ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟัน แบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม

ธนพล รัตนวิฬาร์

สารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟัน
แบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม

ธนพล รัตนวิพาร์

สารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

FACTORS AFFECTING SUCCESS OF IMMEDIATE LOADING FOR DENTAL IMPLANTS

Thanapol Ratanavila

An Independent study Submitted in Partial Fulfillment of

The Requirement for the Degree of

Master of Science Program in Dentistry

Faculty of Dentistry, Bangkokthonburi University

Academic Year 2022

Copyright of Bangkokthonburi University

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม

ธนพล รัตนวิฬาร์

คณะทันตแพทยศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว มีมติว่าเป็นงานวิจัยที่มีคุณภาพ จึงขอเสนอให้รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ทพ.รัชภาส พานิชอัตรา)

..... กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพ.ดร.ยสนันท์ จันทรเวคิน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ทพญ.ดร.สุทธาทิพย์ กมลมาตยากุล)

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์

..... คณบดี

(รองศาสตราจารย์ ทพ.ทองนารถ คำใจ)

วันที่ 7 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565

ชื่อสารนิพนธ์: ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม **ผู้ทำสารนิพนธ์:** นายธนพล รัตนวิพาร์ **อาจารย์ที่ปรึกษา:** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพ.ดร.ยศนันท์ จันทรเวคิน **ปริญญา:** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ทันตแพทยศาสตร์ **ปีการศึกษา:** 2565

บทคัดย่อ

การทำสารนิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ (1) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (2) เพื่อศึกษานำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้การรักษาผู้ป่วยที่ต้องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมได้อย่างเหมาะสม

การทำสารนิพนธ์นี้เป็นการทบทวนวรรณกรรม โดยสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลพับเมด (ค.ศ. 1985-ปัจจุบัน) ซึ่งพบบทความทั้งสิ้น 3218 บทความ ร่วมกับการสืบค้นด้วยมือ โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าของบทความที่นำมาศึกษา คือ จะต้องเป็นบทความภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย, มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม และเป็นการศึกษาในมนุษย์ เกณฑ์การคัดออก เป็นการศึกษาในสัตว์

ผลการศึกษาค้นคว้าอิสระ พบว่า (1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม ประกอบด้วย เสถียรภาพปฐมภูมิและการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม, ปริมาณและคุณภาพของกระดูก, รูปร่างและผิวของรากฟันเทียม, การตรึงรากฟันเทียมให้อยู่นิ่ง, การพิจารณาถึงอัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมในการให้แรงสบ (2) การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมสามารถให้อัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมที่ดี หากมีการพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมและประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยในแต่ละรายได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ การใส่ภาระทันที, การโหลดทันที

Independent Study Title: **FACTORS AFFECTING SUCCESS OF IMMEDIATE LOADING FOR DENTAL IMPLANTS**

Researcher: Mister Thanapol Ratanavila, **Advisor:** Assistant. Professor Dr.Yosananda Chantravekin **Degree:** Master of Science Program in Dentistry; **Academic Year:** 2022

ABSTRACT

The objective of this independent study were (1) To study factors affecting success of immediate loading for dental implants; (2) to apply the knowledge gained to treat patients effectively

This independent study was a literature review that search by using PubMed (1985 – 2020), consisted of 3218 reviews combined with hand search. Inclusion criteria were articles published in English or Thai, Implant supported/retained overdenture, experimental in human and exclusion criteria were partial edentulous arch and experimental in animals.

Major findings: (1) Factors affecting success of immediate loading for dental implants include primary implant stability and micromotion, bone quantity and quality, implant macro-design and surface for immediate loading, immobilization and survival rate in different type of cases (2) With careful patient selection and using right protocol, Immediate loading for dental implants had good survival rate

Keywords: Dental Implant Loading, Immediate

กิตติกรรมประกาศ

ในการทบทวนวรรณกรรมเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม ฉบับนี้ผู้จัดทำได้รับ ความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

ขอขอบพระคุณ อ.ทพ. รัชภาส พานิชอัตรา (อาจารย์ที่ปรึกษา) และ ผศ.ทพ.ดร.ยศนันท์ จันทรเวคิน ผู้ซึ่งให้คำแนะนำและใหคำปรึกษาในการทบทวนวรรณกรรมในครั้งนี้

ขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรีที่ช่วยเหลือและอำนวย ความสะดวกในการค้นหาหนังสือและวารสารทางวิชาการ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ บัณฑิตทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจในการทบทวนวรรณกรรมฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ธนพล รัตนวิฬาร์

มกราคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 วัตถุประสงค์	3
2.2 ขอบเขตการศึกษา	3
2.3 นิยาม	3
2.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 3 นิยามของการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม	4
บทที่ 4 เสถียรภาพปฐมภูมิและการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม	7
บทที่ 5 ปริมาณและคุณภาพของกระดูก	10
บทที่ 6 รูปร่างและผิวของรากฟันเทียมในงานที่ต้องการให้แรงสบฟัน แบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม	14
บทที่ 7 การตรึงรากฟันเทียมให้อยู่นิ่ง	16
7.1 การควบคุมแรงที่มากระทำต่อรากฟันเทียม	16
7.2 จำนวนของรากฟันเทียมและการเชื่อมติด	18
บทที่ 8 อัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม	20
บทที่ 9 บทสรุป	27
บรรณานุกรม	29

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3. 1	แสดงความหลากหลายของระยะเวลาในการให้แรงสบฟันแบบทันที (4)	5
3.2	แสดงกราฟเสถียรภาพปฐมภูมิที่เริ่มลดลงหลังจาก 1 สัปดาห์แรก (9)	5
4.1	แสดงค่าทอร์กจากเครื่องมือวัดทอร์ก (11)	7
4.2	แสดงการวัดความเสถียรของรากฟันเทียมด้วย เครื่อง Osstell® ISQ (14)	8
4.3	แสดง Periotest® (Siemens-Gulden, Bensheim, Germany) (15)	8
4.4	แสดง types of bone classification (modified from Misch CE 2004)	11
5.1	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Hounsfield unit กับ types of bone classification (27)	11
5.2	ภาพแสดงการใช้หัวกรอขนาด 2.8 กับการฝังรากฟันเทียมขนาด 4.1 (30)	12
5.3	แสดงเทคนิคการผ่าตัดทั้งสามแบบ (a) Bi-cortical Fixation (b) Unicortical Fixation (c) Indirect Sinus Elevation (23)	13
6.1	แสดง (a)cylindrical implant (b) tapered implant	14
7.1	แสดง Frost's Mechanostat Theory. Adaptation of bone to mechanical stimuli (42)	16
7.2	แสดงรากฟันเทียมรองรับฟันเทียมทั้งปากชนิดมีคานยื่น (45)	18
8.1	แสดงตัวอย่างการทำครอบฟันชั่วคราวทันทีหลังการฝังรากฟันเทียม	20
8.2	แสดงตัวอย่างการให้แรงสบฟัน แบบมีจุดสัมผัสบนรากฟันเทียมหลังการฝังรากฟันเทียมทันที (57)	21
8.3	แสดงตัวอย่างการเชื่อมติดกันระหว่างรากฟันเทียมด้วยสิ่งบูรณะชั่วคราว หลังการฝังรากฟันเทียมทันที (43)	22
8.4	แสดงการจำแนกเคสเป็น 9 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่จะฝังรากฟันเทียม และการให้แรงสบฟันต่อรากฟันเทียมเป็นเกณฑ์ (7)	23
8.5	แสดงอัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมในแต่ละบริเวณของขากรรไกร (59)	24

บทที่ 1
บทนำ

ในงานทันตกรรมรากฟันเทียมในปัจจุบัน ช่วงระยะหลายทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ ในการรักษาขึ้นมากมายรวมถึงการสร้างเกณฑ์วิธีใหม่ ๆ ในเรื่องของระยะเวลาในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม ผ่านมาหลายปีความรู้ใหม่ ๆ ได้ถูกนำมาใช้ในการผ่าตัดทันตกรรมรากฟันเทียม เพื่อที่จะตอบสนองต่อความพึงพอใจ และความคาดหวังที่เพิ่มสูงขึ้นของผู้ที่เข้ามารับการรักษา

ตั้งแต่เริ่มแรกที่ Branemark ค้นพบกระบวนการที่เรียกว่า กระดูกเชื่อมประสาน (osseointegration) ในปี 1977 โดยยุคเริ่มแรกในการทำรากฟันเทียม Branemark ได้เสนอว่ารากฟันเทียมไม่ควรใส่แรงใด ๆ ลงไปกระทำกับตัวรากฟันเทียมในช่วงที่รอการเกิดกระบวนการการเกิดกระดูกเชื่อมประสาน โดยส่วนมากแล้วประมาณ 3-4 เดือนในขากรรไกรล่างและ 6-8 เดือนในขากรรไกรบนเพื่อให้เกิดกระบวนการหายของแผล ทำให้กระดูกมีการซ่อมสร้างและยึดติดกับรากฟันเทียมที่ฝังลงไปในขากรรไกร ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการทางทันตกรรมประดิษฐ์ต่อไป (1-3)

ในช่วงปี 2000 มีรายงานเกี่ยวกับแนวคิด เรื่องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate implant loading) ออกมาครั้งแรก และได้มีการประยุกต์ใช้แนวความคิดนี้ในผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันโดยเน้นไปที่กลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันทั้งหมดในขากรรไกร (4)

ต่อมาได้มีงานวิจัยต่าง ๆ ศึกษา พัฒนาและเสนอระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้แรงสบฟันหลังการใส่รากฟันเทียมมากยิ่งขึ้น มีเทคนิคต่าง ๆ ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น เทคนิคการต่อสิ่งบูรณะบนรากฟันเทียมแบบไม่มีจุดสัมผัส รวมถึงการพัฒนาแนวคิดเรื่องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (5)

ปัจจุบันหลักการให้แรงสบฟันหลังการใส่รากฟันเทียมได้เปลี่ยนแปลงและมีความหลากหลายมากขึ้นจากครั้งแรกที่ Branemark คิดค้นในปี 1977 หลักการให้แรงสบฟันที่เปลี่ยนไปเพื่อที่จะทำให้ช่วงเวลารอคอยนั้นสั้นลง ทำให้สามารถที่จะให้แรงกระทำกับรากฟันเทียมได้เร็วยิ่งขึ้นหรือแม้กระทั่งให้แรงได้ทันทีหลังทำการฝังรากฟันเทียม ก่อนที่จะเกิดลักษณะของกระดูกเชื่อมประสาน

ช่วงเวลาที่ผู้เขียนได้เขียนการทบทวนวรรณกรรมฉบับนี้ แนวคิดเรื่องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมยังคงได้รับความนิยมและพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้เข้ากับเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในปัจจุบัน ทำให้สามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาให้มีคุณภาพ

และความรวดเร็วมากขึ้นไปอีก ในฐานะทันตแพทย์ที่ทำงานเกี่ยวกับรากฟันเทียมจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถให้การรักษากับผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มที่สูญเสียฟันเพียงไม่กี่ตำแหน่ง หรือแม้กระทั่งกลุ่มที่มีการสูญเสียฟันทั้งหมดในขากรรไกร

การศึกษานี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับ พื้นฐานความรู้ จุดประสงค์เพื่อที่จะสำรวจหลักการต่าง ๆ เพื่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมและข้อบ่งชี้ในการทำ รวมไปถึงแง่มุมที่คิดว่าเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญและทันสมัยเพื่อที่จะนำไปใช้ในการรักษาให้เกิดผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ และ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการรักษาผู้ป่วยต่อไป

