หลักยึดอย่างง่ายทางทันตกรรมจัดฟันด้วยชีวกลศาสตร์

อกนิษฐ์ อู่รังสิมาวงศ์ *

บทคัดย่อ

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันจำเป็นต้องอาศัยแรงกระทำเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟัน เมื่อให้แรงกระทำต่อวัตถุหนึ่งย่อมจะเกิดแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามเสมอ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันประสบความสำเร็จคือการควบคุมและป้องกันการเคลื่อนที่ของฟันซี่ที่เป็นหลักยึดอย่างมีประสิทธิภาพ การควบคุมหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟันมีหลายวิธีทั้งแบบใช้หรือไม่ใช้อุปกรณ์เสริม บางวิธีต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วยซึ่งอาจทำให้ผลการรักษามีข้อจำกัด ดังนั้นบทความฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมผลการศึกษาและประสิทธิภาพ รวมทั้งยกตัวอย่างกรณีศึกษาของการเตรียมหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟันอย่างง่ายด้วยวิธีต่างๆที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิกได้โดยไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วย ซึ่งพบว่าการเตรียมหลักยึดโดยใช้หลักของโมเมนต์มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำให้เกิดสภาพหลักยึดระดับสูง ยกเว้นบริเวณฟันกรามล่างของผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท 2 การเตรียมหลักยึดด้วยวิธีดังกล่าวสามารถควบคุมหลักยึดได้ในระดับปานกลาง แต่หากอาศัยเพียงหลักยึดที่ได้จากสภาวะในช่องปากโดยไม่มีการเตรียมหลักยึดเพิ่ม เช่นเสถียรภาพของการสบฟัน คุณภาพของกระดูกเบ้าฟัน ปริมาณพื้นผิวรากฟัน และสภาพอวัยวะปริทันต์จะสามารถควบคุมหลักยึดในระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมของแต่ละบุคคล อาทิเช่น รูปแบบของการสบฟัน แรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวและกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้าขณะทำงาน เป็นต้น

คำสำคัญ: *หลักยึด โมเมนต์ การสบฟันผิดปกติ แรงทันตกรรมจัดฟัน*

**ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลหนองแค หนองแค สระบุรี 18140*

บทนำ

การเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันต้องอาศัยแรง (force) และโมเมนต์ (moment) ซึ่งแรงดังกล่าวจะไปกระตุ้นเอ็นยึดปริทันต์และกระดูกเบ้าฟัน ทำให้เกิดการละลายกระดูกในด้านที่ถูกแรงกด (pressure side) และมีการสร้างของกระดูกทางด้านที่ถูกแรงดึง (tension side) ตามกฎข้อที่สามของนิวตัน (Newton's third law of motion) กล่าวไว้ว่าเมื่อให้แรงกระทำต่อวัตถุหนึ่งจะเกิดแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามกระทำย้อนกลับมาเสมอ ดังนั้นในขั้นตอนของการจัดฟันเมื่อมีการ ดึงฟันหน้าให้เคลื่อนไปทางด้านหลังย่อมจะเกิดแรงกระทำให้ฟันหลังเคลื่อนที่มาด้านหน้าเสมอ ซึ่งการจัดฟันในผู้ป่วยที่ต้องการลดความยื่นของฟันหน้านั้นมุ่งหวังที่จะเคลื่อนฟันหน้าไปด้านหลังให้มากที่สุด ขณะที่ฟันหลังต้องถูกควบคุมให้เคลื่อนที่มาด้านหน้า การควบคุมหลักยึดที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นจึงมีผู้ศึกษาคิดค้นวิธีการต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนของฟันที่เป็นหลักยึด

สิ่งที่ทำหน้าที่ช่วยต้านการเคลื่อนฟันโดยธรรมชาติคือ[1,2]

1. กระดูกเบ้าฟันที่มีการสะสมแคลเซียมที่ดี
2. ปริมาณพื้นผิวของรากฟันที่มากพอ
3. ฟันที่มีทิศทางแรงของการเจริญเติบโต (active growth) ตรงข้ามกับทิศทางการสูญเสียหลักยึด
4. แรงจากกล้ามเนื้อ (muscular pressure)
5. การสบล็อคของปุ่มฟัน (interlocking cusps)
6. สภาพอวัยวะปริทันต์ที่ดี

การเตรียมหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟัน (anchorage preparation) นั้นมีหลายวิธีและได้ถูกรวบรวมมาตั้งแต่ค.ศ.1907 ชนิดของหลักยึดสามารถแบ่งได้ 5 แบบ[3] คือ 1. หลักยึดนอกช่องปากหรือเฮดเกียร์ (extraoral headgear) 2. หลักยึดโดยการดึงยางระหว่างขากรรไกร (intermaxillary anchorage elastic) 3. หลักยึดที่มีการเคลื่อนที่แบบตัวฟันและรากฟันเคลื่อนไปในทิศทางตรงกันข้าม (simple anchorage) 4. หลักยึดที่มีการเคลื่อนที่แบบตัวฟันและรากฟันเคลื่อนไปทิศทางเดียวกันในปริมาณที่เท่าๆกัน (stationary anchorage) และ 5. หลักยึดและฟันที่ต้องการให้เคลื่อนต่างเป็นหลักยึดซึ่งกันและกันมีการเคลื่อนที่ปริมาณเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม (reciprocal anchorage) ซึ่งการเตรียมหลักยึดใน 3 แบบหลังนี้เป็นการเตรียมหลักยึดโดยใช้จำนวนซี่ฟันเป็นตัวกำหนด โดยหากต้องการให้ฟันต่างเป็นหลักยึดซึ่งกันและกันและเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้าม (reciprocal anchorage) สามารถกระทำได้โดยใช้หลักยึดที่มีจำนวนและขนาดของฟันเท่ากับฟันที่ต้องการให้เคลื่อน แต่หากต้องการให้หลักยึดอยู่คงที่หรือไม่มีการล้มเอียงก็สามารถทำได้โดยการรวมฟันเหล่านั้นไว้ด้วยกัน ซึ่งเชื่อว่าเป็นการป้องกันการล้มเอียง (tipping) ของฟันที่เป็นหลักยึด

นอกจากนี้ยังมีวิธีการเตรียมหลักยึดด้วยการใช้เครื่องมือที่มีความแข็งแรงยึดฟันที่เป็นหลักยึดไว้ด้วยกัน (solderattachment)[4] เพื่อป้องกันฟันล้มและยังเป็นการช่วยกระจายแรงไปทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลางของกระดูกเบ้าฟัน และยังได้มีการแนะนำวิธีการเตรียมหลักยึดเพื่อป้องกันการล้มของฟันซี่ที่เป็นหลักยึดด้วยวิธีการดัดที่ปลายลวด (tip back bends)[5]

ต่อมาวิธีการที่คล้ายกันในการเตรียมหลักยึด คือการดัดที่ปลายลวดเพื่อคงตำแหน่งและเพิ่มสภาพของหลักยึดร่วมกับเคลื่อนฟันที่ต้องการเคลื่อนแบบล้มเอียง (tipping movement) แล้วตามด้วยการตั้งฟันขึ้น (uprighting)[6] เพื่อลดแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันและแรงที่กระทำต่อฟันที่เป็นหลักยึดด้วยเช่นกัน สภาพของหลักยึดสามารถแบ่งตามปริมาณการเคลื่อนที่ได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง (maximum), ระดับปานกลาง (moderate) และระดับต่ำ (minimum) โดยสภาพหลักยึดระดับสูง (maximum anchorage) คือ หลักยึดที่เกิดการเคลื่อนที่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของปริมาณช่องว่างเมื่อได้รับแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันซึ่งสภาพหลักยึดระดับสูงนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะผู้ป่วยที่ต้องการลดความยื่นของฟันหน้าและแก้ไขการซ้อนเก การเตรียมหลักยึดหรือการควบคุมหลักยึดในขั้นตอนของทันตกรรมจัดฟันนั้นมีหลายวิธี เครื่องมือหรือวิธีที่ใช้มีทั้งในและนอกช่องปาก ซึ่งหากเป็นเครื่องมือที่ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยจะมีความเสี่ยงที่จะสูญเสียสภาพหลักยึดได้ (anchorage loss) หากไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้ป่วย

ทั้งนี้มีผู้ศึกษาถึงความร่วมมือของผู้ป่วยในการใช้ยางดึงระหว่างขากรรไกรประเภท 2 (class II elastic) และเฮดเกียร์เพื่อควบคุมหลักยึด[7] พบว่า มีเพียงร้อยละ 4 ที่ทำตามคำแนะนำของทันตแพทย์จัดฟันอย่างมาก ร้อยละ 22 ที่ทำตามคำแนะนำเป็นส่วนใหญ่ และร้อยละ 74 ที่ทำตามคำแนะนำเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงมีการคิดค้นวิธีการควบคุมหลักยึดโดยไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วย ได้แก่ หลักยึดชั่วคราว (temporary anchorage device; TAD) ซึ่งเป็นเครื่องมือยึดอยู่ที่กระดูกเพียงชั่วคราวในขณะทำการเคลื่อนฟัน ใช้เพื่อเป็นหลักยึดด้วยตัวมันเองหรือใช้เสริมสภาพหลักยึด แต่เครื่องมือเหล่านี้มีราคาที่ค่อนข้างสูงและมีความเสี่ยงในการฝัง นอกจากนี้เครื่องมือบางชนิดมีการใช้งานหรือขั้นตอนการทำที่ต้องใช้เวลาและยุ่งยาก เช่น ลวดโค้งด้านลิ้น (lingual holding arch) หรือแท่งยึดผ่านเพดาน (transpalatal bar) เป็นต้น

บทความฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมผลและประสิทธิภาพ รวมทั้งยกตัวอย่างกรณีศึกษาของการเตรียมหลักยึดทางทันตกรรมอย่างง่ายด้วยวิธีต่างๆที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในคลินิกได้และไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วย

ผลการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา

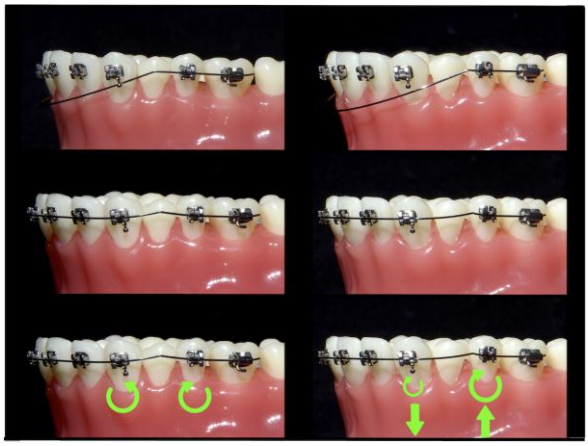
จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเมื่อให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันโดยไม่มีการเตรียมหลักยึดจะมีการสูญเสียสภาพหลักยึดโดยฟันกรามล่างมีการเคลื่อนที่มาด้านหน้าประมาณ 3.4 มิลลิเมตร[8] บางการศึกษาพบว่าหลักยึดมีการเคลื่อนที่มาด้านหน้าประมาณ 1 ใน 3 ถึง 2 ใน 5 ของปริมาณช่องว่างที่ถอนฟันออกไป[9] ซึ่งมีผู้ได้ให้คำแนะนำว่าฟันที่ทำหน้าที่เป็นหลักยึดต้องมีสภาพหลักยึดระดับที่สูงกว่าฟันที่ต้องการเคลื่อน[3]

นอกจากนี้ลักษณะใบหน้าของผู้ป่วยก็มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียสภาพหลักยึด[10] กล่าวคือผู้ป่วยที่มีลักษณะใบหน้าแบบยาว (dolicofacial pattern) จะมีการสูญเสียสภาพหลักยึดที่มากที่สุดคือ 4.5 มิลลิเมตร ตามมาด้วยผู้ป่วยที่มีลักษณะใบหน้าแบบปกติ (mesofacial pattern) จะมีการสูญเสียสภาพหลักยึด 3.6 มิลลิเมตร และผู้ป่วยที่มีลักษณะใบหน้าแบบกว้าง (brachyfacial pattern) จะมีการสูญเสียสภาพหลักยึดที่น้อยที่สุดคือ 2.9

มิลลิเมตร ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าผู้ป่วยที่มีแรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวที่มากจะมีการสูญเสียหลักยึดที่น้อยกว่า

การสบฟันที่ดีมีความเสถียรและสบสนิทจะเป็นหลักยึดที่ดี ผู้ป่วยจะรับรู้ถึงการสบฟันที่เปลี่ยนไปได้แม้เพียงเล็กน้อยก็ตาม ดังนั้นหากสนับสนุนให้ผู้ป่วยมีการบดเคี้ยวก็จะเป็นการควบคุมสภาพของหลักยึดได้ดี ดังเช่นการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการสูญเสียสภาพหลักยึดระหว่างผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท 1 และการสบฟันผิดปกติประเภท 2 ดิวิชัน 1 จากการรักษาด้วยเทคนิคของเบกก์ (Begg technique) พบว่าค่าเฉลี่ยของระยะการเคลื่อนมาด้านหน้าของหลักยึดฟันกรามล่างในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท 2 ดิวิชัน 1 คือร้อยละ 97.2 ของปริมาณช่องว่างที่ถอนฟันและในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท I ซึ่งมีการสบฟันที่มีเสถียรภาพมากกว่าจะมีการสูญเสียสภาพหลักยึดเพียงประมาณร้อยละ 50 ของปริมาณช่องว่างที่ถอนฟัน[11]

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นหลักยึดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งหลักยึดดังกล่าวก็จะเกิดการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าในปริมาณต่างๆตามปัจจัยที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล สำหรับการเตรียมหลักยึดที่สามารถทำได้โดยทันตแพทย์จัดฟันมีหลายวิธี แต่ที่จะกล่าวต่อไปเป็นการเตรียมหลักยึดอย่างง่าย การเตรียมหลักยึดอย่างง่ายอาศัยความรู้พื้นฐานของการทำให้เกิดโมเมนต์ (differential moment) หรือทอร์ก (torque) บนลวดเพื่อเพิ่มสภาพหลักยึดโดยอาศัยการให้แรงและการดัดลวดอย่างเหมาะสม[12] หลักยึดสามารถเตรียมได้โดยการดัดที่ปลายลวด[13] ซึ่งเป็นการทำให้เกิดทอร์ก นอกจากนี้การดัดลวดนอกศูนย์กลาง (off-center bend) จะสามารถทำให้เกิดโมเมนต์ขนาดไม่เท่ากัน โดยโมเมนต์จะมากในส่วนลวดที่สั้น (short segment) และโมเมนต์น้อยจะเกิดในส่วนลวดที่ยาว (long segment) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: แสดงการดัดลวดนอกศูนย์กลาง (off-center bend) เพื่อให้เกิดโมเมนต์ ขนาดไม่เท่ากัน โดย โมเมนต์จะมากในส่วนลวดที่สั้น (short segment) และโมเมนต์น้อยจะเกิดในส่วนลวดที่ยาว (long segment)

