บทความปริทัศน์
Review Article

ทันตกรรมรากเทียมคอมพิวเตอร์: มิติใหม่ในการบูรณะช่องปาก
Computer Guided Dental Implant: New Dimension in Oral Restoration

อรรถวิทย์ พิสิฐอนุสรณ์[1], พิมผกา อุ่นแก้ว[2]
[1]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2]ศูนย์ทันตกรรมรากเทียมคอมพิวเตอร์ จังหวัดเชียงใหม่
Attavit Pisitanusorn[1], Pimpaka Unkaew[2]
[1]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
[2]Computer Guided Dental Implant Center, Chiang Mai

ชม. ทันตสาร 2559; 37(2) : 13-25
CM Dent J 2016; 37(2) : 13-25

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอภาพรวมของรูปแบบและข้อบ่งใช้ในการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานการรักษาผู้ป่วยด้วยรากฟันเทียม โดยพบว่าการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์และโปรแกรมจำลองฝังรากฟันเทียมในงานการรักษาผู้ป่วยด้วยรากฟันเทียมมีความสำคัญเพิ่มขึ้นในรอบหลายปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีเหล่านี้มีส่วนช่วยให้สามารถวางแผนการรักษาและทำการฝังรากฟันเทียมได้อย่างแม่นยำ การวินิจฉัยโรคทางทันตกรรมเชิงสามมิติโดยใช้ภาพส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์โคนบีมมีส่วนช่วยให้สามารถทราบในแง่รายละเอียดและการเตรียมตำแหน่งที่จะทำการฝังรากฟันเทียมที่มีความสัมพันธ์กับฟันเทียมที่จะใส่ บทความนี้เน้นนำเสนอให้เห็นถึงทั้งข้อดีและข้อด้อยของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ดังกล่าวในงานด้านทันตกรรม และกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆของการรักษา ตั้งแต่การวินิจฉัยโรค การวางแผนการรักษา การถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ การวางแผนฝังรากฟันเทียม

Abstract

This article presents an overview of the guidelines and indications for the use of computer guided technologies in dental implant treatment. Computed tomography and implant simulation software have significantly increased during the last several years in dental implant therapy. These technologies facilitate a team approach based on the accurate planning and dental implant placement. The improvement of 3D dental diagnosis by cone beam computed tomography allows detailed preparation for the surgical placement of dental implants following prosthetic considerations. The advantages and disadvantages associated with computer technology in dentistry were analyzed. The various steps involved in the diagnosis, treatment planning, computerized tomography scan,

Corresponding Author:

อรรถวิทย์ พิสิฐอนุสรณ์
ดร.ดุษฎี, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Attavit Pisitanusorn
Ph.D., Assistant Professor, Departnent of Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
E-mail: ***attavitp@gmail.com***

ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรมการฝังรากฟันเทียม และการบูรณะขั้นสุดท้ายด้วยฟันเทียม พัฒนาการทางด้านรากฟันเทียมดิจิทัลในวงการทันตกรรมทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีแนวโน้มที่จะลดงานในรูปแบบดั้งเดิมลงและเน้นทางด้านการวางแผนการรักษาโดยการจำลองที่สมจริงมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: รากฟันเทียม การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ การบูรณะช่องปาก ตัวนำเจาะศัลยกรรม ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์

implant planning from computer software, surgical drill guide fabrication, surgery and the final restoration were reviewed and discussed. Current and future development in digital implant dentistry will continue to decrease the conventional work and will integrate with virtual treatment planning.

Keywords: Dental implant, Computer guided simulation, Oral restoration, Surgical drill guide, Computed tomography

บทนำ

หากมองย้อนไปเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2500 มีคอมพิวเตอร์อยู่ในโลกนี้ไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องในระบบเมนเฟรม มีขนาดใหญ่และราคาแพง มักนำไปใช้งานทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น และมักจะไม่ค่อยมีบทบาทในชีวิตประจำวัน แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้มีขนาดเล็กลงและราคาไม่แพง ทำให้คนทั่วไปสามารถซื้อหามาใช้ได้เหมือนกับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป ด้วยเหตุนี้จึงทำให้คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตประจำวันมากขึ้น และมนุษย์ทุกคนสามารถเข้าถึงคอมพิวเตอร์ได้ง่ายดายยิ่งขึ้น บทบาทของคอมพิวเตอร์นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายด้าน เช่น ด้านการศึกษา วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ งานธุรการ การธนาคาร การค้า การคมนาคมขนส่ง การสื่อสาร และโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านการแพทย์[1,2] คอมพิวเตอร์มีบทบาทต่าง ๆมากมาย เช่น การบันทึกและค้นทะเบียนประวัติผู้ป่วย ควบคุมการรับ-จ่ายยา หรือช่วยในการวินิจฉัยโรค เช่น ตรวจคลื่นสมอง การบันทึกการเต้นของหัวใจ คำนวณปริมาณและทิศทางของรังสีแกมมามาใช้รักษาโรคมะเร็ง คำนวณหาตำแหน่งที่ถูกต้องของอวัยวะก่อนผ่าตัด[3] เป็นต้น

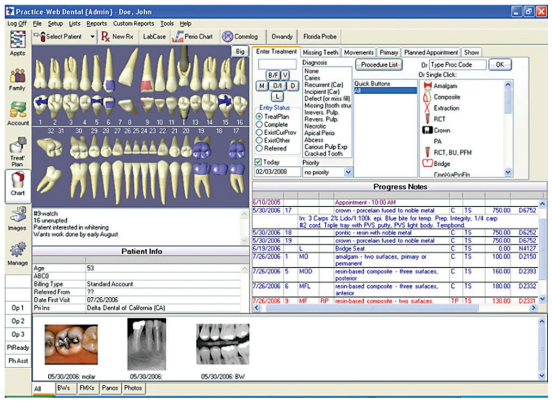
ในทางทันตกรรมได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ดังนี้[4,5]

การจัดการภายในคลินิกทันตกรรม เช่น การนัดหมายผู้ป่วย บันทึกการชำระเงิน การบันทึกทะเบียนประวัติผู้ป่วย เป็นต้น (รูปที่ 1)

- ***การถ่ายภาพดิจิตอล*** สามารถใช้เป็นข้อมูลประวัติของผู้ป่วยได้ หรือนำมาใช้เพื่อประกอบการรักษาทางทันตกรรม เช่น ใช้เปรียบเทียบภาพถ่ายทางทันตกรรมจัดฟัน (รูปที่ 2)
- ***การวางแผนการรักษา*** คอมพิวเตอร์สามารถช่วยในการวางแผนการรักษาในสาขาต่าง ๆได้มากมาย เช่น การวินิจฉัยความผิดปกติของการสบฟัน การออกแบบและการสร้างฟันเทียม การบันทึกข้อมูลสภาพปริทันต์ การจำลองฝังรากฟันเทียม การวิเคราะห์และจำลองการจัดฟัน เป็นต้น (รูปที่ 3)
- ***การจำลองลักษณะกายวิภาคของผู้ป่วยในคอมพิวเตอร์*** เพื่อศึกษาอวัยวะใบหน้าและช่องปากของผู้ป่วย ทั้งในส่วนของเนื้อเยื่อแข็ง (hard tissue) เช่น ซี่ฟัน กระดูกใบหน้า กระดูกขากรรไกร เป็นต้น และเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) เช่น ผิวหน้า ริมฝีปาก หลอดลม เป็นต้น (รูปที่ 4)