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม ในผู้ป่วยที่สูญเสียฟันธรรมชาติ ซึ่งการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม จะช่วยลดช่วงระยะเวลาการรักษาในกระบวนการรอคอยการเกิดกระดูกเชื่อมประสานได้ทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีกลับคืนมาได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2.2 ขอบเขตการศึกษา

การทบทวนวรรณกรรมครั้งนี้ สืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล Pubmed (ค.ศ. 1970-ปัจจุบัน) ผ่านคำศัพท์ immediate loading และสามารถให้เข้าถึงบทความได้ ร่วมกับการสืบค้นด้วยมือผ่านคำศัพท์ immediate loading, key factor, key to success , survival rate มีเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) ของบทความที่นำมาศึกษา ดังนี้ เป็นบทความภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย, immediate implant loading, เป็นการศึกษาในมนุษย์ ส่วนเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) คือ เป็นการศึกษาในสัตว์ทดลอง

2.3 นิยาม

การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม หมายถึง คือ การเชื่อมต่อส่วนของฟันเทียมเข้ากับรากฟันเทียมภายใน 1 สัปดาห์หลังการฝังรากฟันเทียมในกระดูกขากรรไกร

ความสำเร็จของรากฟันเทียม หมายถึง รากฟันเทียมสามารถคงอยู่ได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้สภาวะอุดมคติ

ความอยู่รอดของรากฟันเทียม หมายถึง รากฟันเทียมสามารถใช้งานได้แต่ไม่อยู่ในสภาวะอุดมคติ

ความล้มเหลวของรากฟันเทียม หมายถึง รากฟันเทียมที่ไม่สามารถคงอยู่ได้ในช่องปากอีกต่อไป

2.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การทบทวนวรรณกรรมเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในครั้งนี้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ นำความรู้เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมเพื่อไปพัฒนาต่อยอดในการรักษาผู้ป่วยให้ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3
นิยามของการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม
(Definition of immediate implant loading)

ในปี 2009 การศึกษาของ Weber และคณะ (6) ได้ให้นิยามของช่วงเวลาการให้แรงสบฟันหลังการใส่รากฟันเทียม (loading time) แบ่งเป็น 3 ช่วงคือ

1. แบบดั้งเดิม (conventional loading)
2. แบบก่อนกำหนด (early loading)
3. แบบทันที (immediate loading)

โดยในรายงานฉบับนี้ขอเน้นไปที่ การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม คำว่า “Immediate loading” มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบัน โดยส่วนมากหมายถึงการที่ให้รากฟันเทียมรับแรงทันทีภายหลังทำการฝังรากฟันเทียม ไม่ว่าจะผ่านครอบฟัน สะพานฟัน ฟันเทียมถอดได้ หรือ กลุ่มสิ่งประดิษฐ์ลูกผสม (hybrid prosthesis) ต่าง ๆ มีการถกเถียงกันอย่างมากในเรื่องของระยะเวลาว่าจะต้องทำให้รากฟันเทียมรับแรงภายในระยะเวลาอย่างช้าที่สุดเท่าใดจึงนับเป็นการให้แรงสบฟันแบบทันที (4)

การศึกษามีตั้งแต่ให้รากฟันเทียมรับแรงทันที จนถึงกระทั่งภายใน 1 สัปดาห์ ในเอกสารฉบับนี้ขอยึดตาม ITI Consensus Conferences ปี 2018 โดยในวารสารได้มีการให้คำนิยามไว้ว่า การให้แรงสบฟันแบบทันที คือ การเชื่อมต่อส่วนของฟันเทียมเข้ากับรากฟันเทียมภายใน 1 สัปดาห์หลังการฝังรากฟันเทียมในกระดูกขากรรไกร

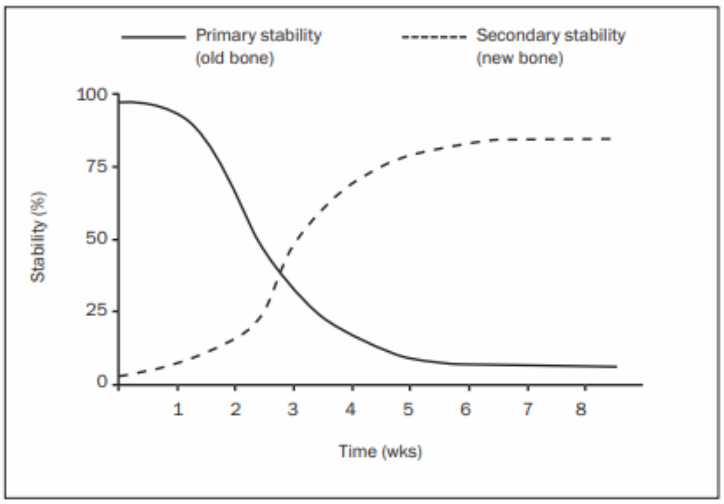
ในรายงานยังมีคำหนึ่งที่มีความหมายใกล้เคียงกัน และอาจทำให้ผู้อ่านอาจสับสนได้ กล่าวคือคำว่า “Immediate restoration” ข้อแตกต่างคือ “Immediate loading” คือ การเชื่อมต่อส่วนของฟันเทียมซึ่งจะต้องมีการกัดสบโดยตรงอย่างน้อยในตำแหน่งสบในศูนย์ ในขณะที่ Immediate restoration จะเป็นการเชื่อมต่อส่วนของฟันเทียมโดยจะไม่ให้มีตำแหน่งกัดสบใด ๆ เลย (7)

แม้ว่า นิยามของการให้แรงสบฟันแบบทันที ตาม ITI Consensus Conferences ปี 2018 คือมีการให้แรงสบฟันก่อน 1 สัปดาห์หลังทำการฝังรากฟันเทียม แต่ในทางปฏิบัติมียังมีหลายการศึกษาที่ให้คำนิยามไว้แตกต่างกันออกไปโดยมีตั้งแต่การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการผ่าตัด, หลังจากผ่าตัด 24 ชั่วโมง , 48 ชั่วโมง , 72 ชั่วโมง ตามลำดับ จนมากที่สุดที่ 1สัปดาห์หลังการผ่าตัด

Review	Definition of immediate loading
Aparicio 2003	within 72 hrs
Cochran 2004	within 48 hrs
Attard 2005	not defined
Glauser 2006	within 24 hrs
Nkenke 2006	within 72 hrs
Wang 2006	within 48 hrs
Esposito 2007	within 1 week
Jokstad 2007	not defined
Cooper 2007	same visit

ภาพที่ 3. 1 แสดงความหลากหลายของระยะเวลาในการให้แรงสบฟันแบบทันที (4)

ในทางปฏิบัติปัจจัยหนึ่งที่เป็นสิ่งสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จในการรักษาด้วยการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม คือ เสถียรภาพปฐมภูมิ (primary stability) ซึ่งในช่วง 1 สัปดาห์แรกจะเป็นช่วงก่อนที่ เซลล์สลายกระดูก (osteoclast) จะเข้ามาทำงาน ทำให้ช่วง 1 สัปดาห์แรกหลังการฝังรากฟันเทียม จะยังคงเป็นช่วงที่เสถียรภาพปฐมภูมิยังคงสูงอยู่ เพราะหากเมื่อเซลล์สลายกระดูก (osteoclast) เข้ามาแล้ว ก็จะเกิดการละลายตัวของกระดูกทำให้เสถียรภาพปฐมภูมิลดลงได้



ภาพที่ 3.2 แสดงกราฟเสถียรภาพปฐมภูมิที่เริ่มลดลงหลังจาก 1 สัปดาห์แรก (9)

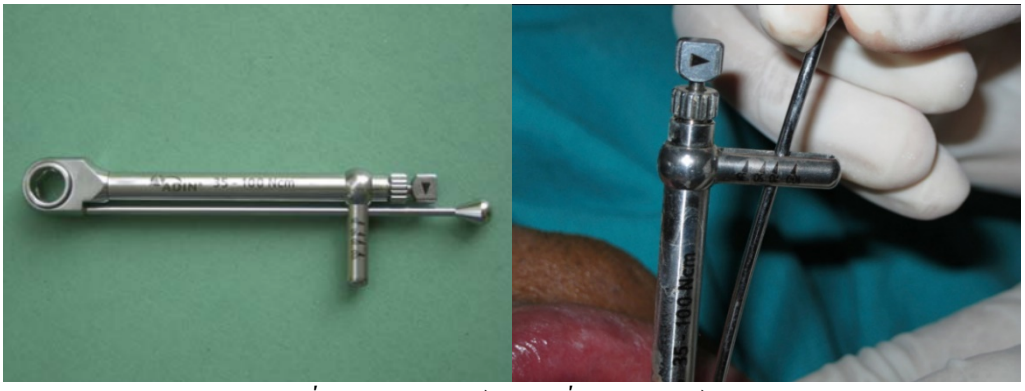
ในปี 1989 การศึกษาของ Ilizarov และคณะ ได้กล่าวไว้ว่าหากมีแรงจากภายนอกใด ๆ มากระทำต่อกระดูก หลังจากที่ได้รับการบาดเจ็บภายใน 4 วัน โดยที่แรงที่มากระทำนั้นไม่ได้มีค่ามากเกิน จะมีผลกระทบเชิงบวกต่อกระบวนการสร้างกระดูก (Eutrophic stimulus) เพราะเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำจะทำให้เกิดลักษณะทางไหลของอากาศทำให้ออกซิเจนสามารถที่จะเข้าไปในบริเวณที่เกิดการบาดเจ็บได้ซึ่งนั่นจะทำให้ภาวะความเป็นกรดลดลง ทำให้เซลล์สลายกระดูก

(osteoclast)ทำงานน้อยลง เซลล์สร้างกระดูก (osteoblast) ทำงานมากขึ้นส่งผลให้กระบวนการการหายของแผลเกิดได้เร็วขึ้น เกิดการซ่อมสร้างกระดูกได้เร็วขึ้นตามมา

จากข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมด จึงสามารถกล่าวได้ว่า หากทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมภายใน 3 วันหลังทำการฝังรากฟันเทียม นอกจากจะปลอดภัยเนื่องจากเสถียรภาพปฐมภูมิ ยังไม่ทันลดลงแล้ว ยังได้ผลในเชิงบวกในการกระตุ้นกระบวนการการสร้างกระดูกอีกด้วย จึงอาจสรุปได้ว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมจึงอยู่ในช่วง 1- 3 วันแรกหลังจากทำการฝังรากฟันเทียม

บทที่ 4
เสถียรภาพปฐมภูมิและการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม
(primary implant stability and micromotion)

ในส่วนของงานศัลยกรรมในงานทันตกรรมรากฟันเทียม ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมากต่อความสำเร็จในขั้นตอนการฝังรากฟันเทียม นั่นก็คือ เสถียรภาพปฐมภูมิของรากฟันเทียม (primary implant stability) เช่นเดียวกันในงานที่ต้องการทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate loading) ปฏิเสธไม่ได้ว่า เสถียรภาพปฐมภูมิของรากฟันเทียม เป็นหนึ่งในปัจจัยที่เป็นกุญแจสำคัญที่จะบอกว่าในผู้ป่วยรายนั้น ๆ สามารถที่จะทำตามเกณฑ์การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมได้หรือไม่ ค่าที่จะสามารถสังเกตได้คือ ค่าทอร์ก (insertion torque value) มีการศึกษามากมายรายงานเกี่ยวกับค่าทอร์ก ที่เหมาะสมต่อการทำการโหลดแบบทันที อย่างไรก็ตามค่าทอร์ก ที่ถูกเสนอในแต่ละการศึกษามีความหลากหลายค่อนข้างมาก โดยมีค่าตั้งแต่ 15 นิวตันเซนติเมตร (Ncm)จนถึง 45 นิวตันเซนติเมตร (Ncm) โดยส่วนมากการศึกษาส่วนใหญ่จะแนะนำค่าที่มากกว่า 35 นิวตันเซนติเมตร (Ncm) ขึ้นไป



