

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาของบททบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ จะมีความครอบคลุมถึงหัวข้อดังนี้ คือ การสบฟันอุดมคติ (ideal occlusion) และการสบฟันปกติ (normal occlusion) ลักษณะเฉพาะภายในขากรรไกรในระยะชุดฟันน้ำนม ลักษณะเฉพาะระหว่างขากรรไกรในระยะชุดฟันน้ำนม พัฒนาการของการสบฟันจากระยะชุดฟันน้ำนมไปสู่ระยะชุดฟันแท้ สรุปสุดท้ายด้วยข้อสรุปและข้อสังเกตเกี่ยวกับช่องโพรเมตที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

2.1 การสบฟันอุดมคติและการสบฟันปกติ

ความหมายหรือแนวคิดเกี่ยวกับการสบฟันมีคำจำกัดความที่แตกต่างกันไปตามแต่ละสาขาเฉพาะทางทางทันตแพทย์ โดยการให้คำจำกัดความนั้นแบ่งเป็นแนวคิดหลักได้สองแบบ คือ แนวคิดของการสบฟันเชิงสถิต (static occlusion) และ การสบฟันเชิงหน้าที่ (functional occlusion) โดยทั่วไปแล้วการให้คำจำกัดความของการสบฟันมักจะอธิบายถึงการสบฟันเชิงสถิตเนื่องจากเป็นสิ่งที่ทำการศึกษาค้นคว้ามานานและเมื่อไม่นานมานี้จึงได้มีแนวคิดที่กล่าวถึงเกี่ยวกับการสบฟันเชิงหน้าที่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยแนวคิดนี้มีพื้นฐานมาจากรูปแบบการสบฟันของฟันปลอมทั้งปาก (complete denture) ที่ต้องออกแบบให้มีการสบฟันได้ดุล (balanced occlusion) เพื่อให้ฐานฟันปลอมมีเสถียรภาพ (stability)¹¹

ในส่วนของคำจำกัดความของการสบฟันเชิงสถิตสามารถอธิบายได้อย่างง่าย ๆ¹² ว่า การสบฟัน คือ แนวทางหรือความสัมพันธ์ที่ฟันบนสบกับฟันล่าง โดยที่ความสัมพันธ์ของฟันสามารถแบ่งได้เป็น ความสัมพันธ์ที่มีการสบฟันในศูนย์กลาง (centric occlusion) และ ความสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์ในศูนย์กลาง (centric relation) ซึ่งรูปแบบของการสบฟันมีความซับซ้อน เนื่องจากมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อตำแหน่งของฟันและส่งผลกระทบต่อการสบฟันด้วย เช่น กล้ามเนื้อบดเคี้ยว (muscles of mastication) ข้อต่อขากรรไกร (temporomandibular joint) โครงสร้างของกระดูก (skeleton structures) เป็นต้น

การสบฟันที่ดีที่จัดว่าเป็นลักษณะการสบฟันอุดมคตินั้น ได้ถูกกำหนดขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานในการวินิจฉัยและการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน การสบฟันแบบนี้จะทำให้เกิดเสถียรภาพ มีภาวะธำรงดุล (homeostasis) และมีการทำหน้าที่ (function) ที่ดี ซึ่งอาจไม่พบหรือพบได้น้อยมาก

ในธรรมชาติ^{1, 13} โดยแท้จริงแล้วการสบฟันที่พบในประชากรจะมีลักษณะที่เบี่ยงเบนไปจากลักษณะการสบฟันในอุดมคติในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งลักษณะการสบฟันที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีการสบฟันปกติจะมีการเบี่ยงเบนไปจากการสบฟันในอุดมคติที่ยอมรับได้ ค่าพิสัย (range) ของการสบฟันปกติที่แตกต่างไปจากการสบฟันอุดมคตินั้นไม่มีขอบเขตที่แน่ชัด¹³ โดยทั่วไปแล้วการสบฟันปกติ คือ การที่มีการเรียงตัวของฟันผิดปกติเพียงเล็กน้อยที่ไม่มีผลต่อความสวยงาม และการทำหน้าที่ มีความเสถียร (stable) และมีสุขภาพดี^{1, 13} ซึ่งลักษณะของการสบฟันอุดมคติ และการสบฟันปกติในระยะชุดฟันน้ำนม และระยะชุดฟันแท้มีลักษณะดังนี้

2.1.1 การสบฟันอุดมคติและการสบฟันปกติในระยะชุดฟันน้ำนม

Foster และ Hamilton² ได้ทำการรวบรวมข้อมูลของนักวิจัยสี่ท่าน คือ Chapman (1935) Friel (1953) Graber (1966) และ Walther (1967) แล้วทำการสรุปว่า ลักษณะการสบฟันอุดมคติ ซึ่ง Foster และ Hamilton อธิบายว่าเป็นลักษณะเดียวกันกับการสบฟันปกติในระยะชุดฟันน้ำนม โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีช่องระหว่างฟันตัด
- การเหลื่อมในแนวตั้งของฟันตัดมีปริมาณมาก
- เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างในแนวตั้งอยู่ในระนาบเดียวกัน (flush terminal plane หรือ straight terminal plane)
- พบมีช่องไพรมेट

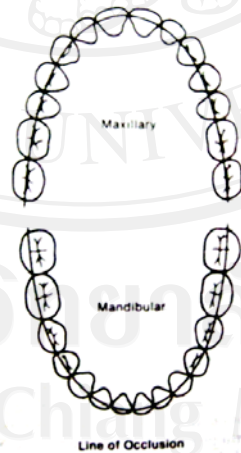
นอกจากนี้ Burdi และ Moyer¹ ได้อธิบายไว้ในหนังสือ Handbook of Orthodontics เกี่ยวกับลักษณะปกติของชุดฟันน้ำนมที่จะพัฒนาไปสู่การสบฟันปกติในระยะชุดฟันผสม (mixed dentition period) และระยะชุดฟันแท้ (permanent dentition period) ควรมีลักษณะดังนี้

- มีช่องระหว่างฟันหน้า
- มีช่องไพรมेट
- การเหลื่อมแนวราบ และการเหลื่อมแนวตั้งมีปริมาณน้อย
- เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างในแนวตั้งอยู่ในระนาบเดียวกันหรือเรียกว่าเป็นการสบฟันแบบที่ 1 (Class I)
- ตำแหน่งสบ (occlusal relation) ของฟันเขี้ยวบนและล่างเป็นแบบที่ 1 (Class I)
- การเอียงตัวของฟันหน้าตัดเกือบตั้งตรง
- รูปร่างส่วนโค้งของชุดฟันเป็นรูปไข่ (ovoid arch form)

2.1.2 การสบฟันอุดมคติและการสบฟันปกติในระยะชุดฟันแท้

1) การสบฟันปกติในระยะชุดฟันแท้ตามแบบของ Angle

Dr. Edward H. Angle เป็นทันตแพทย์คนแรกที่จำแนกลักษณะการสบฟันในช่วงคริสต์ศักราช 1890s¹⁴ และยังเป็นครั้งแรกที่มีการให้คำจำกัดความของลักษณะการสบฟันปกติได้อย่างชัดเจน และการจำแนกการสบฟันตามแบบของแองเกิล (Angle's classification) ยังได้รับการยอมรับมากกว่า 100 ปี Angle ได้จำแนกการสบฟันโดยมีสมมติฐานว่า ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนเป็นฟันที่มีตำแหน่งถูกต้องและคงที่ ซึ่งการสบฟันปกติหมายถึงการสบฟันที่ปุ่มด้านแก้ม (mesio-buccal cusp) ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนสบอยู่ในร่องด้านแก้ม (buccal groove) ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง โดยที่ฟันซี่อื่นๆในช่องปากมีการเรียงตัวที่ได้อยู่บนเส้นโค้งของการสบฟัน (line of occlusion) ดังแสดงในรูปที่ 1 เส้นโค้งของการสบฟัน ในฟันบน คือ เส้นที่ลากเชื่อมระหว่างแอ่งกลาง (central fossa) ของฟันกรามบนแต่ละซี่ และปุ่มคอฟัน (cingulum) ของฟันเขี้ยว และฟันตัดบน ส่วนในฟันล่างจะเป็นเส้นที่ลากเชื่อมต่อระหว่างปุ่มด้านแก้ม (buccal cusps) ของฟันกรามล่าง และขอบด้านตัด (incisal edges) ของฟันเขี้ยวและฟันตัดล่าง ซึ่งเส้นโค้งของการสบฟันในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างต้องสามารถนำมาซ้อนทับเป็นเส้นเดียวกันในขณะที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งปกติ

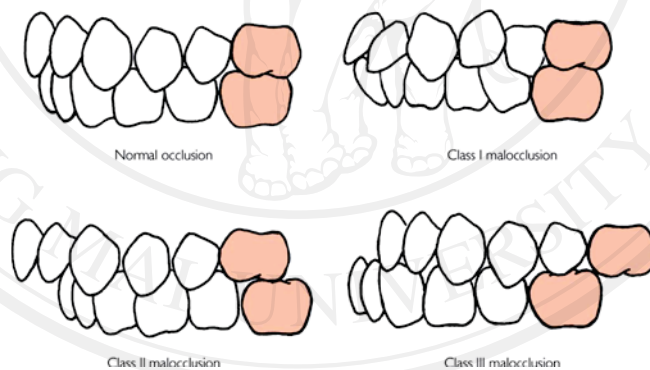


รูป 1 เส้นโค้งของการสบฟัน (line of occlusion)¹⁴

นอกจากนี้ Angle ยังได้อธิบายถึงลักษณะการสบฟันผิดปกติ (malocclusion) แบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

- การสบฟันผิดปกติแบบที่ 1 (Class I malocclusion) หมายถึง ลักษณะการสบฟันที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งเป็นแบบปกติ แต่การเรียงตัวของฟันผิดปกติไปจากเส้นโค้งของการสบฟัน
- การสบฟันผิดปกติแบบที่ 2 (Class II malocclusion) หมายถึง การสบฟันที่ปุ่มด้านแก้ม ไกล่กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนสบอยู่หน้าต่อร่องด้านแก้มของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง โดยเส้นโค้งการสบฟันเป็นแบบใดก็ได้
- การสบฟันผิดปกติแบบที่ 3 (Class III malocclusion) หมายถึง การสบฟันที่ปุ่มด้านแก้ม ไกล่กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนสบอยู่หลังต่อร่องด้านแก้มของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง โดยเส้นโค้งการสบฟันเป็นแบบใดก็ได้

จากที่กล่าวมาแสดงว่าการจำแนกลักษณะการสบฟันของ Angle มีการจำแนกการสบฟันออกได้เป็น 4 แบบ คือ การสบฟันปกติ (normal occlusion), การสบฟันผิดปกติแบบที่ 1 (Class I malocclusion), การสบฟันผิดปกติแบบที่ 2 (Class II malocclusion), และ การสบฟันผิดปกติแบบที่ 3 (Class III malocclusion) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูป 2 การจำแนกลักษณะการสบฟันของ Angle (Angle's classification)¹⁴

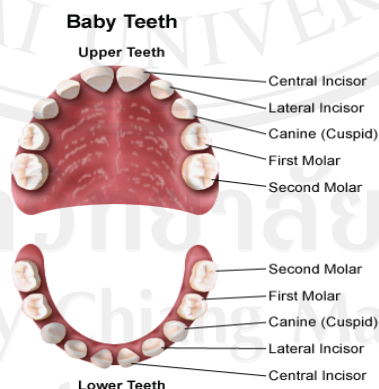
2) การสบฟันในอุดมคติในระยะชุดฟันแท้ตามแบบของ Andrew

จิราภรณ์ ชัยวัฒน์ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลในการศึกษาของ Andrew¹⁵ ซึ่ง Andrew ได้ทำการรวบรวมลักษณะต่าง ๆ ของการสบฟันปกติในธรรมชาติในแบบพิมพ์ฟัน 120 คู่ที่มีการสบฟันดีเลิศ มีใบหน้าด้านข้างตรงได้สัดส่วน และไม่เคยรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมาก่อน เขาพบลักษณะที่สำคัญ 6 ประการซึ่งเป็นที่ยอมรับใช้เป็นแนวทางในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อให้ได้รับผลการรักษาที่ถูกต้องสมบูรณ์ ลักษณะที่สำคัญทั้ง 6 ประการดังกล่าว ได้แก่

- 1) ความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ ปุ่มด้านแก้มใกล้กลาง (mesio-buccal cusp) ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนสบอยู่ในร่องด้านแก้ม (buccal groove) ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับการสบฟันแบบปกติของ Angle
- 2) ความเอียงในแนวซ้ายขวาของตัวฟัน (crown angulation) พบว่าส่วนคอฟัน (gingival portion) ของตัวฟันทุกซี่อยู่ถัดไปทางด้านใกล้กลางต่อส่วนปลายฟัน (incisal portion)
- 3) ความเอนในแนวหน้าหลังของตัวฟัน (crown inclination) ในฟันหน้าบนพบว่าส่วนคอฟันจะอยู่ไปทางด้านหลังต่อส่วนปลายฟัน ส่วนในฟันซี่อื่น ๆ ส่วนคอฟันจะอยู่ไปทางด้านริมฝีปากหรือทางด้านแก้มต่อส่วนปลายฟัน
- 4) การหมุน (rotation) ฟันทุกซี่ที่อยู่ในขากรรไกรต้องไม่มีการหมุน
- 5) จุดแตะแน่น (tight contacts) จุดแตะของฟันทุกซี่จะต้องแน่น ไม่มีช่องว่าง
- 6) ความโค้งของสปี (curve of Spee) ความโค้งของสปีในฟันธรรมชาติจะมีเพียงเล็กน้อยแต่จากการวิเคราะห์พบว่าความโค้งของสปีที่ตรงราบ (flatness) จะมีการสบฟันดีที่สุด

2.2 ลักษณะเฉพาะภายในขากรรไกรในระยะชุดฟันน้ำนม

ระยะชุดฟันน้ำนม หมายถึง ระยะที่เริ่มจากการที่มีฟันน้ำนมซี่แรกขึ้นในช่องปากจนถึงระยะที่มีฟันแท้ซี่แรก เริ่มขึ้น¹² ชุดฟันของฟันน้ำนมประกอบไปด้วยฟัน 20 ซี่ แบ่งเป็นฟันบน 10 ซี่ และฟันล่างอีก 10 ซี่ โดยมีรูปแบบของชุดฟัน คือ มีฟันหน้าตัด 2 ซี่, ฟันเขี้ยว 1 ซี่, ฟันกราม 2 ซี่ ซ้ายขวามล่างอย่างละเท่าๆกัน ดังแสดงในรูปที่ 3



รูป 3 ระยะชุดฟันน้ำนม (primary dentition stage)¹⁶

อายุเฉลี่ยของเด็กในการขึ้นของฟันน้ำนมแต่ละซี่มีความแตกต่างกันในเด็กแต่ละคน จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า มีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออายุการขึ้นของฟันน้ำนมและลำดับการขึ้นของฟัน ได้แก่ พันธุกรรม^{17, 18} สตรีโมน¹⁹ นอกจากนี้จากการทบทวนวรรณกรรมของ

ระวีวรรณ ปัญญางาม และ ยุทธนา ปัญญางาม²⁰ พวกเขาได้อธิบายว่า เพศ (gender) สถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม (socioeconomic status) และปัจจัยด้านสุขภาพ (child health) ก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่ออายุการขึ้นของฟัน

ทั้งนี้ความแปรปรวนของอายุการขึ้นของฟันในประชากรจะมีค่าอยู่ในช่วง ค่าเฉลี่ยอายุการขึ้นของฟันในประชากร ± 6 เดือน¹⁴ โดยทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการสร้างฟัน อายุที่ฟันขึ้นจนถึงสร้างรากฟันเสร็จสมบูรณ์แสดงในตารางที่ 1