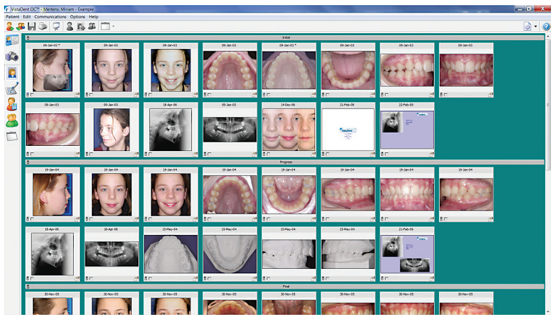
โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากกล่าวถึงทันตกรรมรากเทียม นับได้ว่าเป็นหนึ่งในแนวทางการรักษาที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในต่างประเทศ ส่วนในประเทศไทยเองก็คาดว่าจะเป็นที่นิยมในอนาคต โดยข้อดีของรากฟันเทียมมีอยู่หลายประการได้แก่

- มีความสวยงามมากกว่าฟันเทียมชนิดอื่น ๆ ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจให้กับผู้ป่วย
- ไม่มีส่วนประกอบอื่น ๆ จึงทำให้ไม่กีดขวางต่อการพูดและการออกเสียง ผู้ป่วยมีความรู้สึกสะดวกสบายเสมือนดั่งซี่ฟันธรรมชาติ และสะดวกในการรับประทานอาหารและการบดเคี้ยว



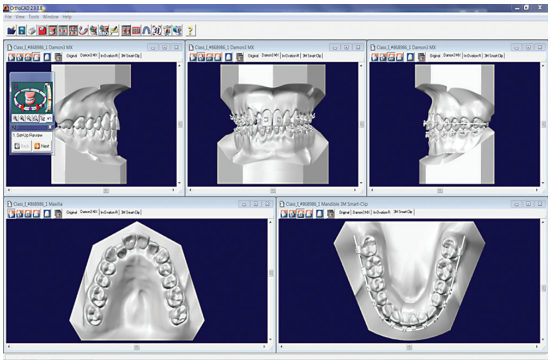
รูปที่ 1 *โปรแกรมการบันทึกทะเบียนประวัติของผู้ป่วยและการรักษาทางทันตกรรมที่เกี่ยวข้อง*[3]

Figure 1 *Patient information and dental treatment record software*



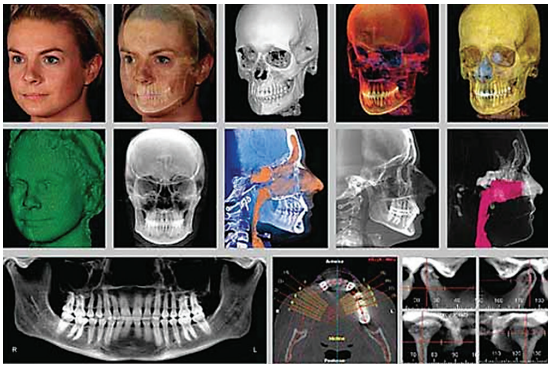
รูปที่ 2 *โปรแกรมบันทึกภาพถ่ายดิจิตอลในงานทางทันตกรรมจัดฟัน*[3]

Figure 2 *Clinical digital photography in orthodontics software*



รูปที่ 3 *โปรแกรมจำลองการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน*[1]

Figure 3 *Orthodontic treatment simulation software*



รูปที่ 4 *โปรแกรมจำลองลักษณะกายวิภาคใบหน้าและขากรรไกรของผู้ป่วยในลักษณะสามมิติ เพื่อใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรค*[1]

Figure 4 *Three-dimensional imaging software for 3D diagnosis patient face and jaw anatomy*

- ช่วยคงสภาพอวัยวะต่างๆ ภายในช่องปาก เช่น ป้องกันการละลายตัวของกระดูกสันเหงือกได้
- มีความคงทนถาวรสามารถใช้งานได้ยาวนาน

อย่างไรก็ตาม รากฟันเทียมก็ยังมีข้อด้อยหลายประการ เช่น มีค่าใช้จ่ายในการรักษาที่สูง มีกระบวนการในการรักษาที่ยุ่งยากและต้องใช้เวลานาน ซึ่งหากเป็นการรักษาทันตกรรมรากเทียมแบบดั้งเดิม (conventional method) นั้นจะแบ่งการรักษาเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้[6-8]

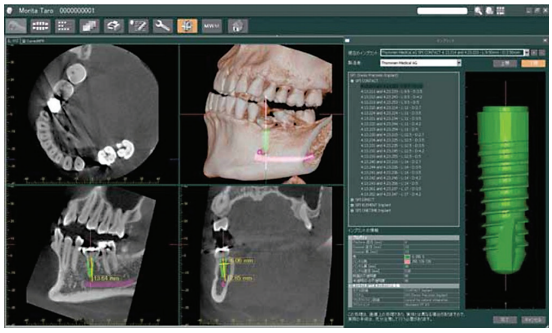
- ***ขั้นที่หนึ่ง:*** ทำการเอกซเรย์เพื่อประเมินความหนาของเนื้อเยื่อแข็งและอ่อนของขากรรไกร ทำการผ่าตัดเพื่อฝังรากเทียมลงไปในกระดูกและเย็บปิดแผล จากนั้นประมาณ 7 วันจึงทำการตัดไหมที่เย็บออก และใช้เวลาในการรอเพื่อให้รากเทียมยึดติดกับกระดูกขากรรไกรได้ดีประมาณ 3-6 เดือน สำหรับฟันบน และ 3-4 เดือนสำหรับฟันล่าง
- ***ขั้นที่สอง:*** ทำการต่อเดือยรองรับครอบฟันเพื่อใช้เป็นที่รองรับครอบฟันและจะทำการพิมพ์ปากเพื่อส่งให้ห้องปฏิบัติการ (lab) ทำครอบฟัน
- ***ขั้นที่สาม:*** ช่างทันตกรรมจะทำการสร้างส่วนตัวฟันซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ ทันตแพทย์จะทำการยึดครอบฟันให้แก่ผู้ป่วย โดยครอบฟันนั้นทำมาจากวัสดุเซรามิค (porcelain) ซึ่งจะมีรูปร่าง ลักษณะ และสีสวยงามเหมือนฟันธรรมชาติ

จากความซับซ้อนของการรักษา อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดและเป็นผลต่อเนื่องทำให้เกิดความล้มเหลวในการรักษา

ได้ ซึ่งความผิดพลาดเหล่านั้นอาจเกิดได้จาก[9]

- ***การวางแผนการรักษา*** การใช้ภาพถ่ายรังสีสองมิติ เช่นภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟัน (periapical film; Pa), Panoramic (OPG) เป็นต้น ซึ่งเป็นภาพถ่ายที่ทราบกันดีว่ามีโอกาสเกิดการบิดเบี้ยว (distortion) ได้สูง ดังนั้นอาจเกิดความผิดพลาดในการคำนวณความยาวหรือทิศทางในการฝังรากฟันเทียม เป็นผลให้เกิดการฝังทะลุกระดูกขากรรไกรหรือเกิดอันตรายต่ออวัยวะอื่น ๆ เช่น เส้นเลือด เส้นประสาท หรือโพรงไซนัส เป็นต้น
- ***การขาดประสบการณ์ของทันตแพทย์*** ในขั้นตอนการฝังรากฟันเทียมต้องอาศัยประสบการณ์ของทันตแพทย์ในการเจาะกระดูกเพื่อฝังรากฟันเทียม ซึ่งหากทันตแพทย์ขาดทักษะและประสบการณ์อาจทำให้การฝังรากฟันเทียมนั้นเกิดความผิดพลาดในแง่ของตำแหน่ง ทิศทาง และ/หรือความลึกได้