ภาพที่ 4.1 แสดงค่าทอร์กจากเครื่องมือวัดทอร์ก (11)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พิจารณาค่าทอร์ก ร่วมกับ Resonance frequency analysis (RFA) ซึ่ง คือ วิธีการวัดการสั่นพ้องของคลื่นเสียงหรือ คลื่นความถี่เรโซแนนซ์ ในปัจจุบันเป็นวิธีวัดความเสถียรของรากฟันเทียมที่ยอมรับว่ามีความน่าเชื่อถือสูง วิธีนี้ได้เริ่มใช้ในการศึกษา ทดลองโดย Meredith และคณะในปี 1996 วัดค่าคลื่นความถี่ เรโซแนนซ์ หน่วยเป็นกิโลเฮิร์ต (kilohertz : kHz) แต่ในปัจจุบัน บริษัท Osstell® system ได้ผลิตเครื่องออสเทล (Osstell ISQ®) ซึ่งทำการแปลงค่าจากหน่วยกิโลเฮิร์ต เป็นค่าแสดงผลความเสถียรของรากฟันเทียม เรียกว่าค่า implant stability quotient (ISQ) โดยอัตโนมัติ แสดงค่าตั้งแต่ 1 ถึง100 ค่า ISQ น้อยหมายถึงความเสถียรที่ ลดลง ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่แนะนำค่าไว้ที่มากกว่า 60 ขึ้นไป ตามคำแนะนำของ บริษัท การวัดความ

เสถียรของรากฟันเทียมในแนะนำให้ทำสองทิศทางคือ การวัดจากทิศด้านใกล้แก้ม (buccal) และการวัดจากทิศด้านใกล้กลาง (mesial) ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 4.2 แสดงการวัดความเสถียรของรากฟันเทียมด้วย เครื่อง Osstell® ISQ (14)

การวัดค่าเสถียรภาพของรากฟันเทียมยังสามารถทำให้อีกหนึ่งวิธีคือการใช้ percussion test ยกตัวอย่างเช่น Periotest® (Siemens-Gulden, Bensheim, Germany) โดวิธีนี้จะใช้หลักการเคาะที่รากฟันเทียมหรือฟันเพื่อวิเคราะห์ปริมาณความต้านทานของเอ็นยึดปริทันต์ เมื่อเครื่องมือแตะที่ผิวของรากฟันเทียมแล้วทำการเดินเครื่องจะเกิดการเคาะต่อเนื่อง (15)

ภาพที่ 4.3 แสดง Periotest® (Siemens-Gulden, Bensheim, Germany) (15)

ในปี 2012 การศึกษา ของ Margossian และ คณะ ได้เสนอให้ดูค่าทอร์ก ร่วมกับค่า implant stability quotient (ISQ) โดยค่าที่แนะนำอยู่ที่ค่าทอร์ก มากกว่าเท่ากับ 30 นิวตันเซนติเมตร (Ncm) ร่วมกับ implant stability quotient (ISQ) มากกว่าเท่ากับ 60

ในความเห็นผู้เขียนมีข้อเสนอแนะนำเพิ่มเติมคือ ในการให้แรงสบฟันแบบทันที จำเป็นที่ต้องใส่แกนฟันชั่วคราว (temporary abutment) แล้วทอร์ก ตามค่าของบริษัทรากฟันเทียมนั้น ๆ ซึ่งมีค่าหลากหลายตั้งแต่ 20 นิวตันเซนติเมตร (Ncm) จนไปถึง 35 นิวตันเซนติเมตร (Ncm) ดังนั้น

ค่า ทอร์ก ที่เหมาะสมจึงควรจะมีค่ามากกว่าค่าที่บริษัทตั้งไว้เพื่อการทอร์กแกนฟันชั่วคราว เพื่อไม่ให้รากฟันเทียมที่ฝังไปหมุนตามเมื่อมีการ ใส่แกนฟันชั่วคราว

นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องคำนึงถึงเพื่อที่สามารถทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีได้อย่างเหมาะสม การเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม (micromotion)ได้ถูกพูดถึงว่าเป็นอีกตัวแปรสำคัญที่จะขัดขวางไม่ให้เกิดความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม

ในปี 2008 การศึกษา ของ Abdul-Kadir และคณะ ได้ให้นิยามของคำว่า การเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม (micromotion) คือ การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (relative movement)ระหว่างพื้นผิวของรากฟันเทียมกับกระดูกโดยรอบ การศึกษายังกล่าวอีกว่า หากการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม (micromotion) นั้นมีค่าเกินต่อ “critical threshold of micromotion” จะทำให้เกิดภาวะเกิดเป็นเนื้อเยื่อเส้นใย (fibrous tissue)เหนือต่อภาวะกระดูกเชื่อมประสาน (osseointegration) ส่งผลให้เกิดการยับยั้งไม่ให้เกิดการสร้างกระดูกใหม่รอบ ๆ รากฟันเทียมทำให้เกิดเป็นเนื้อเยื่อเส้นใยเชื่อมประสาน (fibrous integration)รอบรากฟันเทียมแทน

ในปี 1973 และ 1998 ตามลำดับ การศึกษา ของ Cameron และคณะ และ การศึกษา ของ Szmukler-Moncler และคณะ ได้ให้ช่วงของค่า “threshold of micromotion” โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ที่ 50 and 150 μm. ได้รับการพิสูจน์มาแล้วว่าหากเกิดการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม ในระดับที่เกิน 150 μm จะทำให้เกิดความเสี่ยงและลดทอนความสำเร็จในขั้นตอนการเกิดกระดูกเชื่อมประสาน ดังนั้นการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม เป็นอีกหนึ่งความเสี่ยงหลักในการเกิดกระดูกเชื่อมประสานที่ไม่สมบูรณ์

ในปี 2009 การศึกษาของ Paolo และ คณะ (22) พบว่าหากค่าทอร์กมาก โอกาสที่จะเกิดการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียมก็จะน้อยตามไปด้วย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หากรากฟันเทียมมีเสถียรภาพปฐมภูมิที่ดี (good primary implant stability)ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียมที่น้อย ส่งผลทำให้มีแนวโน้มว่าจะทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมทำได้สำเร็จ ดังนั้นสองคำนี้ (primary implant stability and micromotion) จึงเป็นสองคำสำคัญซึ่งมีความเกี่ยวโยงกันและมีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมอย่างปฏิเสธไม่ได้

ในความเป็นจริงแล้วเพื่อให้ได้มาซึ่งการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียมที่น้อยและเพื่อให้เกิดเสถียรภาพปฐมที่ดี มีหลายปัจจัย (multifactor) ที่ทันตแพทย์ต้องคำนึงถึง เพื่อความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม เช่น ปริมาณและคุณภาพของกระดูก (bone quantity and quality) ,รูปร่างและผิวของรากฟันเทียม (implant macro-design and surface), การตรึงรากฟันเทียมให้อยู่นิ่ง (immobilization) และการจำแนกและประเมินลักษณะเคสโดยประเมินจากอัตราความอยู่รอดในอดีต (survival rate in different cases) โดยจะกล่าวถึงในบทต่อ ๆ ไป

บทที่ 5

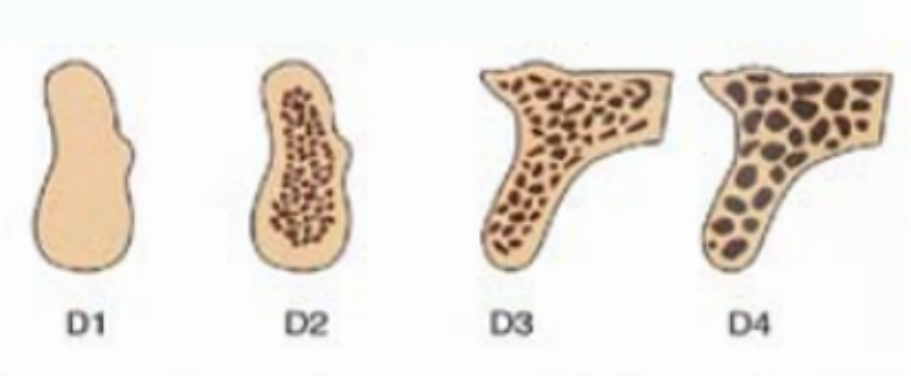
ปริมาณและคุณภาพของกระดูก (bone quantity and quality)

ปริมาณและคุณภาพของกระดูกเป็นส่วนสำคัญอย่างมากที่จะทำให้เกิดความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อเสถียรภาพปฐมภูมิของรากฟันเทียม (23)

ในปี 2006 การศึกษาของ Liene Molly ได้แสดงให้เป็นว่าเสถียรภาพปฐมภูมิของรากฟันเทียมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความหนาแน่นของกระดูกที่แตกต่างกัน เพื่อที่ให้จะได้ค่าทอร์กที่เหมาะสมที่จะทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีได้ การประเมินปริมาณและคุณภาพของกระดูกเป็นสิ่งจำเป็นโดย การประเมินมีได้หลากหลายมีวิธี การเอ็กซ์เรย์สามมิติเข้ามามีบทบาทในการช่วยประเมินปริมาณกระดูกที่คงเหลือได้ค่อนข้างแม่นยำ นอกจากนี้ยังสามารถประเมินความหนาแน่นของกระดูกผ่านค่า “Hounsfield unit”ได้ (25)

ในทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์อาจใช้ความรู้สึกขณะกรอเตรียมช่องสำหรับรากฟันเทียม (sense during implant site preparation) ในการช่วยประเมินได้

ในปี 1990 Misch ได้มีการเสนอให้แบ่งประเภทของความหนาแน่นกระดูก ไว้ถึง 4 แบบ (D1- D4) โดยได้แบ่งประเภทตามลักษณะของกระดูกกระดูกทึบ (cortical bone) และ เสี้ยนกระดูก (trabecular bone) โดย D1 จะมีความหนาแน่นของกระดูกที่มากที่สุด และน้อยลงตามลำดับจนอาจจะกล่าวได้ว่า D4 เป็นกระดูกที่คุณภาพต่ำ ซึ่ง Misch ได้ทำการชี้ให้เป็นว่าในทางคลินิกส่วนใหญ่มักจะเป็นกระดูกบริเวณฟันหน้าล่างที่เป็นกระดูกที่มีคุณภาพดี และ บริเวณฟันหลังมักจะเป็นกระดูกที่มีคุณภาพต่ำ แน่นอนว่าในแต่ละคนก็มีความหลากหลายแตกต่างกันไปเนื่องจากอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบร่วมด้วย ยกตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยมีโรคทางระบบกระดูก ภาวะกระดูกพรุนต่าง ๆ



ภาพที่ 4.4 แสดง types of bone classification (modified from Misch CE 2004)

D1: dense cortical bone

D2: porous cortical bone

D3: coarse trabecular bone

D4: fine trabecular bone

BONE		DENSITY
D1	>1250 HU	Dense cortical bone
D2	850-1250 HU	Thick dense to porous cortical bone on crest and coarse trabecular bone within
D3	350-850 HU	Thin porous cortical bone on crest and fine trabecular bone within
D4	150-350 HU	Fine trabecular bone

