקרוסקופיים. כמו כן, יש להתייחס ליכולות המנואליות המופחתות אשר מקשות הן על ההיגיינה האורלית והן על היכולת להשתמש בשיקום נשלף^{17,16}.

אם מתקבלת החלטה של שיקום על גבי שתלים, יש להביא בחשבון ששתלים במיקום קדמי עדיפים על גבי שתלים במיקום אחורי, בפרט כאשר קיימת מעורבות אוראלית. יתרון נוסף לשיקום על גבי שתלים אצל חולים אלה הוא שאפשר להימנע מהיצמדות השיקום למוקוזה האורלית ובכך פוחת הסיכון ל חסימת פתחי בלוטות רוק קטנות, גורם היכול להחמיר תחושה של יובש פה בהשוואה לשיקום נשלף. מצד שני, שילוב של פיברוזיס, מעורבות פריודונטאלית חמורה, ומעורבות מיקרו-ווסקולרית חמורה עלולים להוות קונטראינדיקציה לביצוע שתלים דנטאליים. לכן, החלטה על השתלה צריכה להתקבל לאחר הערכה פרטנית של כל מקרה לגופו- שקלול יתרונות מול חסרונות, תוך הקפדה על מתן הסבר מפורט למטופל לגבי הסיכונים הכרוכים בפעולה^{17,16}.

בהתאם לכך, ובהתחשב במורכבות הטיפול בחולי סקלרודרמה, יושם במרפאתנו פרוטוקול טיפול רבי-שלבי מובנה הכולל שלב הכנה, טיפול כירורגי ושיקום קבוע, לצד מעקב ותחזוקה פריודונטלית סדירים.

ניהול קליני על פי פרוטוקול רבי-שלבי:

בשלב ההכנה בוצעה הערכה מערכתית ואורא-לית מלאה, לרבות תיעוד דרגת המיקרוסטומיה, איכות וכמות רוק, הערכה פריודונטאלית ותפקוד מנואלי. ניתנה הדרכה פרטנית לתרגי לי מתיחה יום-יומיים לשיפור טווח פתיחת הפה ולשמירה על אלסטיות הרקמות הפריאוראליות בשילוב פיזיותרפיה מקצועית במקרים של מגבלה ניכרת. הודגשה החשיבות של שמירה על ההיגיינה אוראלית קפדנית, שימוש במברשת שיניים חשמלית בעלת ראש קטן, שטיפות פה המכילות פלואוריד. נוסף על כך, הומלץ על שתייה מרובה ועידוד גירוי הפרשת רוק. כמו כן ניתנה הדרכה לתחזוקה פריודונטאלית תקופתית לקראת השיקום.

ההחלטה לגבי סוג השיקום בחולי סקלרודרמה הינו מאתגר מאד. ההחלטה צריכה להתקבל לאחר הערכת סיכון מול תועלת.

למרות מעורבות אוראלית אופיינית למחלה, כולל מיקרוסטומיה וקסרוסטומיה בדרגות שונות, ההערכה הקלינית והפריודונטלית העידה על יכולת תחזוקה אורלית סבירה, בעיקר באזורים הקדמיים. נוסף על כך, מוגבלות מנאלית שנצפתה בחלק מהמקרים העשויה להקשות על השימוש והתחזוקה של שיקום נשלף חיזקה את ההעדפה לשיקום קבוע נתמך שתלים^{19,9,8}.

אצל מטופלים אלה לא הודגמו קונטרה-אינדיקציות מוחלטות להשתלה דנטלית ונשקלה גם הפרוגנוזה ארוכת הטווח של המחלה הפרוגרסיבית. לפיכך, הועדף פתרון שיקומי שמרני ומותאם למחלה, המבוסס על שתלים בעמדה קדמית וקשתות קצרות, במטרה להקל על תחזוקה אורלית, להפחתת עומסים ביומכניים ולשיפור התפקוד ואיכות החיים.

מסקנות:

הנתונים הקליניים בסדרה זו תומכים ביעילות ובבטיחות של פרוטוקול שיקומי מובנה אצל חולי סקלרודרמה מערכתית. שילוב גישה רבת-חומית, שימור היגינה קפדנית ותרגול יום-יומי מאפשרים השגת תוצאות שיקום מיטביות ושיפור באיכות החיים. נדרשים מחקרים פרוספקטיביים רחבי-היקף לאישוש ממצאים אלו ולהעמקת ההבנה של גורמי ההצלחה ארוכי הטווח.

תוצאות:

נכון להיום, שיעור הצלחת השתלים במרפאתנו עומד על 92.6% - מתוך 27 שתלים שהוחדרו שרדו 25 שתלים לאורך תקופת מעקב של 3-6 שנים. אחוזי הצלחה אלו דומים לאלו המדווחים אצל מטופלים ללא סקלרודרמה, ותואמים את הנתונים בספרות המקצועית העדכנית.

אפשר להציע טיפול בשתלים דנטליים לחולי סקלרודרמה, עם המלצה לשיקום קשת קצרה ומיקום שתלים בעמדה קדמית. שמירה קפדנית על היגינה אוראלית היא גורם מכריע בהצלחת הטיפול, בעוד שלא נמצא קשר ישיר בין מתן טיפול אנטיביוטי מניעתי לשיפור שיעורי שרידות השתלים. תכנון שיקום קצר, שיניים קטנות והגדלת המרווח בין שיני מסייע בתחזוקה דנטאלית הן על ידי המטופל עצמו והן על ידי הצוות המטפל. לסיכום, גישה רבת-חומית ומותאמת אישית חיונית לשיפור תוצאות השיקום ואיכות החיים של מטופלים אלו בטווח הקצר והארוך.

ההחלטה לבצע שיקום נתמך שתלים במטופלים המוצגים התקבלה לאחר הערכה קלינית אינדיבידואלית של כל מקרה, תוך שקלול גורמי סיכון מול התועלת התפקודית הצפויה^{19,18}. בכל המקרים הודגמו הדברים הבאים: מוטיבציה גבוהה, שיתוף פעולה והיענות להנחיות הטיפול, לרבות הקפדה על היגינה אורלית ותרגולי פתיחת פה, הנחשבים גורמים מרכזיים להצלחת שיקום אצל חולי סקלרודרמה מערכתית^{12,10}.



References

1. Allanore, Yannick, Robert Simms, Oliver Distler, et al. "Systemic Sclerosis." *Nature Reviews Disease Primers* 1(2015): 15002.
2. Almeida, Catarina, Isabel Almeida, and Cristina Vasconcelos. "Quality of Life in Systemic Sclerosis." *Autoimmunity Reviews* 14, no. 12 (2015): 1087-1096
3. Shah, Ami A., and Fredrick M. Wigley. "My Approach to the Treatment of Scleroderma." *Mayo Clinic Proceedings* 88, no. 4 (2013): 377-393.
4. Krieg, Thomas, and Koichi Takehara. "Skin Disease: A Cardinal Feature of Systemic Sclerosis." *Rheumatology (Oxford)* 48, suppl. 3 (2009): iii14-iii18.
5. Ioannidis, John P. A., Panayiotis G. Vlachoyiannopoulos, and Athanase B. Haidich, et al. "Mortality in Systemic Sclerosis: An International Meta-Analysis." *American Journal of Medicine* 118, no. 1(2005): 2-10.
6. Jung, S., T. Martin, M. Schmittbuhl, and O. Huck. "The Spectrum of Orofacial Manifestations in Systemic Sclerosis: A Challenging Management." *Oral Diseases* 23, no. 4 (2017): 424-439.
7. Farronato, G., M. Manfredini, A. Mangano, et al. "Oral and Periodontal Manifestations in Systemic Sclerosis: A Review." *Oral Diseases* 27, no. 4 (2021): 772-785.
8. Veale, B. J., R. Y. Jablonski, T. M. Frech, and J. D. Pauling. "Orofacial Manifestations of Systemic Sclerosis." *British Dental Journal* 221, no. 6 (2016): 305-310.
9. Baron, M., T. Hudson, S. Tatibouet, et al. "Relationship Between Disease Characteristics and Orofacial Manifestations in Systemic Sclerosis." *Arthritis Care & Research (Hoboken)* 67, no. 5 (2015): 681-690.
10. Yuen, Henry K., Yashwant Weng, Debasish Bandyopadhyay, et al. "Effect of Mouth Stretching Exercises on Oral Aperture in Adults with Systemic Sclerosis." *Disability and Rehabilitation* 34, no. 1 (2012): 84-89.
11. Mayer, Yael, Rina Elimelech, and Alla Balbir-Gurman, et al. "Periodontal Condition of Patients with Autoimmune Diseases and the Effect of Anti-TNF- α Therapy." *Journal of Periodontology* 84, no. 2 (2013): 136-142.
12. Del Rosso, Antonietta, and Silvia Maddali-Bongi. "Oral Health in Patients with Systemic Sclerosis." *Rheumatology (Oxford)* 53 (2014): 1355-1356.
13. Reichart, Peter A., Ann-Marie Schmidt-Westhausen, Amporn Khongkhunthian, and Frauke P. Strietzel. "Dental Implants in Patients with Oral Mucosal Diseases—A Systematic Review." *Journal of Oral Rehabilitation* 43, no. 5 (2016): 388-399.
14. Allhendí FJ, Werth VP, Sollecito TP, Stoopler ET. Systemic sclerosis: Update for oral health care providers. *Spec Care Dentist*. 2020 Sep;40(5):418-430.
15. Jordan S, Maurer B, Toniolo M, Michel B, Distler O. Performance of the new ACR/EULAR classification criteria for systemic sclerosis in clinical practice. *Rheumatology*. 2015;54:1454-1458.
16. Jackowski, J., F. P. Strietzel, N. Hunzelmann, et al. "Dental Implants in Patients Suffering from Systemic Sclerosis: A Retrospective Analysis of Clinical Outcomes." *International Journal of Implant Dentistry* 7, no. 1 (2021): 118.
17. Mosaddad, S. A., N. Abdollahi Namamloo, R. Ghodsi, et al. "Oral Rehabilitation with Dental Implants in Patients with Systemic Sclerosis: A Systematic Review." *Immunity, Inflammation and Disease* 11, no. 3 (2023): e812
18. Ribeiro, C., M. A. Z. Figueiredo, K. Cherubini, et al. "Oral Rehabilitation in Patients with Systemic Sclerosis: Clinical Considerations and Case Report." *Special Care in Dentistry* 39, no. 4 (2019): 382-389.
19. Alantar, A., A. Cabane, and E. Hachulla, et al. "Recommendations for the Care of Oral Involvement in Patients with Systemic Sclerosis." *Arthritis Care & Research (Hoboken)* 63, no. 8 (2011): 1126-1133.



שימור מכתשית - בין מדע לפרקטיקה קלינית

ד"ר עדי סיון גילדור

היחידה לפריודונטיה, המחלקה לכירורגית פה ולסת, הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים, המרכז הרפואי לגליל, נהריה, ישראל.

מחבר לפניית והתכתבות: ד"ר עדי סיון גילדור. דואר אלקטרוני: Adi_sivans@yahoo.com

תקציר:

לאחר עקירת שן, מתרחשים תהליכים ביולוגיים הגורמים לשינויים בממדי הרכס האלבאולרי בעקבות ספיגת בכל הממדים. מחקרים מצביעים על כך שאובדן הרוחב של העצם עשוי לנוע בין 29% ל-66%, בעוד שאובדן הגובה נע בין 11% ל-22%. שימור מכתשית (Alveolar Ridge Preservation - ARP) מוגדר ככל הליך טיפולי המתבצע מיד לאחר העקירה במטרה לשמור על מבנה הרכס ולהבטיח זמינות מקסימלית של עצם להשתלת שיניים עתידית.

הצורך בביצוע ARP נובע משיקולים תפקודיים ואסתטיים כאחד. מטרתו למנוע ספיגה ניכרת של הרכס, ובכך להקל על השתלה עתידית ולצמצם את הצורך בפרוצדורות השתלת עצם מורכבות, יקרות ובעלות סיכון גבוה לתחלואה. גורמים אנטומיים, כגון עובי לוחית העצם הבוקלית משפיעים באופן משמעותי על תהליך הריפוי; אתרים שבהם לוחית העצם הבוקלית דקה מ-1 מ"מ נמצאים בסיכון גבוה יותר לספיגה מהירה.

טכניקות ה-ARP כוללות בדרך כלל שתי גישות עיקריות: תמיכה בקריש הדם באמצעות מילוי המכתשית בשתלים אוטוגנים או תחליפי עצם (עם או בלי גורמי גדילה), וכן חסימת תאים שאינם ממקור אוסטאוגני באמצעות ממברנה בררנית המונחת על אזור המכתשית במטרה לתמוך בתאי האב האוסטאוגניים. האתר יכול להשאר לריפוי שניוני, אך אפשר גם לבצע סגירה ראשונית או בסיוע שתל רקמת חניכיים. מחקרים מראים בעקביות כי כל סוג של שימור רכס עדיף על ריפוי ספונטני.

אף כי ARP אינו בהכרח משפר את שיעור ההצלחה ארוך הטווח של שתלים - אשר נותר גבוה (95%-100%) ללא תלות בכך - הוא מפחית באופן משמעותי את הצורך בהתערבות אוגמנטציה נוספת בזמן ההשתלה (6.3% באתרים שבהם בוצע ARP לעומת 35.7% באתרים שעברו ריפוי ספונטני).

לסיכום, מומלץ לבצע ARP באתרים שבהם לוחית העצם הבוקלית דקה, באזורים אסתטיים, או כאשר מועד ההשתלה מתעכב. שמירה על ממדי הרכס מאפשרת לרופא להשיג תוצאות תפקודיות ואסתטיות צפויות ומוצלחות יותר עבור מטופליו.

מבוא

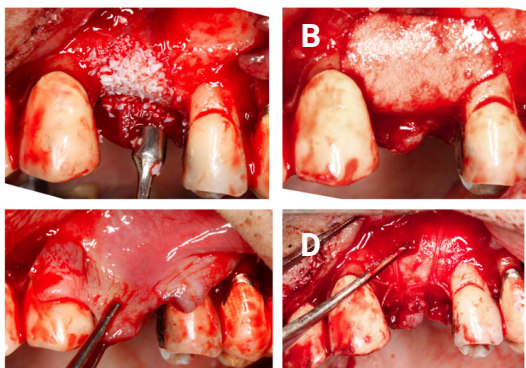
לאחר עקירת שן מתרחשים מספר תהליכים ביולוגיים, החל מהיווצרות קריש הדם, דלקת, כמוטקסיס ומיגרציה של תאים, פרוליפרציה, והתמיינות של מגוון שורות תאים, ייצור ובנייה remodeling ובנייה מחדש של הרקמות החדשות שנוצרו.

בבואנו לדמיין את תהליך מילוי החלל שנוצר בתהליך העקירה על ידי עצם, אנו נוטים להתרכז בתהליכי בנייה של רקמות ועצם, אך בפועל, ולא פחות חשוב מכך, ריפוי אתר עקירה כרוך בספיגת עצם של קירות המכתשית בכל הממדים. תהליך הספיגה החיוני לריפוי האזור תלוי בגורמים רבים (ועל כך ארחיב בהמשך), ולכן לאחר עקירת שן אפשר יהיה רק לנחש מה תהיה תוצאת הריפוי. ברם, יהיה זה ניחוש עם טווח טעות גדול מאוד: כל תוצאה שנמצאת בטווח שבין אובדן למעלה ממחצית רוחב הרכס, לבין אובדן של אחוזים בודדים בלבד יכולה להיות נכונה בקירוב¹.

אם נמיר את האחוזים למספרים, מדובר בממד ההוריוזנטלי על ספיגה ממוצעת של 3.87 מ"מ, ואובדן גובה של 1.67 מ"מ. שחזור של רכס אלבאולרי לאחר שכבר התרחשה בו ספיגה הוא מורכב מאוד, בעל סיכוי גדול יותר למורבי דיות והעלויות שלו גבוהות יותר⁴. בהשוואה לכך, שימור רכס עשוי להיות פעולה פשוטה יחסית המצמצמת את הצורך בהשתלת עצם נוספת (מחקר משנת 2014 מצא צורך בהשתלת עצם נוספת לאחר שימור רכס עם ביואוס קולגן רק ב-12.5% מהמקרים)⁵, ומשפרת את התוצאה האסתטית.

מהי התוצאה המתבקשת של שימור מכתשית?

1. מניעת שינויים (הקטנה) בממדי הרכס האלבאולרי על מנת להקל על מיקום שתלים דנטליים ללא צורך באוגמנטציה נוספת של רקמת עצם וחניכיים, ולצורך אופטימיזציה של קונטור הרכס האלבאולרי באזורי חסר שיניים שבהם מתוכנן שיקום על גבי שיניים.
2. מילוי המכתשית בעצם חדשה ברמה מספקת לצורך אוסואינטגרציה של שתל דנטלי.
3. מילוי של רקמה רכה בפתח המכתשית ושמירה על קונטור הרכס האלבאולרי.



תמונה 1: שימור מכתשית. (A) הקיר הבוקאלי של הרכס הרוס בעקבות סדק. קסנוגרפט. (B) התאמת ממברנת קולגן (C) שחרור המתלה הבוקאלי (D) קיבוע הממברנה בתפרים נמסים לפריאוסט.

שימור מכתשית מוגדר כ"כל תהליך טיפולי המבוצע מיידית לאחר עקירת שן במטרה לשמור על ארכיטקטורת הרכס האלבאולרי בכדי לאפשר זמינות מקסימלית של עצם למיקום שתל²."

עקירת שן היא פעולה שכיחה, והגורמים לה מגוונים, וכוללים מגוון של פתולוגיות. בימים אלו שבהם מטופלים חווים עומס רגשי רב הבא לידי ביטוי בחריקת שיניים, נראים יותר ויותר סדקים אצל מטופלים המגיעים למרפאה. מטופלים גם עשויים להידרש לעקירה גם על רקע עששת, מחלת חניכיים, ספיגת שורש או שן שאינה ברת שיקום, ובכל אחד מהמקרים הללו כבר בשלב הבדיקה הראשונית על הקלי נאי להחליט על מטרת הטיפול, ולפיה לפעול בצורה המדויקת ביותר לקביעת תוכנית הטיפול על שלביה השונים.

אז למה בכלל לשמר?

למרות שההגדרה מתייחסת לשימור רכס כתהליך המבוצע במטרה לבצע שתל דנטלי, אי אפשר להתעלם מהתוצאה האסתטית המתקבלת בשימור מכתשית. כאשר אנו תומכים בקריש הדם במכתשית אנו יכולים לצפות גם לשיפור במתאר החניכיים באזור, שמירה על עוביים והקונטור שלהם. לרקמת חניכיים תפקיד חשוב בתוצאה האסתטית של שיקום החסר - ולכן גם אם התוכנית מראש איננה כוללת שתלים, (מקובל היום באזור קדמי להשלים את החסר באמצעות שיקום אדהזיבי) עדיין אפשר יהיה לשפר משמעותית את התוצאה האסתטית על ידי שימור מכתשית כבר בשלב העקירה.

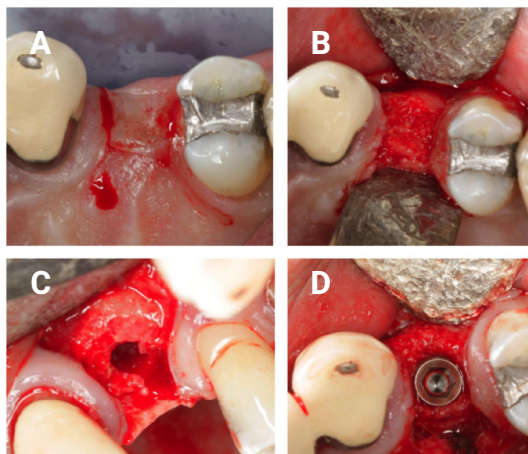
הממדים המשוערים של ספיגת העצם במימד ההוריוזנטלי נעים בין 29%-66 ובמימד הוורטי קלי בין 11%-22³. הספיגה גדולה במיוחד ברכסים באיזור הקדמי, שם ה-bundle bone (פלטת העצם הבוקאלית) דקה מאוד ולכן מהווה גורם סיכון לספיגה מהירה של הרכסים.

מכתשית שלה פלטה בוקאלית בעובי של 1.5-1 מ"מ תראה פחות שינויים ממדיים בעקבות העקירה, ולכן היעילות של שימור מכתשית תהיה גבוהה יותר באתרים בהם הפלטה הבוקאלית דקה יחסית⁹. באתרים בהם חסרה פלטה בוקאלית (3A), יש לשקול בניית רכס (אוגמנטציה) לשחזור הרכס שנהרס.

גורמים הקשורים לתזמון ולתהליך הריפוי
שני שליש מהשינוי צפוי להתרחש בשלושת החודשים הראשונים לאחר העקירה, ובתוך חצי שנה יסתיימו רוב השינויים. תהליך המילוי של המכתשית מתרחש מהחלק האפי קלי לכיוון הקורונלי, כך שקורטיקציה (בניית גשר רקמה קשה בפתח המכתשית) הוא השלב האחרון של תהליך הריפוי, ועשוי להגיע לסיומו לתקופה שבין מספר חודשים ואף שנים לאחר העקירה. מחקר שבחן צילומי CT של מטופלים אחרי עקירה מצא ש-60% מאתרי עקירה לא הראו קורטיקציה מלאה אלא חלקית בלבד בתקופה שבין 6-9 חודשים לאחר העקירה¹⁰.

התנאים באתר העקירה וטכניקת העקירה
הרס עצם שהיה קיים טרם העקירה¹¹ או זיהום עשויים להאיץ את הספיגה בעקבות העקירה משפיעים על תהליכי הריפוי של אתר העקירה ועשויים גם להאט אותם וגם להסתיים בספיגה משמעותית של הרכס האלבאולרי. בעת עקירת מספר שיניים נצפה לספיגת עצם מוגברת יותר בהשוואה לעקירת שן בודדת, ולכן קיים לעיתים קושי בהשוואה בין מחקרים שונים.

טכניקת העקירה היא גורם משמעותי נוסף, שכן עקירה טראומטית, קרעים של המתלה הבוקאלי או שבר פלטה בוקאלית יפגעו ביציבות קריש הדם בשלבי הריפוי הראשונים וכתוצאה מכך יקטן משמעותית הבסיס לריפוי אתר העקירה.



תמונה 2: חצי שנה לאחר שימור מכתשית שהודגם בתמונה 1. (A) חתכים לביצוע שתל תוך שמירה על הפילות של השיניים הסמוכות. (B) עובי הרכס שמור בעקבות הטיפול (C) קדח לשתל (D) מיקום שתל באתר. אפשר להתרשם ממבנה העצם שכולל בתוכו עדיין גרגירי עצם שהושטלו על אף שחלפה חצי שנה.

הגורמים המשפיעים על צורת מילוי המכתשית לאחר עקירה

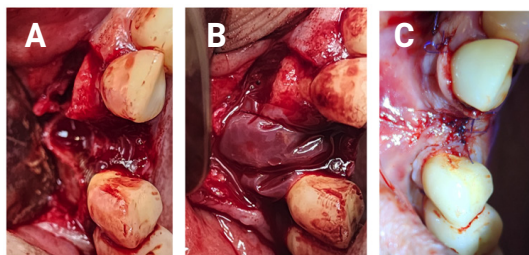
מספר רב של גורמים משפיעים על רמת הספיגה של העצם בעקבות עקירת שן, ואנסה לסקור את רובם.

גורמים אנטומיים

צורת השן והשורשים, עמדת השן ביחס לקשת, ומיקום השן בקשת, כולם משפיעים על אופן הריפוי של המכתשית בעקבות עקירה. במצב הרגיל השיניים אינן עומדות במרכז הרכס האלבאולרי, אלא בעמדה בוקאית לית ביחס אליו, מה שיוצר באופן טבעי פער בין רוחב וגובה פלטת העצם הלינגואלית של המכתשית, וזו הבוקאלית⁶. כתוצאה מכך עובי הפלטה הבוקאלית (הקרויה גם bone bundle) עשוי להיות פחות מ-1 מ"מ ובמקרים רבים עוביו כדף נייר דק⁷. עצם זו היא רקמה שתלויה בקיומה של השן, ולכן היא צפויה להיספג לאחר עקירת השן באופן טבעי כך שרוב האובדן הגרמי בעקבות עקירת שן יתרחש באספקט הבוקאלי⁸.

ספונטני, ושתי זרועות שבהן הונחה ממברנת קולגן, עם או ללא חומר מילוי במכתשית העקירה. במחקר נמצא כי הוספת עצם למכתשית עיכבה את הגדילה של העצם כפי שנצפה בבדיקת סמנים פלורסנטים וכן בהיסטולוגיה להערכת כמות העצם הוויטאלית. לאחר 6 חודשים האתרים שהציגו את התוצאה הטובה ביותר מבחינת נפח העצם היו זה שהונחה בהם ממברנה בלבד, ללא מילוי המכתשית בשתל עצם (Ca-P cement).

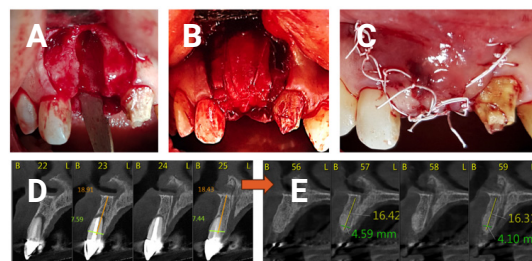
במחקר בבני אדם¹³ בחנו את השימוש בממברנה (Mem-Lok Pliable®, BioHorizons) בקירח של מלתעות וטוחנות עם או ללא עצם ממקור Porcine (MinerOss XP) (BioHorizons) וסגירה שניונית בהשוואה לריפוי רגיל. לאחר 3 חודשים נמצא כי בשימוש בממברנה בלבד או בממברנה עם שתל עצם השינויים בממד ההוריזונטלי והורטיקלי של המכתשית היו קטנים משמעותית לעומת ממדי הרכס בריפוי ספונטני. במקרים בהם הייתה פלטה בוקאלית בעובי של יותר מ-1.5 מ"מ. השימוש בממברנת קולגן נתן תוצאה דומה לשימוש בממברנת קולגן ובעצם.



תמונה 4: שן 13 נעקרה בעקבות סדק (A) בוצע שימור מכתשית עם ממברנת Amnion-Chorion ואולוגרפט מינרלי ודה מינרלי. הממברנה קובעה עם תפרי Monolac 5-0 לפריאוסט (B) והאתר נסגר ראשונית תוך שחרור בוקאלי (C)

צורת השיקום מיד לאחר העקירה וגורמי סיסטמיים

צורת השיקום (נשלף / קבוע) תשפיע על האזור שבו נעקרה השן, ומבנה היחידה השיקומית ביחס לחניכיים הם גורמים המשפיעים על אופן הריפוי של אתר העקירה. גורמים סיסטמיים דוגמת עישון, סוכרת, חשיפה לקרינה והפרעות אנדוקריניות יכולות גם הן לעכב בניית עצם באתרי עקירה.



תמונה 3: עקירת שן 11 על רקע סדק בוקאלי והרס ניכר של המכתשית. (A) הרמת מתלה בוקאלי נרחב לחשיפת הדפקט תוך שימוש בחתכים ורטיקליים. (B) בוצע שימוש באולוגרפט מינרלי וממברנת קולגן מצולבת עם קיבוע לפריאוסט בתפר נספג. (C) סגירה ראשונית PTFE תוך שחרור בוקאלי. (D) הדמיה תלת ממדית של הרכס טרם העקירה. (E) הדמיה לאחר 6 חודשים, התקבל רכס בעובי רחב יחסית לצפוי ללא שימור מכתשית.

טכניקות למילוי מכתשית

את הטכניקות המקובלות למילוי אתר העקירה אפשר לחלק לשניים: מילוי של אתר העקירה בשתל עצם, עם או בלי שילוב פקטורי גדילה ביולוגיים או תוצרי דם; והשנייה, איטום המכתשית תוך שימוש בקרום מחסום (ממברנה) לרגנרציה או בשתל רקמה רכה. אפשר להשתמש רק באחת הטכניקות או לשלב אותן.

