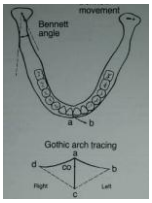
สรีรการเคลื่อนเคี้ยว และเครื่องจำลองขากรรไกร

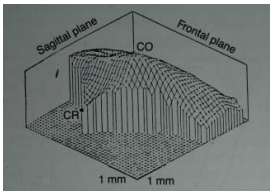
Physiologic Occlusion and Dental Articulator

หลักสูตรบัณฑิตหลังปริญญาตรีสาขาทันตกรรมประดิษฐ์ รหัสวิชา 3207-718

การเคลื่อนขากรรไกรล่าง 1

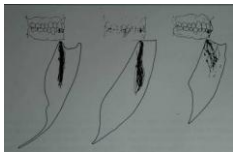
- การเคลื่อนสุดขอบ กรอบการเคลื่อน 2
- การเคลื่อนทำงาน 11
- นัยทางคลินิกที่เกี่ยวกับรูปร่างฟันและข้อต่อขากรรไกร 13
- เครื่องจำลองขากรรไกรและชิ้นหล่อศึกษา 17
- การยึดชิ้นหล่อเข้ากับเครื่องจำลองขากรรไกร 22

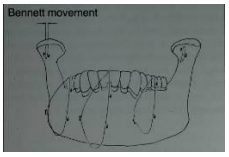


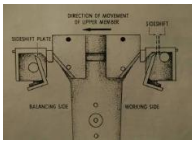


การเคลื่อนบดเคี้ยว 25

- การเคลื่อนขากรรไกร 25
- การเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร 29
- แรงบดเคี้ยว 32
- ประสิทธิภาพบดเคี้ยว 34
- พัฒนาการและการเรียนรู้บดเคี้ยว 35
- ระบบประสาทที่ควบคุมการเคี้ยว 37
- กิจกรรมกล้ามเนื้อ 40

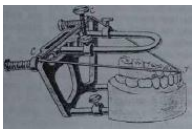


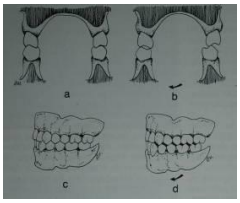


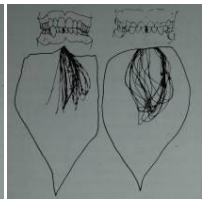


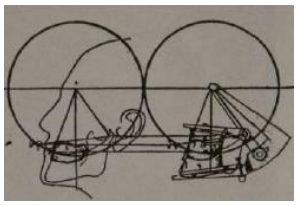
แนวคิดเรื่องสบฟัน 44

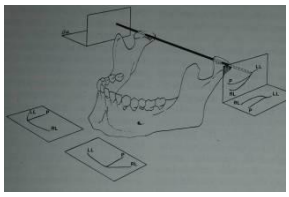
- แนวคิดยุคแรก 46
- แนวคิดที่ประยุกต์ใช้กับฟันธรรมชาติ 58
- ทฤษฎีทำงาน 61
- การยุติแนวคิดสบดุล 63
- อิทธิพลของสรีรสภาพเชิงมานุษยวิทยา 65
- แนวคิดปัจจุบัน 68











Topic: Physiologic Occlusion and Dental Articulator

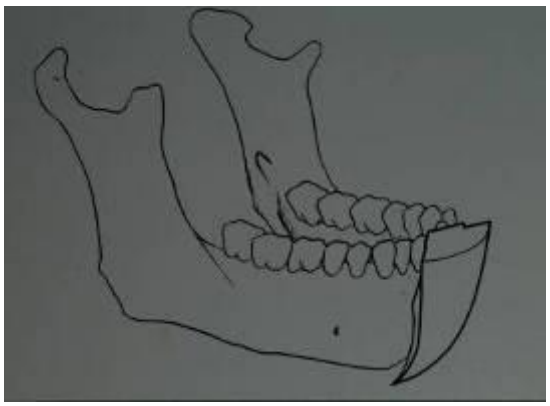
งานเอกสารส่วนนี้ถอดความมาจากตำรา “A Textbook of Occlusion” Mohl/Zarb/Carlsson/Rugh

Quintessence Publishing Co., Inc. 1988 ด้วยข้าพเจ้าเห็นว่า เนื้อหา ภาพประกอบ และคำอธิบายทั้งหลายจะมีส่วนเสริมให้ผู้สนใจวิชาการสาขานี้เกิดความกระจ่าง ตระหนักรู้ สมบูรณ์ด้วยองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญ อันอาจนำไปสู่การประยุกต์ความรู้ของสาขานี้ด้วยงานหัตถการอย่างเข้าถึงด้วยความแม่นยำ และเป็นความสมบูรณ์แบบของงานบูรณะทางทันตกรรมประดิษฐ์ทั้งหลายต่อไป อนึ่ง ได้แทรกบางภาพและคำอธิบายเพิ่มเติม เข้าคั่นที่บางส่วนของเนื้อหา บางภาพอาจไม่มีคำอธิบายภาพ และหมายเลขประกอบภาพ ทั้งนี้ด้วยหวังจะให้ผู้อ่านเข้าใจได้ดีขึ้น การที่ได้เป็นศิษย์ของ Mohl จากเมือง Buffalo, USA และ Zarb จากเมือง Toronto, Canada การได้ผู้เป็นครูดังนามข้างต้น และเป็นผู้นำพาให้หนังสือ “ตำรา” เล่มนี้เป็นจริงได้ การเข้าฟังบรรยายประกอบภาพสไลด์ ที่มีจำนวนมากกว่าส่วนที่ปรากฏในหนังสือเล่มนี้ และจากเนื้อหาที่แน่นเปี่ยมด้วยคุณค่านี้ ข้าพเจ้าไม่อาจกล่าวซ้ำเรื่องราวทั้งหมดอย่างง่ายโดยสรุป ด้วยเวลาเพียง 2-4 ชั่วโมงบรรยาย ดังนั้น การถอดความ และขยายความจากบทต่างๆ ในตำราเล่มนี้จึงอุบัติขึ้น เพื่อให้ผู้เข้าใจภาษาไทยได้ประโยชน์ได้เข้าถึงเนื้อหา ส่วนผู้ที่มีสมรรถนะภาษาอังกฤษแกร่งกล้า ไม่จำเป็นต้องอ่านสำนวนไทยที่อาจเยิ่นเย้อและด้อยค่านี้ อย่างไรก็ดี เพื่อความสมบูรณ์ยิ่ง การแก้ไขศัพท์ ข้อความ และสำนวนที่ผิด อาจมีได้ และขอน้อมรับไว้ด้วยจิตคารวะ

บทที่ ๙

<u>การเคลื่อนขากรรไกรล่าง</u> (Mandibular movements) John D. Rugh และ Rodney W. Johnson

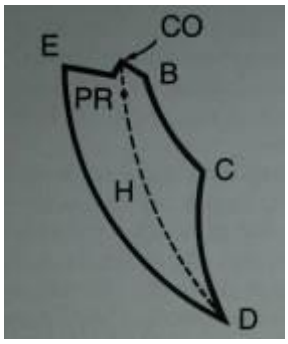
การเคลื่อนขากรรไกรล่างเกิดขึ้นในขอบเขตของกรอบสามมิติ ดังแสดงด้วยภาพ 9-1 ขากรรไกรล่างนั้นสามารถเคลื่อนข้างได้ประมาณ 10 มิลลิเมตร อ้าได้ประมาณ 50-60 มิลลิเมตร เคลื่อนยื่นได้ประมาณ 9 มิลลิเมตร และถอยได้ประมาณ 1 มิลลิเมตร รูปแบบการเคลื่อนนี้มีขอบเขตข้อจำกัด ดังที่ พอสเซลท์ (Posselt) ได้อธิบายไว้เมื่อปี 1952 และเป็นที่รู้จักกันในนามของกรอบการเคลื่อน ของขากรรไกรล่าง กล่าวให้ง่ายขึ้นก็คือ กรอบการเคลื่อนนี้ คือตำแหน่งที่ขากรรไกรล่างสามารถเคลื่อนออกจากตำแหน่งในศูนย์สบมากที่สุด การติดตามรอยรอบการเคลื่อน ที่แสดงด้วยภาพ 9-1 นั้น ทำโดยให้ขากรรไกรล่างเคลื่อนออกไปยังทิศต่างๆ อย่างมากสุดเท่าที่ทำได้ ตำแหน่งเหล่านี้นั้นได้รับการพิจารณาว่า เสถียรและสามารถทำซ้ำได้ เว้นแต่มีภาวะทางสรีระพิเศษบางประการ “กรอบเคลื่อน” ถูกอธิบายจากระนาบต่างๆ ดังนี้ ระนาบข้างหรือแซกจิตัล (sagittal) ระนาบหน้า (frontal) และระนาบนอน (horizontal) ปกติการเคลื่อนดังกล่าวมิได้เป็นผลจากตำแหน่งศีรษะ หรือท่าทางร่างกายแต่ประการใด เมื่อพินิจจากมุมมองสามระนาบนี้ เราควรคุ้นเคยกับกรอบการเคลื่อน และเข้าใจโครงสร้างต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อข้อจำกัดการเคลื่อนขากรรไกร



ภาพ 9-1 “กรอบเคลื่อน” ขอบเขตจำกัดของการเคลื่อนขากรรไกร (ดัดแปลงจาก Posselt, 1952)

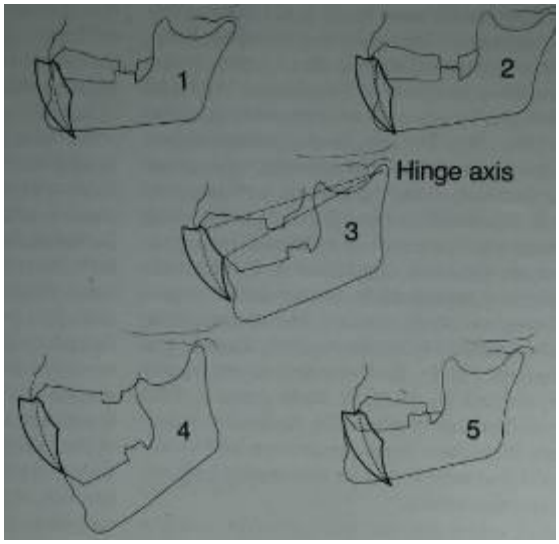
<u>กรอบเคลื่อนระนาบข้าง</u>

ภาพลายเส้นหรือไดอะแกรมของกรอบเคลื่อนด้านระนาบข้าง คือ การติดตามและสร้างรอยเคลื่อนมากสุดในแนวดิ่งของการเคลื่อนในแนวหน้า-หลัง ที่พิจารณา ณ ตำแหน่งฟันตัดของขากรรไกรล่าง ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับซี่ฟันในขากรรไกรบน ดังนั้นเมื่อมองจากด้านข้างศีรษะด้านหนึ่งด้านใด เราจะได้ภาพแผนที่รอยเคลื่อนจรดขอบการเคลื่อนขากรรไกรล่าง ดังภาพ 9-2a และ b ที่แสดงโครงสร้างหลักต่างๆ ที่กำหนดผลขอบของกรอบเคลื่อน ปัจจัยต่างๆ นั้นกำหนดกรอบเคลื่อนระนาบข้างของขากรรไกรล่าง ปัจจัยเหล่านั้นประกอบด้วย ซี่ฟันหน้าทั้งหลาย ด้านบดเคี้ยวฟันหลัง ข้อต่อขากรรไกรทั้งสองข้าง หมอนรองกระดูกข้อต่อขากรรไกร และที่ไม่ได้แสดงไว้ในภาพ 9-2 a และ b ก็คือ กล้ามเนื้อและเส้นเอ็นต่างๆ



ภาพ 9-2a การเคลื่อนขากรรไกรที่มุมมองด้านข้าง หรือระนาบแซกจิตัล บริเวณสบในศูนย์ (CO) และส่วนบนสุดหลายส่วนถูกกำหนดโดยซี่ฟัน ส่วนอื่นๆ ได้แก่ ตำแหน่งสัมผัสถอยสุด (B), เคลื่อนอ้าบานพับ (เส้น B

ถึง C), ช่วงเปลี่ยนผ่านของการอ้า (เส้น C ถึง D), เส้นโค้งเรียบเมื่ออ้าเคลื่อนยื่น (เส้นD ถึง E), ตำแหน่งยื่นสุดเมื่อมีฟันสัมผัส (E) ตำแหน่งและเส้นต่างๆ เหล่านี้ถูกกำหนดโดยโครงสร้างข้อต่อและเอ็นยึดที่เกี่ยวข้อง ควรทบทวนสัมพันธ์หัวข้อต่อกับเบ้ารับ ให้สังเกตว่า ตำแหน่งท่าพัก (PR) กับวิถีโค้งหุบ (H) ไม่ได้อยู่บนเส้นขอบ



ภาพ 9-2b 1) สังเกตตำแหน่งจุดปลายตัดฟันหน้าล่างที่ตำแหน่งสบในศูนย์ (CO), 2) จุดเคลื่อนลงต่ำและถอยขณะขากรรไกรถอยหลังเข้าสู่ตำแหน่งฟันหลังสัมผัส, 3) จุดปลายฟันตัดโค้งลงต่ำ และถอยขณะอ้าในตำแหน่งถอยขากรรไกร, 4) สังเกตตำแหน่งจุดนี้เมื่ออ้ามากสุดร่วมกับข้อต่อเคลื่อนยื่น, 5) สัมผัสของฟันเมื่อยื่นขากรรไกรมากสุด จะนำจุดปลายตัดฟันสู่ลักษณะเหลื่อมดิ่งกลับทาง (reverse incisal bite position)

เพื่อให้เข้าใจการเคลื่อนขากรรไกรและตำแหน่งขอบเขตดีขึ้น เราควรศึกษาภาพ 9-2a และ b และภาพ 9-3 อย่างละเอียด ภาพส่วนนี้มีประโยชน์เมื่อจัดตำแหน่งขากรรไกรใดๆ ในตำแหน่งกรอบการเคลื่อน และควรสังเกตโครงสร้างที่กำหนดขอบเขตเหล่านี้ จากนั้นให้เปรียบเทียบกับภาพเหล่านี้ จุดแรก และน่าจะเป็นตำแหน่งสำคัญที่สุดที่สุดของกรอบการเคลื่อน คือ *ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟัน หรือ สบในศูนย์ (centric occlusion)* ตำแหน่งกรอบเคลื่อนส่วนนี้ นิยามไว้ว่า เป็นตำแหน่งที่มีจำนวนซี่ฟันสัมผัสกันดีที่สุด

และเป็นที่ซึ่งมีผิวสัมผัสมากซี่ที่สุดด้วย ทั่วไปแล้ว ขากรรไกรล่างจะถูกนำทางไปสู่ตำแหน่งนี้ขณะหุบขากรรไกรจากปัจจัยที่ประกอบด้วยระนาบพื้นเอียงจากซี่ฟันหลายซี่ การสบในศูนย์จึงเป็นจุดสุดท้ายของวงจรเคี้ยวและเป็นตำแหน่งที่บุคคลส่วนใหญ่มี และอยู่ที่ตำแหน่งนี้ก่อนกลืน สิ่งนี้จึงเป็นตำแหน่งขอบการเคลื่อนส่วนที่กำหนดโดยซี่ฟัน ซึ่งทั่วไปแล้วเป็นผลมาจากระยะเวลาอันยาวนานช่วงที่ร่างกายมีการเติบโต มีพัฒนาการ และมีการปรับตัว ตำแหน่งนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากผลของรูปร่าง หรือตำแหน่งซี่ฟันที่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการของงานบูรณะ หรืองานจัดฟัน

เมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อนถอยหลังโดยซี่ฟันยังสัมผัสกัน ปกติฟันซี่หน้าจะแยกห่างจากกัน และจุดปลายตัดฟันจะเคลื่อนต่ำลงและไปทางด้านหลัง ดูที่ภาพ 9-2a และ b ลักษณะเช่นนี้นั้น เกิดขึ้นกับประชากรราว 90% (Posselt, 1952) กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า สัมผัสจากฟันหลังจะนำทาง และกำหนดมุมระหว่างส่วนล่างกับส่วนหลังของวิถีเคลื่อนที่เกิดขึ้น และเพื่อให้เข้าใจความหลายหลากของการเคลื่อนขากรรไกร เราจะพบว่ามีประโยชน์ หากจัดวางตำแหน่งขากรรไกรในตำแหน่งต่างๆ ตามลำดับ (ขั้นตอนเคลื่อน) และเฝ้าสังเกตโครงสร้างอวัยวะต่างๆ ที่ส่งผลควบคุมตำแหน่งขากรรไกร

หากขากรรไกรล่างเคลื่อนถอยไปไกลจนสุดขอบหลัง และเคลื่อนขึ้นบนจนสูงสุดที่ตำแหน่งบานพับท้ายสุด (terminal hinge position) ของขากรรไกรนั้นๆ ข้อจำกัดการเคลื่อน และตำแหน่งขอบเขตนี้ จะถูกกำหนดด้วยโครงสร้างของข้อต่อขากรรไกร ทั่วไปแล้ว โครงสร้างต่างๆ ที่มีอิทธิพลสูงสุดซึ่งกำหนดการเคลื่อนถอยสุดขากรรไกร คือ เอ็นข้อต่อขากรรไกรซ้ายและขวา (ดูบทที่ 6) อย่างไรก็ดี ส่วนขอบหนาที่ส่วนท้ายของแผ่นจานกระดูก อาจมีบทบาทต่อการกำหนดตำแหน่งขอบเขตถอยด้วยเช่นกัน บางคนอธิบายตำแหน่งนี้ด้วยคำ *สัมพันธ์ในศูนย์ (centric relation)* อย่างไรก็ดี ต้องเข้าใจก่อนว่า คำว่า สัมพันธ์ในศูนย์ได้มีนิยามแตกต่างกันหลายนัย (ดังคำนิยามในบทที่ 1) *ตำแหน่งสบสัมผัสถอยหลัง (retruded contact position)* คำๆ นี้ หมายถึง ตำแหน่งขากรรไกรล่างที่สัมพันธ์ในศูนย์ (centric relation) และเป็นตำแหน่งที่มีสัมผัสแรกระหว่างด้านบดเคี้ยวของขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างเกิดขึ้น ความแตกต่างระหว่างตำแหน่งขากรรไกรถอยหลังกับตำแหน่งสบสับหว่างปุ่มฟัน มีค่าพิสัยตัวเลขปกติอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 1.5 มิลลิเมตร ในกลุ่มสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรชนิด แอ็งเกิล ลำดับชั้นที่ 1 และค่าระยะถอยไถลนี้เอง ถูกเรียกว่า *การไถลในศูนย์ (slide in centric)*

หากข้อต่อขากรรไกรถูกบังคับให้อยู่ในตำแหน่ง บานพับท้ายสุด (terminal hinged position) และเมื่ออ้าขากรรไกร จุดนี้จะเป็นภาพส่วนบนของส่วนหนึ่งของกรอบการเคลื่อนของพอสเซลท์ ดังที่เคยมีบันทึกลักษณะ และตำแหน่งนี้ (ภาพ 9-2b3) ส่วนที่เป็นระยะที่ขากรรไกรเคลื่อนให้ความหมายว่าเป็นการเคลื่อนบานพับ (hinge movement) ด้วยเหตุว่าเมื่อขากรรไกรอ้า ข้อต่อขากรรไกรจะเคลื่อนหมุนรอบตำแหน่งบานพับที่อ้าได้นั้น และมันเป็นแกนหมุนบานพับที่คงตัว ดังนั้นการเคลื่อนจึงเป็นการหมุน

เมื่อขากรรไกรอ้าต่อไปมากขึ้นเรื่อยๆ (ภาพ 9-2b4) ที่ตำแหน่งระหว่างกรามใหญ่ซี่แรกบนและล่าง เมื่อการอ้ามีค่าระยะประมาณ 19 มิลลิเมตร (Posselt, 1952) ข้อต่อขากรรไกรจะเริ่มเคลื่อนไถลมาข้างหน้าและเคลื่อนลงต่ำ ตามส่วนนูนของส่วนข้อต่อ ดังให้นิยามว่า *การเลื่อน (translation)* ความเป็นจริงก็คือ ขากรรไกรล่างไม่สามารถเคลื่อนอ้าอย่างเต็มที่ได้ด้วยการขยับหมุนแบบบานพับเพียงประการเดียว ดังจะต้องปรับตัวให้ร่างกายอยู่ในท่าตัวตรง อย่างที่เส้นขอบด้านหลังของกรอบการเคลื่อนของพอสเซลท์ได้แสดงไว้ (ดูบทที่ 6) ดังนั้นการอ้าขากรรไกรจึงเป็นการผสมรวมของรูปแบบการเคลื่อนสองประเภท คือ การหมุน และการเลื่อน บุคคลผู้ใหญ่อายุ 20 ปี ผู้มีสุขภาพดี มีความสามารถอ้าปากได้กว้าง 58.6 มิลลิเมตร (ในชาย) และ 53.3 มิลลิเมตร ในหญิง (Agerberg, 1974) ค่าเหล่านี้จะน้อยลงในกลุ่มผู้มีอายุน้อยกว่า และกลุ่มบุคคลผู้มีอายุมาก

โค้งเคลื่อนขากรรไกรเมื่อยื่นขณะที่หุบขากรรไกรที่ตำแหน่งอ้าปากกว้างมากที่สุด ถูกจำกัดด้วยกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น และมีลักษณะการเคลื่อนเป็นโค้งเรียบ ตามที่หัวข้อต่อขากรรไกรยังคงอยู่ในพิสัยสัมพันธ์เชิงการเคลื่อนแบบเลื่อน

ท้ายที่สุดแล้ว กรอบการเคลื่อนที่ส่วนบนของขากรรไกรนั้นถูกกำหนดด้วยสัมผัสจากซี่ฟัน เมื่อขากรรไกรล่างเลื่อนมาข้างหน้าจากตำแหน่งสบในศูนย์ ซี่ฟันยังคงสัมผัสกันอย่างแผ่วเบา ฟันตัดล่างทั้งหลายจะมีลักษณะจำเพาะ คือ เลื่อนไปบนผิวฟันด้านเพดานของซี่ฟันตัดของขากรรไกรบน และเลื่อนมาทางด้านหน้า “ค่ามุม” ที่ซี่ฟันของขากรรไกรล่างเคลื่อนถูกกำหนดด้วยปริมาณสัมพันธ์เหลื่อมดิ่ง และเหลื่อมระนาบ (overbite and overjet) ซึ่งค่ามุมนี้ได้ถูกกำหนดเป็น มุมนำฟันหน้า (incisal guidance) หรือมุมชันฟันหน้า ขณะเคลื่อนนี้เองมุมนำฟันหน้า ร่วมกับ ความชันข้อต่อขากรรไกร หรือความชันคอนดายล์ (condylar inclination) จะทำให้ขากรรไกรส่วนใหญ่อ้าออกเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลให้ซี่ฟันกรามทั้งหลายแยกห่างจากกัน เมื่อพิจารณาจากตำแหน่งปลายฟันตัดชนสัมผัสกับปลายฟันตัด การเคลื่อนยื่นขากรรไกร

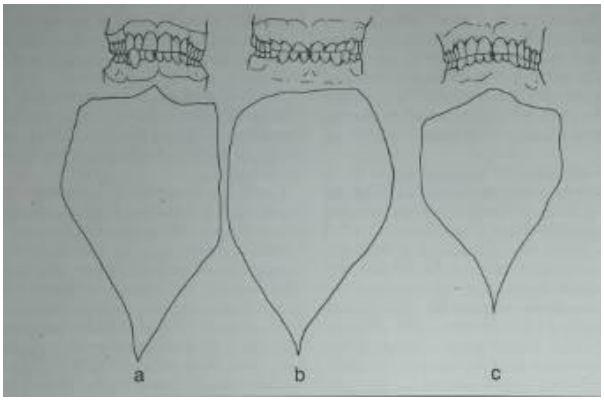
จะนำพาขากรรไกรล่างไปสู่ ลักษณะ “สบคร่อมกลับทาง” (reverse incisal overbite position) (ดังภาพ 9-2b5) ระยะเฉลี่ยเคลื่อนยื่นขากรรไกรนี้มีค่าประมาณ 9 มิลลิเมตร (Averberg, 1974)

เมื่อตรวจสอบภาพไดอะแกรมพอสเซลท์ ที่ภาพ 9-2a และ b นับเป็นเรื่องที่ควรจดจำไว้ด้วยว่า ภาพไดอะแกรมนี้ ชี้กำหนดข้อจำกัดการเคลื่อนขากรรไกร จากตำแหน่งที่เลื่อนมาจากจุดที่ปลายตัดฟันหน้าล่างสัมพันธ์กับขากรรไกรบน อีกเช่นกัน ควรจดจำด้วยว่าขั้นตอนระยะต่างๆ ของการเคลื่อนขากรรไกรล่างถูกจำกัดโดยโครงสร้างอวัยวะต่างชนิดกัน นั่นคือ ส่วนบนสุดของภาพไดอะแกรมถูกจำกัดด้วยสัมพันธ์จากซี่ฟัน ส่วนการเคลื่อนส่วนที่เหลือนั้นถูกจำกัดด้วยโครงสร้างของข้อต่อและเอ็นข้อต่อขากรรไกร

แง่มุมสุดท้ายจากภาพ 9-2a และ b คือ วิถีการเคลื่อนหุบโดยนิสัย (habitual closure) วิถีเคลื่อนหุบโดยนิสัยนี้ถูกทำให้เป็นร่องรอยโดยปลายตัดฟันขากรรไกรล่าง ขณะที่เคลื่อนจากตำแหน่งอ้าปากมากที่สุดผ่านไปยังพื้นที่ทางคลินิกที่เรียกว่า “ตำแหน่งท่าพัก” (postural rest position) จากนั้นจึงเคลื่อนไปสู่ตำแหน่งสบฟันในศูนย์ วิถีโค้งนี้เองเป็นการผสมผสานจากการเคลื่อนขยับแบบหมุนบานพับ ร่วมกับการเลื่อนขยับของข้อต่อขากรรไกร ด้วยลักษณะนี้ไม่ใช่การเคลื่อนสุดขอบ มันจึงไม่คงตัวหรือเป็นการเคลื่อนที่ที่ทำซ้ำได้ แต่ทว่า มันเป็นผลมาจากตำแหน่งศีรษะ ดังที่ก้มศีรษะมาข้างหน้า โค้งนี้จะเคลื่อนมาด้านหน้าด้วย และผลที่ตามก็คือ ตำแหน่งที่มีสัมผัสฟันจุดแรกจะมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย และจะเกิดก่อนที่การสบสับหว่างปุ่มฟันเกิดขึ้น (Mohl, 1984) ความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เองเป็นผลมาจากอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงและเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของกล้ามเนื้อต่อผลของแรงโน้มถ่วงนั้น

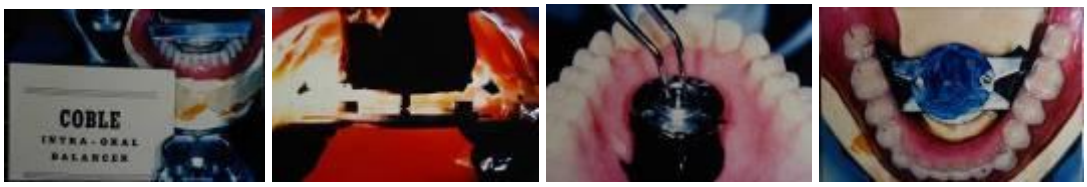
<u>กรอบเคลื่อนสุดขอบเมื่อมองจากด้านหน้า</u>

การเคลื่อนสุดขอบของขากรรไกรล่าง อาจมองจากด้านหน้า ดังภาพ 9-3 เมื่อเคลื่อนด้านข้าง ส่วนบนสุดของการเคลื่อนขากรรไกรล่างจะถูกกำกับโดยซี่ฟันเมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อนไปทางซ้ายหรือขวา จากตำแหน่งสบในศูนย์ ขณะที่ซี่ฟันสัมผัสอย่างแผ่วเบา พื้นระนาบเอียงต่างๆ ของซี่ฟันที่ด้านทำงาน (มักเป็นฟันเขี้ยว) จะนำทางขากรรไกรล่างไปสู่ทิศทางด้านข้าง และลงต่ำ

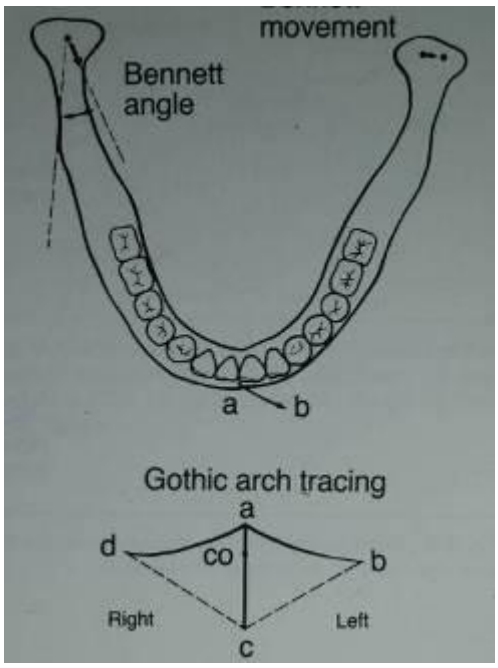


ภาพ 9-3 เส้นขอบรอยติดตามระนาบด้านหน้า (frontal plane) ของผู้ป่วยสามคนผู้มีสภาวะด้านบดเคี้ยวต่างกัน รอย a มาจากสภาวะแนวนำด้านบดเคี้ยวที่ชัน และเป็นลักษณะจำเพาะระหว่างปุ่มฟัน รอย b เป็นของผู้บดกัดฟันที่มีภาวะฟันสึกรุนแรง ฟันที่สึกแบนเป็นผลให้การเคลื่อนส่วนบน (coronal movement) แบนราบในผู้ป่วยรายนี้ รอย c เป็นลักษณะรอยที่สามัญกว่า ทว่า ค่าระยะทางการอ้าขากรรไกรมีข้อจำกัด (ดัดแปลงจาก Gibbs and Lundeen, 1982)

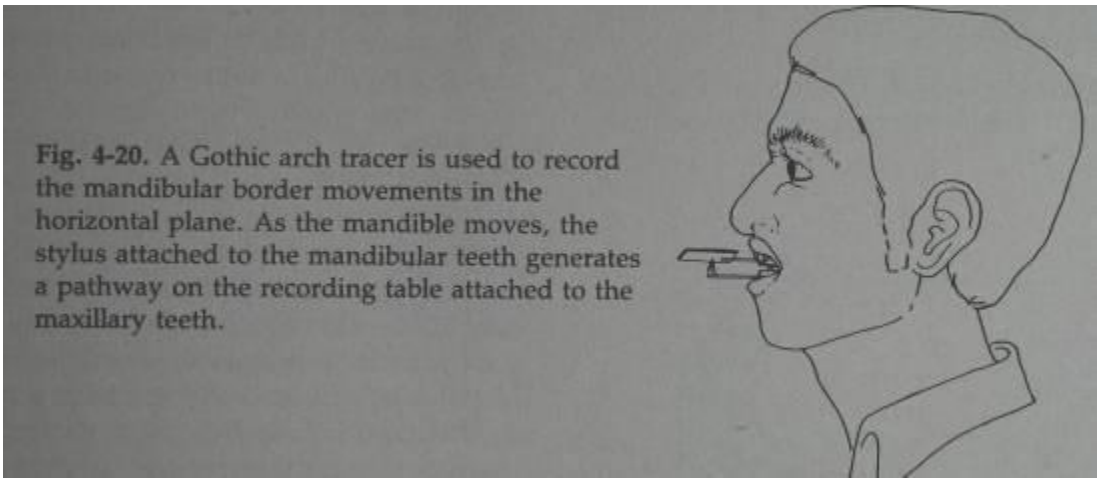
ดังแสดงด้วยภาพ 9-3 ลักษณะการเคลื่อนสุดขอบแปรเปลี่ยนต่างกันอย่างมากระหว่างบุคคลแต่ละคน อย่างไรก็ดี บุคคลเหล่านั้นยังคงมีรูปลักษณะการเคลื่อนสุดขอบเป็นรูปโล่ ปริมาณสัมพันธ์เหลื่อมดิ่งของการสบซี่ฟันที่ทำต่อกัน มักเป็นองค์ประกอบกำหนดมุมเส้นขอบล่างการเคลื่อน ให้สังเกตด้วยว่าการเคลื่อนข้างมากสุด และการอ้าแนวดิ่งมีความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วยเช่นกัน ความสามารถเคลื่อนข้างนั้น ถูกกำหนดโดยโครงสร้างข้อต่อกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น การติดตามรอยเคลื่อนสุดขอบ ดังภาพ 9-3 ได้แสดงการเคลื่อนข้างต่างๆ แบบ คือ มีค่าน้อย ขณะขากรรไกรอ้ากว้าง ควรจดจำด้วยว่าตำแหน่งส่วนบนของเส้นขอบเคลื่อนถูกกำหนดโดยซี่ฟัน และดังนั้นจึงแปรเปลี่ยนต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับกายวิภาคของซี่ฟัน รูปแบบสบฟัน และลักษณะสึกของซี่ฟัน ให้สังเกตว่าลักษณะของเส้นขอบการเคลื่อน ที่ติดตามได้ที่ส่วนด้านบนสุดนั้น มีลักษณะแบน ดูที่ภาพ 9-3b เป็นผลมาจากซี่ฟันที่มีปริมาณการสึกมาก



Intra oral tracing and balancing device อุปกรณ์บันทึกรอยในช่องปากและบันทึกสัมพันธ์ขากรรไกร



ภาพ 9-4 เส้นขอบการเคลื่อนขากรรไกรเมื่อมองระนาบระดับ (horizontal plane) เส้น a-b ถูกบันทึกที่ปลายฟันตัดขณะขากรรไกรเคลื่อนซ้าย เส้น a-c บันทึกขณะขากรรไกรเคลื่อนยื่น เส้น a-d เป็นตัวแทน การเคลื่อนข้างขวา (right lateral movement) ตำแหน่งเคลื่อนยื่นมากสุด คือ c และตำแหน่งสบในศูนย์ คือ ตำแหน่งจุด CO [อยู่ระหว่าง a และ c]



เครื่องบันทึกรอยเคลื่อนนอกช่องปากชนิดหนึ่งที่เรียกรอยบันทึกว่า โค้งโกธิก

เมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อน ปลายเข็มเล็กๆ ที่ยึดกับฟันหน้าล่างจะสร้างรอยวิถีเคลื่อนที่บันทึกบนแผ่นที่ยึดกับฟันบน

<u>กรอบเคลื่อนสุดขอบเมื่อมองจากระนาบระดับ</u>

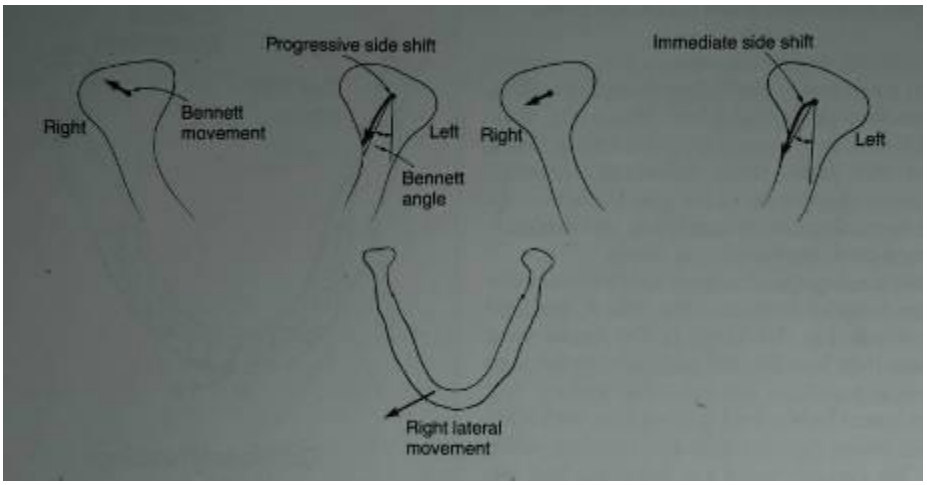
ลักษณะเคลื่อนสุดขอบของขากรรไกรล่างอาจมองจากระนาบระดับ ดังที่อาจจินตนาการว่ามองจากที่สูงเหนือศีรษะลงต่ำ (ภาพ 9-4) ดังรอยเคลื่อนโค้งโกธิกของกีซี่ ปี 1910 (Gothic arch tracing of Gysi, 1910) ที่บันทึกไว้ในระนาบนี้ รอยบันทึกได้แสดงลักษณะขากรรไกรที่เคลื่อนข้างและเคลื่อนเลื่อนมาทางด้านหน้า รอยติดตามเหล่านี้อาจทำในช่องปากหรือทำนอกช่องปากก็ได้ ทั้งนี้โดยใช้อุปกรณ์บันทึกรอยเคลื่อนที่เรียกว่า แพนโตกราฟ (ภาพ 12-4 แสดงกราฟ 6 แผ่น ใช้บันทึกรอยเคลื่อนขากรรไกรล่าง 3 มิติ)