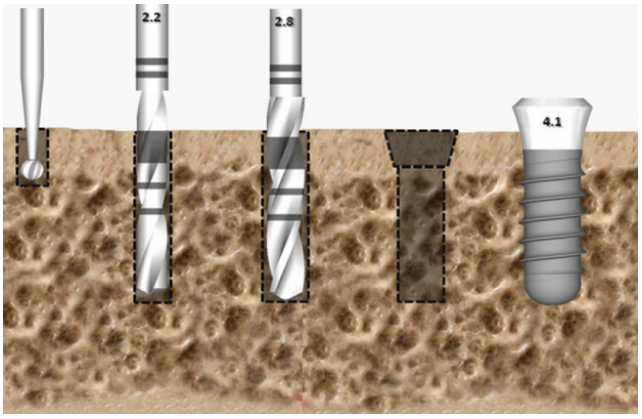
ภาพที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Hounsfield unit กับ types of bone classification (27)

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของกระดูกกับการเกิดการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม โดยพบว่าเมื่อให้แรงไป 30 N ในลักษณะกระดูกที่เป็นกระดูกทึบ (D1) พบว่าไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม หากเป็นกระดูกที่มีความพรุนและเป็นลักษณะของเสี้ยนกระดูกมากขึ้นก็จะทำให้เริ่มมีการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม โดยจะเริ่มขยับตั้งแต่ 100 μm. ไปจนถึง 200 μm.ในเสี้ยนกระดูกนิ่ม (D4) ดังนั้นการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการฝังรากฟันเทียมจึงสามารถทำได้ในกระดูก D1-D3 และอาจจะกล่าวได้ว่ามีข้อได้เปรียบมากในกระดูก D1 เนื่องจากถือได้ว่าพบการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียมน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกระดูกทุกประเภท อย่างไรก็ตามในกระดูก D2-D3 ยังคงสามารถที่จะให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการฝังรากฟันเทียม แต่ในกระดูก D4 แนะนำว่าหากหลีกเลี่ยงได้ควรที่จะหลีกเลี่ยงเนื่องจากมีโอกาสมากที่รากฟันเทียมจะไม่เกิดกระดูกเชื่อมประสานจากการที่รากฟันเทียมเกิดการเคลื่อนขยับมากเกินค่า “critical threshold of micromotion” (28)

ในสถานการณ์ที่ประเมินแล้วว่ากระดูกอยู่ในประเภทของ D3 หรือ D4 โดยส่วนมากจะพบเจอได้ในขากรรไกรบน ซึ่งเป็นความท้าทายในการทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม ทันตแพทย์จำเป็นที่จะต้องเอาชนะข้อจำกัดเรื่องของความหนาแน่นกระดูกให้ได้ โดยอาจจะต้องมีเทคนิคเสริมในการผ่าตัดฝังรากฟันเทียม

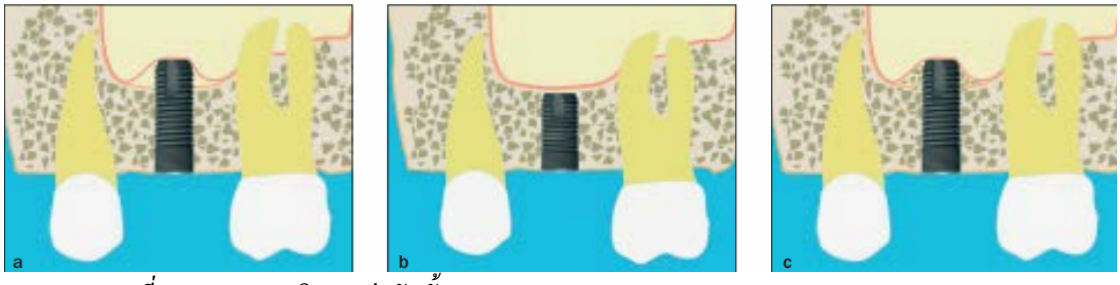
การทำ “Undersized implant site preparation” กรณีนี้มักใช้เมื่อทันตแพทย์ประเมินแล้วว่าคุณภาพกระดูกเป็นกระดูกที่มีความพรุนสูง เนื่องจากในงานที่ให้แรงสบฟันแบบทันที จำเป็นอย่างมากที่จะต้องฝังรากฟันเทียมให้มีความแน่น มีเสถียรภาพปฐมภูมิที่เพียงพอเทคนิคนี้จะเข้ามามีส่วนช่วยให้ทันตแพทย์สามารถที่จะฝังรากฟันเทียมได้แน่นแม้ว่าอยู่ในตำแหน่งที่กระดูกมีความพรุน

ในปี2011 การศึกษาของ Alghamdi และคณะ (30)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการทำเทคนิค “Undersized implant site preparation”ในตำแหน่งที่ความหนาแน่นกระดูกไม่ดี จะสามารถช่วยเพิ่มเสถียรภาพปฐมภูมิของรากฟันเทียมได้และช่วยเพิ่มอัตราความอยู่รอดได้



ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงการใช้หัวกรอขนาด 2.8 กับการฝังรากฟันเทียมขนาด 4.1 (30)

มีบางรายงานพูดถึงอีกเทคนิค กล่าวคือ การทำ bi- cortical fixation เพื่อให้ได้เสถียรภาพปฐมภูมิที่ดีในกระดูกนิ่ม อย่างไรก็ตาม ในปี 2016 Hsu และคณะ (23) มีการศึกษาเป็น Randomized controlled trial ศึกษาเสถียรภาพปฐมภูมิในเทคนิคการผ่าตัดสามแบบ กล่าวคือ Bi-cortical Fixation Indirect Sinus Elevation และ Unicortical Fixation พบว่าไม่พบความแต่งต่างอย่างมีนัยสำคัญของเสถียรภาพปฐมภูมิระหว่าง 3 เทคนิคนี้



ภาพที่ 5.3 แสดงเทคนิคการผ่าตัดทั้งสามแบบ (a) Bi-cortical Fixation (b) Unicortical Fixation (c) Indirect Sinus Elevation (23)

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลในการจัดการกับกระดูกที่นิ่ม คือการเลือกรากฟันเทียมที่มีการออกแบบรูปร่าง และ พื้นผิวที่เหมาะสมซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 6
รูปร่างและผิวของรากฟันเทียมในงานที่ต้องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม
(implant macro-design and surface for immediate loading)

ลักษณะรูปร่างและพื้นผิวของรากฟันเทียมที่เหมาะสมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะนำไปสู่เสถียรภาพปฐมภูมิของรากฟันเทียม (primary implant stability) ที่ดี ในที่นี้รวมถึงความ ความยาว และการออกแบบรูปร่างและพื้นผิวแบบต่าง ๆ

มีการศึกษามากมายที่แนะนำให้ใช้ความยาวรากฟันเทียมอย่างน้อย 10 mm. ขึ้นไป (31, 32) และโดยทั่วไปในงานที่ต้องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate loading) ก็มักจะแนะนำการออกแบบที่มีความสอบ (Tapper) (33)และมีเกลียวที่ค่อนข้างลึก (progressive thread) (34) เนื่องจากต้องการความแน่นขณะฝังที่ค่อนข้างสูง

การออกแบบรูปร่างรากฟันเทียมให้เป็นลักษณะที่มีความสอบ (tapered root-form) เพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาเรื่องของคุณภาพและปริมาณของกระดูกที่ไม่เพียงพอ เป้าหมายของการทำให้รากฟันเทียมมีความสอบเพื่อที่จะเพิ่มการกดอัดกระดูกรอบรากฟันเทียมให้มีความแน่นมากขึ้นได้เสถียรภาพปฐมภูมิมากขึ้นขณะที่ทำการใส่รากฟันเทียม และความสอบยังช่วยทำให้ส่วนปลายของรากฟันเทียมมีขนาดเล็ก ทำให้สามารถที่จะหลีกเลี่ยงโครงสร้างสำคัญ ๆ ในกรณีที่มีปริมาณกระดูกน้อยอีกด้วย (35)

ภาพที่ 6.1 แสดง (a)cylindrical implant (b) tapered implant

ลักษณะพื้นผิวของรากฟันเทียมที่เหมาะสม เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อเสถียรภาพปฐมภูมิของรากฟันเทียม ในขั้นตอนการกระเกิดกระดูกเชื่อมประสานจะเริ่มจากการดึงดูดเซลล์ต้นกำเนิดกระดูกมาล้อมรอบรากฟันเทียมแล้วเกิดเป็นโครงค้ำยัน (scaffold) ขึ้นส่วนนี้จะยึดติดกับผิว

รากฟันเทียมได้ดีจะขึ้นกับคุณสมบัติของพื้นผิวรากฟันเทียม พื้นผิวขรุขระ (rough implant surface) จะทำให้พื้นที่ที่กระดูกสัมผัสกับรากฟันเทียมเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดเสถียรภาพปฐมภูมิที่ดี (37)

นอกจากนี้ลักษณะพื้นผิวของรากฟันเทียมยังมีความสัมพันธ์กับค่า “threshold of micromotion” โดยในกลุ่มที่เป็นผิวเรียบ (machined surface)จะให้ค่า threshold of micromotionที่น้อยที่สุด อยู่ที่ 30 μm ในกลุ่มพื้นผิวขรุขระ (rough surface)จะให้ค่า threshold of micromotionอยู่ที่ 50-150 μm ในกลุ่มพื้นผิวพิเศษ เช่น Bioactive surface with plasma sprayed HA จะให้ค่า threshold of micromotion อยู่ที่ 250-500 μm (38-40)

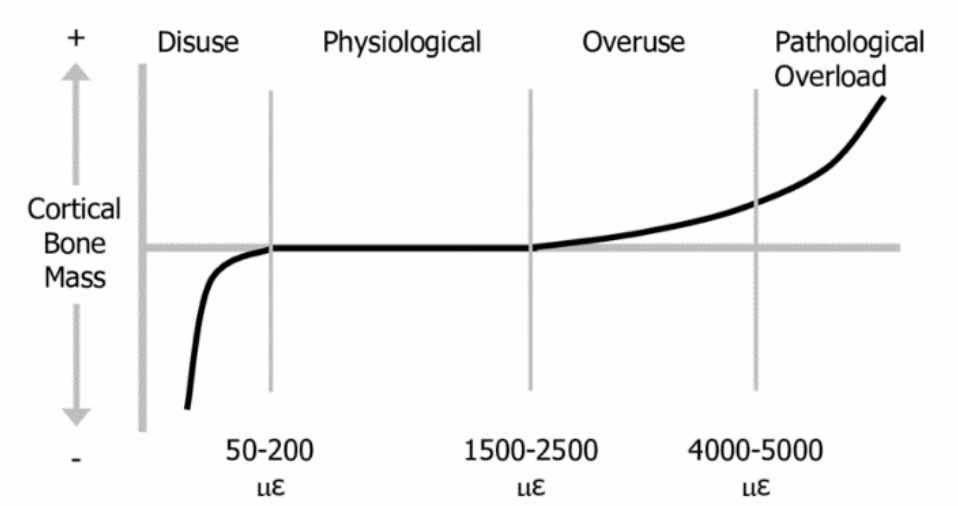
บทที่ 7
การตรึงรากฟันเทียมให้อยู่นิ่ง (immobilization)

ปัจจัยต่อมาที่มีความสำคัญต่อเสถียรภาพปฐมภูมิ ได้แก่ การตรึงรากฟันเทียมให้อยู่นิ่ง (immobilization) ซึ่งจะสัมพันธ์กับเรื่องการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม (micromotion) โดยหากการเกิด การเคลื่อนขยับของรากฟันเทียมที่มากกว่าค่า “tolerated micromotion threshold” ซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ที่ 50 – 150 μm จะส่งผลเสียต่อความสำเร็จในการเกิดกระดูกเชื่อมประสานได้ ดังนั้นจำเป็นอย่างมากที่ทันตแพทย์จะต้องควบคุมให้รากฟันเทียมนั้นเกิดการขยับให้น้อยที่สุด โดยวิธีการมีดังต่อไปนี้ (20)

7.1 การควบคุมแรงที่มากระทำต่อรากฟันเทียม (implant loading)