שימוש בממברנה

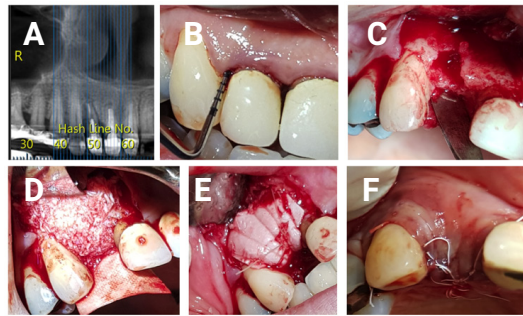
על מנת לבחון את ההשפעה של חומר מילוי מסוג CaP על ממדי המכתשית¹² בוצע בכלבים מחקר עם 3 זרועות, אתר ריפוי

הרכות (עד לסיום השלב הפרוליפראטיבי), אך מצד שני לא יפריע לבנית של עצם בתוך המכתשית (בשלב ה-modeling- וה-re-modeling).

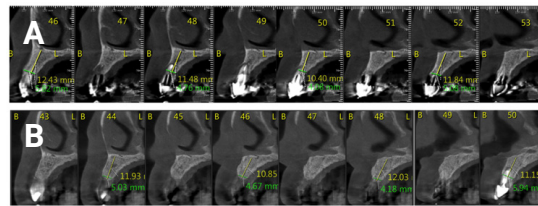
לכן על החומר להיספג במועד הנכון כדי שיוכל לשרת את שתי המטרות הללו. בעקירה ללא שימור מכתשית אחוז העצם שתמלא את המכתשית יעמוד על כ-38% ואילו היתר צפוי להתמלא ברקמת חיבור (כ-58%)¹⁴.

ישנו מגוון חומרים היכולים לשמש למילוי של מכתשיות עקירה, החל מחומרים אוטוגנים כמו פיברין ועצם אוטוגנית (אוטוגרפט), ועד לחומרים ממקור אדם (אלוגרפט), ממקור בעלי חיים (קסנוגרפט) וחומרים סינתטיים (אלופסטיים). מבחינת קצב הספיגה, שתלים מסוג אוטוגרפט דוגמת PDGF ועצם אוטוגנית שיונחו במכתשית צפויים לעבור ביוגרדציה מלאה, לעומת זאת, עצם ממקור קסנוגני כמעט ואינה משתחלפת, ומדובר על טווח שבין חודשים רבים ואף שנים עד לקבלת שחלוף של החומר¹⁵.

במאמר סקירה שכלל מטא אנליזה של 38 מאמרים שבחנו את הרכב העצם המתקבל באתר עקירה לאחר שימוש בשתל עצם¹⁶, נמצא כי לאחר 3 חודשים כמות העצם הוויטאלית שהתקבלה באתר העקירה הייתה הגבוהה ביותר (54%) בפרוצדורות בהן הושתל אלוגרפט, בהשוואה ל-23% בלבד באתרים שהושתלה בהם קסנוגרפט, לאחר 5 חודשים (תמונה 2C+2D). בהשוואה בין DFDBA ו-FDBA נמצא יתרון ל-DFDBA מבחינת העצם החדשה שנוצרה (38%) וכמות הגרפט שנותרה (8.8%) כמות העצם באתר ממשיכה לעלות בשימוש באלוגרפט פט ומגיעה ל-67% לאחר 7 חודשים. נתונים אלו נמצאים ביחס הפוך לכמות שתל העצם השארית באתר, כך שאחוז האלוגרפט בהיסטולוגיה נע בין 12.4%-21 ואילו קסנוגרפט נמצא בשיעור של 37% לאחר 7 חודשים.



תמונה 5: (A) צילום CT שן 12. (B) כיס צר ועמוק המעיד על סדק ורטיקלי בשן 12. (C) לאחר הרמת מתלה ועקירת השן הרס פלטה בוקאלית, עובי הרכס לא מאפשר מיקום שתל ללא אוגמנטציה (D) עיבוי בוקאלי תוך שימוש בקסנוגרפט (E) ממברנת קולגן מצולבת שקובעה לפריאוסט בתפרים נספגים (F) סגירה ראשונית PTFE 4-0 תוך שחרור בוקאלי.



תמונה 6: (A) צילום CT המדגים את הרכס האלבולרי לפני עקירת שן 12, (B) צילום לאחר 6 חודשים מהשתלת העצם.

חומרי מילוי מכתשית

- אוטוגרפט Autograft - עצם שהופקה מהמטופל עצמו
- אלוגרפט Allograft - עצם ממקור תורם אנושי
- קסנוגרפט Xenograft - עצם ממקור בעלי חיים
- אלופלסט Alloplast - חומר סינתטי

בעת בחירת החומר שבו נשתמש למילוי מכתשית נעדיף שתל עצם שיתמוך באתר העקירה בקריש הדם (שלב הדלקת) ויהיה בעל יציבות ממדית לתמיכה בממברנה וברקמות

מטא אנאליזה²⁰ שבחנה שימוש בתוצרי דם בתוך אתרי עקירה לעומת ריפוי ללא שימוש בחומרים נוספים מצאה כי L-PRF מפחית את ספיגת העצם ב-0.8 מ"מ, הבדל משמעותי סיגיניפיקנטית בהשוואה לריפוי רגיל. בממד ורטיקלי ספיגת העצם פחתה ב-0.6 מ"מ, שיפור משמעותי לעומת ריפוי רגיל. מבחינת אחוז מילוי המכתשית נמצא יתרון בשימוש בתוצרי דם בקבוצת PRP, PRGF ו-L-PRF של 11.2%, 23.4% ו-15% בהתאמה. ב-9/11 מחקרים נמצא שיפור גם במהירות גדילת האפיתל מעל המכתשית, אולם 2 מחקרים לא מצאו הבדל בין הקבוצות. הסיבה לדעת החוקרים ליתרון הקטן יחסית שנמצא היא השונות הגדולה בין הטכניקות שנסקרו. החוקרים מדגישים את היעילות של שיטה שתוארה באחד המחקרים והפחיתה את הספיגה ההוריזונטלית ב-2.7 מ"מ והוורטיקלית ב-0.8 מ"מ. לפי Temmerman²¹ יש להניח 2-5 ממברנות של L-PRF במכתשית, ולאטום את המכתשית עם ממברנה ללא הרמת מתלה. מדובר על טיפול באתר אחד, מעקב של 3 חודשים והימנעות מהפעלת לחץ על אזור הטיפול.

לסיכום, נייר העמדה של האיגוד האירופאי לפריודונטיה (EFP) קובע כי שימור מכתשית יכול להפחית את הספיגה ההוריזונטלית ב-1.5-2.4 מ"מ וב-1.0-2.5 מ"מ את הספיגה הוורטיקלית. שימוש בתוצרי דם בשיטה של טמרמן מציעה תוצאה דומה ואפשרות לשקם את האזור בתוך 3 חודשים. מצד שני משך המעקב על ממדי הרכס הנוצר בעקבות כך מוגבל לתקופה של 3 חודשים בלבד.

במאמר סקירה אחר¹⁷ בוצעה מטא אנאליזה של רמת העצם הטבעית (natural bone formation) שנוצרה באמצעות היסטולוגיה מבני אדם שבוצעו בהם שימור מכתשיות עם מגוון חומרים, נסקרו 33 מחקרים שבחנו מגוון גדול מאוד של חומרי מילוי.

החומרים הנחקרים ביותר בסקירה היו Bio-oss ו-Bio-oss collagen, ונמצא מצד אחד שזה החומר שהפחית בצורה הגבוהה ביותר את אחוז העצם הטבעית, ומצד שני נמצאה כמות גבוהה יחסית של החומר לאחר סיום החלמה, כלומר תהליך הספיגה של החומר איטי במיוחד. החומר שנמצא כמגביר בצורה הטובה ביותר את מילוי העצם היה PRGF. השילוב הטוב ביותר לטעמם של החוקרים יהיה גם של חומר שמגביר את בניית העצם הטבעית, דוגמת PRGF וגם חומר שתהליך הספיגה שלו איטי על מנת לשמור על נפח העצם שהתקבלה, מסוג Bio-oss.

מאמר נוסף¹⁸ שבחן טכניקות שונות וחומרים שונים למילוי מכתשית, מצא שאין הבדלים משמעותיים בהשוואה בין אלוגרפט לקסנוג'רפט, ואלופלסט וקסנוגרפט מבחינת השינוי בממדי הרכס בעקבות ההשתלה, מבחינת הצורך בהשתלת עצם נוספת ומבחינת שרידות שתלים. אולם, מחקר אחר¹⁹ שבחן 6 מחקרים שונים שהשוו בין חומרי מילוי קסנוגרפטיים, אלופלסטיים ואלוגרפטיים שונים עם או בלי ממברנה מצא שהתוצאות הטובות ביותר מבחינת שימור גובה ורוחב הרכס התקבלו בשימוש באלוגרפט. בכל מקרה כל המחקרים מצאו יתרון למילוי של המכתשית על פני השארית אזור העקירה לריפוי ספונטני.

פרמטר	L-PRF	אלוגרפט	קסנוגרפט
זמן להשתלת שתל	3 חודשים	6-4 חודשים	9-6 חודשים
עצם חיה (%)	50-45%	67-54%	23%
שתל נותר (%)	0%	21-12%	37%
עלות יחסית	נמוכה	בינונית-גבוהה	בינונית-גבוהה
מורכבות	פשוט	בינונית	בינונית
שימור ארוך טווח	טוב	מצוין	מצוין

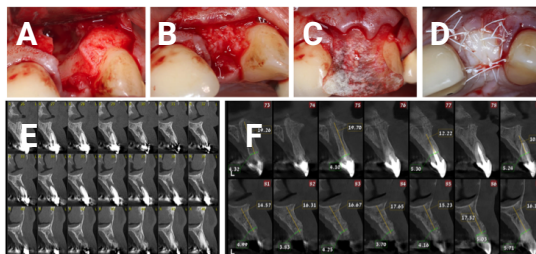
טבלה 1: השוואה בין סוגי חומרים שונים לשימור מכתשית

החסרונות של הרמת מתלה וקירוב שוליים הוא האובדן הצפוי של רקמה מקורנת באזור (כפי שאפשר לראות 4C, 5F), במיוחד באתר שבו יש מיעוט רקמה מקורנת, לדוגמה שן עם רצסיה בוקא־לית משמעותית. בעבר נטען כי הרמת מתלה וחשיפת העצם במהלך הפעולה מגבירה את ספיגת העצם באתר. אולם, הרמת מתלה בפני עצמה לא נמצאה משפיעה על רוחב המכתשית^{23,222}.

אם כך עלינו לשאול את עצמינו האם עלינו להעדיף סגירה ראשונית של מתלים באתר עקירה כשהחלופה היא להשאיר את העצם או הממברנה חשופים לחלל הפה. מחקר²⁴ במתודת split mouth ב-10 מטופלים שכלל בעיקר מלתעות וטוחנות שבחן שימוש ב-FDBA עם ממברנה לא נספגת באתרי עקירה, עם או ללא סגירה של המתלים, מצא כי אין הבדל בגובה ורוחב העצם בהשוואה בין שתי הקבוצות. ההבדל היחיד בין הקבוצות היה ברוחב רצועת החניכיים המקורנות שהתקבלה באתר העקירה, לטובת אתרי הסגירה השניונית.

סגירת המתלה

השלב האחרון של הטיפול במכתשית הוא ההחלטה האם לסגור את האתר ראשונית או שניונית. לצורך סגירה ראשונית אפשר לבצע הרמת מתלה ושחרור בוקאלי על מנת לגשר על חסר הרקמה באזור שבו השן נעקרה, או ללא הרמת מתלה להשתמש בתוצרי דם או לקצור רקמת חניכיים מהחך ולהשתיל בשיטה שתוארה על ידי ד"ר לנדסברג ב-1997 (דוגמה לכך בתמונה 7D).



תמונה 7: A עקירת לטראלית סדוקה עם הרס בוקאלי נרחב B השתלת C FDBA+DFDBA הנחת ממברנת פריקר־דיום. D סגירה עם FGG שנקצרה מהחך. E הדמיה טרם הטיפול. F הדמיה לאחר חצי שנה.

ההבדל העיקרי בין שימור מכתשית לבין ריפוי ללא התערבות היה במספר המקרים בהם נדרשה אוגמנטציה נוספת טרם ביצוע שתלים. לא נמצאו הבדלים באחוזי קליטת שתלים, וביציבות התאחיזה הגרמית לאורך זמן. עם זאת, המחקרים עקבו אחר השתלים לתקופה מקסימלית של עד שנה, ולכן קשה להסיק באופן גורף לגבי היקף הכישלונות והאופי שלהם בטווח ארוך יותר.

לסיכום

מתי נעדיף לבצע שימור מכתשית לצמצום השינויים הממדיים במכתשית העקירה

1. ברמת האתר- אתרי עקירה שצפויה להתרחש בהם ספיגה משמעותית שתקשה על מיקום שתל:
 - פלטה בוקאלית דקה / חסרה
 - איזור אסטטי קדמי.
 - רכס צר בסיסי באיזור העקירה.
 - אתרים אחוריים שבהם זמינות העצם מוגבלת בשל סמיכות לסינוס המקסילרי או לעצב האלבולרי.
2. ברמת המטופל- אתרים שעתידיים להתבצע בהם שתלים זמן רב לאחר העקירה, לדוגמה במטופלים צעירים.



תמונה 8: תרשים המתאר את הסיכונים בהתייחס למבנה הרכס והצורך האסטטי בביצוע שימור רכס בהתאם. (A) מומלץ לבצע שימור מכתשית (B, C) אפשר לבצע שימור מכתשית (D) לא צפוי יתרון בשימור מכתשית.

לסיכום, סגירת האתר עדיין נמצאת במחלוקת בספרות ואין כרגע עדות חד משמעית המצביעה על יתרון לסגירה ראשונית. אחד הנושאים שיש עוד לבדוק הוא הקשר בין ריפוי אתר העקירה ורמת הזיהום הפריודונטלי בחלל הפה, שכן ממברנות חשופות נוטות להזדהם בקלות ולעבור בעקבות כך ספיגה מואצת, ולכן יש להתייחס גם לשיקול זה בבואנו להכריע בסוגית הצורך בסגירה ראשונית.

הצלחת שתלים

המלצת ה-EFP היא לבצע שתלים באתר שבוצע בו שימור מכתשית בתקופה שבין 12-16 שבועות לאחר מכן.

מאמר סקירה סיסטמטי²⁶ שבחן 40 מחקרים, לא מצא הבדל משמעותי בין הצלחת שתלים באתרים שעברו שימור מכתשית לבין אתרים שהושארו לריפוי ספונטני מבחינת אובדן העצם והצלחת שתלים בתקופה של 12 חודשים מזמן ההעמסה. אחוזי ההצלחה של שתלים ב-8 מחקרים שבהם בוצע מעקב במשך שנה לאחר עמדו על 100%. בכל המחקרים למעט מחקר אחד שבו אחוזי ההצלחה עמדו על 95% בשל אובדן של שתל אחד.

מאמר נוסף²⁷ בחן לאורך 3 שנים הצלחת שתלים שבוצעו לאחר שימור מכתשית (קסנוגרפט) בשיניים טוחנות. לאחר תקופת החלמה בת 6 חודשים בוצעו שתלים באתרים שבהם בוצע שימור מכתשית או באתרים שהושארו להחלמה ספונטנית. במעקב לאורך 3 שנים לא נמצא הבדל בין הצלחת שתלים שבוצעו באתרים שעברו שימור מכתשית לעומת אתרים שהושארו לריפוי ספונטני. ההבדל היחיד היה בצורך לבצע אוגמנטציה נוספת של הרכס האלבולרי טרם מיקום שתלים באתרים שבהם לא בוצע שימור מכתשית ב-35.7% מהמקרים לעומת 6.3% בלבד באתרים שעברו שימור מכתשית.

במאמר סקירה סיסטמטי²⁸ שבחן את ההבדל בין שימור מכתשית לריפוי ספונטני מבחינת מדדי בריאות השתלים המבוצעים באתר, נמצא כי

References

1. Nevins M, Camelo M, De Paoli S, Friedland B, Schenk RK, Parma-Benfenati S, Simion M, Tinti C, Wagenberg B. A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006 Feb;26(1):19-29.
2. Vignoletti, F., Matesanz, P., Rodrigo, D. et al. (2012) Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clinical Oral Implants Research* 2012; 23 Suppl 5, p. 22-38.
3. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of postextraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2012; 23 Suppl 5, p. 1-21.
4. Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontol 2000.* 2018 Jun;77(1):213-240.
5. Rocuzzo M, Gaudio L, Bunino M, Dalmasso P. Long-term stability of soft tissues following alveolar ridge preservation: 10-year results of a prospective study around nonsubmerged implants. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014;34:795-804
6. Araújo MG, Dias DR, Matarazzo F. Anatomical characteristics of the alveolar process and basal bone that have an effect on socket healing. *Periodontol 2000.* 2023 Oct;93(1):277-288.
7. Dos Santos JG, Oliveira Reis Durão AP, de Campos Felino AC, Casaleiro Lobo de Faria de Almeida RM. Analysis of the Buccal Bone Plate, Root Inclination and Alveolar Bone Dimensions in the Jawbone. A Descriptive Study Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Oral Maxillofac Res.* 2019 Jun 30;10(2):e4.
8. Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry, 2 Volume Set, 7th Edition Niklaus P. Lang (Editor), Tord Berglundh (Editor), William V. Giannobile (Editor), Mariano Sanz (Editor). October 2021 Wiley-Blackwell
9. Tonetti MS, Jung RE, Avila-Ortiz G, Blanco J, Cosyn J, Fickl S, Figuero E, Goldstein M, Graziani F, Madianos P, Molina A, Nart J, Salvi GE, Sanz-Martin I, Thoma D, Van Assche N, Vignoletti F. Management of the extraction socket and timing of implant placement: Consensus report and clinical recommendations of group 3 of the XV European Workshop in Periodontology. *J Clin Periodontol.* 2019 Jun;46 Suppl 2:183-194.
10. Bertl K, Kukla EB, Albugami R, Beck F, Gahleitner A, Stavropoulos A. Timeframe of socket cortication after tooth extraction: A retrospective radiographic study. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Jan;29(1):130-138.
11. Ahn JJ, Shin HI. Bone tissue formation in extraction sockets from sites with advanced periodontal disease: a histomorphometric study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 Nov-Dec;23(6):1133-8.
12. Lyu C, Shao Z, Zou D, Lu J. Ridge Alterations following Socket Preservation Using a Collagen Membrane in Dogs. *Biomed Res Int.* 2020 Mar 3;2020: 1487681.
13. Guarnieri R, Stefanelli L, De Angelis F, Mencio F, Pompa G, Di Carlo S. Extraction Socket Preservation Using Porcine-Derived Collagen Membrane Alone or Associated with Porcine-Derived Bone. Clinical Results of Randomized Controlled Study. *J Oral Maxillofac Res.* 2017 Sep 30;8(3):e5.
14. Chan H-L, Lin G-H, Fu J-H, Wang H-L. Alterations in bone quality after socket preservation with grafting materials: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(3):710-720.
15. Pelegri AA, da Costa CE, Correa ME, Marques JF Jr. Clinical and histomorphometric evaluation of extraction sockets treated with an autologous bone marrow graft. *Clin Oral Implants Res.* 2010 May;21(5):535-42.
16. De Risi V, Clementini M, Vittorini G, Mannocci A, De Sanctis M. Alveolar ridge preservation techniques: a systematic review and meta-analysis of histological and histomorphometrical data. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Jan;26(1):50-68.
17. Canellas JVDS, Ritto FG, Figueredo CMDS, Fischer RG, de Oliveira GP, Thole AA, Medeiros PJD. Histomorphometric evaluation of different grafting materials used for alveolar ridge preservation: a systematic review and network meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020 Jun;49(6):797-810.
18. Atieh MA, Alsabeeha NH, Payne AG, Ali S, Faggion CMJ, Esposito M. Interventions for replacing missing teeth: alveolar ridge preservation techniques for dental implant site development. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Apr 26;4(4):CD010176.
19. Iocca O, Farcomeni A, Pardinias Lopez S, Talib HS. Alveolar ridge preservation after tooth extraction: a Bayesian network meta-analysis of grafting materials efficacy on prevention of bone height and width reduction. *Journal of Clinical Periodontology* 2017;44(1):104-14.

20. Siawasch SAM, Yu J, Castro AB, Dhondt R, Teughels W, Temmerman A, Quirynen M. Autologous platelet concentrates in alveolar ridge preservation: A systematic review with meta-analyses. *Periodontol* 2000. 2025 Feb;97(1):104-130.

21. Temmerman A, Vandessel J, Castro A, et al. The use of leucocyte and platelet-rich fibrin in socket management and ridge preservation: a split-mouth, randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2016;43(11):990-999.

22. Landsberg CJ. Socket seal surgery combined with immediate implant placement: a novel approach for single-tooth replacement. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1997 Apr;17(2):140-9.

23. Araújo MG, Lindhe J. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 2009 Jun;20(6):545-9.

24. Siu TL, Dukka H, Saleh MHA, Tattan M, Dib Z, Ravidà A, Greenwell H, Wang HL, Araújo MG. Flap versus flapless alveolar ridge preservation: A clinical and histological single-blinded, randomized controlled trial. *J Periodontol*. 2023 Feb;94(2):184-192.

25. Aladmawy MA, Natto ZS, Steffensen B, Levi P, Cheung W, Finkelman M, Ogata Y, Hur Y. A Comparison between Primary and Secondary Flap Coverage in Ridge Preservation Procedures: A Pilot Randomized Controlled Clinical Trial. *Biomed Res Int*. 2019 Aug 20;2019:7679319.

26. Mardas N, Trullenque-Eriksson A, MacBeth N, Petrie A, Donos N. Does ridge preservation following tooth extraction improve implant treatment outcomes: a systematic review: Group 4: Therapeutic concepts & methods. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Sep;26 Suppl 11:180-201.

27. Zhao L, Hu W, Liu Y, Chung KH. Evaluation of implant placement following ridge preservation in periodontally compromised molar extraction sockets: Three-year results of a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2022 Jul;33(7):735-744.

28. Mardas N, Trullenque-Eriksson A, MacBeth N, Petrie A, Donos N. Does ridge preservation following tooth extraction improve implant treatment outcomes: a systematic review: Group 4: Therapeutic concepts & methods. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Sep;26 Suppl 11:180-201.



לייזר הדיודה האולטימטיבי!

BioLase מבית **epicX**
Gentle Laser Dentistry

המדריך הצמוד שלך למגוון פרוצדורות, עם תוכנת הדרכה אינטואיטיבית ונוחה

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")

לטיפול במגוון מחלות
בחלל הפה:

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



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!

שתלים אצל מטופלים מתבגרים, מתן פתרון עם מחשבה קדימה

תקציר:

שיקום חסר שיניים באמצעות שתלים דנטליים הוא הליך נפוץ, אך הוא מציב אתגרים משמעותיים בטיפול במתבגרים צעירים (מתחת לגיל 25) עקב תהליך גדילת השלד והתפתחות דנטו-אלבולרית. בניגוד לשיניים טבעיות, שתלים דנטליים מתפקדים כיחידות אנקילוטיות ואינם משתתפים בבקיעה ובנדידה המתמדת של המשן הסמוך מצב זה עלול להוביל לאי-התאמות מרחביות לאורך זמן, לרבות אינפרא-אוקלוזיה (Infra-occlusion) מגעים פרוקסימליים פתוחים, ומיקום לקוי ביחס לקשת השיניים.

מאמר זה סוקר את דפוסי הגדילה של המקסי-לה והמנדיבולה ומנתח את הסיכונים הספצי-פיים הכרוכים בהחדרת שתלים באזורים שונים בלסתות. המקסילה הקדמית מזוהה כאזור המאתגר ביותר, שבו גדילה ורטיקלית עלולה לגרום לאינפרא-אוקלוזיה משמעותית ולפגיעה אסתטית. לעומת זאת, המנדיבולה הקדמית מפגינה יציבות טרנסברסלית בגיל מוקדם יותר. באזורים אחוריים, הסיבוך העיקרי לטווח ארוך הוא אובדן מגעים סגריים (אוקלוזליים) ופרוקסימליים עקב נדידה מזיאלית (Mesial drift) טבעית של השיניים.

מוצגים שני תיאורי מקרה של מתבגרים עם חסר שיניים מולד (תסמונת DASS ואוליגודונטיה) כדי להמחיש תכנון טיפול מורכב. במקרים מורכ-בים אלו, שבהם פתרונות נשלפים נכשלו או נדחו, נבחר טיפול באמצעות שתלים במטרה לשחזר תפקוד ואסתטיקה על אף גילו של המתבגרים. המחברים מסיקים כי בעוד שההעדפה היא לדחות את ההשתלה עד לסיום הגדילה, השתלה מוקדמת מהווה "סיכון מחושב" לגיטימי עבור מתבגרים עם חסר שיניים נרחב.

ניהול מוצלח דורש צפי של שינויים עתידיים, שימוש בעיצובים פרוטטיים סגמנטליים (מפוצלים), ויידוע המתבגרים כי השחזור הפרוטטי כמעט בוודאות ידרוש החלפה או התאמה עם המשך הגדילה הקרניופציאלית.

מבוא – שתלים במתבגרים

שיקום שיניים חסרות באמצעות שתלים הוא אחד הטיפולים הנפוצים ברפואת שיניים. עם זאת, השימוש בשתלים אצל מטופלים צעירים (עד גיל 25) מוגבל ומעורר חשש. אצל מתבגרים צעירים לא רק פרוגנוזת השתל עצמו צריכה להיות לנגד עינינו, אלא השינויים הטבעיים שאתר ההשתלה עתיד לעבור עם השנים, במיוחד בהיבטי גדילה והתפתחות של עצמות הפנים. שינויים אלו עשויים להיות מכריעים ולהשפיע על ההצלחה של השיקום לאורך זמן. שתלים דנטליים אינם עוקבים אחר תזוזת השיניים מהיותם אנקילוטטים בעצם. במצב שבו קיימת גדילה מתמשכת של הלסתות, בקיעה ותזוזה של השיניים צפוי לגרום לשינוי במיקום השתל בשלושה ממדים, ביחס לשיניים הסמוכות ולשיניים בלסת הנגדית. במשן הטבעי תהליך העיצוב מחדש (Remodeling) של המקסילה ושל הלסת התחתונה מפוצה על ידי נדידה אופקית ואנכית של השיניים על מנת לשמור על מגעים וסגר תקין בין שתי הלסתות¹. באזורי שיניים ששוקמו עם שתלים אין את הפיצוי הבין לסתי ומכאן נובעים הפערים². עם זאת במצבים כמו Oligodontia, Anodontia ומחלות סיסטמיות אחרות המובילות לחסר נרחב של שיניים, שיקום על שתלים יכול להיות האופציה הטיפו-לית היחידה עבור מטופלים מתבגרים לעומת אופציה של שיקום נשלף.

ד"ר אלדד שרון*,
ד"ר עינת ורון שחר*,
ד"ר בוק מרימסקי*

* היחידה לשיקום הפה, המחלקה לכירורגיית פה ולסת, הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים, המרכז הרפואי לגליל, נהריה, ישראל.

Dr.eldadsharon@gmail.com



תמונה 2: מקרה א', צילום פנורמי בקבלתו

ח' סובל מאז ילדותו מקושי פונקציונלי ואסתטי ניכר, לצד המגבלה החברתית המהותית והמגבילת לות הפסיכולוגיות המשמעותיות המלוות את המתרפא ומשפחתו. כדי לתת מענה ראשוני שיקומי מהיר, הוחלט לתת בשלב ראשון תותבת שלמה בלסת העליונה. בלסת התחתונה תח"ק נתמכת שיניים #34-43 ותח"ל המשלים את השיניים האחוריות (תמונה מספר 3). המטרה בשיקום המעבר היא להמתין עם מיקום אפשרי של שתלים לפחות עד גיל 20. המטופל הצליח להסתגל למצב החדש בלסת התחתונה אך בלסת העליונה חווה קשיי הסתגלות וסירב להשתמש בתותבת. מתוך הרצון לספק פתרון ללסת העליונה נשקלה האפשרות לתת שיקום קבוע נתמך שתלים כבר בשלב זה.



