
รายงานผู้ป่วย

การฝังรากเทียมด้วยระบบดิจิทัล

อนันต์ หล่อทองคำ ท.บ.*

*กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลพุทธโสธร จังหวัดฉะเชิงเทรา

Received: December 7, 2018 **Revised:** December 26, 2018 **Accepted:** February 14, 2019

บทคัดย่อ

การทำงานระบบดิจิทัลสำหรับการฝังรากเทียม มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะช่วยให้มีการวางแผนที่เหมาะสม สำหรับการผ่าตัดฝังรากเทียมและการใส่ฟัน ลดผลข้างเคียงของการผ่าตัดให้เหลือน้อยที่สุดและได้ตำแหน่งการวางรากเทียมที่เหมาะสมที่สุด บทความนี้เป็นรายงานผู้ป่วย 1 รายที่ประสบผลสำเร็จจากการได้รับการฝังรากเทียม ด้วยแผ่นตัวนำเจาะสลักกรรมแบบดิจิทัลแบบไม่

เปิดแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูก เพียงเจาะรูขนาดเล็ก บริเวณที่รักษา เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการรักษาและประสบความสำเร็จหลังการติดตามผลที่ 1, 3, 6 และ 12 เดือน

คำสำคัญ : การฝังรากเทียมด้วยระบบดิจิทัล; แผ่นตัวนำเจาะสลักกรรมแบบดิจิทัล; รากฟันเทียม; การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

Case Report

Digital Workflow for Implant Placement

Anant Lawthongkam D.D.S.*

*Dental Department, Buddhasothorn Hospital, Chachoengsao Province, Thailand.

Abstract

Digital workflow for implant placement using computer guided simulation aims to provide technological assistance for planning surgery and restoration. Digital workflow minimizes the chance of surgical complications during installation of the dental implant in the optimal position. One case report

demonstrated that dental implant surgery using digital surgery drill guide and flapless implant placement had a successful result at 1, 3, 6 and 12 months follow up.

Keywords : digital implant placement; digital surgery drill guide; dental implant; computer guided simulation

บทนำ

การรักษาทางทันตกรรมรากเทียม จะทำให้เกิดผลสำเร็จในระยะยาว ควรต้องมีการวางแผนที่ดี ถูกต้องแม่นยำ การรักษารากเทียมแบบดั้งเดิม (conventional method) จะเป็นการรักษาแบบฝังมือ (free hand) ใช้การกะระยะด้วยสายตาขณะทำการผ่าตัด มีน้ำ น้ำลาย ฟันข้างเคียงบดบัง ทำให้เห็นไม่ชัดเจน การวางรากเทียมมักจะเอียงไม่ขนานกัน ใส่ครอบฟันได้ยาก วางแผนการรักษาจากภาพถ่ายรังสีสองมิติ อาจเกิดการผิดพลาดในการคำนวณทิศทางความยาวในการฝังรากเทียม มีผลให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะสำคัญ เช่น เส้นเลือด เส้นประสาท โพรงไซนัส^{1,2}

รายงานผู้ป่วยรายนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการนำเทคโนโลยีด้านดิจิทัล มาปรับใช้ในการวางแผนการรักษาทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดี ลดโอกาสการเกิดผลข้างเคียงโดยเฉพาะขั้นตอนการฝังรากเทียม³ เนื่องจากผู้ป่วยรายนี้จำเป็นต้องฝังรากเทียมทั้งหมด 6 ซี่ เพื่อให้รากเทียมขนานกันและปลอดภัยต่ออวัยวะข้างเคียงต้องการความแม่นยำสูง

การวางแผนการฝังรากเทียมระบบดิจิทัลทางทันตกรรมรากเทียม จำเป็นต้องใช้ภาพถ่ายรังสีแบบสามมิติ (cone beam computed tomography; CBCT) และภาพสแกนสามมิติในช่องปากหรือภาพสแกนสามมิติจากแบบจำลองฟัน มาออกแบบในโปรแกรม และทำแผ่นตัวนำเจาะสลักกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide) จากเครื่องพิมพ์สามมิติในการออกแบบ สามารถกำหนดให้รากเทียมห่างจากอวัยวะสำคัญ เช่น โพรงอากาศกระดูกโหนกแก้ม (maxillary sinus) เส้นประสาท (nerve) และอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับทำครอบฟันต่อไป^{1,2,3,4}