จากความผิดพลาดในการรักษาที่อาจจะเกิดขึ้น ทำให้ในปัจจุบันมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการรักษาในงานทันตกรรมรากเทียม โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวจะมีส่วนช่วยในขั้นตอนการวางแผนการรักษา เพื่อให้ทันตแพทย์มองเห็นภาพรวมของโครงสร้างและอวัยวะต่าง ๆ ที่สำคัญในช่องปากของผู้ป่วยและสามารถวางแผนการรักษาได้อย่างถูกต้อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวในปัจจุบันมีด้วยกันมากมายหลายโปรแกรม เช่น BioDental Model System®, ImplantMaster®, Implant 3D Placement (VIP)®, SimPlant®, Virtual Implant® เป็นต้น (รูปที่ 5)[10]



รูปที่ 5 *โปรแกรมวางแผนการรักษา วิเคราะห์ลักษณะกายวิภาคของขากรรไกร และจำลองฝังรากฟันเทียม*[4]

Figure 5 *Treatment planning, jaw anatomy analysis and dental implant simulation software*

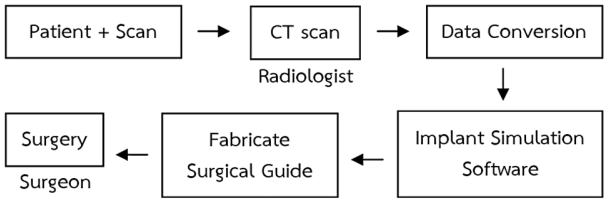
ทันตกรรมรากเทียม

ทันตกรรมรากเทียมในประเทศไทยได้รับความนิยมและถูกนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามรูปแบบการรักษาเกือบทั้งหมดนั้นมักจะเป็นการรักษาในลักษณะฝังมือ (free hand) และยังไม่ได้นำเทคโนโลยีมาช่วยในการรักษามากนัก ในประเทศแถบยุโรปและอเมริกามีการนำคอมพิวเตอร์ในหลากหลายรูปแบบมาช่วยในกระบวนการรักษาทางทันตกรรมรากเทียมทั้งในแง่ของการวินิจฉัยโรค การจำลองฝังรากฟันเทียมในคอมพิวเตอร์ หรือแม้กระทั่งทำการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรม (surgical drill guide) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยฝังรากฟันเทียมในขั้นตอนของการทำศัลยกรรม เป็นต้น รวมทั้งบริษัทผู้ผลิตรากฟันเทียมต่าง ๆ ก็ได้ทำการพัฒนาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องออกมารองรับเทคโนโลยีเหล่านี้กันอย่างพร้อมหน้า[11,12]

ระบบที่ทันสมัยเหล่านี้ได้รับการพัฒนาและนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยในต่างประเทศมาไม่น้อยกว่า 20 ปี ซึ่งมีข้อดีมากมายทั้งในแง่ของความแม่นยำและความรวดเร็วในการรักษา มีความปลอดภัยในระดับที่สูง และสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ป่วย[8] อย่างไรก็ตามในประเทศไทยนั้นถือได้ว่าระบบรากฟันเทียมคอมพิวเตอร์ (computer guided dental implant) นั้นยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ในวงกว้างเท่าที่ควร อันอาจเนื่องมาจากต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือหลายชนิดในกระบวนการรักษา แต่ก็ถือได้ว่าเครื่องไม้เครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านี้สามารถหาได้ภายในประเทศจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งคณะทันตแพทยศาสตร์ คลินิกทันตกรรมขนาดใหญ่ รวมทั้งแลปทันตกรรมหลายแห่ง

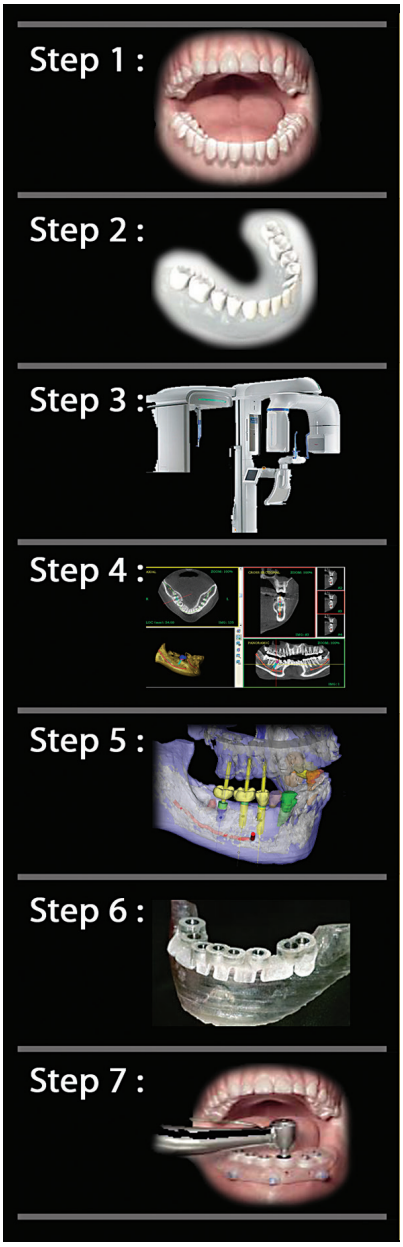
ขั้นตอนการรักษาด้วยรากฟันเทียมคอมพิวเตอร์

รูปแบบการจำลองฝังรากฟันทียม (implant simulation platform) ประกอบไปด้วยโครงสร้างต่าง ๆ ที่มีการทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบและเป็นขั้นตอน ซึ่งอาศัยระบบการจำลองฝังรากฟันเทียมในคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยนั้น ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (แผนภาพที่ 1 และรูปที่ 6)



แผนภาพที่ 1 *รูปแบบการจำลองฝังรากฟันเทียม*

Diagram 1 *Implant simulation Platform*

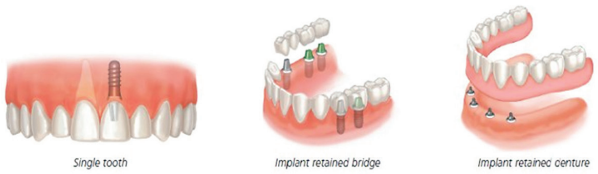


รูปที่ 6 *ขั้นตอนการรักษาทางทันตกรรมรากเทียมคอมพิวเตอร์*

Figure 6 *Computer guided dental implant treatment steps*

ขั้นตอนที่ 1 : การวิเคราะห์โรคและการวางแผนการรักษา (diagnosis and treatment planning)

เมื่อผู้ป่วยมาพบทันตแพทย์ที่คลินิกและต้องการที่จะทำการบูรณะฟันให้อยู่ในสภาพที่ดีและมีความสวยงาม ทันตแพทย์จะต้องทำการประเมินขั้นต้นถึงความต้องการของผู้ป่วยและสภาพช่องปากของผู้ป่วย ทำการประเมินลักษณะของสันเหงือกว่างที่จะฝังรากฟันเทียม ปริมาณของช่องว่างสำหรับการใส่ฟันทดแทน รวมทั้งสภาพของฟันธรรมชาติข้างเคียงว่ามีความเหมาะสมสำหรับวางแผนรักษาด้วยรากฟันเทียมหรือไม่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นสิ่งสำคัญลำดับแรก ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความเป็นไปได้ในการรักษาและเลือกแนวทางการรักษา (รูปที่ 7) ทันตแพทย์ควรทำการอธิบายให้เห็นถึงความสำคัญและให้ข้อมูลแก่ผู้ป่วยได้รับทราบว่าเหตุใดจึงควรใช้ตัวนำเจาะศัลยกรรมและระบบที่มีความปลอดภัย (SAFE system)[11] มาช่วยในการรักษา นอกจากนี้อาจจะต้องทำการประเมินสภาพฟันเทียมเก่าของผู้ป่วยร่วมด้วย ซึ่งอาจนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหนึ่งของการวางแผนการรักษา