תמונה 3: תמונה 3: לאחר מסירת תותבת שלמה עליונה ותותבת חלקית תחתונה עם גשר מעבר #43-34

מקרה ב'

ע' בת 15, פנתה לטיפול אורתודנטי והופנתה למחלקה לשיקום הפה לקביעת תוכנית טיפול כוללת. תלונה עיקרית, "קשה לי לאכול אבל בעיקר מתביישת לחייך".

בסקירה זו ננסה להבין מה צפויים להיות השינויים בעמדת השתל באזורים שונים בלסתות אצל מטופלים מתבגרים ומה רמת הסיכון המתלווה לטיפול במטופלים אלו בהתחשב בחלופות. במאמר זה נציג שני מקרים עם חוסר שיניים מולד ונדון בתוכנית טיפול אפשרית.

מקרה א'

ח', בן 16 בקבלתו, פנה למחלקה לשיקום הפה לאחר מספר שנות טיפול במסגרת חיצונית. המטופל מביע תסכול מהמענה שקיבל עד היום "מתי יהיו לי שיניים, כבר לא מאמין". מאובחן עם תסמונת Dental Anomalies and Short Stature (DASS). הגנוטיפ הוא הומוזיגוט למוטציה בגן LTBP3, הפנוטיפ מתאפיין בקומה נמוכה, מומים לבביים ופגיעה בהתפתחות השיניים. ההסתמנות הדנטלית היא חסר חלקי של המשנן (Oligodontia), בקיעה חלקית של שיניים, שינויים מורפולוגיים ובעיות בהתפתחות שכבת האמייל, מופע המזכיר במאפייניו הקליניים ביטוי דומה ל Amelogenesis Imperfecta והרס של המשנן הקבוע החל מרגע הבקיעה^{4,3}. בתמונה הקלינית והרנטגנית (תמונות מספר 2,1) אפשר להבחין בשאריות שורשים בלסת עליונה, לאחר התערבות אנדודונטלית וללא פוטנציאל בקיעה. בלסת תחתונה קיימות שיניים #34-43 עם כותרות קליניות קצרות. שיניים #32-41 עברו re-vascularization, שיניים #44-45 כולאות וקיימים שאריות שורשים של שאר השיניים.



תמונה 1: מקרה א', צילום בקבלתו

דפוס גדילה והתפתחות עצמות הלסת הפנים

התפתחות עצמות הלסת מתרחשת מהלידה, דרך תקופת הילדות וההתבגרות ומלווה בפרצי גדילה המלווים תהליכי התבגרות אחרים בגוף. נהוג היה להתייחס לגדילת עצמות הפנים כתהליך עם סוף מוגדר, בדומה לצמיחה לגובה או התארכות כף הרגל. היום ברור שתפיסה זו מוטעית. הגדילה מורכבת ושונה בין פרטים ובין אתרים שונים באותו פרט. כמו כן עיתוי וקצב הגדילה שונה בין הלסתות באותו פרט¹.

מקסילה:

דפוס הגדילה הייחודי של המקסילה משלב צמיחה אנכית והתרחבות רוחבית. המקסילה גדלה קדימה ולמטה בתנועת העתקה על-ידי שתי מגמות עיקריות. הראשונה באמצעות התרחבות אזור החיבור של הלסת לשאר עצמות הגולגולת; גדילת ארובות העניים, חלל האף והסינוסים. כיוון הגדילה השני מתרחש בהרחבת המקסילה, באמצעות התרחבות ה-mid palatal suture, בעיקר בחלקה האחורי ומעט בקדמת המקסילה². נוסף על גדילת עצמות הפנים והלסת, ישנה כל העת בנייה נוספת של העצם הדנטו-אלוואולרית בעיקר כתוצאה מתזוזת המשנן הקבוע לאורך השנים, לצד בקיעה קומפנסטורית ביחסי הגומלין עם הלסת הנגדית⁶.

מנדיבולה: המנדיבולה עוברת תהליך דומה של גדילה לרוחב קדימה ולמטה לאורך שנות ההתבגרות. התרחבות המנדיבולה מתחלקת לאזור הקדמי בין הניבים ולאזור האחורי ממלתעות אחורה. באזור שבין הניבים הגדילה לרוחב מסתיימת מוקדם, עוד במהלך העשור הראשון לחיים ובמהלכה נסגר ה-mandibular symphysis - נקודת החיבור בין שני חצאי המנדיבולה. הגדילה לרוחב באזורים אחוריים מתרחשת לאורך זמן ארוך יותר. בשאר אזורים המנדיבולה מתרחשת גדילה ורטיקלית שמקורה בהתארכות הקונדיל כלפי מעלה ואחורה.

המטופלת סובלת מ-Oligodontia, איבדה לאורך השנים את שן #36, וכיום נראית בקיעת יתר קלה של סקסטנט 3 בעקבות חוסר השיניים בלסת התחתונה. היא מעוניינת בשיקום קבוע ושוללת פתרון נשלף לכל פרק זמן.

בצילום הקליני והרנטגני (תמונות מספר 5,4) אפשר להבחין בחסר שיניים, מורפולוגיה אנומלית של המשנן הקיים המאפיינת מקרי Oligodontia, חוסר רציפות של הקשתות וחוסר מוחלט של שיניים בסקסטנט 4 המלווה בבקיעת יתר של המשנן הנגדי.



תמונה 4: מקרה ב' בקבלתה



תמונה 5: צילום פנורמי בקבלתה, חסר שיניים #17,15,12,22,25,37,36,35,34,32,42,44,45,47

בעוד הלסת העליונה והאזורים עם המשנן החלקי בלסת התחתונה מאפשרים מתן פתרון אסתטי וסגירת רווחים על ידי שחזורים אדהזיזים בשילוב אורתודונטיה, אזור החסר משמאל למטה, לא מאפשר שיקום קבוע נתמך שיניים מכל סוג, וגם כאן נבחן את האפשרות לשיקום קבוע נתמך שתלים.

מקסילה קדמית

המקסילה הקדמית היא האזור המאתגר ביותר כאשר שוקלים מיקום שתלים אצל מתבגרים. זהו גם האזור שבו ניכרים השינויים המשמעותיים ביותר בצמיחת עצמות הלסת שעלולים להוביל לשינוי במראה. לאחר התקנת שתל, השינויים יבואו לידי ביטוי במיקום השתל יחסית לשיניים סמוכות, וכתוצאה מכך לשינוי במיקום קו החניכיים החופשיות שימשיך לעקוב אחר מיקום השתל ויחמיר את הבעיה.

במישור הוורטיקלי (אוקלוזו-גיניבל) קצב בקיעת המשנן באזור המקסילה הקדמית יכול להגיע עד כ-0.5-1.0 מ"מ בשנה בשיא קצב הצמיחה ולהמשיך באופן איטי יותר של כ-0.1-0.2 מ"מ בשנה בגילי 20-30, כך ששתל הממוקם בתחילת גיל העשרה יכול להגיע לפער ורטיקלי של כ-3-4 מ"מ עד לבגרות¹¹. שתלים בעמדה של לטרליות וניבים הראו יותר אינפרא-אוקלוזיה יחסית לצנטרליות, 0.5 ± 1.0 מ"מ ו- 0.3 ± 0.5 מ"מ בהתאמה. קצב תנועת השן החותכת הממוצע היה 0.05 מ"מ/שנה¹². השינוי הוורטיקלי יכול להופיע גם אצל אנשים בוגרים (40-55). במעקב עד 9 שנים הפער הוורטיקלי היה בין $0.12-1.86$ מ"מ ובממוצע 0.67 מ"מ לאורך כל תקופת המעקב⁵.

במישור הבוקו-פלטי השתל יהיה בעמדה פלטית או בוקאלית כתלות בדפוס גדילת הפנים ותנועת הפיזיו של המשנן הקדמי ביחס ללסת תחתונה. מעקבים ארוכי טווח אצל מתבגרים ומבוגרים צעירים הראו הבדלים של כ-0.5 ± 0.8 מ"מ, המגיעים עד פער של כ-1.5 מ"מ לאורך תקופת ההתבגרות¹³.

במישור המזיו-דיסטלי ההבדלים לטווח ארוך זניחים וכמעט שלא רואים תנועה בכיוון מזיו-דיסטלי באזור הפרה-מקסילה¹³.

מקסילה אחורית

השיקום באזור המקסילה האחורית מציב אתגר רב-ממדי מורכב, הנובע מדפוס הגדילה הייחודי של המקסילה המשלב צמיחה אנכית והתרחבות רוחבית.

הגדילה במישור הסגיטלי (Ant-Post) מתרחשת עם העתקה לאחור של הרמוס – חשיפת החלק הקדמי שלו, תוך פינוי מקום לבקיעת הטוחנות השנייה והשלישית, ובנייה מחדש בחלקו האחורי. השפעה נוספת על מיקום המנדיבולה נובעת מגדילת העצם הטמ' פורלית אליה מתחבר הקונדיל בחלקה התחתון ליצירת מראה של התארכות ואף רוטציה של הלסת התחתונה². הרוטציה של המנדיבולה עשויה להיות משמעותית בפרטים עם דפוס פנים ארוך (דוליכוצפלי) או קצר (ברכיציפלי)⁶. על כל אלה יש להוסיף את התפתחות הרכס הדנטו-אלוואולרי עם בקיעת המשנן הקבוע והמשך בקיעת השיניים לאורך השנים בצורה קומפנסטורית עקב שחיקה ופיצוי על גדילת הלסתות ועצמות הפנים.

תהליך הגדילה בגוף מסתיים לערך בגיל 17 אצל נשים ומעט מאוחר יותר אצל גברים – בגיל 19, אך גדילת הלסתות עוד ממשיכה בשנים שלאחר מכן; לפי עדויות מסוימות אפילו עד העשור החמישי לחיים⁵. תהליכי הגדילה הללו איטיים וקשה לעקוב אחריהם באופן יום-יומי. אפשר לראות המחשה טובה לקיומם במצב של שן נשירה over retained (ללא שן מחליפה קבועה) ובמיוחד במצבים שבהם השן הנשירה איבדה את רקמת ה-PDL שלה ועברה אנקילוזת לעצם, בעוד שאר השיניים ממשיכות לנוע במקביל לשינויים ברכס הדנטו-אלוואולרי. השן האנקילוטית תישאר בתת סגר ותאבד את המגעים הסגריים עם המשנן הנגדי^{7,8}. ביטויים נוספים לתהליך הגדילה יכולים לכלול גם בקיעת יתר של המשנן הנגדי, הטיה של שיניים סמוכות לאזור השן האנקילוטית והבדלים בגובה אוקלוזו-גיניבל של הרקמה הרכה בין השיניים הקבועות הסמוכות לנשירה^{10,9}.

השינויים בלסתות באיזורים השונים

השינויים בלסת העליונה והתחתונה נבדלים זה מזה בין האזור הקדמי לאחורי, לכן בכל אזור יש להתייחס לשינויים שיבואו לידי ביטוי בשלושת הממדים בצורה שונה.

השינויים המהותיים הצפויים יתבטאו בתת סגר של יחידות השיקום נתמכות השתל לעומת המשנן הטבעי כך שהפרש הגבהים יהיה בולט יותר ככל שנתקדם לאזור הפרה-מקסילה²⁰.

שאר ההבדלים פחות דרמטיים, ועל אף שצפויים להתרחש, לרוב ניתנים לגישור באמצעות תיקון או החלפת יחידות השיקום הקיימות.

מנדיבולה קדמית

הגדילה לרוחב ולגובה באזור שבין הניבים מסתיימת מוקדם, עוד במהלך העשור הראשון לחיים, במהלכה נסגר ה-mandibular-symphysis. לכן אזור זה נחשב יציב רוחבית ו'בטוח' כבר בגיל צעיר מאוד, בסביבות גיל שש⁸.

למרות היציבות הרוחבית, שתל באזור הקדמי עלול לעבור שקיעה יחסית אם קיים דפוס רוטציה אחורי של המנדיבולה, מכיוון שהמנשך נפתח קדמית והשיניים הסמוכות מבצעות תגובת בקיעה מפצה¹¹.

מחקרים השוואתיים הדגימו כי שיעור האינציפרא-אוקלוזיה ('שקיעת שתל') באזור זה הוא המינימלי ביותר; בעוד שבמקסילה הקידמית יכולים להמדד פערים של יותר ממילימטר אחד, במנדיבולה הקדמית השינוי הוורטיקלי ארוך הטווח נותר לרוב זניח קלינית ובטווח של פחות מ-0.5 מ"מ. לכן זהו אזור שבו אפשר לשקול ביצוע שתלים בגיל צעיר ביותר ביטחון (לפני גיל 18)¹⁴.

עם זאת, האתגר השיקומי המרכזי באזור זה אינו נובע מאובדן גובה, אלא מתהליכי אדפיציה פיזיולוגיים מתמשכים במישור ההורי-זונטלי, ובפרט מתופעת הצפיפות המאוחרת של החותכות התחתונות.

במישור הורטיקלי (אוקלוזו-גינג'יבלי), מחקרי אורך שנעשו על מתבגרים, הדגימו כי עקב הצמיחה המואצת של הרכס הדנטו-אלוואולרי כלפי מטה, נוצרת אינפרא-אוקלוזיה חמורה שבה השיניים הסמוכות ממשיכות לבקוע בעוד השתל נותר מקובע. הפערים הוורטיקליים הממוצעים נעים בין 1.5 מ"מ ל-2.5 מ"מ בתוך שנים ספורות¹⁴. כמו כן עלולה להתרחש חדירה של קצה השתל לרצפת האף ולסינוס המקסילרי עם התפשטות חללים אלה כלפי מטה. אצל מבוגרים צעירים מעל גיל 20 רוב הגדילה הסקלטלית הסתיימה, והשינוי שנותר הוא בקיעה פסיבית שנועדה לפצות על שחיקת שיניים. ולכן הסיכוי לפער משמעותי של יותר מ-1 מ"מ הוא נמוך מאוד – מתחת ל-5%¹⁵⁻¹⁷.

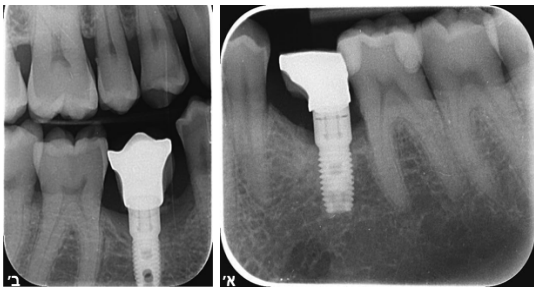
במישור ההוריזונטלי (בוקו-פלטלי), גדילת המקסילה מתאפיינת בהתרחבות כלפי חוץ ובגדילה קדימה. במצב של מיקום שתלים בגיל מוקדם באזור זה השתל עלול להימצא עם הזמן במיקום יחסי פלטלי מדי ביחס לקשת השיניים המתרחבת, כך שיוביל לפער בוקו-פלטלי ונטייה לסגר צלבי באזור המשוקם².

במישור המזיו-דיסטלי, הבעיה הדומיננטית, הרלוונטית למתבגרים וגם למבוגרים צעירים, היא אובדן המגעים הפרוקסימליים עקב הנטייה הטבעית של הטוחנות לנדידה מזיאלית (Mesial Drift). השתל אינו משתתף בתנועה זו, ולכן נוצרים מרווחים בין השתל לשיניים הסמוכות. סקירות סיסטמטיות מצביעות על שכוחות גבוהה במיוחד של תופעה זו במקסי-לה האחורית, הנעה בין 34% ל-66% מהמקרים, ובממוצע כ-50% מהמטופלים יחוו פתיחת מגע ודחיסת מזון בטווח של עשור^{18,19}.

השינויים באזור האחורי של המקסילה מינוריים לעומת אלה שהוצגו בנוגע לחלקה הקדמי של המקסילה.

בניית עצם בצד הבוקאלי וספיגת עצם בצד הלינגואלי. שתל שאינו עוקב אחר שינוי מבנה זה יכול לעבור תזוזה לינגואלית יחסית, במיוחד בשנים של גדילה מואצת.

הסיבוך השכיח ביותר באזור זה, הרלוונטי גם למטופלים בוגרים, הוא פתיחת המגעים הפרוקסימליים. בעקבות הנדידה המזיאלית הטבעית של השיניים, נוצר מרווח בין השתל הסטטי לשיניים הסמוכות; סקירות סיסטמיות ומחקרים קליניים מצביעים על שכיחות דרמטית של תופעה זו, הנעה בין 43% ל-52% מהמקרים בטווח של 5 עד 10 שנים לאחר השיקום, ממצא המחייב תחזוקה מתמדת והתאמה של גובה כותרות השיניים למניעת דחיסת מזון ודלקת מקומית (תמונה מס' 6)^{19,18}.



תמונה 6: דוגמה ב' ל-mesial drift ופתיחת מרווח מזיאלית לשתל, בשני הצילומים (6 א', ב') ניכר גם תת הסגר שהשתל נמצא בו ביחס לשאר המשנן

המגמות הללו, יחד עם התרחבות חלקה האחורי של המנדיבולה, תגרומנה לכך ששתל שימוקם באזור זה טרם סיום הגדילה עלול להימצא בתוך כמה שנים בתת סגר, רווח מהשן המזיאלית לו, ואף יכול להציג מיקום שונה לעמדה לינגואלית ביחס לשיניים הסמוכות לו.

מכיוון שהשתל הדנטלי מתפקד כיחידה אנקיר לוטית שאינה משתתפת בתהליכי הנדידה הטבעיים של השיניים, נוצרת עם השנים דיס-הרמוניה מבנית בינו לבין השיניים הסמוכות²¹. תוצאה קלינית נפוצה של פער זה היא פגיעה אסתטית שבה השיקום על השתל נראה כשן היחידה "הישרה" בקשת שאינה סדורה, או לחלופין היווצרות מרווחים דיסטליים עקב נדידת השיניים הסמוכות הרחק מהשתל המקובע¹⁷.

מנדיבולה אחורית

השיקום באזור המנדיבולה האחורית מציב אתגר, הנובע משילוב של גדילה ורטיקלית, דפוסי רוטציה של הלסת, בנייה וספיגה של עצם לרוחב הרכס ו-Mesial Drift⁶.

במחקרים על מתבגרים שקיבלו שתלים טרם סיום הגדילה, אפשר להבחין שכתוצאה מתהליך הגדילה הוורטיקלית, קיים סיכון גבוה לאינפרא-אוקלוזיה של השיקום, כאשר הפער הוורטיקלי הממוצע שנמדד בין המשטח הסגרי של השתל לשיניים הסמוכות עומד על כ-1.0 מ"מ עד 1.5 מ"מ¹⁴. מעבר לממד הוורטיקלי, Fudalej et al²² הראו כי דפוס הגדילה הסיבובי של המנדיבולה, (לרוב רוטציה קדמית) גורם לשינוי הדרגתי בציר האורך והטיה לינגואלית של השיניים הטבעיות, בעוד השתל נותר בזווית המקורית, ובכך יוביל לאי-התאמה במנח המזיו-דיסטלי לאורך זמן. שתל שמוקם בזווית נכונה בגיל 15, עלול להימצא בזווית לא נכונה ביחס לשיניים הסמוכות בגיל 20, מה שיוצר 'מדרגה' ומרווחים שלעיתים קשה לסגור פרותטית.

נוסף על כך, הגדילה באזורים אחוריים מתרחשת גם על ידי Remodeling הכולל

אזור	שינוי במימד BL	שינוי במימד OG (ורטיקאלי)	שינוי במימד MD
מקסילה קדמית	תופעה	בקיעה רציפה של חותכות וניבים	תזוזת משנן מזיאלית, לא שכיח
	ביטוי	תת סגר של השתל ושינוי בקו החניכיים, הפרעה אסתטית משמעותית	צפיפות באזור קדמי. שינוי מינורי לרוב
מקסילה אחורית	תופעה	התרחבות רוחבית של קשת הלסת	Mesial drift של טוחנות
	ביטוי	מיקום P של השתל, פחות שכיח	פתיחת מרווחים עם שיניים סמוכות
מנדיבולה קדמית	תופעה	הגדילה מסתיימת בגיל צעיר	בגיל מבוגר - צפיפות של חותכות תחתונות
	ביטוי	לרוב תהיה יציבות במיקום השתל	השתל יראה 'ישר מדי' ביחס לרוטציות השיניים
מנדיבולה אחורית	תופעה	שינוי בציר אורך השיניים כתוצאה מרוטציית המנדיבולה	Mesial drift משמעותי של הטוחנות
	ביטוי	השתל עשוי להראות מוטה ביחס לשיניים סמוכות	פתיחת מרווחים עם שיניים סמוכות- שכיח

טבלה 1: - סיכום התופעות המתרחשות בכל אחד מאזורי הלסתות והביטויים הקליניים הצפויים לשתלים

מקרה א' - דיון

בעוד שבתותבת החלקית בלסת תחתונה המטופל הצליח להשתמש, הרי שגם לאחר תקופת ניסיון של כמה שבועות המטופל לא הסתגל לנוכחות התותבת העליונה, וכלל לא היה מוכן להשתמש בה. פתרון, אפילו זמני, של תותבת שלמה ללסת העליונה נשלל על הסף מבחינתו. המוצא האחרון לטיפול בלסת עליונה הוא שיקום על-גבי שתלים.

ישנם כמה שיקולים שיש להתחשב בהם בעת תכנון מיקום שתלים בלסת עליונה במקרה זה: ברמה התוך קשתית - יש צורך בעקירות מרובות של שאריות שורשים. עקירות אלה מפחיתות וייתכן שאף מבטלות את השינוי הצפוי שייגרם מבקיעת המשנן ושינוי עמדת העצם האלוואולרית עם הגדילה.

ברמה הבין קשתית - למרות הרקע הסיסטמי של תסמונת DASS שעשויה להשפיע וייתכן גם לעצור את תהליך גדילת המטופל, ייתכן ודפוס גדילת המנדיבולה שילווה ברוטציה קדמית או אחורית עשוי להוביל למצב שבו יהיה מנשך פתוח קדמי או אחורי לאחר כמה שנים. מצב שידרוש החלפה או התאמה של השיקום באחת הלסתות או שתיהן.

בהינתן המשך שינוי סקלטלי בלסת העליונה, לא נראה שנכון לבצע שיקום ביחידה אחת לכל הלסת העליונה. העדפה לפצל את השיקום לפי אזורים (פרה מקסילה וגשר אחורי בכל צד), היא העדיפה מתוך הבנה שמרווחים פרוקסימאליים יכולים להיווצר בעתיד בין האזור הקדמי לאחורי עם שינויים בין האזורים בכל שלושת הממדים.

המטופלת לקראת תום תקופת הגדילה המואצת ולא צפויה לעבור עוד שינויים ניכרים בגודל הפנים.

מיקום השתלים בצד שמאל למטה הוא אפשרי אבל צפויים שינויים. ברמת הקשת, תנועת mesial drift של המשנ הנותר משמאל למטה, יחד עם פוטנציאל התרחבות המנדיבולה, עלולים להביא למצב של פתיחת מרווח בין השיקום נתמך השתלים למשנ הגובל בו מזיאלית.

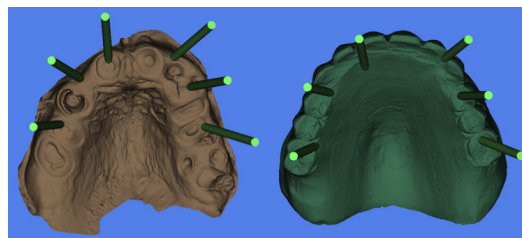
ברמה הבין קשתית, המשך רוטציה של הלסת התחתונה ושינוי הרכס הדנטו-אלוואולרי יכול להוביל לפתיחת מרווח סגרי בין המשנ העליון לשתלים בלסת התחתונה. יש צורך במעקב רציף לוודא שיש מגעים בין המשנ העליון לשיקום התחתון אחרת - אנו עלולים לראות המשך בקיעה איטית של המשנ העליון.

תוכנית הטיפול כוללת מיקום זוג שתלים, בעמדות #35-36 עם קנטיליבר בעמדה #34, שאפשר יהיה לשנות את גודלו בעתיד בקלות יחסית בעת החלפת השיקום בבוא היום.

דיון

חסר שיניים אצל מטופלים צעירים מהווה אתגר רב-ממדי, המתבטא בקשיים תפקודיים (כגון לעיסה), השלכות חברתיות, דימוי עצמי ירוד והימנעות מחיוך חופשי. במקרים רבים, שתלים דנטליים מהווים את האפשרות הטיפולית היחידה למטופלים אלה. עם זאת, קיים חשש מהיווצרות אינפרא-אוקלוזיה, סטייה משמעותית מקשת השיניים ופגיעה אסתטית, ולכן ההמלצה המקובלת היא לדחות את מיקום השתלים עד לסיום הגדילה הסקלטלית, לרוב עד אמצע שנות העשרים. אומנם עיקר תשומת הלב מופנית לאזור האסתטי בלסת העליונה, אך הספרות מצביעה על אתגרים דומים גם באזורים אחרים של הלסתות. החשש מסיבוכים עתידיים, העלולים לדרוש פתרונות מורכבים ויקרים, מוביל

תכנון מיקום השתלים צריך להביא בחשבון החלפה של השיקום בעתיד שיפצה על השינויים שהתרחשו. מכאן מיקום השתלים צריך להתבצע במרווחים שיאפשרו גמישות והעמדת שיניים חדשה שתוכל להתאים למיקום השתלים הקיימים (תמונה 7). קשה לנבא את פרוגנוזת הטיפול שנים קדימה, אך במקרה קיצון כזה לא קיימות חלופות טיפול אחרות פרט לשיקום על שתלים שיכול לשפר משמעותית את איכות חייו של ח' בגיל ההתבגרות. חשוב ליידע את המטופל ומשפחתו שהטיפול לא מסתיים גם עם התקנת השתלים והוא יחייב החלפה עתידית של השיקום ותחזוקה קפדנית לצורך מעקב אחר שינויים שיתרחשו עם המשך הגדילה.



תמונה 7: תכנון מיקום שתלים על-בסיס העמדת השיניים בתותבת

מקרה ב' - דיון

ע' מבקשת פתרון אסתטי ופונקציונלי, ושוללת לגמרי שיקום נשלף חלקי בלסת תחתונה. טיפול אורתודונטי בשילוב הגדלת השיניים הקיימות על ידי שחזורים אדהזיבים בהחלט יכול לתת מענה לאזור הקדמי העליון והתחתון, אך הבעיה העיקרית שנותרה היא שיקום המשנ החסר באזור השמאלי התחתון. ללא פתרון לאזור החסר, אנו צפויים לראות המשך בבקיעת היתר של המשנ העליון משמאל והטיה נוספת של מישור הסגר שיובילו גם לבעיה אסתטית בצד שמאל שידרוש פתרון מורכב בעתיד. על כן מיקום שתלים הוא הפתרון היחיד לשיקום קבוע באזור זה.

לרוב, השיקול האסתטי באזורים אלו פחות משמעותי, ואפשר להחליף את יחידות השיקום בעתיד.