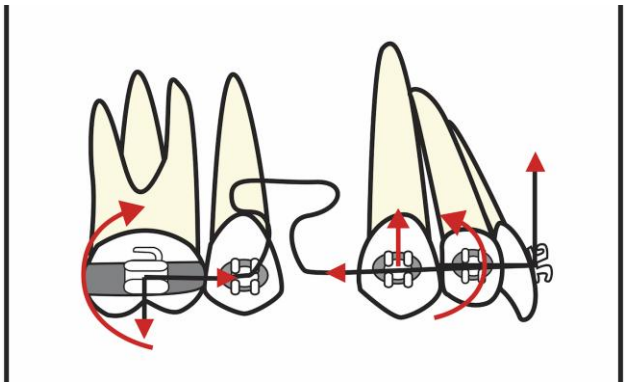
ดังนั้นในขั้นตอนการเคลื่อนฟันหน้า หากต้องอาศัยหลักยึดที่ฟันหลังก็ควรทำให้เกิดโมเมนต์มากที่ฟันหลัง แต่ถ้าหากต้องการเคลื่อนฟันหลังมาด้านหน้ามากกว่าควรดัดลวดนอกศูนย์กลางอยู่ใกล้ตำแหน่งฟันหน้าเพื่อให้เกิดโมเมนต์ที่ฟันหน้ามากกว่าฟันหลัง มีการศึกษาผู้ป่วยจำนวน 30 คนที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท 1 จำนวน 18 คน และมีการสบฟันผิดปกติประเภท 2 จำนวน 12 คน ในระหว่างการจัดฟันมีการเตรียมหลักยึดด้วยวิธีการทำให้เกิดโมเมนต์เพื่อต้องการสภาพหลักยึดระดับสูง พบว่าการทำโมเมนต์นี้มีผลทำให้สภาพหลักยึดดีขึ้น โดยในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท 1 มีการเคลื่อนที่ของฟันกรามบนมาทางด้านหน้าเฉลี่ย 0.60 มิลลิเมตรและมีการเคลื่อนที่ของฟันกรามล่างมาทาง

ด้านหน้าเฉลี่ย 0.90 มิลลิเมตร ส่วนในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท 2 มีการเคลื่อนที่ของฟันกรามบนมาทางด้านหน้าเฉลี่ย 0.28 มิลลิเมตรและมีการเคลื่อนที่ของฟันกรามล่างมาทางด้านหน้าเฉลี่ย 3.57 มิลลิเมตร[14]

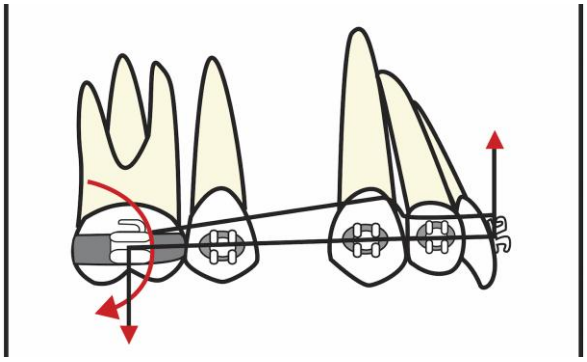
ได้มีผู้ศึกษาถึงปริมาณการเคลื่อนที่ของหลักยึดในขั้นตอนของการดึงฟันเขี้ยวกับผู้ป่วย 24 คนเป็นการสบฟันผิดปกติประเภท 1 จำนวน 12 คน, การสบฟันผิดปกติประเภท 2 ดิวิชัน 1 จำนวน 10 คนและการสบฟันผิดปกติประเภท 2 ดิวิชัน 2 จำนวน 2 คน โดยการเตรียมฟันหลักนั้นใช้วิธีการดัดลวดนอกศูนย์กลางทำมุม 45 องศาหน้าต่อฟันกรามน้อยซี่ที่สองร่วมกับการมัดฟันกรามน้อยซี่ที่สองและฟันกรามซี่แรกไว้ด้วยกัน ผลการประเมินจากภาพรังสีศีรษะด้านข้าง พบว่ามีการเคลื่อนที่ของหลักยึดมาทางด้านหน้าในปริมาณที่น้อยซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.7 มิลลิเมตร และเมื่อประเมินจากแบบจำลองฟัน พบว่ามีการเคลื่อนที่ของหลักยึดมาทางด้านหน้า 0.5 มิลลิเมตรและมีการหมุนของหลักยึดเข้าสู่ด้านเพดานใกล้กลาง[15] ซึ่งมีผู้แนะนำว่าการป้องกันการหมุนนี้ทำได้โดยการให้แรงประมาณครึ่งหนึ่งที่ด้านลิ้นของฟันหรือการใช้ลวดเสริม (auxiliaryarchwire) ที่บริเวณท่อด้านแก้มของฟันกราม[12] นอกจากนี้การควบคุมฟันหลักยึดด้วยการดัดลวดนอกศูนย์กลางไม่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของการเกิดการยื่นยาวของฟันกราม (molar extrusion) การกดของฟันหน้า (incisor intrusion) และความเอียงของฟันหน้า(incisor inclination) นอกจากวิธีข้างต้นยังมีวิธีการดัดลวดเป็นห่วงรูปตัวที (T-loop)[16] จากลวดไทเทเนียมชนิดผสมขนาด 0.017x0.025 นิ้วดังรูปที่ 2 ในตำแหน่งนอกศูนย์กลางจะทำให้เกิดโมเมนต์ขนาดต่างกันระหว่างฟันหน้าและฟันหลัง ในกรณีที่ตำแหน่งของห่วงอยู่ค่อนไปทางฟันหน้าจะทำให้เกิดโมเมนต์ปริมาณมากที่ฟันหน้า แต่หากตำแหน่งของห่วงอยู่ใกล้ฟันหลังโมเมนต์จะมีปริมาณมากที่ฟันหลัง โดยพบว่าการเปลี่ยนตำแหน่งลวดรูปตัวทีทุกๆ 1 มิลลิเมตรจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโมเมนต์อย่างเห็นได้ชัด