จากการศึกษาของ Frost HM ในปี 1988 แบ่งการตอบสนองของกระดูกต่อแรงในลักษณะต่าง ๆ เอาไว้ 4 ช่วง

1. ACUTE WINDOW OF NON-USE
2. WINDOW OF ADAPTATION
3. WINDOW OF SLIGHT OVERLOAD
4. WINDOW OF PATHOLOGICAL OVERLOAD



ภาพที่ 7.1 แสดง Frost's Mechanostat Theory. Adaptation of bone to mechanical stimuli (42)

ในช่วงที่ 1 ไม่มีแรงจากภายนอกใด ๆ กระทำต่อกระดูก (0 -50 microstrain) ภาวะการหายของแผลและการสลายและสร้างกระดูกเป็นไปตามกลไกปกติ

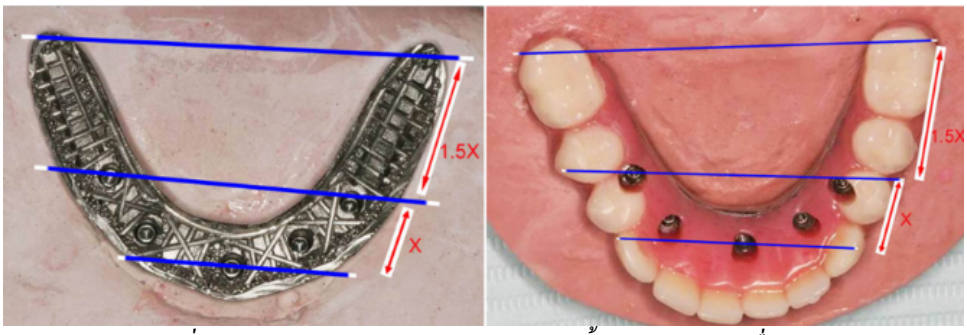
ในช่วงที่ 2 เริ่มมีแรงจากภายนอกมากระทำต่อกระดูกเล็กน้อย (50 -1500 microstrain) กระดูกจะมีการถูกกระตุ้นให้สร้างbone pattern ได้รวดเร็วขึ้นจาก amorphous stage กลายเป็น pattern ขึ้นมา

ในช่วงที่ 3 มีแรงจากภายนอกมากระทำต่อกระดูกมาก (1500-3000 microstrain) กระดูกจะเริ่มมีการตอบสนองทำให้เกิดกระบวนการซ่อมสร้างได้อย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันการเกิดเพื่อตอบสนองต่อกระดูกที่เสียหายจากการรับแรงที่มากเกิน

ในช่วงที่ 4 ร่างกายไม่สามารถตอบสนองต่อแรงที่มากกว่า 3000 microstrain ทำให้เกิดเป็น pathologic overload เกิดการละลายตัวของกระดูก และเกิดเป็นเนื้อเยื่อเส้นใยเชื่อมประสาน (fibrous integration)รอบรากฟันเทียมแทน

ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่จะทำให้เกิดความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมได้ คือเรื่องของแรงที่มากระทำต่อรากฟันเทียม โดยต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม โดยมีแรงมากระทำแต่ต้องไม่เป็น pathologic overload ตามหลักของ Frosts's theory ดังนั้นการให้แรงสบฟันแบบทันทีไปบนรากฟันเทียม จึงจะต้องทำอย่างระมัดระวังและคำนึงถึงหลายปัจจัยร่วมกัน โดยปัจจัยที่ทันตแพทย์สามารถความคุมได้ก็คือแรงสบฟัน (occlusal load) ทันตแพทย์สามารถเลือกได้ว่า จะทำเป็น Immediate non-functional loading หรือ Immediate functional loading หากเลือกเป็น non-functional loading ก็จะช่วยลดแรงที่ไปกระทำกับรากฟันเทียมได้ค่อนข้างมาก รวมถึงการควบคุมแรงขณะการเคลื่อนขากรรไกรไปด้านข้าง (lateral excursion) ไม่ควรที่จะมีจุดสัมผัส อย่างไรก็ตามการที่ใส่สิ่งบูรณะชั่วคราวแม้ว่าจะไม่มีจุดสัมผัสก็ตาม จะไปเพิ่มแรงที่ไปกระทำกับรากฟันเทียมเนื่องจากจะมีแรงจากภายในช่องปาก ไม่ว่าจะเป็นแรงจากแก้มและลิ้นหรือแม้กระทั่งแรงบดเคี้ยวระหว่างทานอาหาร ดังนั้นรากฟันเทียมจึงควรได้เสถียรภาพปฐมภูมิที่ดีเช่นกันหากต้องการใส่ครอบฟันชั่วคราวทันที่หลังทำการฝังรากฟันเทียม ไม่เช่นนั้นแล้วอาจจะจำเป็นต้องทำให้รากฟันเทียมเข้าไปอยู่ในหน้าต่างที่หนึ่งตาม Frost's theory กล่าวคือ ไม่มีแรงจากภายนอกใด ๆ นั่นหมายความว่าให้เย็บปิดรากฟันเทียมให้อยู่ใต้เหงือกทั้งหมด (7, 41, 43)

การลดและกำจัดคานยื่น (cantilever) เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงโดยพยายามทำให้มีแรงที่เป็นคานยื่นออกไปให้น้อยที่สุด อย่างน้อยก็ไม่ควรเกิน 1.5 เท่าของระยะ X ตามรูป (44)



ภาพที่ 7.2 แสดงรากฟันเทียมรองรับฟันเทียมทั้งปากชนิดมีคานยื่น (45)

การประเมินแรงบดเคี้ยวจากคู่สบว่ามีแรงลักษณะใด ๆ มากหรือน้อย ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะการกัดสบเหนือธรรมชาติ (parafunctional habit) มักมีแรงกัดที่มากกว่าคนทั่วไป (overloading) อาจเป็นอีกหนึ่งปัจจัยเสี่ยงในการทำการให้แรงสบฟันแบบทันที ในตอนที่ยังไม่เกิดกระดูกเชื่อมประสาน

การเลือกวัสดุที่จะนำมาทำเป็นสิ่งบูรณะชั่วคราวที่ใช้ในการให้แรงสบฟันแบบทันที จำเป็นจะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัตินิ่มและมีการดูดซับแรงที่ดี ยกตัวอย่างเช่น กลุ่ม PMMA (polymethyl methacrylate) เพื่อให้การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมไม่มากเกินไปจนอยู่ในช่วง pathologic overload

อีกหนึ่งเรื่องที่ทันตแพทย์สามารถควบคุมได้คือเรื่องของการควบคุมลักษณะอาหารที่ผู้ป่วยทานในช่วงหลังจากทำการฝังรากฟันเทียมเสร็จโดย Georgios E. ได้เสนอแนวทางของ Diet protocol ไว้ในหนังสือ Advanced immediate loading ดังนี้

วันที่ 0- 5 : ซุป, ผักสลัดนิ่ม ๆ , เต้าหู้, น้ำผลไม้, โยเกิร์ต, นม, ปลานึ่ง,วิตามินเสริม

วันที่ 6- 14 : เพิ่ม พาสตานิ่ม, มันบด , ชีสนิ่ม

วันที่ 15- 30 : เพิ่มบะหมี่ต้มสุก

เดือนที่ 2-3 : เพิ่มข้าวสวย, เนื้อต้มสุก

เดือนที่ 3 เป็นต้นไป :ทานอาหารได้ตามปกติ

7.2 จำนวนของรากฟันเทียมและการเชื่อมติด (Number of implants and splinting)

จำนวนของรากฟันเทียมที่ใช้มีผลต่อการกระจายแรงลงบนรากฟันเทียมในแต่ละตัวหากใช้จำนวนรากฟันเทียมที่มากย่อมทำให้แรงที่ลงต่อรากฟันเทียมต่อหนึ่งตัวน้อยลงซึ่งเป็นผลดี ลดโอกาสที่รากฟันเทียมจะเกิดการขยับได้ นอกจากนี้การใช้รากฟันเทียมจำนวนหลายตัวจะมีข้อดีกล่าวคือสามารถที่จะเชื่อมติดรากฟันเทียมเข้าด้วยกันได้ ส่งผลให้ทิศทางการขยับรากฟันเทียมถูกจำกัดลงจากเดิมที่หากเป็นรากฟันเทียมตัวเดียว รากฟันเทียมสามารถที่จะขยับหรือแม้กระทั่งหมุนในทุกทิศทาง แต่ในกรณีที่ใช้รากฟันเทียมหลายตัวแล้วการเชื่อมติดกันผ่านสิ่งบูรณะชั่วคราวจะทำให้โอกาสหรือทิศทางในการขยับของรากฟันเทียมน้อยลง ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา จึงทำให้ในผู้ป่วยที่มี

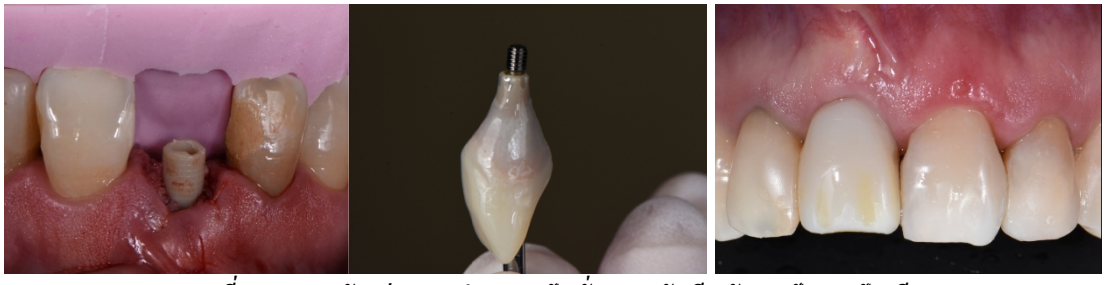
การสูญเสียฟันเพียง 1ซี่ เป็นข้อจำกัดที่ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนรากฟันเทียมเข้าไปได้ ทำให้ไม่นิยมที่จะให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมเท่าใดนัก ต่างจากกลุ่มผู้ป่วยที่สูญเสียฟันหลายซี่หรือแม้กระทั่งทุกซี่ในขากรรไกรจะเหมาะสมกับการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมมากกว่าเนื่องด้วยมีการใช้จำนวนรากฟันเทียมหลายตัวทำให้ได้ประโยชน์ในการกระจายแรงและจำกัดทิศทางในการขยับตามที่กล่าวมาข้างต้น (46-50)

บทที่ 8
อัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมในการให้แรงสบฟัน แบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม
(survival rate in immediate implant loading)

ในการดูอัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมที่ทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate implant loading) เพื่อให้แยกประเภทลักษณะเคสได้ชัดเจนจะสามารถแบ่งออกไปได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟัน 1 ซี่ (immediate loading in single edentulous cases)
2. การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันมากกว่า 1 ซี่ (immediate loading in partially edentulous cases)
3. การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันทั้งขากรรไกร (immediate loading in fully edentulous cases)

โดยส่วนมากแล้วในกลุ่มที่ 1 กล่าวคือ การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟัน 1 ซี่ โดยปกติแล้วจะพิจารณาเป็นลักษณะของการสร้างครอบฟันชั่วคราวบนรากฟันเทียมขึ้น ทันทีหลังการฝังรากฟันเทียม แต่ไม่สร้าง จุดสัมผัสระหว่างครอบฟันชั่วคราวบนรากฟันเทียมและฟันคู่สบ (non-functional loading) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2-4 เดือนก่อนการใส่ครอบฟันถาวร ต่อไป เนื่องจากการที่ไม่ได้ใช้จำนวนรากฟันเทียมหลายตัวจึงไม่สามารถเชื่อมรากฟันเทียมเข้าด้วยกันได้ (splint) ทำให้รากฟันเทียมมีโอกาสที่จะขยับหรือหมุนได้หลายทิศทาง จะมีความเสี่ยงต่อการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม (micromotion)ที่ค่อนข้างสูง