รูปที่ 7 *รูปแบบของการรักษาผู้ป่วยด้วยรากฟันเทียมทดแทนซี่ฟันธรรมชาติ[17]*

Figure 7 *Types of dental implant treatment replacing missing teeth*

ขั้นตอนที่ 2 : การสร้างฟันเทียมทึบรังสี

ในกรณีของผู้ป่วยที่สูญเสียฟันธรรมชาติเป็นจำนวนมากไปจนถึงหมดทั้งปาก มีความจำเป็นที่ทันตแพทย์จะต้องทำการสร้างฟันเทียมเพื่อลอง (trial denture) เพื่อให้ทราบตำแหน่งและการเรียงตัวของซี่ฟันเทียมที่เหมาะสมและทำการเปลี่ยนฟันเทียมต้นแบบนี้ไปเป็นฟันเทียมทึบรังสี (scan prosthesis) (รูปที่ 8) ซึ่งจะมีการผสมผงแบเรียมซัลเฟตเพื่อให้ฟันเทียมมีลักษณะทึบรังสีเมื่อทำการถ่ายภาพเอกซเรย์สามมิติ โดยทันตแพทย์สามารถส่งชิ้นหล่อศึกษาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้แลปทันตกรรม เพื่อทำการเตรียมฟันเทียมทึบรังสีให้เรียบร้อยก่อนการนัดผู้ป่วยมาเอกซเรย์สามมิติ ชนิดของฟันเทียมทึบ

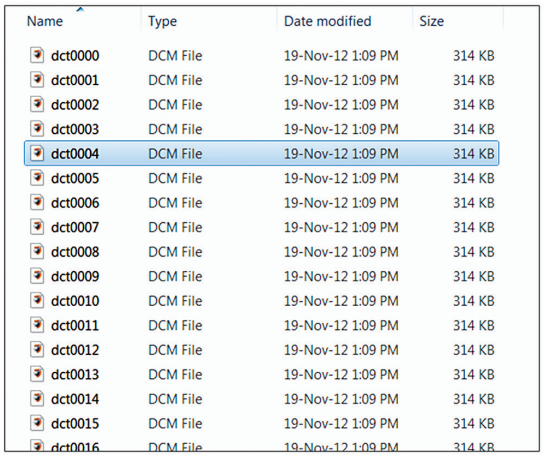
รังสีที่จะนำมาใช้จะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวนำเจาะศัลยกรรมที่เลือกใช้และการกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องของซี่ฟันเทียมในภาพเอกซเรย์สามมิติ (เพื่อเป็นตัวกำหนดทางด้านความสวยงามที่จะถูกกำหนดในการวางแผนการรักษา)

รูปที่ 8 *ฟันเทียมขากรรไกรบนในรูปแบบของฟันเทียมทึบรังสี*[2]

Figure 8 *Upper maxillary denture: Scan prosthesis*

ขั้นตอนที่ 3 : การถ่ายภาพเอกซเรย์สามมิติ

การถ่ายภาพเอกซเรย์สามมิติเป็นขั้นตอนของการนำผู้ป่วย (และฟันเทียมเพื่อลอง) มาถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อดีของเครื่องถ่ายภาพรังสีชนิดนี้คือภาพที่ได้จะเป็นภาพที่สามารถประกอบเป็นภาพสามมิติที่มีความเที่ยงตรงทางมิติสูง สามารถแสดงถึงปริมาณและคุณภาพของกระดูกขากรรไกรผู้ป่วยได้[13,14] โดยชนิดของข้อมูลที่ได้จากการถ่ายเอกซเรย์ซีทีนั้นจะเรียกว่า “ไฟล์ไดคอม” (DICOM file) (รูปที่ 9) เพื่อให้สามารถเก็บของมูลกายวิภาคช่องปากของผู้ป่วยได้อย่างสมบูรณ์จึง



Name	Type	Date modified	Size
dct0000	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0001	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0002	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0003	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0004	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0005	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0006	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0007	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0008	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0009	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0010	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0011	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0012	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0013	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0014	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0015	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB
dct0016	DCM File	19-Nov-12 1:09 PM	314 KB

รูปที่ 9 *ไฟล์ไดคอมที่ได้จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ซีที (CT X-ray)*

Figure 9 *DICOM file (.DCM) data read from CT X-ray scan*

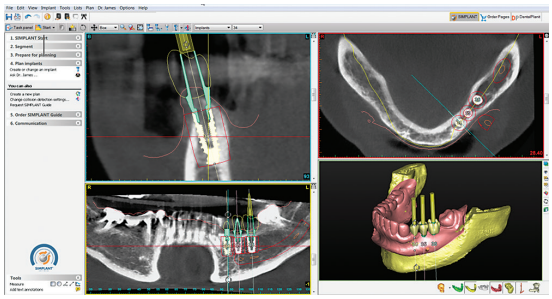
มีความจำเป็นต้องทำการถ่ายภาพรังสีแบบสามมิติ ก่อนที่ทันตแพทย์จะส่งตัวผู้ป่วยไปยังศูนย์เอกซเรย์จะต้องทำการสอนให้ผู้ป่วยสามารถสวมฟันเทียมเพื่อลองได้อย่างถูกต้อง ในขณะทำการถ่ายภาพรังสี การถ่ายภาพรังสีจะทำเพียงครั้งเดียว ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งกายวิภาคช่องปากของผู้ป่วยและฟันเทียมเพื่อลอง เครื่องถ่ายภาพรังสีทั้งแบบซีที (CT) หรือโคนบีมซีที (Cone Beam CT) นั้นจะต้องทำการปรับตั้งค่าการถ่ายตามคำแนะนำที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพเหมาะสมเพียงพอในการนำมาใช้ในการวางแผนการรักษาในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 : การแปลงไฟล์ข้อมูลเอกซเรย์เข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ไฟล์ข้อมูลเอกซเรย์ที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีสามมิติถือเป็นไฟล์ข้อมูลมาตรฐานที่จะต้องทำการแปลงไฟล์ข้อมูล (data conversion) เอกซเรย์เหล่านั้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มีความพร้อมในการจัดเตรียมโครงสร้างของข้อมูลสำหรับใช้ในการจำลองฝังรากฟันเทียมต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 : การจำลองฝังรากฟันเทียมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะมีส่วนช่วยในการวางแผนการรักษาทันตกรรมรากเทียม โดยบุคลากรที่มีความเกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ได้แก่ ศัลยแพทย์ (surgeon), ศัลยแพทย์ใบหน้าขากรรไกร (maxillofacial surgeon), ทันตแพทย์, ทันตแพทย์ทันตกรรมประดิษฐ์ (prosthodontist) และช่างทันตกรรม การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นเริ่มจากการอ่านข้อมูลที่แปลงมาเรียบร้อยแล้วแสดงเป็นภาพสามมิติของขากรรไกรผู้ป่วย โดยจะแสดงถึงรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ความหนา-บางของกระดูก ตำแหน่งของอวัยวะสำคัญต่าง ๆ เช่น โพรงอากาศขากรรไกรบน (maxillary sinus), เส้นประสาทแมนดิบิวลาร์ (mandibular nerve) เป็นต้น[13] จากนั้นทันตแพทย์จะทำการเลือกชนิดของรากฟันเทียมที่ต้องการ โดยผ่านคำสั่งฐานข้อมูลรากฟันเทียม (implant library) ซึ่งเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลของรากเทียมทุกรุ่นจากทุกระบบและทำการทดลองฝังรากเทียมให้ได้ความลึก ตำแหน่ง และมุมตามที่ต้องการ รวมทั้งเลือกใช้หลักยึด (abutment) ที่เหมาะสม (รูปที่ 10) เมื่อกำหนดตำแหน่ง