การติดตามรอยเคลื่อนเริ่มต้นจากตำแหน่งขากรรไกรล่าง เมื่อขากรรไกรอยู่ที่ตำแหน่งท้ายสุดแกนบานพับ (terminal hinge axis) นั่นคือเมื่อเลื่อนถอยมากที่สุด (ภาพ 9-4, ที่จุด a) จุดปลายตัดซี่ฟันเคลื่อน (ซ้าย) ออกข้างและมาทางด้านหน้า ขณะที่ข้อต่อขากรรไกรด้านขวาเลื่อนไถลมาด้านหน้าและเข้าใน ส่วนรอยเคลื่อนสุดขอบของเคลื่อนข้างด้านขวาจะถูกทำขึ้น ก็โดยจุดที่ปลายฟันตัดหน้า เคลื่อนไปด้านข้างทางขวาและพร้อมกับเคลื่อนมาด้านหน้า ในเวลาเดียวกันนั้น ข้อต่อขากรรไกรด้านซ้ายจะเคลื่อนเลื่อนไถลมาด้านหน้าและไปทางด้านลิ้น ส่วนรอยบันทึกเคลื่อนยื่นเกิดขึ้นโดยขากรรไกรล่างทั้งชิ้นยื่นตรงมาด้านหน้า ดังนั้นที่ตำแหน่งยื่นขากรรไกรมาหน้ามามากที่สุด ข้อต่อขากรรไกรทั้งสองข้างจะไถลเคลื่อนมาบนส่วนนูนของกระดูกข้อต่อ ให้สังเกตด้วยว่าสบในศูนย์ มักมีตำแหน่งอยู่หน้า ต่อตำแหน่งท้ายสุดแกนบานพับราว 1 มิลลิเมตร หากเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนด้านหน้า และด้านข้างในรูปลักษณะรอยเคลื่อนโค้งโกธิก เราจะพบว่ารอยบันทึกนั้นมีความต่างระหว่างบุคคลเช่นกัน ความต่างเหล่านี้เกิดเนื่องจากความแปรปรวนของขนาด และรูปร่างของข้อต่อ และรูปแอ่งเบ้ารับทั้งสองข้าง อีกทั้งยังรวมถึงอิทธิพลจากลักษณะจำเพาะของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นด้วย (Mongini and Capurso, 1982)

<u>การเคลื่อนเบนเน็ตต์</u>

หากกล่าวถึงพิสัยและข้อจำกัดการเคลื่อนขากรรไกรล่าง จากแง่มุมที่มองที่ปลายตัดฟันหน้าแล้ว การเคลื่อนขากรรไกรล่าง อาจมองจากที่ซี่ฟันซี่ใดซี่หนึ่ง หรืออาจมองที่ตำแหน่งข้อต่อขากรรไกรข้างหนึ่งข้างใดก็ได้เช่นกัน การเคลื่อนข้อต่อขากรรไกรอาจอธิบายได้มากกว่าเป็นแค่การไถลและหมุน อย่างไรก็ดี

ยังมีลักษณะเคลื่อนขยับเพิ่มเติมอีก ที่เกิดขึ้นขณะเคลื่อนข้างออกนอกศูนย์สบ (ภาพ 9-5) นั่นคือ ขณะที่ขากรรไกรขยับไปทางขวา ข้อต่อขากรรไกรขวาจะมีการเคลื่อนข้างทางขวาพร้อมๆ กับข้อต่อขากรรไกรซ้ายมีการเคลื่อนไปทางด้านหน้าและขยับมาทางทางขวา และบางครั้ง ข้อต่อขากรรไกรขวาจะเคลื่อนไปด้านหลังเล็กอีกน้อยด้วย การเคลื่อนไปด้านข้างนี้เป็นที่รู้จักในนาม *การเคลื่อนเบนเน็ตต์ (Bennett movement)* ซึ่งได้ถูกนิยามไว้ว่า เป็นการเคลื่อนเลื่อนขากรรไกรล่างทั้งชิ้น ไปสู่ด้านทำงานขณะขากรรไกรเคลื่อนข้าง การเคลื่อนขยับนี้เกิดขึ้นได้ก็เพราะเหตุอิทธิพลแรงตึงของเอ็นข้อต่อขากรรไกรที่ข้อต่อด้านทำงาน และแรงบางส่วนจากผนังด้านใกล้กลางของแอ่งกลีนอยด์ของด้านไม่บดเคี้ยวทำงาน (ดูบทที่ 6)



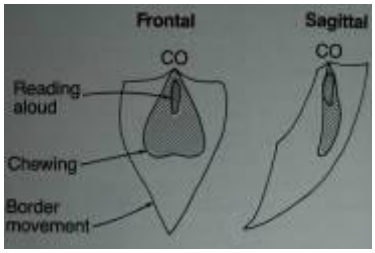
ภาพ 9-5 ลักษณะเคลื่อนข้างข้อต่อขากรรไกรขวามองแนวระนาบ แสดงการเคลื่อนข้างมาด้านหน้า (progressive side shift) ของผู้ป่วยรายหนึ่ง และลักษณะเคลื่อนข้างฉับพลัน (immediate side shift) ของข้อต่อขวา ของผู้ป่วยอีกรายหนึ่ง

มุมที่เกิดระหว่างการเคลื่อนมาด้านหน้า และการเคลื่อนเข้าด้านใกล้กลางที่ด้านไม่ได้ทำงาน และการเคลื่อนยื่นตรงมาด้านหน้านี้รู้จักกันในนาม มุมเบนเน็ตต์ (Bennett angle) หรือมุมคอนดายล์ (condylar angulation) [ศัพท์อื่นที่ใช้อาจเรียกว่า มุมชันคอนดายล์, มุมชันข้อต่อขากรรไกร] พบว่ามีสัมพันธ์ตรงระหว่างการเคลื่อนเบนเน็ตต์ และปริมาณมุมเบนเน็ตต์ หากศึกษาภาพ 9-5 จะช่วยให้เข้าใจดีขึ้น และหากจะสังเกตวิถีเคลื่อนข้อต่อขากรรไกรของใครสักคน ขณะที่ขากรรไกรเคลื่อนข้างด้วย จังหวะ

เวลาของการเคลื่อนเบนเน็ตต์นั้นแปรต่างกันอย่างมาก เมื่อเทียบบุคคลต่อบุคคล หากส่วนประกอบระยะด้านข้างเกิดขึ้นก่อนจะถูกขนานนามว่า การเคลื่อนข้าง “ฉบับพลัน” (immediate sideshift) หรือ “ก่อน” (early sideshift) องค์ประกอบด้านข้างอีกส่วนที่เกิดตามมา ถูกขนานนามว่า การเคลื่อนข้าง “มาด้านหน้า” (progressive sideshift) ทิศทางการเคลื่อนเบนเน็ตต์นั้นขึ้นอยู่กับโครงสร้างของข้อต่อ และการหดตัวของกล้ามเนื้อเทอริกอยด์ ซึ่งมีจุดกำเนิดอยู่ทางใกล้กลาง และมีส่วนเกาะยึดอยู่ทางด้านหน้า ดังที่มีส่วนมัดใยกล้ามเนื้อสำหรับขยับข้างและมาด้านหน้า ปริมาณการเคลื่อนข้างเมื่อวัดในระนาบนอนมีค่าปริมาณ 0.75 มิลลิเมตร และระยะพิสัยเคลื่อนเบนเน็ตต์ของผู้ป่วย จำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 1.5 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า (Lundeen et al, 1978)

<u>การเคลื่อนทำงาน</u>

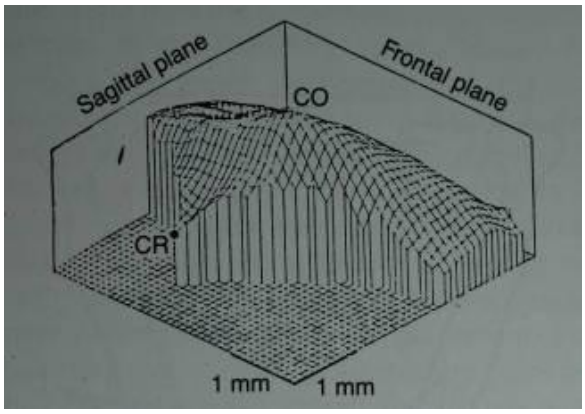
การเคลื่อนสุดขอบไม่ค่อยได้ใช้ เว้นแต่พื้นที่ใกล้กับตำแหน่งสบในศูนย์ ดังที่เห็นในภาพ 9-6 การเคลื่อนขากรรไกรล่างที่ส่วนใหญ่เกิดขึ้นนั้น อยู่ในขอบเขตมิติทั้งสามอย่างสมเหตุสมผล ขณะพูดออกเสียง การขยับเคลื่อนข้าง และการเคลื่อนดิ่ง จะมีพิสัยน้อยกว่าเมื่อเคลื่อนขากรรไกรบดเคี้ยว แม้ว่าตำแหน่งสบสับหว่างซี่ฟันเกิดขึ้นบ่อยในขณะบดเคี้ยว แต่ขณะพูดนั้น สัมผัสระหว่างด้านบดเคี้ยวไม่ได้มีสัมผัสซึ่งกันและกัน ผู้คนส่วนใหญ่กลืนอาหารโดยมีสัมผัสลักษณะที่สบสับหว่างซี่ฟัน โดยกระบวนการหดตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อยกขากรรไกรมัดต่างๆ



ภาพ 9-6 แสดงการเคลื่อนทำงานขากรรไกร ได้แก่ บดเคี้ยว (พื้นที่จุด – สีอ่อน รูปหัวใจคว่ำที่ภาพส่วนซ้าย) และพูดออกเสียง (พื้นที่แรเงา – สีเข้มกว่า) ที่เกิดสัมพันธ์บนพื้นที่น้อยๆ ภายในกรอบขอบเขตรอยเคลื่อน (เส้นกรอบทึบ – เส้นนอกสุด) ตำแหน่งทำงานที่เส้นขอบจะถูกใช้ภายในขอบเขตระยะไม่กี่มิลลิเมตรจากตำแหน่งสบในศูนย์ขณะบดเคี้ยว (ดัดแปลงจาก Gibbs และ Messerman, 1972)

เมื่อไม่ได้เคี้ยวอาหาร พูด หรือ กลืน ตำแหน่งขากรรไกรล่างจะแขวนลอยลักษณะสบเปิดที่มีระยะห่าง 1-3 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่งนี้ขากรรไกรล่างจะเลื่อนมาข้างหน้าประมาณ 2 มิลลิเมตร จากตำแหน่งกรอบเคลื่อนที่ถอยหลังสุด (ดูภาพ 9-2a และ b) เมื่อเริ่มแรก เชื่อกันว่ากลุ่มกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยจัดตำแหน่งขากรรไกรล่างที่ตำแหน่งพัก ดังนั้นจึงให้นามว่า *"ตำแหน่งพัก" (rest position)* นั่นคือ เราคาดคะเนว่าขากรรไกรล่างได้อยู่ที่ตำแหน่ง "พัก" จากสมดุลระหว่างแรงดึงลงล่างร่วมกับแรงโน้มถ่วง และจากธรรมชาติการยืดหยุ่นตัวของมัดกล้ามเนื้อเหล่านั้น พร้อมกับเยื่ออ่อนอื่นๆ ด้วย แต่บัดนี้เราได้รู้ว่า หากกล้ามเนื้อได้พักอย่างจริงๆ แล้ว ขากรรไกรล่างจะอ้าเปิดประมาณ 8 มิลลิเมตร ดังนั้นการจะยกขากรรไกรล่างไปสู่ตำแหน่งพักนั้น กล้ามเนื้อ แมสซิเตอร์ เท็มโพราลิส และอาจร่วมกับ เทอริกอยด์มัดใกล้กลางต้องตึงตัว (หดตัว) เล็กน้อยด้วย การอ้าแนวดิ่งขณะกล้ามเนื้อทั้งหลายพักอย่างเต็มที่ (ราว 8 มิลลิเมตร) นั้นมีความหมายว่าเป็น *"ตำแหน่งพักทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อ" (electromyographic rest position)* ซึ่งแยกและแตกต่างจาก "ตำแหน่งพักทางคลินิก" (Rugh and Drago, 1981) ดังนั้นด้วยเหตุนี้ ในทางคลินิกไม่ควรสับสนเกี่ยวกับตำแหน่งพักทั้งสองแบบ ตำแหน่งพักทางสรีระ (postural rest position) นั้นคงมีความสำคัญเช่นกัน ด้วยเหตุว่า เป็นตำแหน่งอ้างอิงที่ใช้อย่างแพร่หลายเมื่อหาค่ามิติดิ่งสบฟัน

ทั้งตำแหน่งพักทางสรีระ และตำแหน่งพักทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แปรเปลี่ยนต่างกันระหว่างบุคคลและแม้ในบุคคลเดียวก็อาจแปรเปลี่ยนได้เช่นกัน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแปรเปลี่ยนนั้น คือ ท่าทางตำแหน่งของศีรษะ การออกกำลัง ความเจ็บปวด อายุ การสูญเสียฟัน การใช้ยา และความตึงเครียด (Mohl, 1984; Rugh and Johnson, 1984) เมื่อตำแหน่งศีรษะตั้งตรง ขากรรไกรล่างมักถูกแขวนที่ตำแหน่งพักทางคลินิก (ฟันห่างกัน 1 ถึง 3 มิลลิเมตร) ด้วยภาวะที่กลุ่มกล้ามเนื้อยกขากรรไกรหดตัวเล็กน้อย ส่วนการปล่อยขากรรไกรให้แขวนห้อยต่ำ (ประมาณ 8 มิลลิเมตร) สู่ตำแหน่งพักทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จึงเป็นภาวะที่ไม่ปกติ เว้นแต่ว่าผู้ป่วยถูกสะกดจิตให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ หรือผล็อยหลับไปในท่านั่งตัวตรง คำว่า *"ระยะระหว่างด้านบดเคี้ยว หรือระยะอิสระ" (interocclusal distance or freeway space)* นั้นมีความหมายถึง การแยกห่างระหว่างขากรรไกรล่างและบน ที่ระยะพักทางสรีระ ซึ่งมีค่าระยะห่างระหว่างขากรรไกร 1 ถึง 3 มิลลิเมตร



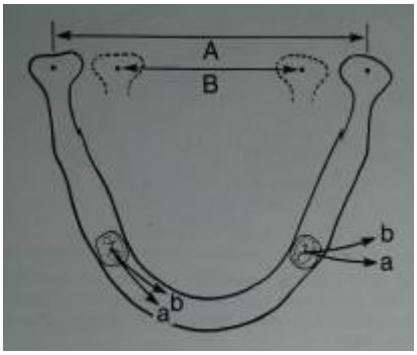
ภาพ 9-7 แสดงแผนที่รูปเค้า (contour map) ที่ส่วนปลายยอดบนสุด ดูข้อความในบทที่อภิปราย สบในศูนย์ (CO), สัมพันธ์ในศูนย์ (CR) (ดัดแปลงจาก Graf, 1981) [ผลงานภาพ เปอเสปกทีฟ หรือทัศนียภาพสามมิตินี้มีความหมายมาก หากมองว่า นี่คือผลสะท้อนจากรูปทรงด้านบดเคี้ยวที่ปกติสมบูรณ์ของบุคคลคนหนึ่ง เป็นการสะท้อนถึงระยะอิสระในศูนย์สบ ความชันปุ่มฟัน และแนวนำฟันหน้า]

เรื่องน่าสนใจทางงานทันตกรรมบูรณะเรื่องหนึ่งซึ่งเคยได้ให้นามว่า *หน้าสัมผัสสบฟัน (occlusal interface)* โดย สตอเรย์ (Storey, 1975) นั่นคือ หากซี่ฟันทั้งหลายสัมผัสกันอย่างแผ่วเบา และขณะขากรรไกรเคลื่อนไปในทิศทางต่างๆ คือ เคลื่อนยื่นและเคลื่อนข้างในหลายทิศ แผนที่รูปเค้าแสดงระดับสูงต่ำ หรือรูปเค้า (topographic map) จะสามารถสร้างขึ้นได้ ดังภาพ 9-7 จากแผ่นที่รูปเค้านี้ ที่ตำแหน่งสบในศูนย์ คือตำแหน่งที่ซี่ฟันทั้งหลายสบสับหว่างปุ่มฟัน จะสังเกตว่าเป็นส่วนนูน หรือเป็นจุดสูงที่สุดเหมือนกับเป็นส่วนยอดของภูเขา ที่ตำแหน่งสบในศูนย์นี้เอง ขากรรไกรล่างจะแขวนอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุด และเมื่อคำนึงถึงลักษณะสัมพันธ์กับขากรรไกรบน นั่นคือ ปุ่มฟันทั้งหลายของขากรรไกรหนึ่งๆ จะวางตัวอยู่ในแอ่ง (fossae) ต่างๆ ของคู่สบตรงข้าม สิ่งนี้เป็นความแตกต่างทางดิ่ง และเป็นของพื้นลาดปุ่มฟันที่นำทางขากรรไกรเข้าสู่ตำแหน่งสบในศูนย์ขณะบดเคี้ยวอาหาร

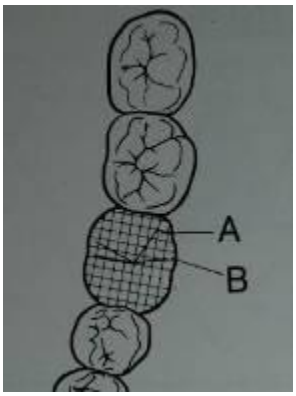
<u>นัยสำคัญทางคลินิกของรูปร่างซี่ฟันและข้อต่อขากรรไกร</u>

ดังที่ได้อธิบายมาก่อนหน้าว่า พื้นที่ส่วนบนของกรอบการเคลื่อนขากรรไกรล่าง ถูกจำกัดจากปัจจัยสองประการคือ รูปร่างซี่ฟัน และรูปร่างข้อต่อขากรรไกร แต่โดยละเอียดแล้วการเคลื่อนขากรรไกรล่างจะถูก

กำหนดด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ รูปร่าง สัมพันธ์เชิงตำแหน่ง และกายวิภาคของซี่ฟันและข้อต่อ หากเราคุ้นเคยกับเรื่องการเคลื่อนขากรรไกรกับสัมพันธ์ด้านบดเคี้ยวและข้อต่อแล้ว เรื่องนี้จะเป็นเรื่องทางคลินิกที่สำคัญยิ่ง เพราะเหตุว่าปัจจัยเหล่านี้ต่างเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อนข้างมาทางซ้าย หากมองเชิงวิเคราะห์ที่ฟันกรามใหญ่ซี่แรก ดังภาพ 9-8 ข้อต่อด้านไม่ทำงาน (ข้อต่อขวา) จะเลื่อนไถลลงต่ำมาทางด้านหน้า ทิศใกล้กลาง (ทางด้านลิ้น) หัวข้อต่อจะไถลบนสันกระดูกหน้าต่อข้อต่อนั้น ส่วนซี่กรามใหญ่ขวาซี่แรกจะเคลื่อนมาด้านหน้าไปทางซ้าย ขณะเดียวกันซี่กรามใหญ่จะเคลื่อนไปในทิศข้าง ไปยังทิศด้านเดียวกับข้อต่อด้านทำงาน ควรจำไว้ด้วยว่าปุ่มฟันที่พยุงรับ คือ ปุ่มใกล้กลางด้านเพดานของกรามใหญ่บนซี่แรก ซึ่งยังคงอยู่นิ่งระหว่างการเคลื่อนนี้ และมักจะมีการสบสัมผัสกับแอ่งกลางของกรามใหญ่ซี่แรกในขากรรไกรล่าง ดังนั้นที่ด้านขวาของร่างกาย ปุ่มฟันนี้จะเคลื่อนผ่านร่องด้านบดเคี้ยวทิศไกลกลางข้างแก้ม (distobuccal groove) ของกรามใหญ่ซี่แรกในขากรรไกรล่างขวาที่ด้านทำงาน (บดเคี้ยว) เมื่อเริ่มบดเคี้ยว (ที่ส่วนซีกซ้ายขากรรไกร) ปุ่มฟัน (พยุงรับของกรามใหญ่ในขากรรไกรบนคือ mesiolingual cusp) จะผ่านร่องด้านลิ้นของกรามใหญ่ซ้ายซี่แรกในขากรรไกรล่าง ขณะที่ขากรรไกรเคลื่อนซ้าย



ภาพ 9-8 วิถีเคลื่อนขากรรไกรล่างที่ฟันกรามใหญ่ซี่แรก (มองด้านระนาบ) ขณะเคลื่อนไปทางซ้ายขึ้นกับระยะห่างข้อต่อขากรรไกร ระยะห่างข้อต่อที่กว้างกว่า (ระยะ A) ส่งผลให้วิถีการเคลื่อนข้างอยู่หน้ามากกว่า (a) หากระยะห่างข้อต่อขากรรไกรแคบกว่า (ระยะ B) ส่งผลให้วิถีเคลื่อนอยู่หลัง (b)

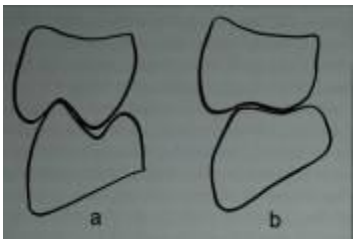


ภาพ 9-9 บันทึกระนาบนอนเคลื่อนข้างที่ฟันกรามใหญ่ซี่แรกซ้าย แสดงผลของลักษณะ (ทิศ-วิถี) การเคลื่อนเบนเน็ตต์ เส้นรอย A นั้น ไม่มีการเคลื่อนเบนเน็ตต์ ส่วนรอย B มีการเคลื่อนเบนเนตต์ที่ระยะทาง 3.5 มิลลิเมตร (ดัดแปลงจาก Lundeen และคณะ 1978)

ปุ่มฟันพยุงรับด้านไกลกลางข้างแก้ม (distolingual cusp) ของกรามใหญ่ล่างซี่แรก ซึ่งปกติทั่วไปจะสบสัมผัสที่แอ่งกลาง (central fossa) ของฟันกรามบนซี่แรก จะมีพิสัยเคลื่อนอยู่ระหว่างปุ่มฟันใกล้กลางข้างแก้ม และปุ่มสบไกลกลางข้างแก้มของกรามใหญ่บนซี่แรก ระหว่างเคลื่อนออกนอกศูนย์สบที่ด้านบดเคี้ยวทำงาน วิถีเคลื่อนของปุ่มฟันที่ผ่านไปยังร่องด้านบดเคี้ยวนั้นเป็นอิสระ อยู่บนรัศมีที่เกิดจากฟันล่างกับข้อต่อขากรรไกรด้านบดเคี้ยวที่หมุน และหากระยะห่างระหว่างข้อต่อลดลง รัศมีจะสั้นลงด้วย ดังแสดงในภาพ 9-8 จะเห็นว่า โค้งการหมุนของปุ่มฟันทำงานของขากรรไกรล่างกับแอ่งที่อยู่บนด้านบดเคี้ยว เกิดในลักษณะทิศไปทางไกลกลางมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับโค้งการหมุนที่เกิดจากรัศมีที่ยาวกว่า ประเด็นนี้เกี่ยวข้องกับระยะห่างระหว่างข้อต่อขากรรไกรที่มีค่ามากกว่าด้วย ดังภาพ 9-8A ผลที่เกิดกับด้านบดเคี้ยวทำงานในแง่มุมของงานบูรณะนั้นมีความสำคัญเช่นกัน ด้วยเหตุว่าด้านนี้เป็นด้านที่มีพื้นที่สัมผัสด้านบดเคี้ยวมากขณะเคลื่อนข้าง ส่วนด้านไม่ได้ทำงานมักจะไม่มีสัมผัสระหว่างด้านบดเคี้ยว (disclude)

หากระยะห่างระหว่างหัวข้อต่อขากรรไกรที่ต่าง มีนัยอย่างสำคัญ (ต่อวิถีเคลื่อนเมื่อพิจารณาที่ฟันกราม) ประเด็นนี้เป็นเรื่องที่มีประโยชน์ และหากศึกษาการเคลื่อนเหล่านี้ในปากใครสักคน และพร้อมกับศึกษาในเครื่องจำลองขากรรไกรเมื่อทำงานบูรณะซี่ฟัน เมื่อเทียบกับของผู้ป่วย จะพบว่า อาจพบรอยกดของปุ่มฟันด้านทำงานของขากรรไกรล่างที่พยายามเบียดไปด้านข้าง เพื่อผ่านไปยังปุ่มฟันและร่องลึกของซี่ฟันในขากรรไกรบน ดังนั้นสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของระยะห่างหัวข้อต่อขากรรไกร รัศมีการเคลื่อน รูปทรงด้านบดเคี้ยว และตำแหน่ง จึงเป็นสิ่งมีความหมายทางคลินิก และจำเพาะอย่างยิ่งกับงานบูรณะทางทันตกรรม อย่างไรก็ดี ประเด็นนี้มิได้หมายความว่า การเคลื่อนขากรรไกรล่างจะเปลี่ยนแปลงไม่ได้ จะไม่สามารถ

ปรับตัวต่อความแตกต่างเล็กน้อย ดังที่ปรากฏกับด้านบดเคี้ยวที่ถูกสร้างขึ้นจากเครื่องจำลองขากรรไกร (articulator-fabricated occlusion)



ภาพ 9-10 ผลของการเคลื่อนเบนเน็ตต์มีอิทธิพลต่อความสูงปุ่มฟัน เราพบลักษณะพื้นเอียงปุ่มฟันชันเมื่อวิถีการเคลื่อนลงต่ำและมีการเคลื่อนข้างที่ช้า (late lateral sideshift) (a) ส่วนความชันปุ่มฟันที่ตื้น หรือมีค่าน้อยกว่า เป็นปัจจัยจำเป็นต่อการเคลื่อนที่ที่อยู่บน (สูงกว่าหรือ superior) และมีการเคลื่อนข้างก่อน (b)

การเคลื่อนเบี่ยงเบนเน็ตต์ (Bennett Shift) ดังที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้าว่า มีความหมายสู่เชิงการประยุกต์ใช้ที่สำคัญต่อการสร้างรูปร่างด้านบดเคี้ยว และงานทันตกรรมบูรณะต่างๆประเภท ประการแรกเป็นเรื่องสำคัญ ที่ควรสังเกตปริมาณการเบี่ยงข้างของขากรรไกรล่าง ที่ส่งผลต่อวิถีเคลื่อนปุ่มฟันในขากรรไกรล่าง เมื่อซี่ฟันของขากรรไกรล่างนั้นได้เคลื่อนสัมพันธ์กับปุ่มฟัน แอ่ง และร่องลึกของซี่ฟันต่างๆในขากรรไกรบน ด้วยว่าหากการเคลื่อนเบี่ยงเบนเน็ตต์มีมาก ปุ่มฟันขากรรไกรล่างจะเคลื่อนสัมพันธ์กับปุ่มฟันในขากรรไกรบน ลักษณะไปยังทิศไกลกลางมากขึ้น ทั้งนี้จะเกิดกับปุ่มฟันทั้งหลายโดยเคลื่อนไปทางด้านทำงานขณะขากรรไกรเคลื่อนข้าง ภาพที่ 9-9 ได้แสดงให้เห็นว่า วิถีเคลื่อนของขากรรไกรล่าง อาจเคลื่อนตามหรือไม่เคลื่อนตามการเคลื่อนเบี่ยงข้างเบนเน็ตต์ (Bennett sideshift) ความสำคัญของวิถีการเคลื่อนที่มีรูปแบบต่างกันก็คือ เพื่อที่จะแก้ไขตำแหน่งตรงข้ามของปุ่มฟันพยุงรับของขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง ที่มีสัมพันธ์ต่อแอ่งทั้งหลายบนด้านบดเคี้ยวนั่นเอง รวมทั้งปุ่มฟันและร่องลึกต่างๆ เมื่อบูรณะซี่ฟัน จากนั้นให้สังเกตด้วยว่า ตำแหน่งและศักยภาพของวิถีเคลื่อนของปุ่มฟันใกล้กลางด้านลิ้น ของกรามใหญ่ซี่แรกในขากรรไกรบนกับแอ่งด้านบดเคี้ยวที่อยู่ตรงข้าม คือ แอ่งกลางของกรามใหญ่ซี่แรกในขากรรไกรล่าง ดังภาพ 9-9 ประเด็นนี้ ผู้ปฏิบัติงานคลินิกบางคนจะมีความรู้สึกว่า การเบี่ยงเคลื่อนข้างของเครื่องจำลองขากรรไกรมีลักษณะต่างจากของตัวผู้ป่วย หากเป็นเช่นนี้ งานบูรณะใดๆ ที่จะใส่ในปากผู้ป่วย

และเป็นชิ้นงานที่ได้สร้างจากเครื่องจำลองขากรรไกรนั้นๆ จะมีแนวโน้มที่ซี่ฟันที่ถูกบูรณะหรือสร้างขึ้นนั้นจะ “ติด” (bind) ขณะเคลื่อนบดทำงาน

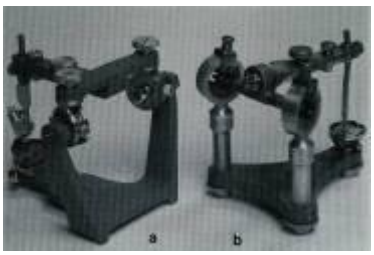
ธรรมชาติของการเคลื่อนเบนเน็ตต์นี้เอง อาจมีความสำคัญต่อความสูงปุ่มฟันและความลึกแอ่งฟัน ดังเมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อนข้าง และมีฟันเขี้ยวเป็นซี่นำทาง (canine guidance) นั่นคือ จะปรากฏว่า เขี้ยวสัมผัสกัน และไถลสัมผัสซึ่งกันและกัน เขี้ยวที่นำทางนี้เองในทางกลับกัน จะเป็นสิ่งที่ทำให้ซี่ฟันหลังทั้งหลายแยกห่างจากกัน หรือยอมให้ซี่ฟันหลังเหล่านั้นสัมผัสไถลซึ่งกันและกันขณะมีสัมพันธ์ทำงาน (บดเคี้ยว) กรณีที่เคลื่อนข้าง การเบี่ยงข้อต่อขากรรไกรที่ด้านทำงานจะเกิดในตำแหน่งทิศลงต่ำ ดังนั้นปุ่มฟันและพื้นเอียงของแอ่งด้านบดเคี้ยวบนด้านทำงานของฟันหลังซี่ต่างๆ อาจมีความชันมากขึ้น อีกกรณีหนึ่งนี้คือ การเคลื่อนเบี่ยงจะเกิดในตำแหน่งทิศสูงขึ้น ดังนั้นมุมชันปุ่มฟันบนด้านนี้จึงค่อนข้างแบนราบมากกว่า (ภาพ 9-10) ผู้ปฏิบัติงานคลินิกบางคนคิดว่า ข้อล้มเหลวที่ไม่ได้สร้างงานให้เหมาะสมกับสัมพันธ์เหล่านี้ อาจมีผลต่อเวลา ที่ต้องใช้อย่างมากมายภายหลัง เพื่อปรับแต่งงานบูรณะทั้งหลายที่สร้างขึ้น และเมื่อได้ใส่ชิ้นงานเหล่านั้นในปากผู้ป่วยแล้ว อย่างไรก็ดี ประเด็นประการนี้ยังไม่เคยมีหลักฐานชี้ชัดจากงานวิจัยทางคลินิก

[ความเห็น เป็นเรื่องยากยิ่งที่จะทำงานวิจัยสำรวจเชิงคลินิกในประเด็นนี้ เนื่องจากความไม่แม่นยำการใช้เครื่องจำลองขากรรไกรของผู้ถูกทดสอบ ไม่อาจจัดมาตรฐานสมรรถนะให้เสมอระดับเดียวกันได้โดยง่าย อีกทั้งระดับความยากง่ายของงานบูรณะแตกต่างกัน]

<u>เครื่องจำลองขากรรไกรและชิ้นหล่อศึกษา</u>

ผู้ศึกษางานทันตกรรม และผู้ปฏิบัติงานยุคแรก ได้ตระหนักถึงความจำเป็น ที่ต้องศึกษาสัมพันธ์ระหว่างซี่ฟันกับข้อต่อขากรรไกร ในภาวะที่เตรียมไว้นอกปาก ซึ่งทำได้ก็ด้วยการช่วยเหลือจากเครื่องจำลองขากรรไกรต่างๆ ประเภทนั่นเอง วิธีนี้ได้อำนวยให้เกิดสัมพันธ์ขากรรไกร และด้วยวิธีการเช่นนี้เอง ทำให้ได้มีเครื่องจำลองขากรรไกรรุ่นใหม่ๆ มาเป็นอุปกรณ์เชิงกลเป็นตัวแทนข้อต่อขากรรไกร ขากรรไกรบน และขากรรไกรล่าง เป็นที่ที่ชิ้นหล่อต่างๆ อาจนำมายึดตรึง และใช้สังเกตสัมพันธ์บางอย่างขณะขากรรไกรเคลื่อนทำงานได้

9-11



9-12

ภาพ 9-11 แสดงเครื่องจำลองขากรรไกรสามชนิด (สามลำดับชั้น) ได้แก่ บานพับธรรมดา (a), ปรับค่าได้บางส่วน (b), และปรับค่าได้ทั้งหมด (c)

ภาพ 9-12 เครื่องชนิด อาร์คอน (a) และชนิดไม่ใช่อาร์คอน (b), ทั้งสองแบบเป็นชนิดปรับค่าได้บางส่วน

เครื่องจำลองขากรรไกรยุคแรกๆ มีลักษณะเป็นบานฟันธรรมดา (ภาพ 9-11) ต่อมาได้มีความพยายามทำให้มีการลอกเลียนการเคลื่อนยื่น และการเคลื่อนข้าง จากความพยายามนี้เอง จึงเกิดผลวิวัฒนาการที่เครื่องจำลองขากรรไกรปรับสามารถค่าบางส่วนได้ ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาความต่างเชิงรูปร่าง รูปทรงของผู้ป่วยทั้งหลาย ต่อจากนั้นไม่นาน เครื่องจำลองขากรรไกรชนิดปรับค่าได้ทั้งหมดก็ได้อุบัติขึ้น ดังที่ให้คุณสมบัติลอกเลียนการเคลื่อนสุดขอบของขากรรไกรล่างได้อย่างแม่นยำ

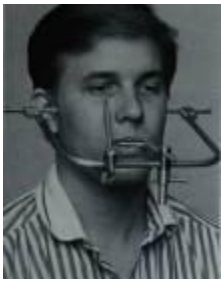
จำเป็นต้องย้ำว่า แม้ระบบเครื่องจำลองขากรรไกรจะซับซ้อนสักเพียงใด เครื่องนั้นๆ ก็ยังไม่สามารถจำลอง หรือทำซ้ำ วิถีการเคลื่อนที่ซับซ้อนทั้งหมด ของสภาวะทางชีววิทยาอันซับซ้อนของระบบบดเคี้ยวได้ นอกจากนั้นเครื่องมือเชิงกล คือเครื่องจำลองขากรรไกรนั้น ให้ลักษณะการเคลื่อน ที่ไม่อาจเปลี่ยนแปลง (แข็งตรึง) ซึ่งตรงข้าม กับลักษณะการเคลื่อนที่เกิดจากขากรรไกรล่าง ที่มีหลายรูปลักษณะ ดังเช่น รูปลักษณะทำงาน และรูปลักษณะที่ไม่ได้ทำงาน ท้ายสุด ประเด็นการใช้เครื่องจำลองขากรรไกรนั้นยังคงเป็นสิ่งสำคัญในแง่มุมของงานทันตกรรมทางคลินิกที่เกี่ยวกับงานบูรณะ หรืองานสร้างทดแทนด้านบดเคี้ยวต่างๆ แบบ

ประเด็นนี้จึงเป็นเรื่องสำคัญ ที่ผู้ปฏิบัติงานคลินิกควรเข้าใจข้อดี ข้อเด่น ข้อด้อย และข้อไม่ดีใดๆ ของเครื่องจำลองขากรรไกรที่นำมาใช้สร้างงานบูรณะ หรืองานทันตกรรมประดิษฐ์ ที่จะส่งผลเกี่ยวข้องกับ