ตาราง 1 อายุเฉลี่ยตามปฏิทินแสดงเวลาที่เริ่มมีการสะสมแคลเซียม เวลาที่ตัวฟันสร้างสมบูรณ์ เวลาที่ฟันขึ้น และเวลาที่สร้างรากฟันสมบูรณ์ในระยะเวลาฟันน้ำนม¹⁴

ซี่ฟัน	เวลาที่เริ่มมีการสะสมแคลเซียม		เวลาที่ตัวฟันสร้างสมบูรณ์		เวลาที่ฟันขึ้น		เวลาที่สร้างรากฟันสมบูรณ์	
	บน (สัปดาห์ในครรภ์)	ล่าง (สัปดาห์ในครรภ์)	บน (เดือน)	ล่าง (เดือน)	บน (เดือน)	ล่าง (เดือน)	บน (ปี)	ล่าง (ปี)
ฟันตัดซี่กลาง	14	14	1 ½	2 ½	10	8	1 ½	1 ½
ฟันตัดซี่ข้าง	16	16	2 ½	3	11	13	2	1 ½
ฟันเขี้ยว	17	17	9	9	19	20	3 ¼	3 ¼
ฟันกรามซี่ที่หนึ่ง	15	15	6	5 ½	16	16	2 ½	2 ¼
ฟันกรามซี่ที่สอง	19	18	11	10	29	27	3	3

Graber²¹ ได้เขียนอธิบายไว้ในหนังสือ Orthodontics: current principles and techniques ว่าจากการทบทวนวรรณกรรมของ Lunt และ Law อายุที่มากที่สุดที่ไม่พบว่าฟันขึ้นในช่องปากคือ 13 เดือน และอายุน้อยที่สุดที่พบว่าเด็กมีฟันขึ้นครบหมดทุกซี่คือ 13 เดือน ค่าพิสัย (range) ของระยะเวลาที่ใช้ในการขึ้นของฟันทั้ง 20 ซี่อยู่ในช่วง 18 ถึง 30 เดือน ถึงแม้ว่าอายุการขึ้นของฟันจะมีความผันแปร แต่ลำดับในการขึ้นของฟันมักจะไม่มีเปลี่ยนแปลง^{1, 14} โดยมีลำดับคือ ฟันตัดล่างซี่กลางขึ้นเป็นอันดับแรก ตามมาด้วยฟันตัดซี่อื่นๆ หลังจากนั้นประมาณ 3 ถึง 4 เดือน จะพบฟันกรามซี่ที่หนึ่งล่างและบนขึ้น อีก 3 ถึง 4 เดือนถัดมาจะพบฟันเขี้ยวบนและล่างขึ้น และลำดับสุดท้ายคือ ฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง ในช่วงที่เด็กอายุประมาณ 24 ถึง 30 เดือน

ในประเทศไทย ได้มีผู้ทำการศึกษาอายุการขึ้นของฟันน้ำนมในเด็กจำนวน 2,108 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดย ระวีวรรณ ปัญญางาม และ ยุทธนา ปัญญางาม²⁰ ในปี พ.ศ. 2534 ผลปรากฏว่า อายุเฉลี่ยการขึ้นของฟันชนิดเดียวกันระหว่างเด็กชายและเด็กหญิงมีความแตกต่างกันเล็กน้อยโดยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อายุเฉลี่ยในการขึ้นของฟันแต่ละซี่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีอายุเฉลี่ยการขึ้นเรียงจากฟันตัดกลางซี่ล่าง ฟันตัดกลางซี่บน ฟันตัดข้างซี่บน ฟันตัดข้างซี่ล่าง ฟันกรามบนซี่ที่หนึ่ง ฟันกรามล่างซี่ที่หนึ่ง ฟันเขี้ยวบน ฟันเขี้ยวล่าง ฟันกรามล่างซี่

ที่สอง และฟันกรามบนซี่ที่สอง เป็น 7.83, 9.68, 11.68, 12.95, 16.06, 16.13, 17.63, 18.73, 24.62, และ 25.40 เดือน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลในตารางที่ 1

เมื่อฟันน้ำนมขึ้นครบทุกซี่ในขากรรไกรบนและล่างจะทำให้ตรวจวัดได้ถึงลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ภายในขากรรไกร ดังนี้

2.2.1 ขนาดและรูปร่างของฟันน้ำนม

ขนาดของฟันน้ำนม คือ ขนาดความกว้างของซี่ฟันแต่ละซี่ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesiodistal) ตรงบริเวณส่วนที่กว้างที่สุดของตัวฟันโดยวัดขนานกับด้านบดเคี้ยวของฟัน²² ค่าเฉลี่ยของความกว้างของฟันน้ำนมแต่ละซี่แสดงใน ตารางที่ 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างในแนว ใกล้กลาง-ไกลกลาง ของฟันน้ำนมของเด็กผิวขาวในอเมริกาเหนือ¹

ซี่ฟัน	ชาย			หญิง		
	N (คน)	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)	N (คน)	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)
ขากรรไกรบน						
ฟันตัดซี่กลาง	166	6.41	0.43	169	6.48	0.43
ฟันตัดซี่ข้าง	189	5.26	0.37	175	5.29	0.43
ฟันเขี้ยว	212	6.76	0.34	194	6.63	0.35
ฟันกรามซี่ที่หนึ่ง	214	6.74	0.49	195	6.61	0.49
ฟันกรามซี่ที่สอง	213	8.84	0.53	196	8.74	0.47
ขากรรไกรล่าง						
ฟันตัดซี่กลาง	144	4.06	0.35	144	4.10	0.31
ฟันตัดซี่ข้าง	182	4.64	0.43	171	4.68	0.40
ฟันเขี้ยว	213	5.84	0.33	193	5.82	0.65
ฟันกรามซี่ที่หนึ่ง	209	7.82	0.47	195	7.71	0.46
ฟันกรามซี่ที่สอง	214	9.90	0.52	196	9.73	0.48

หมายเหตุ N = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง Mean = ค่าเฉลี่ย SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

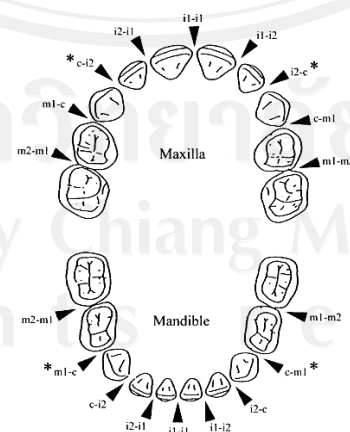
จากการศึกษาที่ผ่านมามีรายงานว่า ขนาดของฟันในเด็กนั้นถูกกำหนดมาตั้งแต่แรกโดยลักษณะทางพันธุกรรม^{23, 24} อีกทั้งยังพบว่าขนาดของฟันน้ำนมมีความแตกต่างกันระหว่างเพศชายและหญิง โดยที่ส่วนใหญ่ในเพศชายจะพบว่ามีความกว้างของฟันใหญ่กว่าในเพศหญิง^{22, 25, 26} นอกจากนี้ยังพบอีกว่ามีความแตกต่างของขนาดฟันน้ำนมระหว่างกลุ่มเชื้อชาติ (racial group) และกลุ่มชาติพันธุ์ (ethnic group)^{22, 26, 27}

ขนาดของฟันน้ำนมไม่สามารถใช้ในการทำนายขนาดของฟันแท้ได้¹ แต่ในขณะเดียวกัน การที่พบว่ามีความชุกของการเกิดการซ้อนเกของฟันได้น้อยในชุดฟันน้ำนมนั้นก็เนื่องมาจากการที่ขนาดของฟันน้ำนมที่มีความสัมพันธ์อย่างมากกับขนาดของส่วนโค้งแนวฟัน (dental arch size)²⁵ โดยขนาดของฟันที่ใหญ่จะสัมพันธ์กับขนาดของส่วนโค้งแนวฟัน (dental arch) ที่ใหญ่ และขนาดของฟันที่เล็กจะสัมพันธ์กับขนาดของส่วนโค้งแนวฟันที่เล็ก ดังนั้นช่องว่างในการเรียงตัวของฟันบนส่วนโค้งแนวฟันจึงเหมาะสมกับขนาดของฟัน

2.2.2 การเรียงตัวและช่องระหว่างฟันน้ำนม

การเรียงตัวของฟันน้ำนมบนส่วนโค้งแนวฟันแบ่งเป็น 2 แบบ⁴ คือ การเรียงตัวแบบมีช่องว่าง (spaced type หรือ type I) และแบบไม่มีช่องว่าง (closed type หรือ type II) ซึ่งการเรียงตัวทั้งสองแบบมีมาตั้งแต่เริ่มแรกที่ฟันเริ่มขึ้น ไม่ได้เกิดจากการพัฒนาจากการไม่มีช่องว่างแล้วเกิดมีขึ้นภายหลัง^{4, 23} นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวน้ำนมใน type I มีขนาดกว้างมากกว่าใน type II 2 มิลลิเมตร⁴ ซึ่งสัมพันธ์กับข้อสรุปของหลายๆการศึกษาที่สรุปว่าการที่ไม่มีช่องระหว่างฟันอาจเกิดขึ้นได้จากการมีขนาดของขากรรไกรที่เล็ก หรือมีขนาดของฟันน้ำนมที่ใหญ่ หรือมีทั้งสองอย่างร่วมกัน⁴ นอกจากนี้ในช่วงที่หลังจากฟันน้ำนมขึ้นครบแล้วจนถึงระยะเวลาช่วงก่อนฟันแท้ขึ้น คือ ช่วงอายุประมาณ 3 ถึง 5 ปี จะพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดของช่องระหว่างฟัน ยกเว้นในกรณีที่มีปัจจัยจากเงื่อนไขทางพยาธิสภาพมาเกี่ยวข้อง^{4, 6, 28}

จากรายงานการวิจัยโดย Hughes และคณะ⁸ ในปี 2001 ได้ทำการแบ่งชนิดของช่องระหว่างฟันในชุดฟันน้ำนมออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ช่องไพรมेट และช่องว่างดิวลิออปเม้นทัล (developmental space) ดังรูปที่ 4



รูป 4 ช่องระหว่างฟันในระยะชุดฟันน้ำนม⁸

1) ช่องไฟเรต

เป็นช่องว่างที่มีตำแหน่งไกลกลางต่อฟันเขี้ยวหน้าบนล่าง (m1-c และ c-m1) และใกล้กลางต่อฟันเขี้ยวหน้าบนบน (c-i2 และ i2-c) ซึ่งเป็นลักษณะที่ควรพบในการสบฟันอุดมคติ และการสบฟันปกติในชุดฟันน้ำนม^{1, 2} การเกิดช่องไฟเรตนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรม^{4, 8} ซึ่งเหมือนกันกับขนาดของฟันน้ำนม²³ และการเกิดช่องระหว่างฟันเฉพาะในฟันหน้าบน⁸

ช่องไฟเรตเป็นช่องว่างที่มีรายงานว่ามีความถี่ (frequency) หรือ ความชุกในการพบมากกว่าช่องว่างบริเวณอื่นๆ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมที่มีผู้ทำการศึกษาไว้พบว่าการเกิดช่องไฟเรตหรือ ความชุกของการพบช่องไฟเรตมีความแตกต่างกันในกลุ่มประชากร

ในปี ค.ศ. 1967 Kauffman และ Koyumdjisky²⁹ ได้ทำการตรวจฟันเด็กในประเทศอิสราเอล อายุ 3.5 ถึง 5.5 ปี จำนวน 313 คน พบว่ามีช่องไฟเรต ร้อยละ 86.5

ต่อมาในปี ค.ศ. 1969 Foster และ Hamilton² ได้ทำการศึกษาโดยพิมพ์ปากเด็กอายุ 2.5 ถึง 3 ปี จำนวน 100 คน ในประเทศอังกฤษ พบว่ามีความชุกของช่องไฟเรต ในขากรรไกรบนทั้งสองข้างร้อยละ 87 มีข้างเดียวร้อยละ 4 และไม่พบช่องไฟเรตในขากรรไกรบนร้อยละ 9 ส่วนในขากรรไกรล่างพบว่ามีช่องไฟเรตทั้งสองข้างร้อยละ 78 มีข้างเดียวร้อยละ 9 และไม่พบช่องไฟเรตในขากรรไกรล่างร้อยละ 13

จากการศึกษาของ El-Nofely และคณะ²⁷ ในปี ค.ศ. 1989 ทำการศึกษาข้อมูลจากแบบจำลองฟันของเด็กอายุ 2.5 ถึง 5.5 ปี จำนวน 243 คนในประเทศอียิปต์ มีอัตราการพบช่องไฟเรตอยู่ในช่วงร้อยละ 65 ถึง ร้อยละ 90

ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2536 สุปราณี สุนทรโลหะนะกุล และคณะ³⁰ ได้ทำการตรวจฟันเด็กอายุ 5-6 ปี จำนวน 151 คนในจังหวัดสงขลา พวกเขาทำการตรวจหาช่องไฟเรตโดยแบ่งนับตามจำนวนที่พบในขากรรไกร 4 เสี้ยว (quadrant) คือ บนขวา บนซ้าย ล่างขวา และล่างซ้าย จากการตรวจครั้งนั้นพบว่าประชากรที่ได้รับการตรวจมีช่องไฟเรตแบบสี่เสี้ยวร้อยละ 58.94 มีสามเสี้ยวร้อยละ 3.98 มีหนึ่งเสี้ยวร้อยละ 3.31 มีเฉพาะขากรรไกรบนหรือเฉพาะขากรรไกรล่าง ร้อยละ 31.79 และไม่มีช่องไฟเรตทั้งในขากรรไกรบนและล่างร้อยละ 19.20

ในปี ค.ศ. 1984 Joshi และ Makhija³¹ ได้ศึกษาโดยการพิมพ์ปากเด็กอายุ 3 ถึง 6 ปี จำนวน 100 คนในประเทศอินเดีย พวกเขารายงานว่าช่องไฟเรต จะพบทั้งสองข้างของขากรรไกร และมักจะพบร่วมกับการมีช่องระหว่างฟันซี่อื่นๆ

นอกจากนี้ในข้อสรุปของหลายการศึกษาสรุปว่าช่องไฟเรตในขากรรไกรบนพบบ่อยกว่าในขากรรไกรล่าง ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่พบช่องไฟเรตในขากรรไกรบนแต่ไม่พบในขากรรไกรล่าง³¹ และพบในเพศชายมากกว่าในเพศหญิง^{2, 5, 27, 29, 32}

El-Nofely และคณะ²⁷ ได้สรุปผลจากการศึกษาของเขาว่าการเกิดช่องไพรเมตพบมากในชุดฟันน้ำนมที่พบช่องระหว่างฟัน และมักจะพบในชุดฟันของคนที่มีขนาดของฟันน้ำนม และฟันแท้มีความแตกต่างกันมาก