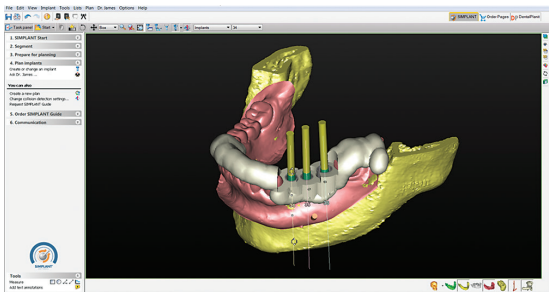
รูปที่ 10 *การจำลองฝังรากฟันเทียมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์*

Figure 10 *Dental implant simulations in computer software*

ของรากฟันเทียมแต่ละตัวเสร็จแล้ว โปรแกรมจะทำการสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรมขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือที่จะช่วยถ่ายทอดตำแหน่ง มุม และความลึกของรากฟันเทียมที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรมให้สามารถใช้ได้จริงในขั้นตอนของการฝังรากฟันเทียมในช่องปากของผู้ป่วย[11,14] ถือเป็นการเสร็จสิ้นหน้าที่ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 6 : การสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรม

ภายหลังการจำลองฝังรากฟันเทียม การเลือกหลักยึดและการจำลองซี่ฟันเทียมเป็นไปตามที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายก็คือการให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลการจำลองข้างต้นและทำการสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรม (รูปที่ 11) ขึ้นตามรูปแบบของสภาพสันเหงือกของผู้ป่วยที่เหมาะสม โดยตัวนำเจาะศัลยกรรมนี้จะเป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดตำแหน่ง มุม และความลึกของรากฟันเทียมตามที่ได้ออกแบบไว้ และเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการฝังรากฟันเทียมในช่องปากของผู้ป่วยเสมือนที่ได้จำลองไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์[6,11]

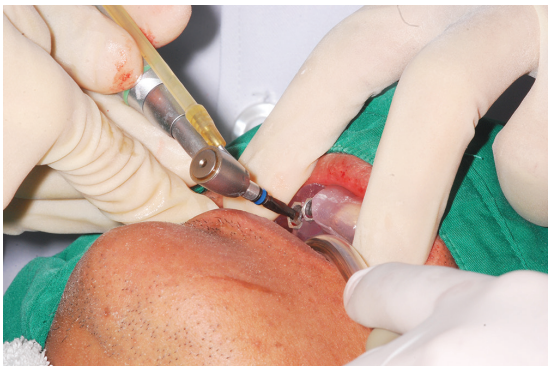


รูปที่ 11 *ตัวนำเจาะศัลยกรรมที่สร้างขึ้นจากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์*

Figure 11 *Surgical drill guide made from processing of computer software*

ขั้นตอนที่ 7 : การฝังรากเทียม (implant surgery)

การฝังรากฟันเทียมทางคลินิกเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการรากฟันเทียมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ตัวนำเจาะศัลยกรรมร่วมกับชุดหัวเจาะศัลยกรรม (surgical drill set) แบบพิเศษที่ได้รับการออกแบบมาจากบริษัทผู้ผลิตรากฟันเทียมนั้น ๆ ซึ่งชุดหัวเจาะศัลยกรรมนี้จะทำงานควบคู่กับตัวนำเจาะศัลยกรรมที่ได้รับการออกแบบมาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยตัวนำเจาะศัลยกรรมนี้ทำหน้าที่ในการกำหนดทั้งตำแหน่ง ทิศทาง และความลึกในการเจาะกระดูกเบ้าฟัน เพื่อให้สามารถทำการฝังรากฟันเทียมได้อย่างแม่นยำตามที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์[8,9] (รูปที่ 12)

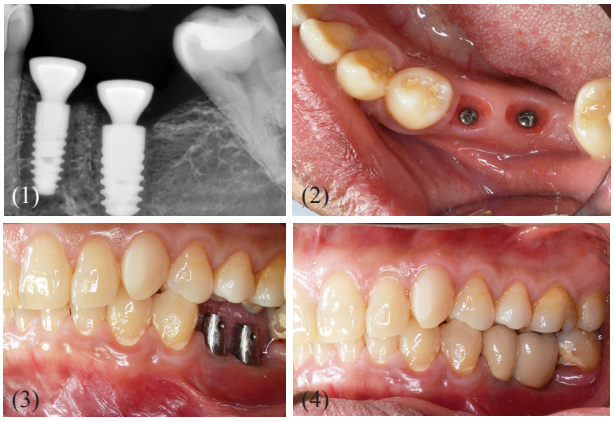


รูปที่ 12 *การใช้ตัวนำเจาะศัลยกรรมช่วยในการเจาะกระดูกขากรรไกรในขั้นตอนการฝังรากฟันเทียม*

Figure 12 *Using surgical drill guide in drilling step of dental implant surgery*

ขั้นตอนที่ 8 : การบูรณะด้วยซี่ฟันเทียมและการติดตามผลการรักษา

ภายหลังขั้นตอนการฝังรากเทียมทางคลินิก จะต้องรอให้กระดูกที่อยู่รอบรากเทียมประสานเข้ากับรากเทียม 3-4 เดือน จากนั้นจะเป็นขั้นตอนของการสร้างส่วนของซี่ฟันเพื่อทดแทนซี่ฟันที่สูญเสียไป โดยส่วนตัวซี่ฟันเทียมจะยึดเข้ากับรากเทียมด้วยตัวหลักยึด ซึ่งเป็นตัวกลางในการยึดระหว่างรากเทียมและซี่ฟันเทียมเข้าด้วยกัน (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 *การบูรณะด้วยซี่ฟันกระเบื้องเคลือบ โดยภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟัน แสดงรากฟันเทียมฝังอยู่ในกระดูกขากรรไกร (1), ลักษณะของเบ้าเหงือกที่สร้างโดยตัวสร้างร่องเหงือก (sulcus former) (2), การยึดหลักยึดเข้ากับรากฟันเทียม (3) และการยึดครอบฟันเข้ากับหลักยึด (4)*

Figure 13 *Restoration with PFM crown: Periapical film shown dental implant fixed in jaw bone (1), Gingival sulcus created from sulcus former (2), Abutment fixed with dental implant (3) and crown fixed on abutment (4)*

ในแต่ละขั้นตอนของการรักษาจะต้องใช้ระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกัน และทันตแพทย์จะต้องประสานงานกับศูนย์ถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ ศูนย์สแกนสามมิติ (3D scan) ศูนย์จำลองฝังรากฟันเทียม ศูนย์ขึ้นรูปตัวนำเจาะศัลยกรรม และผู้แทนจำหน่ายรากฟันเทียม ดังนั้นทันตแพทย์ควรจะทราบแผนระยะเวลาในการประสานงาน เพื่อให้สามารถวางแผนการรักษาและสามารถแจ้งแผนการรักษาและระยะเวลาในการดำเนินการรักษาแก่ผู้ป่วยได้

ตัวนำเจาะศัลยกรรม

ตัวนำเจาะศัลยกรรมที่สร้างขึ้นจากการประมวลผลการจำลองฝังรากฟันเทียมสามารถจำแนกออกเป็นชนิดต่าง ๆ รวมทั้งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ชนิดของตัวนำเจาะศัลยกรรม