חרף ההמלצה להמתין לגיל מבוגר יותר, קיימים מצבים שבהם יש לשקול שתלים בגיל צעיר, בעיקר במקרים של חסר שיניים נרחב (Anodontia (Oligodontia). במצבים אלו, ניהול הסיכונים מחייב גישה של 'סיכון מחושב', כאשר הסיכון לאינפרא-אוקלוזיה ולשינויי עמדה של השתלים נשקל מול הפגיעה באיכות החיים הנגרמת מחוסר שיקום או משיקום נשלף. לעיתים, הבחירה בשיקום קבוע כבר בילדות מוצדקת, במיוחד כאשר לא צפויים שינויים משמעותיים בעצם הדנטו-אלוואולרית, או כאשר המטופל אינו צפוי לגדול עוד. במקרים מסוימים, השתלים נועדו לתמוך בשיקום נשלף בלבד, ומיקומם המדויק פחות קריטי אסתטית.

בכל מקרה, תכנון השיקום צריך להביא בחשבון את השינויים העתידיים הצפויים. חשוב ליידע את המטופל לגבי ההשלכות האפשריות של כל תוכנית טיפול, להמליץ על האפשרות הטובה ביותר, ולעיתים אף להותיר את הבחירה בידי. יש להבהיר כי בסבירות גבוהה, במיוחד כאשר השתלים ממוקמים בגיל צעיר, יהיה צורך להחליף את יחידות השיקום בעתיד, ובמקרים קיצוניים אף להסיר את השתל לטובת שיקום חדש. שתל דנטלי אינו פתרון קבוע לכל החיים, ויש להביא בחשבון את השינויים המתמידים המתרחשים בפה. המעקב הוא קריטי כדי לזהות את המגמה ולמנוע שינויים ברמת השיניים ולהתערב במהירות, כמו בקיעה עקב תת סגר של השיקום על השתלים. השאלה היא לא אם נחליף את השיקום אלא מתי.

לעדיפות לפתרונות שמרניים זמניים, כגון שיקום נשלף או פתרון קבוע זעיר ופולשני, עד לסיום הגדילה המשמעותית.

באזור הפרה-מקסילה, תועדו שינויים משמעותיים במיקום השתלים ביחס למשנן הטבעי לאורך ההתבגרות ואף לאחריה. מחקרים ארוכי טווח (14–20 שנים)¹³ מצביעים על שינויים ורטיקליים בכ-100% מהמקרים, כאשר ב-30% בלבד הפער עלה על 1 מ"מ. שביעות הרצון מהשיקום הייתה גבוהה 88%, כאשר השינוי הוורטיקלי היה קטן מ-1 מ"מ, ו-78% כאשר השינוי היה מעל 1 מ"מ. מפתיע לראות כי גם כאשר נמדדו פערים משמעותיים, רוב המטופלים היו שבעי רצון מהשיקום. מרבית התלונות התרכזו במראה ובצבע הכתר, ולא במיקומו היחסי לשיניים הסמוכות. ביצוע השתלה בגיל מאוחר יותר (סוף העשור השני) מפחית את היקף השינוי הצפוי, בהשקפה וואה להשתלה בגיל צעיר (12–14). לפיכך, יש לשקול בכל מקרה לגופו האם התועלת שבשתל עולה על הסיכון באזורים קדמיים ייתכן שנעדיף פתרון שמרני כגון resin bonded bridge או טיפול אורתודונטי לסגירת הרווח, עקב הפרוגנוזה הטובה לטווח ארוך עם מינימום סיבוכים.

גם חסר שיניים חלקי באזורים אחוריים מושפע מתהליכי הגדילה, אך לא תמיד מהווה בעיה אסתטית או תפקודית. במקרים אלו, יש לשקול את נחיצות הטיפול בשלב מוקדם, כאשר לעיתים אפשר להסתפק בשיניים נשירות שנתרו (ללא שן קבועה מחליפה) למשך שנים רבות²³.

אם יש צורך בטיפול לשמירת מקום או מסיבות אסתטיות, אפשר לשקול שתל, תוך מודעות לשינויים הצפויים: אינפרא-אוקלוזיה, פתיחת מרווח מזיאלי (mesial drift), ושינוי בזווית או בעמדה של השתל ביחס לשיניים סמוכות.

References

1. Op Heij DG, Opdebeeck H, van Steenberghe D et al. Age as compromising factor for implant insertion. *Periodontol* 2000. 2003; 33: 172-84.
2. Carmichael RP, Sándor GK. Dental implants, growth of the jaws, and determination of skeletal maturity. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2008 Mar;16(1): 1-9.
3. Hadid Y, Daher Z, Mahroum M et al. Identification of a novel *Itbp3* gene pathogenic variant in druze arab patients presented with syndromic short stature with brachyolmia and amelogenesis imperfecta. *Harefuah*. 2023 Jun; 162(6): 352-358.
4. Intarak N, Theerapanon T, Thaweessaphithak S et al. Genotype-phenotype correlation and expansion of orodontal anomalies in *LTBP3*-related disorders. *Mol Genet Genomics*. 2019 Jun; 294(3): 773-787.
5. Bernard JP, Schatz JP, Christou P et al. Long-term vertical changes of the anterior maxillary teeth adjacent to single implants in young and mature adults. A retrospective study. *J Clin Periodontol*. 2004 Nov; 31(11): 1024-8.
6. Heij DG, Opdebeeck H, van Steenberghe D et al. Facial development, continuous tooth eruption, and mesial drift as compromising factors for implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Nov-Dec; 21(6): 867-78.
7. Klinge A, Tranaeus S, Becktor J et al. The risk for infraposition of dental implants and ankylosed teeth in the anterior maxilla related to craniofacial growth, a systematic review. *Acta Odontol Scand*. 2021 Jan; 79(1): 59-68.
8. Singer SL, Henry PJ, Liddelow G et al. Long-term follow-up of implant treatment for oligodontia in an actively growing individual: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2012 Nov; 108(5): 279-85.
9. Bohner L, Hanisch M, Kleinheinz J et al. Dental implants in growing patients: a systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2019 Jun; 57(5): 397-406.
10. Mijiritsky E, Badran M, Kleinman S et al. Continuous tooth eruption adjacent to single-implant restorations in the anterior maxilla: aetiology, mechanism and outcomes - A review of the literature. *Int Dent J*. 2020 Jun; 70(3): 155-160.
11. Winitzky N, Olgart K, Jemt T et al. A retro-prospective long-term follow-up of Brånemark single implants in the anterior maxilla in young adults. Part 1: Clinical and radiographic parameters. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018 Dec; 20(6): 937-944.
12. Thilander B, Odman J, Lekholm U. Orthodontic aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10-year follow-up study. *Eur J Orthod*. 2001 Dec; 23(6): 715-31.
13. Winitzky N, Naimi-Akbar A, Nedelcu R et al. 3-D tooth movement adjacent to single anterior implants and esthetic outcome. A 14- to 20-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Nov; 32(11): 1328-1340.
14. Thilander B, Odman J, Gröndahl K et al. Osseointegrated implants in adolescents. An alternative in replacing missing teeth? *Eur J Orthod*. 1994 Apr; 16(2): 84-95.
15. Pang NS, Kan JY, Rungcharassaeng K et al. Proximal contact loss of single-implant restorations in the posterior area of dental arch. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011; 26: 125-131.
16. Jo DW, Kwon MJ, Kim JH et al. Evaluation of adjacent tooth displacement in the posterior implant restoration with proximal contact loss by superimposition of digital models. *J Adv Prosthodont*. 2019 Apr; 11(2): 88-94.
17. Thilander B. Orthodontic space closure versus implant placement in subjects with missing teeth. *J Oral Rehabil*. 2008 Jan; 35 Suppl 1: 64-71.
18. Koori H, Morimoto K, Tsukiyama Y et al. Statistical analysis of the diachronic loss of interproximal contact between fixed implant prostheses and adjacent teeth. *Int J Prosthodont*. 2010 Nov-Dec; 23(6): 535-40.
19. Greenstein G, Carpentieri J, Cavallaro J. Open contacts adjacent to dental implant restorations: Etiology, incidence, consequences, and correction. *J Am Dent Assoc*. 2016 Jan; 147(1): 28-34.
20. Pietrovovski Y, Goldberg M, Houry-Haddad Y et al. Correlation Between the Tragus-Incisor Distance and Interocclusal Rest Distance. *Int J Prosthodont*. 2022 Nov-Dec; 35(6): 724-729.
21. Odman J, Gröndahl K, Lekholm U et al. The effect of osseointegrated implants on the dento-alveolar development. A clinical and radiographic study in growing pigs. *Eur J Orthod*. 1991 Aug; 13(4): 279-86.
22. Fudalej P, Kokich VG, Leroux B. Determining the cessation of vertical growth of the craniofacial structures to facilitate placement of single-tooth implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Apr; 131(4 Suppl): S59-67.
23. Naishlos S, Chaushu L, Ghelfan O et al. Primary Teeth Supported Fixed Prosthesis-A Predictable Treatment Alternative. *Children (Basel)*. 2022 May 30; 9(6): 804.

טיפול דנטלי בילדה עם תסמונת קינדלר: תיאור מקרה

תקציר:

רקע: תסמונת קינדלר היא מחלה נדירה המוערת בתורשה אוטוזומלית רצסיבית, הנגרמת ממוטציות בגן FERMT1. המחלה מתאפיינת בשבריריות העור, רגישות לאור, שלפוחיות ברירות וביטויים אוראליים חמורים.

תיאור מקרה: מקרה זה מתאר ילדה בת 3 שנים ו-10 חודשים עם תסמונת קינדלר, אשר הופנתה בשל כאבי שיניים, דימום חניכיים ונפיחות בפנים. הממצאים הקליניים כללו רירית אוראלית שברירית, הפחתה בכמות החניכיים הקרטיניזטיבית, עששת חמורה של הגיל הרך, פריודונטיטיס כביטוי למחלה סיסטמית והיפופליזיה של האמייל בנבטי הטוחנות הקבועות הראשונות. בשל מצבה הסיסטמי, גילה הצעיר ושיתוף הפעולה הנמוך, הטיפול הדנטלי המקיף בוצע בהרדמה כללית, תוך התאמות ייעודיות למניעת טראומה לריריות.

מסקנה: ילדים עם תסמונת קינדלר זקוקים לניהול דנטלי זהיר במיוחד. יישום פרוטוקולים מניעתיים מותאמים, שימוש בטכניקות קליניות ייחודיות ושיתוף פעולה רב-תחומי הם חיוניים לשמירה על בריאות הפה ולהפחתת הסיכון לטראומה במהלך טיפול שיניים.

מבוא

Inherited Epidermolysis bullosa (EB), היא קבוצה של מחלות גנטיות נדירות, זוהי מחלה רב מערכתית הנגרמת כתוצאה ממוטציה בגנים המקודדים את חלבוני ה-basement membrane המחברים בינה לבין ה-epidermis. היא מחולקת

ד"ר ח'ולוד פאהום**,
ד"ר עופרה בכר**,
ד"ר מרוות ח'ורי עבסאון**

* היחידה לרפואת שיניים לילדים, המחלקה לכירורגיית פה ולסת, הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים, המרכז הרפואי לגליל, נהריה, ישראל.

** הפקולטה לרפואה ע"ש עזריאלי, אוניברסיטת בר-אילן, צפת

לארבעה סוגים עיקריים: EB simplex, Junctional EB, Dystrophic EB, Kindler EB (KEB), תדירות הופעת הביטויים וחומרתם תלויים בסוג ותת סוג המחלה:¹

ביטויים קליניים כלליים:

המחלה מתבטאת בעיקר בשבירות מכנית של העור והופעת שלפוחיות ובולות, שיכולות להחמיר בהזעה ובאקלים חם ולהוביל לארוזיות לאחר טראומה או באופן ספונטני.² נוסף על כך, המחלה יכולה להתבטא בהיעדר ציפורניים, התקרחות, הצטלקות העור, עיוות והתעבות של כפות הידיים והרגליים ופיגמנטציה על העור-³ (mottled pigmentation).

מחלה זו עלולה לערב את דרכי הנשימה העליונות על ידי היווצרות של שלפוחיות בכל המבנים הטרכיאוא-לרינג'יאליים. הדבר מוביל להיווצרות בצקות ברקמות רכות, עיבוי והצטלקות של מיתרי הקול, סטרידור ודיספוניה.³ סיבוכים במערכת העיכול יכולים להתבטא בהיצריות בוושט העלולות לגרום לדיספאגיה⁴ ובעקבותיה לתת תזונה ואנמיה. ישנם חולים הסובלים מסיבוכים אוקולאריים ומלקויי ראייה בעקבות היווצרות שלפוחיות וארוזיות בקרנית.³

ביטויים אוראליים:

חולי EB מופיעים עם ביטויים אוראליים רבים:¹ היווצרות שלפוחיות בגדלים שונים בריריות הפה, משלפוחיות קטנות עד לבולות, כיבים וארוזיות. הנגעים גורמים לכאב, והחלמתם יכולה להתרחש בתוך כמה שבועות עד חודשים ואפילו שנים, עם או ללא הצטלקות.

הבנת ביטויי המחלה היא חיונית, ועל הצוות להיות מודע לאמצעי הזהירות המתאימים עבור חולה EB, ולהכין אותו כנדרש על מנת לספק טיפול אופטימלי עם סבל מועט ככל האפשר.

תיאור מקרה:

בפנינו מקרה לילדה בת 3 ו-10 חודשים, ממשפחה ממוצא דרוזי, שהתקבלה במחלקת הפדודונטיה במרכז הרפואי לגליל, הגיעה עם תלונה על כאבי שיניים מעירים משינה, היסטוריה של נפיחות פנים דו-צדדית וכאבים ודימום בעיקר בזמן הצחצוח ולפעמים באופן ספונטני.

הילדה מאובחנת עם Kindler Epidermolysis Bullosa, ללא טיפול תרופתי קבוע, פרט לשימוש בחומרים משמנים לקילופים בעור. לא ידועות רגישויות. התפתחות פיזית, פסיכומטורית וקוגניטיבית תקינה. נמצאת במעקב אצל רופא עור בתדירות חצי שנתית, וידוע שהסב מצד האם ובני הדודים מצד האב סובלים מאותה המחלה.

סובלת מהיווצרות שלפוחיות ספונטניות על גבי העור אשר מנוקזות על ידי אמה באמצעות מחט סטרילית עם החלמה איטית בדרך כלל. עור יבש ופיגמנטציה סביב העיניים - mottled pigmentation (תמונה מס' 1).

עיניה רגישות ועלולות להיפצע בקלות, מקבלת טיפול פליאטיבי על ידי טיפות עיניים. המחלה מתבטאת אצלה בעיקר מקילוף ושלפוחיות בעור, ורגישות גבוהה לשמש עד כדי היווצרות כוויות (photosensitivity). בעקבות זאת אינה יכולה להיחשף לשמש (תמונה מס' 2). הרגלי היגיינה אורלית לקויים, אשר הצחצוח אינו סדיר, הילדה חוששת מהדימום מהחניכיים ומתנגדת לעזרה, האם לרוב משגיחה. ההורים מפחדים לצחצח לה כדי לא לגרום לה כאב.

הילדה סובלת מקשיי בליעה (דיספאגיה) עקב היצריות בוושט, אוכלת רגיל אך בזהירות רבה עם ביסים קטנים ומעדיפה מאכלים רכים. חשופה לתזונה קריוגנית בתדירות גבוהה.

מצב זה מביא לקושי בצחצוח שיניים ובאכילה. נוסף על כך, אפשר לראות הפחתה או היעדר מוחלט של רקמה מקורנת בחניכיים⁶, הצטברות רובד, פריודונטיטיס⁷ וג'ינג'יביטיס⁸. אפשר גם לראות אנקילוגלוסיה משנית להצטלקויות⁹, ו-Squamous cell carcinoma אוראלי במקרים החמורים¹⁰. ברקמות הקשות ניתן למצוא היפופלזיה בדרגות חומרה שונות⁵. חלק מהחולים נמצא בסיכון גבוה לעששת כתוצאה מן הדברים הבאים: כלכלה רכה, פתיחת פה מוגבלת והתכ-ווצות האצבעות הגורמת לקושי בשמירה על היגיינה אוראלית¹¹.

KEB היא מחלה אוטוזומית רצסיבית, נגרמת בעקבות מוטציה בגן FERMT1¹². זוהי מחלה סיסטמית בעלת השפעה משמעותית על הפריודונטיום ועל אובדן תאחיזה פריודונטלי¹³. הביטויים האוראליים השכיחים הם: פריודונטיטיס, המאופיינת ב- early onset והתקדמות מהירה¹, ג'ינג'יביטיס, desquamative gingivitis, כיבים אינטר-אוראליים, ארוזיות של הרקמות הפרי-אוראליות¹⁴, ריריות שבריריות המתקלפות בקלות בעת מגע¹⁵, חניכיים עם אזורים נקרוטיים פסאודו-ממברנוטיים¹⁶, אובליטרציה של הוסטי בולום, מיקרוסטומיה¹⁷ והגבלה בפתיחת פה עקב הצטלקות של הריריות והקומיסורות¹⁸.

חולי EB מוגדרים כבעלי צרכים מיוחדים¹⁹, והם נמצאים בסיכון מוגבר למחלות אוראליות²⁰. טיפול דנטלי בחולי EB דורש גישה מיוחדת, בעיקר כשביטויי המחלה הם חמורים. במקרים אלו גם הפרוצדורות הפשוטות ביותר, כמו בדיקה אוראלית, מסובכות יותר בגלל הגישה המוגבלת, אי נוחות, או פחד מהתפתחות שלפוחיות משניות למניפולציה של הרקמה הרכה¹. נוסף על כך, במקרים אלו השמירה על ההיגיינה האוראלית נמוכה עוד יותר, ומכאן הצורך בטיפול לים עולה. לנוכח זה, ובהתחשב בקושי בשיתוף הפעולה עם ילדים צעירים עם צרכים מיוחדים, הטיפול בילדים עם EB הוא קשה במיוחד.

לאור מצבה הבריאותי, גילה הצעיר וחוסר בשיתוף פעולה, ריבוי מוקדי העששת ומורכבות הטיפול, הוחלט על טיפול שיניים בהרדמה כללית.

צילומים קליניים פרה-אופרטיביים מיום ההרדמה הכללית:



תמונה 3: צד שמאל



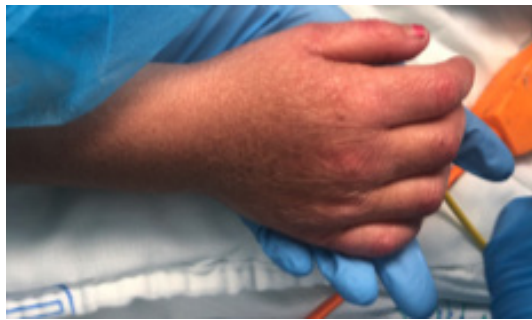
תמונה 4: צד ימין



תמונה 5: אוקלזאלי תחתון



תמונה 1: פיגמנטציה סביב העיניים



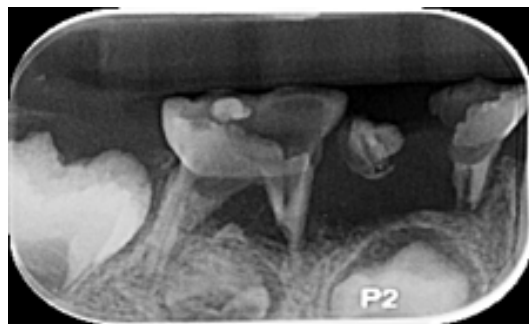
תמונה 2: כוויה של עור של היד בעקבות החשיפה לשמש

בדיקה אינטרה אוראלית (תמונה מס' 3-10):

- רקמות רכות וקשות: רירית הפה שבירה ועלולה להתקלף בקלות במגע, הפחתה של רקמה מקורנת בחניכיים, עם אודם ונפיחות, gingival index דרגה 3¹², sinus tract בצד בוקאלי של שן #84, מספר רב של מוקדי עששת בשיניים, מחלה פריודנטלית ופגם התפתחותי באמייל של נבטי הטוחנות הראשורנות הקבועות המתבטא בחוסר חומר שן-היפורפליזיה כתוצאה ממחלת הרקע שיש לה.
- היגינה אוראלית: לקויה, הצטברות רובה על כל משטחי השיניים.



תמונה 9: צילום PA שן 75



תמונה 10: צילום PA שיניים 85 + 84

1. פגיעה פוטנציאלית בדרכי הנשימה- סיכון לחסימת דרכי הנשימה בזמן האינטובציה עקב התפתחות שלפוחיות באורופרינקסס²².
2. כאב פוסט-אופרטיבי ממושך יותר.
3. אפשרות של אשפוז, ובכך חשיפה לזיהומים הנרכשים בבית חולים.

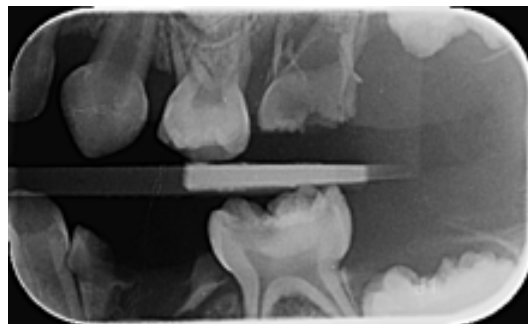
בשל מחלת הרקע EB, טיפול דנטלי בהרדמה כללית דורש מספר מודיפיקציות לצמצום היווצרות שלפוחיות ופצעים (תמונה מס' 11-14):

- חדר טיפולים ממוזג וקריר¹.
- מיקום הילדה על מיטת הטיפולים טרום ההרדמה על ידי ההורים על מנת לצמצם פגיעה ברקמות¹.
- ריפוד מיטת הטיפול והעברת המטופלת למיטת ההתאוששת על ידי סדין²³.

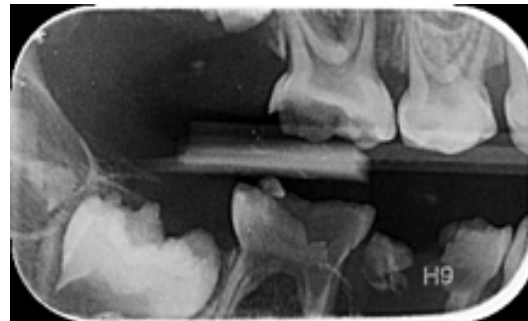


תמונה 6: אוקלוזאלי עליון

צילומים רנטגניים פרה-אופרטיביים מיום ההרדמה הכללית:

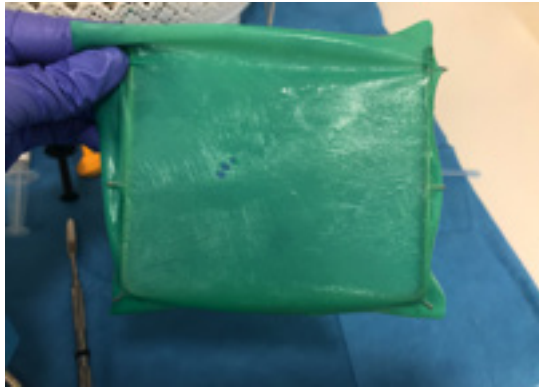


תמונה 7: צילום נשך שמאלי

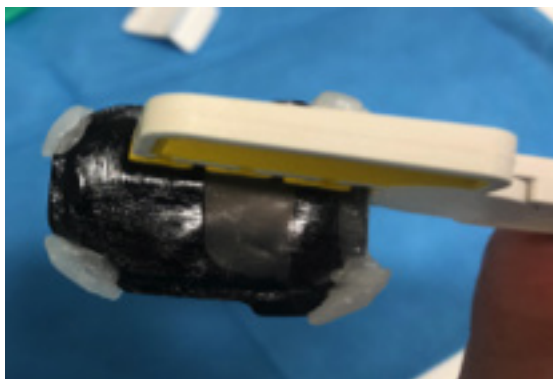


תמונה 8: צילום נשך ימני

יש לציין, כי טיפול בהרדמה כללית בחולי EB עלול להיות כרוך במספר השלכות¹:



תמונה 12: שימון הצד של הסכר גומי הפונה לרקמות



תמונה 13: שימוש בפלטת צילום קטנה, שימון המעטפה, וכיסוי הקצוות בשעווה רכה



תמונה 16: ריפוד היד והמיטה

- ריפוד כל אזור בגוף אשר עלול להיות מופעל עליו לחץ על ידי מכשירים כמו פאלס אוקיסמטר או שרוול לחץ דם¹.

- שימון הפנים וכל הכלים הבאים במגע ישיר עם הרקמות כמו - מסכת הנשמה, טובוס, סקשן, סכר גומי, כפפות, פק, צילומי רנטגן, וכו'¹.

- שימוש בפלטות צילום קטנות וכיסוי הקצוות בשעווה¹.

- ביצוע אינטובציה אוראלית שהיא פחות טראומטית לריריות מאשר אינטובציה נזאלית (בהנחיית רופא מרדים).

- מניעת מגע של הסקשן עם הרקמות הרכות²⁴ וצמצום השימוש בלחץ אוויר/מים¹.

- אלחוש מקומי בהזרקה איטית ולעומק הרקמה²⁵.

- הימנעות מתלישה של הרקמות לאחר עקירות, והחזרתן ככל האפשר למקום. אם הדבר לא אפשרי, יש לחתוך את הרקמה ולא לתלוש אותה¹.

- באופן כללי, הפעלת מינימום מגע ולחץ על הרקמות הרכות¹.

תמונות המדגימות את המודיפיקציות שנעשו בזמן ההרדמה:



תמונה 11: שימון מסיכת הפנים

במהלך ההרדמה בוצעה הסרת רובד על ידי קיורטה להפחתת פגיעה ברקמות וצורך בשימוש בסקשן, עקירות לשיניים האבודות, מספר שחזורים וכן טיפולי שורש וכתרים טרומיים לשיניים הנשירות.

בסיום ההרדמה, המטופלת הועברה להתאוששות והתקיימה שיחה עם ההורים שבה הוסבר על הטיפולים שבוצעו וניתנו הוראות פוסט-אופרטיביות.

הילדה נמצאת בסיכון גבוה לעששת, לפי כך הודגש הצורך בתוכנית מניעה קפדנית; בדיקה קלינית אחת לשלושה חודשים, רנטגנית אחת לשישה חודשים וחשיפה לפלואוריד טופיקלי מקצועי במרפאה אחת לשלושה חודשים²⁶.

בקשר למחלה הפריודונטלית הומלץ על חיטוי הפה פעמיים ביום למשך שבועיים, אחת ל-3 חודשים^{27,1}, באמצעות ג'ל או שטיפת פה של Chlorhexidine 0.12% ללא אלכוהול²⁸, ע"י טפיחות באמצעות פדי גזה, זאת על מנת לחטא את הפה, למנוע זיהומים ולזרז את ריפוי החניכיים. נוסף על כך, יש לעשות תחזוקה אחת ל-3 חודשים לצורך ניטור מצב פריודונטלי, הדרכה להיגיינה אוראלית, הסרת פלאק מכאנית באופן מקצועי. יש חשיבות גדולה לביצוע התחזוקות על מנת לשמור על יציבות פריודונטלית לטווח ארוך ולמנוע את התקדמות המחלה ואובדן שיניים.

ייעוץ אורתודונטי:

הומלץ לא להתערב כרגע בסגר הצלבי הקדמי, מהסיבות הבאות:

1. משנן נשיר- הסגר יכול להשתפר ספונטנית במשנן הקבוע ללא התערבות. במידה ויהיה צורך, מתערבים בגיל 7-8 שנים.

2. אובדן תאחיזה- לא מפעילים כוח אורתודונטי בסביבה דלקתית לא מאוזנת.

3. Management - קושי בביצוע תח"ל או שומר מקום בשל גילה הצעיר. סיכוי נמוך לקבל שיתוף פעולה טוב בגיל הזה.

חוסר שיניים בעקבות עקירות מרובות יכול להביא לפגיעה בתפקוד ובאסתטיקה ולאובדן מקום. ישנן כמה אפשרויות טיפול:

1. ללא טיפול- מעקב

2. תח"ל עליון ותחתון

3. Band and Loop על שן #75

הוחלט על מעקב מהסיבות הבאות:

1. בשל מחלת הרקע, האפיתל עלול להתקלף בעקבות מגע ממושך וחיכוך של מכשירים קבועים או נשלפים עם הרקמות, דבר אשר יחמיר את מצבה ויפגע באיכות חייה.