การศึกษาเรื่องความกว้างของช่องระหว่างฟันมีการแสดงให้เห็นว่าช่องไพรเมตเป็นช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่พบในขากรรไกร โดย Hughes และคณะ⁸ ได้รายงานถึงความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางของช่องระหว่างฟันแต่ละช่องในชุดฟันน้ำนม และผลรวมขนาดความกว้างของช่องว่างทั้งหมดที่มีในขากรรไกร โดยที่ในขากรรไกรบนจะมีขนาดใหญ่กว่าในขากรรไกรล่าง ในขากรรไกรบนมีผลรวมของความกว้างของช่องว่างทั้งหมดประมาณ 6.2 ± 3.2 มิลลิเมตร และในขากรรไกรล่างมีค่าประมาณ 4.7 ± 3.1 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยความกว้างในหนึ่งช่องในขากรรไกรบนช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ ช่องไพรเมต มีความกว้างประมาณ $0.9-1.1$ มิลลิเมตร และช่องว่างที่มีขนาดเล็กที่สุด คือ ช่องระหว่างฟันกรามน้ำนม มีความกว้างประมาณ $0.3-0.4$ มิลลิเมตร ส่วนในขากรรไกรล่างช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ก็คือ ช่องไพรเมต มีความกว้างประมาณ $0.7-0.9$ มิลลิเมตร และช่องว่างที่มีขนาดเล็กที่สุด คือ ช่องระหว่างฟันกรามน้ำนมซึ่งมีความกว้างประมาณ $0.2-0.3$ มิลลิเมตร นอกจากนี้ในการศึกษาของ El-Nofely และคณะ²⁷ ในประเทศอียิปต์เกี่ยวกับขนาดความกว้างของช่องไพรเมตในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ก็มีผลการศึกษาเหมือนกันกับของ Huges และคณะ คือ ขนาดของช่องไพรเมตในขากรรไกรบนมีขนาดใหญ่กว่าในขากรรไกรล่าง แต่ขนาดที่วัดได้ไม่เท่ากัน คือ มีค่าเฉลี่ยของผลรวมทั้งสองข้างของความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางของช่องไพรเมตในขากรรไกรบนประมาณ 2.56 ± 0.97 มิลลิเมตร ส่วนในขากรรไกรล่างจะมีขนาดประมาณ 1.57 ± 0.69 มิลลิเมตร เมื่อทบทวนวรรณกรรมจากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าขนาดความกว้างของช่องไพรเมตของเด็กผู้ชายจะมีขนาดกว้างกว่าในเด็กผู้หญิง²² ตัวอย่างเช่นในการศึกษาของ Abu Alhaja และ Qudeimat²² ในเด็กก่อนวัยเรียนในประเทศจอร์แดน พบว่ามีขนาดของผลรวมของทั้งสองข้างของช่องไพรเมต 2.80 มิลลิเมตร และ 2.31 มิลลิเมตร ในขากรรไกรบนและล่างในเด็กผู้ชาย ส่วนในเด็กผู้หญิงมีขนาดผลรวมของทั้งสองข้างของช่องไพรเมต 1.93 มิลลิเมตร และ 1.47 มิลลิเมตรในขากรรไกรบนและล่างตามลำดับ นอกจากนี้พวกเขายังได้หาค่าเฉลี่ยของช่องไพรเมตแต่ละข้างในขากรรไกร โดยในขากรรไกรบนขนาดของช่องไพรเมตข้างขวามีค่าเท่ากับ 0.97 มิลลิเมตรในเพศหญิง และ 1.31 มิลลิเมตรในเพศชาย ในข้างซ้าย 0.96 มิลลิเมตรในเพศหญิง และ 1.49 มิลลิเมตรในเพศชาย ในขากรรไกรล่างข้างขวามีค่าเท่ากับ 0.74 มิลลิเมตรในเพศหญิง และ 1.15 มิลลิเมตรในเพศชาย ในข้างซ้าย 0.73 และ 1.16 มิลลิเมตรในเพศหญิง และในเพศชายตามลำดับ ซึ่งขนาดของช่องไพรเมตในแต่ละข้างของขากรรไกรระหว่างชายและหญิงก็มีขนาดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าความชุกของการพบช่องโพรเมตมีขนาดแตกต่างกันระหว่างเชื้อชาติ ระหว่างเพศชายและหญิง และระหว่างชากรไกรบนและล่าง ผลสอดคล้องกับความชุกของการพบการมีช่องระหว่างฟัน ซึ่งพบว่าจะมีในเพศชายมีค่ามากกว่าในเพศหญิง^{25, 29, 31, 33} และในชากรไกรบนจะมีความชุกมากกว่าในชากรไกรล่าง^{27, 29, 32, 34} แต่อย่างไรก็ดีเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขนาดของช่องโพรเมตในข้างซ้ายและขวาในชากรไกรเดียวกันจะพบว่ามิมีขนาดไม่แตกต่างกัน²⁷

2) ช่องว่างควิลีออปเม้นทัล (developmental space)

เป็นช่องว่างที่พบได้ในบริเวณอื่น ๆ นอกเหนือจากช่องโพรเมตบนส่วนโค้งแนวฟัน พบได้มากที่สุดบริเวณระหว่างฟันหน้า และพบได้น้อยที่สุดในบริเวณระหว่างฟันหลัง นอกจากนี้ Bishara¹² ได้อธิบายลักษณะของช่องว่างในฟันน้ำนมที่พบในธรรมชาติเป็น 4 แบบ คือ การมีช่องว่างอยู่ทั่วไป (generalized spaces) การมีช่องว่างเฉพาะตำแหน่ง (localized spaces) ไม่มีช่องว่าง (no spaces) และ มีฟันซ้อน (crowded dentition) ทั้งนี้จากการศึกษาโดยผู้วิจัยหลายท่านถึงความชุกของการมีช่องว่างในชุดฟันน้ำนมแบบต่างๆ ในประชากรพบว่าอัตราความชุกของการมีช่องระหว่างฟันในชุดฟันน้ำนมพบได้มากกว่าชุดฟันน้ำนมที่ไม่มีช่องระหว่างฟัน^{2, 5, 29, 31, 35} ซึ่งจากการศึกษาถึงอัตราความชุกของการเกิดช่องว่างในชุดฟันน้ำนมในแบบต่างๆ ในเด็กอายุ 2 ½ ถึง 3 ปี ในประเทศอังกฤษโดย Foster และ Hamilton² ได้รายงานผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 3

ซึ่งค่าความชุก (prevalence) ในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเกิดช่องระหว่างฟันในชุดฟันน้ำนมมีความหลากหลาย² ส่วนใหญ่จะพบการเกิดช่องระหว่างฟันในบริเวณโดยบริเวณหนึ่ง ทั้งแบบที่สมมาตรและไม่สมมาตรกันในด้านซ้ายและขวา มีเพียงร้อยละ 1 ของประชากรที่ไม่พบมีช่องระหว่างฟัน ร้อยละ 33 มีช่องระหว่างฟันทุกซี่ในบริเวณฟันหน้าบน และฟันหน้าล่าง มีเพียงร้อยละ 12 ที่มีช่องระหว่างฟันทุกซี่ในชากรไกรบนและล่าง ตำแหน่งที่มีความชุกของการมีช่องระหว่างฟันมากที่สุด คือ ช่องโพรเมต ซึ่งมีสองตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่อยู่ด้านหน้าของด้านใกล้กลางของฟันเขี้ยวบน มีความชุกร้อยละ 87 และตำแหน่งที่อยู่ด้านหลังต่อด้านใกล้กลางของฟันเขี้ยวบนล่าง มีความชุกร้อยละ 78 นอกจากนี้มีตำแหน่งที่พบมีอัตราความชุกของการเกิดช่องระหว่างฟันใกล้เคียงกับช่องโพรเมต ได้แก่ บริเวณที่อยู่หลังต่อด้านใกล้กลางของฟันเขี้ยวบนบน มีความชุกร้อยละ 76 และบริเวณที่อยู่ด้านหน้าต่อด้านใกล้กลางของฟันเขี้ยวบนล่าง มีความชุกร้อยละ 65 ซึ่งทั้งสองตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับช่องโพรเมต เมื่อเปรียบเทียบความชุกของการเกิดช่องระหว่างฟันในชุดฟันน้ำนมระหว่างเพศชายและเพศหญิง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความชุกของการพบการมีช่องระหว่างฟันในเพศชายมีค่ามากกว่าในเพศหญิง^{25, 29, 31, 33}

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการเกิดช่องระหว่างฟันในขากรรไกรบน และขากรรไกรล่าง พบว่าในขากรรไกรบนจะมีความชุกมากกว่าในขากรรไกรล่าง^{27, 29, 32, 34}

ตาราง 3 อัตราความชุกของการเกิดช่องว่างในชุดฟันน้ำนมในแบบต่างๆ ในเด็กอายุ 2 ½ ถึง 3 ปี ในประเทศอังกฤษ²

บริเวณของช่องระหว่างฟัน	ขากรรไกรบน (ร้อยละ)	ขากรรไกรล่าง (ร้อยละ)	ทั้งสองขากรรไกร (ร้อยละ)
ช่องว่างบริเวณระหว่างฟันตัด			
- มีช่องระหว่างฟันในทุกตำแหน่ง	46	45	33
- มีช่องว่างเฉพาะตำแหน่งตรงกึ่งกลางเท่านั้น	3	4	1
- มีช่องว่างทั้งสองข้างของขากรรไกรเท่านั้น	24	14	6
- มีช่องว่างแบบข้างเดียวบนขากรรไกรเท่านั้น	4	9	0
- มีช่องว่างตรงตำแหน่งกึ่งกลางและข้างเดียว	4	6	1
- ไม่มีช่องระหว่างฟัน	10	16	3
- มีฟันซ้อน	9	6	3
ช่องว่างบริเวณด้านใกล้กลางต่อฟันเขี้ยว			
- บริเวณทั้งสองข้างของขากรรไกร	87	65	60
- บริเวณข้างเดียวของขากรรไกร	4	14	0
- ไม่มีช่องว่าง	9	6	4
ช่องว่างบริเวณด้านไกลกลางต่อฟันเขี้ยว			
- บริเวณทั้งสองข้างของขากรรไกร	76	78	66
- บริเวณข้างเดียวของขากรรไกร	7	9	2
- ไม่มีช่องว่าง	17	13	7
ช่องระหว่างฟันกราม			
- บริเวณทั้งสองข้างของขากรรไกร	51	47	33
- บริเวณข้างเดียวของขากรรไกร	17	4	0
- ไม่มีช่องว่าง	15	33	11
- ฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองหนึ่งซี่ยังไม่ขึ้น	7	7	2
- ฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองทั้งสองซี่ยังไม่ขึ้น	10	9	7
ไม่มีช่องว่างฟันบนขากรรไกร	3	4	1
มีช่องว่างฟันทุกซี่บนขากรรไกร	23	23	12

ทั้งนี้ความแตกต่างของการเกิดช่องว่างระหว่างฟันในประชากรนั้น เกิดขึ้นเนื่องจากผลจากการกำหนดลักษณะทางพันธุกรรม²³ โดยแนวคิดนี้ได้รับการสนับสนุนโดย Hughes และคณะ⁸ ซึ่งพวกเขาได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยด้านพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการแปรผัน (variation) ของลักษณะการสบฟัน และคุณลักษณะอื่นๆ ในชุดฟันน้ำนมในเด็กฝาแฝดอายุ 3 ถึง 7 ปีในประเทศออสเตรเลียจำนวน 149 คู่ โดยแบ่งเป็นแฝดร่วมไข่ (monozygotic twins) จำนวน 70 คู่

และแฝดต่างไข่ (dizygotic twins) จำนวน 79 คู่ ผลการศึกษาพวกเขาพบว่า การเกิดช่องโพรงเมตช่องระหว่างพินแกรมน้ำนมและช่องระหว่างพินหน้าบน เป็นผลจากลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าสิ่งแวดล้อม ส่วนการเกิดช่องระหว่างพินในพินหน้าล่างเป็นผลจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าลักษณะทางพันธุกรรม

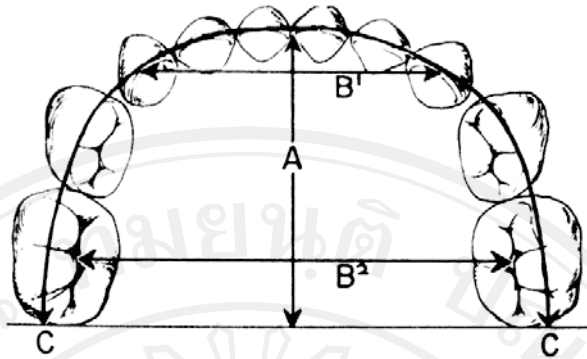
นอกจากนี้การเกิดช่องระหว่างพินยังมีความสัมพันธ์กับขนาดความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางของพิน และค่าความกว้างระหว่างพินเขี้ยว ซึ่งการไม่พบว่ามีช่องระหว่างพินในชุดพินน้ำนมจะสัมพันธ์กับการมีขนาดของซี่ฟันที่ใหญ่ และขากรรไกรที่มีขนาดเล็ก²⁷ ในช่วงอายุประมาณ 2 ½ ถึง 3 ½ ปีจะพบว่าช่องระหว่างพินแกรมน้ำนมโดยเฉพาะในขากรรไกรล่างจะมีความกว้างของช่องว่างลดลงซึ่งส่งผลถึงความยาวส่วนโค้งที่มีขนาดลดลงด้วย การมีช่องระหว่างพินในชุดพินน้ำนมมีประโยชน์ที่จะช่วยทำให้มีช่องว่างสำหรับการเรียงตัวของฟันแท้ที่มีขนาดใหญ่ซึ่งจะขึ้นมาแทนที่พินน้ำนม แต่ทั้งนี้การมีช่องระหว่างพินในชุดพินน้ำนมไม่ได้แสดงถึงว่าจะมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการเรียงตัวของฟันแท้ได้ทั้งหมด แต่ในกรณีที่พบว่ามีพินซ้อนในชุดพินน้ำนมจะแสดงถึงการที่จะมีโอกาสในการเกิดพินซ้อนได้มากขึ้นในชุดฟันแท้^{11, 34, 36} ดังแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 ความน่าจะเป็นของการเกิดพินซ้อนในชุดฟันแท้จากผลรวมปริมาณของช่องระหว่างพินน้ำนมที่มีในขากรรไกร¹¹

ปริมาณช่องระหว่างพินน้ำนม	ความน่าจะเป็นในการเกิดพินซ้อนในชุดฟันแท้ (ร้อยละ)
มากกว่า 6 มิลลิเมตร	0
3 ถึง 5 มิลลิเมตร	20
มากกว่า 3 มิลลิเมตร	50
ไม่มีช่องระหว่างพิน	67
มีพินซ้อน	100

2.2.3 ขนาดของส่วนโค้งแนวพินในระยะชุดพินน้ำนม

ในชุดพินน้ำนม ค่าพารามิเตอร์ (parameter) ที่วัดขนาดบนส่วนโค้งแนวพิน ได้แก่ ความกว้างระหว่างพินเขี้ยว ความกว้างระหว่างพินแกรม ความยาวส่วนโค้ง และความยาวโดยรอบความโค้ง ดังแสดงในรูปที่ 5



รูป 5 A, ความยาวส่วนโค้ง (arch length). B¹, ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว (intercanine width). B², ความกว้างระหว่างฟันกราม (intermolar width). C-C, ความยาวโดยรอบความโค้ง (arch circumference)¹

Baume⁴ ได้อภิปรายไว้จากการศึกษาของเขาว่าขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในชุดฟันน้ำนมไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในแนวหน้าหลัง และในแนวขวาง ยกเว้นในกรณีที่มีอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งในหนังสือ Orthodontics: current principles and techniques²¹ ได้อธิบายไว้ว่า ในปี ค.ศ. 1921 Frunke เป็นคนแรกที่ได้อธิบายถึงการลดลงของค่าความยาวส่วนโค้งเนื่องมาจากการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนด ส่วนโค้งแนวฟันจะมีขนาดที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคลซึ่งฟันธรรมชาติเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในทุกมิติทั้งความกว้าง (arch width) และความลึก (arch length or depth)⁸