ตัวนำเจาะศัลยกรรมสามารถจำแนกตามรูปแบบของเนื้อเยื่อข่องปากที่รองรับ[11,12] (รูปที่ 14) ดังนี้

1. ชนิดรองรับโดยกระดูกสันเหงือก (bone-supported type)

ตัวนำเจาะศัลยกรรมชนิดนี้มีลักษณะเฉพาะที่วางไว้บนกระดูกขากรรไกรของผู้ป่วย สามารถใช้ได้ในผู้ป่วยที่มีสันเหงือกว่างทั้งปากหรือผู้ป่วยที่มีสันเหงือกว่างบางส่วน ในขั้นตอนทางศัลยกรรมจะต้องทำการลงมีดโดยวิธีการเปิดแบบแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูก (mucoperiosteal flap) เพื่อเปิดให้เห็นกระดูกขากรรไกรของผู้ป่วย และเพื่อให้สามารถวางตัวนำเจาะศัลยกรรมไว้บนกระดูกขากรรไกรของผู้ป่วยได้ การรักษาทางทันตกรรมรากเทียมโดยวิธีนี้จะทำในกรณีที่ผู้ป่วยต้องทำการปลูกกระดูก (bone graft) นอกจากนี้วิธีการเปิดแบบแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูกยังช่วยให้ทันตแพทย์สามารถมองเห็นบริเวณที่จะทำการฝังรากฟันเทียมได้ดี

2. ชนิดรองรับโดยเยื่อเมือกหุ้มสันเหงือก (mucosa-supported type)

ตัวนำเจาะศัลยกรรมชนิดนี้มีลักษณะเฉพาะที่วางไว้บนเนื้อเยื่ออ่อนของผู้ป่วย สามารถใช้ได้ในผู้ป่วยที่มีสันเหงือกว่างทั้งปาก ไม่จำเป็นต้องทำการเปิดแบบแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูก จึงถือว่าเป็นวิธีการที่ทำอันตรายต่อผู้ป่วยน้อย มักนิยมใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องทำการรักษาโดยวิธีการปลูกกระดูกร่วม

3. ชนิดรองรับโดยฟัน (tooth-supported type)

ตัวนำเจาะศัลยกรรมชนิดนี้มีลักษณะเฉพาะที่วางไว้บนฟันของผู้ป่วย สามารถใช้ได้ในผู้ป่วยที่มีสันเหงือกว่างบางส่วนหรือแม้กระทั่งผู้ป่วยมีฟันหายไปเพียงหนึ่งซี่ก็ตามก็สามารถให้การรักษาทางทันตกรรมรากเทียมด้วยวิธีนี้ได้ ไม่จำเป็นต้องทำการเปิดแบบแผ่นเหงือกเยื่อเมือกหุ้มกระดูกเพื่อที่จะใส่หัวเจาะหรือรากเทียม เพียงทำการเจาะเป็นรูขนาดเล็กที่บริเวณที่จะทำการรักษาทางทันตกรรมรากเทียมผ่านเยื่อเมือกก็เพียงพอแล้ว จึงถือเป็นวิธีการที่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อน้อยมาก อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจเกิดความผิดพลาดที่ภาพถ่ายรังสีซีที (CT images) มีการกระเจิง (scattering) ของวัสดุอุดฟันอะมัลกัม (amalgam) หรือแบร็กเกต (bracket) ที่ติดอยู่กับฟัน

รูปที่ 14 *ลักษณะของตัวนำเจาะศัลยกรรมแบบต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพของสันเหงือกและฟันที่รองรับ*[17]

Figure 14 *Types of surgical drill guide related with residual ridge and tooth support*

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประมวลผลเพื่อสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรม

ภายหลังการจำลองฝังรากฟันเทียมเสร็จสิ้นจะเป็นขั้นตอนของการสั่งให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรม[11] ดังนี้

1. ***รากฟันเทียม :*** ชนิด (ชื่อทางการค้า) ขนาด (ทั้งความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง) และตำแหน่งของรากฟันเทียมทุกซี่ที่ใช้ในการจำลอง

2. ***สกรูยึด (fixation screw) :*** ในกรณีที่ออกแบบให้มีสกรูยึดร่วมด้วย โดยเฉพาะตัวนำเจาะศัลยกรรมชนิดรองรับโดยกระดูกสันเหงือกที่ไม่มีฟันธรรมชาติช่วยเป็นหลักยึด

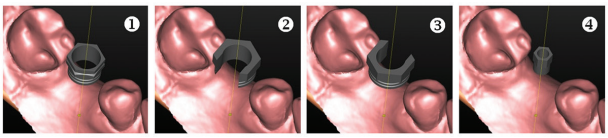
3. ***ชิ้นหล่อสแกนสามมิติ (3D cast scan) :*** ในกรณีของการออกแบบตัวนำเจาะศัลยกรรมในรูปแบบชนิดรองรับโดยเยื่อเมือกหุ้มสันเหงือก หรือชนิดรองรับโดยฟัน ซึ่งจะใช้เป็นฐานสำหรับรองรับตัวนำเจาะศัลยกรรม[13]

4. ***วิถีการใส่-ถอดของตัวนำเจาะศัลยกรรม :*** เป็นวิถีรวมเพียงแนวเดียว ซึ่งได้จากการประมวลผลปริมาณส่วนคอดที่มีอยู่ทั้งหมดของทั้งซี่ฟันธรรมชาติที่เหลืออยู่และสันเหงือกว่าง (ในขอบเขตของการสร้างตัวนำเจาะศัลยกรรม)

5. ***ชุดหัวเจาะ (drill set) :*** ตามรูปแบบของหัวเจาะที่เป็นชุดเซตพิเศษที่รองรับงานรากเทียมคอมพิวเตอร์

6. ***รูปแบบของตัวนำเจาะ :*** ตามรูปแบบของตัวนำเจาะศัลยกรรมที่สัมพันธ์กับชุดหัวเจาะ

7. ***ปลอกเหล็กหลัก (master key metal sleeve) :*** ตามลักษณะที่ผู้ทำการจำลองฝังรากฟันเทียมได้เลือกไว้ (รูปที่ 15)



รูปที่ 15 *ชนิดของปลอกเหล็ก (metal sleeve) ที่นำมาใช้ร่วมกับตัวนำเจาะศัลยกรรม: 1) ชนิด closed sleeve, 2) ชนิด open sleeve buccal, 3) ชนิด open sleeve lingual และ 4) ชนิด pilot sleeve*

Figure 15 *Types of metal sleeve used with surgical drill guide: 1) Closed sleeve type, 2) Open sleeve buccal type, 3) Open sleeve lingual type and 4) Pilot sleeve type*

8. ***ขนาดของตัวนำเจาะศัลยกรรม :*** ขอบเขตความกว้างของตัวนำเจาะศัลยกรรมที่ครอบคลุมฟันหรือสันเหงือกว่าง ซึ่งสามารถกำหนดขนาดตามที่ต้องการได้