รูปที่ 2: ลวดห่วงรูปตัวที (T-loop) จากลวดไทเทเนียมชนิดผสมขนาด 0.017x0.025 นิ้ว

ต่อมาได้มีผู้คิดค้นการดัดห่วงรูปตัวทีแบบดัดแปลง (modified T-loops) หรือห่วงรูปเห็ด (mushroom loops)[17] เพื่อใช้ในการปิดช่องว่างในตำแหน่งที่ถอนฟันโดยห่วงนี้จะพาดผ่าน (bypass) ฟันกรามน้อยดังรูปที่ 3 และปรับลวดให้เกิดโมเมนต์เพื่อใช้ในการควบคุมหลักยึดที่บริเวณฟันกรามลวดโค้งยูทิลิตี้คอนเนกติคัตหรือซีไอเอ (Connecticut Intrusion/ utility Arch; CIA) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งแนวดิ่งของฟันหน้าและทำให้เกิดโมเมนต์ที่ฟันกรามซี่ที่เป็นหลักยึด ซึ่งเมื่อสามารถควบคุมหลักยึดด้วยซีไอเอได้แล้วจะทำให้สามารถลดขนาดลวดที่ใช้ในการเคลื่อนฟันเขี้ยวได้จึงง่ายต่อการเคลื่อนฟันด้วยวิธีการเคลื่อนแบบเลื่อนที่ (sliding movement)[17] ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3: ลวดห่วงรูปตัวทีแบบดัดแปลง (modified T-loops) หรือ ห่วงรูปเห็ด (mushroom loops) เพื่อใช้ในการปิดช่องว่างในตำแหน่งที่ถอนฟันโดยห่วงนี้จะพาดผ่าน (bypass) ฟันกรามน้อย



รูปที่ 4: ลวดโค้งยูทิลิตี้คอนเนกติคัตหรือซีไอเอ (Connecticut Intrusion/utility Arch; CIA)

ยังมีวิธีการควบคุมหลักยึดด้วยเทคนิคที่เรียกว่าไบโอโพรเกรสสีฟ (Bioprogressive technique) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำการปรับรากฟันหลักยึดให้เข้าไปกดอยู่ใต้กระดูกส่วนที่เป็นกระดูกทึบ (cortical bone) ทางด้านแก้มทั้งนี้จะเป็นการลดปริมาณการไหลเวียนของเลือดบริเวณซี่ฟันดังกล่าว ทำให้การเคลื่อนของฟันหลักยึดน้อยลง จึงเป็นการควบคุมฟันหลักยึดอีกวิธีหนึ่ง เทคนิคนี้ใช้ลวดโค้งยูทิลิตี้ (utility arch) ที่ดัดจากลวดชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.016x0.016 นิ้วในการเตรียมหลักยึด[18]

ต่อมามีผู้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการควบคุมหลักยึดในขากรรไกรล่างระหว่างการใช้เทคนิคไบโอโพรเกรสสีฟ (Bioprogressive technique) กับเทคนิคลวดตรง (straight-wire technique) พบว่าการเคลื่อนที่ของหลักยึดของทั้งสองเทคนิคไม่แตกต่างกัน โดยมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าของหลักยึด 3.1 และ 4 มิลลิเมตร สำหรับการใช้เทคนิคไบโอโพรเกรสสีฟและเทคนิคลวดตรงตามลำดับ[19]