สำหรับการศึกษาเรื่องขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในชุดฟันน้ำมมนั้น Hughes และคณะ⁸ ได้ทำการวัดค่าเฉลี่ยของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในขากรรไกรบนและล่าง ในเพศชายและเพศหญิงในเด็กอายุ 3 ถึง 7 ปี ในประเทศออสเตรเลีย โดยได้ทำการวัดขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว โดยวัดระยะจากยอดปุ่มของฟันเขี้ยวน้ำนมข้างซ้ายไปยังด้านขวา ความกว้างระหว่างฟันกรามวัดจากปุ่มด้านลิ้น ไกลกลาง (mesiolingual cusp) ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองข้างซ้ายไปยังข้างขวา และความยาวส่วนโค้งวัดระยะห่างระหว่างเส้นสัมผัสบนปลายฟันตัดน้ำนมซี่กลางข้างซ้ายและขวา กับเส้นสัมผัสที่ลากผ่านจุดที่อยู่หลังสุดของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองข้างซ้ายและข้างขวา ซึ่งผลจากการศึกษาแสดงในตารางที่ 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในขากรรไกรบนและล่าง ในเพศชายและเพศหญิง ในเด็กอายุ 3-7 ปี ในประเทศออสเตรเลีย⁸

ขนาดของ ส่วนโค้งแนวฟัน	ชาย			หญิง		
	N (คน)	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)	N (คน)	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)
ขากรรไกรบน						
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว	94	28.2	1.9	98	27.5	1.7
ความกว้างระหว่างฟันกราม	93	34.0	2.0	98	32.7	1.9
ความยาวส่วนโค้ง	81	28.2	1.9	83	27.4	1.7
ขากรรไกรล่าง						
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว	95	22.3	1.5	98	22.2	1.6
ความกว้างระหว่างฟันกราม	95	29.2	1.7	98	28.4	1.8
ความยาวส่วนโค้ง	93	24.5	1.4	83	24.1	1.4

หมายเหตุ N = จำนวนข้างของขากรรไกร Mean = ค่าเฉลี่ย SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากค่าในตารางที่ 5 Hughes และคณะ⁸ ได้สรุปว่าค่าเฉลี่ยของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในขากรรไกรบนและล่างมีความแตกต่างกันในเพศชายและเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกค่า ยกเว้นค่าเฉลี่ยของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรล่างที่ไม่แตกต่างกัน

ส่วนในอีกการศึกษาหนึ่งของ Abu Alhaja และ Qudeimat²² ได้ทำการวัดขนาดของส่วนโค้งแนวฟันของเด็กอายุ 2.5 ถึง 6 ปี ในประเทศจอร์แดน โดยค่าความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ใช้จุดอ้างอิงในการวัดเหมือนกับของ Hughes และคณะ ค่าความกว้างระหว่างฟันกราม จะวัดจากหลุมกลาง (central pit) ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองข้างซ้ายไปยังข้างขวา และความยาวส่วนโค้งในแนวหน้าหลัง (antero-posterior arch length) วัดระยะห่างของเส้นตรงที่ลากผ่านระหว่างจุดกึ่งกลางของฟันตัดน้ำนมซี่กลางข้างซ้ายและขวา กับจุดกึ่งกลางของด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง ผลของค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าแตกต่างไปจาก Hughes และคณะเนื่องจากเป็นประชากรในกลุ่มที่ต่างเชื้อชาติและยังใช้จุดอ้างอิงในการวัดที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6 แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดของส่วนโค้งแนวฟันทุกค่าพบว่าเพศชายจะมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิงเช่นเดียวกัน

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในขากรรไกรบนและล่าง ในเพศชายและเพศหญิง ในเด็กอายุ 2.5-6 ปี ในประเทศจอร์แดน²²

ขนาดของ ส่วนโค้งแนวฟัน	ชาย (N = 48)		หญิง (N = 39)	
	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)
ขากรรไกรบน				
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว	29.69	1.92	29.48	2.32
ความกว้างระหว่างฟันกราม	39.55	1.75	38.72	1.96
ความยาวส่วนโค้ง	25.52	1.53	24.73	2.42
ขากรรไกรล่าง				
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว	23.82	1.57	23.19	1.70
ความกว้างระหว่างฟันกราม	35.63	1.76	34.03	1.73
ความยาวส่วนโค้ง	22.69	3.73	22.66	1.46

หมายเหตุ N = จำนวนข้างของขากรรไกร Mean = ค่าเฉลี่ย SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2545 คัดเค้า วงษ์สุวรรณค์ และพัชรวิทย์ เอกสิทธิผล³⁷ ได้ทำการวัดขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในเด็กไทยจำนวน 45 คน อายุประมาณ 3-6 ปี ซึ่งในบทความวิชาการ (original article) ผู้วิจัยไม่ได้ระบุจุดอ้างอิงที่ใช้ในการวัด ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 7

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในขากรรไกรบนและล่าง ในเพศชายและเพศหญิง ในเด็กอายุ 3-6 ปี ในประเทศไทย³⁷

ขนาดของ ส่วนโค้งแนวฟัน	ชาย (N=45)		หญิง (N= 45)	
	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)	Mean (มิลลิเมตร)	SD (มิลลิเมตร)
ขากรรไกรบน				
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว	32.4	0.4	31.6	2.0
ความกว้างระหว่างฟันกราม	42.2	2.2	41.2	2.2
ความยาวส่วนโค้ง	29.3	2.8	28.3	1.7
ขากรรไกรล่าง				
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว	24.9	1.7	25.2	2.2
ความกว้างระหว่างฟันกราม	36.5	2.6	36.7	2.2
ความยาวส่วนโค้ง	25.3	1.7	24.5	1.7

หมายเหตุ N = จำนวนข้างของขากรรไกร Mean = ค่าเฉลี่ย SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาในครั้งนี้นี้บางส่วนจะสอดคล้องกับของ Hughes และคณะ และ Abu Alhajja และ Qudeimat คือ เพศชายจะมีขนาดของส่วนโค้งแนวฟันขนาดใหญ่กว่าในเพศหญิงทุกค่า แต่ต่างกันตรงที่ค่าเฉลี่ยความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวและฟันกรามในขากรรไกรล่างซึ่งในเพศหญิงจะมีขนาดใหญ่กว่าในเพศชาย

2.3 ลักษณะเฉพาะระหว่างขากรรไกรในระยะชุดฟันน้ำนม

เมื่อฟันน้ำนมขึ้นครบทุกซี่ในขากรรไกรบนและล่างก็จะเกิดความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในขณะที่ฟันในขากรรไกรบนและล่างสบกัน ซึ่งได้มีหลายงานวิจัยที่ทำการศึกษาถึงลักษณะการสบฟันในชุดฟันน้ำนมในกลุ่มประชากรและพบว่ามีความผันแปรของลักษณะการสบฟัน แต่รายงานการวิจัยถึงสาเหตุของความผันแปรนั้นมีค่อนข้างน้อย^{2, 25, 27, 38} การผันแปรของลักษณะการสบฟันในชุดฟันน้ำนมนี้มีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง⁸ ได้แก่ ขนาดและรูปร่างของฟัน (size and shape of primary teeth) การเรียงตัวและช่องระหว่างฟันน้ำนม (arrangement and spaces of the primary teeth) เป็นต้น

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฟันน้ำนมบนและล่างในขณะสบฟัน จะเรียกว่าเป็นสัมพันธ์ภาพการสบฟันในชุดฟันน้ำนม ซึ่งแบ่งพิจารณาได้เป็นสามส่วน คือ สัมพันธ์ภาพระหว่างฟันตัดน้ำนมบนและล่าง สัมพันธ์ภาพระหว่างฟันกรามน้ำนมบนและล่าง และสัมพันธ์ภาพระหว่างฟันเขี้ยวน้ำนมบนและล่าง

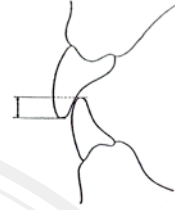
2.3.1 สัมพันธ์ภาพระหว่างฟันตัดน้ำนมบนและล่าง

หมายถึง รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างฟันตัดน้ำนมบนและล่าง ซึ่งสามารถอธิบายได้สองลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ในแนวราบ และความสัมพันธ์ในแนวดิ่ง

ความสัมพันธ์ในแนวราบ ได้แก่ การเหลื่อมแนวราบ คือ ระยะทางจากพื้นผิวฟันทางริมฝีปาก (labial surface) ของฟันตัดน้ำนมบนซึ่งกลาง ไปยังพื้นผิวฟันทางริมฝีปากของฟันตัดน้ำนมล่างซึ่งกลางในแนวราบ ส่วนความสัมพันธ์ในแนวดิ่ง ได้แก่ การเหลื่อมแนวดิ่ง คือระยะทางจากปลายฟันตัดบนซึ่งกลางไปยังปลายฟันตัดล่างซึ่งกลางในแนวดิ่ง ซึ่งแสดงถึงระยะที่เหลื่อมกันของฟันหน้าบนและล่าง³⁴ ดังแสดงในรูปที่ 6



การเหลื่อมแนวราบ (overjet)



การเหลื่อมแนวตั้ง (overbite)

รูป 6 การเหลื่อมแนวราบ (overjet) และ การเหลื่อมแนวตั้ง (overbite)³⁴

การเหลื่อมในแนวราบ และการเหลื่อมในแนวตั้งในแต่ละบุคคลเป็นสิ่งที่ถูกกำหนดด้วยลักษณะทางพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงสามารถอธิบายได้ว่าแรงกระทำจากกริมฝีปากและลิ้น ร่วมกับการเจริญของกระดูกขากรรไกรจะมีบทบาทสำคัญต่อขนาดของค่าการเหลื่อมแนวราบในแต่ละบุคคล โดยทั้งนี้ Hughes และคณะ⁸ ได้อธิบายว่า ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมจะมีผลต่อการเหลื่อมแนวราบค่อนข้างมาก ส่วนการเหลื่อมในแนวตั้งนั้นปัจจัยด้านพันธุกรรมจะมีผลในขนาดปานกลาง การเหลื่อมแนวราบมักจะอธิบายความสัมพันธ์ในรูปของระยะทางที่มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร ส่วนการเหลื่อมแนวตั้งจะอยู่ในรูปของระยะทางเป็นมิลลิเมตรหรือวัดเป็นร้อยละของระยะทางที่ฟันเหลื่อมกันต่อความยาวของฟันตัดล่าง¹²

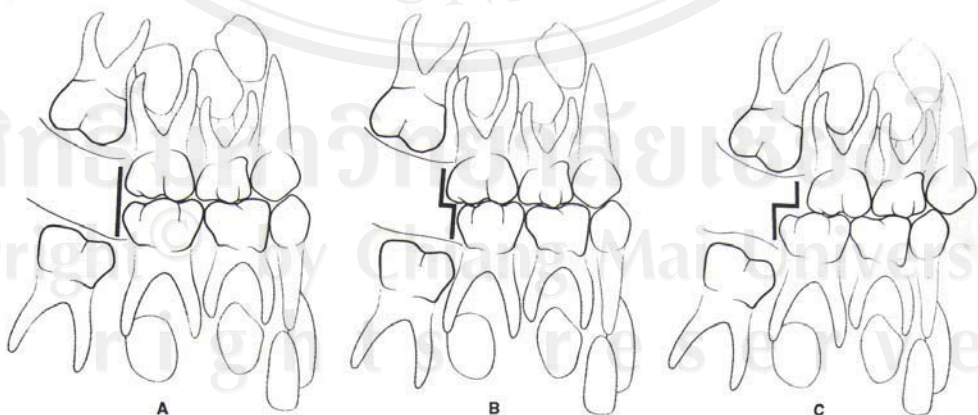
การเหลื่อมแนวราบในชุดฟันน้ำนมที่พบในธรรมชาติจะมีขนาดที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล โดยได้มีการกำหนดขนาดที่ปกติไว้ว่าควรจะมีขนาดอยู่ในช่วง 0-2 มิลลิเมตร ส่วนที่มากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไปจะถือว่ามากกว่าปกติ ในกรณีที่มีการสบกันแบบปลายฟันหน้าชนกัน (edge to edge) จะมีค่าการเหลื่อมแนวราบเท่ากับศูนย์ และในกรณีที่การเหลื่อมแนวราบมีค่าเป็นลบแสดงว่ามีการสบฟันแบบไขว้ (cross bite occlusion)^{2,30} การเหลื่อมแนวราบขนาดที่ปกติที่มีขนาดอยู่ในช่วง 0-2 มิลลิเมตรไม่ใช่ลักษณะที่พบได้ในประชากรส่วนใหญ่เสมอไป เพราะในบางประเทศก็พบว่าลักษณะที่พบมากในประชากรเป็นลักษณะที่มีการเหลื่อมแนวราบมากกว่าค่าปกติโดยเฉพาะกลุ่มประเทศในแถบยุโรป และอเมริกา² ดังการศึกษาของ Hughes และคณะ⁸ พวกเขาได้หาค่าเฉลี่ยของการเหลื่อมแนวราบในระยะชุดฟันน้ำนมของเด็กจำนวน 92 คนในประเทศออสเตรเลียโดยมีค่าเฉลี่ยการเหลื่อมแนวราบ 2.5 มิลลิเมตรในเพศชายและ 2.3 มิลลิเมตรในเพศหญิง ซึ่งค่าเฉลี่ยการเหลื่อมแนวราบของทั้งสองเพศไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในประเทศไทย จากการศึกษานี้ของ สุปรานี สุนทรโลหะนะกุลและคณะ³⁰ ในเด็กไทยจำนวน 151 คนพบว่า ร้อยละ 73.51 พบมีการเหลื่อมแนวราบอยู่ในขนาดปกติ คือ 0-2 มิลลิเมตร

สำหรับการเหลื่อมแนวค้ำก็ได้มีผู้กำหนดขนาดที่ปกติไว้จากหลายการศึกษา โดยขนาดที่ปกติควรจะอยู่ในช่วง 0-2 มิลลิเมตร^{30, 32} หรือ อยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 40 ของความยาวของฟันตัดล่าง¹² จากการสำรวจข้อมูลในประชากรพบว่าลักษณะของการเหลื่อมแนวค้ำที่พบมากที่สุดคือ ลักษณะที่มีการเหลื่อมแนวค้ำ ในช่วงน้อยๆ คือ 0-2 มิลลิเมตรในประชากรหลายกลุ่มรวมทั้งในประเทศไทยด้วย^{30, 32} ดังการศึกษาของ Hughes และคณะ⁸ ซึ่งได้หาค่าเฉลี่ยของการเหลื่อมแนวค้ำ โดยมีค่าประมาณ 2.0 มิลลิเมตรในเพศชาย และ 1.5 มิลลิเมตรในเพศหญิง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทั้งสองเพศพวกเขาพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในระยะชุดฟันน้ำนมมีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของการเหลื่อมแนวราบ และการเหลื่อมแนวค้ำ โดยพบว่าการลดลงของปริมาณการเหลื่อมแนวราบ และการเหลื่อมแนวค้ำเมื่ออายุเพิ่มขึ้น^{1, 39} อันเป็นผลเนื่องมาจากการสึกของฟันน้ำนมทำให้ตัวฟันสั้นลงและลดการสบสะดุดปุ่มฟัน (cuspal interference) และขากรรไกรล่างจะมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าได้มากขึ้น ในขณะที่สบฟัน จึงมีผลทำให้เกิดการลดลงของการเหลื่อมแนวราบและการเหลื่อมแนวค้ำ^{1, 7}

2.3.2 สัมพันธภาพระหว่างฟันกรามน้ำนมบนและล่าง

คือ ความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของฟันกรามน้ำนมบนและล่าง ซึ่งในชุดฟันน้ำนมจะอธิบายโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง (terminal plane) หรือเรียกว่า สัมพันธภาพระหว่างเส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง (terminal plane relationship) ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีความสำคัญในการกำหนดตำแหน่งของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง^{9, 12} ดังแสดงในรูปที่ 7



รูป 7 สัมพันธภาพระหว่างเส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง (terminal plane relationship)¹²

โดยทั่วไปความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสมมติที่ลากผ่านด้าน ไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง แบ่งได้เป็น 3 แบบตามแบบของ Baume^{4, 12} ดังนี้