ระบบนำทางการผ่าตัดด้วยคอมพิวเตอร์ (computer guide surgery) ได้ถูกเริ่มนำเสนอตั้งแต่มาก่อนปี ค.ศ.2000 ซึ่งให้ผลดีทั้งการใช้งานและผลลัพธ์ โอกาสประสบความสำเร็จร้อยละ 91-100 ขึ้นกับเทคนิค

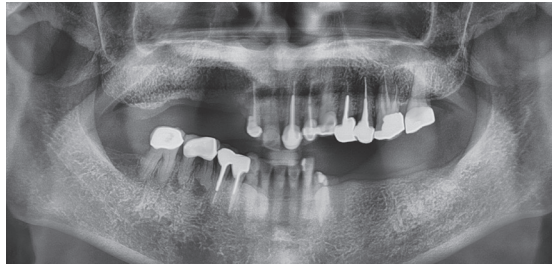
ในการทำ แผ่นตัวนำเจาะสลักกรรมแบบดิจิทัลยังช่วยให้การผ่าตัดมีการสูญเสียเนื้อ (minimally invasive) ตำแหน่งรากเทียม ถูกต้อง ขนานกันง่ายต่อการทำครอบฟัน ขั้นตอนการออกแบบเริ่มจากการใช้ไฟล์ STL ของเครื่องสแกนภาพในปาก (optical scan) หรือแบบจำลองฟัน (scan model) มาใช้ร่วมกับไฟล์ Dicom ของเครื่องถ่ายภาพรังสีแบบสามมิติทางทันตกรรม (cone beam computed tomography; CBCT) มาออกแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยออกแบบตำแหน่งของฟันที่จะวางและกำหนดตำแหน่งรากเทียมตามตำแหน่งของฟันให้เหมาะสมกับกระดูกและอวัยวะสำคัญ เมื่อได้ตำแหน่งขนาดรากเทียมแล้วจะออกแบบแผ่นตัวนำเจาะสลักกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide) และสั่งพิมพ์จากเครื่องพิมพ์สามมิติ เพื่อกำหนดตำแหน่งในปากได้เหมือนที่ออกแบบไว้ นำมาใช้ในวันผ่าตัด^{5,6,7}

การออกแบบการเปิดแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูกเพื่อการผ่าตัดรากเทียมมีมากกว่า 30 ปี ปัจจุบันมีการรักษาแบบไม่เปิดแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูก เพียงเจาะรูขนาดเล็กบริเวณที่รักษา (flapless and tissue punch) ร่วมกับการฝังรากเทียมจะช่วยให้เกิดผลข้างเคียง ลดเวลาการทำ ไม่ต้องเย็บ⁸

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยหญิงไทย อายุ 64 ปี ต้องการใส่ฟันปลอมแบบติดแน่น ผู้ป่วยเคยใส่ฟันปลอมแบบถอดได้มาแล้ว ใส่ไม่ได้ ใช้งานไม่สะดวก

จากการตรวจในช่องปาก พบว่ามีฟันที่หายไปคือ ซี่ 13, 14, 15, 16, 17, 34, 35, 36 และ 37 ผู้ป่วยกัดสบฟันแบบลึกชนิดที่สาม (cl III deep bite) ผู้ป่วยปฏิเสธโรคประจำตัว ได้ทำการพิมพ์ปาก ถ่ายภาพรังสีฟันทั้งปาก (X-RAY OPG) ดังรูปที่ 1 และมาทำการออกแบบฟันและรากฟันเทียม จากการวางแผนการรักษาร่วมกับผู้ป่วย ผู้ป่วยขอทำเฉพาะตำแหน่งที่ไม่มีฟันก่อน ส่วนตำแหน่งฟันเดิมขอยังไม่แก้ไข