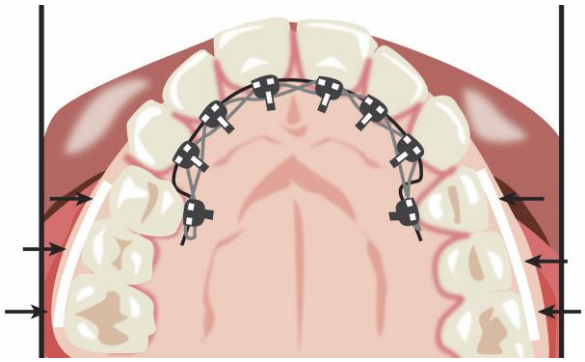
นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงความสามารถของเทคนิคไบโอโพรเกรสสีฟในแง่การช่วยลดผลข้างเคียงจากการใช้ยางดึงระหว่างขากรรไกรประเภท 2 โดยพบว่าเทคนิคนี้จะทำให้ฟันกรามเคลื่อนแบบล้มเอียงไปทางด้านไกลกลาง (distal tipping) ขยายออกไปทางด้านข้าง (expansion) และรากฟันจะถูกทอร์กให้เคลื่อนไปทางด้านแก้ม (buccal root torque) ซึ่งจะทำให้การเคลื่อนของฟันซี่ดังกล่าวน้อยลง ส่วนผลข้างเคียงของการใช้ยางดึงระหว่างขากรรไกรประเภท 2 ระหว่างการรักษาด้วยเทคนิคไบโอโพรเกรสสีฟกับเทคนิคเอดจ์ไวส์ (standard edgewise technique) พบว่าความสามารถในการควบคุมหลักยึดของทั้งสองเทคนิคไม่แตกต่างกัน โดยเทคนิคไบโอโพรเกรสสีฟมีการยื่นยาวของฟันกรามล่าง 2.14 มิลลิเมตรและมีการเคลื่อนมาทางด้านใกล้กลาง 3.68 มิลลิเมตร ส่วนเทคนิคเอดจ์ไวส์มีการยื่นยาวของฟันกรามล่าง 2.63 มิลลิเมตร และมีการเคลื่อนมาทางด้านใกล้กลาง 3.23 มิลลิเมตร[20]

แม้ว่าการเคลื่อนฟันแบบล้มเอียงแล้วตามด้วยการตั้งฟันขึ้นภายหลังจะเป็นการลดแรงที่ใช้ใน

การเคลื่อนฟัน ซึ่งมีผลลดแรงที่กระทำต่อหลักยึด สามารถลดการสูญเสียสภาพหลักยึดได้ อีกทั้งลดระยะเวลาการรักษาให้สั้นลง[6] แต่อย่างไรก็ตามการเคลื่อนฟันเขี้ยวแบบล้มเอียงทำให้เกิดการสูญเสียหลักยึดใกล้เคียงกับการเคลื่อนฟันเขี้ยวแบบทั้งซี่ คือ สูญเสียประมาณร้อยละ 17-20 ของปริมาณช่องว่าง นอกจากนี้ยังใช้เวลานานกว่าในการเคลื่อนฟันทั้งซี่อีกด้วย เนื่องจากต้องใช้เวลามากในการตั้งรากฟัน (root uprighting)[21]

นอกจากการเตรียมหลักยึดด้วยวิธีการปรับลวดแล้ว ยังมีการใช้วัสดุเพิ่มเติมเพื่อรวมหลักยึดให้เป็นหน่วยเดียวกัน โดยการนำเรซินคอมโพสิตมาใช้ มีชื่อว่ากลาสไฟเบอร์รีอินฟอร์สคอมโพสิตหรือเอฟอาซี (glass fiber reinforced composite; FRC) ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในทางทันตกรรมอย่างหลากหลาย เช่น ใช้ยึดสะพานฟัน (surface retained-bridge) ใช้เพื่อเติมซี่ฟัน หรือใช้ทำเป็นเฝือกยึดฟันในงานทางทันตกรรมจัดฟันหรืองานปริทันตวิทยา โดยทางทันตกรรมจัดฟันมีผู้แนะนำให้ใช้กลาสไฟเบอร์รีอินฟอร์สคอมโพสิตหรือเอฟอาซีทั้งในขั้นตอนของการจัดฟันและขั้นตอนการคงสภาพฟัน[16] มีการนำเอฟอาซีมาใช้กับผู้ป่วยที่ให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันด้วยเครื่องมือด้านลิ้น (lingual technique) โดยใช้เอฟอาซียึดระหว่างฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งจนถึงฟันกรามซี่ที่หนึ่ง ซึ่งการยึดนี้จะเป็นการรวมฟันที่เป็นหลักยึดให้เป็นหน่วยเดียวกันและช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้มากขึ้น[22] ตามรูปที่ 5

หลักการของเอฟอาซีคือการเพิ่มหลักยึดให้มีจำนวนมากขึ้นซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของ Storey ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพหลักยึดและปริมาณพื้นผิวรากฟันของหลักยึด[23]



รูปที่ 5: การใช้กลาสไฟเบอร์รีอินฟอร์สคอมโพสิตหรือเอฟอาซี (glass fiber reinforced composite; FRC)

นอกจากนี้เทคนิคหรือชนิดเครื่องมือจัดฟันก็อาจมีผลต่อการสูญเสียสภาพหลักยึดได้ เช่น การจัดฟันที่ใช้เครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นด้านลิ้นที่ทำหน้าที่เป็นแผ่นระนาบกัด (bite plane) ทำให้ฟันหลังไม่สบกันซึ่งจะทำให้ความต้านทานในการเป็นหลักยึดน้อยลงการเกิดการสูญเสียสภาพหลักยึดจึงเกิดง่ายขึ้น[24]