ระบบรากฟันเทียมที่รองรับตัวนำเจาะศัลยกรรม

การรักษาผู้ป่วยด้วยระบบทันตกรรมรากเทียมคอมพิวเตอร์นั้น ภายหลังกระบวนการจำลองฝังรากฟันเทียมที่ต้องการในโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายก็คือการสั่งให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างตัวนำเจาะศัลยกรรมขึ้นและส่งให้แลปทันตกรรมทำการขึ้นรูปตัวนำเจาะศัลยกรรมที่มีลักษณะเป็นพลาสติกใสขึ้นมา อย่างไรก็ตามตัวนำเจาะศัลยกรรมที่ได้นี้จะต้องใช้ควบคู่กับชุดหัวเจาะที่ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะ ซึ่งในท้องตลาดก็มีบริษัทต่าง ๆผลิตออกมารองรับมากมาย (ตารางที่ 1 และรูปที่ 16) อย่างไรก็ตามพบว่ารูปแบบการทำงานของชุดหัวเจาะศัลยกรรมที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษเหล่านี้ ซึ่งจะสัมพันธ์กับระบบรากฟันเทียมที่รองรับ (ตารางที่ 2) แต่ก็จะมีหลักการทำงานที่คล้าย ๆกัน ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างชุดหัวเจาะศัลยกรรมของ Ankylos Expertease® (เดนท์สพลาย, ประเทศเยอรมนี) (รูปที่ 17) ที่ใช้งานร่วมกับตัวนำเจาะศัลยกรรม โดยมีลำดับการเจาะตามลำดับ (Step-by-Step)[18] (รูปที่ 18) ดังนี้

1. การวางตัวนำเจาะศัลยกรรมลงบนสันเหงือก ซึ่งอาจยึดด้วยสกรูยึด (fixing screw) ในกรณีที่มีการเคลื่อนขยับ

2. เจาะเปิดผิวเหงือกในกรณีที่เป็นแบบเปิดแผ่นเหงือกน้อย (flapless)

3. เจาะเปิดผิวกระดูกแข็ง

4. เจาะนำด้วยหัวเจาะขนาด 2 มิลลิเมตร

5. เจาะขยายด้วยหัวเจาะสุดท้ายตามขนาดของรากเทียมที่เลือกใช้

6. แต่งทรงผิวกระดูกเพื่อให้ได้รูปทรงที่สัมพันธ์กับรากฟันเทียม

7. เจาะสร้างเกลียวกระดูก เพื่อเลียนแบบเกลียวของรากเทียม

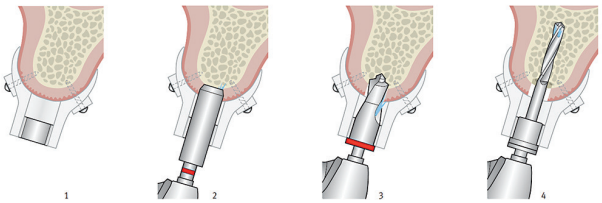
8. ทำการฝังรากเทียมตามที่ได้เจาะนำไว้

รูปที่ 16 *ระบบรากเทียมต่าง ๆที่รองรับระบบรากฟันเทียมคอมพิวเตอร์*

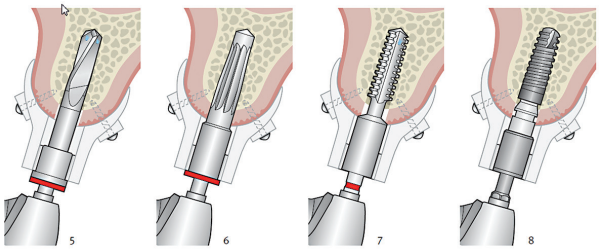
Figure 16 *Implant systems supported computer guided dental implant*

รูปที่ 17 *ชุดหัวเจาะที่ได้รับการออกแบบมาใช้กับตัวนำเจาะศัลยกรรม*[18]

Figure 17 *Surgical drill set designed for use with surgical drill guide*



1 | Fixing the guide 2 | Tissue punch 3 | Initial drilling 4 | Pilot drilling



5 | Expansion drilling 6 | Crestal expansion 7 | Tapping 8 | Screwing in the implant

รูปที่ 18 *ลำดับการเจาะกระดูกสันเหงือกด้วยชุดหัวเจาะเฉพาะสำหรับใช้ร่วมกับตัวนำเจาะศัลยกรรม*[18]

Figure 18 *Ordering of drill step by special drill set used with surgical drill guide.*

ตารางที่ 1 *โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองฝังรากฟันเทียม*[7]

Table 1 *Dental implant planning software*

Application	Website	Company	Implant planning	Guide	Guide production
3D-doctor	www.abelsw.com	Able Software, USA	Yes	Models	CDD
Biodental Models	www.biomodel.com	BioMedical Modeling, USA	Yes	Models	RP
DentalSlice	www.bioparts.com.br	BioParts, Brazil	Yes	Surgical Guide	RP
EasyGuide	www.keystonedental.com	Keystone Dental, USA	Yes	Surgical Guide	CDD
ILUMA DigiGuide	www.imtec.com	IMTEC, USA	Yes	Surgical Guide	RP
Implant3D	www.implant3d.com	Media Lab, Italy	Yes	Models	RP
InVivoDental	www.anatomage.com	Anatomage, USA	Yes	Surgical Guide	CDD
NobelGuide	www.nobelguide.com	Nobel Biocare, USA	Yes	Surgical Guide	CDD
Ondemand3D	www.cybermed.co.kr	Cybermed, Korea	Yes	Surgical Guide	RP
Scan2Guide	www.ident-surgical.com	I-dent Imaging, USA	Yes	Surgical Guide	RP
Simplant	www.materialise.com	Materialise Dental, Belgium	Yes	Surgical Guide	RP
VIP	www.implantlogic.com	Implant Logic Systems, USA	Yes	Surgical Guide	CDD

RP = rapid prototyping; CDD = computer-driven drilling.

ตารางที่ 2 *ระบบรากฟันเทียมและอุปกรณ์เสริมที่ใช้ร่วมกับตัวนำเจาะศัลยกรรม*[7]

Table 2 *Implant systems with instruments for surgical drill guide*

Company	System	Software	Guidance by	Guidance for
Astratech, Sweden	Facilitate	Simplant, SICAT	Drill Positioning Handle	All drills and implants
BioHorizons, USA	Pilog Compu-Guide	Pilog Compu-Guide	Multiple sleeves	Pilot drills
Biomet 3i, USA	Navigator	SimPlant, SICAT	Drill Positioning Handle	All drills and implants
Bredent, Germany	SKYplanX	SKYplanX	Sleeve on sleeve	All drills and implants
Camlog, Germany	Camlog Guide	SimPlant, SICAT, CoDiagnostiX	Integrated sleeve on drill	All drills and implants
Dentsply, Germany	ExpertEase	SimPlant, SICAT, CoDiagnostiX	Mounted sleeve on drill	All drills and implants
Keystone Dental, USA	Easy Guide	Easy Guide	Sleeve	Drills
Noble Biocare, Sweden	Nobel Guide	Nobel Guide	Drill Positioning Handle	All drills and implants
Straumann, Switzerland	Guided Surgery	SimPlant, SICAT, CoDiagnostiX	Drill Positioning Handle	All drills and implants

บทวิจารณ์

แม้ว่าระบบรากฟันเทียมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะมีความหลากหลายแตกต่างกันตามที่แต่ละบริษัทผู้ผลิตทำการออกแบบไว้ ซึ่งจะส่งผลให้ชุดหัวเจาะศัลยกรรมเหล่านี้มีลักษณะการทำงานหรือระบบการเจาะกระดูกที่แตกต่างกันออกไป โดยทันตแพทย์ที่เลือกใช้รากฟันเทียมของบริษัทใดก็จะต้องทำการศึกษาระบบการทำงานของชุดหัวเจาะศัลยกรรมนั้นให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ก่อนที่จะเริ่มทำการรักษาผู้ป่วย จากการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวข้างต้นนั้นโดยภาพรวมแล้วถือได้ว่ามีข้อดีอยู่หลายประการ ได้แก่

- ช่วยให้การฝังรากเทียมเป็นไปได้อย่างง่ายดาย ไม่ยุ่งยาก มีความแม่นยำสูง[19,20]
- ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการฝังรากฟันเทียมให้กับทันตแพทย์
- ลดเวลาที่ใช้ในการฝังรากฟันเทียม
- การวางแผนการรักษาสามารถทำได้อย่างปลอดภัย