2. המטופלת סובלת ממחלת חניכיים פעילה והיגיינה אוראלית לקויה, ומכשור קבוע או נשלף יגרום לצבירת רובד והחמרה של מחלת החניכיים.

קושי בביצוע תח"ל או שומר מקום בשל גילה הצעיר של המטופלת ושיתוף הפעולה הנמוך

לכן, יידרש מעקב אורתודונטי עתידי עקב לקוי הסגר ועקירת מספר שיניים.

- חצי שנה לאחר הטיפול בהרדמה כללית (תמונה מס' 15-21):

הגיעה בליווי ההורים לבדיקת שיניים, ללא תלונות.

הערכת הרגלים: צחצוח שיניים פעמיים ביום על ידי האם, אך הצחצוח בדרך כלל קצר בשל חוסר סבלנות. תזונה - לעיתים, האב נותן לה לשתות קולה.

בדיקה קלינית ורנטגנית - בוצעו זוג צילומי נשך:

היגיינה אוראלית טובה יחסית, אך עדיין יש רובד בחלק הצווארי של השיניים, כנראה נמנעת מצחצוח אזורים אלו בגלל הכאב והדימום. ללא עדות לעששת משנית, בשן #75 עדיין קיימת הרחבת PDL בשורש המזיאלי, אך השן אסימפטומטית וללא סימנים קליניים לזיהום, לכן הוחלט על מעקב.



תמונה 17: סגר קדמי



תמונה 18: אוקלוזלי תחתון



תמונה 19: אוקלוזלי עליון

צילומים רנטגניים - 6 חודשים לאחר הטיפול בהרדמה כללית:

השיניים #51 ו-#61 עם ניידות פיזיולוגית שבהן אפשר לראות במעבר בין הכותרת לשורש אזור עם חוסר חומר שן - בבדיקה קלינית חשד לעששת צווארית תת חניכית, אך מכיוון שהנגע מבריק וקשה במישוש עם זונדה, סמוך לחניכיים, ובהתחשב במחלת הרקע שלה, הוחלט על טיפול שמרני באמצעות ורניש פלואוריד ומעקב.

הטיפול: הסרת רובד ע"י קיורטה + פומיס במברשת, מריחת ורניש פלואוריד Profluorid Varnish, Voco, 5% NaF (PPM F 22,600), מתן הוראות פוסט-אופרטיביות. התנהלה שיחה נוספת עם האב לצורך הסבר מעמיק יותר על חשיבות הרגלי התזונה והצחצוח באזור הצווארי. אם היא אינה מאפשרת אפשר לנסות לעבור עליו עם גזה עם משחת שיניים לילדים המכילה פלואוריד.

צילומים קליניים - 6 חודשים לאחר הטיפול בהרדמה כללית:



תמונה 15: סגר שמאל



תמונה 16: סגר ימין

אפשר היה להתרשם מניידות דרגה 2 בשן #51, ועל כן בוצע צילום PA קדמי. אפשר לראות אובדן תאחיזה בהתאמה למחלת החניכיים שלה וספיגת שורש פיזיולוגית, נגע רדילוצנטי צווארי המאשר את נוכחות העששת, ומכיוון שאין סימנים קליניים ורנטגניים נוספים הוחלט על מעקב.

שן #75 עם עדות רנטגנית לריפוי התהליך הדלקתי. שאר הטיפולים תקינים.



תמונה 20: צילום נשך שמאל



תמונה 22: צילום נשך שמאל



תמונה 21: צילום נשך ימין



תמונה 23: צילום נשך ימין

צילומים רנטגניים - שנה לאחר הטיפול בהרדמה כללית (תמונה מס' 22-25):

בדיקה קלינית ורנטגנית:

היגיינה אוראלית לא השתנתה מאז הביקור האחרון, שן #26 מתחילה לבקוע, ואפשר למשש את שן #16.

הנגעים בשיניים #51, #61 ללא שינוי קליני מאז הביקור האחרון, עדיין מבריקים וקשים ועל כן הוחלט על המשך המעקב וטיפול שמרני עם פלואוריד.

מצב החניכיים והמחלה הפריודונטלית: רקמת החניכיים וריריות הפה ממשיכות להיות שברי ריות ודקות עם אפיזודות של התקלפות ודימום, במיוחד בזמן הצחצוח. לפי המצב הקיים לאחר שנה של תחזוקה אפשר להתרשם מצילומי הרנטגן כי יש שליטה כללית במחלה הפריודונטלית.

המצב האורתודונטי: בשל העקירות המרובות וחוסר היכולת לשים שומרי מקום, צפוי אובדן מקום עבור השיניים הקבועות.

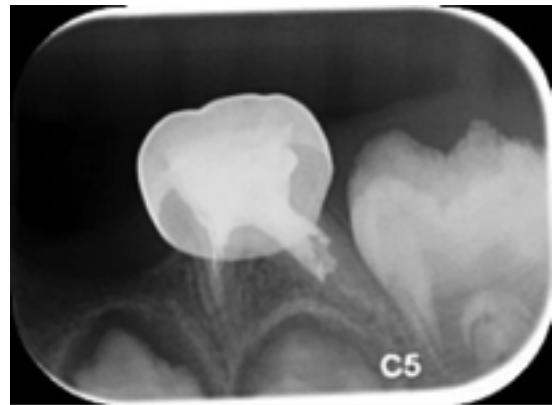
התנהגות הילדה: הילדה בעלת פוטנציאל לשיתוף פעולה. לאחר ההרדמה היה שיפור בהתנהגותה, והיא אפשרה טיפולים מניעתיים עם מעט הסתייגות, עברה מפרנקל 2 לפרנקל 3.

סיכום:

המקרה מדגים טיפול במטופלת בת 3 ו-10 חודשים עם צרכים מיוחדים בגלל מחלה סיסטמית מורכבת. KEB היא מחלה רב מערכתית קשה, והטיפול בה דורש ידע מקצועי. מחלתה יכולה לגרום למוגבלויות בביצוע פעולות יומיומיות, לתחזוקה עצמית או מגבלות משמעותיות בפעילות חיים בסיסית²⁹.

נוסף על כך, בשל גילה הצעיר וחוסר שיתוף הפעולה, היה צורך בטיפול תחת הרדמה כללית. לאור מחלתה, כללה ההרדמה מספר מודיפיקציות אשר הקשו מאוד על ביצוע הטיפולים.

הביטויים האוראליים של המחלה מובילים לרמת סיכון גבוהה לעששת, בנוסף לפגיעה חמורה באיכות חייה³⁰. טיפול בחולים אלו הוא מאתגר. הטיפול כולו צריך להתבצע בעדינות ובאמצעי זהירות רבים ללא הפעלת לחצים. חשוב לציין כי לעיתים, למרות נקיטת כל אמצעי הזהירות, שלפוחיות חדשות עלולות להופיע במהלך הטיפול¹.



תמונה 24: צילום PA לשן #75



תמונה 25: צילום פריאפקלי פרה-מקסילה

פרוגנוזה:

שרידות הטיפולים: גבוהה, עם עדות להצלחה קלינית ורנטגנית במהלך כל תקופת המעקבים.

שיפור בהיגיינה אוראלית: למרות שאינה אידיאלית, ישנו שיפור ניכר בהשוואה למפגש הראשון, ובעיקר נראה כי יש שיפור במוטיבציה של ההורים.

References

1. Hadid Y, Daher Z, Mahroum M, Shalata A, Nakhleh Francis Y, Shalata H, Broneshter Vinter R, Ziv M, Furman C, Ali V, Levitaz J, Shalata A. Identification of a novel LTBP3 gene pathogenic variant in Druze Arab patients presented with syndromic Short Stature with Brachyolmia and amelogenesis imperfecta. Harefuah. 2023 Jun;162(6):352-358. Hebrew. PMID: 37394436.
2. Morkmued S, Hemmerle J, Mathieu E, Laugel-Haushalter V, Dabovic B, Rifkin DB, Dollé P, Niederreither K, Bloch-Zupan A. Enamel and dental anomalies in latent-transforming growth factor beta-binding protein 3 mutant mice. Eur J Oral Sci. 2017 Feb;125(1):8-17. doi: 10.1111/eos.12328. PMID: 28084688; PMCID: PMC5260799.
3. Dugan SL, Temme RT, Olson RA, Mikhailov A, Law R, Mahmood H, Noor A, Vincent JB. New recessive truncating mutation in LTBP3 in a family with oligodontia, short stature, and mitral valve prolapse. Am J Med Genet A. 2015 Jun;167(6):1396-9. doi: 10.1002/ajmg.a.37049. Epub 2015 Apr 21. PMID: 25899461.
4. Huckert M, Stoetzel C, Morkmued S, Laugel-Haushalter V, Geoffroy V, Muller J, Clauss F, Prasad MK, Obry F, Raymond JL, Switala M, Alembik Y, Soskin S, Mathieu E, Hemmerlé J, Weickert JL, Dabovic BB, Rifkin DB, Dheedene A, Boudin E, Caluseriu O, Cholette MC, Mcleod R, Antequera R, Gellé MP, Coeuriot JL, Jacquelin LF, Bailleul-Forestier I, Manière MC, Van Hul W, Bertola D, Dollé P, Verloes A, Mortier G, Dollfus H, Bloch-Zupan A. Mutations in the latent TGF-beta binding protein 3 (LTBP3) gene cause brachyolmia with amelogenesis imperfecta. Hum Mol Genet. 2015 Jun 1;24(11):3038-49. doi: 10.1093/hmg/ddv053. Epub 2015 Feb 10. PMID: 25669657; PMCID: PMC4424950.
5. Noor A, Windpassinger C, Vitcu I, Orlic M, Rafiq MA, Khalid M, Malik MN, Ayub M, Alman B, Vincent JB. Oligodontia is caused by mutation in LTBP3, the gene encoding latent TGF-beta binding protein 3. Am J Hum Genet. 2009 Apr;84(4):519-23. doi: 10.1016/j.ajhg.2009.03.007. Epub 2009 Apr 2. PMID: 19344874; PMCID: PMC2667979.
6. Nouara F, Amalou G, Bouzidi A, Charif M, Charoute H, Lenaers G, El Arabi S, Bousfiha B, Barakat A. First characterization of LTBP3 variants in two Moroccan families with hypoplastic amelogenesis imperfecta. Arch Oral Biol. 2022 Oct;142:105518. doi: 10.1016/j.archoralbio.2022.105518. Epub 2022 Aug 6. PMID: 35998423.
7. Sabandal MM, Schäfer E. Amelogenesis imperfecta: review of diagnostic findings and treatment concepts. Odontology. 2016 Sep;104(3):245-56. doi: 10.1007/s10266-016-0266-1. Epub 2016 Aug 22. PMID: 27550338.
8. Flex E, Imperatore V, Carpentieri G, Bruselles A, Ciolfi A, Pizzi S, Tedesco MG, Rogaia D, Mencarelli A, Di Cara G, Verrotti A, Troiani S, Merla G, Tartaglia M, Prontera P. A Rare Case of Brachyolmia with Amelogenesis Imperfecta Caused by a New Pathogenic Splicing Variant in LTBP3. Genes (Basel). 2021 Sep 12;12(9):1406. doi: 10.3390/genes12091406. PMID: 34573388; PMCID: PMC8470690.
9. AlBagieh HN, Alomran LM, AlBishry FY, Aloraini TK, Almofarej NM, Alhamzah NH, Alqahtani MM. Partial Amelogenesis Imperfecta: A Report of a Rare Case. Cureus. 2024 Nov 17;16(11):e73856. doi: 10.7759/cureus.73856. PMID: 39583606; PMCID: PMC11585384.
10. <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/12/2023/04/ConsiderationsForRegEndo.AsOfNov2022-4.pdf>.
11. Saltnes SS, Jensen JL, Sæves R, Nordgarden H, Geirdal AØ. Associations between ectodermal dysplasia, psychological distress and quality of life in a group of adults with oligodontia. Acta Odontol Scand. 2017 Nov;75(8):564-572. doi: 10.1080/00016357.2017.1357189. Epub 2017 Jul 28. PMID: 28754083.
12. Chebath-Taub D, Slutzky-Goldberg I. Regenerative Endodontic Procedures in Immature Teeth Affected by Regional Odontodysplasia. J Endod. 2024 Jul;50(7):1017-1021. doi: 10.1016/j.joen.2024.04.006. Epub 2024 Apr 14. PMID: 38626857.
13. Ahmed HM, Cohen S, Lévy G, Steier L, Bukiet F. Rubber dam application in endodontic practice: an update on critical educational and ethical dilemmas. Aust Dent J. 2014 Dec;59(4):457-63. doi: 10.1111/adj.12210. Epub 2014 Sep 30. PMID: 25091028.
14. Ahmed HM, Cohen S, Lévy G, Steier L, Bukiet F. Rubber dam application in endodontic practice: an update on critical educational and ethical dilemmas. Aust Dent J. 2014 Dec;59(4):457-63. doi: 10.1111/adj.12210. Epub 2014 Sep 30. PMID: 25091028.
15. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. J Clin Periodontol. 2005 Feb;32(2):212-8.
16. Elheeny AAH, Tony GE. Two-Dimensional Radiographs and Cone-beam Computed Tomography Assessment of Concentrated Growth Factor and Platelet-Rich Fibrin Scaffolds in Regenerative Endodontic Treatment of Immature Incisors with Periapical Radiolucency: A Randomized Clinical Trial. J Endod. 2024 Jun;50(6):792-806. doi: 10.1016/j.joen.2024.01.017. Epub 2024 Jan 27.
17. Vitali FC, Dos Reis-Prado AH, Santos PS, Zeno APP, de Riso PA, Maia LC, Benetti F, da Teixeira CDS. Pre-Operative Factors on Prognosis of Regenerative Endodontic Procedures: A

טיפול רגנרטיבי בשיניים נמקיות צעירות בקרב מטופלים עם תסמונת DASS

תקציר:

מטרה: תיאור של תוצאות טיפול אנדודונטי רגנרטיבי שבוצע בשני מטופלים עם תסמונת DASS - תסמונת גנטית נדירה הפוגעת בהתפתחות השיניים, וגורמת בין היתר לאמלוגנזיס אימפרפקטה.

שיטות: טיפול רגנרטיבי בחמש שיניים נמקיות, שלא סיימו התפתחותן אצל שני מטופלים שאובחנו עם DASS, לפי הפרוטוקול של האיגוד האמריקאי לאנדודונטיה. הטיפול בוצע בשתי ישיבות עם חבישה של מימת הסידן בין הישיבות. בישיבה השנייה עורר דימום מהרקמות הסב חודיות ולאחריו הונח על קריש הדם שנוצר חומר ביוקרמי ומעליו שחזור כותרתי. המעקב בוצע לתקופה של 12-15 חודשים.

תוצאות: בשני המקרים נצפה ריפוי של הנגעים הסב חודיים, השיניים היו אסימפטומטיות ובחלקן נראה המשך התפתחות של השורשים.

מסקנות: רגנרציה אנדודונטיה עשויה להוות חלופה יעילה לחיוד או עקירה בשיניים שלא סיימו את התפתחותן עקב נמק של מוך השן. הטיפול אפשר ריפוי אפיקלי, והמשך התפתחות של השורשים בשיניים שנפגעו כתוצאה מאמלוגנזיס אימפרפקטה.

מבוא

תסמונת DASS - Dental anomalies and Short Stature, הידועה גם בשם סינדרום ולוס-בורגיניון, היא תסמונת מערכתית נדירה שבה הגן Latent-transforming growth factor beta-

(LTBP-3) binding protein 3 עובר מוטציה. חלבון זה חיוני להתפתחות המבנה התקין של הפנים והגולגולת ולמינרליזציה תקינה באמצעות הפעלה של transforming growth factor-beta²¹ (TGF-β).

מוטציות ב-LTBP3 עלולות להשפיע על מערכות גוף שונות, ובכלל זה הלב וכלי הדם, לגרום לצניחה של המסתם הדו צניפי (mitral valve prolapse), לגרום לפגיעה בכליות ובלב³. התסמונת מתבטאת בדיספליזיה שלדית, גובה נמוך, וכן לשינוי בצפיפות ובמבנה העצם, כמו גם לאמלוגנזיס אימפרפקטה⁴. מחקר שנערך בעכברים בהם הגן ה-TGF-beta הושטק, במחקר נצפתה ירידה בפעילות האמייל, עיוותים במנח הפריזמות, הפרעה בתפקוד האמלובלסטים ועובי צמנטום מופחת². עד כה דווחו בעולם כמה עשרות מקרים בלבד, בעיקר בקרב משפחות דרוזיות בישראל וכן בקרב מתרפאים מפקיסטן, טורקיה, איחוד האמירויות ומרוקו^{1-3,7}.

האמייל בשיניים נפגע כתוצאה מאמלוגנזיס אימפרפקטה, והוא דק ובעל רמת מינרליזציה נמוכה, ולכן קיים סיכוי מוגבר לעששת⁶⁻⁸. דיסקולורציה של השיניים נובעת מפגמים באמייל⁹, ומוסיפה לדימוי העצמי הנמוך של המתרפאים.

מטרת המאמר להציג טיפול בשיניים שעברו נמק על רקע אמלוגנזיס אימפרפקטיה אצל מטופלים עם תסמונת DASS באמצעות רגנרציה אנדודונטלית.

דר עמר מישאל*,
דר עבדאללה פאהום*,
דר דניאל מורינוס**,
דר איריס סלוצקי גולדברג**

* היחידה לאנדודונטיה, המחלקה לכירורגיית פה ולסת, הקולג' לגליל למדעי רפואת השיניים, המרכז הרפואי לגליל, נהריה, ישראל.

** הפקולטה לרפואה ע"ש עזראלי, אוניברסיטת בר-אילן, צפת, ישראל.

מחברת לפניות והתכתבויות: דר' איריס סלוצקי גולדברג, דואר אלקטרוני dr.iris1@gmail.com

בצילומים הפריאפיקליים מספר שורשים שלא השלימו את התפתחותם. תעלות שורש רחבות ואפקסים פתוחים. שן 33 עששתית – ולשכת המוך פתוחה לחלל הפה (תמונה 2).



תמונה 2: צילום רנטגן אבחנתי המדגים חסר אמיל בכותרות השיניים, תעלות שורש רחבות, קירות דנטין דקים ומיפתח אפיקלי רחב.

המתרפאה התלוננה על רגישות בלעיסה על שן 35. שן 35 עברה אקסטרפציה בקהילה קודם לביקורה, וחלל הגישה היה פתוח לחלל הפה. שתי השיניים היו רגישות למישוש ולניקוש, ולא הגיבו לבדיקות הקור, ניידות פיסולוגית וללא sinus tract.

האבחנה של שן 33 הייתה נמק מוך ומורסה סב חודית חריפה, ובשן 35 - שן שהוחל בה טיפול ומורסה סב חודית חריפה. בגלל השורשים הקצרים והדקים והמיפתחים האפיקלים הרחבים (תמונה 2), הוחלט על ביצוע רגנרציה אנדודונטלית, עפ"י הפרוטוקול המקובל של האיגוד האמריקאי לאנדודונטיה לטיפול בשיניים צעירות נמקיות שלא סיימו את התפתחותן¹⁰.

מאחר והמטופלת הייתה חרדתית מאוד, הוחלט לבצע את הטיפולים תוך שימוש בסדציה נשאפת עם נייטרוס אוקסיד. לאחר הסבר להורים התקבלה הסכמה מדעת לביצוע הטיפולים.

תיאורי מקרה

מקרה מספר 1

מתרפאה בת 12 הופנתה למרפאת המתמחים באנדודונטיה במרכז הרפואי לגליל עקב נפיחות וסטיבולרית באזור המלתעה הראשונה התחתונה משמאל. היסטוריה רפואית – תסמונת DASS שכללה התפתחות מעוכבת ואמלוגנזיס אימפרפקטה היפופלסטית.



תמונה 1: מתרפאה בת 12 הסובלת מתסמונת DASS 1-2. חסר שיניים ניכר, אובדן גובה ורטיקלי, היגינה ירודה. השיניים צהובות וקצרות. בשיניים התחתונות האחוריות מודגמת אמלוגנזיס אימפרפקטה.

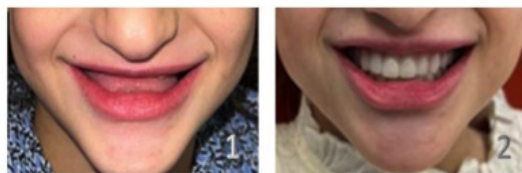
בבדיקת חלל הפה של המתרפאה מראה אופייני לתסמונת שכולל מספר רב של שיניים חסרות, היגינת פה ירודה, חניכיים מודלקים ושינויי צבע בכותרות השיניים. כותרות השיניים קצרות ובגוון צהבהב. (תמונה 1).

מעקבים בוצעו לאחר 7,4 ו-13 חודשים, במהלכם לא דווחו תסמינים, בתעלות נוצר גשר מסויד, והנגעים הסב חודיים עברו ריפוי, ונראה המשך התפתחות של השורשים עם התארכות השורשים ועיבוי קירות הדנטין. (תמונה 4) שתי השיניים לא הגיבו לבדיקת קור או בודק חיות אלקטרוני (EPT).



תמונה 4: צילום מעקב 13 חודשים לאחר סיום הרגרציה מדגים המשך התפתחות של השורשים, סגירה אפיקלית והתארכות של שורשי השיניים.

לאחר סיום הטיפולים האנדודונטליים המתרפאה עברה שיקום עם תותבת נסמכת שתלים שהחזירה למתרפאה פונקציה ואסתטיקה (תמונה 5).



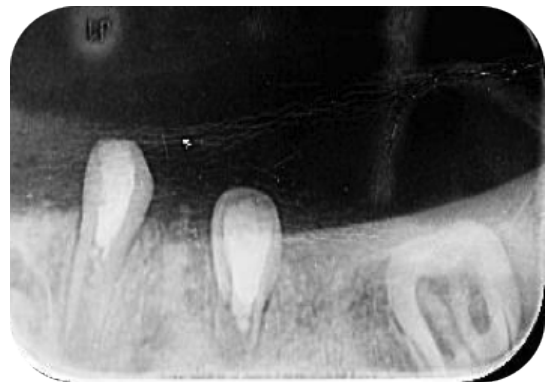
תמונה 5: השוואה בין המצב ההתחלתי של המתרפאה למועד קבלת התותבת.

פגישה ראשונה

לאחר ביצוע אלחוש מקומי עם לידוקאין 2% ואדרנלין 1:100000 הונח סכר גומי והוכן חלל גישה. הכנה ביומכנית כללה ניקוי מינימלי ושטיפות עם 20 מ"ל של נתון תת כלורי בריכוז 2%, ועם 17% EDTA, כשמחט השטיפה הגיעה עד למרחק של 1 מ"מ מהאפקס. התעלה מולאה במימת הסידן, וחלל הגישה נאטם זמנית עם Coltisol F (Coltene, Switzerland) Equia Forte-1 (GC, Japan)

פגישה שנייה

בוצעה ארבעה שבועות לאחר המפגש הראשון. תחת סדציה נשאפת, ובהתאם להנחיות האיגוד האמריקאי לאנדודונטיה¹⁰ בוצע אלחוש מקומי עם מפיווקאין 3% ללא אדרנלין. שטיפות של תעלת השורש נעשו עם 17% EDTA. לאחר מכן הוכנס פוצר מכופף הדסטרום מספר 40 מעבר למיפתח האפיקלי של התעלה לעירור דימום אפיקלי. לאחר שהתעלה התמלאה בדם וקריש הדם התייצב, הונחה ספוגית של קולגן (Zimmer), ומעליה חומר ביוקרמי מסוג TotalFill BC RRM עד מתחת לגובה הCEJ. חלל הגישה שוחזר ב- Equia Forte (GC, Japan) (תמונה 3).



תמונה 3: סיום הטיפול הרגרטיבי בשיניים 33 ו-35.



תמונה 7: צילום אוקלוזלי תחתון. מדגים שיניים עם היפופלזיה של האמייל.
שורשי שיניים 31, 32 ו-41 לא סיימו את התפתחותן ונגעים סב חודיים נצפים בהיקף השורשים.

לאחר קבלת הסכמה מדעת מהורי המטופל בוצעה רגנרציה אנדודונטלית בשתי ישיבות כפי שתואר לעיל ובהתאם להנחיות האיגוד האמריקאי לאנדודונטיה¹⁰ (תמונה 8).



תמונה 8: סיום הרגנרציה בשיניים 41, 32, 31. לאחר ערעור דימום לתוך תעלות השורש, הונחה בחלק הקורונלי ספוגית קולגן ומעליה חומר ביוקרמי. חללי הגישה שוחזרו ביונומר הזכוכית.

מקרה מספר 2

מתרפא בן 14 עם רקע רפואי מורכב שכלל DASS, אי ספיקה של המסתם האורטלי וצניחה של המסתם הדו צניפי, עם רגורגי טציה - הופנה לטיפול אנדודונטלי במחלקה. המתרפא סבל מדימוי עצמי נמוך ובעברו דווח על ניסיון אובדני. בבדיקה נמצא חוסר שיניים מרובות ואמלור גנזיס אימפרפקטה, האופייניים לתסמונת המדוברת (תמונה 6).



תמונה 6: מתרפא בן 14 הסובל מתסמונת DASS. בצילום חלל הפה מודגם חסר שיניים ניכר, ריבוי נגעי עששת, כותרות השיניים קצרות וצהובות. מקצת מהשיניים עם נגעים נרחבים שאינם מאפשרים שחזור של השיניים.

תוכנית השיקום כללה תותבת נסמכת על שתלים. כותרות השיניים והשורשים היו קצרים. בבדיקה, לשכות המוך של שיניים 31, 32, 41 חשופות לחלל הפה. השיניים לא היו רגישות לניקוש או מישוש, ללא נפיחות או סינוס טרקט, ניידות פיסיולוגית אך ללא תגובה לקור. בצילומים נגעים רדיולוצנטיים סב חודיים בשיניים 31 ו-32 (תמונה 7). האבחנה הייתה נמק מוך בשיניים 31-41 ודלקת סב חודית אסימפטומטית בשיניים 31 ו-32.

בשל המצב ההתפתחותי של השיניים והאורך הקצר של השורשים הוחלט להעדיף רגנרציה אנדודונטלית.

ביצוע רגנרציה אנדודונטלית הועדפה על פני חיוד, שהיה משאיר את השורשים קצרים ודקים, ועל כן גם חשופים יותר לשברים, בעוד שרגנרציה עשויה להוביל להמשך התפתחות של השורשים. קיים דיווח קודם על הצלחה של רגנרציה אנדודונטלית בשיניים עם פגיעה התפתחותית על רקע Regional odontodysplasia¹².

הקושי העיקרי בטיפול היה בידוד נאות עקב כותרות קצרות של השיניים. בידוד טוב חיוני להצלחה של הטיפול האנדודונטלי¹⁴. לצורך בידוד אפשר להיעזר בוויס מיוחדים לסכר גומי כמו (Fit® Rubberdam T – (Tiger), לאטום את המרווח בין הוו לשן ביונומר הזכוכית או בסכר גומי נוזלי.

טיפול הרגנרטיבי שלוש מטרות¹⁰:

המטרה הראשית היא היעלמות התסמינים וריפוי גרמי.

המטרה המשנית היא עיבוי והתארכות השורש. והמטרה השלישית היא תגובה חיובית לבדיקת קור או EPT.

המטרה הראשונה מושגת לרוב בתוך 6-12 חודשים וכוללת היעדר כאב, נפיחות או sinus tract, וריפוי רנטגני של סב החוד. ריפוי גרמי והיעלמות התסמינים נצפו ב-4 מתוך 5 השיניים. אפשר לייחס את אי הצלחה של הטיפול בשן 32. במקרה השני – בקושי הרב בהשגת בידוד במהלך הטיפול או בדלף כותרתי לאחר הטיפול.