- ระนาบด้านหลังเท่ากัน หรือ ฟลัชเทอร์มินอลเพลน (flush terminal plane หรือ straight terminal plane) เส้นสมมติที่ลากผ่านด้าน ไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง มีลักษณะต่อกันในแนวตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 8



รูป 8 ระนาบด้านหลังเท่ากัน (flush terminal plane หรือ straight terminal plane)

- แบบขั้นใกล้กลาง (mesial step) เส้นสมมติที่ลากผ่านด้าน ไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบน อยู่หลังต่อเส้นสมมติที่ลากผ่านด้าน ไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองล่าง ดังแสดงในรูปที่ 9



รูป 9 แบบขั้นใกล้กลาง (mesial step)

- แบบขั้นไกลกลาง (distal step) เส้นสมมติที่ลากผ่านด้าน ไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบน อยู่หน้าต่อเส้นสมมติที่ลากผ่านด้าน ไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองล่าง ดังแสดงในรูปที่ 10



รูป 10 แบบขั้นไกลกลาง (distal step)

นอกจากนี้ยัง ได้มีผู้วิจัยที่ได้ทำการแบ่งประเภทความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสมมติที่ลากผ่านด้าน ไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างขึ้นมาอีกหลายท่าน แต่ที่ได้รับการยอมรับ และนำมาใช้อ้างอิงในหลายๆ การศึกษา ได้แก่ Foster และ Hamilton² ซึ่งได้ใช้หลักเกณฑ์ของ Angle มาใช้แบ่งชนิดของความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองในแนวหน้าหลัง และสามารถแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ได้เป็น 3 แบบ เช่นกัน คือ

- Class I เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างในแนวตั้งอยู่ในระนาบเดียวกันในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์ (centric occlusion)
- Class II เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองล่าง อยู่ด้านหลังต่อเส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบน ในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์
- Class III เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองล่าง อยู่ด้านหน้าต่อเส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบน ในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์

โดยสรุปแล้วเมื่อเปรียบเทียบการแบ่งประเภทความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง ตามแบบของ Baume กับ Foster และ Hamilton พบว่าความสัมพันธ์แบบ Class I ก็คือ ความสัมพันธ์แบบระนาบด้านหลังเท่ากัน หรือ ฟลิชเทอร์มินอลเพลน ส่วนความสัมพันธ์แบบ Class II คือ ความสัมพันธ์แบบขั้นไกลกลาง และความสัมพันธ์แบบ Class III คือ ความสัมพันธ์แบบขั้นใกล้กลาง

นอกจากนี้ Bishara และคณะ⁴⁰ ได้ใช้เกณฑ์ในการแบ่งประเภทความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองตามแบบ Baume ในการศึกษาของพวกเขา แต่ได้จำแนกความสัมพันธ์แบบขั้นใกล้กลางออกเป็นสองชนิด คือ ขั้นใกล้กลางระยะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร (mesial step \leq 2 mm) และขั้นใกล้กลางระยะมากกว่า 2 มิลลิเมตร (mesial step $>$ 2 mm)

นอกจากตำแหน่งการเรียงตัวของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแล้ว Baume⁴ ได้อธิบายว่าความแปรผันของรูปร่างของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง และขนาดของซี่ฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง โดยในความสัมพันธ์แบบขั้นใกล้กลางนั้นขนาดของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างจะมีความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากในรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบระนาบด้านหลังเท่ากัน หรือ ฟลิชเทอร์มินอลเพลนที่ขนาดความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางของฟันบนจะสั้นกว่าในฟันล่าง

สำหรับการสำรวจความชุกของความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองในประชากรนั้น ได้มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในประชากรที่ต่างเชื้อชาติกัน และใช้เกณฑ์ในการแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ที่ต่างกัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 8

ตาราง 8 สัมพันธภาพระหว่างฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง (molar relationship) ใน การศึกษาต่างๆ

ผู้สำรวจ	กลุ่มตัวอย่าง			ชนิดของฟันที่ทำการตรวจ	รูปแบบของการเก็บข้อมูล	ระยะทางที่ใช้ในการแบ่งชนิดของการสบฟัน (มิลลิเมตร)			ความถี่ที่พบ (ร้อยละ)		
	เชื้อชาติ	อายุ (ปี)	จำนวน (คน)			Mesial step	Flush TP	Distal step	Mesial step	Flush TP	Distal step
Baume ⁴	คอเคเชียน	3-4.5	30	Distal	Visual	-	-	-	14	76	10
Clinch ⁶	คอเคเชียน	3-8	61	Distal	Metric	>2	±2	>2	6	63	31
Infante ⁴¹	คอเคเชียน	2-5	680	Buccal	Visual	-	-	-	1	80	19
Infante ⁴¹	แอฟริกัน	2-5	141	Buccal	Visual	-	-	-	7	89	4
Infante ⁴¹	อินเดีย	2-5	75	Buccal	Visual	-	-	-	8	89	3
Bishara และคณะ ⁴⁰	คอเคเชียน	4.9	121	Distal	Metric	≥1	±0.9	≥1	61	29	10
Jones และคณะ ⁴²	แอฟริกัน	3-4	493	Distal	Visual	-	-	-	90	8	2
สุปราณี และคณะ ³⁰	ไทย	5-6	151	Distal	Visual	-	-	-	9.93	80.13	1.33

หมายเหตุ Distal: ใช้เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างเป็นเกณฑ์ตามแบบของ Baume

Buccal: ใช้เกณฑ์ในการแบ่งตามแบบของ Angle (ดังได้อธิบายในหน้า 22)

Visual: การตรวจความสัมพันธ์เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างด้วยการตรวจในช่องปากตาเปล่า

Metric: การตรวจความสัมพันธ์เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่างและวัดระยะเป็นมิลลิเมตรจากแบบจำลองฟันเพื่อเป็นเกณฑ์ในการแบ่งความสัมพันธ์

จากตารางที่ 8 พบว่าความสัมพันธ์แบบประนาบด้านหลังเท่ากันมีความชุกอยู่ในช่วงร้อยละ 8 ถึงร้อยละ 89 ซึ่งความสัมพันธ์แบบประนาบด้านหลังเท่ากันนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นลักษณะหนึ่งของการสบฟันปกติที่จะพบได้ในระยะชุดฟันน้ำนม และมีความชุกมากที่สุดที่พบในประชากร¹ นอกจากนี้จากการศึกษาเหล่านั้นในตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่ายังขาดหลักเกณฑ์ที่เป็นหลักสากล ในการแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองในแนวหน้าหลัง (antero-posterior) ซึ่งทำให้ผลการศึกษามีความแตกต่างกันออกไปและไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ โดยความแตกต่างของหลักเกณฑ์ที่ใช้มี 3 ข้อ⁴³ คือ

- จุดอ้างอิง (reference point) ที่ใช้ในการวัดความสัมพันธ์ระหว่างฟันกรามน้ำนมบนและล่าง ซึ่งแบ่งได้เป็นสองตำแหน่ง คือ พื้นผิวด้านไกลกลาง (distal surface) ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองตามแบบของ Baume⁴ และพื้นผิวด้านแก้ม (buccal surface) ตามแบบของ Foster และ Hamilton² ซึ่งได้ใช้หลักเกณฑ์ของ Angle
- รูปแบบของการเก็บข้อมูล ซึ่งแบ่งได้เป็นสองแบบ คือ การตรวจดูในช่องปากด้วยตาเปล่า (visual inspection) และการวัดจากแบบจำลองฟัน (dental cast) โดยการวัดค่าเป็นจำนวนตัวเลขในหน่วยมิลลิเมตร
- ระยะเวลาที่ใช้ในการแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ออกเป็น ระยะเวลาด้านหลังเท่ากัน แบบขึ้นไกลกลาง และแบบขึ้นใกล้กลาง

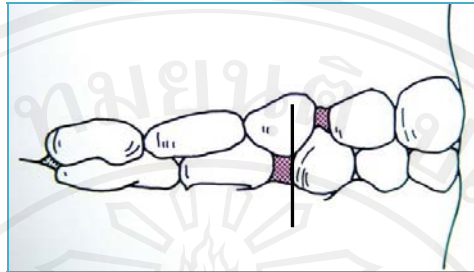
ทั้งนี้ลักษณะความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองในแนวหน้าหลังนั้นเป็นสิ่งที่ปรากฏตั้งแต่ฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองขึ้นมาในช่องปาก โดยที่ไม่ได้มีการพัฒนาจากชนิดใดไปเป็นชนิดหนึ่ง และยิ่งไปกว่านั้นยังไม่มีเปลี่ยนแปลงของลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระยะชุดฟันน้ำนมยกเว้นแต่ในกรณีที่มีอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเกิดฟันผุ การบาดเจ็บของฟันและอวัยวะปริทันต์ โอบยฐนิสัย (oral habits)^{4, 6, 7, 12, 44} อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่าง เส้นสมมติที่ลากผ่านด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบนและล่าง ไม่ได้เป็นสิ่งที่ระบุตำแหน่งความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างว่าอยู่หน้า หรือ หลังต่อกัน¹²

2.3.3 สัมพันธภาพระหว่างฟันเขี้ยวน้ำนมบนและล่าง

คือ ความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของฟันเขี้ยวน้ำนมบนและล่าง ซึ่งได้มีผู้ทำการศึกษา และแบ่งประเภทความสัมพันธ์ของฟันเขี้ยวน้ำนมที่พบในธรรมชาติไว้หลายแบบโดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งที่แตกต่างกัน Foster และ Hamilton² ได้สร้างเกณฑ์ในการแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ของฟันเขี้ยวน้ำนมบนและล่าง โดยใช้ยอดปุ่ม (cusp tip) ของฟันเขี้ยวน้ำนมบน และพื้นผิวด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวน้ำนมล่างเป็นจุดอ้างอิง แล้วแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ได้เป็น 3 แบบดังนี้

- Class I ยอดปุ่มของฟันเขี้ยวน้ำนมบนอยู่ในระนาบเดียวกับพื้นผิวด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวน้ำนมล่างในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์ ดังรูปที่ 11
- Class II ยอดปุ่มของฟันเขี้ยวน้ำนมบนอยู่หน้าต่อพื้นผิวด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวน้ำนมล่างในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์

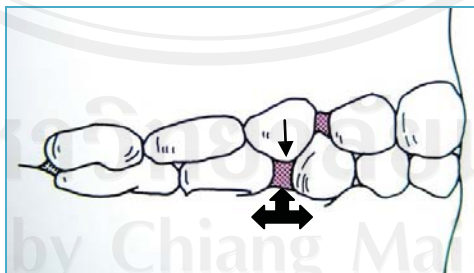
- Class III ยอดปุ่มของฟันเขี้ยวแน่นมนบนอยู่หลังต่อพื้นผิวด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวแน่นมนล่าง ในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์



รูป 11 แสดงยอดปุ่ม (cusp tip) ของฟันเขี้ยวแน่นมนบนสบอยู่ในระนาบเดียวกับพื้นผิวด้านไกลกลาง (distal surface) ของฟันเขี้ยวแน่นมนล่างตามแบบของ Foster และ Hamilton²

ได้มีผู้วิจัยอีกหลายท่านนำความสัมพันธ์ของฟันเขี้ยวในรูปแบบของ Foster และ Hamilton มาใช้ในการศึกษาลักษณะการสบฟันในชุดฟันน้ำนม ต่อมา Banker และคณะ³² ได้สร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในการศึกษาของพวกเขา โดยที่เกณฑ์ที่ใช้มีการคำนึงถึงช่องไพรมेटในขากรรไกรล่าง และมีการกำหนดระยะเพื่อแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ที่ชัดเจน จุดอ้างอิงที่ใช้ คือ ยอดปุ่มของฟันเขี้ยวแน่นมนบน และจุดกึ่งกลางช่องสามเหลี่ยมระหว่างฟัน (embrasure) ของฟันเขี้ยวแน่นมนและฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งล่าง ชนิดของความสัมพันธ์แบ่งได้เป็นสามแบบดังนี้

- Class I ในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์ ยอดปุ่มของฟันเขี้ยวแน่นมนบนสบอยู่ตรงกึ่งกลางระหว่างช่องสามเหลี่ยมระหว่างฟันของฟันเขี้ยวแน่นมน และฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งล่าง รวมไปถึงระยะ 1 มิลลิเมตรจากตำแหน่งดังกล่าวไปทางด้านหน้า และด้านหลัง ดังรูปที่ 12

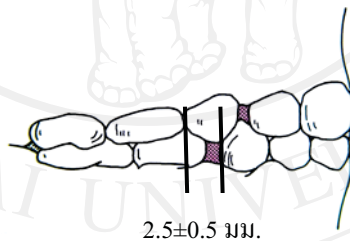


รูป 12 ความสัมพันธ์ของฟันเขี้ยวแน่นมนแบบ Class I ตามแบบของ Banker และคณะ³²

- Class II ในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์ ยอดปุ่มของฟันเขี้ยวแน่นมนบนสบอยู่ตรงตำแหน่งที่มากกว่า 1 มิลลิเมตรมาทางด้านใกล้กลางต่อจุดกึ่งกลางระหว่างช่องสามเหลี่ยมระหว่างฟันเขี้ยวแน่นมนและฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งล่าง

- Class III ในขณะที่ฟันมีการสบฟันในศูนย์ ยอดปุ่มของฟันเขี้ยวหน้านมนสบอยู่ตรงตำแหน่งที่มากกว่า 1 มิลลิเมตรทางด้านไกลกลางต่อจุดกึ่งกลางระหว่างช่องสามเหลี่ยมระหว่างฟันเขี้ยวหน้านมและฟันกรามหน้านมซี่ที่หนึ่งล่าง

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของ Baume³ ได้อธิบายว่า การใช้ระยะทางที่วัดจากพื้นผิวด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวหน้านมน และฟันเขี้ยวหน้าล่างเป็นเกณฑ์ในการแบ่งชนิดของความสัมพันธ์จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการใช้เป็นตัวเสริมเพื่อวินิจฉัยชนิดของการสบฟันในชุดฟันน้ำนมในกรณีที่มีการสึกของฟันน้ำนมจนทำให้ระดับของปุ่มฟัน (cusps) สิ้นลง โดยถือว่าค่าเฉลี่ยของระยะทางที่วัดจากพื้นผิวด้านไกลกลางจากฟันเขี้ยวหน้านมนไปยังพื้นผิวด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวหน้าล่างที่ปกติ คือ ระยะ 2.5±0.5 มิลลิเมตร และเป็นระยะทางที่จะพบร่วมกับการสบฟันแบบระนาบด้านหลังเท่ากัน หรือ ฟลัชเทอร์มินอลเพลน ดังแสดงในรูปที่ 13 ถ้าระยะทางมากกว่าค่าปกติ แสดงถึงลักษณะการสบฟันที่มีความสัมพันธ์ของฟันตัดซี่หน้ามีการเหลื่อมแนวราบลดลงหรือมีค่าเป็นลบ และมีความสัมพันธ์ของฟันกรามหน้านมซี่ที่สองเป็นแบบขั้นใกล้กลาง (mesiocclusion หรือ mesial step) ในทางตรงข้ามหากระยะทางสั้นกว่าค่าปกติแสดงถึงการสบฟันที่มีลักษณะของฟันเขี้ยวหน้านมอยู่ใกล้กันหรือปลายฟันชนกัน ค่าการเหลื่อมแนวราบมีค่ามากและความสัมพันธ์ของฟันกรามหน้านมซี่ที่สองเป็นแบบขั้นไกลกลาง (distocclusion หรือ distal step)



รูป 13 แสดงระยะทางที่วัดจากพื้นผิวด้านไกลกลาง (distal surface) ของฟันเขี้ยวหน้านมนและล่างตามแบบของ Baume

