

אמצעים דיגיטליים חדשניים להערכת רקמות סב-השתל לאחר ההשתלה

ד"ר ולדי דבוייריס, DMD MBA

בבואנו לדון בהצלחה או כישלון של השתלת שיניים, חובה עלינו לקחת בחשבון את בריאות רקמת סב-השתל ואת ההיבטים הפונקציונליים הנוגעים לחלקים השיקומיים שעל-גבי השתל. יחד עם זאת, עד לאחרונה לא היו ברשות רופא השיניים הממוצע אמצעים להערכה קלינית אובייקטיבית, שניתן לחזור עליה בדיוק רב – והרופאים נאלצו להסתפק בהערכה סובייקטיבית, תוך שפעמים רבות הם מתבססים על ראייתם בלבד, בתוספת פיענוח עצמי של הדמיות רנטגניות.

בשנים האחרונות, הפכו אמצעי הדימות הדיגיטליים החדשניים לפופולריים מאוד בתחום השתלות השיניים – הן לשם האבחון בטרם ההשתלה והן לצורך מעקב לאחריה. בין האמצעים הזמינים כיום בכל מרפאה ניתן למנות מכשירי CT קומפקטיים וסורקים אופטיים, ואלה – בשילוב עם אמצעי עיבוד ממוחשבים מתאימים – מאפשרים הערכה מדויקת של מצב השתלים והרקמות התומכות: נפח רקמות סב-השתל, מיקום השתל, התאמה פרוטתית ואף שינויים בצבע החניכיים והריריות. למרות זאת, ולמרות הניסיון הקליני המצביע על תוצאות טובות למדי לשימוש בשיטות הדימות הדיגיטליות, המידע הקיים בספרות אודות דיוקן לוקה בחסר.

CBCT היא כיום שיטת הבחירה לדימות תלת-ממדי של עצמות הלסת, הודות לרמת הקרינה הנמוכה יחסית שלה ולזמינות הגבוהה של המכשירים. עם זאת, החוקרים כיום לא ממליצים להשתמש ב-CBCT לצרכי הערכה שגרתית מחדש לאחר השתלות, אלא במקרים בהם מופיעים סיבוכים ותופעות לוואי (Harris et al., 2012), כגון נזק עצבי או זיהומים בתר-ניתוחיים.

בנוסף לבדיקת רכס העצם לאחר השתלה, ניתן להשתמש ב-CBCT גם להערכת המתאר החיצוני של רקמת סב-השתל הרכה – לצורך כך ניתן להניח חומרי ניגוד (למשל, חומר מרכב נוזלי) על-פני הרקמה (Kehl et al., 2011).

יחד עם זאת, כדאי לשים לב שבדומה לכל הדמיה רנטגנית, גם ב-CBCT עשויים להיווצר ארטפקטים בצילום בנוכחות של עצמים רדיואופאקיים, כגון שחזורים דנטליים (Draenert et al., 2007) ושתלים (Schulze et al., 2010). יתרה מכך, במחקרם של Sancho-Puchades et al. מ-2014 נמצא כי שתלי זירקוניה גורמים לעד פי 3 יותר ארטיפקטים בצילום מאשר שתלי טיטניום! אלגוריתמים שונים המופעלים על-ידי תוכנות עיבוד ה-CT, ו"פילטרים" אותם יכול להפעיל הרופא עצמו תוך כדי פיענוח ההדמיה, אינם משפרים משמעותית את ההדמיה, וכיום אף לא קיים פרוטוקול או "פילטר" סטנדרטי לתיקון הארטיפקטים.

נראה כי מערכות CT חדשות הפועלות על מערכת אנרגיה כפולה (DECT), מתבססות על שתי סריקות CT של אותו אזור, בשני ספקטרומים שונים של קרני X, מסוגלות להפחית את הארטיפקטים ולהגביר את איכות הדמיית הרקמה הרכה – אך במחיר של הקרנה כפולה למטופל. מערכות אלה אינן נפוצות כיום בשוק.

בנוסף, במהלך השנה האחרונה יצאו לשוק רפואת השיניים העולמי מספר מערכות פיענוח CBCT המבוססות על בינה מלאכותית. מערכות אלה מאפשרות, בין יתר הדברים, לעבד את קובץ ה-DICOM המתקבל מן ה-CBCT למודל תלת-ממדי דיגיטלי, תוך ניקוי אוטומטי של הפרעות שונות וקבלת תמונה חלקה יחסית של הרקמות הגרמיות. במודל הדיגיטלי המתקבל ניתן לצפות מכל מחשב או אף להדפיס אותו במדפסת תלת-ממד. אפשרות זו פותחת פתח חדש לשימוש ב-CBCT להערכת רכס העצם בטרם ביצוע הליכים כירורגיים שונים. (תמונות 1-3)

סורקים אופטיים הקיימים כיום בשוק מספקים לנו אפשרות לבצע הערכה של מתאר הרקמה הרכה, מיקום השתל, ומידת ההתאמה (או אי-ההתאמה) של שחזורים לשתלים שתחתיהם. לשם ביצוע הערכה מדויקת, יש להניח סריקות מתקופות שונות זו על זו, תוך שימוש בנקודות ייחוס קבועות, שתישארה יציבות למשך זמן ארוך. קיימת סברה כי ניתן לבצע מדידה של גובה הפפילות באזורים אסתטיים באמצעות סורק אופטי, אך נראה כי הערכה ידנית (באמצעות פרוב פריודונטלי) תוביל לתוצאות מדויקות יותר.