บทวิจารณ์

สภาพหลักยึดของแต่ละบุคคลถูกกำหนดมาจากหลายปัจจัยซึ่งในแต่ละบุคคลจะมีหลักยึดตามธรรมชาติต่างกันไป เช่น ประเภทของการสบฟัน เสถียรภาพของการสบฟัน คุณภาพของกระดูกเบ้าฟัน ปริมาณพื้นผิวของรากฟันที่เป็นหลักยึด แรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยว หรือสภาพอวัยวะปริทันต์ เป็นต้น การสูญเสียหลักยึดในแต่ละบุคคลจึงเกิดในปริมาณที่ต่างกัน

จากบทความปริทัศน์นี้พบว่าหากไม่มีการเตรียมหลักยึดด้วยวิธีต่างๆจะมีการสูญเสียหรือการเคลื่อนที่ของหลักยึดเข้าสู่ช่องว่างประมาณ 1ใน3 ถึง 2ใน5 ของปริมาณช่องว่างซึ่งคิดเป็นร้อยละ 33 ถึงร้อยละ 40 ของปริมาณช่องว่าง และพบว่าหากผู้ป่วย

มีลักษณะใบหน้าแบบกว้างซึ่งมีแรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวที่มากจะมีการสูญเสียสภาพหลักยึดที่น้อยกว่าลักษณะใบหน้าแบบปกติและลักษณะใบหน้าแบบยาว และหากเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีการสบผิดปกติประเภท 1 และ 2 พบว่าผู้ป่วยที่มีการสบผิดปกติประเภท 2 จะมีการเคลื่อนมาด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างถึงร้อยละ 97.2 แต่ในผู้ป่วยที่มีการสบผิดปกติประเภท 1 จะมีการเคลื่อนที่มาด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างเพียงร้อยละ 50 ดังนั้นหากอาศัยหลักยึดที่ได้จากธรรมชาติโดยไม่ได้มีการเตรียมหลักยึดด้วยวิธีต่างๆ จะเกิดสภาพหลักยึดระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น ทั้งนี้สภาพหลักยึดจะอยู่ในระดับใดขึ้นอยู่กับปัจจัยของแต่ละบุคคล

การเตรียมหลักยึดอย่างง่ายที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในคลินิกโดยไม่ยุ่งยากและไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วย คือ การดัดลวดเพื่อทำให้เกิดโมเมนต์ การเตรียมหลักยึดวิธีนี้เกิดการเคลื่อนมาด้านหน้าของฟันกรามบนเพียง 0.28-0.7 มิลลิเมตรและฟันกรามล่างเคลื่อนเข้าสู่ช่องว่างเพียง 0.9 มิลลิเมตรในการสบผิดปกติประเภท1 ซึ่งถือว่าเป็นการเตรียมหลักยึดที่ได้สภาพหลักยึดระดับสูง ยกเว้นในฟันกรามล่างของผู้ป่วยที่มีการสบผิดปกติประเภท 2 ที่มีสภาพหลักยึดอยู่ในระดับปานกลาง โดยปริมาณโมเมนต์ที่เกิดขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญจากการเปลี่ยนตำแหน่งของการดัดลวด

ปริมาณที่แท้จริงของการสูญเสียสภาพหลักยึดในแต่ละวิธีไม่สามารถนำแต่ละการศึกษามาสรุปรวมและหาค่าเฉลี่ยเป็นตัวเลขได้ เนื่องจากแต่ละการศึกษามีระเบียบวิธีวิจัยที่ต่างกัน ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพของผู้เข้าร่วมวิจัยและขั้นตอนของการรักษาในงานวิจัย เช่น ระยะการดึงฟันเขี้ยวหรือฟันหน้าหรือขนาดของแรงดึงที่ใช้ในการเคลื่อนฟัน เป็นต้น

ข้อแนะนำการนำไปใช้ในคลินิก การเตรียมหลักยึดนอกจากการควบคุมการสูญเสียหลักยึดในแนวหน้าหลังแล้วต้องมีการควบคุมเรื่องของการเกิดการยื่นยาว การถูกกด และการหมุนของหลักยึดด้วย การนำไปใช้จึงควรมีการดัดลวดเพื่อให้เกิดโมเมนต์ในตำแหน่งและมุมที่เหมาะสมเพื่อควบคุมการยื่นยาว การถูกกด และใช้ลวดแข็งเพียงพอเพื่อป้องกันการหมุนของหลักยึด

ส่วนในเรื่องของการสบฟันที่สบสนิทและมีเสถียรภาพนั้นยังไม่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบการทำหน้าที่เป็นหลักยึดระหว่างการสบฟันที่สัมผัสเป็นจุดกับการสบฟันที่สัมผัสเป็นด้าน ซึ่งน่าสนใจและควรจะเป็นแนวทางของงานวิจัยต่อไป อย่างไรก็ตามการเตรียมหลักยึดที่จะประสบความสำเร็จจะขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะของแต่ละบุคคล

สรุป

การเตรียมหลักยึดอย่างง่ายคือโดยใช้หลักของโมเมนต์มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำให้เกิดสภาพหลักยึดระดับสูง แต่ต้องพึงระวังในบริเวณฟันกรามล่างของผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภท 2 และหากไม่มีการเตรียมหลักยึดเพิ่มแต่ใช้สภาวะในช่องปาก ซึ่งหมายถึงเสถียรภาพของการสบฟัน คุณภาพของกระดูกเบ้าฟัน ปริมาณพื้นผิวรากฟัน และสภาพอวัยวะปริทันต์จะไม่สามารถควบคุมหลักยึดในระดับสูงได้ อย่างไรก็ตามทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมของแต่ละบุคคล อาทิเช่น รูปแบบของการสบฟัน แรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวและกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้าขณะทำงาน เป็นต้น