สำหรับความชุกของความสัมพันธ์ระหว่างฟันเขี้ยวหน้านมในประชากร ได้มีผู้ทำการศึกษาไว้ในประชากรหลายกลุ่ม ซึ่งใช้เกณฑ์ในการแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน โดยมีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็นสองแบบ คือ การเก็บข้อมูลจากแบบจำลองฟัน และการเก็บข้อมูลจากการตรวจฟันด้วยตาเปล่า ดังแสดงในตารางที่ 9 และจากข้อมูลในตารางแสดงถึงความชุกที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มประชากร แต่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างฟันเขี้ยวหน้านมที่พบมากที่สุด ในประชากรส่วนใหญ่และในหลายเชื้อชาติ คือ แบบ Class I และที่พบบรองลงมาได้แก่ Class II และ Class III ตามลำดับ

ตาราง 9 สัมพันธภาพระหว่างฟันเขี้ยว น้ำนมบนและล่าง (canine relationship) ในการศึกษาต่างๆ

ผู้สำรวจ	กลุ่มตัวอย่าง			เกณฑ์ที่ใช้ในการวัด	ที่มาของข้อมูลที่ทำ การบันทึก	ความถี่ที่พบ (ร้อยละ)			
	เชื้อชาติ	อายุ (ปี)	จำนวน (คน)			ClassI	ClassII	ClassIII	Asym.*
Foster และ Hamilton ²	คอเคเชียน	2.5-3	100	ตามแบบ Foster และ Hamilton	แบบจำลอง ฟัน	40	45	1	9
Banker และ คณะ ³²	เม็กซิกัน-อเมริกัน	3-5	39	ตามแบบ Banker	แบบจำลอง ฟัน	87.2R** 92.3L***	7.7R 7.7L	5.1R 0L	
Otuyemi และ คณะ ⁴⁵	แอฟริกัน	3-4	523	ตามแบบ Foster และ Hamilton	การตรวจฟัน	73.3	3.0	14.7	9
Abu Alhaija และ Qudeimat ²²	เอเชียน	2.5-6	87	ตามแบบ Foster และ Hamilton	การตรวจฟัน	57	29	3.7	10.3

หมายเหตุ *Asym = การไม่สมมาตรกันในข้างซ้ายและขวา **R = ข้างขวา ***L = ข้างซ้าย

สำหรับการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างฟันเขี้ยว น้ำนมบนตลอดระยะเวลาในช่วงชุดฟันน้ำนมในสภาวะปกติ นั้น พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงว่าไม่มีการเกิดการเคลื่อนที่ของขากรรไกรล่างมาทางด้านหน้าในระยะชุดฟันน้ำนม³

2.4 พัฒนาการของการสบฟันจากระยะชุดฟันน้ำนมไปเป็นระยะชุดฟันแท้

การเปลี่ยนแปลงนี้เริ่มจากการมีฟันแท้ซี่แรกขึ้นในช่องปากซึ่งจะเข้าสู่ระยะชุดฟันผสม (mixed dentition stage) และระยะนี้จะสิ้นสุดเมื่อมีการหลุดของฟันน้ำนมซี่สุดท้าย¹² ซึ่งการขึ้นของฟันแท้จะมีอายุเฉลี่ยในการสร้างฟัน และอายุเฉลี่ยในการขึ้นของฟันแต่ละซี่ ดังแสดงในตารางที่ 10 สำหรับลำดับในการขึ้นของฟันแท้ที่พบได้มากในขากรรไกรบนเรียงตามลำดับ ดังนี้ ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ฟันตัดซี่กลาง ฟันตัดซี่ข้าง ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง ฟันกรามน้อยซี่ที่สอง ฟันเขี้ยว และฟันกรามแท้ซี่ที่สอง ส่วนในขากรรไกรล่าง ได้แก่ ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ฟันตัดซี่กลาง ฟันตัดซี่ข้าง ฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง ฟันกรามน้อยซี่ที่สอง และฟันกรามแท้ซี่ที่สอง¹ ชุดฟันผสมจึงเป็นชุดฟันที่มีทั้งฟันแท้และฟันน้ำนมอยู่ในช่องปาก โดยฟันแท้ที่ขึ้นแบ่งเป็นสองแบบตามตำแหน่งที่ขึ้น ได้แก่ ฟันแท้ที่ขึ้นในตำแหน่งที่แทนที่ฟันน้ำนม (successional teeth¹ หรือ

succedaneous teeth^๑) และฟันแท้ที่ขึ้นในตำแหน่งที่อยู่ด้านท้ายต่อฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง (accessional teeth^๑)

ตาราง 10 อายุเฉลี่ยตามปฏิทินแสดงเวลาที่มีการสะสมแคลเซียม เวลาที่ตัวฟันสร้างสมบูรณ์ เวลาที่ฟันขึ้น และเวลาที่รากฟันสร้างสมบูรณ์ในระยะชุดฟันแท้⁴

ซี่ฟัน	เวลาที่เริ่มมีการสะสมแคลเซียม		เวลาที่ตัวฟันสร้างสมบูรณ์		เวลาที่ฟันขึ้น		เวลาที่สร้างรากฟันสมบูรณ์	
	บน	ล่าง	บน (ปี)	ล่าง (ปี)	บน (ปี)	ล่าง (ปี)	บน (ปี)	ล่าง (ปี)
ฟันตัดซี่กลาง	3 เดือน	3 เดือน	4 ½	3 ½	7 ¼	6 ½	10 ½	9 ½
ฟันตัดซี่ข้าง	11 เดือน	3 เดือน	5 ½	4	8 ¼	7 ½	11	10
ฟันเขี้ยว	4 เดือน	4 เดือน	6	5 ¾	11 ½	10 ½	13 ½	12 ¾
ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง	20 เดือน	22 เดือน	7	6 ¾	10 ¼	10 ½	13 ½	13 ½
ฟันกรามน้อยซี่ที่สอง	27 เดือน	28 เดือน	7 ¾	7 ½	11	11 ¼	14 ½	15
ฟันกรามซี่ที่หนึ่ง	32 สัปดาห์ ในครรภ์	32 สัปดาห์ ในครรภ์	4 ¼	3 ¾	6 ¼	6	10 ½	10 ½
ฟันกรามซี่ที่สอง	27 เดือน	27 เดือน	7 ¾	7 ½	12 ½	12	15 ¾	16

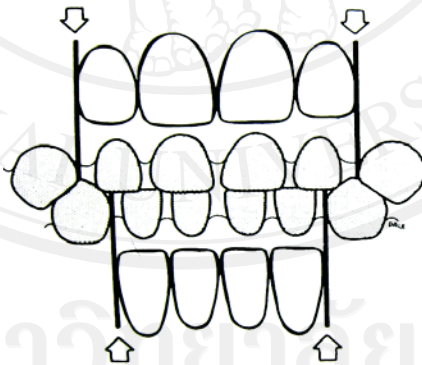
การที่ฟันแท้ซึ่งมีขนาดใหญ่จะขึ้นมาแทนที่ฟันน้ำนมซึ่งมีขนาดเล็กกว่านั้นจำเป็นจะต้องมีการเพิ่มขนาดของช่องว่างบนขากรรไกรให้พอดีกับการเรียงตัวของฟันแท้ เพราะหากช่องว่างมีน้อยเกินไปก็จะทำให้เกิดฟันซ้อน และหากช่องว่างมากเกินไปก็จะทำให้เกิดฟันห่าง การเพิ่มขนาดของช่องว่างสำหรับฟันแท่นั้นส่วนหนึ่งได้มาจากการเจริญเติบโตของกระดูกเบ้าฟัน (alveolar bone) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเพิ่มขนาดของขากรรไกรให้เพียงพอต่อการขึ้นของฟันแท้^๑ การใช้ช่องว่างบนส่วนโค้งแนวฟันในการเปลี่ยนแปลงจากชุดฟันน้ำนมไปเป็นฟันแท่นั้นจะสามารถอธิบายได้ โดยแบ่งเป็นสองส่วนดังนี้

2.4.1 การเรียงตัวของฟันตัดถาวร (alignment of the permanent incisors)

ในการเรียงตัวของฟันตัดถาวรที่ขึ้นแทนที่ฟันตัดน้ำมนั้นจำเป็นจะต้องมีขนาดของพื้นที่ในขากรรไกรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากขนาดของฟันตัดถาวรมีขนาดใหญ่กว่าฟันตัดน้ำนม ซึ่งในหนังสือ Orthodontics: current principles and techniques ได้กล่าวไว้ว่า Black²¹ ได้พบว่าผลรวมของขนาดฟันตัดถาวรทั้งสี่ซี่ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางมีขนาดมากกว่าผลรวมของขนาดฟันตัดน้ำนม โดยเฉลี่ย

ประมาณ 7.6 มิลลิเมตรในฟันบน และ 6 มิลลิเมตรในฟันล่าง ต่อมา Bishara¹² ได้สรุปเอาไว้ว่า ขนาดความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ของฟันตัดน้ำนมทั้งฟันบนและฟันล่างมีขนาด ประมาณร้อยละ 75 ของความกว้างของฟันตัดถาวรที่จะขึ้นมาแทนที่ (permanent successors) โดย ผลรวมของขนาดฟันตัดถาวรทั้งสี่ซี่ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางมีขนาดมากกว่าผลรวมของขนาด ฟันตัดน้ำนมโดยเฉลี่ยประมาณ 8 มิลลิเมตรในฟันบน และ 6 มิลลิเมตรในฟันล่าง ซึ่งมีค่าใกล้เคียง กับของ Black ผลรวมของขนาดที่แตกต่างกันของฟันตัดถาวรและฟันตัดน้ำนมนี้เรียกว่า อินไซ - เซอร์ ไลอะบิลิตี (incisor liability)²¹ ซึ่งสามารถนำมาใช้ทำนายถึงการเกิดฟันซ้อนในฟันหน้าในชุด ฟันถาวรได้ โดยที่ค่า อินไซเซอร์ ไลอะบิลิตี มีขนาดแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และจะเป็นตัว บอกว่าจะต้องการช่องว่างเท่าไรในขากรรไกรเพื่อให้เพียงพอต่อการเรียงตัวของฟันแท้ ในกรณีที่ ขนาดของขากรรไกรมีไม่เพียงพอต่อ อินไซเซอร์ ไลอะบิลิตี ก็จะทำให้เกิดฟันซ้อนได้ ซึ่งอาจมี สาเหตุมาจากปัจจัยด้านพันธุกรรมที่กำหนดมาให้มีความไม่พอดีกันของขนาดฟันกับขนาดของ ขากรรไกรจึงทำให้มีช่องว่างที่ไม่เพียงพอต่อการเรียงตัวของฟันตัดถาวร ต่อมาฟันตัดซี่ข้างจะมี การขึ้นผิดตำแหน่ง และอาจดันให้ฟันเขี้ยวแน่นหลุดก่อนกำหนดได้²¹

ในกรณีที่ชุดฟันน้ำนมมีลักษณะเป็นชุดฟันที่มีการเรียงตัวแบบมีช่องว่างซึ่งมีมาตั้งแต่ฟัน เริ่มขึ้น เรียกลักษณะช่องระหว่างฟันนี้ว่า ช่องว่างไพรมารี (primary spacing) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้ใน การเรียงตัวของฟันตัดแท้และทำให้ลดโอกาสในการเกิดฟันซ้อน²¹ ดังแสดงในรูปที่ 14

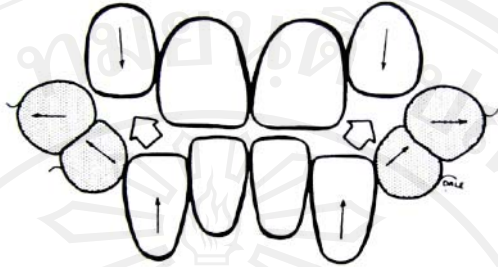


รูป 14 ช่องว่างไพรมารี (primary spacing)²¹

ขนาดของผลรวมช่องระหว่างฟัน หรือ ช่องว่างไพรมารี ในขากรรไกรบนจะมีค่าอยู่ ระหว่าง 0 ถึง 10 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4 มิลลิเมตร ส่วนในขากรรไกรล่างมีค่าอยู่ ระหว่าง 0 ถึง 6 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3 มิลลิเมตร²¹

อย่างไรก็ดีช่องว่างไพรมารีนั้น ไม่ได้มีในชุดฟันน้ำนมในทุกกรณี ในกรณีที่ชุดฟันน้ำนม เป็นแบบที่มีฟันเรียงตัวชิดกันจึงทำให้ไม่มีช่องระหว่างฟัน การเพิ่มช่องว่างในการเรียงตัวของฟัน แท้นั้นน่าจะได้มาจากการเกิดช่องว่างขึ้นมาภายหลัง ซึ่งเรียกว่า ช่องว่างเซคันเดรี (secondary

spacing) เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเรียงตัวของฟันแท้ที่มีขนาดใหญ่กว่าฟันน้ำนม⁴⁶ ดังแสดงในรูปที่ 15 ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในลำดับถัดไป

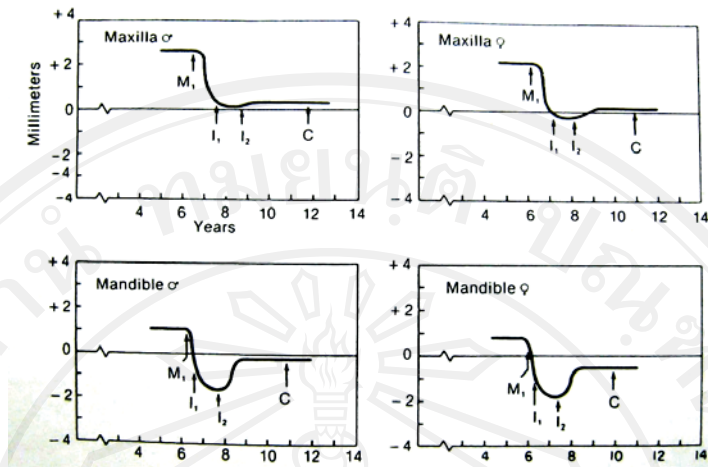


รูป 15 การเกิดช่องว่างเซคันแดรี (secondary spacing) ขณะที่ฟันตัดล่างซี่ข้างกำลังขึ้น²¹

Baume⁴⁶ เป็นคนแรกที่ได้อธิบายถึงการเกิด ช่องว่างเซคันแดรี การศึกษาของ Baume ในเด็กจำนวน 60 คนเป็นแบบวิธีการศึกษาระยะยาว (longitudinal study) เขาได้พิมพ์ปากเด็กในช่วงเวลา ก่อน ระหว่าง และหลังการขึ้นของฟันตัดแท้ แล้วนำแบบจำลองฟันที่ได้มาวัดขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ในช่วงเวลา ก่อน ระหว่าง และหลังการขึ้นของฟันตัดแท้ สิ่งที่ Baume สรุปและอธิบายไว้จากการศึกษาของเขา คือ มีการขยายขนาดของส่วนโค้งแนวฟันทางด้านหน้า เนื่องมาจากการเจริญเติบโตของกระดูกเบ้าฟัน ไปทางด้านหน้าและด้านข้างในขณะที่มีการขึ้นของฟันตัดเพื่อเป็นการเพิ่มช่องว่างที่จะใช้ในการเรียงตัวของฟัน หรือ ช่องว่างเซคันแดรี ในขากรรไกรบนจะมีการขยายขนาดมากที่สุด ขณะที่มีการขึ้นของฟันตัดแท้ซี่กลาง ส่วนในขากรรไกรล่างจะมีการเพิ่มขนาดมากที่สุดในขณะที่มีการขึ้นของฟันตัดแท้ซี่ข้าง นอกจากนี้ Baume ยังพบอีกว่าการเกิด ช่องว่างเซคันแดรี ในขากรรไกรบนในขณะที่ฟันตัดแท้บนยังไม่ขึ้นอาจเกิดขึ้นได้จากการขึ้นของฟันตัดแท้ซี่กลางในขากรรไกรล่าง