התארכות והתעבות של השורשים הושגה ברוב השיניים, ואפשר לשער כי המשך מעקב יביא לתוצאות משופרות. אין ספק שבהשוואה לטיפול על ידי חיוד, פרוגנוזה השיניים המדוברות עדיפה בהיבט של עמידות השורשים לאורך זמן. החלופה של עקירה נחותה הן בהיבט הנפשי, והן בשל העובדה שלאחר העקירה, הרכס ממשיך להיספג, ועל כן שיקום עתידי הרבה יותר קשה¹⁵.

מעקבים בוצעו למשך 15 חודשים מסיום הטיפול לים. לאחר 15 חודשים ריפוי גרמי בשיניים 31 וב-41. בשן 32 נותר עדיין איזור רדיולוצנטי בסב חוד השורש (תמונה 4.3), וללא המשך התפתחות של השורש, על אף העובדה שהשן הייתה אסימפטומטית. המתרפא זומן להמשך מעקב.



תמונה 9: צילום מעקב שבוצע 15 חודשים לאחר סיום הרגנרציה מדגים ריפוי גרמי סביב שורשי שיניים 31 ו-41, ללא שינוי משמעותי באורכי השורשים או בעובי הקירות. כותרות השיניים שוחזרו מחדש עם חומר מרכב.

דיון

שני המקרים מציגים את יעילות הטיפול באמצעות רגנרציה אנדודונטלית בשיניים נמקיות שלא סיימו את התפתחותן, אצל מטופלים עם DASS הסובלים מאמלוגנזיס אימפרפקטה היפופלסטית. שילוב זה הוביל לפגיעה בדימוי העצמי של המתרפאים ולרתיעה מחיוך. מטרת הטיפולים הייתה שימור השיניים כבסיס לשימור ושיקום עתידי של השיניים עם תותבת נשלפת. טיפול זה עדיף על פני עקירות ותותבת מלאה, כפי שהוצע במקרים אחרים של אמלוגנזיס אימפרפקטה¹¹, במיוחד במת-רפאים עם דימוי עצמי נמוך.

עשוי להביא להצלחות טובות יותר מבחינת המשך התפתחות השורש בהשוואה לאובדן חיות עקב חבלה דנטלית. מאידך, לא ידועה ההשפעה של פגמים התפתחותיים ברקמות השן, כדוגמת אמלוגנזיס אימפרפקטה, כמו במקרים המתוארים לעיל. נוסף על כך, קובע המאמר כי גם לדלקת סב חודית השפעה שלילית על המשך התפתחות השורש, כמו שנצפתה במקרים המתוארים¹⁷.

לסיכום:

המקרים שהוצגו מדגימים את יעילות הטיפול האנדודונטי הרגנרטיבי לטיפול בשיניים צעירות שלא סיימו את התפתחותן, על רקע פגיעה עששתית עקב אמלוגנזיס אימפרפקטה. הצלחת הטיפולים הביאה לא רק לאפשרות לשקם את המשן בצורה טובה יותר, אלא גם לשיפור משמעותי בדימוי העצמי של המתרפאים (תמונה 5). אמלוגנזיס אימפרפקטה כשלעצמה נדירה פחות, ואפשרות טיפולית באמצעות רגנרציה אנדודונטלית צריכה להישקל אל מול חלופות אחרות במקרים אלו.

אף אחת מהשיניים לא חזרה להגיב לבדיקות קור או EPT. ממצאים אלו תואמים את ממצאי עבודה שמצאה חזרה של רגישות לבדיקות סנסיביליות רק בכמחצית מהשיניים שנבדקו לאחר רגנרציה אנדודונטית¹⁶.

לפי הנחיות האיגוד האמריקאי לאנדודונטיה מומלץ ביצוע אלחוש מקומי בישיבה השנייה עם מפיווקאין וללא אפינפרין, כדי לשפר את היכולת לעורר דימום במהלך הישיבה השנייה¹⁰.

השימוש בנתרן תת כלורי בריכוזים נמוכים כפי שהומלץ על ידי האיגוד האמריקאי לאנדודונטיה¹⁰ מיועד לשמור על חיות תאי הגזע, ושטיי פות ב-EDTA נועדו לאפשר שחרור של פקטורי גדילה מקירות הדנטין.

מטה אנליזה עדכנית קובעת כי קיימים מספר גורמים קדם טיפוליים שעשויים להשפיע על הצלחה של טיפול רגנרטיבי אנדודונטלי.

טיפול רגנרטיבי על רקע אובדן חיות עקב חריגים אנטומיים כדוגמת *dens invaginatus*



References

1. Allanore, Yannick, Robert Simms, Oliver Distler, et al. "Systemic Sclerosis." *Nature Reviews Disease Primers* 1(2015): 15002.
2. Almeida, Catarina, Isabel Almeida, and Cristina Vasconcelos. "Quality of Life in Systemic Sclerosis." *Autoimmunity Reviews* 14, no. 12 (2015): 1087-1096
3. Shah, Ami A., and Fredrick M. Wigley. "My Approach to the Treatment of Scleroderma." *Mayo Clinic Proceedings* 88, no. 4 (2013): 377-393.
4. Krieg, Thomas, and Koichi Takehara. "Skin Disease: A Cardinal Feature of Systemic Sclerosis." *Rheumatology (Oxford)* 48, suppl. 3 (2009): iii14-iii18.
5. Ioannidis, John P. A., Panayiotis G. Vlachoyiannopoulos, and Athanase B. Haidich, et al. "Mortality in Systemic Sclerosis: An International Meta-Analysis." *American Journal of Medicine* 118, no. 1 (2005): 2-10.
6. Jung, S., T. Martin, M. Schmittbuhl, and O. Huck. "The Spectrum of Orofacial Manifestations in Systemic Sclerosis: A Challenging Management." *Oral Diseases* 23, no. 4 (2017): 424-439.
7. Farronato, G., M. Manfredini, A. Mangano, et al. "Oral and Periodontal Manifestations in Systemic Sclerosis: A Review." *Oral Diseases* 27, no. 4 (2021): 772-785.
8. Veale, B. J., R. Y. Jablonski, T. M. Frech, and J. D. Pauling. "Orofacial Manifestations of Systemic Sclerosis." *British Dental Journal* 221, no. 6 (2016): 305-310.
9. Baron, M., T. Hudson, S. Tatibouet, et al. "Relationship Between Disease Characteristics and Orofacial Manifestations in Systemic Sclerosis." *Arthritis Care & Research (Hoboken)* 67, no. 5 (2015): 681-690.
10. Yuen, Henry K., Yashwant Weng, Debasish Bandyopadhyay, et al. "Effect of Mouth Stretching Exercises on Oral Aperture in Adults with Systemic Sclerosis." *Disability and Rehabilitation* 34, no. 1 (2012): 84-89.
11. Mayer, Yael, Rina Elimelech, and Alla Balbir-Gurman, et al. "Periodontal Condition of Patients with Autoimmune Diseases and the Effect of Anti-TNF- α Therapy." *Journal of Periodontology* 84, no. 2 (2013): 136-142.
12. Del Rosso, Antonietta, and Silvia Maddali-Bongi. "Oral Health in Patients with Systemic Sclerosis." *Rheumatology (Oxford)* 53 (2014): 1355-1356.
13. Reichart, Peter A., Ann-Marie Schmidt-Westhausen, Amporn Khongkhunthian, and Frauke P. Strietzel. "Dental Implants in Patients with Oral Mucosal Diseases—A Systematic Review." *Journal of Oral Rehabilitation* 43, no. 5 (2016): 388-399.
14. Allhendi FJ, Werth VP, Sollecito TP, Stoopler ET. Systemic sclerosis: Update for oral health care providers. *Spec Care Dentist*. 2020 Sep;40(5):418-430.
15. Jordan S, Maurer B, Toniolo M, Michel B, Distler O. Performance of the new ACR/EULAR classification criteria for systemic sclerosis in clinical practice. *Rheumatology*. 2015;54:1454-1458.
16. Jackowski, J., F. P. Strietzel, N. Hunzelmann, et al. "Dental Implants in Patients Suffering from Systemic Sclerosis: A Retrospective Analysis of Clinical Outcomes." *International Journal of Implant Dentistry* 7, no. 1 (2021): 118.
17. Mosaddad, S. A., N. Abdollahi Namamloo, R. Ghodsi, et al. "Oral Rehabilitation with Dental Implants in Patients with Systemic Sclerosis: A Systematic Review." *Immunity, Inflammation and Disease* 11, no. 3 (2023): e812
18. Ribeiro, C., M. A. Z. Figueiredo, K. Cherubini, et al. "Oral Rehabilitation in Patients with Systemic Sclerosis: Clinical Considerations and Case Report." *Special Care in Dentistry* 39, no. 4 (2019): 382-389.
19. Alantar, A., A. Cabane, and E. Hachulla, et al. "Recommendations for the Care of Oral Involvement in Patients with Systemic Sclerosis." *Arthritis Care & Research (Hoboken)* 63, no. 8 (2011): 1126-1133.



מבצע לזמן מוגבל!

PrimeScan ב-ליסינג מימוני



PrimeScan 2

מקדמה של 7,900 ₪
+ תשלום חודשי של 2,450 ₪ (X 36 חודשים)
או
מקדמה של 8,900 ₪
+ רכישה של 29 שתלי LANCE (X 50 חודשים)



דגם CONNECT לפטופ

מקדמה של 7,900 ₪ + תשלום חודשי של 2,280 ₪ (X 36 חודשים)
או מקדמה של 7,900 ₪ + רכישה של 25 שתלי LANCE (X 50 חודשים)



דגם AC עגלה

מקדמה של 7,900 ₪ + תשלום חודשי של 2,960 ₪ (X 36 חודשים)
או מקדמה של 17,900 ₪ + רכישה של 27 שתלי LANCE (X 50 חודשים)



50 שתלי LANCE Clear + 10 פני סריקה
+ 20 כיסויי מצלמה חד פעמיים
+ חוזה שירות לשנה

**בנוסף לכל
דגם בשווי
של 14,900 ₪**

המבצע תקף עד ה-31.7.26 או עד גמר המלאי, הראשון מביניהם | ט.ל.ח | המחירים אינם כוללים מע"מ

לפרטים נוספים צרו קשר עם סוכן המכירות
או עם משרדי דיבידנט בטלפון/וואטסאפ: 03-6353539

הערכת ההשפעות של מכשיר Carriere Motion ומכשיר Twin Block בתיקון ליקוי סגר מסוג II - מחקר רטרוספקטיבי

תקציר:

מחקר רטרוספקטיבי זה השווה טיפול אורתודונטי ללא עקירות לתיקון ליקוי סגר מסוג Class II באמצעות מכשיר Carriere לעומת מכשיר Twin Block (TB).

שיטות: המדגם כלל 38 מטופלים. צילומי צפלומטרי לטראליים לפני ואחרי הטיפול נותחו לצורך הערכת תוצאות הטיפול ולבדיקת השינויים הסקלטליים, ודנטו-אלבאולרית ושל רקמה רכה.

תוצאות: שני המכשירים תיקנו באופן יעיל את יחסי הסגר מסוג Class II בטוחנות. במדידה בצד הדיסטלי של הטוחנת הראשונה, השיג ה-TB תיקון של 4.22 מ"מ, בעוד ה-CMA השיג תיקון של 2.55 מ"מ. במדידה בצד המזיאלי, ה-CMA השיג תיקון של 3.9 מ"מ. השינויים בערכי הזוויות SNB ו-ANB היו מובהקים סטטיסטית רק בקבוצת ה-TB. מכשיר ה-CMA הראה פרוטרוזיה של חותכות תחתונות קטנה יותר באופן מובהק, רטרוזיה של חותכות עליונות מועטה יותר, ללא שינוי ורטיקאלי, בהשוואה למכשיר ה-TB. מכשיר ה-TB גרם לפרוטרוזיה גדולה יותר של השפה התחתונה באופן מובהק סטטיסטית בהשוואה ל-CMA.

מסקנה: ה-CMA מתקן ליקוי סגר מסוג Class II בעיקר באמצעות השפעה דנטו-אלבאולרית, ואילו משיג את ההשפעות הנוספות האופייניות ל-TB, לא נצפתה עלייה ב-LFH ולא נרשם אובדן עיגון בלסת התחתונה. עם זאת, התיקון בקבוצת ה-TB כלל שילוב רכיבים דנטו-אלבאולרים וסקלטלים.

ה-CMA מקדם תנועה רב-כיוונית של הטוחנות העליונות והתחתונות, ולמרות שההערכה שלנו היה צפלומטרית דו-ממדי, הצלחנו לכמת גם את רכיב הדה-רוטציה של הטוחנת העליונה.

הקדמה

ליקוי סגר מסוג Class II הוא אתגר שכיח בטיפול האורתודונטי, ומתאפיין על ידי מיקום מזיאלי של הטוחנות העליונות ביחס לטוחנות התחתונות, המלווה בפרוטרוזיה של החותכות העליונות^{1,2}. קיימות שיטות טיפול שונות לתיקון ליקוי סגר מסוג Class II בהתאם לאטיולוגיה בין אם סקלטלית או דנטו-אלוואולרית^{3,4}. תיקון סקלטלי יכול להיות מושג באמצעות מכשור קבוע כגון Forsus⁵ או Herbst⁶ באמצעות מכשור פונקציונלי נשלף כמו Twin Block⁷ (TB) או באמצעות קידום הלסת התחתונה בשיטת⁸ Invisalign. מכשיר^{9,7} TB גורם לשינויים סקלטליים משמעותיים, כולל קידום הלסת התחתונה והסטה אחורית של הלסת העליונה במישור הסגיטלי, וכן הגדלת גובה הפנים התחתון במישור הוורטיקלי. בהיבט הדנטלי, מכשיר ה-TB מתקן ליקוי סגר מסוג II באמצעות מזיאליזציה של המשנן התחתון ודיסטליזציה של המשנן העליון⁷. עם זאת, נצפה אובדן עיגון משמעותי אצל מטופלים שטופלו ב-TB, כולל תנועה קדמית של החותכות¹⁰. נוסף על כך, השימוש במכשיר TB עשוי לגרום לשינויים ברקמה הרכה, כגון שיפור בקמירות הפרופיל^{6,7}. אפשר להשיג תיקון של ליקוי סגר מסוג II גם באמצעות דיסטליזציה של הטוחנות העליונות בשיטות שונות שבהן מכשיר¹¹ Pendulum, מכשיר Carriere Motion 3D[™] ו-Miniscrews^{12,13}.

ד"ר גלעד הרצין*,
ד"ר איל כהנדלר**,
ד"ר אמל באדר פראג***,
ד"ר מרים רבין***,
פרופ' שמואל עיני****

* מרפאה פרטית לאורתודונטיה,
gilad9@012.net.il

** היחידה לאורתודונטיה,
הפקולטה לרפואת שיניים,
האוניברסיטה העברית ובית
החולים הדסה, ירושלים,
askdreyal@gmail.com

*** היחידה לאורתודונטיה, המחלקה
לכירורגיית פה ולסת, הקולג'
לגליל למדעי רפואת השיניים,
המרכז הרפואי לגליל, נהריה,
ישראל.
dr.miryamrabin@gmail.com
dr.amalbader@gmail.com

**** הפקולטה לרפואה על שם
עזריאל, אוניברסיטת בר אילן,
צפת.

1. להעריך את השפעת הטיפול באמצעות CMA בליקוי סגר מסוג II על משתנים סקלטליים, דנטליים ורקמות רכות.
2. להשוות בין השפעות הטיפול באמצעות CMA ו-TB על ליקוי סגר מסוג II Angle Class II. השערת האפס שלנו היא כי השפעת הטיפול של ה-CMA היא בעיקרה דנטו-אלבולרית.



תמונה 1: תיקון ליקוי סגר מסוג II Class II באמצעות מכשיר CMA לפני הטיפול (A) ולאחר הטיפול (B).

חומרים ושיטות

מחקר רטרוספקטיבי זה השווה 22 מטופלים מתבגרים עם ליקוי סגר מסוג II שטופלו באמצעות CMA, ל-16 מטופלים מתבגרים עם ליקוי סגר מסוג II שטופלו באמצעות TB - בסך הכול 38 נבדקים. לבדיקת גודל המדגם בוצעה אנליזת עוצמה (power analysis) באמצעות תוכנת G*Power (גרסה 3.1.9.6) בהתבסס על two-tailed t-test עם רמת מובהקות $\alpha = 0.05$ והשוואת הבדלי ממוצעים בין שתי קבוצות עצמאיות^{23,22}, במטרה להגיע לעוצמה סטטיסטית של 0.8. ניתוח זה הצביע על כך שגודל מדגם כולל של לפחות 34 נבדקים הוא מספק.

כל המטופלים טופלו על ידי שני אורתודונטים. שיטת המחקר כללה ניתוח השוואתי של צילומים צפלומטריים לטראליים לפני ואחרי הטיפול, שנלקחו בתחילת ובסיום שלב הטיפול באמצעות CMA או TB, עד השגת סגר Class I בטוחנות בשני הצדדים.

מכשיר ה-CMA (Carriere Motion; Henry Schein Orthodontics, Carlsbad, CA, USA) הוצג לראשונה בשנת 2004 (אזור מס 1). זהו מכשור קבוע באופן חלקי שיכול לתקן ביעילות ליקוי סגר מסוג II¹². מדובר במכשור אינטרה-אוראלי המשמש כחלופה לרסן אורתודונטי לצורך דיסטליזציה של הטוחנות העליונות¹⁰. הוא קומפקטי, גורם לאי-נוחות מינימלית, ותוכנן בעיקר לתנועת העתקה של הטוחנות העליונות ולא להטייתן^{16,15}. לצד הדיסטליזציה היעילה של הטוחנות העליונות, הוא עלול לגרום להשפעות לא רצויות כגון הטיה קדמית של החותכות התחתונות (פרוקלינציה) ובליטה שלהן, הטיית טוחנות ופתיחת הסגר^{17,16}. המבנה של חיבור מכתש ועלי (ball-and-socket) במכשיר CMA, מודבק על הטוחנות הראשונות העליונות, מאפשר סיבוב דיסטופלטינלי סביב שורשיהן הפלטינליים ובכך משפר את היחס הסגילי של הטוחנות¹². השימוש בגומיות בין-לסתיות לליקוי סגר II יכול לגרום לאובדן עיגון המתבטא בתנועה מזיאלית של המשנן התחתון ופרוטרוזיה של החותכות התחתונות¹⁸. פלטת Essix, אשר מחזיקה את כל המשנן התחתון יחד, יכולה להפחית השפעה שלילית זו⁹.

מספר מצומצם של מחקרים בדקו את השפעות הטיפול באמצעות CMA והתמקדו בעיקר בשינויים דנטליים^{20,19}. מחקרים אחרים בחנו שינויים דנטו-אלבולרים וסקלטלים, עם התייחסות מוגבלת לשינויים ברקמה הרכה^{22,21,17}. יתר על כן, השינויים במיקום הלסת התחתונה ואובדן העיגון הנגרמים על ידי CMA נבחנו רק בהשוואה למכשירים פונקציונליים קבועים¹⁸, בעוד שלא נערך מחקר ספציפי שהשווה את השפעת ה-CMA עם מכשור פונקציונלי נשלף כמו TB. לפיכך, מטרות מחקר זה הן כדלקמן:

טבלה 1 מספקת הגדרות מקיפות למדדים הצפולומטריים שנבדקו. נוסף על כך, נותחו שבעה מדדים נוספים כדי להעריך את השפעת ה-CMA על הטוחנות, לצורך הערכה מקיפה של האפקט של CMA (איור 1). הניתוח הסטטיסטי בוצע באמצעות תוכנת PAST גרסה 4.09²⁴. רמת המובהקות הוגדרה כ- $p < 0.05$. מידע מסכם כללי עבור כל מדד התקבל באמצעות סטטיסטיקה תיאורית. התפלגות נורמלית של המדגמים נבדקה באמצעות מבחן Shapiro-Wilk. עבור מדגמים בעלי התפלגות נורמלית, בוצע *student's t-test*. עבור מדגמים לא הייתה נורמלית, בוצע מבחן Mann-Whitney עם תיקון Bonferroni. להשוואת השינויים בעקבות הטיפול בתוך הקבוצות, נעשה שימוש במבחן *t* מזווג (*paired t-test*) עבור מדגמים בעלי התפלגות נורמלית, ובמבחן Wilcoxon signed-rank עבור מדגמים ללא התפלגות נורמלית.

תוצאות

גילם הממוצע של המטופלים בתחילת הטיפול עם CMA היה 14.15 ± 1.2 שנים (טווח 11.03–15.09, חציון 14.18). גילם הממוצע של המטופלים שטופלו ב-TB היה 12.15 ± 0.05 שנים (טווח 11.0–15.02, חציון 12.02). ההבדל בגיל הממוצע בין הקבוצות היה מובהק סטטיסטית ($p < 0.01$). משך הטיפול הממוצע בקבוצת CMA היה 6.68 ± 2.59 חודשים, בעוד שבקבוצת TB הוא היה 12.81 ± 6.17 חודשים, עם הבדל מובהק בין הקבוצות ($p < 0.05$). יחס המינים בקבוצת CMA היה 12 בנות ו-10 בנים, בעוד שבקבוצת TB החלוקה הייתה שווה, 8 בנות ו-8 בנים.

המטופלים נבחרו רטרוספקטיבית לפי קריטריוני ההכללה הבאים: 1. משך מעורב מאוחר או קבוע בתחילת הטיפול; 2. יחס טוחנות Angle Class II דו-צדדי עם יחס קצה-אל-קצה או חמור יותר; 3. יחס ניבים או מלתעות Class II דו-צדדי של לפחות חצי יחידה; 4. מטופלים שהשלימו בהצלחה את הטיפול, כאשר לאחר הטיפול הושגו יחסי סגר Class I בטוחנות ובניבים.

מטופלים עם תסמונות, עיוותים סקלטיים, או מטופלים שטופלו ב-CMA באופן חד-צדדי, הוצאו מהמחקר. בקבוצת ה-CMA, המכשיר הותקן בהתאם להנחיות היצרן. צינוריות בוקליות בלסת התחתונה עם ווים לגומיות הבין לסתיות הודבקו על הטוחנות הראשונות התחתונות. פלטה שקופה מסוג Essix A+ בעובי 1 מ"מ שימשה בלסת התחתונה לצורך עיגון. השימוש בגומיות כלל גומיות Force 1 (אינץ', 6oz), למשך חודש, ולאחר מכן גומיות Force 2 (אינץ', 3/16), שהורכבו עד שהושגו יחסי סגר Class I. המטופלים הונחו להרכיב את הגומיות בכל עת, למעט בזמן ארוחות וצחצוח שיניים.

בקבוצת ה-TB, הותקנו ווי Adams לקיבוע המכשיר על הטוחנות הקבועות הראשונות בשתי הלסתות. קשת לביאלית פסיבית קצרה שולבה בלסת התחתונה בין הניבים, בעוד קפיצי Torque שימשו עבור החותכות העליונות. לקיחת המידה למכשיר כללה רישום ראשוני בעזרת מנשך שעווה שמיקם את הלסת התחתונה קדמית למנח חותכות קצה-אל-קצה. בשתי הקבוצות, צילום צפלומטרי שני בוצע מיד עם סיום שלב הטיפול ב-CMA או ב-TB. כל הצילומים עברו אנליזה על ידי חוקר יחיד (E.K.). כל שרטוט עבר דיגיטציה באמצעות תוכנת OrthoData Cephalometric Analysis (גרסה 5.0).

טבלה 1: הגדרות המדידות הצפלומטריות שבוצעו

SNA°	The angle between the SN plane and NA line
A to Nasion Vertical, mm	Distance between point A and the Nasion Vertical line
Max. Length, Co-A, mm	Distance between condilyon and point A
SNB °	The angle between the SN plane and NB line
Pog to Nasion Vertical, mm	Distance between point Pog (the most anterior point on the chin) and the Nasion Vertical line
Mand. length Co-Gn, mm	Distance between condilyon and point B
ANB °	The angle between the SN plane and NB line
Wits	AO-BO segment in which AO and BO indicate the projections of A and B points on the occlusal plane
Maxillomandibular differential	Distance between point Pog (the most anterior point on the chin) and the Nasion Vertical line
Angle of Convexity °	The angle formed between the S-N line (from Sella to Nasion) and the line connecting A (deepest midline point on the maxilla) and B (most anterior point on the mandibular symphysis)
SN-Mand. Pl. °	Angle between the SN plane and the mandibular plane (Go – Gn)
Lower Face Height, mm	Distance between the Anterior Nasal Spine (ANS) and the Menton (Me)
Face Height Ratio L\T %	The ratio between Lower Face Height (measured from Anterior Nasal Spine to Menton) and the Total Face Height (measured from Nasion to Menton)
U1 to SN °	The angle between the long axis of the upper incisor (cusp tip to root apex) to the NS plane (anterior skull base)
U1 to A-Pog, mm	distance between the most prominent point of the upper central incisor (Upper 1) and the A-Pog line, which connects point A (deepest midline point on the maxilla) to Pogonion (most anterior point on the bony chin).

L1 to Mand. Pl. °	IMPA The angle between the mandibular plane and the axis of the inferior anterior incisor
L1 to A- Pog, mm	distance between the most prominent point of the lower central incisor (Lower 1) and the A-Pog line, which connects point A (deepest midline point on the maxilla) to Pogonion (most anterior point on the bony chin).
Interincisal Angle °	the angle formed by the intersection of the long axes of the upper central incisor (Upper 1) and the lower central incisor (Lower 1)
Incisor Overjet, mmc	Distance between incisal point of maxillary incisor and incisal point of mandibular incisor taken on a horizontal plane
Incisor Overbite, mm	Distance between incisal point of maxillary incisor and incisal point of mandibular incisor taken on a vertical plane
Molar relationship, mm	distance between the mesiobuccal cusp of the maxillary first molar (upper jaw) and the buccal groove of the mandibular first molar (lower jaw),
U6-L6, mm	distance between the mesiobuccal cusp tips of the maxillary first molar (U6) and the mandibular first molar (L6)
NP-U6, mm	distance between the nasion (NP), and the mesiobuccal cusp tip of the maxillary first molar (U6)
NP-L6, mm	distance between the nasion (NP), and the mesiobuccal cusp tip of the mandibular first molar (L6)
Palatal PI - U6 °	the angle formed by the intersection of the palatal plane (a line that passes through the anterior and posterior nasal spine and the middle of the tuberosity of the maxilla) and the long axis of the maxillary first molar (U6)
SN - U6 °	The angle measured through the long axis of the mesiobuccal cusp to the mesiobuccal root apex of the maxillary first molar in relation to the Sella-Nasion line viewed from the lateral (right and left)
S - U6, mm	distance between the Sella (S), and the mesiobuccal cusp tip of the maxillary first molar (U6) on a vertical plane
S - L6, mm	distance between the Sella (S), and the mesiobuccal cusp tip of the mandibular first molar (L6) on a vertical plane
Gl'-Sn'-Pog' °	the angle formed between columella, subnasale, and soft tissue pogonion

Nasolabial °	the angle formed between columella, subnasale, and soft tissue pogonion
Upper Lip Protrusion, mm	the linear distance between the E-line (a horizontal reference line passing through the tips of the upper and lower central incisors) and the most anterior point on the upper lip
Lower Lip Protrusion, mm	linear distance between the E-line, and the most anterior point on the lower lip
Upper 1 Exposure, mm	linear distance between the E-line, and the incisal edge of the upper central incisor (Upper 1)
ST Na Perp-ST Pog, mm	the linear distance between the perpendicular line drawn from the soft tissue nasion to the soft tissue pogonion

היחס הקדמי-אחורי בין הטוחנות העליונות והתחתונות השתפר באופן מובהק הן בצד הדיסטלי (DAMR) של 2.55 מ"מ והן בצד המזיאלי (U6-L6) של 3.9 מ"מ. הממצאים שלנו מראים דיסטליזציה מובהקת (U6-NP) של 2.3 מ"מ בטוחנת העליונה, ומזיאליזציה מובהקת (L6-NP) של 1.6 מ"מ בטוחנת התחתונה, הכוללת קידום מנדיבולארי בלתי מובהק (Pg-NP) של 0.71 מ"מ. לא נצפו שינויים מובהקים במדדי הרקמה הרכה. טבלה 3 מציגה את שלושת המשתנים התורמים לשיפור ביחס הטוחנות בקבוצת CMA.