ภาพที่ 8.1 แสดงตัวอย่างการทำครอบฟันชั่วคราวทันทีหลังการฝังรากฟันเทียม

แม้ว่ามีบางงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าอัตราความสำเร็จของรากฟันเทียม ขณะให้แรงสบฟันแบบมีจุดสัมผัสบนรากฟันเทียมให้ผลการศึกษาทางคลินิก (randomized controlled trial) และ

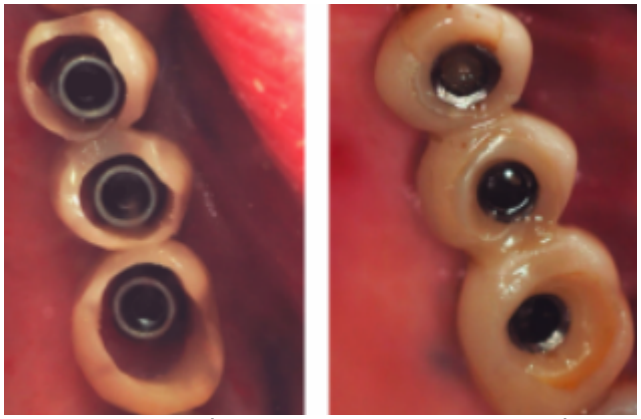
ผลทางภาพพยาธิวิทยา ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่การ ละลายตัวของกระดูกทางภาพถ่ายรังสีและการเปลี่ยนแปลง ของเนื้อเยื่ออ่อนรอบรากฟันเทียม (54, 55)

โดยในปี 2017 และ 2018 การศึกษาของ Mangano และ คณะ (55, 56) เริ่มที่มีความพยายามทำศึกษาการให้แรงสบฟัน แบบมีจุดสัมผัสบนรากฟันเทียมหลังการฝังรากฟันเทียมทันที (Immediate functional loading) โดยผลการศึกษาล่าสุดในปี 2018 ที่ได้ติดตามผลมาเป็นระยะเวลา 4 ปี พบว่า อัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียม โดยรวมอยู่ที่ประมาน 98.1 % ซึ่งถือว่าให้ผลค่อนข้างดี

อย่างไรก็ตามในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟัน 1 ซี่ ผลการศึกษาในระยะยาวยังคงเป็นอะไรที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม หากต้องการความมั่นใจและยืนยันถึงผลลัพธ์ที่ดีในการให้แรงสบฟันแบบมีจุดสัมผัสบนรากฟันเทียมหลังการฝังรากฟันเทียมทันทีในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟัน 1 ซี่ เนื่องจากพบว่ายังคงมีจำนวนการศึกษาที่น้อยเมื่อเทียบกับการใส่ครอบฟันชั่วคราวโดยปราศจากคู่สบ

ภาพที่ 8.2 แสดงตัวอย่างการให้แรงสบฟัน แบบมีจุดสัมผัสบนรากฟันเทียมหลังการฝังรากฟันเทียมทันที (57)

ส่วนในกลุ่มที่ 2 ที่เป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันมากกว่า 1 ซี่ (partially edentulous case) โดยปกติแล้วสามารถให้แรงสบฟัน แบบมีจุดสัมผัสบนรากฟันเทียมหลังการฝังรากฟันเทียมทันทีได้ ถ้าหากเป็นการเชื่อมติดกันระหว่างรากฟันเทียม (splinted implant) มักใช้สิ่งบูรณะชั่วคราว (temporary restoration) มาทำการเชื่อมระหว่างแกนฟันของรากฟันเทียม (implant abutment) การทำเช่นนี้จะช่วยลดทิศทางการขยับและการหมุนของรากฟันเทียมลงไปได้ ส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม (micromotion) นั้นเกิดได้น้อยลง ทั้งนี้แม้ว่าจะสามารถให้การสร้างจุดสัมผัส ระหว่างครอบฟันบนรากฟันเทียมและฟันคู่สบแบบการสบในศูนย์ได้ (centric occlusion) แต่อย่างไรก็ตามยังคงไม่ให้สัมผัสในตำแหน่งสัมผัสขณะสบฟันนอกศูนย์ (eccentric occlusion) (43)



ภาพที่ 8.3 แสดงตัวอย่างการเชื่อมติดกันระหว่างรากฟันเทียมด้วยสิ่งบูรณะชั่วคราว หลังการฝัง รากฟันเทียมทันที (43)

ในกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ในปี 2018 มีการศึกษาของ Gallucci และคณะ (7) ได้รวบรวมงานวิจัยแล้วทำบทความทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับผลลัพธ์ทางคลินิกของฟันเทียมติดแน่นบนรากฟันเทียม (fixed implant prostheses) ในแต่ละระยะเวลาที่จะฝังรากฟันเทียม (implant placement timing) และ การให้แรงกระทำต่อรากฟันเทียม (loading protocols) ซึ่งจะจำแนกออกมาได้ทั้งหมด 9 กลุ่ม ดังภาพที่ 17

การศึกษามี inclusion criteria ดัง ต่อไปนี้

1. การศึกษาในมนุษย์
2. มีผู้เข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 10 คน
3. กลุ่มผู้ป่วยมีการสูญเสียฟัน 1 หรือ หลายซี่ และบูรณะด้วยสิ่งบูรณะแบบติดแน่น
4. มีการระบุ Implant placement และ implant loading protocol ที่ชัดเจน
5. มีการระบุนิยามเกณฑ์ความสำเร็จในการรักษา
6. มีการติดตามอย่างน้อย 1 ปี
7. ใช้รากฟันเทียมแบบพื้นผิวขรุขระ (rough surface)
8. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 3-6 mm.

	Loading Protocol		
	Immediate restoration/ loading (type A)	Early loading (type B)	Conventional loading (type C)
Implant placement protocol			
Immediate placement (Type 1)	Type 1A CD	Type 1B CD	Type 1C SCV
Early placement (Type 2-3)	Type 2-3A CID	Type 2-3B CID	Type 2-3C SCV
Late placement (Type 4)	Type 4A CD	Type 4B SCV	Type 4C SCV

ภาพที่ 8.4 แสดงการจำแนกเคสเป็น 9 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่จะฝังรากฟันเทียม และการให้แรงสบฟันต่อรากฟันเทียมเป็นเกณฑ์ (7)

หมายเหตุ SCV: scientifically and clinically validated

CD: clinically documented

CID: clinically insufficiently documented

จากภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่าในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate loading) จะเหลือเพียง 3 กลุ่มเท่านั้นกล่าวคือ

Type 1A: การฝังรากฟันเทียมทันทีหลังจากถอนฟัน (immediate placement) ร่วมกับการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate loading)

Type 2-3A: การฝังรากฟันเทียมแบบเริ่มเร็ว (early placement) ร่วมกับการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate loading)

Type 4A: การฝังรากฟันเทียมแบบช้า (late placement) ร่วมกับการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม (immediate loading)

โดยผลการศึกษาออกมาว่า

ในกลุ่ม Type 1A weighted mean survival อยู่ที่ 98 .4 % มีช่วงตั้งแต่ 87.5 – 100 % โดย Mean follow up อยู่ที่ 28.9 เดือน success rates ranged from 87% to 100%

ในกลุ่ม Type 2-3A ไม่พบรายงานที่สามารถนำมา review ได้ โดยส่วนนี้ผู้เขียนคิดว่ามีความเกี่ยวโยงกับกรณีการทำ Immediate loading ในบริเวณที่ต้องการทำการเสริมกระดูก (bone augmentation)ซึ่งโดยทั่วไปแล้วในกรณีที่การทำการเสริมกระดูกจำเป็นต้องทำ การเลือกการให้แรงสบฟันแบบดั้งเดิม (conventional loading) มักเป็นสิ่งที่ทันตแพทย์ควรเลือกเป็นอย่างแรก (3, 5, 58)

ในกลุ่ม Type 4A weighted mean survival อยู่ที่ 97.9 % มีช่วงตั้งแต่ 83.3 – 100 % โดย Mean follow up อยู่ที่ 24.3 เดือน success rates ranged from 72.2% to 100%

พบว่าทั้งในกลุ่ม Type 1A และในกลุ่ม Type 4A ให้อัตราการอยู่รอดที่ค่อนข้างดี แต่ในกลุ่ม Type 4A พบหนึ่งงานวิจัยที่ให้ผลที่ไม่ค่อยดีนัก ในบริเวณฟันกรามของขากรรไกรบน ทำให้ในงานวิจัยนี้ยังติดของสงสัยนี้ไว้ว่าในแต่บริเวณของขากรรไกรให้ ผลลัพธ์ที่ดีทั้งหมดหรือไม่

ต่อมา ในปี 2021 ได้มีการศึกษาของ Zhou และคณะ เพื่อที่จะให้ข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมต่อยอดจากข้อสรุปของ Gallucci และคณะในปี 2018 ที่ว่าใน Type 1A และ 4A สามารถทำได้และมีอัตราการอยู่รอดที่ดี โดยZhou ได้เจาะลึกในแต่ละบริเวณในขากรรไกร ผลการสรุปออกมว่า ในกลุ่ม Type 2-3 A ไม่พบรายงานที่สามารถนำมา review ได้เหมือนการศึกษาของ Gallucci และคณะในปี 2018 ทำให้เหลือเพียงสองกลุ่มใหญ่ ๆ เท่านั้นในการศึกษานี้ให้ความสนใจกล่าวคือ Type 1A และType 4A เท่านั้น โดยทั้งใน Type 1 A และ Type 4A ของฟันหน้าในขากรรไกรล่างยังไม่มีข้อมูลที่มากเพียงพอรวมถึงในType 1 A ของฟันหลังในขากรรไกรล่าง นอกนั้นมีข้อมูลเพียงพอที่จะสามารถทำได้และให้ผลที่ดีมีอัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมในระดับที่สูง ดังที่แสดงในภาพที่ 8.5

Table 7 Summary Table of Outcomes and Validation of Each Protocol Type in Different Locations

Location	1A	1B	1C	2-3A	2-3B	2-3C	4A	4B	4C
Anterior maxilla	CD *21 studies (3 RCTs) §831 implants #30.7 ± 15.3 mo †97.5% ‡69.2–100%	CID *0 study NA	SCV *7 studies (2 RCTs) §232 implants #50.0 ± 33.6 mo †99.6% ‡92.9%–100%	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CWD 4 studies (1 RCT) §123 implants #88.9 ± 41.9 mo †98.8% ‡95.5-100%	SCV *6 studies (3 RCTs) §113 implants #17.2 ± 9.1 mo †99.4% ‡92.9%–100%	CID *0 study NA	CWD *5 studies (4 RCTs) §92 implants #26.4 ± 32.2 mo †99.6% ‡93.8%–100%
Posterior maxilla	CD *6 study (1 RCT) §199 implants #27.5 ± 12.6 mo †93.1% ‡87.5%–100%	CID *0 study NA	SCV *5 studies (2 RCTs) §138 implants #42.1 ± 36.9 mo †98.5% ‡92.0%–100%	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CID *1 study §14 implants #120 mo †85.7% ‡85.7%	CD *5 studies (3 RCTs) §128 implants #13.8 ± 4.0 mo †95.9% ‡86.4%–100%	CID *0 study NA	CWD *4 studies (2 RCTs) §88 implants #33.1 ± 34.4 mo †100% ‡100%
Anterior mandible	CID *2 studies §32 implants #30.0 ± 25.5 mo †98.5% ‡95.0%–100%	CID *0 study NA	CID *1 studies §10 implants #108 mo †100% ‡100%	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CID *0 study NA
Posterior mandible	CID *1 study §16 implants #48 mo †100% ‡100%	CID *0 study NA	CD *2 studies (1 RCT) §63 implants #66.2 ± 59.1 mo †100% 100%	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CID *0 study NA	CWD *4 studies (3 RCTs) §99 implants # 30.0 ± 24.0 mo †97.0% ‡93.3%–97.5%	CID *0 study NA	SCV *9 studies (6 RCTs) §269 implants #38.7 ± 38.3 mo †95.0% ‡93.1%–100%

* = no. of studies; § = no. of included implants; # = mean follow-up; † = weighted mean survival; ‡ = range of survival rate; NA = not available.
SCV = scientifically and clinically validated; CWD = clinically well documented; CD = clinically documented; CID = clinically insufficiently documented.
Due to the limitations in distinct specification of the implant placement time in many clinical studies reported, the early implant placement groups (types 2 and 3) were combined for each loading protocol (Type 2-3A, Type 2-3B, and Type 2-3C).