Corresponding author
Akanit Urangsimawong
Dental Department, Nongkhae Hospital,
Nongkhae, Saraburi 18140
Thailand

References

1. Salzmann JA. Principles of orthodontics. Philadelphia: J.B. Lippincott company, 1943:546.
2. Strang RHW. A Text-book of orthodontia. Philadelphia: Lea &Febiger, 1950:462-546.
3. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. 7th ed. Philadelphia: S.S. White dental manufacturing Co., 1907.
4. Case CS. A practical treatise on the technics and principles of dental orthopedic and prosthetic correction of cleft palate. 2nd ed. Chicago: C.S. Case, 1921:486.
5. Tweed CH. Clinical orthodontics. 1st ed. St Louis: Mosby, 1966.
6. Begg PR. Begg orthodontics theory and technique. Philadelphia: Saunders, 1965.
7. Egolf RJ, BcGole EA, Upshaw HS. Factors associated with orthodontic patient compliance with intraoral elastic and headgear wear. Am J OrthodDentofacOrthop. 1990;97:336-48.
8. Johnston LE, Lin S, Peng SJ. Anchorage loss: a comparative analysis. J Charles H. 1988;16: 23-7.
9. Lotzof LP, Fine HA, Cisneros GJ. Canine retraction: a comparison of two preadjusted bracket systems. Am J OrthodDentofacialOrthop. 1996;110:191-6.
10. Baretta C. Tratamento das mas-oclusoes de classe II divisao1: umaavaliacaoquantitative. Curitiba. Universidade Federal do Parana Curitiba; 1994.
11. Grafton GH. Evaluation of anchorage in class I and class II division 1 malocclusions treated with Begg light wire differential force technique. University of Tennessee; 1967.
12. Mulligan TF. Common sense mechanics. Phoenix: CSM, 1982.
13. Burstone CJ, Koenig HA. Creative wire bending: The force system from step and V bends. Am J OrthodDentofacOrthop. 1988;93:59-67.
14. Hart A, Taft L, Greenberg SN. The effectiveness of differential moments in establishing and maintaining anchorage.Am J OrthodDentofacOrthop. 1992;102:434-42.
15. Rajcich MM, Sadowsky C. Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases. Am J OrthodDentofacOrthop. 1997;112: 441-8.
16. Kuhlberg AJ, Burstone CJ. T-loop position and anchorage control. Am J OrthodDentofacOrthop. 1997;112:12-8.
17. Nanda R. Biomechanical strategies for a contemporary busy orthodontic practice.Southern region meeting on 2 June 2000.
18. Ricketts RM. Bioprogressive therapy. Denver Colo: Rocky mountain orthodontics, 1979.
19. Urias D, Mustafa FIA. Anchorage control in bioprogressivevs straight-wire treatment.AngleOrthod. 2005;75:781-6.
20. Ellen EK, Schneider BJ. A comparative study of anchorage in bioprogressive versus standard edgewise treatment in class II correction with intermaxillary elastic force. Am J OrthodDentofacOrthop. 1998;113:430-6.
21. Shpack N, Davidovitch M, Sarne O, Panayi N, Vardimon AD. Duration and anchorage management of canine retraction with bodily versus tipping mechanics.AngleOrthod. 2008; 78(1):95-100.
22. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Norcini A, Macchi A. Fiberreinforcedcomposites in lingualorthodontics. www.jco-online.com.
23. Storey E, Smith R. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. Aust Dent J. 1952;56:11-18

24. Alexander CM, Alexander RG, Gorman JC, Hilgers JJ, Kurz C, Scholz RP, et al. Lingual orthodontics: a status report. Part 5.Lingual mechano-therapy.JClinOrthod. 1983;17:99-115.

Understanding biomechanics makes anchorage design simple and easy

*Akanit Urangsimawong**

Abstract

Orthodontic treatment needs the force to move the teeth, when the force is applied it always has the reaction in the opposite direction. The anchorage preparation and control is the important factor for orthodontists to consider. There are many methods in orthodontic treatment to prepare the anchorage either auxiliary uses or not auxiliary uses. Some methods need the patient compliance which is the limitation of the treatment results. Therefore, it may be good to know which methods are effective and easy including no need of patient compliance. Form many previous studies showed the moment concept was the simple anchorage preparation to provide the effective maximum anchorage except lower molar in class II malocclusion that provide the moderate anchorage. The minimum and moderate anchorage preparation may be provided with using the individual nature that mean the occlusal stability, alveolar bone quality, root surface area and periodontium, however, these factors depend on the pattern of occlusion and muscle force from muscle of mastication and facial.

***Keywords**: anchorage, malocclusion, moment, orthodontic force*

**Dental Department, Nongkhae Hospital,Nongkhae, Saraburi, Thailand*