השפעות הטיפול בקבוצת CMA (טבלאות 2 ו-3):

תוצאות הטיפול באמצעות CMA מצביעות על שינויים מובהקים, בעיקר במדדים דנטליים (ראו איור 2). אף שלא נצפו שינויים מובהקים ברוב המדדים הסקלטליים, מדד Wits הראה ירידה מובהקת של 1.01 מ"מ. זווית ההטיה של החותכות העליונות לא השתנתה באופן מובהק. עם זאת, הטיפול ב-CMA גרם לפרוטרוזיה מובהקת של החותכות התחתונות בשיעור של 1.16 מ"מ נמדד לקו (A-Pog). גם ה-overjet וגם ה-overbite פחתו בצורה מובהקת, ב-1.14 מ"מ ו-1.19 מ"מ, בהתאמה.

טבלה 2: השוואת השפעות הטיפול בתוך קבוצת ה-CMA. מבחן Wilcoxon signed-rank¹ או מבחן t מזווג² שימשו להשוואת השינויים לפני ואחרי הטיפול בתוך קבוצת ה-Carriere Motion^a.

Variable	Pre-Treatment		Post Treatment		Difference	P value
	Mean	SD	Mean	SD		
Maxillary skeletal, sagittal						
SNA ° 2	81.59	2.20	81.06	2.01	-0.53	0.18
A to Nasion Vertical, mm 2	0.12	2.34	-0.05	2.03	-0.16	0.71
Max. Length, Co-A, mm 2	86.83	4.44	86.77	4.14	-0.06	0.93
Mandibular skeletal, sagittal						
SNB ° 1	76.84	2.76	76.77	2.65	-0.07	0.94
Pog to Nasion Vertical, mm 2	-7.57	5.61	-7.29	5.17	0.29	0.71
Mand. length Co-Gn, mm 2	107.54	6.22	108.50	6.41	0.96	0.41
Maxillomandibular						
ANB ° 2	4.76	1.68	4.29	1.92	-0.47	0.16
Wits mm 1	2.29	2.20	1.28	2.00	-1.01	0.042*
Maxillomandibular differential 1	20.71	3.90	21.74	4.20	1.02	0.12
Angle of Convexity ° 2	4.17	1.90	3.98	2.08	-0.19	0.55
Vertical skeletal						
SN-Mand. Pl. ° 2	36.24	4.48	36.43	5.01	0.19	0.67

Lower Face Height, mm ²	59.01	5.24	60.16	4.73	1.15	0.14
Face Height Ratio LVT % ²	52.71	2.08	53.04	2.04	0.33	0.25
Dentoalveolar-Insicors						
U1 to SN ° ²	102.41	6.43	102.01	6.73	-0.41	0.58
U1 to A-Pog, mm ²	6.67	1.53	6.51	1.53	-0.16	0.41
L1 to Mand. Pl. ° ²	97.35	6.10	98.46	4.27	1.11	0.29
L1 to A- Pog, mm ²	1.69	1.51	2.86	1.71	1.16	0.007**
Interincisal Angle ° ²	124.00	7.54	123.10	6.52	-0.90	0.53
Incisor Overjet, mm ¹	4.32	1.70	3.18	1.54	-1.14	0.0003**
Incisor Overbite, mm ¹	3.80	2.09	2.61	2.19	-1.19	0.0054**
Dentoalveolar-Molars						
DAMR, mm ²	0.17	2.24	-2.37	1.42	-2.55	5.2E-05**
U6-L6, mm ²	0.06	1.13	-3.80	0.70	-3.9	4.8E-07**
NP-U6, mm ²	27.54	3.62	29.90	3.76	2.3	4.8E-07**
NP-L6, mm ²	27.60	3.83	26.00	3.84	-1.60	0.00029**
A-NP, mm ²	0.00	2.34	-0.05	2.05	-0.05	0.913

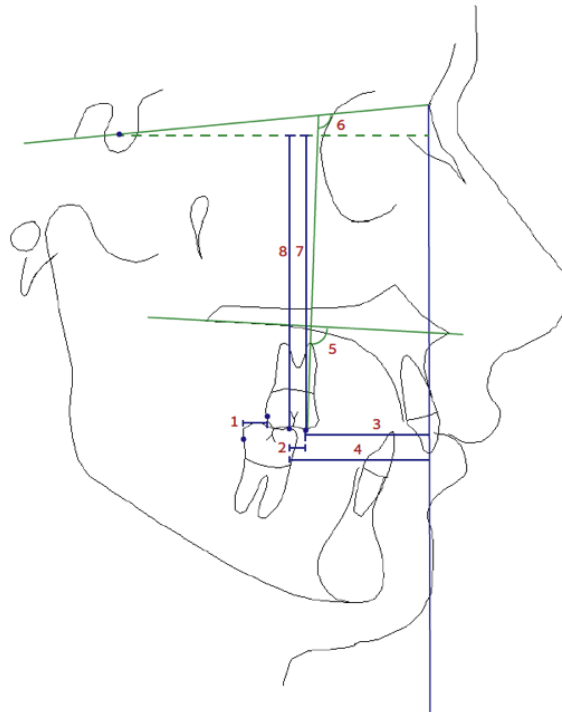
Pg - NP, mm ²	-7.95	5.47	-7.24	5.46	0.71	0.34
NP- U1, mm ²	-3.08	3.69	-3.39	3.45	-0.32	0.633
NP-L1, mm ²	1.31	3.24	-0.29	3.46	-1.60	0.018**
Palatal PI - U6 ° 2	83.40	4.93	77.42	4.93	-5.98	0.0002**
SN - U6 ° 2	107.15	3.86	112.55	5.74	5.40	0.0002**
S - U6, mm ²	-61.99	4.61	-62.09	3.89	-0.10	0.88
S - L6, mm ²	-61.78	4.57	-62.60	3.75	-0.81	0.24
Soft tissue						
Gl'-Sn'-Pog' ° 2	17.69	5.42	16.66	4.86	-1.03	0.32
Nasolabial ° 2	99.34	9.41	101.84	10.92	2.50	0.28
Upper Lip Protrusion, mm ²	-2.97	2.82	-3.80	2.70	-0.83	0.19
Lower Lip Protrusion, mm ²	0.23	2.76	-0.74	3.42	-0.97	0.22
Upper 1 Exposure, mm ²	5.67	2.14	5.56	3.18	-0.12	0.84
ST Na Perp- ST Pog, mm ²	-2.92	5.98	-2.48	5.67	0.44	0.63

^a Max indicates Maxillar; Mand, Mandibullar; U1, Maxillary incisor; L1, Mandibular incisor; U6, Maxillary first molar; L6, mandibular first molar; SD, standard deviation. Significance : * P < 0.05; ** P < 0.01.

טבלה 3: שלושת המשתנים התורמים לשיפור ביחס הטוחנות בקבוצת ה-CMA.

		Measurement	Value
Measurements	Change in DAMR	U6-L6 distal side*	2.55 mm
	Change in molar relationship	U6-L6 mesial side*	3.9 mm
Variables	1. Distalization of the upper molar	U6 (mesial side) to NP	2.3 mm
	2. Mesialization of the lower molar	L6 (mesial side) to NP	1.6 mm
	3. Derotation	subtraction of U6-L6 to DAMR	1.35 mm

* ראה טבלה 1



איור 2: מדידות צפלומטריות להערכת הטוחנות:

1. DAMR mm, 2. U6-L6 mm, 3. NP-U6 mm, 4. NP-L6 mm, 5. Palatal PI-U6 °, 6. SN-U6 °, 7. S-U6 mm, and 8. S-L6 mm

באשר להשפעות הדנטו-אלבולריות של הטיפול ב-TB, הממצאים שלנו מצביעים על ירידה מובהקת במדד U1 ל-Pog (1.62 מ"מ), המצביעה על רטרוזיה של החותכות העליונות. כמו כן, נצפתה עלייה מובהקת של 2.62 מ"מ במדד L1 ל-Pog המעידה על פרוטרוזיה של החותכות התחתונות. יתר על כן, נמצאה הפחתה מובהקת ב-overjet (3.43 מ"מ) והן ב-overbite (3.04 מ"מ). היחס הקדמי-אחורי בין הטוחנות העליונות והתחתונות השתפר באופן ניכר, עם תיקון של יחס הטוחנות (מדד DAMR) בשיעור 4.22 מ"מ. במדידות הרקמה הרכה התגלתה עלייה מובהקת של 1.95 מ"מ בפרוטרוזיה השפה התחתונה.

השפעות הטיפול בקבוצת TB (טבלה 4):

התוצאות בקבוצת ה-TB הראו שינוי מובהק סטטיסטית במדדים הסקלטלים של הלסת התחתונה, בעוד שלא נצפה שינוי מובהק בלסת העליונה. באופן ספציפי, נרשמה עלייה מובהקת של 1.05° בערך SNB, וירידות מובהקות של 1.69° ו-2.62 מ"מ בערכי ANB ובמדד Wits בהתאמה. נוסף על כך, נמצאה עלייה מובהקת של 3.49 מ"מ בהפרש הסקלטלי בין הלסתות (Maxillomandibular differential).

כמו כן, נצפה שינוי ורטיקאלי מובהק כאשר גובה הפנים התחתון (LFH) גדל ב-2.7 מ"מ.

טבלה 4: השוואת השפעות הטיפול בתוך קבוצת ה-CMA. מבחן Wilcoxon signed-rank¹ או מבחן t מזווג² שימש להשוואת השינויים לפני ואחרי הטיפול בתוך קבוצת ה-Carriere Motion^a.

Variable	Pre-Treatment		Post Treatment		Difference	P value
	Mean	SD	Mean	SD		
Maxillary skeletal, sagittal						
SNA° 2	81.84	3.53	81.19	3.66	-0.65	0.23
A to Nasion Vertical, mm 2	2.34	3.93	1.21	4.28	-1.12	0.09
Max. Length, Co-A, mm 2	90.11	6.87	89.60	6.46	-0.51	0.70
Mandibular skeletal, sagittal						
SNB° 2	74.59	3.40	75.63	3.56	1.05	0.04*
Pog to Nasion Vertical, mm 2	-8.34	5.36	-7.81	5.52	0.53	0.64
Mand. length Co-Gn, mm 2	107.92	8.21	110.91	7.24	2.98	0.09

Maxillomandibular						
ANB ° 2	7.25	1.66	5.56	1.69	-1.69	2.00E-04**
Wits mm 2	5.65	2.71	3.04	2.69	-2.62	2.00E-03**
Maxillomandibular differential 2	17.81	3.80	21.30	3.94	3.49	1.00E-03**
Angle of Convexity ° 2	6.84	2.16	5.26	2.35	-1.58	3.00E-04**
Vertical skeletal						
SN-Mand. Pl. ° 2	36.45	5.56	36.63	5.78	0.18	0.75
Lower Face Height, mm 2	58.52	4.61	61.22	5.41	2.70	0.02*
Face Height Ratio LVT % 2	52.76	2.56	53.60	3.05	0.84	0.04*
Dentoalveolar						
U1 to SN ° 2	105.52	8.82	102.83	8.90	-2.69	0.10
U1 to A-Pog, mm 1	9.20	2.84	7.58	2.54	-1.62	4.00E-03**
L1 to Mand. Pl. ° 2	100.77	7.16	102.46	7.54	1.69	0.06
L1 to A-Pog, mm 1	0.79	2.57	3.41	2.13	2.62	9.16E-05**
Interincisal Angle ° 1	117.27	11.32	118.08	11.43	0.82	0.75
Incisor Overjet, mm 1	7.11	2.48	3.68	1.73	-3.43	2.10E-03**

Incisor Overbite, mm ²	5.84	1.60	2.80	1.73	-3.04	5.00E-04**
DAMR, mm ²	0.57	2.62	-3.65	1.77	-4.22	3.00E-04**0.23
Soft tissue						
Gl-Sn'-Pog' ° ²	20.05	3.98	19.97	5.05	-0.08	0.94
Nasolabial ° ²	99.32	12.05	102.60	13.96	3.28	0.23
Upper Lip Protrusion, mm ²	-1.32	2.90	-1.67	3.42	-0.35	0.64
Lower Lip Protrusion, mm ²	-0.74	2.59	1.21	3.14	1.95	4.40E-03**
Upper 1 Exposure, mm ²	6.52	2.09	5.75	2.71	-0.76	0.31
ST Na Perp-ST Pog, mm ²	-4.23	5.30	-3.27	4.80	0.96	0.38

^a Max indicates Maxillar; Mand, Mandibullar; U1, Maxillary incisor; L1, Mandibular incisor; SD, standard deviation. Significance : * P < 0.05; ** P < 0.01.

בקבוצת CMA נצפתה ירידה של -0.47° בזווית ANB ו- -1.01 מ"מ במדד Wits, בעוד שבקבוצת TB נרשמה ירידה גדולה יותר: -1.69° ב- ANB ו- -2.62 מ"מ ב-Wits. בתוך קבוצת CMA נמצא הגדלה בלתי מובהקת של 1.02 מ"מ בהפרש בין הלסתות, בעוד שבקבוצת TB הפרש זה גדל באופן מובהק (3.49 מ"מ). נוסף על כך, ההשוואה בין הקבוצות חשפה הבדלים מובהקים: זווית הקמירות (Angle of convexity) פחתה באופן מובהק בתוך קבוצת TB (1.58°) וגם בהשוואה בין שתי הקבוצות. לא נמצאו הבדלים מובהקים במדדים הסקלטליים הוורטיקליים (טבלה 5).

השוואה בין קבוצות CMA ו-TB (טבלאות 5 ו-6):

השפעות סקלטליות: שתי הקבוצות עומדות בהגדרות של ליקוי סגר סקלטלי מסוג Class II, כפי שעולה מהמאפיינים בטבלה 6. התוצאות לאחר הטיפול הראו שלא היה הבדל מובהק בין הקבוצות במיקום ובגודל הלסת העליונה. בלסת התחתונה, נמצא הבדל מובהק בערך SNB בין קבוצת TB לקבוצת CMA (עלייה של 1.05° לעומת 0.07° בהתאמה). זווית ANB ומדד Wits ירדו בשתי הקבוצות, עם ירידה גדולה יותר מובהקת בקבוצת ה-TB.

טבלה 5: השוואה בין קבוצות ה-CMA וה-TB (השפעות הטיפול). מבחן U¹ Mann-Whitney או מבחן t² student's בוצעו להשוואת ההבדלים בין שתי הקבוצות.

Variable	Carrier N=22		Twin Block N=16		P value
	Mean	SD	Mean	SD	
Maxillary skeletal, sagittal					
SNA° ²	-0.54	1.82	-0.65	2.06	0.86
A to Nasion Vertical, mm ²	-0.16	2.08	-1.12	2.47	0.20
Max. Length, Co-A, mm ²	-0.06	3.71	-0.51	5.09	0.76
Mandibular skeletal, sagittal					
SNB° ¹	-0.07	1.21	1.05	1.82	0.03*
Pog to Nasion Vertical, mm ²	0.29	3.54	0.53	4.52	0.85
Mand. length Co-Gn, mm ²	0.96	5.34	2.98	6.76	0.31
Maxillomandibular					
ANB° ¹	-0.47	1.50	-1.69	1.05	0.01*
Wits mm ²	-1.01	1.99	-2.62	2.89	0.05*
Maxillomandibular differential ²	1.02	2.71	3.49	3.24	0.02*
Angle of Convexity° ²	-0.19	1.49	-1.58	-0.19	4.00E-03**
Vertical skeletal					
SN-Mand. Pl.° ¹	0.19	2.12	0.18	1.95	0.47

Lower Face Height, mm ²	1.15	3.53	2.70	3.95	0.21
Face Height Ratio L\T %. ²	0.33	1.32	0.84	1.50	0.27
Dentoalveolar					
U1 to SN ° ²	-0.41	3.23	-2.69	6.08	0.14
U1 to A-Pog, mm ¹	-0.16	0.89	-1.62	1.80	2.00E-03**
L1 to Mand. Pl. ° ¹	1.11	4.85	1.69	3.40	0.80
L1 to A- Pog, mm ²	1.16	1.80	2.62	1.56	1.20E-03**
Interincisal Angle ° ²	-0.90	6.57	0.82	4.96	0.39
Incisor Overjet, mm ²	-1.14	1.14	-3.43	2.29	3.00E-04**
Incisor Overbite, mm ²	-1.19	1.76	-3.04	2.52	0.01*
DAMR, mm ²	-2.55	2.29	-4.22	2.99	0.06
Soft tissue					
Gl-Sn'-Pog' ° ¹	1.02	2.71	3.49	3.24	0.02*
Nasolabial ° ²	1.02	2.71	3.49	3.24	0.02*
Upper Lip Protrusion, mm ¹	-0.19	1.49	-1.58	-0.19	4.00E-03**
Lower Lip Protrusion, mm ¹	1.02	2.71	3.49	3.24	0.02*
Upper 1 Exposure, mm ²	1.02	2.71	3.49	3.24	0.02*
ST Na Perp- ST Pog , mm ²	1.02	2.71	3.49	3.24	0.02*

^a Max indicates Maxillar; Mand, Mandibullar; U1, Maxillary incisor; L1, Mandibular incisor; SD, standard deviation. Significance :* P < 0.05; ** P < 0.01.

שני המכשירים שיפרו את יחס הטוחנות (DAMR), בשיפור ממוצע גדול יותר באמצעות TB (4.22 מ"מ לעומת 2.55 מ"מ ב-CMA) (טבלה 5).

השפעות רקמה רכה: השינוי היחיד ברקמה הרכה שהיה שונה באופן מובהק בין הקבוצות היה בפרוטרוזית השפה התחתונה (ב-CMA: 0.97 מ"מ; ב-TB: 1.95 מ"מ) (טבלה 5).

השפעות דנטליות: שני המכשירים גרמו לרטרוזית החותכת העליונה ביחס לקו A-Pog (CMA: 0.16 מ"מ; TB: 1.62 מ"מ) ולפרוטרוזיה מובהקת של החותכת התחתונה (CMA: 1.16 מ"מ; TB: 2.62 מ"מ). נמצא הבדל מובהק בין הקבוצות בפרוקלינצית החותכת התחתונה (מדד A-Pog ל L1) . הן ה-overjet והן ה-overbite פחתו בשתי הקבוצות, והפחתה זו הייתה גדולה יותר באופן מובהק בקבוצת TB.

טבלה 6: השוואה בין קבוצות ה-CMA וה-TB (לפני הטיפול). מבחן student's t בוצע להשוואת ההבדלים בין שתי הקבוצות.

Variable	Carrier N=22		Twin Block N=16	
	Mean	SD	Mean	SD
Maxillary skeletal, sagittal				
SNA °	81.59	2.20	81.84	3.53
Mandibular skeletal, sagittal				
SNB°	76.84	2.76	74.59	3.20
Dentoalveolar				
L1 to Mand. Pl. °	97.35	6.10	101.29	6.32
U1 to A- Pog, mm	6.67	1.53	9.42	2.82

Mand, Mandibular; L1, Mandibular incisor; SD, standard deviation. Significance: * P < 0.05; ** P < 0.01.

דין

נבדקו השינויים הסקלטליים, הדנטו-אל' באולרים וברקמות הרכות שנגרמו על ידי מכשירי CMA ו-TB. שתי הקבוצות הראו ערכי התחלה המעידים על ליקוי סגר דנטו-אלבאולרי מסוג II. נוסף על כך, הנתונים כללו פרמטרים סקלטליים של Class II (טבלה 6), הבאים לידי ביטוי בזווית ANB גדולה מ- 4° , זווית SNB קטנה מ- 77° , ופיצוי דנטו-אל' באולרי (U1 ל A-Pog יותר מ-6.5 מ"מ, וזווית IMPA יותר מ- 97°). בהתחשב בשכיחות ההולכת ועולה בשימוש ב-CMA בשנים האחרונות²⁵, יש חשיבות בהערכת מנגנון הפעולה שלו. המכשירים TB ו-CMA שיפרו בצורה מובהקת את מדד DAMR (שיפור של 4.22 מ"מ ו-2.55 מ"מ, בהתאמה). בקבוצת CMA, הראה יחס הטוחנות (U6-L6) שיפור כולל של 3.9 מ"מ (טבלה 3). שיפור זה מורכב משלושה משתנים: שני הראשונים היו דיסט' ליזציה של הטוחנת העליונה (נמדד לפי U6-NP: 2.3 מ"מ) ומזיאליזציה של הטוחנת התחתונה (נמדד לפי NP-L6: 1.6 מ"מ), שכללה מרכיב סקלטלי של קידום הלסת התחתונה (Pg-NP: 0.71 מ"מ). הדיסטליז' ציה של הטוחנת העליונה כללה שילוב של תנועות קדמיות-אחוריות, עם התאמות הן לינאריות והן זוויתיות (U6-NP של 2.3 מ"מ וזווית SN-U6 של 5.4° ; ראו טבלה 2), בהתאמה לתיאור בספרות^{20,19}. עם זאת, תרומה משמעותית לתיקון יחס הטוחנות הושגה על ידי המשתנה השלישי, הדה-רוטציה (Derotation) של הטוחנת העליונה. למרות שאי אפשר היה לכמת ישירות דה רוטציה בניתוח צפלומטרי דו-ממדי, אפשר להעריכה באמצעות החסרת המדידות בצד המזיאלי ובצד הדיסטלי של הטוחנת הראשונה העליונה (טבלה 3). הפער בין ערך U6-L6 של 3.9 מ"מ (בצד המזיאלי)

לבין ערך DAMR של 2.55 מ"מ (בצד הדיסט' לי) משקף, ככל הנראה, את תרומת הדה-רוט' ציה עצמה. שלושת מנגנוני התיקון הרב-כיווני של יחס הטוחנות הודגמו במחקרים שונים^{21-19,16}. ראוי לציין שהשינויים בקבוצת CMA דומים לאלו שדווחו במחקרים אחרים^{26,22}. הפערים שנצפו בין התוצאות יכולים להיות מוסברים בהבדלים בין שיטות המדידה ובתנ' נון המחקר. ההשפעה הסקלטלית הזניחה של CMA על הלסת העליונה דומה למה שמתואר בספרות^{26,22,21,19,16}. כמו כן, השינויים הדומים של TB ו-CMA גרמו לגודל הלסת העליונה (השינוי במרחק Co-A: 0.06 מ"מ ו-0.51 מ"מ, בהתאמה) משקפים עיכוב גדילה סגיטלי מזערי²². הממצאים שלנו לגבי השינויים הסקל' טליים הקטנים בלסת התחתונה שנגרמו על ידי CMA זהים או אף קטנים יותר לעומת ממצאים בספרות: (למשל בערכי SNB ובמרחק Pog-Nasion vertical)^{23,21-19}. גם הירידה הלא מובהקת בזווית ה-ANB (0.47°), והירידה המובהקת במדד Wits (1.01 מ"מ) בקבוצת CMA דומות לממצאים ממחקרים אחרים¹⁹,^{26,23-21}. בקבוצת TB נצפתה עלייה של 2.98 מ"מ באורך הלסת התחתונה, בערך פי שלושה מההשפעה שנצפתה בקבוצת CMA. ההפרש בין הלסתות (maxillo-mandibular differential) הראה שינוי בלתי מובהק של 1.02 מ"מ בקבוצת CMA, והיה דומה לתוצאות של Kim et al (1.7 מ"מ)²². בהתחשב בשינויים המשמעותיים בלסת התחתונה שנצפו עם TB, אפשר להסיק כי ל-CMA יש השפעה פונקציונלית מזערית על הלסת התחתונה. השינויים הוורטיקליים בקבוצות TB ו-CMA היו מלווים באקסטרוזיה של הטוחנות, אשר עלולה לגרום לשינויים סקלטליים ורטיק' ליים. מכיוון שתיקון ביחסי הטוחנות עשוי להיות מלווה באקסטרוזיה שלהן²⁷, שלא תמיד מפוצה על ידי הגדילה, סביר לצפות לשינוי סקלטלי ורטיקלי מסוים.

החותכות העליונות, למשך השימוש הקצר יותר בגומיות²⁶, וכן לשימוש בפלטת Essix בקבוצת ה-CMA בניגוד לקשת הלבאילית ששימשה בטיפול TB. בהקשר זה, הציג מחקר עדכני יישום של CMA המעוגן במיני-ברגים אינפרה-זיגומטיים, ללא כל התערבות בלסת התחתונה, על מנת למנוע את תופעות הלוואי של גומיות Class II מבחינת פרוקלינציה של החותכות התחתונות ותנועה מזיאלית של הטוחנות התחתונות¹⁴. בעת השימוש במכשיר CMA קונבנציונלי, יש לנקוט משנה זהירות בטיפול במטופל לים עם חותכות תחתונות בפרוקלינציה, שכן הדבר עלול להשפיע לרעה על מצב החניכיים, במיוחד אצל מטופלים עם ביוטיפ חניכי דק¹⁶. ההפחתה ב-overjet וב-overbite הייתה מובהקת בשתי הקבוצות. ממצאים אלה לגבי CMA דומים למדי למתואר בספרות^{26,23,22,20,19}. במחקר זה, מידת תיקון ה-overjet שהושגה באמצעות CMA הייתה צנועה יחסית לעומת תוצאות המדווחות עבור שיטות אחרות לתיקון Class II, כגון מכשיר Forsus ומיני-ברגים¹³. גישות אלו מניבות תוצאות הדומות יותר לאלו שנצפו עם מכשיר ה-TB. הפחתת overjet ו-overbite בקבוצת TB נובעת משינויים הן סקלטליים והן דנטו-אלבולרים, בעוד שבקבוצת CMA, השינויים היו בעיקר דנטו-אלבולרים. מחקר זה הדגים עלייה משמעותית בפרוטרוזית השפה התחתונה בקבוצת TB, כאשר שינוי זה היה מובהק גם בהשוואת קבוצת CMA לקבוצת TB (כמתואר בטבלאות 4 ו-5). ממצא זה מתיישב עם ההשפעות סקלטליות והדנטליות שנצפו בקבוצת TB, בהלימה עם נתוני הספרות³⁰.