การวางตำแหน่งด้านบดเคี้ยว รูปทรง และการทำงาน ควรดู บทที่ 12 เรื่องทบทวนประวัติ และแนวคิดสบฟัน และส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจำลองขากรรไกร

<u>การจัดจำแนกเครื่องจำลองขากรรไกร</u>

โดยประวัติศาสตร์ เครื่องจำลองขากรรไกรถูกแบ่งออกเป็น 3 ลำดับชั้น คือ บานพับธรรมดา ปรับค่าได้บางส่วน และปรับค่าได้ทั้งหมด ชนิดบานพับ (ภาพ 9-11a) ดังกล่าวมาก่อนว่า เป็นรูปโครงสร้างง่ายที่สุด อย่างทั่วไปแล้วประกอบด้วยบานพับ ที่ยอมให้ชิ้นหล่ออ้าแยกจากกันได้ เครื่องกลชนิดบานพับนี้ มักมีส่วนประกอบที่ปรับค่าทางดิ่งได้เพื่อป้องกันชิ้นหล่อเสียหาย หรือใช้ป้องกันการเปลี่ยนแปลงมิติดิ่งอย่างหยาบๆ ที่อาจเกิดขึ้น และด้วยข้อจำกัดทางกายภาพของเครื่องชนิดนี้ มันจึงไม่เหมาะกับการใช้ประกอบงานวินิจฉัย หรืองานบูรณะที่มีขนาดหรือมีจำนวนมากซี่ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลว่า หากตำแหน่งวิถีเคลื่อนโค้งหุบของเครื่องแตกต่างจากวิถีเคลื่อนโค้งหุบของผู้ป่วย *สัมผัสติด (binding)* ที่พื้นเอียงของปุ่มฟันทั้งหลาย อาจเกิดกับงานบูรณะที่จะใส่ในปากผู้ป่วยได้ ข้อด้อยอีกประการหนึ่ง คือ เครื่องลำดับชั้นนี้ ไม่อาจตรวจสอบการเคลื่อนข้างได้ สำหรับเครื่องจำลองขากรรไกรปรับค่าได้บางส่วน มีข้อได้เปรียบหลายประการเหนือกว่าชนิดบานพับ เครื่องลำดับชั้นปรับค่าได้บางส่วนนั้น ส่วนใหญ่มักประกอบร่วมมากับคันโค้งใบหน้า เพื่อให้สามารถยึดตรึงชิ้นหล่อขากรรไกรบนที่ให้สัมพันธ์เชิงตำแหน่งอย่างเหมาะสมกับแกนหมุนขากรรไกรล่างได้ เครื่องกลชนิดนี้จะสามารถรองรับบันทึกสบเคลื่อนข้าง เพื่อใช้ปรับค่ามุมชันข้อต่อขากรรไกร และเช่นเดียวกับค่ามุมชันที่ข้อต่อกล ก็จะสามารถปรับค่าได้เช่นกัน บางกรณีองค์ประกอบที่สามารถปรับค่าได้ทั้งหลาย อาจถูกจัดตรึงค่าไว้ที่ค่ามาตรฐาน ที่เป็นค่าตัวแทนของรูปกายในผู้ใหญ่ โดยที่ไม่ต้องใช้ชิ้นบันทึกระหว่างขากรรไกรที่ได้ถูกบันทึกไว้เป็นกรณีพิเศษ วิธีการหลังนี้เองจะให้ค่าที่แม่นยำน้อยกว่า เมื่อเทียบกับกรณีบันทึกค่าของผู้ป่วยอย่างเป็นการจำเพาะบุคคล แต่อย่างไรก็ดี รอยบันทึกค่าเฉพาะบุคคลนั้น อาจมีข้อผิดพลาดได้มากเช่นกัน ศูนย์การศึกษาบางแห่งถึงกับตั้งคำถามว่า การบันทึกค่าเฉพาะบุคคลมีข้อได้เปรียบมากกว่าการค่าตั้งเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด (แม้จะใช้เครื่องจำลองขากรรไกรชนิดปรับค่าได้บางส่วนก็ตาม)

a

b

ภาพ 9-13a แสดงคันโค้งใบหน้าที่ใช้เพื่อประกอบตำแหน่งชิ้นหล่อขากรรไกรบนให้สัมพันธ์กับแกนหมุนข้อต่อขากรรไกร ภาพ 9-13b แสดงคันโค้งใบหน้าขณะยึดตรึงที่ตำแหน่งใช้งาน

เครื่องจำลองขากรรไกรปรับค่าได้บางส่วนนี้ จัดแยกย่อยออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่ม อาร์คอน (มาจากคำ articulator-condyle) และกลุ่ม นอนอาร์คอน (non-arcon) (ภาพ 9-12) เครื่องอาร์คอน นั้นมีวิถีเคลื่อนของข้อต่อตรึงติดกับโครงสร้างส่วนบนของเครื่อง ส่วนชนิด นอนอาร์คอน มีวิถีเคลื่อนข้อต่อที่ตรึงติดกับส่วนล่างของเครื่อง ชนิดอาร์คอนนั้น จะสนองตอบสถานการณ์เคลื่อนของผู้ป่วยได้ใกล้เคียงมากกว่า และแม้ว่าเครื่องกลทั้งสองแบบนี้จะซับซ้อนมากกว่าชนิดบานพับก็ตาม เครื่องกลเหล่านี้ก็ยังไม่อาจจำลองการเคลื่อนขากรรไกรล่างได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้ด้วยเหตุผลว่า เครื่องกลส่วนใหญ่นั้นจะมีวิถีแนวนำข้อต่อที่เรียบตรง ซึ่งหมายความว่าไม่ได้จำลองรูปเค้ากายวิภาคข้อต่อที่แท้จริง นั่นคือ กายวิภาคที่มีลักษณะโค้งเล็กน้อย (curvilinear) แม้จะขาดคุณสมบัติส่วนนี้ก็ตาม หากผู้ปฏิบัติการใช้เครื่องได้อย่างแม่นยำเหมาะสม และด้วยข้อตระหนักถึงขีดจำกัดที่มีของเครื่องกลลำดับชั้นนี้ เครื่องลำดับชั้นนี้นั้น คือ ชนิดปรับค่าได้บางส่วน จะสามารถให้ข้อมูลมีค่า ที่สนองตอบต่อกระบวนการผลิตงานทันตกรรมบูรณะต่างๆ ประเภทได้

เครื่องจำลองขากรรไกรปรับค่าได้ทั้งหมดนั้น ลอกเลียนการเคลื่อนสุดขอบของขากรรไกรล่างได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ดี เครื่องกลกลุ่มนี้มีข้อกำหนดการใช้เพื่อรักษาผู้ป่วยอย่างจำกัด คือใช้อย่างจำเพาะกับงานที่ซับซ้อน และงานวิจัยในผู้ป่วย ผู้ใช้เครื่องลำดับชั้นนี้ จำเป็นต้องมีการฝึกฝนอย่างพิเศษ ใช้เวลามาก และพิจารณาได้ว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูง

<u>คันโค้งใบหน้า</u>

คันโค้งใบหน้า (ภาพ 9-13a และ b) ถูกใช้ร่วมกับเครื่องจำลองขากรรไกร เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดวางตำแหน่งชิ้นหล่อขากรรไกรบน สัมพันธ์กับแกนหมุนข้อต่อ หรือแกนหมุนบานพับ สัมพันธ์ดังกล่าวนี้มีความสำคัญเมื่อจะมีการเปลี่ยนแปลงมิติดิ่งสบฟัน

กรณีสัมพันธ์นั้นถูกบันทึกอย่างไม่ถูกต้อง วิถีโค้งหุบขากรรไกรจะผิดพลาดด้วย ตัวอย่างเช่น หากโค้งการหุบขากรรไกรต่ำเกินกว่าของผู้ป่วยจริง ขณะผู้ป่วยพยายามจะหุบขากรรไกร พื้นเอียงบนปุ่มฟันที่บูรณะขึ้นมานั้นจะสัมผัสติด (สะดุด) หรือสบสัมผัสก่อนที่ฟันหลัง ข้อประโยชน์ของคันโค้งใบหน้านั้น ยังช่วยป้องกันข้อผิดพลาดการหมุนในแนวระนาบ ซึ่งข้อผิดพลาดแนวระนาบนี้ อาจเป็นผลให้เกิดข้อผิดพลาดสัมพันธ์ระหว่างด้านสบด้วยเช่นกัน

ปัจจุบันยังมีข้อโต้เถียงว่า แนวแกนหมุนบานพับนี้ควรอยู่ที่ใด (โดยการใช้จลนคันโค้งใบหน้า หรือ kinematic face-bow) หรืออาจกำหนดเองตามอำเภอใจ การเลือกกำหนดเองนั้น จะสนองต่อข้อประสงค์ทั้งหลายได้อย่างพอเพียง เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องจำลองขากรรไกรปรับค่าได้บางส่วน สำหรับวิธีการที่ใช้ระยะกายวิภาคเฉลี่ยต่างๆ (เช่น 13 มิลลิเมตร บนแนวเส้นหางตาติ่งเนื้อหน้ารูหู) เป็นวิธีการที่แม่นยำกว่า การยึดตรึงชิ้นหล่อโดยไม่ใช้คันโค้งใบหน้า

ขั้นตอนต่อจากการยึดตรึงชิ้นหล่อขากรรไกรบนให้สัมพันธ์กับข้อต่อขากรรไกรอย่างถูกต้อง โดยใช้คันโค้งใบหน้า งานถัดไป คือ กรรมวิธีบันทึกสัมพันธ์ด้านบดเคี้ยวที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อสร้างสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง ระหว่างชิ้นหล่อขากรรไกรบน และล่าง ในอดีต ชิ้นหล่อต่างๆ จะถูกยึดตรึง ณ ตำแหน่งสบในศูนย์เป็นการทั่วไปโดยเฉพาะเพื่องานวินิฉัย ไม่นานมานี้ ได้มีข้อแนะนำโดยใช้สัมพันธ์อื่นๆ ได้แก่ ลักษณะสัมพันธ์ดังต่อไปนี้ คือ ตำแหน่งกล้ามเนื้อผ่อนคลายและหุบขากรรไกรโดยตั้งใจ (voluntary relaxed muscular closure) ตำแหน่งกัดอย่างแรง (power bite) และตำแหน่งสบสับหว่างปุ่มฟัน (intercuspal position)

Specifications
- Height 150mm x Width 145mm
- Weight: 690g
- Inside height: 105mm (with split-cast)
- Depth: 160mm
- Bonnwill's triangle 110mm
- Balkwill angle 20°
- Retrusive path 1.5mm
- Immediate side shift stop: fixed 2.5mm
- Condyle path inclination adjustable 0° - 60°
- Material: anodised aluminium
- Colour: silver

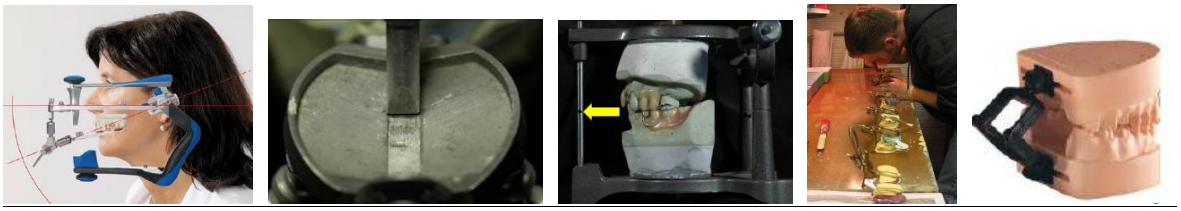
<u>การยึดชิ้นหล่อกับเครื่องจำลองขากรรไกร</u>

การยึดชิ้นหล่อจะทำขึ้นจากกรรมวิธีหลายขั้นตอน เริ่มแรกคือ เมื่อไม่มีวัตถุใดๆ ในช่องปาก ผู้ปฏิบัติงานจะนำทางขากรรไกรไปสู่ตำแหน่งสัมพันธ์ในศูนย์หลายๆ ครั้งก่อน เป็นการให้ความมั่นใจว่าสัมพันธ์ที่เหมาะสมจะทำได้ เมื่อมีชิ้นขี้ผึ้งสอดใส่ในช่องปาก ขั้นตอนต่อไปคือ จะใช้แผ่นขี้ผึ้งทำฐาน (baseplate wax) ที่ตัดเป็นรูปเหมาะกับซี่ฟันของโค้งขากรรไกร ชิ้นขี้ผึ้งนี้จะถูกอุ่นให้ร้อน แต่ยังคงไว้ซึ่งรูปร่างเดิมได้ จากนั้นจะวางชิ้นขี้ผึ้งไปบนโค้งขากรรไกรหนึ่งใด (อาจเป็นขากรรไกรบน หรือล่าง) และแล้วขากรรไกรล่างจะถูกนำทาง ให้หุบสัมผัสไปบนชิ้นขี้ผึ้งโดยไม่มีรอยทะลุใดๆ หรือมีซี่ฟันคู่หนึ่งคู่ใดสัมผัสกัน จากนั้นชิ้นขี้ผึ้งนี้จะถูกทำให้เย็นลง ตรวจสอบความหนา และนำกลับไปใส่ในช่องปากเพื่อพิสูจน์สอบอีกครั้ง ความหนาของชิ้นขี้ผึ้งมีความสำคัญ เพราะหากหนาเกินไป จะทำให้สัมผัสของฟันบนชิ้นหล่อไม่ถูกต้อง เมื่อจะนำชิ้นหล่อเข้าสัมผัสหากัน ความหนาชิ้นขี้ผึ้งควรบางมากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยไม่มีรอยทะลุความคลาดเคลื่อนใดๆ ในวิถีเคลื่อนบานพับ อาจเป็นเหตุให้รอยบันทึกสัมพันธ์นี้ผิดพลาดใช้ไม่ได้ นั่นคือหากยอมให้ซี่ฟันสัมผัสกันขณะบันทึกรอยกัด ขากรรไกรล่างอาจเคลื่อนเบี่ยงไปจากที่ควร และเป็นเหตุให้ชิ้นบันทึกสัมพันธ์สบฟันไม่เข้ากันกับชิ้นหล่อ หรือไม่พอดีกับชิ้นหล่อ และเช่นเดียวกับรอยบันทึกใดๆ จากเยื่ออ่อนที่เกิดขึ้นบนชิ้นบันทึกสบฟันนั้น ควรถูกจำกัดออกไปเพราะอาจทำให้ชิ้นบันทึกสบฟันไม่อาจวางตัวพอดีบนชิ้นหล่อได้เช่นกัน

ขั้นตอนต่อมา คือ ใช้ชิ้นขี้ผึ้งบันทึกสบฟัน สร้างสัมพันธ์ระหว่างชิ้นหล่อบนและล่าง โดยยึดตรึงชิ้นหล่อทั้งสองไว้ด้วยกันก่อน หลังจากนั้นจึงยึดชิ้นหล่อทั้งสองด้วยปลาสเตอร์ ตำแหน่งสบสัมผัสจุดแรกบนชิ้นหล่อที่เกิดขึ้น ควรถูกนำไปเทียบเคียงกับสัมผัสที่เกิดในช่องปากด้วย ทั้งนี้ เพื่อความแน่ใจ เรื่องสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกร ว่าเหมือนกันหรือไม่ ณ ขณะนี้เครื่องจำลองขากรรไกรก็พร้อมที่จะถูกปรับค่าความชันข้อ

ต่อ หรือความชันคอนดายล์ (มุมชันข้อต่อกล) อาจใช้ปฏิบัติการโดยวิธีตั้งค่าเฉลี่ย (30 องศา - 40 องศา) หรือ จากชิ้นบันทึกจำเพาะบุคคลก็ได้

เมื่อจะตั้งค่าความชันข้อต่ออย่างจำเพาะบุคคล กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มุมชันที่ข้อต่อขากรรไกรที่จะทำให้มีการเคลื่อนชิ้นหล่อลงต่ำลงตามค่ามุมนั่นเอง เราจะใช้ชิ้นขี้ผึ้งบันทึกรอยขณะเคลื่อนยื่นขากรรไกร (รอยกัดบันทึกเคลื่อนยื่น - protrusive wax bite) นั่นคือ ให้ผู้ป่วยกัดบันทึกบนชิ้นขี้ผึ้งนิ่ม ขณะเคลื่อนยื่นขากรรไกรล่างมาประมาณ 4 มิลลิเมตร หน้าต่อตำแหน่งสัมพันธ์ในศูนย์ การเคลื่อนมาน้อยเกิน จะทำให้ค่ามุมที่ตั้งผิด ขณะเดียวกันหากเคลื่อนยื่นมากเกินไป ค่าตำแหน่งที่ได้จะเป็นค่าตำแหน่งที่อยู่นอกกรอบใช้งาน ชิ้นสัมพันธ์สบฟันจะถูกนำมาวางบนชิ้นหล่อ จากนั้นกลไกส่วนล็อคตรึงทั้งหลายที่ข้อต่อกลของเครื่องจำลองขากรรไกรจะถูกคลายออก ขั้นตอนต่อไปคือ จัดให้ชิ้นหล่อบนและล่างสบสัมผัสกันอย่างแนบสนิทไปกับชิ้นบันทึกรอยกัด โดยวิธีปรับค่ามุมชันข้อต่อกลดังกล่าวนี้ ทั่วไปแล้ว ค่าความต่างมุมของซีกซ้าย และซีกขวา จะมีค่าประมาณ 2 - 5 องศา แต่บางครั้ง อาจมีค่ามากกว่านี้ได้ (Issacson, 1959) ยังมีงานวิจัยศึกษาอื่นได้แสดงให้เห็นว่า ความแม่นยำรอยบันทึกขณะเคลื่อนยื่นไม่ถูกต้อง และด้วยภาวะงานปัจจุบันทั่วไป "<u>งานทันตกรรมประจำวัน</u>" (everyday dentistry) กระบวนวิธีนี้เอง มักถูกทดแทนด้วยการตั้งค่าเฉลี่ยเสียเป็นส่วนใหญ่ จะต้องจดจำด้วยว่า ข้อต่อขากรรไกรที่เคลื่อนยื่นมาข้างหน้า เคลื่อนด้วยลักษณะวิถีโค้ง แต่ทว่า เครื่องจำลองขากรรไกรส่วนใหญ่ให้การเคลื่อนเป็นเส้นตรงเท่านั้น สิ่งเหล่านี้ และข้อจำกัด ให้หมายความว่า การใช้รอยบันทึกกัดเคลื่อนยื่นตั้งค่ามุมชันนั้น เป็นวิธีการที่ประมาณได้ว่าหยาบ วิธีตั้งค่ามุมชันข้อต่ออีกวิธีคือ ใช้รอยบันทึกสัมพันธ์ด้านบดเคี้ยวขณะเคลื่อนข้าง (ซ้ายและขวา) วิธีหลังนี้เหมาะกับเครื่องจำลองขากรรไกรปรับค่าบางส่วนชนิดอาร์คอน กระบวนวิธีดังที่กล่าวมานี้ จะพอเพียงเหมาะสมกับงานครอบสะพานฟัน และงานประดิษฐ์ถอดได้เป็นส่วนใหญ่ ผู้ปฏิบัติวิชาชีพบางคนเชื่อว่าเครื่องจำลองขากรรไกรที่แม่นยำกว่า และวิธีการยึดตรึงชิ้นหล่ออื่น สมควรใช้กับงานบูรณะด้านบดเคี้ยวที่ทำพร้อมกันหลายซี่ หรือกรณีเป็นงานบูรณะสบฟันทั้งปาก (rehabilitative work) หรือใช้กับงานวิจัย สถานการณ์เหล่านี้นั้น ชิ้นหล่ออาจถูกยึดตรึงกับเครื่องจำลองขากรรไกรชนิดปรับค่าได้ทั้งหมด แล้วตามด้วยการใช้จลนคันโค้งใบหน้า ช่วยบันทึกสัมพันธ์ ด้วยวิธีการตั้งค่าที่เครื่องจากกรรมวิธีที่ใช้วิธีติดตามรอบเคลื่อนนอกช่องปาก ที่ใช้บันทึกรอยเคลื่อนขากรรไกร (รอยบันทึกจากแพนโตกราฟ – pantography technique) กระบวนวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้เวลามาก ซึ่งจะไม่ขอกล่าว ณ ที่นี้ ปัจจุบัน ยังไม่มีข้อมูลแสดงว่าวิธีการบันทึกที่ซับซ้อนนี้ให้ผลลัพธ์ดีกว่าวิธีการที่เรียบง่ายธรรมดา



<u>สรุป</u>

การเคลื่อนขากรรไกรล่างถูกจำกัดขอบเขต และถูกกำหนดด้วยซี่ฟันต่างๆ ข้อต่อ และเอ็นยึด ในมิติที่แน่นอน และด้วยโครงสร้างสามมิตินี้ จึงใช้อธิบายได้ด้วยเส้นรอยสุดขอบการเคลื่อนขากรรไกรล่าง ที่เรียกกันว่า กรอบของพอสเซลท์ (Posselt diagram) ที่ซึ่งการเคลื่อนส่วนบนสุดขากรรไกรถูกกำหนดด้วยซี่ฟัน ส่วนการเคลื่อนยื่น การถอย การเคลื่อนข้าง และกริยาการอ้าขากรรไกร ถูกจำกัดด้วยโครงสร้างข้อต่อขากรรไกร เส้นเอ็น และกล้ามเนื้อ โดยลักษณะอย่างจำเพาะแล้ว ลักษณะเคลื่อนขากรรไกรขณะออกเสียงพูด และบดเคี้ยวเกิดขึ้นในพื้นที่แคบๆ ที่อยู่ภายในกรอบการเคลื่อนแบบสุดขอบนี้ ส่วนขณะบดเคี้ยวและกลืน รูปรอยส่วนบนสุดหรือส่วนโคโรนัล (coronal aspects) ต่างๆ ของกรอบการเคลื่อนนี้ จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ และรอยเคลื่อนส่วนนี้เอง ถูกกำหนดโดยรูปลักษณ์ของซี่ฟัน (ด้านบดเคี้ยว) เราควรสามารถมองเห็นกรอบการเคลื่อนที่แตกต่างของด้านต่างๆ กล่าวคือ ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านระนาบจากจุดบนปลายฟันตัดหน้าซี่ล่าง และเราควรสามารถสร้างภาพความคิด เห็นวิถีเคลื่อนข้อต่อขากรรไกรเมื่อเคลื่อนลงต่ำ และมาข้างหน้า ขณะที่อ้าขากรรไกรได้ และเช่นกันกับเมื่อขากรรไกรเคลื่อนข้าง คือ การเคลื่อนเบี่ยงข้างของข้อต่อขากรรไกรที่เป็นที่รู้จักกันในนาม “การเคลื่อนเบนเน็ตต์” และระยะห่างระหว่างหัวข้อต่อขากรรไกรซ้ายขวาที่ต่างกันว่า ปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญทางคลินิก เมื่อบูรณะด้านกายวิภาคบดเคี้ยวของซี่ฟันทั้งปลาย โดยจำเพาะอย่างยิ่งที่ด้านบดเคี้ยวทำงาน

เครื่องจำลองขากรรไกรหลากหลายประเภทที่ออกแบบมานั้น ก็เพื่อจำลองกลไกข้อต่อ และใช้เป็นกลไกเชิงกลที่จับยึดชิ้นหล่อฟันบนและชิ้นหล่อฟันล่างเข้าด้วยกัน ด้วยกาลภาวะที่เราสามารถนำมาพินิจศึกษานอกปากได้ เครื่องจำลองขากรรไกรใดๆ ล้วนมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ความต่างขึ้นกับความแม่นยำว่า จำลองวิถีเคลื่อนขากรรไกรได้ใกล้เคียงธรรมชาติจริงเพียงใด ทักษะสมรรถนะที่เหมาะสมนั้น จึงเป็นเรื่องจำเป็นต่อการยึดตรึงชิ้นหล่อศึกษา และแม้ชิ้นหล่อศึกษาเหล่านั้นจะถูกยึดอย่างถูกต้องแม่นยำในเครื่องจำลองขากรรไกรที่มีชิ้นส่วนซับซ้อนเพียงใด เครื่องจำลองขากรรไกรเหล่านั้นต่างเป็นเพียงเครื่องกลที่ให้ค่าประมาณลักษณะจำเพาะวิถีเคลื่อนขากรรไกรบางรูปแบบเท่านั้น

บทที่ ๑๐

<u>การเคลื่อนบดเคี้ยว</u> (Mastication) John D Rugh และ Brian R Smith

การเคลื่อนบดเคี้ยว หรือการบดเคี้ยว เป็นการทำงานที่สำคัญที่สุดของระบบบดเคี้ยว องค์ความรู้ใดที่เกี่ยวกับการเคลื่อนขากรรไกรขณะบดเคี้ยวนั้น มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางทันตกรรม อดีต ความรู้ความเข้าใจเรื่องนี้ได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญต่องานทันตกรรมประดิษฐ์ถอดได้ ดังที่ชิ้นฟันปลอมจะได้ถูกสร้างขึ้นอย่างเหมาะสม อย่างเข้ากันกับลักษณะการเคลื่อนขากรรไกรผู้ป่วย ต่อมา ข้อมูลทั้งหลายที่ได้ถูกรวบรวม จากงานศึกษาเรื่องราวของการเคลื่อนขากรรไกร ปัจจัยข้อมูลนั้นจึงได้ถูกนำมาใช้ออกแบบ นำมาใช้ตั้งค่าเครื่องจำลองขากรรไกร และนำมาใช้ประกอบงานออกแบบชิ้นฟันปลอมและซี่ฟันปลอม ปัจจุบัน ความสำคัญการเคลื่อนขากรรไกรจะปรากฏในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น งานปริทันต์ งานจัดฟัน งานวินิจฉัย และงานรักษาความเจ็บปวดที่ผิดปกติของระบบบดเคี้ยว

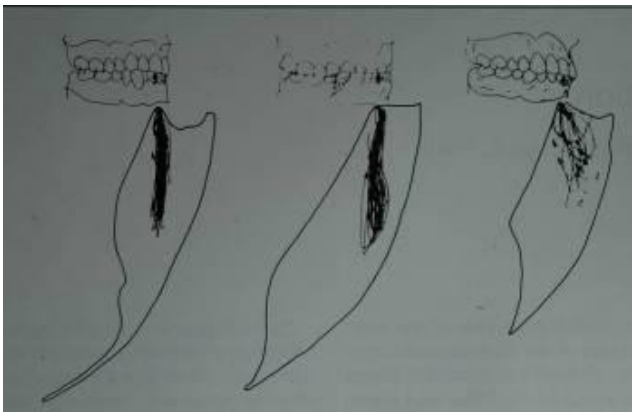
ซ้าย บันทึกรอยเคลื่อนขากรรไกรโดย กีซี่ ขวา 3 ภาพ รอยบันทึกและกรรมวิธี ที่ใช้กับเครื่อง ดีนาร์

<u>การเคลื่อนขากรรไกร</u>

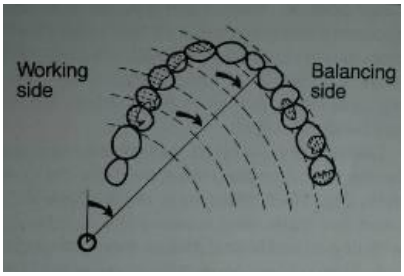
ด้วยเหตุที่ขากรรไกรล่างนั้นสามารถเคลื่อนขยับได้อย่างซับซ้อน ดังนั้น จึงทำให้ศึกษาได้ยาก และด้วยเหตุนี้ ลักษณะหกประการ เชิงการเคลื่อนอิสระ จึงถูกนำมาใช้อธิบายการเคลื่อนขากรรไกรในเชิงมิติแบ่งส่วน เป็นสามระนาบ (คือ ระนาบด้านหน้า ด้านข้าง และด้านระนาบนอน) และจัดว่าเป็นเรื่องยาก ที่จะวัดการเคลื่อนเคี้ยว อดีต มีวิธีการหลายอย่างที่ใช้ศึกษาลักษณะการเคลื่อนเคี้ยว เช่น วิธีการทางภาพยนตร์ศาสตร์ทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อ กรรมวิธีถ่ายภาพเคลื่อนไหวเป็นจังหวะบนฉากจอเรืองแสง (cineradiography) ใช้เครื่องติดตามทางแม่เหล็กไฟฟ้า และใช้ภาพเทคนิคทางไฟฟ้า รวมทั้งข้อมูลที่เป็นประโยชน์อื่นๆ ที่ได้ถูก

รวบรวมจากการศึกษาลักษณะรอยสึกบนซี่ฟันธรรมชาติ ดังที่นักวิจัยได้เคยศึกษารอยสึกซี่ฟันจากกะโหลกโดยศาสตร์ทางมนุษย์วิทยา เป็นต้น

เมื่อบดเคี้ยว การเคลื่อนขากรรไกรนั้น เป็นมากกว่าจังหวะเคลื่อนขึ้นลงแนวดิ่ง หากพินิจอย่างถ้วนถี่จะเห็นว่ามีลักษณะดังนี้ คือ มีการเคลื่อนยื่นขากรรไกรล่าง มีการเคลื่อนถอยขากรรไกรล่าง และมีการหมุนเมื่อมองในแนวระนาบระดับ หากมองจากรอยจุดเครื่องหมายของวงเคี้ยวทั้งหลาย ในระนาบด้านข้างหรือแซกจิตัล จะปรากฏให้เห็นว่า วิถีเคลื่อนอ้าและหุบขากรรไกรนั้น อยู่หน้าต่อแกนหมุนบานพับด้านหลัง และจากข้อมูลจากวิถีรอยเคลื่อนเหล่านี้ เรายังพบด้วยว่า ไม่ใคร่จะเป็นลักษณะการเคลื่อนเคี้ยวแบบบานพับอย่างสมบูรณ์ ทว่า เป็นการเคลื่อนอย่างซับซ้อน ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังต่อไปนี้ คือ เคลื่อนแบบบานพับ เคลื่อนแบบเลื่อนไถล และเคลื่อนหมุนรอบต่อหัวข้อต่อขากรรไกร (Gibbs and Lundeen, 1982)

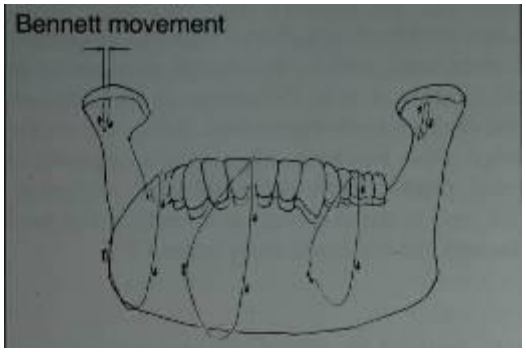


ภาพ 10-1 บันทึกการเคี้ยวและเส้นขอบเคลื่อนเคี้ยวของผู้ใหญ่สามคนเมื่อมองในระนาบข้าง (sagittal) (ดัดแปลงจาก Gibbs และ Lundeen, 1982)

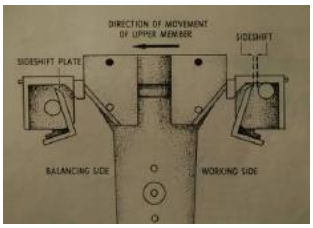


ภาพ 10-2 รูปแบบการสึกของซี่ฟันในขากรรไกรบนมักเป็นวงแอ่ง โค้งตามวิถีเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร (ดัดแปลงจาก Murphy, 1964)

การเคลื่อนแบบเลื่อนไถลนั้น สร้างรอยลักษณะสึกบนซี่ฟันที่มีลักษณะโค้ง ลักษณะที่โอบล้อมต่อข้อต่อขากรรไกร ผลการศึกษาลักษณะซี่ฟันที่สึก ได้บ่งชี้ว่า การเคลื่อนบดเคี้ยวเกี่ยวพันกับสัมผัสแบบไถลที่เกิดจากวงคาบการเคลื่อนด้านลิ้น และวงคาบการเคลื่อนด้านข้างแก้ม จากนั้น จึงเป็นการสบสัมผัสฟันสับหว่างซี่ ขั้นตอนทั้งหลายเป็นไปตามลำดับดังนี้ คือ อ้าขากรรไกร หุบขากรรไกร และเคลื่อนเข้าสบในตำแหน่งพื้นที่สัมผัสมากที่สุด (สบในศูนย์) ตามลำดับ แต่ละบุคคล รอยสึกบนซี่ฟันนั้นอาจมีลักษณะจำเพาะ และอาจเปลี่ยนไป หากถอนฟันบางซี่ออก หรือหลังเปลี่ยนแปลงโดยงานบูรณะด้านสบฟัน ประเด็นนี้ บ่งชัดว่า รูปแบบการเคลื่อนเคี้ยวถูกกำหนดโดยด้านสบในระดับหนึ่ง



10-3



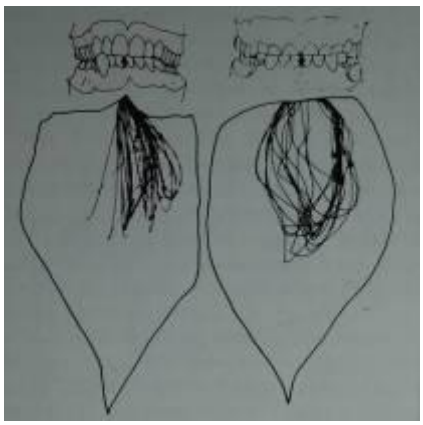
ภาพ 10-3 วงการเคลื่อนขากรรไกรล่างขณะบดเคี้ยวที่ซีกขวา มุมมองด้านหน้านี้แสดงลักษณะเคลื่อนเมื่อมองที่ฟันตัดหน้าคู่กลาง ที่ฟันกรามใหญ่ซี่แรก และที่ข้อต่อขากรรไกร (ดัดแปลงจาก Gibbs และ Lundeen, 1982) ขวา 2 ภาพ แสดงเครื่องจำลองขากรรไกรสองชนิด ที่ยอมรับชิ้นบันทึกเคลื่อนข้าง และจำลองการเคลื่อนข้าง เบนเนตต์ รวมทั้ง เคลื่อนข้างฉับพลัน (immediate sideshift) ได้

รูปแบบการเคลื่อนเคี้ยวของผู้ใหญ่ หากมองจากด้านหน้า จะพบว่าเป็นรูปหยดน้ำ ลักษณะรูปแบบเป็นวงเคี้ยว วงเคี้ยวดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้ คือ เมื่ออ้าปากดิ่งมีวิถีเคลื่อนใกล้กลางเข้าใกล้แนวดิ่ง เมื่อเคลื่อนหุบขากรรไกรจะมีวิถีที่ด้านไกลกลาง (ด้านนอก) โป่งออกมากกว่า ดังภาพ 10-3 เมื่อเคลื่อนเคี้ยว จะเห็นว่าปริมาณส่วนป่องโป่งมากสุดแนวดิ่ง และเมื่อเคลื่อนข้างระยะทางของวงเคี้ยวปกติ มีค่าพิสัยเคลื่อนประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณพิสัยเคลื่อนดิ่ง และปริมาณเคลื่อนข้างที่เคลื่อนมากสุด ดังภาพ 10-4 ภาพนี้

แสดงรูปลักษณะการเคลื่อนขากรรไกรของบุคคลสองคน (เมื่อมองจากด้านหน้า) แต่ละบุคคลมีลักษณะจำเพาะด้านบดเคี้ยวต่างกัน อย่างไรก็ดี ลักษณะวงเคลื่อนเคี้ยวของแต่ละบุคคลนั้นมีลักษณะคงตัว ความต่าง คงเป็นผลจากธรรมชาติของอาหารที่เคี้ยว และขนาดก้อนอาหาร (Gibbs et al., 1981c) และเป็นผลจากความเปลี่ยนแปลงของด้านบดเคี้ยว (Wood et al., 1981) หรือจากจำนวนซี่ฟัน (Bates et al., 1975a)