ניתן גם לבצע התאמה בין הדמיית CT לבין סריקה אופטית דיגיטלית של פני שטח החניכיים, ובכך לייחס את פני שטח הרקמה הרכה לרכס העצם ולשתלים שבתוכו (von See et al., 2014). הדבר מאפשר לזהות את מיקום השתל המדויק לאחר התקנתו, ולהשוות בין התכנון הווירטואלי בטרם ההשתלה לבין התוצאה הסופית (Stoetzer et al., 2014).

בין השיטות החדשניות הנוספות ניתן למנות את הספקטרוםפוטומטריה (להערכת הרקמה הרכה), OCT (הדמיה אופטית קוהרנטית, בדומה לבדיקות רשתית העין), ואף MRI – אך שיטות אלה עודן אינן זמינות לקלינאי הפשוט, וממשות בעיקר את החוקרים באקדמיה.

בסופו של דבר, נראה כי מרבית השיטות הדיגיטליות עוד לא קיבלו את חותמת האיכות הסופית של מחקרים קליניים נרחבים. השילוב בין סריקה אופטית ל-CBCT בטרם התקנת השתלים עשוי לשמש כלי להערכה תלת-ממדית של מיקום השתלים – לאחר ההשתלה – יחסית למבנים האנטומיים הסמוכים.

==

ד"ר ולדי דבוייריס, DMD, MBA, הוא רופא שיניים ויועץ בתחומי השיווק והדיגיטל למסדות רפואיים ולחברות טכנולוגיות בתחום הרפואה ורפואת השיניים. כיום עומד ד"ר דבוייריס בראש מיזם Dentist Sapiens המציע את שיווק הטכנולוגיות הדנטליות בישראל אל המאה ה-21. בנוסף, הוא חבר הנהלת העמותה הישראלית להשתלות דנטליות ונגיד אחוות רופאי השיניים אלפא אומגה בישראל.

ליצירת קשר: vladi@dentistsapiens.com

מקורות:

1. Harris, D., Horner, K., Grondahl, K., Jacobs, R., Helmrot, E., Benic, G.I., Bornstein, M.M., Dawood, A. & Quirynen, M. (2012) E.A.O. Guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the european association for osseointegration at the medical university of warsaw. Clinical Oral Implants Research 23: 1243–1253.
2. Kehl, M., Swierkot, K. & Mengel, R. (2011) Threedimensional measurement of bone loss at implants in patients with periodontal disease. Journal of Periodontology 82: 689–699.
3. Draenert, F.G., Coppenrath, E., Herzog, P., Muller, S. & Mueller-Lisse, U.G. (2007) Beam hardening artefacts occur in dental implant scans with the newtom cone beam CT but not with the dental 4-row multidetector CT. Dento Maxillo Facial Radiology 36: 198–203.
4. Schulze, R., Heil, U., Gross, D., Bruellmann, D.D., Dranischnikow, E., Schwanecke, U. & Schoemer, E. (2011) Artefacts in CBCT: a review. Dento Maxillo Facial Radiology 40: 265–273.
5. Sancho-Puchades, M., Hammerle, C.H. & Benic, G.I. (2014) In vitro assessment of artifacts induced by titanium, titanium-zirconium and zirconium dioxide

- implants in cone-beam computed tomography. Clinical Oral Implants Research doi: 10.1111/clr.12438. [Epub ahead of print].
6. von See, C., Wagner, M.E., Schumann, P., Lindhorst, D., Gellrich, N.C. & Stoetzer, M. (2014) Non-radiological method for three-dimensional implant position evaluation using an intraoral scan method. Clinical Oral Implants Research 25: 1091–1093.
 7. Stoetzer, M., Wagner, M.E., Wenzel, D., Lindhorst, D., Gellrich, N.C. & von See, C. (2014) Nonradiological method for 3-dimensional implant position assessment using an intraoral scan: new method for postoperative implant control. Implant Dentistry 23: 612–616.
 8. Benic GI, Elmasry M, Hammerle CHF. Novel digital imaging techniques to assess the outcome in oral rehabilitation with dental implants: a narrative review. Clin. Oral Impl. Res. 26 (Suppl. 11), 2015, 86–96

==

מקרא לתמונות:

תמונה 1: סגמנטציה תלת-ממדית של CBCT דנטלי – באמצעות שליטה בשקיפות הסגמנט המייצג את הלסת התחתונה, ניתן לראות בבירור את היחס בין רכס העצם לתעלות המנדיבולריות (בוצע בתוכנת Diagnocat תוך שימוש בוויאר של 3Shape, ד"ר ולדי דבוייריס, 2020).

תמונה 2: סגמנטציה תלת-ממדית של CBCT דנטלי – במבט אקסיאלי מלמעלה ניתן לראות בבירור את מתאר רצפת הסינוסים המקסילריים (בוצע בתוכנת Diagnocat תוך שימוש בוויאר של 3Shape, ד"ר ולדי דבוייריס, 2020).

תמונה 3: סגמנטציה תלת-ממדית של CBCT דנטלי – באמצעות שליטה בשקיפות הסגמנט המייצג את הלסת העליונה, ניתן לראות בבירור את היחס בין שורשי השיניים הטוחנות העליונות לבין הסינוס המקסילרי (בוצע בתוכנת Diagnocat תוך שימוש בוויאר של 3Shape, ד"ר ולדי דבוייריס, 2020).