לסיכום, ממצאי המחקר מאשרים את השערת האפס שלפיה האפקט הטיפולי העיקרי של ה-CMA הוא דנטו-אלבולרי. נוסף על כך, האנליזה שלנו הצליחה לייצג את הרב-כיווניות של תנועות הטוחנות העליונות והתחתונות, ולהדגיש את תרומת תנועת דה-רוטציה של הטוחנת העליונה לתיקון ליקוי סגר Class II, וזאת תוך הסתמכות על ניתוח צפלומטרי

ואכן, בקבוצת TB נרשמה עלייה גדולה יותר, אך לא מובהקת סטטיסטית, בגובה הפנים התחתון (LFH) בהשוואה לקבוצת CMA (עלייה של 2.7 מ"מ לעומת 1.15 מ"מ, בהתאמה). שינוי ורטיקלי קטן זה שנגרם על ידי CMA היה קטן מזה שדווח בספרות²⁶. הרטרוקלינציה (הטיה לאחור) של החותכת העליונה הייתה גדולה באופן מובהק בקבוצת TB בהשוואה לקבוצת CMA (שינוי במדד U1 ל-1.69 A-Pog - מ"מ לעומת -0.16 מ"מ, בהתאמה). שינוי זה בקבוצת TB מוסבר באמצעות אפקט הרסן (Headgear Effect)¹⁰. יש לנקוט זהירות בעת הערכת השינוי בהטיית החותכות העליונות המושג בקבוצת CMA, שכן מכשיר זה אינו מפעיל כוח ישיר על השיניים הללו. ממצא זה עשוי להוות יתרון עבור מטופלים עם סיכון גבוה לספיגת שורשים²¹, והוא עולה בקנה אחד עם המדווח בספרות²²⁻²⁰. מנגד, ישנם דיווחים סותרים המתארים פרוקלינציה (הטיה קדמית) של החותכות העליונות בעקבות שימוש ב-CMA. תופעה זו יוחסה למצב קליני משולב של overjet קטן ופרוקלינציה של חותכות תחתונות, שמובילים להטיה קדמית של החותכות העליונות^{23,20}. על אף שבשתי הקבוצות נצפתה פרוטרוזיה מובהקת של החותכות התחתונות, מידת הפרוטרוזיה הייתה קטנה יותר באופן מובהק בקבוצת CMA בהשוואה לקבוצת TB (1.16 מ"מ לעומת 2.62 מ"מ, בהתאמה). הממצאים שלנו לגבי אובדן העיגון המופחת בחותכות התחתונות בקבוצת CMA תואמים או אף קטנים יותר מאלו שדווחו במחקרים קודמים^{26,23,22,20,19,17,15}. מאידך, תנועה קדמית משמעותית של המשנן ופרוטרוזית החותכות התחתונות קשורות לגישות אורתודונטיות אחרות, כגון מכשיר¹⁰ TB, מכשירים פונקציונליים קבועים²⁸ וגומיו Class II בין לסתיות¹⁸. ייתכן שגם לאחר תיקון Class II באמצעות CMA יופיעו תופעות דומות, אך אובדן העיגון הקטן שנצפה בקבוצת CMA מיוחס, ככל הנראה, נראה לרטרוקציה המינימלית יחסית של

ההשפעות סקלטליות והשינויים ברקמות הרכות עקב שימוש ב-CMA מודגשים פחות בהשוואה לאלה הנגרמים על ידי המכשיר הפונקציונלי TB.

CMA מפחית את ההשפעות הנוספות שלרוב מקושרות למכשירים פונקציונליים, כולל הגדלת גובה הפנים התחתון (LFH) ואבדן עיגון של פרוטרוזית החותכות התחתונות.

שני המכשירים מפחיתים באופן מובהק את ה-overjet וה-overbite, אך מידת ההפחתה עם CMA קטנה יותר מזו של TB.

- נדרש מחקר נוסף כדי לאמת ולבסס את תוצאות מחקר זה.

דו-ממדי בלבד. הגבלות המחקר: 1. העיצוב הרטרוספקטיבי שלו. 2. היעדר מידע לגבי מידת ההיענות של המטופלים לטיפול, 3. העובדה שהניתוח הוגבל לשלב הראשוני של הטיפול במכשיר CMA או TB, ללא מעקב אחר המשך מהלך הטיפול. 4. צילומי הרנטגן הצפלו-מטריים הדו-ממדיים עשויים לכלול עיוותים וחפיפה של מבנים אנטומיים.

מסקנות

CMA מסוגל לתקן כ-4 מ"מ מהמרכיב הדנטו-אלבאולריות של ליקוי סגר II Class, הודות לתנועה לינארית ולתנועה סיבובית משמעותית של הטוחנות העליונות.



References

1. Angle, E.H. Classification of Malocclusion. Dent. Cosm. 1899, 41, 350-357.
2. Andrews, L.F. The Six Keys to Normal Occlusion. Am. J. Orthod. 1972, 62, 296-309. [CrossRef][PubMed]
3. Firouz, M.; Zernik, J.; Nanda, R. Dental and Orthopedic Effects of High-Pull Headgear in Treatment of Class II, Division 1 Malocclusion. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1992, 102, 197-205. [CrossRef][PubMed]
4. Cleall, J.F.; BeGole, E.A. Diagnosis and Treatment of Class II Division 2 Malocclusion. Angle Orthod. 1982, 52, 38-60. [CrossRef][PubMed]
5. Aras, A.; Ada, E.; Saraçoğlu, H.; Gezer, N.S.; Aras, I. Comparison of Treatments with the Forsus Fatigue Resistant Device in Relation to Skeletal Maturity: A Cephalometric and Magnetic Resonance Imaging Study. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 2011, 140, 616-625. [CrossRef][PubMed]
6. Xu, F.; Fang, Y.; Sui, X.; Yao, Y. Comparison of Twin Block Appliance and Herbst Appliance in the Treatment of Class II Malocclusion among Children: A Meta-Analysis. BMC Oral Health 2024, 24, 278. [CrossRef][PubMed]
7. Clark, W.J. The Twin Block Technique. A Functional Orthopedic Appliance System. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1988, 93, 1-18. [CrossRef][PubMed]
8. Al Subaie, H.; Alturki, G.; Alsulaimani, F.; Ghoneim, S.; Baeshen, H. Assessment of Dental, Skeletal, and Soft Tissue Changes Following Mandibular Advancement with Invisalign in Skeletal Class II. Saudi Dent. J. 2024, 36, 66-71. [CrossRef][PubMed]
9. Ehsani, S.; Nebbe, B.; Normando, D.; Lagravere, M.O.; Flores-Mir, C. Short-Term Treatment Effects Produced by the Twin-Block Appliance: A Systematic Review and Meta-Analysis. Eur. J. Orthod. 2015, 37, 170-176. [PubMed]
10. Jena, A.K.; Duggal, R. Treatment Effects of Twin-Block and Mandibular Protraction Appliance-IV in the Correction of Class II Malocclusion. Angle Orthod. 2010, 80, 485-491. [CrossRef][PubMed]
11. Hilgers, J.J. The Pendulum Appliance for Class II Non-Compliance Therapy. J. Clin. Orthod. 1992, 26, 706-714. [PubMed]
12. Carrière, L. A New Class II Distalizer. J. Clin. Orthod. 2004, 38, 224-231. [PubMed]
13. Beyling, F.; Klang, E.; Niehoff, E.; Schweska-Polly, R.; Helms, H.-J.; Wiechmann, D. Class II Correction by Maxillary En Masse Distalization Using a Completely Customized Lingual Appliance and a Novel Mini-Screw Anchorage Concept—Preliminary Results. Head Face Med. 2021, 17, 23. [CrossRef][PubMed]
14. Ghozy, E.A.; Albelasy, N.F.; Shamaa, M.S.; El-Bialy, A.A. Cephalometric and Digital Model Analysis of Dentoskeletal Effects of Infrazygomatic Miniscrew vs. Essix-Anchored Carriere Motion Appliance for Distalization of Maxillary Buccal Segment: A Randomized Clinical Trial. BMC Oral Health 2024, 24, 152. [CrossRef][PubMed]

15. Singh, D.P.; Arora, S.; Yadav, S.K.; Kedia, N.B. Intraoral Approaches for Maxillary Molar Distalization: Case Series. *J. Clin. Diagn. Res.* 2017, 11, ZR01-ZR04. [CrossRef][PubMed]
16. Sandifer, C.L.; English, J.D.; Colville, C.; Gallerano, R.; Akyalcin, S. Treatment Effects of the Carrière Distalizer Using Lingual Arch and Full Fixed Appliances. *J. World Fed. Orthod.* 2014, 3, e49-e54.
17. Biggs, E.V.; Benavides, E.; McNamara, J.A.J.; Cevdanes, L.H.S.; Copello, F.; Lints, R.R.; Lints, J.P.; Ruellas, A.C.O. Three-Dimensional Evaluation of the Carriere Motion 3D Appliance in the Treatment of Class II Malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2023, 164, 824-836. [CrossRef][PubMed]
18. Barakat, D.; Bakdach, W.M.M.; Youssef, M. Treatment Effects of Carriere Motion Appliance on Patients with Class II Malocclusion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. Orthod.* 2021, 19, 353-364. [CrossRef]
19. Wilson, B.; Konstantoni, N.; Kim, K.B.; Foley, P.; Ueno, H. Three-Dimensional Cone-Beam Computed Tomography Comparison of Shorty and Standard Class II Carriere Motion Appliance. *Angle Orthod.* 2021, 91, 423-432. [CrossRef][PubMed]
20. Areepong, D.; Kim, K.B.; Oliver, D.R.; Ueno, H. The Class II Carriere Motion Appliance. *Angle Orthod.* 2020, 90, 491-499. [CrossRef][PubMed]
21. Schmid-Herrmann, C.U.; Delfs, J.; Mahaini, L.; Schumacher, E.; Hirsch, C.; Koehne, T.; Kahl-Nieke, B. Retrospective Investigation of the 3D Effects of the Carriere Motion 3D Appliance Using Model and Cephalometric Superimposition. *Clin. Oral Investig.* 2023, 27, 631-643. [CrossRef]
22. Kim-Berman, H.; McNamara, J.A.J.; Lints, J.P.; McMullen, C.; Franchi, L. Treatment Effects of the Carriere® Motion 3D™ Appliance for the Correction of Class II Malocclusion in Adolescents. *Angle Orthod.* 2019, 89, 839-846. [CrossRef][PubMed]
23. Luca, L.; Francesca, C.; Daniela, G.; Alfredo, S.G.; Giuseppe, S. Cephalometric Analysis of Dental and Skeletal Effects of Carriere Motion 3D Appliance for Class II Malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2022, 161, 659-665. [CrossRef][PubMed]
24. Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron.* 2001, 4, 1.
25. Keim, R.G.; Vogels III, D.S.; Vogels, P.B. 2020 JCO Study of Orthodontic Diagnosis and Treatment Procedures Part 1: Results and Trends. *J. Clin. Orthod.* 2020, 54, 581-610. [PubMed]
26. Yin, K.; Han, E.; Guo, J.; Yasumura, T.; Grauer, D.; Sameshima, G. Evaluating the Treatment Effectiveness and Efficiency of Carriere Distalizer: A Cephalometric and Study Model Comparison of Class II Appliances. *Prog. Orthod.* 2019, 20, 24. [CrossRef][PubMed]
27. Fouda, A.S.; Attia, K.H.; Abouelezz, A.M.; El-Ghafour, M.A.; Aboufotouh, M.H. Anchorage Control Using Miniscrews in Comparison to Essix Appliance in Treatment of Postpubertal Patients with Class II Malocclusion Using Carriere Motion Appliance. *Angle Orthod.* 2022, 92, 45-54. [CrossRef][PubMed]
28. Martin, J.; Pancherz, H. Mandibular Incisor Position Changes in Relation to Amount of Bite Jumping during Herbst/Multibracket Appliance Treatment: A Radiographic-Cephalometric Study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2009, 136, 44-51. [CrossRef][PubMed]
29. George, A.S.; Ganapati Durgekar, S. Skeletal and Dentoalveolar Contributions during Class II Correction with Forsus™ FRD Appliances: Quantitative Evaluation. *J. Orofac. Orthop.* 2022, 83, 87-98. [CrossRef][PubMed]
30. Bastiani, C.; Bellini-Pereira, S.A.; Aliaga-Del Castillo, A.; Chiqueto, K.; Castanha Henriques, J.F.; Janson, G. Twin-Block and Mandibular Anterior Repositioning Appliances Effects in Class II Malocclusion Correction. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2023, 163, 181-190. [CrossRef][PubMed]



DIVIDENT

Dentsply
Sirona | **MIS**

THE FUTURE IS CLEAR. MAKE IT SIMPLE

דיבידנט ו-MIS מאות להציג את המערכת החדשה של שתלי Lance+ Clear קוני ומשושה פנימי. שתלי Lance+ Clear נמכרים באריזה בה הם שרויים בתוך תמיסה איזוטונית (סליין), המבטיחה פני שטח סופר-הידרופיליים ואקטיביים עד מועד ההשתלה, ונועדה לזרז תהליכים ביולוגיים התחלתיים המובילים לאוסואינטגרציה כבר ביום הראשון של ההשתלה.

לפרטים נוספים אנא פנו למשרדי דיבידנט
טלפון / וואטצאפ: 03-6353539, מייל: implants@divident.co.il, אתר: www.divident.co.il

MIS
LANCE+ 
Clear™

Application of Digital Technologies in Patient-Specific Craniomaxillofacial Surgery

Shhadeh A.*,, Daoud S.*,**, Redenski I.*,**, Zigran A.*,**, Kasem A.*,**, Totry A.*,**, Oren D.*,**, Zoabi A.*,**, Nahlieli O.*,**, Kablan F.*,**, Srouji S.*,****

* Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel

** The Azrieli Faculty of Medicine, Bar-Ilan University, Safed 1311502, Israel

Address correspondence and reprint requests to Prof. Samer Srouji, DMD, PhD, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel; E-mail: dr.samersrouji@gmail.com;

Abstract

Craniomaxillofacial (CMF) surgery addresses complex challenges that require the integration of both aesthetic and functional rehabilitation. Digital technologies, including advanced imaging, Virtual Surgical Planning (VSP), Computer-Aided Design (CAD), and Three-Dimensional Printing (3DP), have revolutionized this field. These tools enhance precision and streamline workflows across all stages of surgical care, from diagnosis and

preoperative planning to intraoperative execution and postoperative evaluation. The unique demands of craniomaxillofacial surgery are increasingly met through patient-specific solutions, resulting in improved clinical outcomes. Emerging technologies such as Artificial Intelligence (AI), Extended Reality (XR), robotics, and bioprinting are expected to overcome current limitations and drive the field toward a future of technology - guided, personalized medicine.

Implant-Supported Oral Rehabilitation in Patients with Systemic Sclerosis :A Case Series

Karayanni-Matanis H., Abo Yonis J., Safori E., Shalom Berga H., Obeid Watfeh M., Badran L., Kablan F., Granot Y.

Oral Medicine Unit, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel

Abstract

Background: Systemic sclerosis (SSc) is a chronic autoimmune disease characterized by fibrosis, microvascular damage, and immune dysregulation, frequently involving the orofacial region and leading to functional impairment and complex dental rehabilitation challenges.

Objectives: To present the clinical outcomes of implant-supported oral rehabilitation in patients with systemic sclerosis, and to propose a structured multidisciplinary treatment protocol.

Methods: Four patients diagnosed with systemic sclerosis (three women and one man, mean age 55 ± 6 years) were treated over a five-year period. All patients presented with varying degrees of microstomia, xerostomia, and reduced manual dexterity.

A multistage protocol, including oral stretching exercises, periodontal preparation, implant placement, and fixed implant-supported prosthetic rehabilitation, was applied.

Results: A total of 27 dental implants were placed. After a follow-up period of 3–6 years, 25 implants remained functional, resulting in a cumulative survival rate of 92.6%.

Conclusions: Implant-supported oral rehabilitation in patients with systemic sclerosis is feasible, and may provide favorable long-term outcomes when a structured multistage protocol is implemented. Short-span fixed prostheses, supported by anteriorly positioned implants, combined with daily mouth-opening exercises, careful oral hygiene, and regular periodontal follow-up, may contribute to improved implant survival and functional outcomes.

ALVEOLAR RIDGE PRESERVATION - FROM SCIENCE TO CLINICAL PRACTICE

Sivan Gildor A.*

* Unit of Periodontology, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel.

Address correspondence and reprint requests to Dr. Adi Sivan Gildor, DMD, Unit of Periodontology Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel; E-mail: Adi_sivans@yahoo.com

Abstract

Following tooth extraction, the alveolar ridge undergoes natural biological processes that inevitably lead to bone resorption in all dimensions. Research indicates that horizontal bone loss can range from 29% to 66%, while vertical loss varies between 11% and 22%. Alveolar Ridge Preservation (ARP) is defined as any therapeutic procedure performed immediately after extraction to maintain the ridge's architecture and maximize bone availability for future dental implants.

The necessity of ARP is driven by both functional and aesthetic goals. It aims to prevent significant ridge reduction, thereby simplifying future implant placement and reducing the need for complex, costly, and high-morbidity bone augmentation. Anatomical factors, such as the thickness of the buccal bone (bundle bone), significantly influence healing; sites with a buccal plate thinner than 1 mm are at higher risk for rapid resorption.

ARP techniques generally involve two main approaches: filling the socket with bone graft materials (with or without growth factors) and sealing the socket using barrier membranes or soft tissue grafts to give superiority to osteogenic progenitor cells and to protect a thin bundle bone.

Studies consistently show that any form of ridge preservation is superior to spontaneous healing. While ARP does not necessarily increase the long-term success rate of implants, which remains high (95-100%) regardless of preservation, it significantly reduces the need for additional augmentation at the time of implant placement (6.3% in ARP sites vs. 35.7% in spontaneous healing sites).

In conclusion, ARP is highly recommended for sites with thin buccal plates, aesthetic zones, or when implant placement is delayed. By maintaining the ridge's dimensions, clinicians can ensure more predictable functional and aesthetic outcomes for their patients.

Placement of Dental Implants in Adolescent Patients: A Forward-Thinking Solution

Sharon E.*, Varon Shahar E.*, Merimsky B.*

* Department of Prosthodontics, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel

Dr.eldadsharon@gmail.com

Abstract

Rehabilitation of missing teeth using dental implants is a common procedure, yet it presents significant challenges when treating young patients (under the age of 25) due to ongoing skeletal growth and dento-alveolar development. Unlike natural teeth, dental implants function as ankylotic units and do not adapt either to the continuous eruption and migration of the adjacent dentition, or the expansion of the jaws. This rigidity can lead to three-dimensional discrepancies over time, including infra-occlusion, open proximal contacts, and malpositioning relative to the dental arch.

This article reviews the patterns of maxillary and mandibular growth and analyzes the specific risks associated with implant placement in various jaw regions. The anterior maxilla is identified as the most challenging area, where vertical growth can result in significant infra-occlusion and aesthetic compromise.

In contrast, the anterior mandible exhibits transverse stability at an earlier age, though it remains susceptible to crowding and spacing issues. In posterior regions, the primary long-term complication is the loss of occlusal and proximal contacts due to the natural mesial drift of teeth.

Two case reports involving adolescents with congenital tooth loss (DASS syndrome and Oligodontia) are presented as for illustrating complex treatment planning. In these severe cases, where removable solutions failed or were rejected, implant therapy was chosen to restore function and esthetics despite the patient's age. The authors conclude that while delaying implantation until growth cessation is preferable, early placement is a valid "calculated risk" for patients with extensive agenesis. Successful management requires anticipating future changes, utilizing segmented prosthetic designs, and informing patients that the prosthetic restoration will almost certainly require replacement or adjustment as craniofacial growth continues.

Dental management of a Child with Kindler Syndrome: A Case Report

Fahoum K. **, Bachar Lev O. **, Absawi Mervat K. **,

* Department of Pediatric Dentistry, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya, Israel.

** The Azrieli Faculty of Medicine, Bar-Ilan University, Safed, Israel

Abstract

Background: Kindler syndrome is a rare autosomal recessive disorder caused by mutations in the FERMT1 gene. It presents with skin fragility, photosensitivity, mucosal blistering, and severe oral manifestations.

Case Report: This report describes a 3-year-10-month-old girl with Kindler syndrome who presented with dental pain, gingival bleeding, and facial swelling. Clinical findings included fragile oral mucosa, reduced keratinized gingiva, severe early childhood caries, periodontitis as

manifestation of systemic disease and enamel hypoplasia of developing first permanent molars. Due to her systemic condition, young age, and poor cooperation, comprehensive dental treatment was performed under general anaesthesia with specific modifications to prevent mucosal trauma.

Conclusion: Children with Kindler syndrome require highly cautious dental management. Proper preventive protocols, modified clinical techniques, and multidisciplinary collaboration are essential for maintaining oral health and minimizing trauma during dental care.

Regenerative Treatment of Immature Necrotic Teeth in Patients with DASS Syndrome

Mishal A.*, Fahoum A.*, Morinus D.*,**, Slutzky Goldberg I.*,**

* Department of Endodontics, Galilee College of Dental Sciences, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel.

** The Azrieli Faculty of Medicine, Bar-Ilan University, Safed, Israel

Corresponding author: Dr. Iris Slutzky Goldberg, e-mail: dr.iris1@gmail.com

Abstract

Objective: Description of the outcomes of regenerative endodontic treatment performed in two patients with DASS syndrome, a rare genetic disorder that affects tooth development and causes, among other manifestations, amelogenesis imperfecta.

Methods: Regenerative treatment was performed on five immature necrotic teeth in two patients diagnosed with DASS, following the American Association of Endodontists' protocol. The treatment was conducted in two visits, with intracanal dressing of calcium hydroxide between appointments.

During the second visit, bleeding was induced from the periapical tissues, and a bioceramic material was placed over the resulting blood clot, followed by a coronal restoration. Follow-up lasted between 12 and 15 months.

Results: In both cases, healing of the periapical lesions was observed, the teeth were asymptomatic, and in some cases, further root development was evident.

Conclusions: Regenerative endodontics may be an effective alternative to apexification or extraction in immature teeth with pulpal necrosis. The treatment facilitated apical healing and continued root development in teeth affected by amelogenesis imperfecta.

Evaluating the Effects of Carriere Motion Appliance and Twin Block Appliances in Class II Correction—A Retrospective Study

Har Zion G.*, Katzhendler E.**, Bader Farraj A.***, Rabin M.***, Einy S.***,****

* Private Practice of Orthodontics.

** Department of Orthodontics, Faculty of Dental Medicine, Hebrew University-Hadassah School of Dental Medicine, Jerusalem 91120, Israel.

***Galilee College of Dental Sciences, Department of Orthodontics, Galilee Medical Center, Nahariya 2210001, Israel.

**** The Azrieli Faculty of Medicine, Bar-Ilan University, Safed 5290002, Israel

Author to whom correspondence should be addressed.

These authors contributed equally to this work.

Abstract

This retrospective study compared Class II orthodontic non-extraction treatment using Carriere Motion Appliance (CMA) and Twin Block (TB) appliances. Methods: The treatment of 38 patients was assessed. Pre-treatment and post-treatment cephalometric radiographs were analyzed to evaluate skeletal, dental, and soft tissue treatment outcomes and efficacy. Results: Both appliances effectively corrected the Class II molar relationship. When measured at the distal aspect of the first molar, TB achieved 4.22 mm, while CMA had a 2.55 mm correction. When measured in the mesial aspect, the CMA achieved a 3.9 mm correction. The changes in SNB and ANB were statistically significant only in the TB group.

The CMA appliance demonstrated statistically significantly less protrusion of the mandibular incisors and less upper incisor retrusion without vertical changes compared to the TB appliance. The TB demonstrated statistically significant lower lip protrusion compared to the CMA. Conclusion: the CMA corrects Class II malocclusions only by exerting a dentoalveolar influence and does not demonstrate the added effects associated with TB, such as elongation of lower facial height (LFH) and less loss of lower anchorage. Nonetheless, the correction in the TB group comprised both dentoalveolar and skeletal components. The CMA promotes a multidirectional upper and lower molar movement, and despite our 2D cephalometric analysis, we were able to estimate the extent of upper molar derotation.

A Decade since the Establishment of the Galilee College for Dental Sciences

Dear Readers of the Journal of the Israeli Dental Association,

It is my honor to open and welcome you upon the publication of this special edition dedicated to marking a decade since the establishment of the Galilee College for Dental Sciences.

These are complex times for all of us. The growing uncertainty, escalating security challenges and their national implications on the economy, academia, and healthcare systems have created a new level of demands, professional commitment, and resilience unlike anything we have experienced before.

Our professional worlds are now meeting a new standard of challenges, alongside emerging technologies, innovative approaches, groundbreaking research, and the integration of artificial intelligence as a true game changer – one that seems destined to reshape the landscape as we once knew it.

Likewise, your own professional field of Oral and Maxillofacial Surgery continues to set new benchmarks, introducing bold and pioneering technologies, as well as research that brings genuine hope and breakthrough treatments for many diseases and patients. As for this, you have my sincere admiration and congratulations.

In closing, as someone who considers himself among the veteran hospital directors of our time, I would like to remind us all that despite the technological environment in which you operate, the availability of advanced equipment, and the AI revolution – our true strength lies in our people. Continue investing in them, because at the end of the day, the whole story is about people.

With warm regards,

Prof. Masad Barhoum
CEO, Galilee Medical Center

A Decade of Excellence, Celebrating 10 Years of Galilee College of Dental Sciences at the Galilee Medical Center

Marking the tenth anniversary of the establishment of the Galilee College of Dental Sciences at the Galilee Medical Center is a moment of professional pride and a profound sense of mission. What began as a vision to upgrade medical services in the region has over the past decade, evolved into a rich clinical and academic reality, combining high-standard medical care with the training of the future generation.

The founding vision of the Galilee College of Dental Sciences was and remains evident: to provide the residents of the North and the Galilee an access to advanced dental care. In a reality characterized by a significant shortage of specialists in the periphery, the Galilee College of Dental Sciences succeeded in creating a professional, high-quality solution for numerous patients. Concurrently, it established a home for physicians and researchers striving for excellence. Today, the specialists and alumni of the Galilee College of Dental Sciences lead medical practice in the region, deeply connected to field-level clinical work alongside a commitment to continuous learning.

Currently, there are seven specialties officially recognized by the Scientific Council of the Israeli Dental Association and the Ministry of Health, Oral and Maxillofacial Surgery, Oral Medicine, Pediatric Dentistry, Endodontics, Orthodontics, Prosthodontics, and Periodontology.

All of these specialties operate under the umbrella of the Galilee College for Dental Sciences at the Galilee Medical Center, which is the third largest institution of its kind in Israel. More than one hundred professionals are employed within the college, including dentists, residents, dental assistants, and allied healthcare personnel.

The academic partnership with the Azrieli Faculty of Medicine at Bar-Ilan University serves as a cornerstone of our activities. This connection allows us to integrate clinical work with research that enriches professional knowledge in the dental field. The research conducted at the Galilee College of Dental Sciences contributes to the advancement of medical education in Israel and equips our physicians with up-to-date, innovative tools, positioning the department as a hub of scientific and medical creation.

The papers compiled in this special issue faithfully reflect the spirit of this institution, a blend of rich clinical experience, research curiosity, and dedication to patient well-being. This is an opportunity to present the fruits of our joint efforts, and the dynamism that has characterized the Galilee College of Dental Sciences since its inception.

Prof. Samer Srouji, DMD PhD

Head of Galilee College of Dental Sciences
Chairman, Oral and Maxillofacial Surgery
Department & Tissue Engineering Lab.
Chief Innovation Officer (CINO) Azrieli
Faculty of Medicine, Bar-Ilan University

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 **Application of Digital Technologies in Patient-Specific Craniomaxillofacial Surgery**
Shhadeh A., Daoud S., Redenski I., Zigran A., Kasem A., Totry A., Oren D., Zoabi A., Nahlieli O., Kablan F., Srouji S
- 23 **Implant-Supported Oral Rehabilitation in Patients with Systemic Sclerosis :A Case Series**
Karayanni-Matanis H., Abo Yonis J., Safori E., Shalom Berga H., Obeid Watfeh M., Badran L., Kablan F., Granot Y.
- 30 **SUMMARY: ALVEOLAR RIDGE PRESERVATION - FROM SCIENCE TO CLINICAL PRACTICE**
Sivan Gildor A.
- 41 **Placement of Dental Implants in Adolescent Patients: A Forward-Thinking Solution**
Sharon E., Varon Shahar E., Merimsky B.
- 51 **Dental management of a Child with Kindler Syndrome: A Case Report**
Fahoum K., Bachar Lev O., Absawi Mervat K.
- 61 **Regenerative Treatment of Immature Necrotic Teeth in Patients with DASS Syndrome**
Mishal A., Fahoum A., Morinus D., Slutzky Goldberg I.
- 69 **Evaluating the Effects of Carriere Motion Appliance and Twin Block Appliances in Class II Correction—A Retrospective Study**
Har Zion G., Katzhendler E., Bader Farraj A., Rabin M., Einy S.

Abstracts of articles

90

On the face of it...

- 97 **A Decade since the Establishment of the Galilee College for Dental Sciences**
Prof. Masad Barhoum
- 98 **A Decade of Excellence, Celebrating 10 Years of Galilee College of Dental Sciences at the Galilee Medical Center**
Prof. Samer Srouji



Cover Photo: Galilee College of Dental Sciences at the Galilee Medical Center

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)