เมื่อหุบขากรรไกร จากภาพ 10-4 จะเห็นว่า วิถีเคลื่อนมักจะเข้ากันกับรูปลักษณะการเคลื่อนสุดขอบในอาณาเขตที่ฟันสัมผัสสับหว่างระหว่างซี่ และจากภาพนี้ จะเห็นส่วนเกี่ยวข้องที่แสดงว่า มีสัมผัสไถลระหว่างซี่ฟันเกิดขึ้น ขณะวิถีเคลื่อนนั้นอยู่ในช่วงจังหวะเข้าสู่ตำแหน่งสับหว่างปุ่มฟัน (Gibbs et al., 1981a) ปกติแล้ว ซี่ฟันมักจะแยกจากกันโดยก้อนอาหาร โดยที่ก้อนอาหารนั้นมีคุณสมบัติเป็นชั้นบาง เรื่องนี้เป็นที่ยอมรับว่า มีสัมผัสไถลระหว่างขากรรไกรขณะหุบ เมื่อเคลื่อนเข้าสู่ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟันค่อนข้างบ่อย และสัมผัสเหล่านั้น จะกว้างมากขึ้นเมื่อขากรรไกรเคลื่อนข้าง ซึ่งเป็นลักษณะปกติของผู้คนส่วนใหญ่ เมื่อใดก็ตามที่เคี้ยวอาหารแข็ง อาหารเหนียว มุมวงเคี้ยวที่เกิดระหว่างวิถีอ้าปาก และวิถีหุบขากรรไกร (ปลายต่อตำแหน่งสับหว่างปุ่มฟัน) มักมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับมุมที่เกิดจากพื้นเอียงของปุ่มฟันอื่นๆ เมื่ออ้าปาก จากประเด็นนี้ จึงมีความเห็นตรงกันเรื่องปริมาณผิวสัมผัสฟัน ที่สัมผัสถูไถลซึ่งกันและกันว่ามีไม่มากนัก เมื่อขากรรไกรเคลื่อนข้าง สัมผัสไถลที่เกิดนั้นดูจะมีสัมผัสในหมู่มากของผู้ป่วย แต่ได้มีรายงานว่า กลุ่มผู้มีลักษณะขากรรไกรล่างสบคร่อมขากรรไกรบน และกลุ่มผู้ใส่ฟันปลอมทั้งปาก ลักษณะเคลื่อนของวงเคี้ยวจะเป็นแนวดิ่งมากกว่าคนทั่วไป (Algren, 1966., Atkinson and Shepherd, 1967: Gibbs and Lundeen, 1982)

การเคลื่อนบดเคี้ยวอาจมีลักษณะเพียงซีกเดียว (ถนัดด้านเดียวหรือซีกเดียว) สองซีก (ถนัดทั้งสองด้านหรือทั้งสองซีก) หรือบดเคี้ยวด้วยสองซีกขากรรไกรแบบสลับซ้ายสลับขวา (Duber et al., 1978) กล่าวคือ ผู้ป่วยจะเคี้ยวโดยกลุ่มซี่ฟันซีกหนึ่งของขากรรไกรอย่างมีผิวสบสัมผัสมากสุดเมื่อเคลื่อนข้าง (Bates et al., 1975a) ซีกขากรรไกรหรือด้านที่ใช้เคี้ยวนี้ เป็นซีกหรือด้านที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และมักเรียกว่า ด้านที่ชอบมากกว่า ความชอบเพียงซีกหนึ่งซีกใดเมื่อบดเคี้ยวนั้น เกี่ยวพันกับความไวกล้ามเนื้อของด้านที่ชอบมากกว่า (Hoogmartems et al., 1980) กรณีกลุ่มผู้ป่วยที่สองซีกขากรรไกรมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ผู้ป่วยมีแนวโน้มเคี้ยวสลับข้าง กลุ่มผู้ป่วยอีกส่วนหนึ่งที่เคี้ยวทั้งสองซีกขากรรไกรพร้อมกันนั้นมีจำนวนหนึ่ง และนี่เป็นรายงานที่พบบ่อยในกลุ่มผู้ใช้ฟันปลอมทั้งปาก

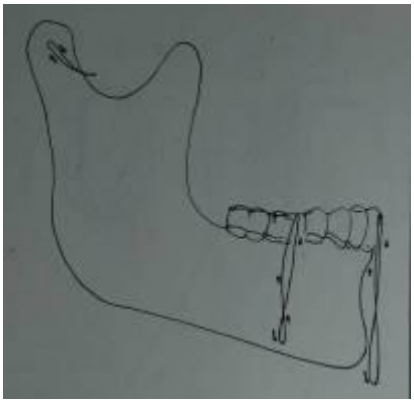


ภาพ 10-4 บันทึกวงเคลื่อนเคี้ยวและเส้นขอบการเคลื่อนเคี้ยวที่ด้านหน้าของผู้ใหญ่สองคน ผู้มีลักษณะจำเพาะด้านบดเคี้ยวต่างกัน (ดัดแปลงจาก Gibbs และ Lundeen, 1982)

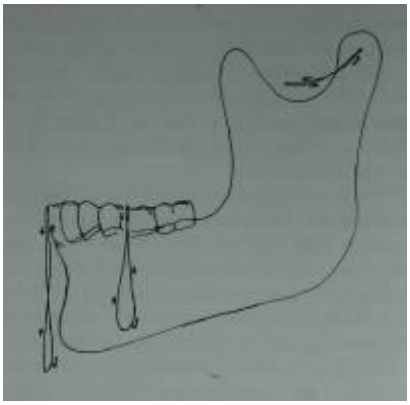
บุคคลผู้มีซี่ฟันลักษณะสึกมาก ดังเช่นผู้ที่มีนิสัยบดกัดฟัน หรือกลุ่มสังคมดั้งเดิมล้าหลังที่บริโภคอาหารหยาบ ลักษณะวงเคี้ยวนั้น มีแนวโน้มของขนาดวงเคลื่อนข้างขากรรไกร ที่มีลักษณะเส้นขอบเขตกว้างมากกว่า ดังภาพ 10-4 ขวา และนี่คือ ประเด็นระยะความยาวการเคลื่อนไถล ชนเผ่าอะบอริจินิสออสเตรเลีย ผู้บริโภคอาหารเนื้อที่มีลักษณะเหนียว และมักแปดเปื้อนด้วยสารขัดถูก เช่น ขี้เถ้า ชนเผ่านี้จึงมีฟันสึกด้านบดเคี้ยวมากโดยตลอดของช่วงชีวิต และมีค่าความยาวการไถลขากรรไกร ด้วยค่าตัวเลขประมาณ 2.8 มิลลิเมตร (Beyron, 1964) ส่วนประชากรในสังคมสมัยใหม่ผู้ทานอาหารที่ไม่มีสารขัดสีเจือปน และไม่บดกัดฟัน มีระยะค่าความยาวการไถลเฉลี่ยเพียง 1 มิลลิเมตร (Gibbs and Lundeen, 1982)

<u>การเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร</u>

จากภาพ 10-3 จะเห็นว่าข้อต่อขากรรไกรทั้งสองข้างเคลื่อนลงต่ำ และเคลื่อนเข้าหาด้านไม่ได้ทำงาน เมื่อหุบขากรรไกร จึงจะเคลื่อนขึ้นบน และเคลื่อนเข้าหาด้านไม่ได้ทำงาน ด้วยข้อสังเกตเช่นนี้จึงกล่าวได้ว่า ข้อต่อด้านทำงานจะเคลื่อนเข้าสู่จุดสูงสุด ที่เวลาเดียวกัน กับจังหวะซี่ฟันสบสัมผัสสับหว่างกัน



10-5



10-6

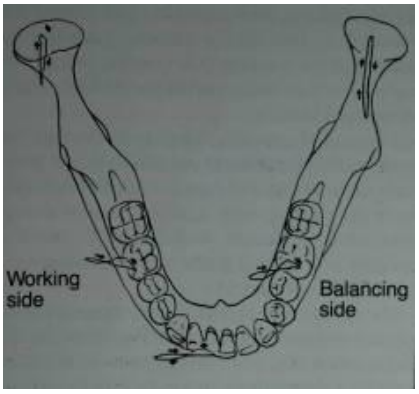
ภาพ 10-5 รูปแบบการเคลื่อนขากรรไกรที่ด้านทำงานขณะเกิดวงเคี้ยวหนึ่ง มองด้านข้าง (ดัดแปลงจาก Gibbs และ Lundeen, 1982)

ภาพ 10-6 รูปแบบการเคลื่อนขากรรไกรที่ด้านไม่ทำงานขณะเกิดวงเคี้ยวหนึ่ง มองด้านข้าง (ดัดแปลงจาก Gibbs และ Lundeen, 1982)

[ข้อสังเกต ภาพ 10-5 และ 10-6 เป็นขากรรไกรซีกซ้ายและขวา ของบุคคลเดียวกัน]

ภาพด้านข้าง 10-5 บ่งชัดว่าข้อต่อด้านทำงาน เคลื่อนลงต่ำ และเคลื่อนมาทางด้านหน้า จากนั้นเมื่อหุบขากรรไกร จึงเคลื่อนขึ้นบนและเคลื่อนไปทางด้านหลัง และเมื่อหุบขากรรไกรสนิท จะมีการเคลื่อนมาทางด้านหน้าเล็กน้อย จากมุมมองทางด้านข้างของภาพนี้เอง ได้แสดงถึงวิถีเคลื่อนของข้อต่อขากรรไกรด้านทำงาน ประกอบด้วยวิถีเคลื่อนขณะอ้า และวิถีเคลื่อนขณะหุบขากรรไกร ที่มีลักษณะการเคลื่อน ที่ปรากฏอย่างไม่สอดคล้องกัน

ภาพ 10-6 แสดงมุมมองด้านข้างของข้อต่อด้านที่ไม่ได้บดเคี้ยวทำงานขณะบดเคี้ยวปกติ ให้สังเกตว่า วิถีเคลื่อนอ้าและวิถีเคลื่อนหุบของข้อต่อด้านไม่ได้ใช้บดเคี้ยวทำงาน มีวิถีเคลื่อนยาวไกลมากกว่าของข้อต่อด้านบดเคี้ยวทำงาน ลักษณะเคลื่อนเกือบจะใช้วิถีเดียวกันทั้งขณะอ้าและหุบขากรรไกร



ภาพ 10-7 รูปแบบการเคลื่อนขากรรไกรเมื่อมองด้านระนาบ ขณะเกิดวงเคี้ยวทำงานที่ด้านขวา ที่เป็นด้านทำงาน ส่วนด้านซ้ายคือ ด้านไม่ทำงานหรือ ด้านดุล (ดัดแปลงจาก Gibbs และ Lundeen, 1982)

[ข้อสังเกต อย่าเข้าใจสับสนว่า ด้านไม่ทำงานหรือด้านดุล จำเป็นต้องมีพื้นผิวสัมผัส หรือมีดุลสัมผัส หรือมีสบดุล เสมอไป]

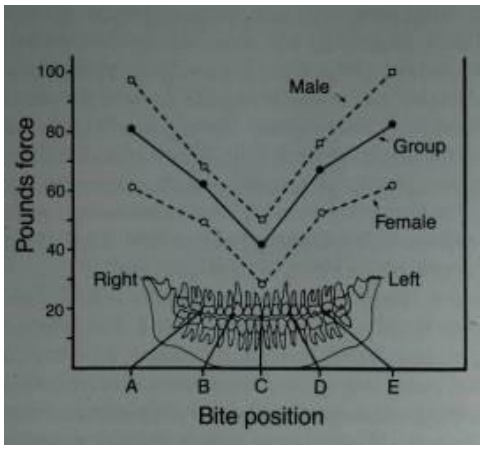
ภาพที่ 10-7 แสดงการเคลื่อนขากรรไกรขณะบดเคี้ยวปกติในระนาบนอน วงรอยเคลื่อนของข้อต่อด้านบดเคี้ยวทำงานมีค่าระยะน้อย ให้สังเกตด้วยว่า ข้อต่อขากรรไกรด้านบดเคี้ยวที่ตำแหน่งฟันกรามใหญ่ซี่แรก มีวิถีเคลื่อนมาด้านหน้าเล็กน้อยขณะหุบขากรรไกร ส่วนที่ด้านข้อต่อไม่ได้ทำงานบดเคี้ยวนั้น มิได้เคลื่อนมาทางด้านหน้าเมื่อหุบขากรรไกร ประเด็นนี้ จะเห็นว่าการเคลื่อนมาทางด้านหน้า และเคลื่อนเข้าทิศใกล้กลางเมื่อหุบขากรรไกรของด้านบดทำงานนั้นเป็นเรื่องสำคัญ ทั้งนี้เพราะว่าได้แสดงแนวโน้ม พิสัยสัมผัสขณะเคลื่อนถอยขากรรไกร (เคลื่อนด้านหลังสู่ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟัน) วิถีเคลื่อนที่มุ่งไปยังด้านใกล้กึ่งกลางนี้เอง เป็นตัวแทนของ “การเคลื่อนเบนเน็ตต์” ที่เกิดขึ้น นั่นคือ ขณะด้านทำงานเริ่มเคลื่อนมาจากด้านข้าง (ด้านนอก) เข้าสู่ด้านใกล้กึ่งกลางร่างกายและหุบขากรรไกรสนิท ประเด็นนี้เป็นที่ประจักษ์ชัดว่า ไม่ได้มีสัมผัสแนวบานพับด้านท้ายสุดในช่วงการเคลื่อนเคี้ยวปกติ (Haddad, 1974) อย่างไรก็ดี ระยะสัมผัสถอยหลังนั้นมีระยะพิสัยหนึ่ง ดังนั้น ด้วยเหตุนี้เอง บันทึกถอยหลังด้านข้าง ที่ใช้ตั้งค่ากับเครื่องจำลองขากรรไกรจึงได้ถูกแนะนำให้ใช้ในงานทันตกรรมบูรณะ งานครอบและสะพานฟัน

กล่าวโดยสรุป ใจความสำคัญคือ การเคลื่อนบดเคี้ยวนั้น เกี่ยวพันอย่างซับซ้อนกับการเคลื่อนขากรรไกรล่าง นั่นหมายความว่า นอกจากขากรรไกรล่างขยับเคลื่อนขึ้นลงแล้ว เมื่อมองในแนวระนาบ ยังมีการเคลื่อนในแนวหน้าหลัง มีลักษณะหมุน และมีการเคลื่อนเลื่อนขากรรไกรล่างทั้งชิ้นไปทางด้านข้าง ดังนั้น การเคลื่อนบดเคี้ยว จึงมิได้เป็นลักษณะเพียงการเคลื่อนแบบบานพับ แต่ยังเกี่ยวพันกับการเคลื่อน

ไถล และการหมุนของข้อต่อขากรรไกรอีกด้วย ด้วยเหตุนี้เอง ระยะหรือพิสัยอิสระการเคลื่อนในหกระนาบจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อใช้อธิบายรูปลักษณะการเคลื่อนขากรรไกรล่าง

<u>แรงบดเคี้ยว</u>

ความเป็นจริงหลายประการเกี่ยวกับแรงกัด เป็นสิ่งสำคัญต่อทันตแพทย์ ผู้พยายามบูรณะความสามารถบดเคี้ยวของผู้ป่วย นั่นคือ ทั่วไปแล้ว แรงกัดสูงสุด นั้น อาจแปรเปลี่ยนอยู่ในช่วง 20.5 ถึง 104.4 กิโลกรัม (244 ถึง 1,245 นิวตัน) แม้ว่าแรงกัดที่มีค่ามากกว่า 363.7 กิโลกรัม (4,339 นิวตัน) ได้เคยมีรายงานพบในบุคคลบางคน (Gibbs et al., 1986) หากกล่าวโดยเฉลี่ย ค่าแรงกัดสูงสุดในชายมีค่ามากกว่าหญิง และมีค่าสูงสุด เมื่อวัดที่ตำแหน่งฟันกราม ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีค่ามากกว่าผลจากการวัดที่ตำแหน่งฟันหน้า (ภาพ 10-8) และค่าแรงกัดสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อซี่ฟันแยกห่างจากกันประมาณ 9-10 มิลลิเมตร



ภาพ 10-8 ค่าเฉลี่ยแรงกัดที่ตำแหน่งต่างๆ (จาก A ถึง E) (ดัดแปลงจาก Rugh และ Solberg, 1972)

หากได้ฝึกฝน แรงกัดอาจเพิ่มขึ้นได้ ดังเช่นการทดลองฝึกเคี้ยวก้อนพาราฟิน ประเด็นนี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกเป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 30 วัน จะทำให้เพิ่มค่าแรงกัดสูงสุดได้ถึง 20-25% อย่างไรก็ดี ค่าตัวเลขที่เพิ่มขึ้นนี้จะสูญเสียไปใน 2 สัปดาห์ หลังจากยุติการฝึกฝน (Brekhus et al., 1941) แรงกัดขณะบดเคี้ยวไม่ได้มีค่าสัมพันธ์กับแรงกัดสูงสุดของกล้ามเนื้อขากรรไกรโดยตรงแต่อย่างใด และเป็นไปได้ว่า ถูกควบคุมโดยปัจจัยอื่น ดังเช่น ความทนทานความเจ็บปวด ความไวสัมผัสผิวเยื่ออ่อน หน่วยรับปริทันต์ ภาวะทางอารมณ์ และขนาดพื้นที่ที่แรงกัดนั้นกระจายตัว ดังเช่น หากแรงกัดนั้นกระจายไปยังซี่ฟันเพียงสองสามซี่ ค่าแรงกัดมีแนวโน้มลดลง

แรงกัดสูงสุดของผู้ป่วยผู้ใช้ฟันปลอมทั้งปาก มีค่าน้อยกว่าผู้คนที่มีฟันธรรมชาติมาก เมื่อวัดแรงกัดในผู้ป่วยที่มีฟัน มีรายงานว่า มีค่ามากกว่าผู้ใส่ฟันปลอม ห้าถึงหกเท่า (Haraldson et al., 1971) ประเด็นนี้เป็นการแสดงให้เห็นความเป็นจริงที่ว่า ผู้ป่วยผู้ใช้ฟันปลอมทั้งปากมีพื้นที่กระจายแรงน้อยกว่า (Zarb, 1982) แต่เมื่อทดสอบโดยใช้ยาชาที่เยื่ออ่อนรองรับฐานฟันปลอม พบว่าแรงกัดที่วัดได้มีค่ามากขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นไปได้ว่า ความเจ็บปวดเป็นปัจจัยควบคุม นอกจากนี้ ยังพบด้วยว่า แรงกัดที่วัดภายหลังงานบูรณะเสร็จสมบูรณ์ด้วยรากฟันเทียม และสมบูรณ์ด้วยงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่นนั้น ปรากฏว่าแรงกัดมีค่าตัวเลขมากขึ้น (Lindquist and Carlsson, 1985)

อย่างไรก็ดี เมื่อศึกษาในบุคคลผู้มีฟันธรรมชาติโดยใช้ยาชาที่เยื่อปริทันต์รอบๆ ซี่ฟัน กลับพบว่าค่าแรงกัดสูงสุดลดลง ค่าตัวเลขที่ลดลงนี้ เกี่ยวพันกับผลของการสกัดวงจรป้อนกลับสัญญาณประสาท ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยรับแรงที่หน่วยรับแรงเหล่านั้นประกอบอยู่ในเยื่อปริทันต์ (Lund and Olsson, 1983) เรายังพบว่า มีกลไกมากกว่าหนึ่งกลไกที่สามารถจำกัดแรงกัดสูงสุดได้ ดังนั้นกลไกใดๆ ก็ตาม ที่จำกัดแรงกัดในผู้ป่วย อาจเป็นผลมาจากปัจจัยหลายประการ และเมื่อพิจารณาถึงความแข็งแกร่งของทันตวัสดุที่ใช้ทั้งหลาย รวมทั้งลักษณะโครงสร้างรูปแบบใดๆ ของชิ้นงานทันตกรรมประดิษฐ์ เพื่อความปลอดภัยแล้ว ทันตแพทย์ต้องวางแผนอย่างรอบคอบ ทั้งนี้เพื่อรับมือกับสถานการณ์เลวร้ายที่สุด

ไม่นานมานี้ ได้มีระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้วัดค่าแรงต่างๆ ที่เกิดระหว่างด้านบดเคี้ยวขณะเคี้ยวอาหาร ระบบนี้วัดความถี่ต่ำของเสียง ที่เกิดจากสัมผัสของด้านบดเคี้ยวขณะฟันสัมผัสกัน (Gibbs et al., 1981b) ข้อดีของระบบดังกล่าวคือ วัดค่าแรงกัดระหว่างด้านบดเคี้ยวที่ตำแหน่งนอกศูนย์สบ เช่นเดียวกับที่

สามารถวัดค่าที่ตำแหน่งสบสับหว่างปุ่มฟันได้ ผลการศึกษาที่ใช้วิธีการนี้ทำให้พบว่า แรงระหว่างด้านบดเคี้ยวมีค่าสัมพันธ์ที่สูง นั่นคือ ค่าแรงเฉลี่ยขณะบดเคี้ยวมีค่ามากกว่าค่าแรงกัดสูงสุดถึง 40% แรงบดเคี้ยวสูงสุดระหว่างด้านบดเคี้ยวที่ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟันมีค่า 22.4 กิโลกรัม (267 นิวตัน) ส่วนแรงระดับสูงที่สองที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขณะหุบขากรรไกรสบฟันเมื่อขากรรไกรถอยหลัง และก่อนจะถึงจุดสัมผัสระหว่างปุ่มฟัน ประเด็นนี้น่าจะแปลความได้ว่า ระดับค่าแรงที่สูงที่ตำแหน่งระหว่างปุ่มฟัน เป็นตำแหน่งที่มีนัยสำคัญสำหรับการเคลื่อนบดเคี้ยว และน่าจะเป็นไปได้อีกว่า เพื่อทำให้การบดเคี้ยวมีความสมบูรณ์ แรงระหว่างด้านบดเคี้ยวที่ตำแหน่งนอกศูนย์สบก็มีความสำคัญเช่นกัน แม้ว่าระดับค่าแรงจะต่ำกว่า และมีช่วงเวลาสั้นกว่าแรงที่เกิดระหว่างสบสับหว่างปุ่มฟันก็ตาม ผลจากข้อมูลเหล่านี้เองอาจมีนัยเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ทำให้เยื่อปริทันต์ชอกช้ำ

ความเร็วการเคี้ยวมีค่าพิสัยด้วยวงจรเคี้ยวระหว่าง 49 ถึง 120 ครั้งต่อนาที อัตราเคี้ยวปกติมีค่า 70 ถึง 80 ครั้งต่อนาที ความเร็วขากรรไกรขณะอ้ามีค่ามากกว่าความเร็วขณะหุบขากรรไกร อัตราเร็วหุบขากรรไกรจะลดลงเมื่อซี่ฟันสัมผัสก้อนอาหาร และก่อนที่ซี่ฟันจะสัมผัสกันเอง อัตราเร็วการเคลื่อนขากรรไกรล่างมีพิสัยระหว่าง 64 ถึง 135 มิลลิเมตรต่อวินาที (Bates et al., 1975b) แต่เมื่อมีซี่ฟันหายไปหรือเมื่อใส่ฟันปลอมทั้งปาก ดูประหนึ่งว่า อัตราเร็วการเคี้ยว จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ดีหากความเสถียรและความแนบฟันปลอมไม่ดี อัตราเร็วการเคี้ยวอาจลดลง

จำนวนครั้งที่เคี้ยวก่อนกลืนมีค่าหลากหลายในแต่ละบุคคล และอาจแปรเปลี่ยนได้ หากเร่งรีบระหว่างมื้ออาหาร (Rugh, 1972) อัตราเร็วการเคี้ยว (ความเร็วขากรรไกรล่าง) แรงเคี้ยว และจังหวะหยุดชั่วขณะระหว่างก้อนอาหารแตกขณะบดเคี้ยวของบุคคลหนึ่งๆ นั้น แปรเปลี่ยนต่างกัน

<u>ประสิทธิภาพบดเคี้ยว</u>

หน้าที่หลักของการเคลื่อนบดเคี้ยว คือ การทำให้ก้อนการเล็กลง จนสามารถกลืนและย่อยได้ ประสิทธิภาพบดเคี้ยวที่วัดจากบุคคลหนึ่งๆ คือ ความสามารถที่ทำให้ก้อนอาหารเล็กลง ทั่วไปแล้วกรรมวิธีวัด มักวัดโดยร่อนชิ้นตัวอย่างอาหารผ่านตะแกรง หมายความว่า เมื่อบุคคลผู้ทดลองนั้นบดเคี้ยวและคายออกโดยไม่มีการกลืน ประสิทธิภาพการเคี้ยวลดลงเมื่อสูญเสียจำนวนซี่ฟัน และทั่วไปแล้ว กลุ่มผู้ป่วยผู้ใช้ฟันปลอมทั้งปากมีค่าประสิทธิภาพการเคี้ยวต่ำ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ชายอายุมากมีสมรรถนะการเคี้ยว

ดีกว่าชายอายุน้อยแม้สภาวะซี่ฟันจะเป็นแบบเดียวกัน อาจอนุมานได้ว่าเป็นเพราะพื้นที่สัมผัสบดเคี้ยวมีพัฒนาการ หรือมีการเปลี่ยนแปลงโดยการสึกของซี่ฟัน (Dahlberg, 1943)

เมื่อสูญเสียซี่ฟันไปและหากไม่ใส่ทดแทน ประสิทธิภาพการเคี้ยวจะลดลง (Carlsson, 1984) ประเด็นน่าสนใจคือ เมื่อฟันที่ใช้บดเคี้ยวสูญเสียไปผู้ป่วยมีแนวโน้มจะเคี้ยวนานขึ้น แต่กลับกลืนชิ้นอาหารที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม และเป็นเรื่องโชคดีว่ามีผลกระทบน้อยต่อประสิทธิภาพย่อยอาหาร อาจเป็นเพราะผู้ใส่ฟันปลอมทั้งปากและผู้สูญเสียซี่ฟันมากซี่ มีปัจจัยที่มีนัยเหนือกว่า นั่นคือการหลีกเลี่ยงอาหารแข็งหรือเหนียว ทั่วไปแล้วอาหารเหนียวเป็นสิ่งปกติที่ผู้ป่วยกลุ่มนี้หลีกเลี่ยงอยู่แล้ว เพราะว่าเคี้ยวยาก หรือเคี้ยวไม่สบายนั่นเอง อย่างไรก็ตาม การหลีกเลี่ยงนี้ อาจนำไปสู่ภาวะทุโภชนาการ (Österburg and Stan, 1982)

ยังไม่เป็นที่ชัดเจนว่าประสิทธิภาพการเคี้ยวของซี่ฟันทรงกายวิภาค และซี่ฟันไร้กายวิภาค ในงานฟันปลอมถอดได้มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เป็นที่ประจักษ์ชัดว่าลักษณะร่องลึกบนด้านบดเคี้ยวหรือรางร่องต่างๆ บนซี่ฟันได้ช่วยเสริมสมรรถนะบดเคี้ยว ฐานฟันปลอมที่แนบ มีความนิ่งเสถียร และมีขอบเขตฐานขยายที่เหมาะสม เป็นสิ่งจำเป็นต่อประสิทธิภาพการเคี้ยวในงานฟันปลอมทั้งปาก ยังมีรายงานด้วยว่า ผู้ใส่ฟันปลอมทั้งปากสามารถเพิ่มสมรรถนะบดเคี้ยวได้ หลังจากใส่ฟันและปรับตัวได้แล้วด้วยช่วงเวลาหนึ่ง (Bate et al., 1976)

อีกปัจจัยหนึ่ง นอกเหนือจากซี่ฟันที่นับว่ามีอิทธิพลต่อการเคี้ยว คือ การร่วมทำงานประสานกันของขากรรไกร ลิ้น และการขยับกล้ามเนื้อใบหน้าที่สามารถเกิดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ทั้งนี้ก็เพื่อคงตำแหน่งก้อนอาหารระหว่างซี่ฟันไว้ให้ได้ ลิ้นเป็นปัจจัยที่ทำให้ก้อนอาหารเปียก และเป็นอวัยวะที่บอกว่าพร้อมกลืนได้แล้วหรือไม่ มีรายงานหนึ่งพบว่ามีความต่างอย่างชัดเจนในกลุ่มบุคคลผู้มีประสิทธิภาพบดเคี้ยวเท่าๆ กัน ในแง่การเคี้ยวให้ชิ้นอาหารเล็กลง บางคนเคี้ยวจนเป็นชิ้นละเอียด บ้างก็เคี้ยวพอกลืนได้เท่านั้น (Carlsson, 1974)

<u>พัฒนาการและการเรียนรู้บดเคี้ยว</u>

เรื่องนี้เป็นเรื่องน่าสนใจอย่างยิ่ง ทฤษฎีหนึ่งที่กล่าวถึงพัฒนาการการเคลื่อนบดเคี้ยว คือ การขยายผลปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมาจากการดูด การดูดอาหารเป็นประสบการณ์แรกของทารกที่เกิดขึ้นจากการ

ป้อนอาหาร ดังที่มีคุณสมบัติของประสาทกล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อการดูดมาแต่กำเนิด การดูดเกี่ยวพันกับจังหวะที่ขากรรไกรขยับขึ้นบนลงล่าง ดังเช่นการเคลื่อนบดเคี้ยว ซึ่งกิริยาทั้งสอง ต่างมีสัมพันธ์กับลิ้นและกล้ามเนื้อใบหน้าเช่นกัน ลิ้นและขากรรไกร (ที่ไร้ฟัน) เป็นอวัยวะที่ใช้กดหัวนมเข้ากับเพดานปาก เพื่อทำให้เกิดแรงดูด และให้น้ำนมหลั่งออก การดูดอาจมีบทบาทน้อย เช่นเดียวกับน้ำนมที่คัดหลั่งออกมาเองจากท่อส่งน้ำนม โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อเซลล์ที่ผิวต่อมที่สนองตอบต่อการกระตุ้นที่หัวนม (Jenkins, 1966)

ทฤษฎีค้าน กล่าวว่าการเคี้ยวคือ การขยายผลและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมวงจรธรรมชาติการดูดและการประสานกล้ามเนื้อใบหน้า ลิ้น และการเคลื่อนขากรรไกร ทฤษฎีนี้ให้ความเห็นว่า การดำเนินของรูปแบบกลาง (central pattern generator) เริ่มขึ้นจากกิจกรรมจังหวะ คือจังหวะเวลาขณะดูด ลิ้นขากรรไกรเคลื่อนขยับ และต่อมาเมื่อฟันงอก จะเริ่มมีหน่วยสัมผัสย้อนกลับปรากฏ (sensory feedback - ดังที่รับรู้ว่ามีชิ้นอาหารแข็งใส่ในปากแล้ว) จากนั้นพัฒนาการจึงเกิดขึ้น ดังเป็นข้อสังเกตจากทารกในประเด็นความไม่ประสานสอดคล้องของหน่วยอวัยวะต่างๆ เมื่อพยายามจะเคลื่อนเคี้ยวในระยะเริ่มแรก ซึ่งดูจะเป็นแนวโน้มที่สนับสนุนทฤษฎีนี้

ฟันที่งอกและสบสัมผัสกัน ถูกกล่าวว่า เป็นปัจจัยสำคัญแรกเริ่มของการเรียนรู้บดเคี้ยว อย่างไรก็ดีเด็กๆ ที่ไร้ฟันแต่กำเนิด (โดยพันธุกรรมบกพร่อง) สามารถเรียนรู้บดเคี้ยวได้ เรื่องนี้แสดงว่า ซี่ฟันไม่ใช่ปัจจัยจำเป็นสูงสุด

ทฤษฎีอื่น กล่าวว่า การเคลื่อนบดเคี้ยว มีฐานพัฒนาพฤติกรรมที่ต่างจากการดูดอย่างแยกจากกัน ดังที่มีทัศนะสนับสนุนจากการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า รูปแบบทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีส่วนเชื่อมต่อกับบางขั้นตอนของการงอกของฟัน (Dubner et al., 1978) ทฤษฎีนี้ยังกล่าวด้วยว่า ทารกสามารถดูดได้อีกนานแม้ได้เรียนรู้บดเคี้ยวแล้ว ผู้ใหญ่ก็เช่นกัน ยังมีความสามารถการดูด ดังนั้นแสดงว่าพฤติกรรมทั้งสองเป็นเรื่องแยกจากกัน แม้จะสัมพันธ์กันก็ตาม

ลักษณะเคลื่อนเคี้ยวในเด็กอายุน้อยที่ยังมีฟันน้ำนม แตกต่างจากรูปแบบของผู้ใหญ่ เด็กอายุน้อยใช้ลักษณะเคลื่อนไถลด้านข้างแนวระนาบขณะอ้า เพื่อเคลื่อนขากรรไกรเข้าสู่ด้านทำงาน ลักษณะเคลื่อนเคี้ยวนี้เปลี่ยนไปสู่รูปแบบผู้ใหญ่ เมื่อย่างเข้าสู่วัย 10-12 ขวบ (Wickwire et al., 1981) การงอกของฟันตัดหน้า ซี่ที่เป็นฟันแท้ซึ่งเกิดในช่วงเวลานี้ ได้ถูกเสนอเป็นเหตุผลว่า เป็นตัวแทนของรูปแบบเคลื่อนเคี้ยวของผู้ใหญ่ สิ่งต่างชัดเจน คือ สัมพันธ์แนวนำฟันหน้าในชุดฟันน้ำนม มีค่าระยะเหลื่อมดิ่ง ที่แคบกว่าชุดฟันแท้

ดังที่เชื่อกันว่าความชันแนวนำฟันหน้าของชุดฟันแท้ มีค่ามากกว่าฟันน้ำนม สิ่งนี้เป็นปัจจัยประกอบที่ลดระยะทางเคลื่อนข้าง เรื่องนี้ได้หลักฐานสนับสนุนจากการวัดลักษณะเคลื่อนเคี้ยวในกลุ่มผู้ใหญ่ กล่าวคือ กรณีผู้มีลักษณะฟันหน้าสบเปิด (เป็นผลให้ไม่มีแนวนำด้านหน้า) ในรายงานพบว่า รูปแบบเคลื่อนเคี้ยวในกลุ่มบุคคลนี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับเด็กที่มีชุดฟันน้ำนมอย่างมาก (Gibbs and Lundeen, 1982)

เมื่อฟันธรรมชาติถูกทดแทนด้วยฟันปลอมทั้งปาก ปัจจัยใหม่ๆ หลายประการจะมีบทบาท และอาจมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อการเคลื่อนบดเคี้ยว เช่น การขยับของฐานฟันปลอม การเข้ามาเกี่ยวข้องโดยลิ้นและกล้ามเนื้อใบหน้า ความเสถียรฟันปลอม การลดพื้นที่รองรับแรงเคี้ยว และการเปลี่ยนแปลงมิติดิ่งสบฟัน เป็นต้น ด้วยข้อปัจจัยหลายหลากที่เปลี่ยนแปลงได้เหล่านี้ เราควรคาดการณ์ความต่างอย่างมีนัยของพฤติกรรมการเคี้ยวในผู้ป่วยผู้ใส่ฟันปลอมทั้งปาก อีกประการหนึ่ง โดยความเป็นจริงนั้น ค่าเฉลี่ยรูปแบบลักษณะบดเคี้ยวของผู้ใส่ฟันปลอมทั้งปากดูจะไม่คงที่มากกว่าผู้ป่วยที่มีฟันธรรมชาติ สิ่งนี้น่าจะเป็นผลพวงมาจากการเคลื่อนขยับของฐานฟันปลอม การเปลี่ยนรูปเยื่ออ่อนใต้ฐานฟันปลอมจากการกดดันขณะบดเคี้ยว เช่นเดียวกับการเข้ามาแทนที่ของลิ้น (ขนาดลิ้นใหญ่ขึ้น) และกล้ามเนื้อรอบช่องปากที่มีผลต่อแรงยึดฟันปลอม เป็นต้น รูปแบบวงจรการเคี้ยว หรือวงเคี้ยวในผู้ป่วยฟันปลอมทั้งปากนั้น ดูประหนึ่งได้รับอิทธิพลจากความชันปุ่มฟันเช่นกัน (Drago, 1981) ปัจจัยพื้นฐานนั้นต่างกับเหตุที่เกิดกับกับผู้ป่วยผู้มีฟันธรรมชาติ นั่นคือ ผู้มีฟันธรรมชาติมีธรรมชาติการหุบขากรรไกรที่ถูกนำทางโดยพื้นผิวด้านบดเคี้ยวของฟันหลัง

อัตราเร็วบดเคี้ยวในผู้ป่วยฟันปลอมทั้งปาก มีค่าเกือบเท่ากับบุคคลผู้มีฟันธรรมชาติ กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 80 วงจรเคี้ยวต่อนาที (Bate et al., 1975b) แรงเคี้ยวและประสิทธิภาพการเคี้ยวในบุคคลผู้ใช้ฟันปลอมทั้งปาก มีค่าต่ำกว่าบุคคลผู้มีฟันธรรมชาติมาก

