

שתלים דנטאליים באורתודונטיה

תפקיד השתלים בטיפול אורתודונטי וסוגי השתלים השונים המשמשים לכך



ד"ר גיא לוי, ד"ר יניב מאייה,
ד"ר ערן גבאי

השימוש בשתלים אורתודנטיים התרחב מאוד בשנים האחרונות, בשל היכולת לספק פתרונות עיגון מוצלחים יותר מבעבר ובשל קלות השימוש בהם. מאמר זה יעסוק בתפקיד השתלים בטיפול אורתודונטי ובסוגי השתלים השונים המשמשים לכך.

שימוש בשתלים בזמן טיפול אורתודונטי מאפשר:

- עיגון אבסולוטי אשר אינו תלוי בשיתוף הפעולה של המטופל, לדוגמה רסן אשר יש להרכיב במשך

כל היום ועלול להוות בעיה במטופלים מתבגרים ומבוגרים.

- עיגון ושיקום עתיד: לדוגמה שתל המשמש להזזת שיניים בשלב הטיפול האורתודונטי ולאחר מכן משוקם ע"י כתר.
- קיצור זמן הטיפול.
- תנועות אשר בעבר לא ניתן היה ליישם באמצעים אורתודונטיים רגילים.

שימוש בשתלים כעיגון אבסולוטי

לפי החוק השלישי של ניוטון (ראו נוסחה) כוח מחולק למומנט של פעולה ושל תגובה ובשל כך בזמן הטיפול האורתודונטי מתפתחים כוחות ההפוכים לכוחות התנועה שיצרנו. מטרת העיגון היא למנוע תזוזה לא רצויה של שיניים אלו ובכך למקסם את התנועות הרצויות ולמזער את התנועות הלא רצויות. קיימות מספר שיטות למנוע תנועה זו וביניהן קשת העוברת לאורך החיך ומשמשת כעיגון או רסן, כאשר הצוואר ו/או הגולגולת מהווים בו עיגון לשיניים. עם זאת, יעילותם של מכשירים אלה מוגבלת וחלקם תלויים בשיתוף הפעולה של המטופל.

נוסחת החוק השלישי של ניוטון: $F_{1,2} = -F_{2,1}$ שתלים, ברגים ושיניים אנקילוטיות הינם מחוסרי ליגמנט פריודונטלי ובשל כך לא זזים בתגובה לכוחות המופעלים עליהם. יכולתם של השתלים להיות יציבים תחת עומס, ביטול הצורך בשיתוף הפעולה של המטופל ואחוז ההצלחה הגבוהה שלהם הביאו לעלייה בשימוש בהם באורתודונטיה בצורה זמנית או קבועה.

קיימים 2 סוגים של עיגון ע"י שתלים:

עיגון ישיר: מתייחס למצב בו השתל עצמו משמש לעיגון התנועה.

עיגון בלתי ישיר: מצב בו שתל מעגן שן או מספר שיניים המשמשות לעיגון לתנועה.

יציבות השתלים ורמת האוסאואינטגרציה שלהם נבדקה במספר מחקרים. בשנת 1989 השתמש Roberts³ בשתלים שהותקנו בשיטת 2 השלבים הסטנדרטית (השתלה ולאחר 3 חודשים חשיפה) באזור הרטומולרי לצורך עיגון של טוחנות תחתונות והראה הצלחה בסגירת מרווח עקירה של טוחנת³.

לאחר סיום הטיפול האורתודונטי הוצאו השתלים ע"י מקדח כוס ובוצעה בדיקה היסטולוגית. הבדיקה הראתה אחוז גבוה של אוסאואינטגרציה: Bone) BIC (to implant contact) 80 אחוזים בעקבות הפעלת הכוחות האורתודונטיים הקבועים והממושכים אשר שונים באופיים מהכוחות אשר פועלים בדר"כ על שתלים (כוחות ורטיקלים בהעמסה לפרקים). ממצאים אלה קבלו חיזוק במחקרם של Melsen & Lang⁴, אשר בדקו את השפעת העמסה אורתודונטית על גבי שתלים דנטאליים בלסתות של קופים. בבדיקות היסטולוגיות שערכו נמצא כי הפעלת כוח של 3,400-6,600 Microstrain לכנייה של

עצם, בהפעלת כוחות מעל לערך זה נראתה ירידה בכמות העצם.