ภาพที่ 8.5 แสดงอัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมในแต่ละบริเวณของขากรรไกร (59)

หมายเหตุ : ในแต่ละการศึกษาที่ได้รวบรวมมาแม้ว่าจะมีเกณฑ์อัตราการอยู่รอดและอัตราความสำเร็จ แต่คำจำกัดความในแต่ละการศึกษานั้นไม่เป็นเรื่องยากที่จะหามาตรฐานตรงกลางได้ และในบางทีหลาย ๆ การศึกษาทั้งที่มีเกณฑ์อัตราความสำเร็จมาให้แต่ก็รายงานเพียงแค่อัตราการอยู่รอดเท่านั้น นี่อาจจะเป็นข้อจำกัดหนึ่งในการทำบทความทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) ในครั้งนี้

ในกลุ่มที่ 3 จะเป็นการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันทั้งขากรรไกร (immediate loading in fully edentulous cases)โดยจะขอแบ่งเป็น กลุ่มที่บูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากติดแน่นบนรากฟันเทียม (fixed implant prostheses) และกลุ่มที่บูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากถอดได้คร่อมบนรากฟันเทียม (overdenture)

ในส่วนของ กลุ่มที่บูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากติดแน่นบนรากฟันเทียม (fixed implant prostheses) ในปี2014 การศึกษาของ Papaspyridakos และคณะ (60) นี้บอกว่าการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันทั้งขากรรไกรและบูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากติดแน่นบนรากฟันเทียม จะพบ อัตราการอยู่รอดในขากรรไกรบน และ ขากรรไกรล่างอยู่ที่ 99.2 %และ 99.3 % ตามลำดับติดตามในช่วง 1- 10ปี ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการให้แรงสบฟันแบบก่อนกำหนด (early loading) หรือการให้แรงสบฟันแบบดั้งเดิม (conventional loading)

โดยในรายงานพบว่า จำนวนรากฟันเทียมที่ใช้อยู่ที่ 4-12 ตัว ในขากรรไกรบน และ 4- 10 ตัว ขากรรไกรล่าง ซึ่งค่อนข้างมีความหลากหลาย ในปัจจุบัน ประเด็นเรื่องจำนวนรากฟันเทียม ในเคส กลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันทั้งขากรรไกรและบูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากติดแน่นบนรากฟันเทียมยังไม่ได้มี consensus ออกมาชัดเจน แต่หากอ้างอิงจาก ITI conference ครั้งที่ 6 ในปี 2018 ได้มีการเสนอแนวทางไว้ โดย การศึกษาส่วนมากจะใช้รากฟันเทียม 4-6 ตัวใน maxilla และ 3-5 ตัวในขากรรไกรล่างและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลาติดตาม 1- 15 ปี (ค่าเฉลี่ยที่ 8 ปี) (61)

การศึกษาในปี 2016 ของ Gallucci และคณะ (62) เสนอว่าให้ใช้รากฟันเทียม 8ตัวในขากรรไกรบน และ 6 ตัวในขากรรไกร หากต้องการแบ่งส่วนสำหรับการทำเป็นสะพานฟันในภายหลัง

ในส่วนของกลุ่มที่บูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากถอดได้คร่อมบนรากฟันเทียม (overdenture) ในปี 2014 การศึกษาของ Schimmel และคณะ (63) บอกว่าการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันทั้งขากรรไกรและบูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากถอดได้คร่อมบนรากฟันเทียม (overdenture) จะพบอัตราการอยู่รอดในขากรรไกรบนอยู่ที่ 97.1 - 98.7 %ในกลุ่มที่เชื่อมติดรากฟันเทียม และ 97.8 %ในกลุ่มที่ไม่ได้เชื่อมติดรากฟันเทียม ส่วนในขากรรไกรล่างอยู่ที่ 94.4 -100 % ในกลุ่มที่เชื่อมติดรากฟันเทียม และ 81.6-100 % ในกลุ่มที่ไม่ได้เชื่อมติดรากฟันเทียม ติดตามในระยะเวลาอย่างน้อย 1ปี

โดยในการศึกษานี้พบว่า จำนวนรากฟันเทียมที่ใช้อยู่ที่ 2-4 ตัว ต่อขากรรไกร มีรายงานจำนวนหนึ่งที่แนะนำว่า ถ้าทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มี

การสูญเสียฟันทั้งขากรรไกรและบูรณะด้วยฟันเทียมทั้งปากถอดได้คร่อมบนรากฟันเทียม (overdenture) จำนวนรากฟันเทียมในขากรรไกรบนพบว่าหากใช้ 4 ตัวขึ้นไปจะให้อัตราการอยู่รอดที่สูง

แม้ว่าจากกการศึกษานี้จะพบว่าไม่ว่าจะให้การให้แรงสบฟันแบบใด การให้แรงสบฟันแบบทันที (immediate loading) การให้แรงสบฟันแบบก่อนกำหนด (early loading) หรือการให้แรงสบฟันแบบดั้งเดิม (conventional loading) ต่างก็ให้อัตราการอยู่รอดที่สูงทั้งหมด อย่างไรก็ตามพบว่าในการให้แรงสบฟันแบบทันทียังคงมีรายงานการศึกษาที่น้อยกว่าการให้แรงสบฟันแบบก่อนกำหนดและการให้แรงสบฟันแบบดั้งเดิม

ในกลุ่มที่เชื่อมติดรากฟันเทียม และ 81.6 – 100 % ในกลุ่มที่ไม่ได้เชื่อมติดรากฟันเทียมติดตามในระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี จากอัตราการอยู่รอดที่แสดงข้างต้น ในปัจจุบันจึงแนะนำที่จะทำการเชื่อมติดรากฟันเทียมเข้าด้วยกันหากต้องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมทั้งปากถอดได้คร่อมบนรากฟันเทียม

บทที่ 9
บทสรุป (summery)

ในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการรักษา ในผู้ป่วยแต่ละรายมีสภาพการณ์และข้อจำกัดแตกต่างกันไป ทันตแพทย์จำเป็นต้องทราบถึงปัจจัยทั้งหมดที่มีโอกาสส่งผลกระทบต่อความสำเร็จในการรักษา เนื้อหาในการทบทวนวรรณกรรมในครั้งนี้ได้พยายามรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาเพื่อให้เป็นแนวทางในการประเมินก่อนที่จะทำการรักษาแบบให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม

เริ่มตั้งแต่ความสำคัญเรื่องของระยะเวลาการให้แรงสบฟันที่เหมาะสม ความสำคัญในเรื่องของเสถียรภาพปฐมภูมิและการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียม ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบ่งบอกถึงความสำเร็จในการทำการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียม

ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีซึ่งสามารถทำให้ทันตแพทย์ประเมินภาวะที่เหมาะสมต่าง ๆ ในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมได้อย่างเหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเอ็กซ์เรย์สามมิติ ซึ่งจะช่วยในการประเมินปริมาณและคุณภาพของกระดูกได้อย่างแม่นยำ เครื่องมือที่ช่วยตรวจความค่าเสถียรภาพปฐมภูมิต่าง ๆ เช่น Resonance frequency analysis (RFA) หรือ Periotest® เหล่านี้ช่วยยืนยันค่าเสถียรภาพปฐมภูมิให้ประเมินได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

การออกแบบรูปร่างและผิวของรากฟันเทียมให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาต่าง ๆ เพื่อให้มีรากฟันเทียมที่มีคุณภาพสมบัติที่เอื้อต่อการให้แรงแบบทีหลังการฝังรากฟันเทียมมากขึ้น โดยพยายามที่จะทำอย่างไร ให้รากฟันเทียมสามารถมีเสถียรภาพปฐมภูมิที่ดี เช่น การออกแบบรากฟันเทียมที่มีความสอบ และมีเกลียวที่ค่อนข้างลึก รวมไปถึงทำอย่างไรให้รากฟันเทียมทนต่อการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียมได้มากขึ้น ได้มีการปรับปรุงพื้นผิวของรากฟันเทียมต่าง ๆ ในส่วนนี้คงยังต้องติดตามต่อหากในอนาคตมีรากฟันเทียมที่สามารถทนต่อการเคลื่อนขยับของรากฟันเทียมได้มากขึ้นก็อาจจะทำให้หลักการบางอย่างเปลี่ยนไป ยกตัวอย่างเช่น ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันยังคงเป็นที่น่าสงสัยว่าในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟัน 1 ซี่ สามารถทำได้หรือไม่ แม้ว่าจะมีงานวิจัยบางส่วนออกมาว่าให้อัตราความอยู่รอดที่ดีแต่ยังคงถือเป็นข้อมูลส่วนน้อย ยังคงต้องมีการศึกษาและวิจัยเพิ่มเติม

เรื่องของอัตราความอยู่รอดและความสำเร็จในการให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมปัจจุบันมีข้อมูลที่ค่อนข้างน่าเชื่อถือทั้งใน การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟัน 1 ซี่ กลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันมากกว่า 1 ซี่ แม้กระทั่งกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสูญเสียฟันทั้งขากรรไกร โดยเป็นบทความทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ยังคงขาดข้อมูลที่จะสามารถสรุปผลได้ อย่างเช่น การให้แรงสบฟันแบบทันทีหลังการใส่รากฟันเทียมในบริเวณฟันหน้าของขากรรไกรล่าง ที่อาจจะทำการศึกษาต่อว่าให้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร

บรรณานุกรม

1. Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindström J. (1981). Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta orthopaedica Scandinavica, 52*(2), 155-70.
2. Brånemark PI. (1983). Osseointegration and its experimental background. *The Journal of prosthetic dentistry, 50*(3), 399-410.
3. Milillo L, Fiandaca C, Giannoulis F, Ottria L, Lucchese A, Silvestre F, et al. (2016). Immediate vs non-immediate loading post-extractive implants: a comparative study of implant stability quotient (ISQ). *ORAL & implantology, 9*(3), 123-31.
4. Henry PJ, Liddelow GJ. (2008). Immediate loading of dental implants. *Australian dental journal, 53*(Suppl 1), S69-81.
5. Weber HP, Morton D, Gallucci GO, Roccuzzo M, Cordaro L, Grutter L. (2009). Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols. T*he International journal of oral & maxillofacial implants, 24(*Suppl), 180-3.
6. Gallucci GO, Morton D, Weber HP. (209). Loading protocols for dental implants in edentulous patients. T*he International journal of oral & maxillofacial implants, 24*(Suppl), 132-46.
7. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S. (2018). Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. *Clinical oral implants research, 29*(Suppl 16), 106-34.
8. Sheen JR, Garla VV. Fracture Healing Overview. (2022). *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*, StatPearls Publishing LLC.
9. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. (2005). Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 20*(3), 425-31.
10. Ilizarov G. A. (1989). The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clinical orthopaedics and related research, (238)*, 249–281.