<u>ระบบประสาทที่ควบคุมการเคี้ยว</u>

นักสรีระวิทยารุ่นแรกๆ ที่ศึกษาการเคี้ยวเสนอความเห็นว่า กลไกควบคุมได้มาจากการตอบสนองอัตโนมัติ ทฤษฎีการตอบสนองอัตโนมัติที่เสนอโดย เชอริงตัน (1917) มีฐานอยู่ที่การตอบสนอง “อ้าขากรรไกรอัตโนมัติ” (jaw-opening reflex) ดังที่เขาศึกษาสาธิตด้วยการกระตุ้นช่องปากแมวทดลองที่ตัดสมองออก เขาเสนอว่า การตอบสนองอ้าขากรรไกรอัตโนมัติที่เกิดควบคู่ไปกับการตอบสนองหุบขากรรไกรจะคงไว้ซึ่งการเคลื่อนบดเคี้ยวหลังจากหุบขากรรไกรโดยตั้งใจ ต่อมาคณะทำงานวิจัยได้ควบรวม “การ

ตอบสนองหุบขากรรไกรอัตโนมัติ (jaw-closing reflex)" เข้ากับทฤษฎีที่เกี่ยวพันกับ "การคืนการหุบขากรรไกร" (rebound closure) หรือเรียกอีกชื่อว่า กลไกของ เชอริงตัน (Sherington's mechanism) ดังหลักฐานที่แสดงโดยใช้ไฟฟ้ากระตุ้นผิวสมองแล้วทำให้เกิดการเคี้ยว ดังนั้นด้วยรูปแบบที่เรียบง่ายที่สุด กลไกตอบสนองอัตโนมัติการบดเคี้ยว ควรควบรวมเข้ากับการเริ่มต้นกิริยา ที่เป็นผลอิทธิพลจากผิวสมองที่สั่งการอ้าปาก สั่งการยืดออกของมัดกล้ามเนื้อบดเคี้ยว สั่งการอ้าและหุบขากรรไกรอัตโนมัติ และกิริยาอื่นๆ จนกระทั่งถึงเรื่องประเด็นสั่งการกลืน

ทฤษฎีที่ใหม่กว่า และเป็นที่ยอมรับทั่วไป ว่าด้วยกลไกควบคุมการเคลื่อนเคี้ยว ได้กล่าวว่า รูปแบบวงจรเคลื่อนเคี้ยวเป็นผลมาจากประสาทส่วนกลางที่มีตำแหน่งอยู่ที่ก้านสมอง และยังสามารถสั่งการได้ แม้จะไม่มีสัญญาณข้อมูลจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ในช่องปากก็ตาม (Lund, 1976) รูปแบบคลื่นสัญญาณส่งออกที่คล้ายกันนี้ เป็นรู้จักกันว่าควบคุมกระบวนการของวงจรทำงานหลายชนิดในสัตว์

ข้อสนับสนุนรูปแบบสัญญาณควบคุมกลาง (central pattern generator) ได้มาจากการศึกษาจังหวะเคี้ยว และกิริยาเคลื่อนเคี้ยวที่แสดงออกในสัตว์หลายชนิดและในมนุษย์ ที่ได้ถูกทำให้ไร้ความรู้สึกบริเวณเหงือก เยื่อปริทันต์ และข้อต่อขากรรไกรโดยยาชา อิทธิพลจากยาชาจะลดความสามารถควบคุมก้อนอาหาร แต่การเคลื่อนเป็นวงจรบดเคี้ยวนั้นมิได้ถูกกระทบแต่ประการใด มีการทดลองอื่นได้แสดงให้เห็นว่า แม้จะใช้วิธีการเคมีสกัดประสาทกล้ามเนื้อ (neuromuscular blocker) สกัดกิจกรรมสัญญาณเส้นประสาทสั่งการเคลื่อนขยับกล้ามเนื้อไดแกสตริก และแมสซิเตอร์ กล้ามเนื้อเหล่านั้นยังแสดงคลื่นสัญญาณไฟฟ้าและบดก้อนอาหารได้ แสดงว่ากิจกรรมเคลื่อนเคี้ยวยังคงมีได้ มิได้ถูกขัดขวางจากการตัดสัญญาณด้วยสารเคมี (Dellow and Lund, 1971) มีงานทดลองในลิง ที่ถูกตัดกลุ่มนิวเคลียสประสาท มีเซนเซฟาลิก และไตรเจมินัล ที่ยังแสดงให้เห็นว่า จังหวะบดเคี้ยวสามารถเกิดขึ้นได้ หลักฐานนี้แสดงว่าข้อมูลสัญญาณจากมัดใยประสาทที่กล้ามเนื้อ (muscle spindles) ที่ควบคุมการยืดกล้ามเนื้อบดเคี้ยวไม่ได้เป็นปัจจัยกำหนดการเคลื่อนบดเคี้ยว (Goodwin and Luschei, 1974) นั่นหมายความว่า นิวเคลียสของประสาท มีเซนเซฟาลิก นั้น รับสัญญาณข้อมูลที่ส่งมาจากมัดใยประสาทที่กล้ามเนื้อ ที่เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อบดเคี้ยว และบางส่วนเป็นสัญญาณข้อมูลจากหน่วยรับเชิงกลของเยื่อปริทันต์

แม้แนวคิดเรื่องรูปแบบสัญญาณควบคุมจากก้านสมอง ได้เป็นที่ยอมรับแล้วก็ตาม อีกประเด็นหนึ่งเรายังรู้ด้วยว่า สัญญาณกระตุ้นจากส่วนรอบๆ (peripheral stimuli) ได้รับการพิจารณาว่า มีอิทธิพลต่อ

ธรรมชาติการเคลื่อนเคี้ยวด้วย ทั้งนี้รู้จากการสังเกตมานานแล้วว่า หากกัดวัตถุแข็งโดยไม่ได้ตั้งใจ ลักษณะที่ขัดจังหวะวงจรเคลื่อนเคี้ยว ทำให้เกิดการตอบสนองอัตโนมัติ อ้าขากรรไกร การตอบสนองอัตโนมัตินี้เอง เดิมคิดเข้าใจกันว่ารวดเร็ว เป็นการอ้าปากอัตโนมัติของขากรรไกรที่สนองต่อสิ่งกระตุ้นเจ็บ แต่เมื่อศึกษาเพิ่มเติม กลับให้ความเห็นว่า แม้ว่ากิจกรรมกล้ามเนื้อหุบขากรรไกรถูกขัดขวาง การสะท้อนอ้าปากอัตโนมัติของขากรรไกรก็มิได้เกิดขึ้นจริง (Gibbs and Suit, 1973) ดังนั้น หน่วยรับสัญญาณหลายตำแหน่งจึงมีส่วนร่วมส่งสัญญาณประสาทย้อนกลับ ไปสู่แหล่งกำเนิดสัญญาณควบคุมการเคลื่อนเคี้ยว หน่วยรับต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่ หน่วยรับเชิงกลของเยื่อปริทันต์ หน่วยรับความเจ็บปวดหลายชนิด ที่ฝังตัวทั่วไปอยู่ในช่องปาก หน่วยรับที่ข้อต่อขากรรไกร หน่วยรับที่อวัยวะเอ็นกอลไจ (Golgi tendon organs) และหน่วยมัดใยประสาทที่กล้ามเนื้อ เป็นต้น

ปรากฏหลักฐานเรื่องวงจรป้อนกลับสัญญาณบวก ที่เป็นกลไกปรับรูปแบบเคลื่อนเคี้ยวในผู้ใหญ่ และระดับกำลังแรงกัด ว่าสามารถรับอิทธิพลจากความหนืด ความแข็งอาหารที่บดเคี้ยวด้วย ดังปรากฏว่า เมื่อขากรรไกรเริ่มหุบ และจะกัดบนก้อนอาหารแข็ง ค่าตัวเลขสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อยังคงมีค่าต่ำ ครั้นเมื่อก้อนอาหารเริ่มแตกออกเป็นชิ้น และเมื่อฟันสัมผัสกัน สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจะสูงขึ้นอย่างฉับพลัน เมื่อการเคลื่อนเคี้ยวดำเนินต่อไป และเมื่อก้อนอาหารเริ่มนิ่ม ค่าสัญญาณที่ขึ้นสูงของกิจกรรมไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขณะหุบขากรรไกรนั้นจะลดต่ำลง

รูปแบบสัญญาณควบคุมกลางจะยังคงทำให้กล้ามเนื้อบดเคี้ยวทำงานเป็นวงจรได้ แม้ในภาวะที่ไร้สัญญาณย้อนกลับจากสมองในสัตว์ทดลอง ได้พบว่าขณะบดเคี้ยวมีปฏิสัมพันธ์ของสัญญาณนำเข้าจากอวัยวะโดยรอบ สู่ผิวสมอง และสู่ก้านสมอง ซึ่งเป็นส่วนที่ส่งสัญญาณควบคุม ที่ควบคุมความซับซ้อนการเคลื่อนบดเคี้ยว ดูประหนึ่งว่า แง่มุมหลายปัจจัยของการเคลื่อนบดเคี้ยว ดังเช่น การเคลื่อนของลิ้น และการเคลื่อนข้างขากรรไกรนั้น อ่อนไหวจากการปรับเปลี่ยนภาวะโดยรอบอื่น การเคลื่อนบดเคี้ยวนั้นเป็นมากกว่าแค่การเคลื่อนเบื้องต้นคือ การอ้า และหุบขากรรไกร

ความรู้ที่มีน้อยนิดขณะนี้คือ แหล่งกำเนิดสัญญาณกลางควบคุมการบดเคี้ยวที่แน่นอนนั้น อยู่ที่ใด และธรรมชาติของมันเป็นอย่างไร เดิมทีคิดกันว่าตำแหน่งนั้นน่าจะอยู่ที่ แหล่งกำเนิด เร็กติคูลา ที่มีตำแหน่งในพอนส์ ซึ่งอยู่ใกล้กับส่วนส่งคำสั่งเคลื่อนขยับกล้ามเนื้อ และส่วนรับความรู้สึกที่ซับซ้อน (sensorimotor complex) ของกลุ่มประสาท ไตรเจมินัล (Hannam, 1979)

ระบบสัญญาณประสาทที่ส่งตรงลงล่างไปยังอวัยวะเป้าหมาย มีอิทธิพล และมีความสำคัญ ทั้งนี้เพื่อกำหนดว่า ผลจำเพาะจากการกระตุ้นที่เกิดจากรอบข้างควรมีมากเท่าใด จากวิถีนำสัญญาณดังกล่าวนี้เอง จึงเป็นกลไกช่องทางนำพาข้อมูลความรู้สึกอื่นๆ ด้วย ส่วนสมองนั้นเป็นเพียงช่องสัญญาณที่เปิดทิ้งไว้สำหรับรับสัญญาณข้อมูลที่เป็นอันตราย ซึ่งสมองเองจะปิดช่องสัญญาณโดยการหยุดยั้งก่อนถึงจุดซินแนพที่เป็นส่วนเชื่อมสัญญาณ (presynaptic inhibition) ในปี 1974 ได้มีรายงานว่า ความไวสัมผัสของซี่ฟันในมนุษย์ลดลงอย่างเห็นได้ชัดระหว่างการเคลื่อนบดเคี้ยว (Öwall and MØller, 1974) นั่นหมายความว่าความสามารถจากสิ่งกระตุ้นทั้งหลายที่จะเป็นเหตุให้เปลี่ยนพฤติกรรมการเคี้ยวนั้น ขึ้นกับสิ่งกระตุ้นที่เหมาะสม ที่เกิดขึ้นในช่วงขั้นตอนวงจรเคี้ยว (Lund and Olsson, 1983)

กล่าวโดยสรุป เรื่องการเคลื่อนบดเคี้ยวนั้น นับเป็นกิจกรรมซับซ้อนทางประสาทสรีระ ที่คิดกันว่าแยกตัวเป็นอิสระออกจากสัญญาณควบคุมกลางของประสาทส่วนกลาง ซึ่งสัญญาณควบคุมกลางนี้ทำหน้าที่มากมายเกี่ยวกับการวางรูปแบบกิจกรรมกล้ามเนื้อ การเคลื่อนเคี้ยวได้เริ่มต้นมีขึ้นได้ และอาจถูกปรับเปลี่ยนกิริยาได้ โดยอิทธิพลจากผิวสมอง ด้วยเหตุนี้การสนองกลับด้วยสัญญาณประสาท จากหน่วยใดๆ ที่อยู่โดยรอบ จึงมีความสำคัญต่อการปรับเปลี่ยน และส่งผลสำคัญต่อการทำงานอย่างสอดประสานของกิจกรรมบดเคี้ยวนั้นๆ ผลลัพธ์จากสัญญาณประสาทโดยรอบข้างนั้นขึ้นกับสภาวะวงจรจังหวะเคลื่อนเคี้ยว

<u>กิจกรรมกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนบดเคี้ยว</u>

ผลศึกษากิจกรรมกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนบดเคี้ยวเกิดอย่างสัมฤทธิ์ผลได้ ก็ด้วยวิธีทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ลักษณะจำเพาะนี้คือ ขั้วไฟฟ้าต่างๆ จะถูกยึดติดบนกล้ามเนื้อบดเคี้ยวหลายมัด และลักษณะสัญญาณจากกล้ามเนื้อเหล่านั้นจะต้องถูกบันทึกอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกัน (MØller, 1966) นับเป็นเรื่องสำคัญ ที่บันทึกสัญญาณกิจกรรมทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อเกิดจากจังหวะที่มัดกล้ามเนื้อหดตัวแต่เพียงประการเดียว กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ อาจไม่ได้หมายความว่าสัญญาณที่บันทึกได้ มาจากมัดกล้ามเนื้อเหล่านั้นยืดหดตัว แต่อาจได้สัญญาณขณะมัดกล้ามเนื้อเหล่านั้นทำงานอย่าง ไอโซเมตริก (isometric - ไม่เปลี่ยนความยาว) และอาจได้สัญญาณเพราะมัดกล้ามเนื้อเหล่านั้นทำงานอย่าง ไอโซโทนิก (isotonic - ไม่เปลี่ยนแรงตึง) กล้ามเนื้อก็ยังคงส่งสัญญาณไฟฟ้าได้ บ่อยครั้งมีกล้ามเนื้อมัดตรงข้ามได้ทำงานไปพร้อมกัน

เช่นกัน เพื่อควบคุมและทำให้มีความเสถียรขากรรไกร ประเด็นเหล่านี้เป็นผลให้สัญญาณที่ต้องการจะแปลผลถูกบดบังได้ อย่างไรก็ดี เมื่อขากรรไกรขยับเคลื่อนอย่างราบรื่นเป็นระบบ ผลบันทึกกิจกรรมไฟฟ้ากล้ามเนื้อจึงจะถูกใช้ประโยชน์เพื่อศึกษาบทบาทกล้ามเนื้อแต่ละมัดขณะบดเคี้ยวได้ กล้ามเนื้อที่ใช้อ้าขากรรไกรประกอบด้วย กล้ามเนื้อไมโลไฮออยด์ ไดแกสตริกส่วนหน้า และเทอริกอยด์ส่วนข้าง กล้ามเนื้อกลุ่มนี้มีแนวโน้มถูกรวมไว้ในรายชื่อเก่า นอกจากนี้ยังมีกล้ามเนื้ออื่นเพิ่มอีก กล่าวคือ กลุ่มกล้ามเนื้อไมโลไฮออยด์ ที่ยังต้องคงทำงานเพื่อยึดกระดูกไฮออยด์ไว้ให้เสถียร ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้กลุ่มกล้ามเนื้ออ้าขากรรไกรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับกล้ามเนื้อเทอริกอยด์ส่วนข้าง (lateral pterygoid) ได้มีส่วนกิจกรรมด้วย ดังมีรายงานว่ามีผลต่อการหุบขากรรไกร การเคลื่อนข้าง และการเคลื่อนยื่นขากรรไกร และนอกจากนี้ยังมีรายงานที่แสดงว่า ที่ส่วนหัวทั้งสองปลายของกล้ามเนื้อเทอริกอยด์ส่วนข้าง ได้แสดงกิจกรรมทำงานอย่างเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ดังที่เกี่ยวพันกับกิจกรรมหลายประการของกล้ามเนื้อมัดนี้

สัมพันธ์เชิงเวลาของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ที่เกิดกับมัดกล้ามเนื้อบดเคี้ยวขณะมีกิจกรรม และเกิดวงจรการเคี้ยว ได้แสดงในภาพ 7-12b จากภาพสัญญาณ แปลความได้ว่า ที่ด้านทำงาน กล้ามเนื้อเท็มโพรัลลิสส่วนหน้า จะเริ่มหดตัวเล็กน้อยก่อนกล้ามเนื้ออื่นๆ เข้าใจกันว่ากล้ามเนื้อเท็มโพรัลลิสส่วนหน้า มีบทบาทสำคัญมากกว่ากล้ามเนื้อยกขากรรไกรอื่นๆ ก็เพราะกิจกรรมหดตัวนั้น เกิดเกือบพร้อมกันทั้งสองข้าง เชื่อกันว่า กล้ามเนื้อเท็มโพรัลลิสส่วนหลัง มีส่วนสำคัญต่อการเคลื่อนข้างขากรรไกรเช่นกัน เช่นเดียวกับที่ทำหน้าที่หุบขากรรไกร กล้ามเนื้อเท็มโพรัลลิสส่วนหลังของด้านที่ไม่ได้ทำงานบดเคี้ยว มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนขากรรไกรเข้าทางด้านใกล้กลางระหว่างวงจรหุบขากรรไกร ส่วนกล้ามเนื้อแมสซิเตอร์ถูกพิจารณาว่า เป็นกล้ามเนื้อหลักที่เกี่ยวข้องกับค่าความแรงบดเคี้ยว เพราะระดับค่าสัญญาณกิจกรรมไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีค่าสูงมากที่ด้านทำงาน อย่างไรก็ดี กลุ่มกล้ามเนื้อด้านไม่ทำงานบดเคี้ยว เริ่มกิจกรรมก่อน และยังคงไว้ซึ่งกิจกรรม (ทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อ) นานกว่าขากรรไกรด้านที่บดเคี้ยวทำงาน สำหรับกล้ามเนื้อ มีเดียลเทอริกอยด์ ทำหน้าที่เริ่มหุบขากรรไกร กิจกรรมกล้ามเนื้อมัดนี้เกิดอย่างใกล้เคียงและคู่ขนานไปกับกล้ามเนื้อแมสซิเตอร์ และช้ากว่ากิจกรรมของส่วนหน้ากล้ามเนื้อเท็มโพรัลลิส ราว 100 ส่วนของวินาที

ที่ด้านบดเคี้ยวทำงาน มัดกล้ามเนื้อเทอริกอยด์ด้านข้าง มีอิทธิพลระยะแรกที่จังหวะอ้าปาก แต่หลังจากนั้น กล้ามเนื้อด้านไม่ได้บดเคี้ยวทำงานจึงเข้ามามีอิทธิพล โดยเริ่มจากขยับขากรรไกรล่างด้านทำงานเข้าทางด้านใกล้กลาง และจากนั้นจึงช่วยหุบยกขากรรไกร หลังจากมีสัมผัสด้านบดเคี้ยวตำแหน่ง

แรก กลุ่มกล้ามเนื้อด้านบดเคี้ยวทำงานยังคงช่วยหุบยกขากรรไกร และนำขากรรไกรเคลื่อนเข้าทางใกล้กลางเข้าสู่ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟัน

กล้ามเนื้อไดแกสตริกส่วนหน้า จะมีกิจกรรมในช่วงอ้าขากรรไกร อย่างไรก็ดี บางครั้งกิจกรรมก็ปรากฏโดยตลอดวงจรบดเคี้ยว สำหรับกล้ามเนื้อไมโลไฮออยด์ มีกิจกรรมคล้ายกับกล้ามเนื้อไดแกสตริก แต่มีบ่อยครั้งเกิดการกระตุกไม่ราบรื่นบ่อยๆ ซึ่งบางทีอาจเกี่ยวพันกับการขยับลิ้น สำหรับกลุ่มกล้ามเนื้อลิ้นมีกิจกรรมที่ชัดเจน และมีความสำคัญยิ่งต่อจังหวะการป้อนอาหารสู่ฟัน เพื่อให้กล้ามเนื้อบดเคี้ยวเริ่มทำงาน อย่างไรก็ตาม กิจกรรมของกล้ามเนื้อลิ้นยังคงเป็นที่รู้จักเข้าใจน้อยในปัจจุบัน

[เพื่อความเข้าใจ ควรศึกษาภาพประกอบในบทที่ 7 ที่มิได้แทรกไว้ในบทนี้ และรายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติม]

<u>บทสรุป และนัยทางคลินิก</u>

บางทีเหตุผลสำคัญที่สุด ที่ทันตแพทย์คงรักษาไว้ซึ่งฟันธรรมชาติ และหรือ ทดแทนซี่ฟันที่สูญเสียไปก็เพื่อทำให้ผู้ป่วยคงสภาพสามารถบดเคี้ยวได้ดี ดังได้อภิปรายในบทนี้ว่า การเคลื่อนบดเคี้ยวเป็นผลพวงมาจากตำแหน่งและกายวิภาคของซี่ฟัน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มักถูกปรับเปลี่ยนจากกระบวนการทางทันตกรรมต่างๆ แบบ ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นบังคับ ที่ทันตแพทย์ต้องรู้ว่า กระบวนการเคลื่อนบดเคี้ยวเกิดได้อย่างไร พร้อมกับเข้าใจเหตุผล อิทธิพลเชิงตำแหน่ง ของซี่ฟันและรูปกายวิภาคของซี่ฟันเหล่านั้น ความเข้าใจเช่นนี้เอง เป็นเรื่องจำเป็นต่อความมั่นใจ ที่จะทำให้ผลงานกระบวนการทางทันตกรรมต่างๆ นั้นดีขึ้นมากกว่าที่จะไปลดคุณภาพ และลดความสามารถบดเคี้ยวอาหารของผู้ป่วย

ลักษณะสำคัญของการเคลื่อนบดเคี้ยว คือ

1. รูปแบบวงเคลื่อนเคี้ยวในผู้ใหญ่ เมื่อมองจากด้านหน้ามีลักษณะเป็นรูปหยดน้ำตา ด้านบนสุดของการเคลื่อนถูกกำหนดโดยซี่ฟัน การเคลื่อนหุบขากรรไกรเข้าสู่ตำแหน่งสบสับหว่างปุ่มฟัน เป็นผลทำให้ปุ่มฟันข้างแก้มของขากรรไกรล่างที่ด้านบดทำงานเคลื่อนไถลเป็นระยะหนึ่ง บนผิวด้านลาดเอียงด้านลิ้นของปุ่มฟันกรามข้างแก้มในขากรรไกรบน ลักษณะคล้ายกับที่เกิดกับการควบคุมวิถีเคลื่อนเลื่อนถอยและเคลื่อนยื่นขากรรไกรล่าง ให้เข้าสู่ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟัน เมื่อมองในมิติหน้าหลัง

2. ประสิทธิภาพการเคี้ยวสัมพันธ์กับจำนวนซี่ฟันและจำนวนผิวสัมผัส ดังนั้นเรื่องที่ต้องคำนึงก็คือ ผู้ป่วยไม่มีแนวโน้มที่จะเคี้ยวนานขึ้นเพื่อชดเชยพื้นที่ด้านสบที่ลดลง ดังนั้นการคงรักษาซี่ฟันไว้จึงเป็นเรื่องสำคัญ

3. ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีแนวโน้มเคี้ยวทั้งสองซีกขากรรไกร อย่างไรก็ดี หากสูญเสียฟันไป ผู้ป่วยมีแนวโน้มจะเคี้ยวที่ซีกขากรรไกรที่มีสัมผัส และมีจำนวนซี่ฟันมากกว่าอีกซีกของขากรรไกร

4. ประเด็นควรจำที่สำคัญคือ ขากรรไกรล่างไม่ได้เพียงแต่เคลื่อนแนวดิ่ง แต่ยังเคลื่อนไปยังทิศด้านหน้า ด้านหลัง และทิศด้านข้าง ลักษณะและวิถีเคลื่อนแนวระนาบด้านข้างนี่เอง เป็นสิ่งสำคัญยิ่งเมื่อพยายามบูรณะซี่ฟัน ดังตัวอย่างที่แนะนำให้ทำชิ้นบันทึก “ขอบเขตเคลื่อนถอยด้านข้าง” (lateral retruded border registrations – ทั้งซ้ายและขวา) เพื่อใช้ตั้งค่ากับเครื่องจำลองขากรรไกร เพราะว่าข้อต่อขากรรไกรด้านทำงานจะเคลื่อนลักษณะถอยในช่วงเวลาบดเคี้ยว

5. เมื่อใดที่บูรณะฟัน พึงตระหนักว่า แม้แรงบดเคี้ยวจะมีค่าเฉลี่ย 22 กิโลกรัม แต่บุคคลบางคนมีแรงกัดถึง 360 กิโลกรัม การใช้ค่าแรงกัดเหล่านี้เข้าประกอบกับวัสดุบูรณะใดๆ และใช้กับการออกแบบโครงสร้างงานทันตกรรมประดิษฐ์ จึงเป็นเรื่องต้องคิดอย่างรอบคอบ

6. เมื่อวางแผนออกแบบงานทันตกรรมประดิษฐ์ แม้แรงที่เกิดกับชิ้นงานฟันปลอมทั้งปาก มีค่าน้อยกว่าในบุคคลผู้มีฟันธรรมชาติประมาณ 5 เท่า แต่ทันตแพทย์ต้องเผื่อเรื่องความแข็งแรงสำหรับกรณีที่เลวร้ายที่สุด

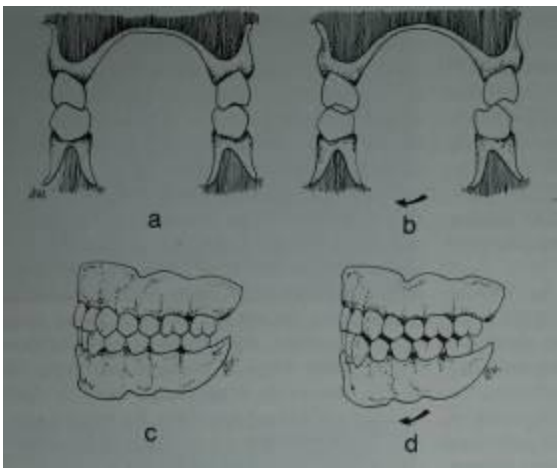
7. ประการสุดท้าย เรื่องเกี่ยวกับการควบคุมการเคลื่อนบดเคี้ยว คือเชื่อว่าการเรียนรู้บดเคี้ยวเกิดขึ้นในช่วงต้นๆ ของชีวิต และถูกควบคุมด้วยรูปแบบสัญญาณจากหน่วยควบคุมกลาง แม้การเคลื่อนเคี้ยวจะถูกเปลี่ยนปรับได้ ด้วยลักษณะสัมพันธ์สบฟันหรือด้านบดเคี้ยว แต่ทว่า รูปแบบทั้งหลายยังคงมีความสัมพันธ์กันอย่างอัตโนมัติ และต้านต่อการเปลี่ยนแปลง จำเพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้ป่วยฟันปลอมทั้งปาก เหตุผลคือ น่าจะเป็นการฉลาดกว่า หากพิจารณาประดิษฐ์งานบูรณะให้เหมาะกับรูปแบบการทำงานขากรรไกร มากกว่าที่จะคาดหวังว่า รูปแบบการทำงานต่างๆ ของขากรรไกรจะปรับตัวเข้ากับชิ้นงานประดิษฐ์บูรณะที่จะถูกสร้างขึ้น

บทที่ ๑๒

<u>แนวคิดเรื่องสบฟัน</u> (Concepts of Occlusion) Norman D Mohl และ Robert M Davidson

ธรรมชาติลักษณะสบฟันในมนุษย์มีแตกต่างกันมาก คำถามคือ ลักษณะสบฟันแบบใดที่พบมากที่สุด และสบสัมพันธ์ใดที่เอื้อประโยชน์ต่อการบดเคี้ยวและเป็นผลดีต่อสุขภาพระบบบดเคี้ยว คำถามนี้มีนัยสำคัญเมื่อทันตแพทย์ปรับเปลี่ยนหรือสร้างลักษณะสบฟันขึ้นใหม่ ประเด็นศึกษาและประเด็นถกเถียงเรื่องสบฟันทั้งการกำหนดแนวคิดและนิยามศัพท์ทั้งหลายยังคงมีอยู่ และคงต่อเนื่องมาจนปัจจุบัน ดังนั้นผู้ศึกษาเรื่อง “สบฟัน” ควรคุ้นต่อประวัติศาสตร์ และเรื่องราวของหลักการทั้งหลายที่เกี่ยวข้อง

ภาพ 12-1 ช่องปากที่ไร้ฟันเมื่อมองจากด้านหน้า



ภาพ 12-2 ฟันปลอมทั้งปากที่มีลักษณะสบดุลอย่างสมบูรณ์ มองด้านหน้าเห็นฟันปลอมชิ้นบนและล่าง ที่ตำแหน่งสบในศูนย์ (a), เมื่อด้านบดทำงานเคลื่อนข้าง การเคลื่อนราบรื่น มีสัมผัสระหว่างปุ่มด้านแก้มต่อปุ่มด้านแก้ม และมีสัมผัสปุ่มด้านลิ้นต่อปุ่มด้านลิ้น (เรียก สบดุลข้ามซี่ฟัน หรือ cross-tooth balance) และที่ด้านไม่ทำงาน ปุ่มฟันด้านลิ้นของฟันในขากรรไกรบน สบสัมผัสกับปุ่มฟันด้านข้างแก้มของซี่ฟันใน

ขากรรไกรล่าง (เรียก สบดุลข้ามโค้งขากรรไกร หรือ cross-arch balance) (b), ชิ้นฟันปลอมเมื่อมองด้านข้างที่ตำแหน่งสบในศูนย์ (c), เมื่อเคลื่อนยื่นขากรรไกร ปลายฟันหน้าบนและล่างสบกันอย่างราบรื่นพร้อมๆ กับมีการสบที่ซี่ฟันหลังของขากรรไกรบนและล่างเช่นกัน (เรียกว่า มีสบดุลเคลื่อนยื่น หรือ protrusive balance) (d)

แม้นักกายวิภาครุ่นแรกๆ เช่น แอนเดรีย วีซาเรียส และจอห์น ฮันเตอร์ ได้กล่าวถึง สัมพันธ์เชิงสถิตต่างๆ แบบ ของฟันธรรมชาติในมนุษย์ แต่เรื่องราวเหล่านี้ยังคงไม่ได้ถูกนำเสนออย่างจริงจัง จนกระทั่งกลุ่มทันตแพทย์ได้เริ่มพัฒนา “แนวคิด” ที่เกี่ยวข้องกับการทดแทนฟันธรรมชาติโดยฟันปลอมทั้งปาก ซึ่งปัญหาเรื่องราวทดแทนซี่ฟันที่สูญเสียมีมานานนับแต่อดีตกาล อย่างไรก็ดี ดูเพิ่งจะเริ่มเมื่อสิ้นศตวรรษที่แล้วที่มีความพยายามยิ่งยวดเพื่อพัฒนา “แนวคิดสบฟัน” ที่ใช้กับฟันปลอมทั้งปาก ในแง่มุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพบดเคี้ยวและทำให้เหมาะต่อความเสถียรฟันปลอม แรงยึด และความงาม ในปี ค.ศ.1928 วอชเบริน (Washburn) บันทึกไว้ว่า “อดีต 75 ปีก่อน เป็นปีที่มีความโดดเด่นของความก้าวหน้าทางทันตกรรม ที่เป็นวิวัฒนาการยิ่งใหญ่ของความคิดเรื่องประเด็นสบฟัน” ความก้าวหน้าเหล่านี้เป็นจริงขึ้นได้โดย “คนทำงานทันตกรรมประดิษฐ์” อดีต เมื่อฟันแท้สูญเสียไปทั้งหมด การรับรู้ตามยุคนั้นเป็นที่เข้าใจว่า ปัญหาคาดหมายที่ยิ่งใหญ่ก็คือ ทำอย่างไรจึงจะสร้างฟันประดิษฐ์ที่ใช้งานได้ ดูภาพ 12-1 ช่องปากที่ไร้ฟัน

ด้วยภาวะไร้ฟันนั้นทันตแพทย์ต้องกำหนดหลายปัจจัย เมื่อประดิษฐ์ซี่ฟันปลอมและชิ้นฟันปลอมนั่นคือ ต้องกำหนดปัจจัยต่างๆ เช่น ตำแหน่งดิ่งของขากรรไกรล่าง สัมพันธ์แนวหน้าหลัง และแนวด้านข้างของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน รูปแบบด้านบดเคี้ยว และตำแหน่งสัมพันธ์สบฟัน ทั้ง “ในศูนย์” (centric) ขณะหุบขากรรไกร และเมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อนเยื้อง (eccentric excursive movements) องค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ต้องถูกสร้างขึ้นโดยปราศจากซี่ฟันธรรมชาติที่คงเหลือ และด้วยภาวะความรู้ของยุคแนวคิดสบฟันระยะแรก เป็นที่ชัดเจนว่า คำถามคล้ายกันอาจถูกหยิบยก เมื่อฟันธรรมชาติต้องถูกบูรณะปรับแต่ง จัดฟัน หรือรักษารูปแบบสบฟันแบบใดๆ แม้ว่าแนวคิดทำนองเดียวกัน อาจประยุกต์ใช้กับทั้งฟันประดิษฐ์ และฟันธรรมชาติ คำถามสำคัญก็คือ ควรหรือ และสามารถหรือ ที่จะประยุกต์เพียงแนวคิดเดียวกับสถานการณ์ทางคลินิกทั้งสองแบบที่ต่างกัน ดังนั้น จำเป็นต้องให้เห็นภาพก่อนว่า ฟันประดิษฐ์ทั้งปากนั้น ซี่ฟันถูกจะจัดวางตัวบนฐานแข็งชิ้นเดียวที่ทาบฟันเยื่ออ่อนของสันเหงือกว่างทั้งในขากรรไกรบนและล่าง ขณะที่ฟันธรรมชาติประกอบด้วยซี่ฟันซี่เดี่ยวๆ ยึดตัวในกระดูกขากรรไกรโดยรากฟันและเยื่อปริ

ทันต์อย่างเป็นอิสระ ด้วยธรรมชาติความจริงนี้เอง จึงเป็นที่น่าเชื่อว่า แนวคิดสบฟันที่นำมาประยุกต์กับงานบำบัดรักษาในสองสถานการณ์นี้บางทีอาจต่างกัน

เนื้อหาส่วนนี้จะพิจารณาฐานที่มาของแนวคิดสบฟันสองแบบ นั่นคือ 1.มีสัมผัสสบดุล (balanced occlusion) และ 2.มีสัมผัสสบปกป้องซึ่งกันและกัน (mutual protection) ดังนั้น เราจะติดตามร่องรอยพัฒนาการของแนวคิดทั้งสอง จากมุมมองเชิงประวัติศาสตร์ ด้วยว่าทั้งแนวคิด “สบดุล” และ “สบปกป้อง” ต่างอ้างถึงสัมพันธ์ใช้งานระหว่างโค้งขากรรไกรทั้งสองได้ และยังได้อธิบายโดยลำดับถึงคุณลักษณ์จำเพาะของการเคลื่อนข้าง และเคลื่อนยื่นเชิงจลน์

“สบดุล” คือรูปลักษณะสบสัมพันธ์ที่ซี่ฟันทั้งหลายในโค้งขากรรไกร เคลื่อนสบบดกับคู่ซี่ฟันตรงข้าม การสบสัมผัสเกิดขึ้นอย่างเท่าๆ กัน โดยตลอดขณะเคลื่อนออกจากศูนย์สบ การเคลื่อนข้างในลักษณะสบดุล หมายความถึง มีสัมผัสสบทั้งด้านทำงาน และด้านไม่ทำงาน โดยตลอดทั้งสองซีกของโค้งขากรรไกร นั่นคือ สัมผัสด้านบดเคี้ยวถูกคงไว้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังขณะขากรรไกรล่างเคลื่อนมาด้านหน้าเมื่อยื่นขากรรไกร

[ข้อสังเกต “ด้านไม่ทำงาน” หรือ non-working side อาจขานเรียก ด้วยศัพท์อื่นได้ เช่น ด้านไม่ได้บดเคี้ยว เหมือนกับคำ “ด้านดุล” ซึ่งเป็นความหมายเชิงวิพากษ์เดียวกัน แต่เมื่อใช้คำ “สบด้านดุล” (balancing contact) มีความหมายว่า เมื่อเคลื่อนเคี้ยว มีซี่ฟันสัมผัสกันในซีกขากรรไกรที่เป็น ด้านไม่ทำงาน หรือมีสัมผัสที่ด้านครึ่งโค้งขากรรไกรที่ไม่ได้เป็นด้านทำงานบดเคี้ยว]