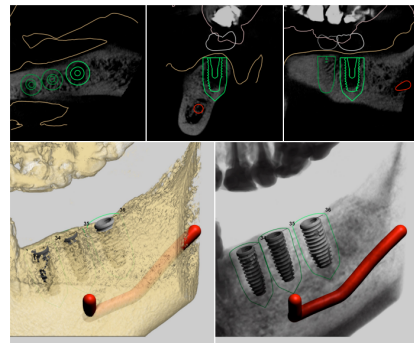
รูปที่ 1 ภาพถ่ายรังสีฟันทั้งปาก (X-RAY OPG) ก่อนทำรากเทียม

การวางแผนการรักษา

1. พิมพ์ปากทำแบบจำลองฟันเพื่อออกแบบทำฟันปลอมบนรากเทียม
2. แบ่งทำรากเทียมเป็น 2 ส่วน โดยใช้แผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide) ทั้งหมดและพิมพ์ปากทำครอบฟันด้วยเครื่องสแกนภาพในปาก
 - ส่วนที่หนึ่ง ตำแหน่ง ซี่ 13-16 ทำสะพานฟัน 4 ซี่ บนรากเทียม 3 ตัว ที่ตำแหน่ง ซี่ 13, 14, 16
 - ส่วนที่สอง ตำแหน่ง ซี่ 34-36 ทำสะพานฟัน 3 ซี่ บนรากเทียม 2 ตัว ที่ตำแหน่ง ซี่ 34, 36

การปฏิบัติจริง มีดังนี้

1. ส่งผู้ป่วยไปถ่ายภาพรังสีแบบสามมิติทางทันตกรรม (cone beam computed tomography; CBCT) ไฟล์ Dicom
2. ส่งแบบจำลองฟันที่วางแผนไปทำการสแกนสามมิติจากแบบจำลองฟัน (scan model) เพื่อทำไฟล์ STL
3. ส่งทำการออกแบบตำแหน่งที่จะวางครอบฟันและตำแหน่งรากฟันเทียมของผู้ป่วยโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมออกแบบรากฟันเทียม (implant studio, 3 shape, copenhagen, denmark) ดังรูปที่ 2 และทำแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 ภาพการออกแบบตำแหน่งที่จะวางครอบฟันทั้งหมด (รูปซ้าย) และตำแหน่งรากฟันเทียมขากรไกรล่างซ้ายของผู้ป่วย โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (รูปขวา)



รูปที่ 3 แผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide)

4. จากการออกแบบใช้รากเทียมของบริษัทนีโอไบโอเทค (Neobiotech) 5 ตัว ดังนี้ ที่ 13, 14, 16, 34 และ 36 ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5*10, 3.5*10, 5.0*10, 4.0*10, 5.0*10 มิลลิเมตร ตามลำดับ

5. ทำการวางแผนการรักษากับผู้ป่วยและนัดวันฝังรากเทียม

6. ในวันที่ทำการผ่าตัดได้ทดสอบแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide) ดำเนินการฉีดยาชา และรักษาแบบไม่เปิดแผลเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูก เพียงเจาะรูขนาดเล็กบริเวณที่รักษา (flapless and tissue punch) ในแต่ละส่วน ใช้ความเร็วรอบเจาะฝังรากเทียมที่ 800 รอบต่อนาที

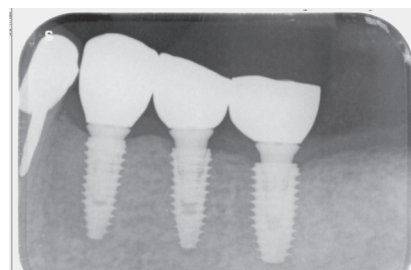
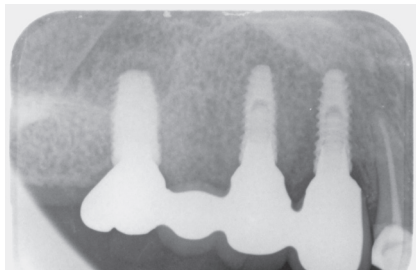
6.1 ส่วนที่หนึ่ง ตำแหน่ง ที่ 13-16 ทำการเจาะฝังรากเทียม ตามลำดับของการวางแผนซึ่งชุดหัวเจาะศัลยกรรมจะทำงานควบคู่กับแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide) โดยแผ่นนี้จะทำหน้าที่กำหนดทิศทางตำแหน่งและความลึกในการเจาะ ที่ 13, 14, 16 กระดูกแข็งประมาณระดับ 2-3 ชั้นรากเทียมแน่นด้วยแรงบิด (torque) 40 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ปิดบนรากเทียมด้วยตัวสร้างร่องเหงือก (healing cap) นัดติดตามผล 1 สัปดาห์ 1 เดือน เมื่อครบ 3 เดือน ทำการพิมพ์ปาก ส่งแลปทันตกรรมเพื่อทำสะพานฟันแบบใช้ขันนอตยึด (screw type) 2 สัปดาห์ต่อมา เมื่องานสะพานฟันกลับมาแล้วได้ใส่ในช่องปาก แก้วสูง ขัดแต่ง ขันนอตยึดหลักยึด (abutment) แน่นด้วยแรงบิด (torque) 30 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ปิดรูด้วยเทปขาว แล้วปิดผิวบนด้วยวัสดุอุดฟันคอมโพสิต (composite)