שימוש בשתלים לצורך עיגון יכול להביא תועלת במספר מצבים:

- רטרקציה ויישור (Alignment) של המשנן הקדמי במצבים של חוסר תמיכה אחורית.
- סגירת מרווחים לאחר עקירה גם במצבים בהם יש להזיז שיניים טוחנות.
- הזזה של שן תומכת לגשר למיקום אופטימלי בקשת ככלי מקדים לשיקום.
- אינטרוזיה/אקסטרוזיה של שיניים.
- רטרקציה/פורטרוזיה של לסת.
- במצב של אובדן תאחיזה גרמי מתקדם בו המשנן הקיים אינו יכול לשמש כעיגון יעיל.

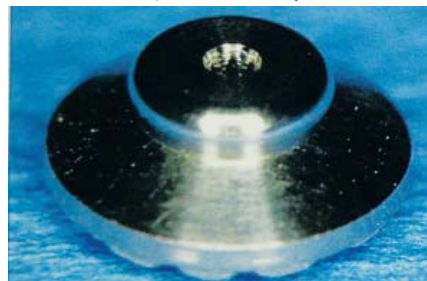
סוגי שתלים

למרות היתרונות הרבים של שתלים דנטאליים בסיוע לטיפול האורתודונטי ואחוזי ההצלחה הגבוהים שלהם, חסרונם העיקרי הוא זמן ההמתנה בין שלב ההשתלה לשלב השיקום, העומד על 3-6 חודשים. זמן ההמתנה להחלמה מתוסף לזמן הטיפול האורתודונטי הארוך מלכתחילה. בעיה נוספת טמונה בצורך למקם את השתל הדנטאלי כך שיוכל לשמש לייעודו השיקומי אשר אינו תמיד תואם את הצורך האורתודונטי, כבמקרים בהם אין רכסים מחוסרי שיניים המתאימים למיקום השתל הדנטאלי.

בשל כך עוצבו שתלים המתאימים לצרכים אורתודונטיים (שתלים המתאימים לחיך או בין שורשי שיניים סמוכות), רובם ניתנים להכנסה והוצאה בקלות תחת הרדמה מקומית ולהעמסה מיידית או לאחר מספר ימים.

שתלי חיך: Block & Hoffman⁵ הציגו בשנת 1995 את שתל ה-Onplant אשר היה שתל דיסק מצופה HA ברוחב של 10 מ"מ ועובי של 3 מ"מ. זהו שתל סאבפריאוסטלי הממוקם בחיך האחורי. השתל מועמס תוך 10 שבועות ומיועד לעמוד בכוחות אורתודונטיים המשכיים של 300 גרם, המספיקים לצורך סגירה של מרווח עקירה. חסרונו העיקרי של שתל ה-Onplant נובע מהצורך של הסרת רקמה רכה רבה בזמן חשיפת השתל ובהוצאתו הגורמת חוסר נוחות למטופל (תמונה מס' 1).

תמונה 1. שתל חיך של חברת Onplant



Wehrbein & Merz⁶ בדקו במחקרם משנת 1998 את עובי העצם במרכז החיך ע"י מדידה של צילומים צפלומטריים. בעקבות מחקרם הם פיתחו את מערכת השתלים Orthosystem, המבוססת על שתל מסוג one piece באורך 4-6 מ"מ. שתל ה-Orthosystem מיועד להעמסה לאחר 8 שבועות. הבעיה העיקרית בשימוש בשתל זה היא הקושי הגדול יותר בהוצאתו. בנוסף, יש להמנע ממיקום השתל במרכז החיך בילדים בהם הסוטורה עדיין לא נסגרה, מחשש לפגיעה בהתפתחות תקינה של עצמות החיך והרכסים, ועל כן מומלץ למקמו לטרלית לסוטורה⁷.

מתוך רצון להקדים את העמסת השתלים פיתח Melsen⁸ בשנת 1999 את שתל ה-Aarhus. זהו שתל באורך 6 מ"מ אשר ניתן למקמו באתרים שונים בפה, כולל בין שורשי שיניים קיימים, וניתן להעמיסו מיד לאחר החדרתו ולהוציאו בקלות עם סיום הטיפול האורתודונטי (תמונה מס' 2). לפי מחקרם של Melsen & Costa⁸ משנת 2000 נמצאה אוסאואינטגרציה בשתלים אלה גם בנוכחות כוחות אורתודונטיים של 25-50 גרם⁹.