บรรณานุกรม (ต่อ)

11. Goswami, M. M., Kumar, M., Vats, A., & Bansal, A. S. (2015). Evaluation of dental implant insertion torque using a manual ratchet. Medical journal, A*rmed Forces India, 71*(Suppl 2), S327–S332. https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2013.07.010
12. Quesada-García, M. P., Prados-Sánchez, E., Olmedo-Gaya, M. V., Muñoz-Soto, E., González-Rodríguez, M. P., & Valllecillo-Capilla, M. (2009). Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis: a review of the literature. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal, 14*(10), e538–e546. https://doi.org/10.4317/medoral.14.e538
13. Atsumi, M., Park, S. H., & Wang, H. L. (2007). Methods used to assess implant stability: current status. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 22*(5), 743–754.
14. โชคนภา ติรชัยมงคลล. (2560). ความเสถียรของรากฟันเทียมแบบเกลียว3รูปแบบในช่วงระยะเวลาการหายของเนื้อเยื่อการศึกษาทางคลินิกโดยใช้วิธีการวัดการสั่นพ้องของคลื่นเสียง. *เชียงใหม่ ทันตแพทยสาร, 38*(2), 65-73.
15. Swami, V., Vijayaraghavan, V., & Swami, V. (2016). Current trends to measure implant stability. *Journal of Indian Prosthodontic Society, 16*(2), 124–130. https://doi.org/10.4103/0972-4052.176539
16. Margossian P, Mariani P, Stephan G, Margerit J, Jorgensen C. (2012). Immediate loading of mandibular dental implants in partially edentulous patients: a prospective randomized comparative study. *The International journal of periodontics & restorative dentistry, 32*(2), e51-8.
17. Abdul-Kadir, M. R., Hansen, U., Klabunde, R., Lucas, D., & Amis, A. (2008). Finite element modelling of primary hip stem stability: the effect of interference fit. Journal of biomechanics, 41(3), 587–594. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.10.009
18. Szmukler-Moncler S, Piattelli A, Favero GA, Dubruille JH. (2000). Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clinical oral implants research, 11*(1), 12-25.
19. Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH. (1998). Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *Journal of biomedical materials research, 43*(2), 192-203.

บรรณานุกรม (ต่อ)

20. Cameron HU, Pilliar RM, MacNab I. (1973). The effect of movement on the bonding of porous metal to bone. *Journal of biomedical materials research, 7(*4), 301-11.
21. Baj A, Lo Muzio L, Lauritano D, Candotto V, Mancini GE, Giannì AB. (2016). Success of immediate versus standard loaded implants: a short literature review. *Journal of biological regulators and homeostatic agents, 30*(Suppl 1), 183-8.
22. Trisi P, Perfetti G, Baldoni E, Berardi D, Colagiovanni M, Scogna G. (2009). Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clinical oral implants research, 20*(5), 467-71.
23. Hsu A, Seong WJ, Wolff R, Zhang L, Hodges J, Olin PS, et al. (2016). Comparison of Initial Implant Stability of Implants Placed Using Bicortical Fixation, Indirect Sinus Elevation, and Unicortical Fixation. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 31*(2), 459-68.
24. Molly L. (2006). Bone density and primary stability in implant therapy. *Clinical oral implants research, 17*(Suppl 2), 124-35.
25. Turkyilmaz, I., Tözüm, T. F., Tumer, C., & Ozbek, E. N. (2006). Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone, and maximum torque and resonance frequency values at dental implant placement. J*ournal of oral rehabilitation, 33*(12), 881–888. https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01692.x
26. Misch C. E. (1990). Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive boen loading. *The International journal of oral implantology : implantologist*, *6*(2), 23–31.
27. Vaishnavi Rajaraman SV, M. Dhanraj, Ashish R Jain. (2018). Arriving at a definitive bone quality. *Drug Invention Today, 10*(5), 834-8.
28. Mithridade Davarpanah SS-M. *Immediate Loading of Dental Implants: Theory and Clinical Practice* (1st edition). New York; CBS.
29. Nedir R, Nurdin N, Szmukler-Moncler S, Bischof M. (2009). Placement of tapered implants using an osteotome sinus floor elevation technique without bone grafting: 1-year results. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 24*(4), 727-33.

บรรณานุกรม (ต่อ)

30. Alghamdi H, Anand PS, Anil S. (2011). Undersized implant site preparation to enhance primary implant stability in poor bone density: a prospective clinical study. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 69*(12), e506-12.
31. Jaffin RA, Kumar A, Berman CL. (2000). Immediate loading of implants in partially and fully edentulous jaws: a series of 27 case reports. *Journal of periodontology, 71*(5), 833-8.
32. Lozada JL, Tsukamoto N, Farnos A, Kan J, Rungcharassaeng K. (2000). Scientific rationale for the surgical and prosthodontic protocol for immediately loaded root form implants in the completely edentulous patient. *The Journal of oral implantology, 26(*1), 51-8.
33. O'Sullivan, D., Sennerby, L., & Meredith, N. (2000). Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study. *Clinical implant dentistry and related research*, *2*(2), 85–92. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2000.tb00110.x
34. Brunski JB. Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface. (1992). *Clinical materials, 10*(3), 153-201.
35. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. (2004). Influence of implant taper on the primary and secondary stability of osseointegrated titanium implants. C*linical oral implants research, 15*(4), 474-80.
36. Torroella-Saura G, Mareque-Bueno J, Cabratosa-Termes J, Hernández-Alfaro F, Ferrés-Padró E, Calvo-Guirado JL. (2015). Effect of implant design in immediate loading. A randomized, controlled, split-mouth, prospective clinical trial. *Clinical oral implants research, 26*(3), 240-4.
37. Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. The International journal of prosthodontics. 1998;11 (5):391-401.
38. Brunski JB. Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intraosseous implants. Dental implantology update. 1993;4 (10):77-81.

บรรณานุกรม (ต่อ)

39. Overgaard, S., Bromose, U., Lind, M., Bünger, C., & Søballe, K. (1999). The influence of crystallinity of the hydroxyapatite coating on the fixation of implants. Mechanical and histomorphometric results. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, *81*(4), 725–731. https://doi.org/10.1302/0301-620x.81b4.9282
40. Overgaard S, Lind M, Glerup H, Bünger C, Søballe K. (1998). Porous-coated versus grit-blasted surface texture of hydroxyapatite-coated implants during controlled micromotion: mechanical and histomorphometric results. *The Journal of arthroplasty, 13*(4), 449-58.
41. Frost HM. (1988). Vital biomechanics: proposed general concepts for skeletal adaptations to mechanical usage. *Calcified tissue international, 42*(3), 145-56.
42. Nagaraja S. (2006). Microstructural stresses and strains associated

With trabecular bone microdamage. Georgia; Georgia Institute of Technology.

43. Van de Velde T, Sennerby L, De Bruyn H. (2010). The clinical and radiographic outcome of implants placed in the posterior maxilla with a guided flapless approach and immediately restored with a provisional rehabilitation: a randomized clinical trial. *Clinical oral implants research, 21*(11), 1223-33.
44. Sugiura T, Yamamoto K, Horita S, Murakami K, Kirita T. (2018). Micromotion analysis of different implant configuration, bone density, and crestal cortical bone thickness in immediately loaded mandibular full-arch implant restorations: A nonlinear finite element study. *Clinical implant dentistry and related research, 20*(1), 43-9.
45. De Bruyn, H., Raes, S., Ostman, P. O., & Cosyn, J. (2014). Immediate loading in partially and completely edentulous jaws: a review of the literature with clinical guidelines. *Periodontology 2000, 66*(1), 153–187. https://doi.org/10.1111/prd.12040
46. George E. Romanos. (2012). Advanced Immediate Loading. (1st edition). New York; CBS.
47. Behnaz E, Ramin M, Abbasi S, Pouya MA, Mahmood F. (2015). The effect of implant angulation and splinting on stress distribution in implant body and supporting bone: A finite element analysis. *European journal of dentistry, 9*(3), 311-8.

บรรณานุกรม (ต่อ)

48. Cehreli MC, Akkocaoglu M, Comert A, Tekdemir I, Akca K. (2005). Human ex vivo bone tissue strains around natural teeth vs. immediate oral implants. *Clinical oral implants research, 16*(5), 540-8.
49. Matsuzaka K, Nakajima Y, Soejima Y, Kido H, Matsuura M, Inoue T. (2007). Effect on the amount of bone-implant contact when splinting immediate-loaded dental implants. *Implant dentistry, 16*(3), 309-16.
50. Lazzara RJ, Testori T, Meltzer A, Misch C, Porter S, del Castillo R, et al. (2004). Immediate Occlusal Loading (IOL) of dental implants: predictable results through DIEM guidelines. *Practical procedures & aesthetic dentistry : PPAD, 16*(4), 3-15.
51. Aparicio C, Rangert B, Sennerby L. (2003). Immediate/early loading of dental implants: a report from the Sociedad Española de Implantes World Congress consensus meeting in Barcelona, Spain, 2002. *Clinical implant dentistry and related research, 5*(1), 57-60.
52. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. (2017). Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontology 2000, 73* (1), 84-102.
53. Tadea LM, Héctor Z, Karla R, Daniel M (2020) Immediate Implant Placement in the Aesthetic Zone: A Multidisciplinary Management - Case Report. *International Journal of Oral and Dental Health, 6*(3), 111.
54. Lindeboom JA, Frenken JW, Dubois L, Frank M, Abbink I, Kroon FH. (2006). Immediate loading versus immediate provisionalization of maxillary single-tooth replacements: a prospective randomized study with BioComp implants. J*ournal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 64*(6), 936-42.
55. Degidi M, Piattelli A, Shibli JA, Perrotti V, Iezzi G. (2009). Early bone formation around immediately restored implants with and without occlusal contact: a human histologic and histomorphometric evaluation. Case report. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 24*(4), 734-9.

บรรณานุกรม (ต่อ)

56. Raes F, Eccellente T, Lenzi C, Ortolani M, Luongo G, Mangano C, et al. (2018). *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects, 12*(1):26-37.
57. Mangano C, Raes F, Lenzi C, Eccellente T, Ortolani M, Luongo G, et al. (2017). Immediate Loading of Single Implants: A 2-Year Prospective Multicenter Study. T*he International journal of periodontics & restorative dentistry, 37*(1), 69-78.
58. Spinelli D, Ottria L, G DEV, Bollero R, Barlattani A, Bollero P. (2013). Full rehabilitation with nobel clinician (®) and procera implant bridge (®): case report. *ORAL & implantology, 6*(2), 25-36.
59. Zhou W, Gallucci G, Chen S, Buser D, Hamilton A. (2021). Placement and Loading Protocols for Single Implants in Different Locations: A Systematic Review. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 36*, e72-e89.
60. Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, Weber HP. (2014). Implant loading protocols for edentulous patients with fixed prostheses: a systematic review and meta-analysis. T*he International journal of oral & maxillofacial implants, 29*(Suppl), 256-70.
61. Daudt Polido W, Aghaloo T, Emmett TW, Taylor TD, Morton D. (2018). Number of implants placed for complete-arch fixed prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research, 29*(Suppl 16), 154-83.
62. Gallucci GO, Avrampou M, Taylor JC, Elpers J, Thalji G, Cooper LF. (2016). Maxillary Implant-Supported Fixed Prosthesis: A Survey of Reviews and Key Variables for Treatment Planning. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 31*(Suppl), s192-7.
63. Schimmel M, Srinivasan M, Herrmann FR, Müller F. (2014). Loading protocols for implant-supported overdentures in the edentulous jaw: a systematic review and meta-analysis. *The International journal of oral & maxillofacial implants, 29*(Suppl), 271-86.