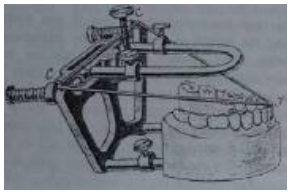
“สบปกป้อง” อาจนิยามได้ว่าเป็นรูปแบบที่เมื่อบดเคี้ยวและเมื่อเคลื่อนแยกขากรรไกร ด้านไม่ทำงานไม่มีสัมผัสสบฟัน ในความหมายนี้ เมื่อเคลื่อนข้าง ด้านไม่ทำงานไม่สัมผัส และเมื่อเคลื่อนยื่นขากรรไกรฟันหลังไม่มีสัมผัสกันด้วย ซี่ฟันที่ทำงาน หรือส่วนลาดชันต่างๆ ของปุ่มฟัน ได้ทำหน้าที่ “ปกป้อง” ซี่ฟันด้านไม่ทำงาน หรือส่วนลาดชันของด้านไม่ทำงานต่างๆ เหล่านั้น

<u>แนวคิดยุคแรก</u>

ทันตแพทย์และนักคณิตศาสตร์ ชื่อ บอนวิลล์ (Bonwill) ได้เริ่มศึกษาการสบฟันในมนุษย์ราวปี ค.ศ.1850 เมื่อปี ค.ศ.1855 เขาได้นำเสนอรายงานฉบับแรกต่อสมาคมทันตแพทย์ ดังมีใจความอธิบายถึง

“เรขาคณิตและกฎเชิงกลของสัมผัสสบฟัน” (geometric and mechanical law of articulation) หลักการเบื้องต้นของทฤษฎีในรายงานนั้น ได้ถูกเน้น และได้รับความเชื่อมั่นเป็นเวลาหลายทศวรรษ และหลักการของ บอนวิลล์ ถือได้ว่าเป็นส่วนที่ให้กรอบอ้างอิงต่อสมมุติฐานต่างๆ ภายหลัง เมื่อคำนึงถึงธรรมชาติสบฟัน

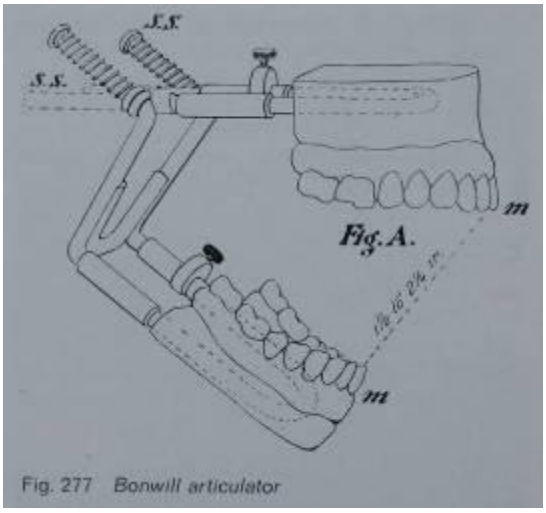
บอนวิลล์ ได้วิเคราะห์ขากรรไกรล่าง และอธิบายในทัศนะของเขาเชิงโครงสร้างภาพเรขาคณิต ด้วยรูปของสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นสามเหลี่ยมที่เกิดจากหัวข้อต่อขากรรไกร (คอนดายล์) ทั้งสองข้าง ที่สร้างสัมพันธ์ (เชิงรูปเรขาคณิต) กับปลายประชิดทั้งสองของฟันตัดหน้าล่างที่กึ่งกลางร่างกาย



[วรรณกรรมบางบท บางตอน กล่าวถึงมาตรวัดเป็น นิ้วฟุต คือ 4 นิ้ว ซึ่งเท่ากับ 10.16 เซนติเมตร]

แนวคิดของเขาเรื่อง “รูปอุดมคติเชิงเรขาคณิต” (geometric ideal) ที่เสนอนั้น ก็เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะทำให้มีสัมผัสสบฟันมากที่สุด ทั้งซี่ฟันกรามน้อย ฟันกรามใหญ่ และขณะเดียวกันที่ปลายตัดฟันหน้าของขากรรไกรทั้งสองให้มีสัมผัสกันขณะเคลื่อนข้างด้วย (Bonwill, 1885) ผลของลักษณะสบดุลนี้เอง มีเพื่อให้กล้ามเนื้อทั้งสองซีกขากรรไกรทำงานกันได้อย่างกลมกลืนกัน และพร้อมกันนั้น แต่ละวงคาบเคี้ยวก็จะได้สัมผัสลักษณะที่มีพื้นที่มากที่สุดขณะบดเคี้ยว และเขายังให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีกด้วยว่า ด้วยเหตุผลเพื่อทำให้แรงกด (ฐานฟันปลอม) เกิดเท่าๆ กัน และเกิดพร้อมกันทั้งสองซีกของโค้งขากรรไกร

ข้ออนุมานนี้ เชื่อกันว่าช่วยลดการขยับกระดก หรือการขยับเลื่อนของชิ้นฟันปลอมทั้งปาก เมื่อใช้งานในช่องปาก



William Gibson Arlington Bonwill and his invention บอนวิลล์และสิ่งประดิษฐ์ของเขา

ก่อนหน้า "กฎต่างๆ" ของบอนวิลล์จะเกิดขึ้น แนวคิดเดิมนั้น เป็นลักษณะสบฟันแบบเดี่ยว [หมายถึงไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการเคลื่อนข้าง ซึ่งเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของกิริยาเคลื่อนขากรรไกร] ศูนย์รวมอยู่ที่ลักษณะบานพับแบบสถิต ซึ่งสิ่งนี้ได้ถูกสะท้อนออกมาในรูปของ "เครื่องจำลองขากรรไกร" (articulator) แบบบานพับธรรมดา ดังปรากฏในช่วงกลางและช่วงปลายศตวรรษที่ 19 สืบเนื่องจากความพยายามของ บอนวิลล์ เพื่อลอกเลียนการเคลื่อนทำงานขากรรไกร และลักษณะกายวิภาค เขาจึงได้พัฒนา "เครื่องจำลองขากรรไกรเชิงกายวิภาค" (anatomical articulator) ขึ้น ลักษณะเครื่องจำลองขากรรไกรนี้เป็นเครื่องกลที่มีองค์ประกอบข้อต่อขากรรไกรแยกเป็นอิสระจากกัน เครื่องกลนี้ถูกพิจารณาว่าเป็นตัวอย่างงานเครื่องกลชิ้นแรก ที่มีการประยุกต์หลักการทางคณิตศาสตร์ต่อปัญหาสบฟัน (Butler and Zander, 1968) และเครื่องมือเชิงกลนี้เอง ได้ใช้เพื่อสนองต่อรูปแบบแนวคิดทฤษฎีนี้เป็นเวลาหลายปี อย่างไรก็ดี เครื่องกลของ บอนวิลล์ มีข้อจำกัด ที่ไม่รวมอิทธิพลของสันนูนกระดูกหน้าข้อต่อขากรรไกร เข้ามาจำลองวิถีเคลื่อนขณะเคลื่อนยื่นขากรรไกรและเคลื่อนข้าง ดังนั้นเมื่อส่วนขากรรไกรล่างของเครื่องกลเคลื่อนมาทางด้านหน้าอย่างสัมพันธ์กับขากรรไกรบน ไม่ปรากฏว่าเครื่องกลของ บอนวิลล์ มีองค์ประกอบส่วนล่างของวิถีคอนดายล์ ดังเป็นปัจจัยจำเป็นที่จะทำเกิดการ "สบดุล" ได้อย่างแม่นยำ ดังที่ วอชเบริน (Washburn, 1925) ได้บันทึกไว้ตอนหนึ่งว่า "หนึ่งในปรากฏการณ์ทางประวัติศาสตร์วิชาชีพทันตแพทย์ก็คือ ไม่มีใครค้นพบว่าซี่ฟันทั้งหลายที่จัดเรียงในเครื่องจำลองขากรรไกรของ บอนวิลล์ ไม่ได้สบ อย่างได้ดุล

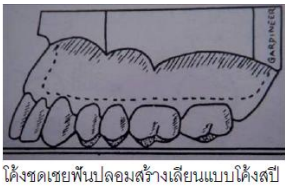
หรือทำให้เกิดสบดุลในปากผู้ป่วยได้จริง” [ข้อสังเกต งานประดิษฐ์เครื่องจำลองขากรรไกรแบบง่ายเครื่องแรก ยกเกียรติให้ แกเรียท (Gariot) เมื่อปี 1805]

ซ้าย เครื่องวัดระยะและวิถีเคลื่อน ของ วอลเกอ (Walker clinometers and in connexion with his articulator) กลางและขวา คือ เครื่องกลประเภทเดียวกัน ของปลายศตวรรษที่ 20 ถึงต้นศตวรรษที่ 21

ด้วยข้อเขียนของ วอชเบริน เรื่องความไม่คงตัวนี้ถูกบันทึกไว้เมื่อปี ค.ศ.1893 โดยวอลเกอ (Walker) วอลเกอ คือผู้ที่ตระหนักว่า วิถีคอนดายล์นั้นลาดชันต่ำไปทางด้านหน้า หน้าต่อแกนหมุนข้อต่อ เพราะเหตุจากสันกระดูกหน้าข้อต่อขากรรไกร ดังได้ขนานนามว่า “ความชันคอนดายล์ หรือความชันข้อต่อขากรรไกร” (condylar inclination) ตัววอลเกอเอง ได้ออกแบบเครื่องจำลองขากรรไกรที่มีกลไกปรับมุมชันวิถีคอนดายล์ได้ และได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ซับซ้อนบันทึกรอยเคลื่อนช่องปาก เพื่อบันทึกวิถีเคลื่อนให้ปรากฏเป็นรอยเขียนแสดงวิถีเคลื่อนนอกช่องปากได้อย่างจำเพาะในผู้ป่วยแต่ละรายด้วย (1986) นอกจากนี้ยังเป็นบุคคลผู้นำแนวคิด “ศาสตร์ระบบบดเคี้ยว” (gnatological) และเป็นบุคคลที่ทำให้เกิดแรงขับ จนกระทั่งได้กลอุปกรณ์ ที่จำต้องบันทึกความชันคอนดายล์ขณะเคลื่อนข้าง และเคลื่อนยื่น ด้วยหวังจะสร้างลักษณะการสบดุลขากรรไกรให้ได้จริง

บันทึกแนวคิดเรื่องสบดุลนั้น ได้ให้เกียรติแก่ เฟอร์ดินาน กราฟ สปี (Ferdinand Graf Spee) ผู้ทำงานตามลำพัง และได้นำเสนองานในปี ค.ศ.1890 ดังที่เขาแสดงข้อสังเกตเรื่องการทำงานของฟันธรรมชาติในมนุษย์ สปี ได้นำเสนอว่า 1.ด้านสบสัมผัสของฟันธรรมชาติในขากรรไกรล่างทุกๆ ซี่ มีลักษณะการเคลื่อนสัมผัสแบบ ”ไถล” (glide) ไปกับซี่ฟันในขากรรไกรบนตรงข้าม 2.พื้นที่ผิวสัมผัสทั้งหลายตกอยู่ใน

ผิวรูปทรงกระบอกอันเดียวกัน 3.แกนระนาบขวางของโค้งทรงกระบอกนั้น พาดผ่านใจกลางผิวด้านใกล้กลางของเบ้าตาหลังต่อท่อน้ำตา



โค้งชดเชยฟันปลอมสร้างเลียนแบบโค้งสปีในฟันธรรมชาติ; compensating curve of a denture to mimic the natural form of curve of Spee

The curve of Spee, 1890

สปี ให้คำอธิบายว่า การทำงานสบบดคี้ยวนั้น เสมือนกับ “โม่หินบด” (ที่ใช้บดข้าว หรือบดยา) และเมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อนขยับ” เคลื่อนในลักษณะกลม” ดังเช่น ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งรอบแกน คำศัพท์ “โค้งของสปี” (curve of Spee) นั้นมีที่มาจากการสังเกตที่ว่า เมื่อมองด้านข้าง ผิวระนาบโดยรวมของด้านบดเคี้ยวของฟันกรามบนเรียงตัวโค้งนูนเมื่อสร้างสัมพันธ์เชิงโครงสร้างกับขากรรไกรบน หรือลักษณะการเรียงตัวโค้งเว้าที่ผิว (ด้านสบฟัน) ขากรรไกรล่าง (Spee, 1890) เขายังเชื่ออีกว่า ความต่อเนื่องทางด้านหลังของโค้งนี้ จะพาดผ่านผิวส่วนหน้าของข้อต่อขากรรไกร ซึ่งขากรรไกรนั้นๆ จะมีวิถีเคลื่อนไปบนรูปแท่งทรงกระบอกที่ความยาวรัศมีตกบนผิวสัมผัสสบของซี่ฟันกรามทั้งหลาย นั่นคือ ตกลงบนผิวโค้งต่อเนื่องผืนเดียวกัน ดังนั้น สปี จึงได้สรุปว่า

“เมื่อขากรรไกรล่างเคลื่อนหน้าเคลื่อนหลัง [อุปมาเพิ่มได้ว่า เหมือนกับการโล้ชิงช้า] *เพื่อบดเคี้ยวในวิถีเคลื่อนทรงกลมนี้ การเปลี่ยนตำแหน่งขากรรไกรนั้นสามารถเคลื่อนได้ไกลเกินกว่าความจำเป็นที่โค้งขากรรไกรควรมี ควรเป็น เพื่อให้โค้งขากรรไกรแยกจากกัน เมื่อเป็นเช่นนี้ประสิทธิภาพบดเคี้ยวจึงจะถูก*

รับรองได้ว่าดีหรือเหมาะสม การแยกห่างจากกันระหว่างด้านบดเคี้ยว เกิดจากความจำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้ ก็เพื่อเอาชนะสัมผัสที่แข็งแรงระหว่างเขี้ยวฟันบนและเขี้ยวฟันล่าง แต่ทว่า สิ่งนี้อาจถูกขจัดไปได้ด้วยการสึกของฟัน เมื่อเป็นดั่งนี้แล้ว จึงเป็นข้อควรพิจารณาเมื่อสร้างชิ้นฟันปลอม นั่นคือ ไม่เพียงแต่ทำให้การบดเคี้ยวดีขึ้น แต่ต้องทำ เพื่อหลีกเลี่ยงผลลักษณะคานกระดกที่เกิดกับฟันปลอมขณะบดเคี้ยว"

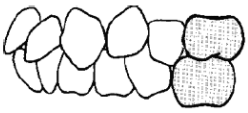
เมื่อสรุปได้เป็นแนวคิดดั่งนี้แล้ว แนวคิดสบดุลจึงถือกำเนิดขึ้น โดยจำเพาะที่ใช้กับงานทันตกรรมประดิษฐ์ ประเภทฟันปลอมทั้งปาก

[ข้อสังเกต อดีตยุคนั้น ราวปี 1900 ปริมาณสัดส่วนซี่ฟันปลอมที่ใช้มีวัสดุที่เป็นซี่ฟันพอร์สเลนมีมากกว่าพอลิเมอร์มาก มากกว่าปัจจุบันอย่างเทียบไม่ได้ เหตุเพราะซี่ฟันพอลิเมอร์ยุคแรกสึกรวดเร็ว สีฟันไม่เสถียรและ ไม่ได้มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ดีเท่าปัจจุบัน ดังนั้นหากสบสัมผัสของฟันปลอมทั้งปากไม่เหมาะสม ปัญหาซอกซ้ำต่ออวัยวะรองรับส่วนฐาน คือเยื่ออ่อนจึงปรากฏชัด และรุนแรง อย่างไรก็ดี ควรวิเคราะห์งานของ คาร์ลสัน (Gunnar E Carlsson, 2009) แง่มุม สารัตถะวิพากษ์ ดูที่ http://www.dent.chula.ac.th/download/Invent/ReviewCarlsson.pdf]

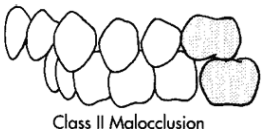
ช่วงเวลาเดียวกัน เอ็ดวาร์ด ฮาร์ทเลย์ แอ็งเกิล (Edward Hartley Angle) ได้จัดลำดับชั้นลักษณะการสบฟันผิดปกติ ซึ่งต่อมาเป็นที่รู้จักในชื่อ ระบบแอ็งเกิล (Angle System) แอ็งเกิล เริ่มต้นอธิบายแนวคิดหลายแนวคิดในปี 1987 (Weinberger, 1926) และอาจกล่าวได้ว่า แนวคิดทั้งหลายเหล่านั้นมีอิทธิพลต่องานทันตกรรมจัดฟัน และงานทันตแพทย์โดยทั่วไปอย่างใหญ่หลวง เขาได้นิยามการจัดจำแนกสบฟันผิดปกติ (Angle, 1900)

ณ ปัจจุบันเวลา นิยามจัดจำแนกตามประมวลศัพท์ทันตกรรมประดิษฐ์ (Glossary of Prosthodontic Terms) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

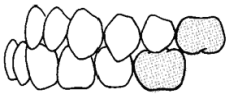
Class I Normal occlusion


Class I Malocclusion

ลำดับที่ 1 ลักษณะสบสัมพันธ์ปกติ เรียก neutroocclusion (สัมพันธ์กลาง) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรที่กำหนดโดยลักษณะที่ถูกต้องของการสบแบบสับหว่าง ระหว่างฟันกรามบนและล่าง แต่อาจมีการเก หมุน ของฟันซี่อื่นๆ ได้ ตัวอย่างเช่น dental dysplasia หรือโรคทางพันธุกรรมที่ขนาดความยาวขากรรไกร สั้นผิดปกติ

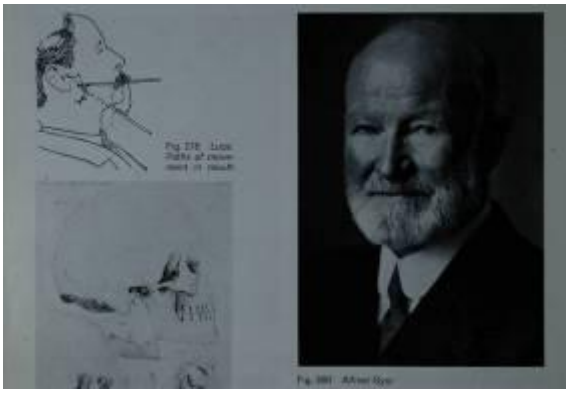


ลำดับที่ 2 ลักษณะสบสัมพันธ์ไปทางด้านไกลกลาง เรียก distoocclusion (สัมพันธ์ไกลกลาง) เป็นความสัมพันธ์ของฟันในขากรรไกรที่ ขากรรไกรล่างอยู่หลัง หรือท้ายต่อขากรรไกรบน ไม่ว่าจะเป็นซีกใดซีกหนึ่ง หรือทั้งสองซีก ซ้าย-ขวา ลักษณะการเรียงตัวของฟันกรามใหญ่ซี่ที่หนึ่งในขากรรไกรล่าง จะอยู่ท้ายต่อฟันกรามใหญ่ซี่ที่หนึ่งของขากรรไกรบน ได้มีการจำแนกย่อยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นลักษณะสัมพันธ์ถอยไปทางหลังมีขนาดขากรรไกรบนแคบ และมีฟันตัดของขากรรไกรบนเขยิน กลุ่มย่อยที่ 1 นี้ ยังแบ่งย่อยออกเป็นซ้าย และขวา ลักษณะต่างๆ คงเหมือนกันเว้นแต่มีความสัมพันธ์ทางท้ายเพียงซีกใดซีกหนึ่งซีกเดียว



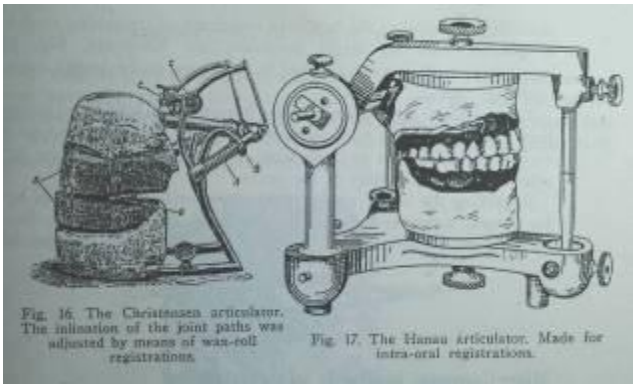
ลำดับชั้นที่ 3 ลักษณะสบสัมพันธ์ไปทางด้านใกล้กลาง เรียก mesiocclusion (สัมพันธ์ใกล้กลาง) เป็นความสัมพันธ์ ระหว่างซี่ฟัน ที่ขากรรไกรล่างอยู่หน้าต่อขากรรไกรบนในซีกใดซีกหนึ่งหรือสองซีก ฟันกรามใหญ่ซี่ที่ หนึ่งในขากรรไกรล่างอยู่ด้านหน้า ต่อฟันกรามใหญ่ซี่ที่หนึ่งของขากรรไกรบน ฟันหน้าล่างหลายซี่สบคร่อม ครอบฟันหน้าบน การจำแนกกลุ่มย่อยแบ่งเป็น ซ้าย และขวา

การจัดจำแนกที่มีรายละเอียดปรับแต่งเพิ่มเติมได้พิสูจน์ว่า เป็นวิธีการเบื้องต้นต่อการวินิจฉัยสบฟันผิดปกติเชิงกายวิภาค แต่ทว่า ต้องเข้าใจว่า นี่เป็นเพียงการอธิบายลักษณะสบในศูนย์เชิงสถิตเท่านั้น ดังนั้น แม้ว่าแนวคิดของ แอ็งเกิล จะมีคุณค่ามาก แต่ก็ไม่ได้อธิบาย หรือให้แนวทางวิธีจัดการกับเรื่องสบดุล สบปกป้อง หรือวิธีจัดเรียงลักษณะสบฟันใดๆ โดยตรง ที่เกี่ยวพันกับตำแหน่งนอกศูนย์สบของขากรรไกรล่าง



ซ้ายบน เครื่องกล คันโค้งใบหน้าของ ลูเซ (Luce) ขวา อัลเฟรด กีซี่ (Alfred Gysi)

ข้อพินิจเรื่อง “แนวคิดสบดุล” นี้ ได้มีต่อเนื่องมาอย่างยาวนาน จวบจนย่างเข้าศตวรรษที่ 20 ครั้นในปี 1910 อัลเฟรด กีซี่ (Gysi) ได้วิพากษ์ เรื่องที่ยังคงทำงานกับเครื่องจำลองขากรรไกรแบบง่ายดั่งบานพับทั้งหลาย เขาเข้าใจถึงความซับซ้อนของวิธีประยุกต์โดย วอลเกอ ที่ใช้วิธีนั้นบันทึกมุมชันคอนดายล์ และกีซี่ เอง ก็ได้พัฒนาวิธีการที่เรียบง่ายและแม่นยำมากกว่า เพื่อบันทึกวิถีเคลื่อนข้อต่อขากรรไกรขณะเคลื่อนลงต่ำ และเคลื่อนมาด้านหน้าผ่านสันกระดูกหน้าข้อต่อ เฉกเช่นเดียวกับทันตแพทย์จำนวนมากในขณะนั้นผู้มีความปรารถนาที่จะบันทึกความชันคอนดายล์ และแล้ว ในแง่มุมเชิงกลเคลื่อนขากรรไกร กีซี่ ได้สร้างเครื่องจำลองขากรรไกรขึ้นมาใหม่อีกหลายรุ่น พร้อมกับสร้างอุปกรณ์บันทึกรอยเคลื่อน ที่ปรากฏผลเป็นเส้นรอยบันทึกนอกช่องปาก ทั้งนี้ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งสบดุล เมื่อสร้างฟันปลอมทั้งปากนั่นเอง จากนั้นอีก 2 ปี คริสเตนเสน 1902 ได้พัฒนาวิธีง่ายที่สุดเมื่อประเมินมุมชันคอนดายล์ ด้วยการใช้ชิ้นบันทึกขี้ผึ้ง และเทคนิคนี้ยังคงใช้อย่างแพร่หลายในงานทันตกรรมบูรณะ และทันตกรรมประดิษฐ์จวบจนทุกวันนี้



ซ้าย เครื่องจำลองขากรรไกรของคริสเตนเสน ขวา เครื่อง ฮาเนา รุ่นซีรีย์ เอช ยุคต้นๆ

กีซี่ เข้าใจถึงการอุทิศตนอันสำคัญของ บอนวิลล์ เกี่ยวกับการเคลื่อนทำงานขากรรไกร เช่น ความจำเป็นที่ผนวกอุปกรณ์เคลื่อนข้างบนระนาบระดับ แต่เขาโต้แย้งว่า อย่างไรก็ดี วิธีวัดความชันส่วนล่างของวิถีคอนดายล์ที่ใช้โดย คริสเตนเสน และวอลเกอ นั้นไม่ใคร่จะถูกต้อง “กรณีนี้ วิถีคอนดายล์ไม่ได้มีรูปเป็นเส้นตรง แต่มักมีวิถีตามรูปผิวทรงโค้งคล้ายอักษรเอสไม่มากก็น้อย ดังที่วิธีการวัดของข้าพเจ้าได้บันทึกไว้ได้อย่างบ่อยครั้ง” (Gysi, 1910) กีซี่ ยังกล่าวถึงวิธีการวัดของบุคคลทั้งสองอีกว่า “เป็นการบันทึกเส้นตรงโดยบันทึกที่จุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของส่วนโค้ง” ดังนั้น กีซี่ คือ ผู้ที่ค้นพบว่าวิถีคอนดายล์ไม่ได้เป็นเส้นตรง ดังที่บอนวิลล์ เชื่อ แต่ทว่าวิถีนั้นโค้งคล้ายอักษรเอส ด้วยข้อมูลเพิ่มเติมนี้ และการที่ผนวกกับแนวคิดเรื่องสามเหลี่ยมด้านเท่าของบอนวิลล์ กีซี่ อ้างว่าเขาสามารถจัดการกำกับการเคลื่อนขากรรไกรล่างในทุกท่วงท่าของการเคลื่อนบดเคี้ยว (Gysi, 1910)

กีซี่ ไม่ยอมรับความคิดของ สปี ที่ว่ามีจุดศูนย์กลางแท้เพียงหนึ่งเดียวของการหมุนเมื่ออ้าปากแยกขากรรไกรล่าง เขาเชื่อว่าการเคลื่อนขากรรไกรไม่ได้เป็นอิสระ แต่ขึ้นกับฟันตัดและมุมชันคอนดายล์ งานบุกเบิกของเขาในยุคนั้น เป็นที่คาดหวังอย่างใจจดใจจ่อจาก “นักทฤษฎีระบบบดเคี้ยว” ทั้งหลาย (gnathological theorists) กีซี่ ยังได้พัฒนากรรมวิธี บันทึกแกนหมุนขากรรไกรล่างขณะเคลื่อนด้วย อย่างไรก็ดี เขาได้ให้ข้อสังเกตว่า “เป็นเรื่องปกติธรรมดาที่รูปทรง ตำแหน่ง และจุดหมุนทั้งหลายไม่อาจพิจารณาว่าเป็นจุดทางกายวิภาคที่มีตำแหน่งคงที่ แต่เป็นผลลัพท์ที่เกิดมาจากการกระจายแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ และได้เกิดขึ้นพร้อมๆ กับข้อต่อขากรรไกรเป็นครั้งๆ ไป” (Gysi, 1910)

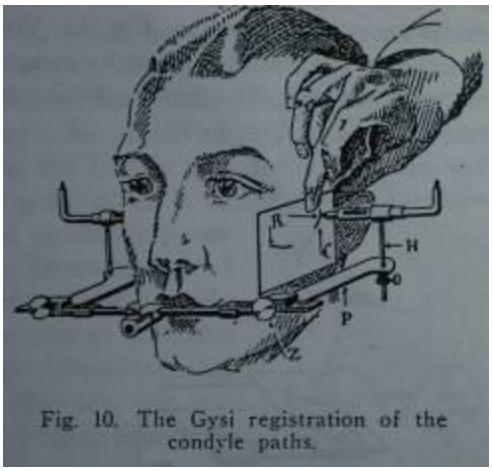
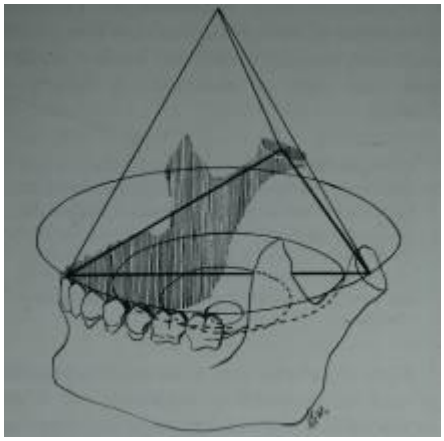


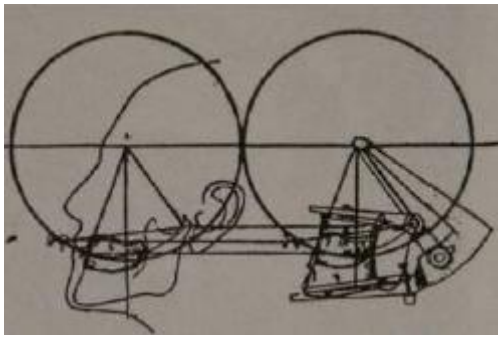
Fig. 10. The Gysi registration of the condyle paths.

กรรมวิธีบันทึกวิถีเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร ของ กีซี่

กีซี่ นั้นได้เข้าใจ และยอมรับความแปรปรวนของ รูปกาย (morphology) ซึ่งภายหลังนักกายวิภาคก็ได้ยอมรับเช่นกัน ตัว กีซี่ นั้นแตกต่างจาก สปี เขานั้นแยกแยะระหว่างลักษณะจำเพาะการเคลื่อนทำงานออกจากลักษณะจำเพาะทางกายวิภาคของผู้ป่วยที่มีฟันธรรมชาติ แม้ว่า กีซี่ ให้เงื่อนไขความเข้าใจเรื่องการสบฟันของเขาว่า เป็นความงามเชิงภาวะที่มีฟัน เขาเข้าใจปัญหาเชิงชีวกลของฟันประดิษฐ์ หรือฟันปลอม และยังได้นำเสนอวิธีการเข้าถึงงานบูรณะรักษา โดยใช้แนวคิดสบดุลสองซีกขากรรไกรเช่นเดียวกัน



ภาพ 12-3 ภาพเชิงซ้อนแสดงสามเหลี่ยมด้านเท่า 10 เซนติเมตร ของบอนวิลล์ (เส้นทึบจากฟันตัดหน้าล่างไปยังข้อต่อขากรรไกรทั้งสองข้าง) และทรงกลมของมอนสัน ที่มีรัศมี 10 เซนติเมตร ที่มีศูนย์กลางมุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางการหมุน (ที่ยอดปิระมิด) ที่ซึ่งปุ่มฟันทั้งหมดของขากรรไกรล่างรวมทั้งปลายตัดฟันหน้าทั้งหลายมีสัมผัสกับผิวของทรงโค้งนี้ ความคิดนี้เป็นตัวแทนของรูปทรงอุดมคติเชิงเรขาคณิต (geometric ideal) แบบหนึ่ง



ทรงกลมของ มอนสัน และเครื่องจำลองขากรรไกรที่ มอนสัน ออกแบบ

จากการขยายผลจากส่วนงานของ บอนวิลล์ และสปี โดย ยอร์จ เอส มอนสัน (1920, 1922, 1933) มอนสัน ได้เสนอ “หลักการทรงกลมแก้ปัญหาสบฟันในมนุษย์” (spherical principle in the solution of the problem of human occlusion) ด้วยปัญหานี้ มอนสัน อ้างถึง “ข้อวิตกเชิงสมมุติฐานของตำแหน่งศูนย์กลางการหมุนขากรรไกรล่าง” เมื่อพิจารณาร่วมกับขากรรไกรบน ซึ่ง บอนวิลล์ เคยประยุกต์รูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ในข้ออธิบายเกี่ยวกับขากรรไกรล่าง ดังที่เขาเข้าใจการเคลื่อนไถลตัวเชิงระนาบขณะเคลื่อนนอกศูนย์สบของขากรรไกรล่าง สปี ได้อธิบายถึงแกนหมุนว่า ได้สร้างรูปแบบเชิงสมมุติผิวโค้งในแนวหน้าหลัง และอธิบายว่าเป็นรูปทรงกระบอก โดยแกนหมุนนี้เป็นเส้นขวาง เชื่อมต่อระหว่างกึ่งกลางผิวรูปโค้งนูนของด้านบดเคี้ยว จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ตัวมอนสันนั้น ไม่ยอมรับทฤษฎีเคลื่อนข้างเชิงระนาบของบอนวิลล์ (Bonwillian horizontal excursion) อย่างไรก็ดี เขายังคงประยุกต์ สามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 10 เซนติเมตร ดังรูปร่างที่เป็นไปตามทฤษฎีของ บอนวิลล์ เข้าร่วมกับโครงสร้างส่วนผิวโค้งของด้านสบฟัน และแกนหมุนขวางกลางดังแนวคิดของสปี ในที่สุดข้อสรุปของเขาได้สร้างเป็นภาพผิวทรงโค้งขนาดรัศมี 10 เซนติเมตร เป็นรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ที่ใช้อธิบายการทำงาน ลักษณะรูปทรง และความงาม ของระบบบดเคี้ยว

จากนั้น ทฤษฎีมอนสัน ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานคลินิกอย่างรวดเร็ว แนวคิดของเขานับว่าอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีเรขาคณิตเชิงอุดมคติ ที่อนุมานว่า รูปทรงกายวิภาคที่เหมาะสม จะนำพาไปสู่ลักษณะสบสัมพันธ์ที่ใช้งานได้ดี ดังนั้น องค์ประกอบของฟันธรรมชาติใด ที่แปรปรวน ไม่เข้ากับแนวคิดเชิงอุดมคติของมอนสันจะถูกกำจัด ดังมอนสัน ได้กล่าวว่า

“ฟันที่ยื่นยาวต้องถูกกรอลดความยาวลง และฟันที่ใช้งานมากเกินจนสึก ต้องถูกบูรณะให้สบสัมพันธ์อย่างเหมาะสม เพื่อนำพาด้านสบฟันให้เข้ากันได้กับผิวของทรงกลมโดยมีปุ่มฟันสบสับหว่าง และเพื่อโยงยึดให้ซี่ฟันเหล่านั้นคงการเรียงตัว ซี่ฟันทั้งหลายจึงถูกกรอให้อยู่ในลักษณะพิสัยสบฟันอย่างถูกต้อง” (1920)

แม้ว่าทรงกลมอุดมคตินี้ ไม่ได้ปรากฏเป็นลักษณะจำเพาะโดยธรรมชาติก็ตาม สบดุลสองซีกขากรรไกรยังคงเป็นผลของการพยายามสร้างลักษณะสบฟัน ที่เป็นเหตุการณ์แสดงความพยายามเข้าสู่ลักษณะสบสัมพันธ์ของซี่ฟันที่จะไปใช้งานบดเคี้ยว ในรูปแบบที่สอดคล้องไปกับเรขาคณิตเชิงอุดมคติ (Demster et al., 1963) และประเด็นความเชื่อนี้ยังคงเป็นแนวคิด ที่อย่างน้อยส่วนหนึ่งของแนวคิด ยังคง

ถูกนำมาใช้โดยทันตแพทย์จำนวนหนึ่งผู้ทำงานบูรณะระบบบดเคี้ยวทั้งปากตราบจนปัจจุบัน (Mann and Pankey, 1963)

มอนสัน เองตระหนักถึงแนวคิดสองเรื่อง ที่เกี่ยวข้องกับการวิวัฒน์แนวคิดการเคลื่อนขากรรไกรล่าง ในปี 1932 เขากล่าวว่า ความเชื่อแรกคือ รูปทรง และการเคลื่อนข้อต่อขากรรไกรเข้าควบคุมหรือมีอิทธิพลต่อลักษณะสบสัมพันธ์ของฟัน และอีกความเชื่อหนึ่งคือ ลักษณะสบสัมพันธ์ของฟันเป็นเหตุ เป็นอิทธิพลปัจจัย นำพากำหนดรูปทรง และกำหนดลักษณะวิถีเคลื่อนของหัวข้อต่อขากรรไกรในแอ่งเบ้ารับหรือแอ่งกลีนอยด์ (Monson, 1932) ตัวมอนสัน จัดตนเองอยู่ในกลุ่มหลัง ดังที่เครื่องจำลองขากรรไกรที่เขาใช้ได้สะท้อนแนวคิดนี้ นั่นคือ มีจุดหมุนที่ขยับได้ที่มีรัศมี 10 เซนติเมตร เหนือระนาบสบฟัน และไม่ได้มีกลไกข้อต่อขากรรไกรใดๆ เลย [ดูภาพประกอบ]