มากขึ้น และสามารถหลีกเลี่ยงการปลูกกระดูกอย่างไม่จำเป็น

- เป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างทันตแพทย์ ช่างทันตกรรม และผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม งานรากฟันเทียมคอมพิวเตอร์ยังมีข้อจำกัดหลายประการ อาทิเช่น
- มีระบบการรักษาที่ค่อนข้างซับซ้อน แตกต่างกันไปตามแต่ละระบบของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งทันตแพทย์จะต้องศึกษารากฟันเทียมคอมพิวเตอร์ในระบบที่นำมาใช้งานให้เป็นที่เข้าใจเป็นอย่างดีเสียก่อนที่จะนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วย
- มีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองฝังรากฟันเทียมร่วมด้วย โดยทันตแพทย์ผู้ทำการจำลองฝังรากฟันเทียมจะต้องมีความรู้ในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์และสามารถใช้ศักยภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้การรักษาผู้ป่วยในขั้นตอนการฝังรากฟันเทียมมีความแม่นยำสูง[20]
- มีการใช้เครื่องมือที่มีเทคโนโลยีที่สูง เช่น เครื่องเอกซเรย์ซีที เครื่องขึ้นรูปชิ้นงานสามมิติ เครื่องสแกนชิ้นงานสามมิติ เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้มีราคาที่ค่อนข้างสูงและยังต้องอาศัยผู้ควบคุมเครื่องที่มีความชำนาญ

โดยสรุปแล้วจะเห็นได้ว่ามีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยทางด้านคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบรากฟันเทียม ซึ่งจะช่วยให้การรักษาผู้ป่วยเป็นไปตามแผนการรักษาที่ได้วางไว้ ลดความเสี่ยงที่อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย และช่วยให้ผู้ป่วยบาดเจ็บน้อย ส่วนปัญหาทางด้านเทคโนโลยีที่มีราคาและค่าใช้จ่ายที่สูงนั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้น มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ลดลง ซึ่งจะช่วยให้ประชาชนที่มาเข้ารับการรักษาด้วยรากฟันเทียมคอมพิวเตอร์มีโอกาสเข้าถึงเทคโนโลยีมากเหล่านี้มากยิ่งขึ้น

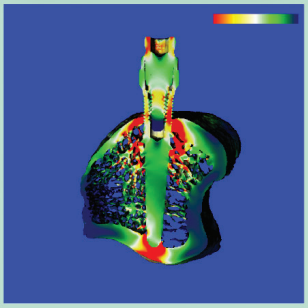
เอกสารอ้างอิง

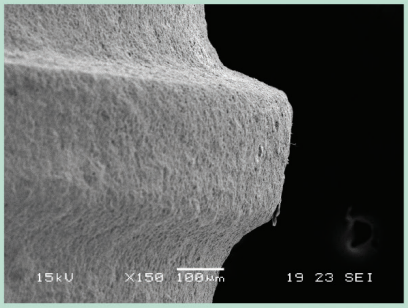
1. Dsouza KM, Aras MA. Applications of computer-aided design/computer-assisted manufacturing technology in dental implant planning. *J Dent Implants* 2012; 2(1): 37-41.
2. Almeida EO, Pellizzer EP, Goiatto MC, Margonar R. Computer-guided surgery in implantology: Review of basic concepts. *J Cranio Surg* 2010 21(6): 1917-1920.
3. Gulati M, Anand V, Salaria SK, Jain N, Gupta S. Computerized implant-dentistry: Advances toward automation. *J Indian Soc Perio* 2015; 19(1): 5-10.
4. Hultin M, Svensson KG, Trulsson M. Clinical advantages of computer-guided implant placement: A systematic review. *Clin Oral Implants* Res 2012; 23(6): 124-135.
5. Mandelaris GA, Rosenfeld AL, King SD, Nevins ML. Computer-guided implant dentistry for precise implant placement: Combining specialized stereolithographically generated drilling guides and surgical implant instrumentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010; 30(3): 275-281.
6. Ruppin J, Popovic A, Strauss M, Spuntrup E, Steiner A, Stoll C. Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: Optical tracking vs. stereolithographic splint systems. *Clin Oral Implants* Res 2008; 19: 709-716.
7. Jung RE, Schneider D, Geneles J, Wismeijer D. Computer Technology applications in surgical implant dentistry: A systemic review. *Int J Oral & Maxillofrac Implants* 2009; 24: 92-109.
8. Neugebauer J, Stachulla G, Ritter L, Dreiseidler T. Computer-aided manufacturing technologies for guided implant placement. *Expert Rev Med Devices* 2010; 7(1): 113-129.
9. Orentlicher G, Horowitz A, Abboud M. Computer-guided implant surgery: Indications and guidelines for use. *COMPENDIUM* 2012; 33(10): 720-732.
10. Paton TF. Computer-guide implantology. Aus Dent Prac 2008; Sep/Oct: 142-143.

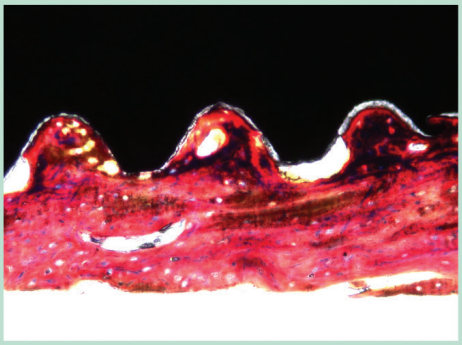
11. Tardieu PB, Vrielinck L, Escolano E, Henne M, Tardieu AL. Computer-assisted implant placement: Scan template, simplant, surgiguide, and SAFE system. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27(2): 141-149.
12. Simon Z. Computer-guided implant surgery: Placing the perfect implant. *CDA J* 2015; 43(3): 127-129.
13. Hara S, Mitsugi M, Kanno T, Tatemoto Y. Computer-aided design provisionalization and implant insertion combined with optical scanning of plaster casts and computed tomography data. *Ann Maxillofac Sur*g 2014; 4(1): 64-69.
14. Giacomo GA, Curu PR, Arujo NS, Sendyk WR, Sendy CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: Preliminary results. *J Periodontol* 2005; 76: 503-507.
15. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006; 72(1): 75-80.
16. Mandelaris GA, Rosenfeld AL. The expanding influence of computed tomography and the application of computer guided implantology. *Prac Proced Aesthet Dent* 2008; 20: 297-305.
17. ASTRA TECH Dental. Facilitate® computer guided implant treatment: Procedure manual. 2014; 7-14.
18. Dentsply implant. Expertese® computer guided implant treatment: Procedure manual. 2013; 1-20.
19. Orentlieher G, Goldsmith D, Abbound M. Computer-guided planning and placement of dental implants. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2012; 20(1): 53-79.
20. 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 Impl Res* 2009; 20(4): 73-86.

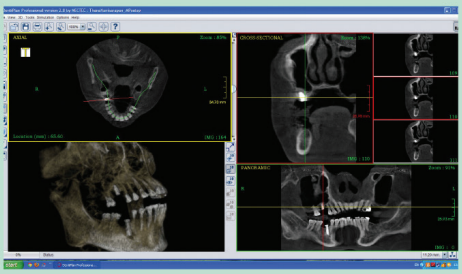
National Innovation Award 2015

Center of Excellence for Dental Implantology









Advance Research and Development
Master Degree and PhD. Programs
Complex Implant Treatment Services

Center of Excellence for Dental Implantology

Faculty of Dentistry ,Chiang Mai University

Tel. 053-944484 ,Email: implantcmu@gmail.com