6.2 ส่วนที่สอง ตำแหน่ง ที่ 34 และ 36 ทำการเจาะฝังรากเทียม ตามลำดับของการวางแผนซึ่งชุดหัวเจาะศัลยกรรมจะทำงานควบคู่กับแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิทัล กระดูกแข็งประมาณระดับ 1-2 ชั้นรากเทียมแน่นด้วยแรงบิด (torque) 45 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ปิดบนรากเทียมด้วยตัวสร้างร่องเหงือก (healing cap) นัดติดตามผล 1 สัปดาห์ 1 เดือน พบว่าผู้ป่วยมีอาการเจ็บที่ 34 และ 36 และรากเทียมไม่เชื่อมติดกับกระดูก จึงจำเป็นต้องเอารากเทียมที่ 34 และ 36 ออก รอแผลหาย 3 เดือน ที่ 34 และ 36 เมื่อครบกำหนด 3 เดือน ทำการฝังรากเทียมใหม่ แต่ผู้ป่วยขอแบบแยก

แต่ละซี่ เนื่องจากผู้ป่วยได้ใส่สะพานฟันที่ 13-16 แล้วรู้สึกว่าการทำความสะอาดยากมาก จึงขอเปลี่ยนแผนการรักษา จึงได้ส่งคนไข้ไปถ่ายภาพรังสีแบบสามมิติทางทันตกรรม (cone beam computed tomography; CBCT) ใหม่ และพิมพ์ปาก ออกแบบและทำแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิทัล (digital surgery drill guide) ที่ 34-36 ใหม่ เป็นรากเทียมของแต่ละซี่ 34-36 ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.0*10, 4.0*10, 5.0*10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทำการฝังรากเทียม ที่ 34-36 ใหม่อีกครั้ง ขันรากเทียมแน่นด้วยแรงบิด (torque) 30 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ปิดบนรากเทียมด้วยตัวสร้างร่องเหงือก (healing cap) นัดติดตามผล 1 สัปดาห์ 1 เดือน เมื่อครบ 3 เดือน ได้ถ่ายภาพรังสีฟันทั้งปาก (X-RAY OPG) และทดสอบการยึดติดของรากเทียมกับกระดูกด้วยเครื่องมือนี้เช็ค (anycheck, Neobiotech Korea) ที่ 34, 35, 36 ได้ค่า 82, 85, 82 ตามลำดับ แสดงว่าการยึดติดของรากเทียมกับกระดูกด้วยดี พิมพ์ปากโดยใช้แท่งสแกน (scan body, Neobiotech Korea) ร่วมกับเครื่องสแกนของบริษัทเมดิ (intral oral scanner medit I 500 Korea) ส่งแลปทันตกรรมเพื่อทำครอบฟันของแต่ละซี่แบบใช้ขันนอตยึด (screw type) 2 สัปดาห์ต่อมาเมื่องานครอบฟันกลับมาแล้ว ได้ใส่ในช่องปาก แก้วสูง ขัดแต่ง ขันนอตยึดหลักยึด (abutment) แน่นด้วยแรงบิด (torque) 30 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ปิดรูด้วยเทปขาว แล้วปิดผิวบนด้วยวัสดุอุดฟันคอมโพสิต (composite) ถ่ายภาพรังสีฟันทั้งปาก (X-RAY OPG) ดังรูปที่ 4 ติดตามอาการที่ 1 เดือน และ 3 เดือน รากเทียมสามารถเชื่อมต่อกับกระดูกได้เป็นอย่างดี สามารถทำครอบฟันต่อบนรากเทียมได้ทุกซี่ ติดตามอาการที่ 1, 3, 6 และ 12 เดือน พบว่าใช้งานได้ดี ไม่มีภาวะแทรกซ้อน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ภาพถ่ายรังสีฟันทั้งปาก (X-RAY OPG) ผู้ป่วยหลังการรักษา