แม้ทฤษฎีที่ต่างกันไปคนละทิศคนละทางนี้ อาจนำไปสู่ความเข้าใจ และการลอกเลียนลักษณะเคลื่อนทำงานของขากรรไกรล่างได้ แต่ยังคงมีวัตถุประสงค์เชิงการรักษาร่วมที่สำคัญเดียวกัน นั่นคือ เพื่อให้ได้ลักษณะสบดุลอย่างสมบูรณ์แบบในงานฟันปลอมทั้งปาก และเพื่อความเสถียรฟันปลอม ซึ่งทั้งสองเรื่อง เป็นประเด็นใหญ่ นั่นคือ หากได้ผลลัพท์มาจากสบสัมพันธ์ข้ามซีกโค้งขากรรไกร (cross-arch) ข้ามซี่ฟัน (cross-tooth) และองค์ประกอบการเคลื่อนยื่นได้ดุล เมื่อเป็นได้ดังนี้แล้วจึงจะถูกยอมรับ และด้วยความเป็นจริง ดุลนี้เองเข้าควบคุมการสบสัมผัสของด้านหลายๆ ด้านของซี่ฟัน ให้เกิดอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กับวิถีเคลื่อนนอกศูนย์ต่างๆ ทิศ ซึ่งอาจกล่าวอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า ***การสบดุลข้ามซีกโค้งขากรรไกร*** *(cross-arch balance)* หมายความถึง สัมผัสที่เกิดอย่างต่อเนื่องราบรื่นของด้านทำงาน และด้านไม่ได้ทำงาน ส่วนลักษณะ ***สบดุลข้ามซี่ฟัน*** *(cross-tooth balance)* หมายความถึง สัมผัสที่เกิดอย่างต่อเนื่องราบรื่นที่ปุ่มฟันด้านข้างแก้มสบกับปุ่มด้านข้างแก้ม และปุ่มฟันด้านลิ้นสบกับปุ่มฟันด้านลิ้น ขณะที่ซีกขากรรไกรข้างนั้นเป็นด้านสบทำงาน ส่วน ***สบดุลเคลื่อนยื่น*** *(protrusive balance)* คือการอำนวยให้เกิดสัมผัสอย่างต่อเนื่องราบรื่น บนที่พื้นที่ลาดเอียงของฟันหน้าและฟันหลัง การได้ดุลนั้น ทำให้ความเสถียรฟันปลอมของส่วนฐานฟันปลอมทั้งปาก เกิดความพอเหมาะอย่างยอมรับได้ และเป็นแนววิธีบูรณะรักษาในผู้ป่วยไร้ฟัน (ควรให้ข้อสังเกตไว้ด้วยว่า แนวคิดนี้ได้ถูก “ปรับเปลี่ยน” ในงานฟันปลอมทั้งปากยุคใหม่ โดยจำเพาะประเด็น “ดุลเมื่อเคลื่อนยื่นขากรรไกร” ซึ่งมักต้องยอมรับชดเชยด้วยความด้อยลงเชิงความงาม และเชิงการออกเสียง)

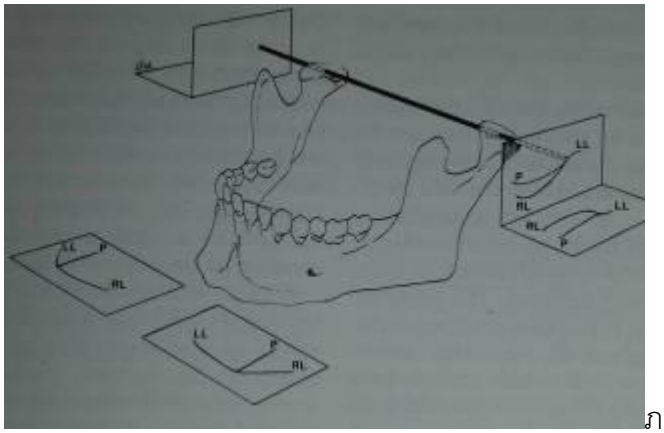
ภาพด้านหน้า สบเหลื่อมดิ่งฟันธรรมชาติ ซ้าย และสบเหลื่อมดิ่งฟันปลอมทั้งปาก ขวา

แนวคิดที่ประยุกต์ใช้กับฟันธรรมชาติ

<u>ระบบเครื่องเคี้ยววิทยา หรือระบบบดเคี้ยววิทยา</u> (gnathology)

ในปี 1926 บี บี แม็กคอลัม (B.B. McCollum) และกลุ่ม ได้ก่อตั้ง สมาคมศาสตร์เครื่องเคี้ยวแห่งรัฐแคลิฟอเนีย (McCollum, 1939) กลุ่มนี้ได้ให้นิยาม “ระบบเครื่องเคี้ยววิทยา หรือระบบบดเคี้ยววิทยา” ว่า คือ การศึกษาการขยับเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร การวัดการเคลื่อนอย่างเลือกสรร การจำลอง และการใช้การเคลื่อนข้อต่อขากรรไกรเป็นปัจจัยวินิจฉัย และรักษาการสบฟัน (Kaplan, 1963)

แม็กคอลัมและผู้ช่วยในกลุ่ม ได้พัฒนาแนวคิดสบฟัน ในส่วนที่พิจารณาว่าไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ และเป็นอุดมคติธรรมชาติสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อต่อขากรรไกรกับเบ้ารับ ซึ่งในทางกลับกันมีส่วนกำกับการเคลื่อนเลื่อนกลับของชิ้นกระดูกขากรรไกรล่าง เข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องในขากรรไกรบน แม็กคอลัมและกลุ่มในปี 1939 (McCollum, 1939) ผู้ได้อุทิศตนเพื่อเข้าถึงการบูรณะ “เชิงอุดมคติ” ของระบบทำงานและกายวิภาคของระบบเครื่องเคี้ยว กล่าวโดยชักนำความคิดว่า “เหยื่อของความผิดปกตินี้ ที่ส่งผลต่อมนุษย์จำนวนมาก มีผลมาจากการถ่ายทอดต่อเนื่องแนวคิดที่มีมาอย่างเนิ่นนาน”

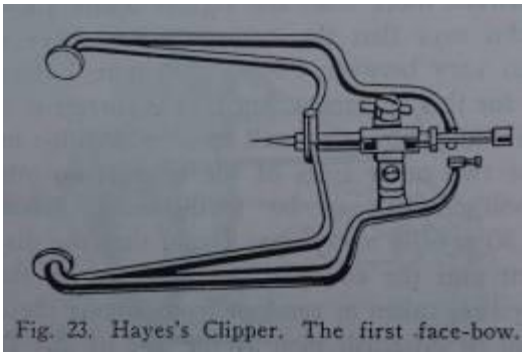


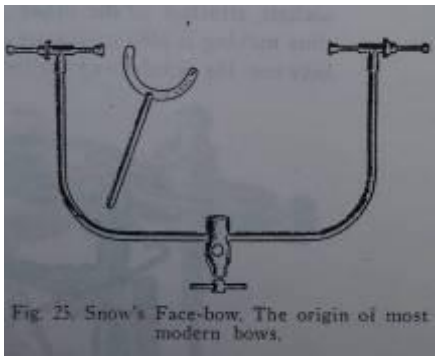
ภาพ 12-4

การศึกษาในอดีต เริ่มต้นพัฒนามาจากระนาบเดียว โดย เบรอน

ภาพ 12-4 จากพื้นฐานแนวคิดสบฟันทางศาสตร์ระบบเครื่องเคี้ยววิทยา บันทึกการเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร จากปลายเข็มสร้างรอยขนาดเล็กหลายชิ้น ได้ทำให้ได้รอยบันทึก ในแนวระนาบนอนและระนาบดิ่ง จากภาพนี้ แผ่นบันทึกรอยแนวระนาบนอนด้านหน้า จะถูกยึดเข้ากับขากรรไกรล่าง และเคลื่อนไปพร้อมกับขากรรไกร รอยเคลื่อนยื่นที่สมมาตรกันสองเส้น (P), เคลื่อนข้างด้านขวาได้รอยเส้น RL, เคลื่อนข้างด้านซ้ายได้รอยเส้น LL แท่งทึบนั้นเป็นตัวแทนแกนหมุนด้านท้าย แกนหมุนผ่านข้อต่อทั้งสอง จุดยอดแหลมของเส้นบันทึกรอยเคลื่อนทั้งหลาย คือ ตำแหน่งสัมพันธ์ในศูนย์ (centric relation)

ภาวะฟันธรรมชาติใด ที่ไม่ได้มีส่วนสอดคล้องเข้ากันกับ “เกณฑ์ที่กำหนดไว้ก่อน” มักถูกพิจารณาว่าเป็นภาวะพยาธิสภาพ ดังนั้น แม็กคอลัม (1938) จึงกล่าวว่า “มักมีพยาธิสภาพอย่างน้อยสักอย่างซ่อนตัวอยู่ในทุกๆ ปากเสมอ เช่น จากสัมพันธ์ที่ผิดปกติระหว่างซี่ฟันคู่สบตรงข้าม และระหว่างกลางพื้นที่สบสับหว่างขณะการเคลื่อนขากรรไกร พยาธิสภาพเช่นนี้เองที่ช่วงเวลาหนึ่งเคยถูกให้นามว่า “สบสัมพันธ์ผิดปกติ” (malarticulation) แนวอุดมคติของความเบี่ยงเบนเชิงกายวิภาค และแนวอุดมคติการเคลื่อนขากรรไกรที่เบี่ยงเบนไปต่างๆ แบบนั้น เคยถูกคิดกันว่าเป็นผลมาจากตำแหน่งปุ่มฟันและซี่ฟันที่อยู่ไม่ถูกตำแหน่ง ซึ่งส่งผลต่อความไม่เข้ากัน ระหว่างตำแหน่งบันทึกและวิถีเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร ดังนั้น การจะเข้าใจถึงลักษณะสบที่ถูกต้องได้ ก็ต่อเมื่อได้เข้าใจสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อต่อขากรรไกร (condyle) ที่ประชิดกับกระดูกเท็มพอรัล





ซ้าย Hayes's clipper. The first face-bow. ขวา Snow's face-bow. The origin of most modern bows.

[ยอร์จ บี สโนว์ ได้คิดค้นคันโค้งใบหน้านี้ ในปี 1907]

ฐานความคิด เชิงกลศาสตร์การทำงานข้อต่อขากรรไกรนั้น อยู่บนความจริงที่ว่า มันเป็นข้อต่อคู่จากกระดูกชิ้นเดียวกัน (conjoined joints) [คำอธิบายเพิ่มคือ เมื่อข้อต่อข้างหนึ่งทำงานอีกข้างจะต้องทำงานไปพร้อมกัน เช่น ข้อต่อข้างหนึ่งทำหน้าที่เป็นข้อต่อโคจร หรือ orbiting condyle อีกข้างจะเป็นข้อต่อหมุน หรือ rotating condyle] ประเด็นนี้ถึงแม้ว่าจะเป็นกลไกทางชีววิทยา แต่ทว่า กลไกนั้นมีความชัดเจน มีความแน่นอน วัดได้ บันทึกวิถีการเคลื่อนได้ และสามารถจำลองซ้ำในสิ่งประดิษฐ์เชิงกล (McCollum, 1939) จากฐานแนวคิดดังกล่าว ความเชื่อก็คือ หากเครื่องจำลองขากรรไกรสามารถจำลองสัมพันธ์ขากรรไกร และลักษณะการเคลื่อนได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงเป็นไปได้จริง ที่จะประดิษฐ์ซี่ฟันที่สบสัมพันธ์กันได้ในเชิงอุดมคติ ผลก็คือ ได้มีการพัฒนากรรมวิธีที่เป็นรูปเป็นร่างจากสมมติฐานสองเรื่องนี้เอง (McCollum and Stuart, 1955) แม็กคอลัม ได้ดัดแปลง *คันโค้งใบหน้าของ สโนว์* โดยใช้วิธีตรึงกับขากรรไกรล่างร่วมด้วย มีการสร้างกลไกกำหนดแกนหมุน และได้มาซึ่งคันโค้งนี้หรือจลนคันโค้งใบหน้า (kinematic facebow) อุปกรณ์นี้จึงเป็นเครื่องมือกลที่ชี้ชัดตำแหน่งแกนหมุนข้อต่อขากรรไกรได้อย่างแม่นยำ ลักษณะกลอุปกรณ์นี้เป็นชุดคันโค้งใบหน้าที่เป็นชิ้นคู่ ประกอบด้วย ชิ้นบน และชิ้นล่าง เครื่องมือกลที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถแสดงผลจากการอ่านค่ารอยเคลื่อนบนแผ่นกระดาษกราฟหลายชิ้น [เรียกว่า pantograph] นั่นคือ กลอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกรูปแบบหรือวิถีการเคลื่อนขากรรไกรขณะเคลื่อนยื่น และขณะเคลื่อนข้างเชิงสามมิติได้นั่นเอง ขณะเดียวกันตัวเครื่องจำลองขากรรไกรที่ปรับค่าได้ทุกส่วน ก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นพร้อมๆ กัน เพื่อให้สามารถเคลื่อนขยับตามลักษณะค่าบันทึกวิถีเคลื่อนข้อต่อขากรรไกรทุกๆ ทิศได้

โดยประวัติศาสตร์พัฒนาการของเครื่องหลอมเหวี่ยงโลหะรุ่นใหม่ ได้มีส่วนอำนวยให้ทันตแพทย์สร้างชิ้นงานจำลองได้อย่างแม่นยำ สิ่งนี้เมื่อประกอบคู่ไปกับความประสงค์ที่จะป้องกันและรักษา "โรคทางทันตกรรม" ได้ทำให้แนวคิดเชิงปรัชญาและวัตถุประสงค์ทางคลินิกเกิดอย่างเป็นจริงได้ ดังที่ แนวคิดต่างๆ เชิงวิทยาระบบบดเคี้ยวและเทคโนโลยี ที่ได้พัฒนามาแล้วในอดีต และที่คงอยู่ในปัจจุบัน จะมีอิทธิพลสูงยิ่งต่อ "การสบฟัน"

แม็กคอลัม ได้โอบอุ้มสนับสนุนความคิดเรื่อง สบดุลสองซีกขากรรไกร *ในภาวะฟันธรรมชาติ* ประเด็นที่น่าสนใจก็คือ มันเป็นสิ่งที่คงตัว ตามคำอ้างของเขาเรื่อง "ชีวกลเชิงอุดมคติ" เรื่องหนึ่ง (an idealized biomechanical mechanism) นั่นเอง เขาได้ใช้วิธีการที่ซับซ้อนเพื่อได้มาซึ่งความวิจิตรจากการเรียงซี่ฟันในห้องปฏิบัติการ ซึ่งท้ายที่สุดก็จะถ่ายไปสู่ตัวผู้ป่วย เป้าประสงค์ที่เขาเชื่อว่าเป็นจริงคือ 1.คงไว้ซึ่งสบสัมผัสเชิงอุดมคติทุกๆ วิถีเคลื่อนขากรรไกร ผนวกการใช้งานเข้ากับความเสถียรระหว่างแอ่งข้อต่อกับหัวข้อต่อในแง่สัมพันธ์เชิงตำแหน่ง และ 2.กระจายตำแหน่งสบสัมผัสไปสู่ฟันซี่จำนวนมากซี่เท่าที่ทำได้ เพื่อให้ผลต่อการลดแรงกระทำสู่ฟันแต่ละซี่ ซึ่งจะขจัดหรือลดการทำลายอวัยวะปริทันต์

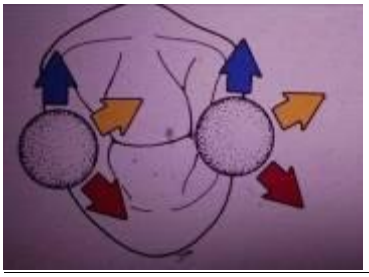
<u>ทฤษฎีทำงาน</u> (Functionalism)

ในปี 1929 คลายด์ เอช สกายเล่อ (Clyde H. Schuyler) มีผลงานตีพิมพ์เรื่องแรกจากหลายเรื่องที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดสบฟัน แม้ว่าบทความจะให้ข้อบ่งชี้เพียงน้อยนิด แต่ภายหลังได้ทำให้เขามีอิทธิพลในสาขานี้ในช่วงเวลา 50 ปี ต่อมา สกายเล่อ ได้แถลงกรอบคิดว่า

"มิได้หมายความว่า หลักการทั้งหลายทางศาสตร์สบฟัน ที่เป็นประเด็นของฟันปลอมทั้งปาก เป็นเรื่องที่ควรประยุกต์ใช้กับฟันธรรมชาติ หรือควรใช้ศาสตร์นี้ในระดับความสมบูรณ์แบบกับงานทันตกรรมสาขาอื่น เพื่อให้ได้สัมพันธ์สบฟันที่สมบูรณ์แบบดังที่ได้ทำกับงานฟันปลอมทั้งปาก และแม้ประเด็นความสมบูรณ์แบบนี้อาจเป็นสิ่งที่ถวิลหาก็ตาม แต่มิได้มีความหมายว่าทั้งหมดนี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อสุขภาพ และเป็นการคงอนุรักษ์รักษาไว้ซึ่งโครงสร้างทั้งหลายที่รองรับซี่ฟันธรรมชาติ ดังนั้นคำว่า "สบดุล" จึงเป็นเรื่องที่เหมาะที่สุดกับงานบูรณะที่รองรับด้วยเยื่ออ่อน" (1929)

เช่นเดียวกับผู้เชี่ยวชาญระบบเครื่องเคี้ยวทั้งหลาย สกายเล่อ เชื่อในเรื่องความกลมกลืนเข้ากันได้ระหว่างสัมพันธ์ในศูนย์ (centric relation) กับสบในศูนย์ (centric occlusion) ในชุดฟันธรรมชาติ เขาเองไม่ได้ยัดเยียดมาตรฐานที่เปลี่ยนไม่ได้เกี่ยวกับลักษณะสัมพันธ์สบฟัน ดังว่า หากขาดบางองค์ประกอบแล้วจะถือเป็นข้อบกพร่อง แล้วผลลัพธ์จะเท่ากับเป็นพยาธิสภาพ แนวคิดของเขานี้ เมื่อประยุกต์เข้ากับฟันธรรมชาติถูกอ้างชื่อว่าเป็น "ทฤษฎีทำงาน" (functionalism) ซึ่งนิยามไว้ว่า "การเรียงซี่ฟันดังนี้จะให้ประสิทธิภาพสูงสุดขณะขากรรไกรล่างเคลื่อนนอกศูนย์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการทำงานบดเคี้ยวนั่นเอง" แม้ว่าเรื่องนี้จะเป็นนิยามที่หลวม ทว่า ให้ผลลัพธ์ต่อข้อตระหนักถึงความต่างสำคัญระหว่างภาวะที่มีฟันและภาวะไร้ฟัน และที่นัยว่า มิได้กำหนดมาตรฐานเชิงกายวิภาคที่เปลี่ยนไม่ได้ ที่เกี่ยวกับสัมพันธ์เชิงอุดมคติของการเคลื่อนข้อต่อขากรรไกร กับการจัดเรียงด้านบดเคี้ยว

ในปี 1935 สกายเล่อ ได้ให้เทคนิคแรก เรื่องการปรับลักษณะสบฟัน ซึ่งอยู่บนฐานของการกรอพื้นเอียงสบฟันจำเพาะตำแหน่งอย่างระมัดระวัง ว่าแตกต่างอย่างชัดเจน จากความหยาบ ความหละหลวมและพฤติกรรมที่ทำอย่างส่งเดช บางครั้งก็ใช้ครีมขัดสี ดังเช่นทันตแพทย์บางคน รวมทั้งทันตแพทย์สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ ทำไปเพื่อให้ได้มาซึ่ง "สบดุล" (Schuyler, 1935) สกายเล่อ เชื่อเรื่องสัมพันธ์ระนาบสบพื้นเอียงที่ด้านทำงานกับแนวโน้มแรงเครียดของเยื่อปริทันต์ และหากใช้วิธีการปรับสบฟันตามวิธีของเขา จะได้ช่วยบรรเทาแรงเครียดต่างๆ เหล่านี้ได้ เขาได้แนะนำเรื่องการลดพื้นที่สัมผัสของด้านสบฟันขณะสบระหว่างปุ่มฟันด้วยพื้นที่มากที่สุด และได้อธิบาย "ลำดับชั้นผู้ทำงานด้วยแรง" (division of labour) ระหว่างพื้นเอียงของปุ่มฟันและผิวพื้นที่สบสัมผัสของซี่ฟัน ตามต่อภายหลังด้วยแนวคิดเรื่อง "ศูนย์ยาว" (long centric) สกายเล่อ โดยส่วนตัว โน้มเอียงเห็นดีกับสัมผัสระหว่างซี่ ลักษณะสบเป็นจุดกับระนาบเรียบของซี่ฟันตรงข้าม และมีสัมผัสกับผิวระนาบเอียงเมื่อเคลื่อนนอกศูนย์



<u>การยุติแนวคิดสบดุล</u> (The Demise of Balanced Occlusion)

จากข้อเขียนและข้อพินิจเชิงลึก ความคิดของ สกายเล่อ ยังคงยืนยันสนับสนุนความจำเป็นของสบดุลในช่วงต้นของชีวิตทางคลินิกของเขา แต่ด้วยกาลเวลาที่ผ่านไป สกายเล่อ เป็นบุคคลผู้ที่ไม่เหมือนผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยวคนอื่นๆ เขาได้เริ่มสังเกตข้อล้มเหลวทางคลินิกของดุลสบนั้น เมื่อดุลสบดังกล่าวถูกนำไปประยุกต์กับงานบูรณะฟันธรรมชาติ พอถึงปี 1953 เขากล่าวว่า “ในฟันธรรมชาตินั้นข้าพเจ้าไม่ได้เห็นควรค่ากับสบสัมผัส ที่เกิดบนซีกขากรรไกรด้านไม่ทำงาน (ของโค้งขากรรไกร) เลย ด้วยว่าสิ่งนี้ไม่ได้ไปลดแรงเครียดที่กระทำต่อซี่ฟันที่ด้านทำงาน และสัมผัสนี้เอง อาจก่อให้เกิดเป็นปัจจัยเสี่ยงหนึ่ง ต่อการชอกซ้ำบาดเจ็บ” (Schuyler, 1953)

ต่อมา สกายเล่อ แนะนำประเด็นลักษณะสบขณะขากรรไกรทำงานว่า “สบด้านดุลที่ดูว่าจะไม่มีอันตรายนั้นอาจเป็นเหตุภาวะชอกช้ำ เมื่อไปใช้ประยุกต์กับสัมผัสสบในโค้งขากรรไกร และอาจเป็นการทำลายที่เสียหายมาก ดังนั้น ลักษณะนี้จึงไม่เป็นที่ต้องการ” (Schuyler, 1961) ต่อจากนั้นอีก 2 ปี ข้อเขียนของเขาคือ

“สัมผัสด้านดุลที่เกิดบนซี่ฟันหลัง ไม่ว่าจะขณะเคลื่อนข้างหรือเมื่อเคลื่อนยื่นทำงาน อาจเป็นสิ่งควรเป็นควรมี สำหรับความเสถียรชิ้นฟันปลอมทั้งปาก แต่ทว่าสิ่งนี้ “ไม่เป็นสิ่งจำเป็น” ต่อความเสถียรในฟันธรรมชาติ และผนวกท้ายว่า คุณค่าเรื่องการกระจายแรงเครียดทำงานเป็นเรื่องไม่จริง” (1963)

ข้อสังเกตและข้อแนะนำของเขา มีผลอย่างเป็นสัญญาณที่มีประสิทธิภาพ ต่อการสิ้นสุด “ดุลสบ” ดังเคยเป็นที่ยอมรับต่อการบำบัดรักษาให้กับผู้ป่วยผู้มีฟัน

สกายเล่อ เน้นย้ำถึงอิทธิพลสำคัญของแนวนำฟันหน้าว่าเป็น “อิทธิพลปัจจัยเริ่มต้น” ที่กำหนดรูปทรงด้านบดเคี้ยวของฟันหลัง (1959) เรื่องนี้สอดคล้องกับทัศนะที่ว่า แม้ทิศการเคลื่อนขากรรไกรล่างได้ถูกควบคุมโดยกล้ามเนื้อและข้อต่อขากรรไกรขณะซี่ฟันทั้งหลายในช่องปากไม่ได้สัมผัสกัน แต่เมื่อใดก็ตามที่ซี่ฟันธรรมชาติสบกับซี่ตรงข้าม ระนาบเอียงของซี่ฟันธรรมชาตินั้น จะถูกให้สมมุติฐานทันทีว่า เข้ามาควบคุมวิถี และขนาดของการเคลื่อนขากรรไกรล่าง (Schuyler, 1958) แนวคิดของเขานี้ได้รวมถึงความสำคัญของแนวนำฟันเขี้ยว และรูปแบบ “สบฟันซี่เขี้ยวปกป้อง” (canine-protected occlusion) ที่ถูกใช้ “เพื่อสนองต่อความต้องการลดแรงเครียดต่อพื้นเอียงด้านดุลของซี่ฟันหลัง” (1961)

ระหว่างช่วงเวลานี้ ผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยวต่างๆ กำลังเปลี่ยนความคิดที่เกี่ยวกับ แนวคิดสบดุลที่นำไปใช้กับชุดฟันธรรมชาติ สมาชิกกลุ่มของ แม็กคอลัม หลายคนที่มาจากกลุ่มดั้งเดิมนั้น "อาจหาญพอที่จะยอมรับว่า ผู้ป่วยจำนวนมากของเขาไม่อาจทนทานตลอดช่วงเวลาทดลอง และเป็นผลให้การทดสอบนี้ล้มเหลว ทั้งนี้เป็นเพราะความซอกซ้ำมีเหตุมาจากสัมผัสมากตำแหน่งเกินไป (multitudinous contacts) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง และเป็นส่วนพาหะบรรจุทฤษฎีที่ผิด (parcel to their theory)" (Schweitzer, 1963) การกล่าวอย่างเจาะจง ที่เป็นข้อเขียนจาก สจ๊วต และ สตาลลาด (1960) มาจากบันทึกที่ได้กล่าวว่า ตัวอย่างเช่น สบดุลในงานบูรณะโครงสร้างที่เป็นฟันธรรมชาติ 1.มักเพิ่มมิติดิ่งสบฟันอย่างส่งเดชเพื่อสร้างให้เกิดดุลสบ 2.บ่อยครั้งนำไปสู่ความไม่เสถียรสบฟัน 3.พบฟันสึกเป็นจำนวนมากทั้งในงานบูรณะ และ 4. เอื้อต่อการใช้กลุ่มซี่ฟันที่ไม่ก่อประโยชน์อันใด

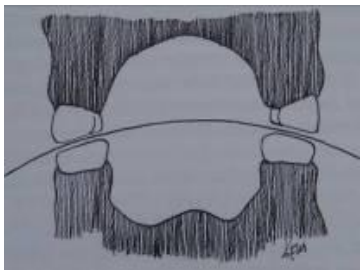
ในปี 1963 สตาลลาด และสจ๊วต บันทึกว่า

"ตั้งแต่เริ่มความนิยมเรื่องสบดุลมีมากขึ้น เราได้เรียนรู้เรื่องราวของระบบประสาทกล้ามเนื้อมากขึ้นด้วย พวกเรานั้นได้เรียนรู้เพียงน้อยนิดเกี่ยวกับผลทำงานบดเคี้ยว และผลที่ช่องปากได้พักว่า มีผลลัพธ์เช่นไร ดูประหนึ่งว่า สบดุลไม่ได้ให้ความมั่นเหมาะต่อการพักช่องปากเลย และสิ่งนี้ยังต้องทำให้ผู้ป่วยเรียนรู้เรื่องใหม่ว่า จะเคลื่อนบดเคี้ยวอย่างไรด้วย การใช้แนวคิดที่สืบต่อกันมาเป็นหมู่มาก คือประเด็นที่ทำให้ซี่ฟันไปสู่ลักษณะสบดุลนั้นได้ยุติลง ดังความหวังที่ว่าจะได้คงรักษาไว้ซึ่งอวัยวะปริทันต์ เราเองยังได้เรียนรู้ว่า เหตุโรคปริทันต์ยังมีเหตุปัจจัยอื่น คือจากปัจจัยสบฟันผิดพลาดด้วย"

ประโยคสุดท้ายข้างต้นนั้นมีนัยอย่างสำคัญ และต่อเนื่องตามด้วยงานวิจัยอีกหลายเรื่อง เชิงการผนวกผลกระทบทางคลินิกเรื่องสบดุล ด้วยเกณฑ์สบดุลเป็นข้อกำหนด ดังเป็นข้อต้องการทางเทคนิคที่ไม่ใช่เรื่องปกติ ที่จะไปบูรณะชุดฟันธรรมชาติไปสู่ดุลสบอย่างสมบูรณ์แบบ อีกประการหนึ่ง ลักษณะจำเพาะเชิงความงามของงานบูรณะที่กระทำโดยให้มีลักษณะสบดุลสองซีกขากรรไกรนั้น จำเป็นต้องลดการสบเหลื่อมดิ่งฟันหน้า (ฟันแท้) เป็นปริมาณที่มาก และมักพบว่ามากเกินความเหมาะสม ดังนั้นเรื่องนี้มีนัยสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยวทั้งหลายพึงตระหนักถึง "รูปแบบผิดพลาดที่เคยพยายามทำกันมาก่อน" ว่าเป็นอย่างไร นั่นก็คือ ไม่เหมาะหรือไม่เข้ากันกับ "ความหลากหลายที่จำเป็นต้องมี" และ "ไม่ได้เป็นรูปแบบสบฟันที่ทนทานต่อความหลากหลายในรายละเอียด และเป็นลักษณะสัมพันธ์ที่เป็นไปไม่ได้" (Stallard and Stewart, 1963)

เมื่อเป็นเช่นนี้แล้ว ความคิดคู่ขนานต่างๆ ก็ได้เริ่มวิวัฒน์ขึ้นด้วยแนวคิดจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยว และนักคิดแนวทำงาน (functionalist) ซึ่งทั้งสองกลุ่ม หวนกลับมากล่าวถึงเรื่อง แนวคิดสบปกป้องอีกครั้ง แนวคิดนี้มีฐานที่มาจากข้อได้เปรียบ ที่ว่าซี่ฟันต่างๆ ควรแสดงหน้าที่จำเพาะต่างกัน ดังเช่น ในตำแหน่งเคลื่อนนอกศูนย์ของขากรรไกรล่าง ที่ซี่ฟันบางซี่หรือซี่ฟันกลุ่มหนึ่งขยับ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทนทานต่อแรงกระทำด้านบดเคี้ยว และหากเป็นเช่นนั้นแล้ว ซี่ฟันกลุ่มนี้ก็จะปกป้องซี่ฟันกลุ่มอื่นจากแรงที่ไม่พึงประสงค์

ภาพ 12-5a ภาพวาดลายเส้นลักษณะฟันของชาว อะบอริจิน แสดงฟันสึกลักษณะปลายชนปลายฟันหน้าและฟันกรามแบนเรียบ



ภาพ 12-5b โค้งกลับทางของวิลสัน โค้งกลับทางนี้เกิดเพราะอัตราการสึกที่ปุ่มพยุงรับ (supporting cusps) ต่างๆ มีมาก มากจนปัจจุบันปุ่มฟัน คาราเบลลี (Carabelli cusp) อาจถูกนำมาใช้สบบดเคี้ยว

<u>อิทธิพลของสรีรสภาพเชิงมานุษยวิทยา</u>

ข้อถกเถียงเรื่องแนวคิดต่างๆ ในช่วงปีที่กล่าวนั้น มาจากอิทธิพลที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการศึกษาโครงสร้างขากรรไกรแลซี่ฟันเชิงมานุษยวิทยา สปีได้ย้ำถึงลักษณะเคลื่อนเคี้ยวคล้ายสัตว์กีบหลายกระเพาะ (เคี้ยวเอื้อง) กับกาลภาวะในมนุษย์ ว่ามีนัยสำคัญตรง กับลักษณะการเคลื่อนเคี้ยวออกข้างของขากรรไกรล่าง ข้อมูลจากการตรวจสภาพฟันที่สึกเรียบจนเกิดสัมผัสที่ปลายฟันหน้าต่อปลายฟันหน้า และด้านบด

เคี้ยวมีรูปลักษณะ โค้งกลับทางของ วิลสัน (reverse curve of Wilson) ที่พบในสังคมชาวอะบอริจิน ดังภาพ 12-5a ลักษณะนี้ดูเหมือนว่าเป็นประจักษ์พยานสำคัญประการหนึ่ง ขององค์ประกอบลักษณะวิถีเคลื่อนข้าง ที่แสดงวงจรเคลื่อนเคี้ยว และเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่ง ที่นำไปสู่การเฉือนระนาบพื้นเอียงหลายตำแหน่งได้อย่างสูงสุด ประเด็นนี้นับเป็นความเห็นหนึ่ง ที่สอดคล้องกับ แนวคิดเชิงมานุษยวิทยายุคต้นๆ และแนวคิดอุดมคติเชิงเรขาคณิตไปพร้อมๆ กัน

จากโครงการศึกษาซี่ฟันชาวอะบอริจินในออสเตรเลียนั้น เบ็ก (Begg) ได้บันทึกว่า ซี่ฟันมีการสึกอย่างรุนแรงทั้งด้านบดเคี้ยวและด้านประชิด เขาได้ให้ข้อสรุปว่า กระบวนการสึกของซี่ฟันแท้ได้ทำให้เกิด "ลักษณะแก้ไขสบสัมพันธ์เชิงกายวิภาคของซี่ฟัน" เขายังกล่าวต่อว่า "ตำราสบฟันปกติที่เป็นที่ยอมรับแล้วในกลุ่มมนุษย์ที่เจริญนั้น มีข้อผิดพลาดเชิงกายวิภาค เพราะเหตุว่าอาหารที่กินมีลักษณะนิ่มและเข้มข้นเกินไป จนทำให้ฟันสึก" (Begg, 1954) ข้อเขียนอีกส่วนได้กล่าวดังนี้

"ซี่ฟันที่ปุ่มฟันไม่สึก ถูกพิจารณาอย่างผิดๆ ว่า เป็นปัจจัยรักษาความเสถียรสบฟันไว้ชั่วชีวิต พร้อมกับความคิดที่ว่า ปุ่มฟันที่สูง ให้ประโยชน์เพื่อนำวิถีเคลื่อนซี่ฟันไปสู่สัมพันธ์สบฟัน ขณะช่วงเวลาที่ฟันกำลังงอก และจะคงรักษาสัมพันธ์นั้นไว้เพียงช่วงสั้นๆ ขณะหนึ่ง หลังจากซี่ฟันทั้งหลายงอกอย่างสมบูรณ์แล้ว" (1954)

[เบ็ก ได้คำนวณค่าเฉลี่ยรวมระยะผลบวกของการเรียงแถวของฟัน คือผลรวมระยะประชิดแนวใกล้กลางไกลกลางที่สูญเสียไปในกลุ่ม อะบอริจิน อายุ 20 ปี เขาพบว่ามีค่ามากกว่า 1 เซนติเมตร ประเด็นนี้แตกต่างจากที่คาดคะเนไว้ ในกลุ่มสังคมที่ไม่ใช่ชนเผ่า อะบอริจิน ว่าเป็น 1 เซนติเมตร เมื่ออายุ 40 ปี] (Goldman and Cohen, 1968)

เขาสรุปว่า อัตราสึกสูงของฟันมนุษย์ที่เจริญแล้ว มีเหตุมาจากกระบวนการวิวัฒน์ทางธรรมชาติ แม้ว่า เบ็ก มิได้อ้างถึง รูปลักษณะสัมผัสด้านบดเคี้ยวในตำแหน่งนอกศูนย์ ความหมายของเขาคือ มีสัมผัสหลายตำแหน่ง ที่เกิดกับขากรรไกรล่างเมื่อเคลื่อนนอกศูนย์ทุกทิศทาง