תמונה 2. שתל אורתודונטי



מוקדם יותר עשה Kanomi ב-1996¹⁰ שימוש במיני שתלים הדומים לברגי קיבוע לסתות. שתלים אלה הם ברוחב מינימלי של 1.2 מ"מ ומתאימים למיקום בין שורשי שיניים במצבים בהם קיים מרחק מינימלי של 3 מ"מ (תמונה מס' 3).

תמונה 3. שתל אורתודונטי המותקן בין שורשי השיניים



תמונה 4. עיגון בלתי ישיר להזחת שן 12 (תופאים מטפלים: ד"ר ערן גבאי וד"ר אורנה גיסלר)



תמונה 5. עיגון ישיר לצורך אינטרוזיה של שיניים 16 ו-17 (תופאים מטפלים: ד"ר ערן גבאי וד"ר דהר אייזנבך)



שתלים המשמשים לצורך עיגון תומכים לשיקום

במקרים בהם קיימים רכסים מחוסרי שיניים המיועדים לשיקום, ניתן לעשות שימוש בשתלים דנטאליים כעיגון אבסולוטי במהלך הטיפול האורתודונטי ולשקמם לאחר סיומו. שימוש בשתלים בצורה זו מחייב תכנון מדויק המערב את האורתודונטי, הרופא המשקם והפרודונט על מנת למקם את השתל במיקום האידיאלי עבור השיקום העתידי. לשם כך מבצעים מודלים מעבדתיים מקדימים המדמים את מיקום השיניים לאחר סיום הטיפול האורתודונטי, צורת הסגר ואזורי השיניים החסרות. על סמך המודלים מחשבים את מיקומי השתלים ובהמשך מייצרים סד מודרך כירורגי. פרוטוקול זה למיקום השתל בצורה מדויקת

בהתאמה לטיפול האורתודונטי פורסם ע"י Smalley בשנת 1995¹¹.

גורמים שיש לקחת בחשבון לפני מיקום השתל

- **איכות העצם וכמותה.** ברוב שתלי החיך יש צורך בגובה עצם מינימלי של 4 מ"מ. לשם הערכת הגובה ניתן להשתמש בצילומי סי-טי ממוחשבים או בצילום צפלומטרי. מחקרו של Bernhart הראה כי גובה העצם הגדול ביותר נמצא במרכז החיך, כ-6 עד 9 מ"מ אחורית לתעלה האינסיוזלית¹².
- **מיקום של מבנים אנטומיים** כגון רצפת האף, הסטורה המי-פלטניגלית והסינוס המקסילרי.
- **גיל המטופל בילדים.** קיימים מספר פקטורים מגבילים:
- לא ניתן לבצע שתלים באזור מרכז המקסילה הקדמית בשל הסיכון לפתיחת הסטורה המידי-פלטניגלית.
- ספיגת החלק האחורי במקסילה בזמן הגדילה יכול לגרום לחשיפת השתל לסינוס המקסילרי.
- החלק האחורי במגניבולה ממשך לגדול בכל המישורים וקשה להעריך את מיקום השתל הסופי.

הצלחה וכשלון

למרות גדלם הקטן, שתלים אורתודונטיים חייבים לשמור על יציבות על מנת לשמש כמעגנים אבסולוטיים. Hurzeler¹³ ביקר את יציבות השתלים תחת כוחות אורתודונטיים ומצא בבדיקות היסטולוגיות שכוחות אורתודונטיים ממושכים לא גרמו לאיבוד עצם מרג'ינלי או לירידה בשטח מגע עצם-שתל ואף נמצאה דחיסות גבוהה יותר של עצם באזור השתל. גרם¹⁴ אשר לא הדגימו פגיעה באוסטואינטגרציית השתל, אלא עלייה בשיעור הסיבוכים המכאניים כשחרור מבנים וברגים. בסקירת ספרות שנערכה בשנת 2008 ע"י Chen ועמיתיו¹⁵ דווח כי ברוב המחקרים שיעורי ההצלחה

של Mini-implants נעים סביב 80 אחוזים (בטוח רחב 0-100 אחוזים). על פי המחקר קיימים מספר פקטורים הקשורים לכישלון Mini-implants:

- אי שימוש במקרה להכנת הקדה לשתל (מומלץ שימוש במקרה בגודל הקטן ב-0.2-0.5 מ"מ מגודל השתל).
 - העמסה בערכי טורק גבוהים מדי, הגורמת לנמק מקומי של העצם.
 - חימום יתר בזמן הקידוח.
 - חוסר יציבות ראשוני.
- מחקרם של Männchen & Schätzle¹⁶ על שתלי Orthosystem הראו כי מתוך 70 שתלי חיך שהועמסו רק 3 אבדו בשלב הראשוני (95.7 אחוז הצלחה). מתוך 3 השתלים הללו נכשלו 2 בשל חוסר יציבות ראשונית ואחד בשל חדירה לתעלה האינסיוזלית. מתוך 67 השתלים שהועמסו שתל אחד בלבד אבד בשל עומס יתר.

סיכום

שתלים דנטאליים ואורתודונטיים יכולים לשמש כמעגנים אבסולוטיים ובשל כך הם בעלי יתרון על עיגון של שיניים. קיימות מספר אינדיקציות לשימוש בשתלים לעיגון אורתודונטי: שיניים מעגנות עם חוסר תמיכה גרמי, חוסר שיתוף פעולה מצד המתרפא בשימוש במכשור נשלף ומניעת אובדן עיגון, המתבטא בתווה של שיניים מעגנות.

קלות השימוש, המורכביות הנמוכה למטופל בהתקנת השתל ובהוצאתו ושיעורי ההצלחה הגבוהים של הפרוצדורה, גרמו לעלייה בהיענות מצד המטופלים והרופאים כאחד. יחד עם זאת, יש לקחת בחשבון את הסיכונים והמגבלות ולבחור את אופן העיגון המתאים לכל מקרה ומקרה.

ד"ר גיא לוי, ד"ר יניב מאייר וד"ר ערן גבאי,

המחלקה לרפואת חניכיים, בית הספר להתמחויות ברפואת שיניים, הקריה הרפואית רמב"ם, חיפה

1. S. F. H. Ismail, A. S. Johal - The role of implants in orthodontics - Joral of orthodontics Vol29,2002, 239-245
 2. Gavin C Heymann, J.F.Camilla Tulloch - Implantable Devices as Orthodontic Anchorage: A Review of Current Treatment Modalities. J Esthet Restor Dent 18:68-80, 2006
 3. Roberts WE Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. Angle Orthod 1989; 60: 135-151
 4. Melsen, B. & Lang, N.P. Biological reactions of alveolar bone to orthodontic loading of oral implants. Clinical Oral Implants Research 2001, 12, 144-152
 5. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995; 107(3):251-8.
 6. Wehrbein H, Merz BR. Aspects of the use of endosseous palatal implants in orthodontic therapy. J Esth Dent 1998; 10: 315-324.
 7. Bernhart T, Vollgruber A, Dortbudak O, Haas R. Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. Clin Oral Impl Res 2000; 11: 595-601
 8. Melsen B, Verna C. A rational approach to orthodontic anchorage. Progress in Orthodontics 1999; 1: 10-22

9. Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. Clin Orthod Res. 2000;3(1):23-8.
 10. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod 1997;31: 763-76
 11. Smalley WM. Implants for tooth movement: determining implant location and orientation. J Esthet Dent. 1995;7(2):62-72.
 12. Bernhart, T., Vollgruber, A., Gahlleitner, A., Dortbudak, O. & Haas, R. (2000). Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. Clinical Oral Implants Research 2000 11, 595-601
 13. Hurzeler MB, Quinones CR, Kohal RJ, et al. Changes to peri-implant tissues subjected to orthodontic forces and ligature breakdown in monkeys. J Periodontol 1998; 69: 396-404
 14. De Pauw GAM, Dermaut L, De Bruyn H, Johansson C. Stability of implants as anchorage for orthopaedic traction. Angle Orthod 1999; 69: 401-407
 15. Yan Chen, Hee Moon Kyung, Wen Ting Zhao, and Won Jae Yud . Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: A systematic review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.2009: 284-291
 16. Männchen, R. & Schätzle, M. Success rates of palatal orthodontic implants. A prospective longitudinal study. Clinical Oral Implants Research July 2008: 665-669