รูปที่ 5 ภาพถ่ายรังสีฟันผู้ป่วยหลังการรักษา 12 เดือน ฟันกรามบนซ้าย (ภาพซ้าย) ฟันกรามล่างขวา (ภาพขวา)

อภิปรายผล

การรักษารากเทียมแบบดั้งเดิม (conventional method) จะเป็นการรักษาแบบฝังมือ (free hand) ใช้การกะระยะด้วยสายตา วางแผนการรักษาจากภาพถ่ายรังสีสองมิติ อาจเกิดการผิดพลาดในการทำงานได้ง่าย โดยเฉพาะขณะเจาะกระดูกสันเหงือก จะมองเห็นความลึก ความเอียงของหัวเจาะศัลยกรรมได้ยาก⁹ ทำให้ต้องเปิดแผ่นเหงือกกว้าง การหายของแผลใช้เวลานาน แต่มีข้อดีคือสามารถทำการหล่อเย็นไม่ให้เกิดความร้อนขณะทำการเจาะกระดูกสันเหงือก

การฝังรากเทียมด้วยระบบดิจิตอลทำให้การทำงานสะดวก รวดเร็ว แม่นยำ ปลอดภัย มากขึ้นเพราะถูกออกแบบทำแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิตอล (digital surgery drill guide) ซึ่งจะบังคับให้หัวเจาะศัลยกรรมเข้าได้ทิศทางเดียว การบังคับความลึกของความยาวหัวเจาะศัลยกรรม จะมีขนาดความยาวหัวเจาะศัลยกรรมให้เลือกในแต่ละความยาวที่ต้องการ การเลือกใช้อุปกรณ์ชุดหัวเจาะศัลยกรรมที่จะนำมาใช้ต้องเป็นของบริษัทเดียวกับรากเทียม⁹ ไม่เปิดแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูก เพียงเจาะรูขนาดเล็กบริเวณที่รักษา ทำให้การฟื้น

ตัวของแผลเร็วขึ้น แต่มีข้อเสียคืออาจเกิดความร้อนขณะทำการเจาะกระดูกสันเหงือก ทำให้เนื้อเยื่อกระดูกตายได้ การเข้าทำในตำแหน่งที่ลึกจะท่ายาก เช่น ฟันกรามซี่ที่สอง¹⁰ นอกจากนี้ผู้ป่วยต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการถ่ายภาพรังสีแบบสามมิติ ส่งแลปทำแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรม ราคาชุดละประมาณ 800 บาท และเสียเวลารองานจากบริษัททำแลปทันตกรรม 1-2 สัปดาห์ ส่วนการออกแบบการฝังรากเทียมด้วยระบบดิจิตอลบริษัทนี้ไม่เสียค่าใช้จ่าย

ในผู้ป่วยรายนี้เลือกการฝังรากเทียมด้วยการมีแผ่นตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบดิจิตอล (digital surgery drill guide) เนื่องจากผู้ป่วยมีความจำเป็นต้องใส่รากเทียมหลายซี่ซึ่งต้องการความแม่นยำสูง ทำให้สามารถฝังรากเทียมได้ขนานกันระหว่างรากเทียมด้วยกันและขนานกับรากฟันธรรมชาติ ได้ตำแหน่งถูกต้องตามที่วางแผน ปลอดภัยไม่โดนอวัยวะสำคัญ เช่น เส้นเลือด เส้นประสาท โพรงไซนัส แต่หลังการติดตามอาการที่ 1 เดือนพบว่า รากเทียมซี่ 34 และ 36 ไม่เชื่อมติดกับกระดูกสันเหงือก ซึ่งอาจเกิดจากความร้อนขณะทำการเจาะกระดูกสันเหงือกทำให้เนื้อเยื่อกระดูกตาย ในผู้ป่วยรายนี้กระดูก