เบรอน ได้ศึกษาฟันของชาวอะบอริจิน ออสเตรเลียเช่นกัน และได้ศึกษาลักษณะเคลื่อนเคี้ยวจากบุคคลที่มีชีวิต ซึ่งซี่ฟันมีลักษณะปรากฏชัดว่า มีการสึกมากทั้งด้านบดเคี้ยวและด้านประชิด เรื่องนี้ดูเหมือนว่าเป็นลักษณะธรรมดาของสังคมชนเผ่าที่ยังล้าหลัง ทั้งนี้เนื่องจากอาหารหยาบ และมักใช้ฟันตนเองเป็นเครื่องมือใช้งานทั่วไปด้วย เขายังรายงานว่า "มีเพียง 10 เปอร์เซนต์เท่านั้นในชนเผ่าอะบอริจิน ที่

ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟัน มีตำแหน่งตรงกับตำแหน่งขากรรไกรถอยหลัง ระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนี้มีปริมาณมากกว่า 1 มิลลิเมตรเล็กน้อย การค้นพบนี้สอดคล้องกับค่ารายงานจากที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ชนเผ่าอะบอริจิน และเป็นกลุ่มประชากรที่ถูกพิจารณาแล้วว่ามีการสบฟันที่ดีเลิศ" (Beyron, 1964)

เบรอน ยังพบว่า "สบสัมพันธ์ที่ตำแหน่งสบสับหว่างระหว่างปุ่มฟัน ระหว่างขากรรไกรบนและล่างที่ตำแหน่งฟันหน้า มีระยะห่างระหว่างปลายตัดเล็กน้อย" ประเด็นนี้เป็นลักษณะหมู่มากในกลุ่มศึกษา การสังเกตนี้มีความสอดคล้องอย่างสมบูรณ์แบบกับ แนวคิดเรื่องสบปกป้อง ด้วยเหตุจากระดับการสึก" เบรอนบันทึกว่า มีซี่ฟันจำนวนมากซี่ สัมผัสกันขณะทำงานเคลื่อนข้าง (สบเป็นกลุ่ม) แม้จะสังเกตว่า การสบเป็นกลุ่มเช่นนี้ เป็นลักษณะพิเศษของกลุ่มชาวอะบอริจิน ออสเตรเลียที่นำมาศึกษา แต่สิ่งที่น่าสนใจยิ่งที่เขาได้พบอีกประการหนึ่ง คือ การไม่มีสัมผัสของด้านไม่ทำงาน ซึ่งเป็นสัมผัสที่เคยกล่าวกันไว้ว่า เป็นลักษณะปรากฏที่เป็นส่วนหนึ่งของ "การสบเชิงอุดมคติ" ดังที่ได้กล่าวไว้ในเรื่อง "สบดุล" การค้นพบนี้ได้มีรายงานบันทึกไว้ พร้อมกับบันทึกลักษณะปรากฏชัด ของวิถีวงจรเคลื่อนเคี้ยวที่กว้างมาก ลักษณะเคลื่อนข้างที่กว้างนี้เป็นรูป "หยดน้ำตา" เมื่อมองจากด้านหน้า (Beyron, 1964)

เรื่องราวที่ เบรอน ค้นพบนี้ เข้ากันได้กับรายงานก่อนหน้า ที่เขากล่าวว่าการสึกของซี่ฟันเล็กน้อยนั้นเป็นธรรมชาติ และเป็นสิ่งที่ควรเป็นควรบังเกิด คล้ายกับลักษณะสบสัมพันธ์ต้าน ที่เกิดกับด้านตรงข้ามของด้านบดเคี้ยว และที่เกิดกับผิวสัมผัสไถลสบของซี่ฟัน ขณะขากรรไกรเคลื่อนต่างๆ ทิศ (Beyron, 1954b) อย่างไรก็ดี "ดุลสัมผัสของด้านที่ไม่ได้บดเคี้ยวทำงานนั้น ไม่ได้ช่วยลดแรงเครียดของซี่ฟันอีกหลายซี่ที่ด้านบดเคี้ยวทำงานแต่อย่างใด" และ "ลักษณะสัมพันธ์เช่นนี้ คือ อันตรายจากแรงสัมผัสที่พื้นเอียงของปุ่มฟันด้านดุลที่เกิดนี้ควรถูกย้ำเตือน ด้วยเหตุว่า สัมผัสต่างๆ ที่เกิดนี้เอง ขัดขวางการเคลื่อนข้างขากรรไกรต่างๆ ทิศ" (Beyron, 1954a) ข้อสรุปต่างๆ เหล่านี้ ได้ให้ความชัดเจนมาก่อนหน้าแล้ว จากการศึกษาเชิงมานุษย์วิทยาโดย โจนส์ ผู้สังเกตในมนุษย์ พบว่า "ลักษณะบดเคี้ยวเริ่มเกิดทางด้านข้างเคลื่อนสู่ด้านใกล้กลาง และเกิดที่ซีกเคี้ยวของขากรรไกรเพียงซีกเดียว กลุ่มซี่ฟันซีกตรงข้ามนั้นมิได้มีสัมผัสเลยแม้แต่น้อย" (Jones, 1947)

งานที่ ดีอะมิโก (1958) ศึกษา แตกต่างจากงานของ เบ็ก อย่างมาก นั่นคือ ข้อสรุปของ ดีอะมิโก มีผลกระทบตรงต่อความคิดของทันตแพทย์ทั้งหลาย ที่เกี่ยวข้องกับ แนวคิดลักษณะสบฟัน เขาได้ศึกษาโครงสร้างซี่ฟัน ชาวอินเดียนแดง ในถิ่นแคลิฟอเนีย ยุคก่อนและหลังยุโรป การศึกษานี้นำมาสู่ข้อสรุปว่า

"การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตในช่วงเปลี่ยนผ่านจากวัฒนธรรมดั้งเดิม ไปสู่วิถีสมัยใหม่ดังวิถีชาวยุโรป ทำให้ปัจจัยเรื่องฟันสึก ซึ่งกลุ่มคนเหล่านี้คือผู้ที่เคยมีฟันสึกอย่างรวดเร็วและมิติดิ่งสบฟันลดลงนั้น ได้ยุติลง ผลจากการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตอย่างฉับพลันนี้เอง เป็นพัฒนาการมาจากสัมพันธ์สบคร่อมฟันหน้าบนและฟันเขี้ยว ผลวิวัฒน์เปลี่ยนแปลงเชิงอินทรีย์นี้ มิได้เกิดขึ้นในช่วงเวลาอันสั้น" (1961)

ดีอะมิโก ให้ทัศนะว่า 1.ซี่ฟันที่ปลายฟันสึกราบเรียบดังที่พบในชาวอะบอริจิน เป็นผลจากการสึกอย่างรุนแรง และเป็นสิ่งผิดปกติ 2.การเคลื่อนเคี้ยวของขากรรไกรมนุษย์ ที่มีลักษณะคล้ายสัตว์กีบหลายกระเพาะนั้น (เคี้ยวเอื้อง) ไม่ใช่ลักษณะเด่น 3.ซี่ฟันที่มีปุ่มฟันสูงเป็นสิ่งเหมาะสมอย่างแน่นอน 4.ฟันตัดขากรรไกรบนและซี่ฟันเขี้ยวที่สบเหลื่อมดิ่ง ที่มีนัยเพื่อแสดงการสบคร่อมแนวดิ่ง ทำให้มีการแยกจากกันของซี่ฟันหลังต่างๆ ขณะขากรรไกรเคลื่อนข้าง ดีอะมิโก ได้ย้ำถึงซี่ฟันเขี้ยวขากรรไกรบนว่า เป็นหลักให้ฟันสัมผัสกันขณะเคลื่อนข้าง และทำหน้าที่เป็นแนวนำ วิถีเคลื่อนหุบขากรรไกรล่างเข้าสู่ตำแหน่งสบในศูนย์ ความคิดนี้ได้ถูกขนานนามว่า "เขี้ยวปกป้อง" และเป็นหนึ่งในลักษณะย่อยของแนวคิดสบปกป้องเชิงทั่วไปของลักษณะสบสัมพันธ์ซี่ฟัน

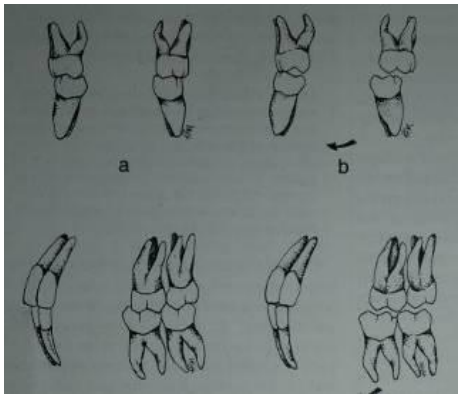
คำถาม คือว่า การสึกของซี่ฟัน โดยเฉพาะการสึกที่มากและรุนแรง ควรถูกพิจารณาว่าเป็นภาวะทางสรีระ หรือ พยาธิ ดังที่เคยเป็นเรื่องถกเถียงกันมาก่อนหรือไม่ (Berry, 1986) ประเด็นนี้ยังคงไม่กระจ่างจนกว่าข้อมูลงานวิจัยทางคลินิกจะปรากฏชัด ที่แสดง "ผลสัมพันธ์จำเพาะ" ของการสึกซี่ฟันระดับกลางหรือระดับมาก ว่าเป็นลักษณะปรากฏ เป็นอาการ หรือ กระทบต่อประสิทธิภาพทำงานของระบบบดเคี้ยว

<u>แนวคิดปัจจุบัน</u>

เมื่อให้บทสรุปจากช่วงเปลี่ยนผ่านสู่ยุคปัจจุบัน สจ๊วต และสตาลลาร์ด (1960) กล่าวเรื่องแนวคิดสบฟันไว้ว่า

เพื่อผู้ศึกษาด้านสบฟัน ประหนึ่งโดยตรรกะ อนุมานได้ว่า การเรียงตำแหน่งอวัยวะส่วนต่างๆ ของช่องปากที่มีผลรุนแรงน้อยที่สุดนั้น มาจากลักษณะสบสัมพันธ์ระหว่างปุ่มฟัน ที่เมื่อเคลื่อนเยื้องเป็นแบบสัมผัสทั้งสองซีกขากรรไกร พร้อมกับมีสัมผัสเมื่อเคลื่อนยื่นขากรรไกรอย่างได้ดุล พวกเขาได้มีความเชื่อและคงความเชื่อนี้ไว้อย่างเป็นอมตะ เชื่อว่าลักษณะการจัดเรียงเช่นนี้ ทุกๆ ซี่ฟันจะอยู่รวมประชิดลักษณะ

ใกล้กันทุกๆ ตำแหน่งที่สบกัด เชื่อว่าลักษณะเช่นนี้จะเกื้อหนุนให้เกิดความเสถียร เพราะเหล่ากล้ามเนื้อต่างๆ จะไม่มีแรงเครียด เช่นเดียวกับข้อต่อขากรรไกรที่ไม่อาจแบกภาระซี่ฟันแต่เพียงลำพังได้



ภาพ 12-6 แนวคิดสบปกป้อง มองด้านหน้าเห็นฟันกรามที่สบตำแหน่งสบในศูนย์ (a), เมื่อเคลื่อนข้างจะมีสัมผัสปุ่มฟันด้านแก้มต่อปุ่มฟันด้านแก้ม ที่ด้านทำงาน พร้อมแยกฟันออกจากกันที่ด้านไม่ทำงาน (b), สบในศูนย์เมื่อมองด้านข้าง (c), เมื่อเคลื่อนยื่น มีฟันหน้าของขากรรไกรบนและล่างเท่านั้นที่สัมผัสกัน (d), ควรเปรียบเทียบแนวคิดระบบสบสัมพันธ์นี้กับภาพ 12-2

เป็นเวลาเนิ่นนาน และเป็นจริงว่า แนวคิดนี้ถูกยึดถือโดยกลุ่มนักคิดทำงาน (functionalist) กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยว แม้ว่าการสังเกตทางคลินิกและการศึกษาเชิงมนุษย์วิทยา เพื่อสนับสนุนแนวคิดนี้จะล้มเหลวก็ตาม ลักษณะสบข้ามโค้งขากรรไกร ข้ามซี่ และมีสบดุลขณะเคลื่อนยื่นขากรรไกร ดังที่เป็นข้อคิดสำคัญต่องานรักษาฟันธรรมชาตินั้นได้ถูกยกเลิก ลักษณะการเรียงตัวของด้านบดเคี้ยวที่ให้การปกป้องปุ่มฟันและซี่ฟันที่ไม่ได้ทำงานนั้น กลับได้รับการชื่นชมแทนที่แนวคิดเดิม (ภาพ 12-6)

กาลภาวะที่เปลี่ยนผ่าน จากทฤษฎีสบดุล มายังทฤษฎีสบปกป้องดังที่เกิดนี้ พิจารณาได้ว่าเป็นคู่ทัศนะต่าง ที่คำนึงถึงการทำงานโดยฟันเขี้ยวปกป้อง (D'Amico, 1961) กับการทำงานเป็นกลุ่ม (Schuyler, 1901) หากพิจารณาด้วยทัศนะที่กว้างไกลแล้วนั้น ลักษณะปกป้องซึ่งกัน และกันสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับฟันหน้าเมื่อคำนึงถึงฟันหลัง และเมื่อฟันหลังทำงานก็จะคำนึงถึงกลุ่มฟันหลังที่ไม่ทำงาน โดยทางคลินิกแล้วมักเป็นเรื่องยาก ที่จะทำให้เกิดขึ้น แต่ความแตกต่างของหลักการทั้งสองอยู่บนฐานคิด ที่แต่ละแนวคิดมีความแจ่มชัด ผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยวมีแนวคิดปัจจุบันเกี่ยวกับลักษณะสบแบบเขี้ยวปกป้อง ว่าอยู่บนสมมุติฐานที่ "ปลายตัดของซี่ฟัน และปุ่มฟันทั้งหลายควรถูกจัดเรียงในตำแหน่ง เพื่อสบเคี้ยวแนวดิ่ง"

(Stuart and Stallard, 1960) ขณะที่ปุ่มฟัน แอ่งลึกบนด้านบดเคี้ยว และร่องลายฟัน ซึ่งมีตำแหน่งและรูปร่างต่างๆ ต้องผนวกประสานกับตำแหน่งข้อต่อขากรรไกร และวิถีเคลื่อนขากรรไกรล่าง ที่ทำให้สัมผัสซี่ฟันที่เกิดขึ้นขณะทำงาน เกิดสัมผัสได้อย่างแม่นยำ จากมุมมองเช่นนี้เอง ซี่ฟันเขี้ยวจะช่วยป้องกันสัมผัสที่เกิดกับซี่ฟันกราม ดังนั้น ขณะขากรรไกรเคลื่อนทำงานในซีกนั้นของโค้งขากรรไกร ซี่ฟันเขี้ยวได้ช่วยป้องกันไม่ให้ซี่ฟันหลังมาสัมผัสกัน แม้สิ่งนี้ถือได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็น แต่ทว่าก็มีแนวโน้มต่อการทำลายเช่นกัน

[ข้อคิด สรรีรความทนทาน (physiologic tolerance) ของอวัยวะใดๆ มีจำกัด หากอวัยวะนั้นมีสุขอนามัยสมบูรณ์ ไม่มีพยาธิสภาพ สรรีความทนทานของอวัยวะนั้นๆ จะพอเหมาะกับธรรมชาติใช้งาน]

ส่วนทัศนะของนักคิดทำงาน ในแง่ความต่าง คือ “วิถีเคลื่อนนอกศูนย์ของขากรรไกรล่างขณะบดเคี้ยวมีความหลายหลากอย่างมาก และไม่ได้เป็นไปตามรูปแบบที่จำเพาะ เมื่อการเคลื่อนข้างทั้งหลายถูกจำกัดด้วยความชันปุ่มฟันที่ชันมาก และจากลักษณะสบสับหว่างของพื้นเอียงลาดจากฟันหน้า” หากภาวะเช่นนี้เกิดขึ้นจริง แต่ละปัจเจกบุคคล จึง “ถูกบังคับให้เคี้ยวหรือกัดตัดอาหาร ด้วยลักษณะวิถีเคลื่อนในแนวดิ่ง” (Schuyler, 1961) ด้วยทัศนะเช่นนี้ ลักษณะสบปกป้อง ซี่ฟันเขี้ยวจะป้องกันสบสัมผัสจากปุ่มฟันต่างๆ ทางซีกทำงาน และเป็นลักษณะที่เหมาะกับวงจรเคลื่อนเคี้ยวเมื่อเคลื่อนข้าง นั่นหมายความว่า ด้านทำงานบดเคี้ยวเป็นกลุ่ม

การศึกษาเรื่องอุบัติการณ์หรือความชุกของสบเขี้ยวปกป้อง มีผลลางเลือนที่จะอธิบายได้ นั่นอาจเป็นเพราะการกำหนดเกณฑ์ที่ต่างกัน ปริมาณการเคลื่อนข้าง อายุ กลุ่ม สังคมวัฒนธรรมที่หลายหลาก และตัวแปรอื่นในการศึกษาที่ต่างกัน อย่างไรก็ดี ผลรวมข้อมูลมีแนวโน้มสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า สัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของสบปกป้องด้วยเขี้ยว กับสบเป็นกลุ่ม มีความเกี่ยวพันกับอายุของบุคคล และปริมาณการสึกของซี่ฟันเขี้ยวและซี่อื่นๆ เช่นเดียวกับโครงสร้างพื้นฐานอีกหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการสบฟัน

ภาพ 12-7 ลักษณะสบในศูนย์ของฟันหญิงอายุ 52 ปี ผู้หนึ่ง

ภาพ 12-8 ลักษณะฟันในปากเดียวกันกับที่แสดงในภาพ 12-7 แสดงให้เห็น สบแบบเขี้ยวปกป้อง

ภาพ 12-9 สบฟันที่แสดงการสบหลายตำแหน่งที่ด้านทำงานขณะเคลื่อนข้าง นี่เป็นการ สบเป็นกลุ่มบดเคี้ยว (group function) ของชายอายุ 23 ปี คนหนึ่ง

บัตเล่อ และแซนเดอ (1968) ได้จัดการทดลองระยะสั้นกับบุคคลสองคน แต่ละคนมีฟันปลอมติดแน่นสองชุด ชุดแรกเป็นรูปแบบสบฟันชนิดเขี้ยวปกป้อง อีกชุดมีลักษณะสบสัมพันธ์เป็นกลุ่มขณะเคลื่อนข้าง ฟันปลอมติดแน่นแต่ละชุดนั้นได้ถูกใช้งานเป็นเวลา 1 เดือน ระหว่างนั้นได้มีการวัดกิจกรรมของไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (electromyography activity) หรือ EMG จากรูปลักษณะสบฟันชนิดเขี้ยวปกป้อง เมื่อวัด

กิจกรรมไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะบดเคี้ยว (วัดภายนอกช่องปาก) และได้วัดหลายครั้ง ผลพบว่ากิจกรรมไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นกับรูปแบบสบฟันที่ต่างกันทั้งสองแบบนั้น มิได้ให้ผลแตกต่างกัน บัตเล่อ และแซนเดอ จึงให้ข้อสรุปว่า "ผู้ป่วยทั้งสองคนต่างพึงพอใจ และมีความสบายกับด้านสบทำงานทั้งสองแบบ และไม่อาจจำแนกความแตกต่างคุณภาพเชิงการใช้งานของงานบูรณะด้วยฟันปลอมติดแน่นได้" อย่างไรก็ดี "พบว่ามีจำนวนพื้นผิวที่มีสัมผัสด้านเคลื่อนข้างของฟันเขี้ยว เกิดกับผู้ป่วยที่ใส่ฟันแบบเขี้ยวปกป้องน้อยกว่าอย่างมีนัย" (Butler and Zander, 1968) ทว่าประเด็นการสรุปนี้ มาจากจำนวนผู้ป่วยตัวอย่าง ที่น้อยเกินกว่าจะกล่าวเชิงสรุปได้ แต่ก็ทำให้กระจ่างว่า สบเขี้ยวปกป้องอาจนำไปสู่การเคลื่อนหุบขากรรไกรสบฟันระหว่างบดเคี้ยว ได้ตรงมากกว่าสบเป็นกลุ่ม แน่นอนว่า ลักษณะการศึกษารูปแบบนี้เป็นสิ่งจำเป็นในอนาคต

แม้ว่าความต่อเนื่องของความรู้สึกรับรู้สัมผัสทั้งสองแบบ คือ ลักษณะเขี้ยวปกป้องเมื่อเทียบกับลักษณะสบเป็นกลุ่ม มีพัฒนาการจากแนวคิดเรื่อง *ปกป้องซึ่งกันและกัน* ทั้งสองแนวคิดต่างเป็นตัวแทนจำเพาะ ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยว และกลุ่มนักคิดทำงาน และเข้ากันกับแนวคิดทั้งสองแบบ คือ แนวคิดของนักคิดทำงานนั้น อุทิศให้กับความเข้าใจถึงความหลายหลากที่มี และความไม่แม่นยำของขากรรไกรล่างขณะทำงาน และลักษณะสบสับหว่างระหว่างซี่ฟันบนและซี่ฟันล่าง ส่วนแนวคิดผู้เชี่ยวชาญระบบบดเคี้ยวนั้น สร้างรูปแบบชีวกลและตรรกะ เพื่อให้เข้าใจรูปแบบลักษณะทำงานของข้อต่อขากรรไกรและรูปกายวิภาคด้านบดเคี้ยว แนวคิดเรื่องการปกป้องซึ่งกันและกัน หากพิจารณาในทัศนะเชิงกว้างสามารถโอบอุ้มทัศนะทั้งสองได้ และได้สร้างพื้นฐานหลัก หรือมีอิทธิพลต่อการจัดเรียงซี่ฟัน ที่ดูเหมือนว่าจะเข้าถึงได้โดยกรรมวิธี หรือวิธีการอย่างแตกต่างกัน

<u>สบปกป้องซึ่งกันและกัน</u> (mutual protection)

การแยกซี่ฟันออกจากกันอย่างเป็นระบบ (organized disclusion) คือ คำศัพท์หนึ่งที่เอ่ยกล่าวโดยสตาลลาร์ด และสจ๊วต (1963) นับเป็นคำอธิบายแนวคิดสบฟัน ทั้งขณะสบสัมผัสสับหว่างซี่ฟันที่ให้พื้นที่สัมผัสมากที่สุด และขณะเมื่อเคลื่อนยื่นขากรรไกรล่าง เรื่องความเข้าใจของเราประเด็นสบปกป้องควรพิจารณาได้ว่า เป็นแนวคิดโดยทัศนะอย่างกว้างมากๆ ว่าเป็นรูปแบบที่เป็นระเบียบของสัมพันธ์ทำงานของซี่ฟันธรรมชาติ ถูกแปลมาจากทัศนะ ดังต่อไปนี้

1. ที่ตำแหน่งสัมผัสสับหว่างซี่ฟัน ขณะมีแรงกระทำที่ด้านบดเคี้ยว ด้วยทิศทางตรงสู่แกนฟันนั้น แรงถูกดูดซับโดยสัมผัสรองรับที่มาจากฟันหลังเพียงกลุ่มเดียว สัมผัสสบที่ฟันหน้ามีเบาบาง และไม่ควรรองรับแรงปริมาณมาก
2. เมื่อเคลื่อนยื่นขากรรไกร การสบเหลื่อมแนวดิ่งและสบเหลื่อมแนวระนาบรวมกันที่ฟันตัด (ฟันหน้า) ได้ทำให้เกิดแนวนำฟันหน้า (incisal guidance) ลักษณะที่ชันมากพอ ที่ทำให้ฟันหลังทั้งหลายแยกออกจากกัน
3. เมื่อเคลื่อนข้าง การสบเหลื่อมแนวดิ่งและสบเหลื่อมแนวระนาบของซี่ฟันที่สัมผัสกันที่ด้านทำงานควรมีความชันพอเพียง ที่ทำให้ด้านไม่ทำงานแยกออกจากกัน คำถามมีว่า ซี่เขี้ยวที่ด้านทำงานเพียงคู่เดียวเท่านั้นหรือ ที่ควรสัมผัสกัน หมายถึง เขี้ยวปกป้อง (canine protection) ดูภาพ 12-8 หรือว่า ซี่ฟันกรามน้อยคู่อื่นๆ ควรสัมผัสกันด้วย หรือว่าซี่ฟันหลังคู่อื่นๆ ทั้งหมดของด้านบดเคี้ยวทำงานควรสัมผัสกัน (group function, เคลื่อนสบสัมผัสเป็นกลุ่ม) เรื่องนี้อาจถูกกำหนดเป็นบุคคลๆ ไป ทั้งนี้อาจขึ้นกับปัจจัยทางคลินิกอื่น เช่น สัมพันธ์ที่มีอยู่แล้ว ความยาวสัดส่วนรากฟันต่อซี่ฟัน และระดับการโยก หรือ สัมผัสที่รู้สึกสะเทือนได้ที่ซี่ฟันอื่นๆ ที่มาเกี่ยวข้อง เป็นต้น

<u>ข้อถกเถียง</u>

ส่วนน้อยนิดของความต่างอย่างมาก (vestiges of the dichotomy) ระหว่างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระบบบดคี้ยว และกลุ่มนักคิดทำงาน ยังคงมีค้างคาอยู่ และแม้ว่าลักษณะสบปกป้องจะได้เริ่มยอมรับใช้ กับการจัดลักษณะสบฟันเพื่องานรักษา แต่ทว่า คำถามยังคงมีอีกมากมาย เช่น ในเรื่องที่ว่าควรมีลักษณะ สบเขี้ยวปกป้อง หรือสบเป็นกลุ่มทำงาน สบสามจุดในแอ่งด้านบดเคี้ยว หรือว่าสบบนพื้นผิวที่เรียบ ธรรมชาติและนัยของสัมพันธ์ในศูนย์ ความคงตัวของสัมพันธ์ในศูนย์และสบในศูนย์ กับ “อิสระเคลื่อนในศูนย์สบ” ต่างๆ เหล่านี้ เป็นต้น และนอกเหนือจากประเด็นนี้ ยังมีเรื่องเกณฑ์วินิจฉัยที่ยังเป็นเรื่องที่ถกเถียง กับอีกทั้งนัยสำคัญของฟันโยก และบทบาท หากเป็นปัจจัยสบฟันต่างๆ ที่เกี่ยวกับสาเหตุของการบดกัดฟัน ปัญหาของกล้ามเนื้อและข้อต่อขากรรไกร เกณฑ์วิธีบำบัดรักษาด้านสบฟัน และกระบวนวิธีปรับลักษณะสบฟัน เป็นต้น

เนื้อหาหนึ่งของข้อถกเถียงที่มีต่อเนื่องมาจนทุกวันนี้ คือ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคำถามว่า สัมพันธ์เชิงสถิตระหว่างขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรในศูนย์เป็นอย่างไร กลุ่มผู้สนับสนุน "สบในศูนย์เป็นจุด" (coincidence of centric relation, and centric occlusion) มีความรู้สึกว่า ตำแหน่งระหว่างซี่ฟันต้องสัมพันธ์อย่างแม่นยำแน่นอน เข้ากันกับตำแหน่งขากรรไกรล่าง ขณะอยู่ในตำแหน่งถอย ส่วน กลุ่มผู้สนับสนุนแนวคิด "อิสระในศูนย์สบ" (freedom in centric) รู้สึกว่า พื้นที่อิสระควรมีปรากฏให้ขากรรไกรล่างทำงาน โดยมีพื้นราบเรียบในแนวหน้าหลังปรากฏ ระหว่างพื้นที่สบสับหว่างซี่ฟันกับตำแหน่งถอยหลัง หากพิจารณาอย่างถ่องแท้แล้วจะเห็นว่า แนวคิดทั้งสองทัศนะนั้น ยังคงตกอยู่ในกรอบเกณฑ์กลางทั่วไปของลักษณะสบปกป้องซึ่งกันและกัน และไม่ได้คัดค้านทั้งเรื่องเขี้ยวปกป้อง หรือสบเป็นกลุ่ม การตีความลักษณะสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรสบสับหว่างที่เหมาะสมนั้น มีเป้าหมายเพื่อจัดแนวทางที่ลงตัว เพื่องานบำบัดรักษาด้านบดเคี้ยว และด้วยเหตุนี้ จึงควรนับเป็นทัศนะที่ใช้เป็นข้อพิจารณาเชิงการรักษา มากกว่าเชิงการอธิบายภาวะธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบทางกายวิภาค

ประเด็นต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นเรื่องที่ต้องย้ำถึงทัศนะเรื่องราวเชิงประวัติศาสตร์ ในส่วนข้อเสนอที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสบฟันในชุดฟันธรรมชาติ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม ก่อนจะเริ่มต้นแก้ไขและรักษาการสบฟัน ความเป็นจริงนั้นคือว่า ไม่ใช่ว่าลักษณะสบฟันของผู้ป่วยไม่เป็นไปตามแนวคิดของทันตแพทย์แล้วเมื่อใด ลักษณะเช่นนั้นจะถือเป็นปัจจัยบังคับให้ต้องบำบัดรักษาลักษณะสบฟัน ปัจจัยข้อวินิจฉัยอื่นๆ ก็เช่นกัน จะต้องปรากฏชัดเจนก่อนการเริ่มบำบัดรักษา โดยจำเพาะอย่างยิ่ง วิธีบำบัดรักษาที่ผันกลับไม่ได้ ปัจจัยวินิจฉัยต่างๆ นี้จะเป็นหัวข้ออภิปรายต่อไป

ท้ายที่สุด ทันตแพทย์ต้องตระหนักรู้ และเข้าใจแนวคิด ทั้งในอดีตและปัจจุบัน แนวคิดสบฟันนั้นส่วนใหญ่อยู่บนพื้นฐาน "ข้อพิจารณาเชิงชีวกล" และได้พัฒนาต่อเนื่องมานานนับปี ซึ่งแนวคิดส่วนใหญ่นั้นเป็นผลมาจากการสังเกต ประกอบกับงานแปลผลเชิงคลินิก กรรมวิธีการแปลผลเช่นนั้น หากกระทำด้วยเจตนาเพื่อให้เข้าถึงเป้าประสงค์ และโดยไม่มีความลำเอียงใดๆ มิได้หมายความว่า จะเชื่อถือไม่ได้ อย่างไรก็ดี แนวคิดทั้งหมดเหล่านั้นได้สนองต่อข้อสังเกตหลายประการ ก่อนจะประมวลลงสู่ข้อสรุป ในประเด็นสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลลัพธ์ เกณฑ์การวินิจฉัย และประสิทธิผลการบำบัดรักษา

ช่วงอดีตของสองทศวรรษ ระหว่างปี ค.ศ.1960 ถึง 1980 วิชาทันตแพทยศาสตร์ได้มีพัฒนาการอย่างเข้มข้นเรื่องงานวิจัยด้านสบฟัน ทั้งการทำงานที่ปกติและผิดปกติของขากรรไกรล่าง และงานศึกษา

พื้นฐานและผนวกกับงานศึกษาเชิงประยุกต์หลายต่อหลายเรื่อง งานอุทิศเหล่านี้ได้ครอบคลุมเนื้อหาเชิงชีววิทยา เชิงพฤติกรรม และวินัยทางคลินิกที่ใช้สำรวจทางระบาดวิทยา งานติดตามผลทางคลินิก การศึกษารอยเคลื่อนในช่องปาก ผลทางไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (electromyograph) หรือ EMG การวัดผลโดยใช้หน่วยรับสัญญาณภายในช่องปาก การติดตามวิถีเคลื่อนขากรรไกร ศาสตร์ทางพยาธิฮิสโตวิทยาและศาสตร์อื่นๆ เราได้มีประจักษ์พยานว่าเป็นความใส่ใจ ขณะเดียวกับการได้ตอกย้ำถึงความสำคัญของหลักการเชิงกล หลักการเชิงชีวกล พร้อมทั้งเทคนิคทั้งหลายที่มี ก็เพื่อยังประโยชน์ต่อความเข้าใจเชิงชีววิทยา และความเข้าใจเชิงพฤติกรรมของศาสตร์สาขานี้ การที่ศาสตร์สาขานี้จะคงก้าวหน้าต่อไป ข้อมูลใหม่ๆ และข้อพินิศเชิงลึก ย่อมต้องมีการวิเคราะห์แนวคิดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งดูเหมือนว่าจะเปลี่ยนไปตามกาลเวลา แนวโน้มนี้ ประกอบกับความรู้ของเราสาขากายวิภาค และการแปรเปลี่ยนเชิงการใช้งาน และการปรับตัวของร่างกาย ย่อมต้อง *เลี่ยงจากความเชื่ออย่างผิดๆ ที่เป็นแนวคิดเดียวไม่ปรับเปลี่ยน หรือฐานความเชื่อที่ผิด ต่อการเข้าถึงงานบำบัดรักษา ปัญหาสบฟันต่างๆ แบบ (unalterable dogma regarding any one concept or therapeutic approach to occlusal problems)*

<u>บทสรุป</u>

บทนี้ได้ทบทวนแนวคิดการจัดเรียงตัวของด้านบดเคี้ยวและสัมพันธ์ทั้งหลายที่เกิดขึ้น โดยจำเพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ และเป็นฟันธรรมชาติ ได้ย้ำถึงแนวคิดลักษณะสบปกป้องซึ่งกันและกัน ดังที่มีรูปแบบตรงข้ามกับลักษณะสบดุล (หมายถึงสบดุลสองซีกขากรรไกร) ข้อพิจารณาแนวคิดสองแบบของลักษณะสบฟันที่ต่างกัน และที่คงอยู่ยืนยาวต่อเนื่องมาจากอดีตสู่ยุคปัจจุบัน จากการสร้างลักษณะสบฟันฟันปลอมทั้งปาก จนถึงลักษณะสบฟันธรรมชาติ ดังนั้น เนื้อหาทบทวนเชิงประวัติ จะได้นำพาเราให้เข้าใจพัฒนาการของแนวคิดเหล่านี้ และบางส่วนของเชิงตรรกะ ที่มีหลายขั้นหลายตอน ที่แนวคิดเหล่านี้จะนำไปสู่พัฒนาการและการเปลี่ยนแปลง

วัตถุประสงค์ของการอภิปรายได้นำพาผู้อ่าน ไปสู่ศัพท์บางคำ เนื้อเรื่องบางประเด็น และขยายกรอบแนวคิดหลายหลาก ที่เรื่องราวเหล่านี้ได้เป็นประเด็นสนใจของเหล่าทันตแพทย์สาขาบดเคี้ยวมานานนับปี และด้วยเพื่อสนองต่อกรอบอ้างอิง ก่อนนำไปสู่ข้อพิจารณาเกณฑ์วินิจฉัย และนำไปสู่วิธีจัดการกับด้านบดเคี้ยว ของปัญหาระบบดเคี้ยวทำงานผิดปกติ ต่อไป

แม้หนังสือตำราเล่มนี้จะพิจารณาได้ว่าเก่า (พิมพ์ครั้งแรก 1988) แต่เนื้อหาที่เข้มข้นได้เป็นตัวแทนทางออกของเรื่อง ระบบบดเคี้ยวในอดีต เนื้อหาเจาะลึกแก่นวิชา *ศาสตร์บดเคี้ยว* ที่มีฐานทางชีววิทยา และที่ได้ใช้กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์ศึกษา อีกทั้งได้หยิบยกข้อมูลเชิงชีววิทยาและพฤติกรรมศาสตร์ที่หนักหน่วงออกมาตีแผ่ รวมทั้งข้อมูลจากบทความทางวิทยาศาสตร์ ด้วยประสงค์ให้ตระหนักถึงการสังเกตทางคลินิกและการแปลผล รวมทั้งเน้นย้ำถึงความต้องการตอบคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งใหม่และเก่าที่ค้างคา และหาคำตอบชัดเจนไม่ได้ ผู้ศึกษา ครู และผู้ปฏิบัติงานทางคลินิกจะได้พบ ศิลปะเชิงข้อเท็จจริงที่เป็นประโยชน์ และมีนัยทางคลินิก

"Quality is never an accident;
it is always the result of high intention, sincere effort,
intelligent direction and skillful execution;
it represents the wise choice of many alternatives."
William A. Foster

“คุณภาพ ไม่ได้เกิดด้วยความบังเอิญ หากแต่เป็นผลจากความตั้งใจมั่น

จากความพยายามยิ่ง จากวิถีทางอย่างฉลาดเฉลียว และจากงานปฏิบัติอย่างมีฝีมือ

สิ่งที่เรียกว่าคุณภาพนั้น เป็นผลสะท้อนของปัญญา จากทางเลือกหลายหลาก”

วิลเลียม เอ ฟอสเตอ

วิเชฏฐ์ จินดาวณิค ถอดความ พุทธศักราช ๒๕๕๕