ขากรรไกรล่างซ้ายแข็งร่วมกับรักษาแบบไม่เปิดแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูก เพียงเจาะรูขนาดเล็กบริเวณที่รักษา (flapless and tissue punch) ขณะเจาะกระดูกสันเหงือก อาจจะมีน้ำหล่อเย็นไม่เพียงพอจึงเกิดการไม่เชื่อมติดกับกระดูกสันเหงือกของรากเทียมซี่ 34 และ 36¹¹ ต้องฝังรากเทียมใหม่ ในตำแหน่งซี่ 34-36 การฝังรากเทียมครั้งนี้ ขณะเจาะได้ฉีดน้ำหล่อเย็นเข้าในช่องแผ่นตัวนำเจาะมากขึ้นใช้ความเร็วรอบเจาะฝังรากเทียมลดลงน้อยกว่า 800 รอบต่อนาที ทำให้ประสบความสำเร็จรากเทียมเชื่อมติดกับกระดูกสันเหงือก¹²

สรุป

การรักษาทางทันตกรรมรากเทียมด้วยระบบดิจิทัล จะช่วยให้การผ่าตัดของทันตแพทย์ได้ง่ายขึ้นเพิ่มประสิทธิภาพ ได้ตำแหน่งของรากเทียมที่ถูกต้องแม่นยำและปลอดภัยมากขึ้น ผู้ป่วยรายนี้ใช้ระบบดิจิทัลในการวางแผนการรักษาช่วยให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการและผู้ป่วยสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ การรักษาทางทันตกรรมรากเทียมด้วยระบบดิจิทัลนี้สามารถใช้ได้ในผู้ป่วยทุกรายโดยเฉพาะผู้ป่วยที่ต้องใส่รากเทียมหลายซี่ เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่มากเมื่อเทียบกับแบบเดิม

เอกสารอ้างอิง

- Vlahovic Z ,Mikic M. 3D printing guide implant placement. Balk J Dent Med 2017;21:65-8.
- Pisitanusorn A, Unkaew P. Computer guided dental implant: new dimension in oral restoration. CM Dent J 2016;37(2):13-25.
- Arcuri L, Lorenzi C, Cecchetti F, Germano F, Spuntarelli M, Barlattani A. Full digital workflow for implant-prosthetic rehabilitation. Oral Implantol (Rome) 2016;8:114-21.
- Bashutski J ,Piche SM. Dynamic surgical guidance to facilitate dental implant placement. Oralhealth [Internet]. 2016 Aug [cited 2018 Nov 15]; Available from: <https://www.oralhealthgroup.com/features/dynamic-surgical-guidance-facilitate-dental-implant-placement-case-report/>
- Casap N, Tarazi E, Wexler A, Sonnenfeld U, Lustmann J. Intraoperative computerized navigation for flapless implant surgery and immediate loading in the edentulous mandible. Int J Oral Maxillofac Implants 2005;20:92-8.
- Ramasamy M, Giri, Raja R, Subramonian, Karthik, Narendrakumar R. Implant surgical guide: from the past to the present. J Pharm Bioallied Sci 2013;5(Suppl1):S98-S102.
- Vercruyssen M, Laleman I, Jacobs R, Quirynen M. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. Clin Oral Implants Res 2015;26(Suppl11):69-76.
- Jain D, Gaur G. Flapless implant placement. J Oral Implantol 2014;40:321-4.
- Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. Clin Oral Implants Res 2009;20(Suppl4):73-86.
- Orentlicher G, Goldsmith D, Abbound M. Computer-guide planning and placement of dental implants. Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am 2012;20:53-79.
- Di Giacomo G, da Silva J, da Silva A, Paschoal GH, Cury PR, Szsr G. Accuracy and complications of computer-designed selective laser sintering surgical guides for flapless dental implant placement and immediate definitive prosthesis installation. J periodontal 2012;83:410-9
- Hultin M, Svensson K, Trulsson M. Clinical advantages of computer-guided implant placement:a systematic review. Clin Oral Implants Res 2012;23(Suppl6):124-35.