นอกจากนี้ Baume ยังพบอีกว่าการเพิ่มของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรบนจะมีค่ามากกว่าในขากรรไกรล่าง และในชุดฟันน้ำนมที่ไม่มีช่องระหว่างฟันจะมีการเพิ่มขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวมากกว่าในชุดฟันน้ำนมที่มีช่องระหว่างฟัน แต่อย่างไรก็ดีการเกิดฟันซ้อนในฟันตัดแท้ยังคงเกิดขึ้นประมาณเกือบครึ่งหนึ่งในกลุ่มของเด็กที่มีฟันชุดน้ำนมที่มีฟันชิดกัน ซึ่งการเพิ่มขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวนี้จะสัมพันธ์กับกราฟแสดงถึงขนาดของช่องว่างในการเรียงตัวของฟันเมื่อเทียบกับอายุของฟัน (dental age) ซึ่งเป็นอายุที่นับในขณะที่ฟันกำลังโผล่ขึ้นมาในช่องปาก ดังรูปที่ 16

AVAILABLE SPACE – INCISOR SEGMENT



รูป 16 ค่าเฉลี่ยของปริมาณช่องระหว่างฟัน (spacing) หรือปริมาณฟันซ้อน (crowding) ที่เกิดขึ้นในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างของเพศชาย และเพศหญิงในบริเวณฟันตัดในช่วงอายุ ขณะที่มีการขึ้นของฟันในขากรรไกร¹⁰ โดยตำแหน่งที่ถูกครีชี คือ ตำแหน่งอายุเฉลี่ยที่มีฟันขึ้น ดังนี้

M_1 : emergence of permanent molar

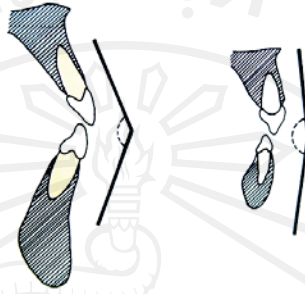
I_1 : emergence of permanent central incisors

I_2 : emergence of permanent lateral incisors

C: emergence of permanent canine

จากรูปที่ 16 แสดงภาพกราฟของปริมาณช่องว่างบนขากรรไกรในบริเวณฟันตัดเมื่อเทียบกับขนาดของฟันที่เรียงตัวอยู่ เรียกว่า ช่องว่างเอไวละเบิล (available space) ซึ่งอาจมีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบ อันแสดงถึงการมีช่องว่างฟัน หรือการมีฟันซ้อนตามลำดับ จากกราฟจะเห็นได้ว่า ในขณะที่ฟันตัด (I_1) ขึ้นมีการขาดช่องว่างในการเรียงตัวของฟันตัดในขากรรไกรล่าง โดยมีการขาดช่องว่างประมาณ 1.6 มิลลิเมตรในเพศชาย และ 1.8 มิลลิเมตรในเพศหญิง ส่วนในขากรรไกรบนในขณะที่กำลังมีฟันตัดซี่กลางแท้ขึ้นในช่องปาก (I_1) นั้น ในเพศชายจะมีช่องว่างเหลือประมาณ 0.2 มิลลิเมตร แต่ในเพศหญิงจะขาดช่องว่างเพียงเล็กน้อย ต่อมาเมื่อมีการขยายขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว และความยาวส่วนโค้งในระหว่างที่ฟันตัดซี่ข้างแท้กำลังขึ้น (I_2) ทั้งในขากรรไกรบนและล่าง จะทำให้เกิดการเพิ่มช่องว่างในการเรียงตัวของฟันและทำให้ปริมาณฟันซ้อนในขากรรไกรลดลง แต่อย่างไรก็ดียังมีปริมาณฟันซ้อนในขากรรไกรล่างเหลืออยู่เล็กน้อยประมาณ 0.2 และ 0.5 มิลลิเมตร ในเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ ต่อมาเมื่อฟันเขี้ยวแท้ขึ้นไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณช่องว่างในขากรรไกร¹⁰

เหตุการณ์อีกอย่างหนึ่งซึ่งจะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการเรียงตัวของฟันแท้ คือ การมีความเอียงตัวของฟันตัดแท้ไปทางด้านริมฝีปาก (labial inclination) มากกว่าฟันน้ำนมเดิม²¹ ซึ่งจะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการเรียงตัวของฟันตัดแท้ได้ประมาณ 2.2 มิลลิเมตร ในขากรรไกรบน และ 1.3 มิลลิเมตรในขากรรไกรล่าง⁴⁶ ดังรูปที่ 17



รูป 17 การมีความเอียงตัวของฟันตัดแท้ไปทางด้านริมฝีปาก (labial inclination) มากกว่าฟันน้ำนมเดิม¹

นอกจากนี้ช่องว่างที่ใช้ในการเรียงตัวของฟันตัดแท่นั้นยังได้มาจากช่องไพรมेट ซึ่งในขากรรไกรบนช่องไพรมेटที่อยู่ระหว่างฟันตัดซี่ข้างน้ำนมและฟันเขี้ยว น้ำนมจะถูกใช้ไปในขณะที่มีการขึ้นของฟันตัดซี่กลางแท้⁴⁶ ส่วนในขากรรไกรล่างจะมีการเคลื่อนที่ของฟันเขี้ยว น้ำนมเข้ามาสู่ช่องไพรมेटที่อยู่ระหว่างฟันเขี้ยว น้ำนมและฟันกราม น้ำนมซี่ที่หนึ่ง ในขณะที่มีการขึ้นของฟันตัดแท้เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเรียงตัวของฟันตัดล่าง¹⁰

2.4.2 การขึ้นของฟันหลัง (posterior teeth) และการปรับการสบฟันของฟันกรามแท้ (adjustment of molar occlusion)

การขึ้นของฟันหลัง ได้แก่ ฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อย และฟันกราม มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียงตัวของฟันในบริเวณนี้สี่ปัจจัย¹ ได้แก่

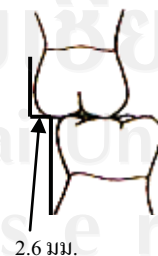
- ลำดับการขึ้นของฟันที่ถูกด้อย
- ขนาดของซี่ฟันที่พอดีกับขนาดของช่องว่างที่มีอยู่
- การสบฟันที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามบนและล่างปกติโดยไม่ส่งผลกระทบต่อขนาดช่องว่างในการเรียงตัวของฟันกรามน้อย
- มีความสัมพันธ์ด้านแก้ม-ลิ้น (bucco-lingual relationship) ที่เหมาะสมของกระดูกเบ้าฟัน

การขึ้นของฟันหลังโดยที่มีลำดับการขึ้นของฟันที่ไม่เหมาะสมนั้นจะทำให้เกิดปัญหาฟันซ้อนได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าหากมีการขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่สองขึ้นมาก่อนเวลาจะมีผลต่อช่องว่างในขากรรไกรและตำแหน่งของฟันเขี้ยวแท้ในขากรรไกรบน และมีผลต่อตำแหน่งการขึ้นของฟันกรามน้อยซี่ที่สองในขากรรไกรล่าง ยิ่งไปกว่านั้นการที่ฟันน้ำนมหลุดไปก่อนกำหนด หรือถูกถอนก่อนกำหนดก็จะมีผลต่อการเรียงตัวของฟันในขากรรไกรด้วย เนื่องจากความยาวส่วนโค้งมีขนาดลดลง ในกรณีที่ฟันน้ำนมหลุดช้า (prolonged retention) ก็อาจเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดฟันซ้อนในชุดฟันแท้ได้ทั้งในขากรรไกรบนและล่าง²¹

การขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งเพื่อให้มีการสบฟันที่มีความสัมพันธ์แบบปกติของ Angle นั้นมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยที่ตำแหน่งในการขึ้นมาสู่ช่องปากของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งนั้นจะถูกกำหนดตำแหน่งโดยด้านไกลกลางของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง ดังนั้นความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองที่มีอยู่สามรูปแบบย่อมส่งผลต่อการพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ซึ่งการพัฒนาการของการสบฟันให้มีความสัมพันธ์ระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งที่ปกติจากการที่มีรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองที่แตกต่างกัน แบ่งอธิบายได้เป็นสามรูปแบบ ดังนี้

1. ในชุดฟันที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบขั้นใกล้กลาง

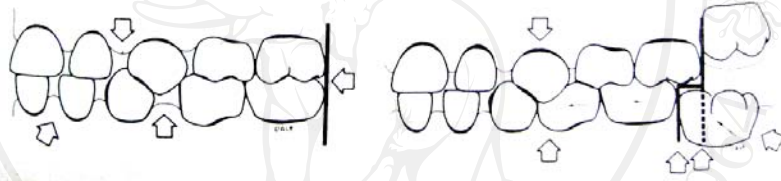
ในชุดฟันที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบขั้นใกล้กลางในระยะที่เหมาะสม คือ ในการสบฟันที่มีระยะของขั้นใกล้กลางประมาณ 2.6 มิลลิเมตรจะทำให้แนวทางในการขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งขึ้นมาในตำแหน่งที่ปกติแบบ Class I ของ Angle ได้โดยไม่ต้องมีการปรับตำแหน่งของฟันซี่ข้างเคียง ดังรูปที่ 18



รูป 18 การขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ในชุดฟันที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบขั้นใกล้กลาง (mesial step) ที่มีระยะของขั้นใกล้กลางประมาณ 2.6 มิลลิเมตร

2. ในชุดฟันน้ำนมที่มีช่องระหว่างฟันและมีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบ ระบายด้านหลังเท่ากัน หรือ ฟลัชเทอร์มินอลเพลน

การที่ความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองเป็นแบบระบายด้านหลังเท่ากันจะทำให้ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนและล่างมีแนวทางในการขึ้นแบบระบายทางด้านใกล้กลางของฟันมีความสัมพันธ์ระหว่างกันแบบเส้นตรง การที่จะเปลี่ยนความสัมพันธ์เพื่อให้ได้การสบฟันในตำแหน่งที่ปกติแบบ Class I ของ Angle นั้น ต้องมีการปรับตำแหน่งของความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองให้เป็นแบบขั้นใกล้กลาง โดยการเคลื่อนตัวของฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งและซี่ที่สองล่างเข้ามาในช่องไพรเมตในขณะที่มีการขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง เรียกว่า เออลิเมชีล - ชิฟท์ (early mesial shift) ซึ่งจะทำให้ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างเคลื่อนตัวมาทางด้านหน้า ดังรูปที่ 19 เพื่อให้ปุ่มด้านแก้มใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนสบอยู่ในร่องด้านแก้มของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างและทำให้เกิดการสบฟันที่ปกติแบบ Class I ของ Angle

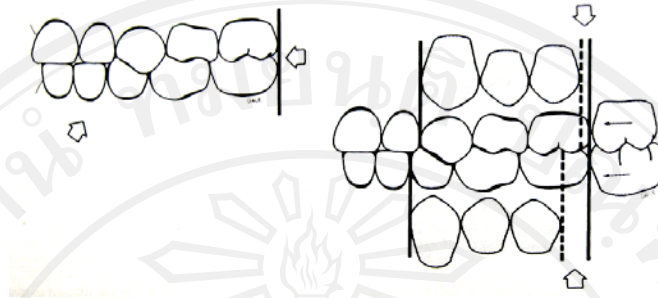


รูป 19 การเกิดเออลิเมชีลชิฟท์ (early mesial shift)²¹

3. ในชุดฟันน้ำนมที่ไม่มีช่องระหว่างฟันและมีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบ ระบายด้านหลังเท่ากัน หรือ ฟลัชเทอร์มินอลเพลน

ในชุดฟันน้ำนมที่ไม่มีช่องระหว่างฟันจะไม่มีช่องไพรเมตดังนั้นจะไม่มีการเกิด เออลิเมชีลชิฟท์ขึ้นแต่เนื่องจากขนาดผลรวมของความกว้างในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางของฟันเขี้ยว น้ำนม ฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่ง และฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองนั้นมีค่ามากกว่าผลรวมของความกว้างของฟันแท้ซึ่งจะขึ้นมาแทนที่ ได้แก่ ฟันเขี้ยวแท้ และฟันกรามน้อยทั้งสองซี่ ค่าความแตกต่างนี้จะเรียกว่า ช่องลีเวย์ (leeway space) ซึ่งจะมีได้ทั้งขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง โดยขนาดของช่องลีเวย์ในขากรรไกรล่างจะมีขนาดใหญ่กว่าในขากรรไกรบน ขนาดของช่องลีเวย์ในขากรรไกรล่างประมาณ 4.32 มิลลิเมตร และในขากรรไกรบนประมาณ 2.40 มิลลิเมตร¹⁰ ดังนั้นเมื่อฟันแท้ขึ้นมาแทนที่ฟันน้ำนมแล้วย่อมมีช่องว่างที่เหลือในขากรรไกรและทำให้มีการเคลื่อนที่ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งมาทางด้านหน้า โดยที่ฟันล่างจะเคลื่อนเข้ามามากกว่าในฟันบน การเคลื่อนที่นี้เรียกว่า เลทเมชีลชิฟท์ (late mesial shift) ดังแสดงในรูปที่ 20 เหตุการณ์นี้จะทำให้การขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งแบบระบายทางด้านใกล้กลางของฟันบนและล่างมีความสัมพันธ์ ระหว่างกันเป็นแบบ

เส้นตรงมีการเปลี่ยนความสัมพันธ์เป็นตำแหน่งแบบ Class I ของ Angle แต่ในกรณีที่ช่องลิเวียมีขนาดน้อยกว่าปกติก็จะทำให้เกิดการขาดช่องว่างในการเรียงตัวของฟันทำให้เกิดฟันซ้อนได้

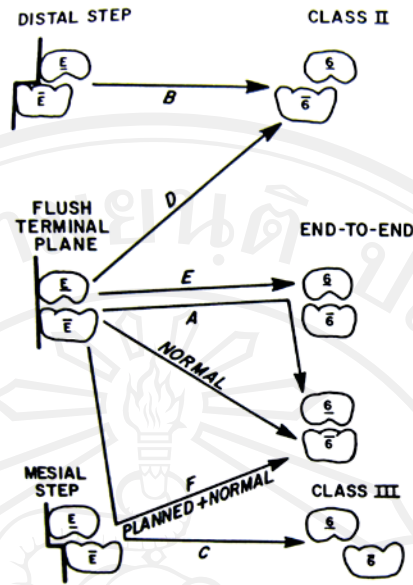


รูป 20 การเกิดเลทมิเซี่ยลชิฟท์ (late mesial shift)²¹

กระบวนการทั้งสามข้อนี้เป็นกระบวนการทางสรีระวิทยาที่เกิดขึ้นเพื่อปรับความสัมพันธ์ในการสบฟัน โดยที่รูปแบบของกระบวนการอาจเกิดขึ้นแบบผสมผสานกันมากกว่าหนึ่งรูปแบบเพื่อให้เกิดความสมดุลในการสบฟัน

นอกจากนี้การเจริญเติบโตของขากรรไกรบนและล่างยังมีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง โดยทั่วไปแล้วในระหว่างที่ร่างกายมีการเจริญเติบโต ขากรรไกรล่างจะมีอัตราการเจริญมากกว่าในขากรรไกรบนจึงมีผลทำให้มีการเจริญของขากรรไกรล่างไปทางด้านหน้ามากกว่าขากรรไกรบน ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้แนวโน้มความสัมพันธ์เป็นความสัมพันธ์แบบ Class I ของ Angle

ปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งได้แก่ ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ความยาวส่วนโค้ง ความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่าง เป็นต้น⁴⁰ ทั้งนี้โดยสรุปแล้วปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาการของการสบฟันมากที่สุดได้จากปัจจัยภายใน ซึ่งได้แก่ พันธุกรรม ส่วนปัจจัยจากภายนอก เช่น การทำหน้าที่และการสึกของฟัน จะมีผลค่อนข้างน้อย จากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งส่งผลทำให้เกิดความแตกต่างกันของรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งในประชากร โดยที่การพัฒนาการของการสบฟันจากระยะชุดฟันน้ำนมไปเป็นระยะชุดฟันแท้อาจมีทิศทางและรูปแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ ดังรูปที่ 21 ตามแนวคิดของ Burdi และ Moyer¹



รูป 21 รูปแบบของการปรับการสบฟันจากจุดฟันน้ำนมไปเป็นจุดฟันแท้ ภาพทางซ้ายมือคือ การสบฟันในจุดฟันน้ำนมแบบต่างๆ ซึ่งจะสามารถพัฒนาเป็นรูปแบบการสบฟันในจุดฟันแท้ ดังภาพด้านขวามือตามลูกศรชี้

Bishara และคณะ⁴⁰ ได้ทำการศึกษาแบบระยะยาวถึงความชุกของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองในระยะจุดฟันน้ำนมไปเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งในจุดฟันแท้ของประชากรจำนวน 121 คน ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยแบ่งรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามเป็นข้างซ้ายและข้างขวาจำนวน 242 ข้าง โดยผลของการศึกษาแสดงในตารางที่ 11 และจากข้อมูลตารางพบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองในระยะจุดฟันน้ำนมที่พบมากที่สุดในประเทศคือ แบบขั้นใกล้กลาง ซึ่งเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่สามารถทำให้เกิดรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งในจุดฟันแท้ได้ทั้งสามรูปแบบ โดยแบบ Class I จะเป็นรูปแบบที่มีการพบมากที่สุด รองลงมาได้แก่ Class II และ Class III ตามลำดับ แม้ว่ารูปแบบ Class III จะพบได้น้อยที่สุดแต่ร้อยละของการพบ Class III จะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบขั้นใกล้กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร ส่วนในกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบขั้นไกลกลางจะพบว่ามีการพัฒนาความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งในจุดฟันแท้เป็น Class II ทั้งหมดในกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบระนาบด้านหลังเท่ากัน หรือ พลัซ-

เทอร์มินอลเพลนจะพบว่ามีการพัฒนาความสัมพันธ์ของพินแกรมแท่งที่หนึ่งไปเป็น Class I และ Class II ได้ในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน จึงแสดงให้เห็นว่ารูปแบบความสัมพันธ์ของพินแกรมน้ำนมซี่ที่สองที่ถือว่าเป็นแบบอุดมคติในชุดพินน้ำนม คือ แบบระนาบด้านหลังเท่ากัน หรือฟลัช เทอร์มินอลเพลน ไม่ได้พัฒนาไปเป็นความสัมพันธ์ของพินแกรมแท่งที่หนึ่งที่ปกติแบบ Class I ได้เสมอไป^{40, 47}

ตาราง 11 ความชุกของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบความสัมพันธ์ของพินแกรมน้ำนมซี่ที่สองในระยะชุดพินน้ำนมไปเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ของพินแกรมแท่งที่หนึ่งในชุดพินแท่ง⁴⁰

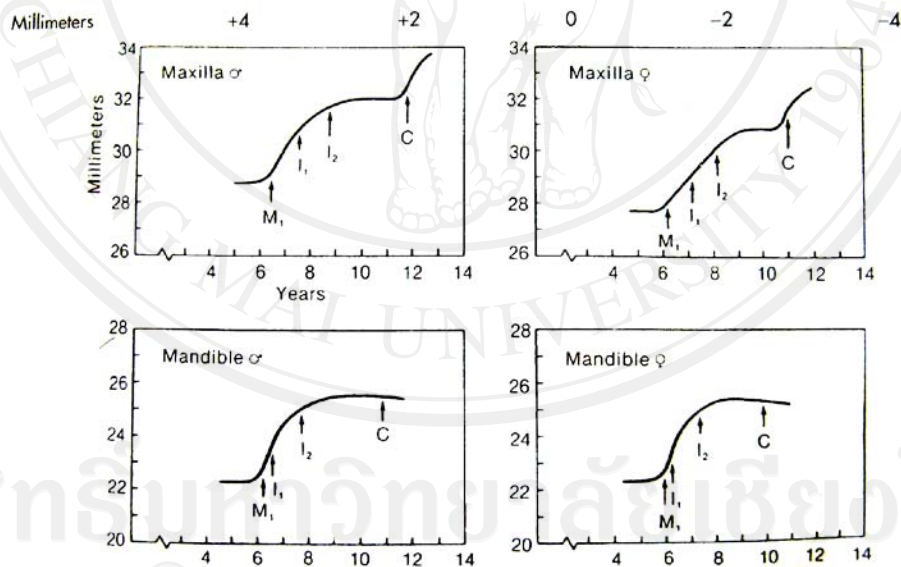
ความสัมพันธ์ของพินแกรมน้ำนมซี่ที่สอง	ความชุกที่พบในประชากร (คน/ร้อยละ)	ความชุกของการเปลี่ยนเป็นความสัมพันธ์ของพินแกรมแท่งที่หนึ่งที่พบในประชากร		
		Class I (คน/ร้อยละ)	Class II (คน/ร้อยละ)	Class III (คน/ร้อยละ)
แบบชั้นไกลกลาง 1-7 มิลลิเมตร	23/9.5	0/0	23/100	0/0
แบบระนาบด้านหลังเท่ากัน	71/29.4	40/56.3	31/43.7	0/0
แบบชั้นไกลกลาง 1 มิลลิเมตร	101/41.7	77/72.2	23/22.8	1/1
แบบชั้นไกลกลาง ≥ 2 มิลลิเมตร	47/19.4	32/68.1	6/12.8	9/19.1
รวม	242/100	149/61.6	83/34.3	10/4.1

เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อรูปแบบความสัมพันธ์ของพินแกรมแท่งที่หนึ่ง ได้แก่ รูปแบบความสัมพันธ์ของพินแกรมน้ำนมซี่ที่สอง อัตราการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนและล่าง ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ความยาวส่วนโค้ง ความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่าง เป็นต้น ดังนั้นแสดง ว่ารูปแบบความสัมพันธ์ของพินแกรมน้ำนมซี่ที่สองที่เกิดขึ้นในชุดพินน้ำนมจึงไม่สามารถนำมาใช้ทำนายรูปแบบความสัมพันธ์ของพินแกรมแท่งที่หนึ่งในอนาคตได้

2.4.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดส่วนโค้งแนวฟัน

การเปลี่ยนแปลงของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในขากรรไกรบนและล่างจากระยะชุดพินน้ำนมไปสู่ในระยะชุดพินแท่งเป็นผลเนื่องมาจากการเติบโต (growth) ของขากรรไกร^{36, 48-50} โดยที่การเปลี่ยนแปลงของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันจะเริ่มเกิดขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะฟันชุดผสม จาก

การศึกษาของ Moorrees และ Reed⁵¹ พบเขาพบว่ามีการเพิ่มขนาดของ ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ในระหว่างที่มีการขึ้นของฟันตัดแท้เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Baume⁴⁶ ดังแสดงในกราฟของ ความสัมพันธ์ระหว่างอายุที่มีการขึ้นของฟัน กับความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรบน และ ขากรรไกรล่าง ในเพศชาย และเพศหญิง ดังแสดงในรูปที่ 22 ซึ่งอธิบายได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของ ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยประมาณ 0.2-0.3 มิลลิเมตรในระยะก่อนที่จะ มีฟันแท้ขึ้น การเพิ่มขึ้นของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวมีค่ามากที่สุดในช่วงที่มีการขึ้นของฟันตัด แท้ในทั้งเพศชายและเพศหญิง ในขากรรไกรล่างการเพิ่มขนาดมากที่สุดอยู่ในช่วงอายุ 6-9 ปีในเพศ ชาย และ 6-8 ปีในเพศหญิง การเพิ่มขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรบนจะ ต่อเนื่องไปจนถึงอายุ 16 ปีในเพศชาย และจนถึง 12 ปีในเพศหญิง ส่วนในขากรรไกรล่างในช่วง อายุหลังจาก 10 ปีจะมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวน้อยมากทั้งในเพศ ชายและเพศหญิง ค่าเฉลี่ยในการเพิ่มขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรล่างทั้งของ เพศชายและเพศหญิงมีค่าประมาณ 3 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยในขากรรไกรบนมีค่าประมาณ 4.5 มิลลิเมตร⁵¹



รูป 22 ค่าเฉลี่ยของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว (intercanine width) ในขากรรไกรบนและ ขากรรไกรล่าง และในเพศชายและเพศหญิง ในช่วงอายุในขณะที่มีการขึ้นของฟัน⁵¹ โดยตำแหน่งที่ถูกครีซี คือ ตำแหน่งอายุเฉลี่ยที่มีฟันขึ้น ดังนี้

M_1 : emergence of permanent molar

I_1 : emergence of permanent central incisors

I_2 : emergence of permanent lateral incisors

C: emergence of permanent canine

Sillman³⁶ ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดของส่วนโค้งแนวฟันจากแรกเกิดถึงอายุ 25 ปี เขาพบว่า ในเพศชายจากแรกเกิดถึงอายุ 2 ปี มีการเพิ่มขึ้นของความกว้างระหว่างฟันซี่ยาว 5.0 มิลลิเมตรในขากรรไกรบนและ 3.5 มิลลิเมตรในขากรรไกรล่าง และหลังจากอายุ 2 ปีขนาดความกว้างระหว่างฟันซี่ยาวจะมีการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องไปจนกระทั่งถึงอายุประมาณ 13 ปีในขากรรไกรบน และ 12 ปีในขากรรไกรล่าง

Bishara¹² ก็ได้อธิบายไว้ในลักษณะเดียวกัน แต่การศึกษาของ Bishara จะทำการศึกษาทั้งในส่วนของการเปลี่ยนแปลงขนาดของส่วนโค้งแนวฟันในช่วงอายุ 6 สัปดาห์ถึง 45 ปี ผลการศึกษาของ Bishara สรุปได้ดังนี้

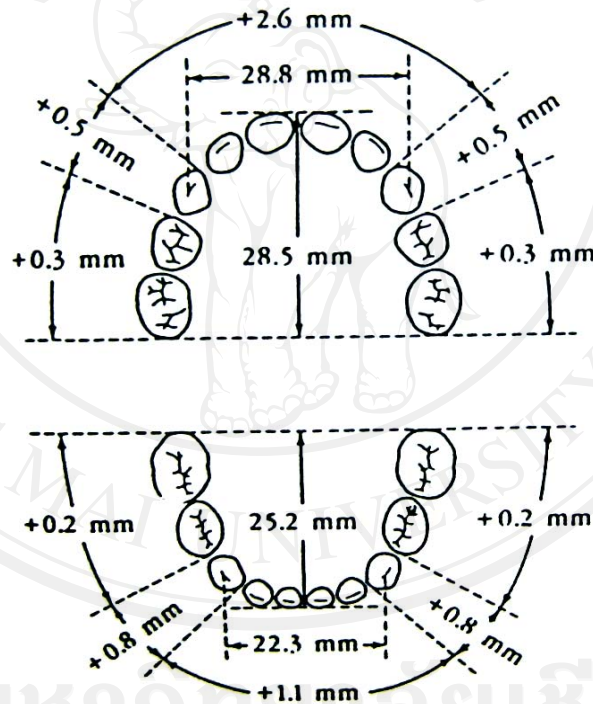
: ในขากรรไกรบน

- ความกว้างระหว่างฟันซี่ยาวมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 6.0 มิลลิเมตรในช่วงอายุประมาณ 3-13 ปี และมีการเพิ่มขึ้นอีกในช่วงอายุ 13-45 ปี ประมาณ 1.7 มิลลิเมตร
- ความกว้างระหว่างฟันกรามในระยะซุดฟันนั้นมีการเพิ่มขึ้นประมาณ 2.0 มิลลิเมตรในช่วงอายุประมาณ 3-5 ปี และในระยะซุดฟันแท้มีการเพิ่มขึ้นของระยะระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง 2.2 มิลลิเมตร ในช่วงอายุประมาณ 8-13 ปี และลดลง 1.0 มิลลิเมตรเมื่อวัดที่อายุ 45 ปี
- ความยาวส่วนโค้งมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่ออายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟันตัดมีตำแหน่งที่ตั้งตรงขึ้น (uprighting)

: ในขากรรไกรล่าง

- ความกว้างระหว่างฟันซี่ยาวมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 3.7 มิลลิเมตรในช่วงอายุประมาณ 3-13 ปี แต่ในช่วงอายุ 13-45 ปีมีการลดลงประมาณ 1.2 มิลลิเมตร
- ความกว้างระหว่างฟันกรามในระยะซุดฟันนั้นมีการเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 มิลลิเมตรในช่วงอายุประมาณ 3-5 ปี และในระยะซุดฟันแท้มีการเพิ่มขึ้นของระยะระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง 1.0 มิลลิเมตร ในช่วงอายุประมาณ 8-13 ปี และลดลง 1.0 มิลลิเมตรเมื่อวัดที่อายุ 45 ปี
- ความยาวส่วนโค้งมีค่าลดลงเล็กน้อยในระยะซุดฟันผสม เนื่องจากฟันตัดมีตำแหน่งที่ตั้งตรงขึ้น และการสูญเสียช่องลิเวียจากการเคลื่อนที่ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งมาทางด้านหน้า

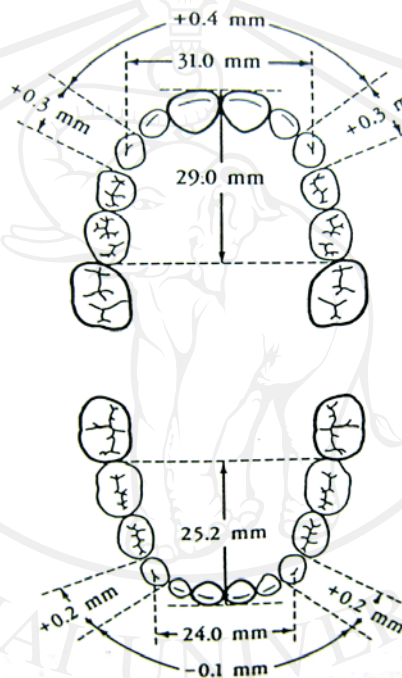
การศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของขนาดของส่วนโค้งแนวฟัน ได้อย่างชัดเจน ได้แก่ การศึกษาของ Moorrees และ Chadha¹⁰ ซึ่งได้ทำการศึกษาจากแบบจำลองฟันที่พิมพ์ตามลำดับอายุของฟันของเด็กในอเมริกาเหนือ ในช่วงอายุ 3 ปี ถึง ประมาณ 16-18 ปี โดยพวกเขาจะวัดขนาดของขนาดช่องว่างที่มีในขากรรไกร (available space) บนส่วนโค้งแนวฟันแบ่งวัดเป็นสามส่วนคือ ส่วนของฟันตัด, ส่วนของฟันเขี้ยว, และในส่วนของฟันกรามน้ำนมหรือฟันกรามน้อย ในชุดฟันแท้ ดังแสดงในรูปที่ 23 แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยในประชากร ค่าที่เป็นบวกหมายถึงขนาดช่องว่างที่มีในขากรรไกรมีค่ามากกว่าขนาดของฟันทำให้เกิดช่องระหว่างฟัน แต่ถ้าค่าเป็นลบแสดงถึงขนาดของช่องว่างที่มีในขากรรไกรมีปริมาณน้อยกว่าขนาดฟันทำให้ช่องว่างไม่เพียงพอต่อการเรียงตัวของฟันและทำให้เกิดฟันซ้อน



รูป 23 แสดงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ (parameter) ที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงบนส่วนโค้งแนวฟันในชุดฟันน้ำนมในเด็กผู้ชาย¹⁰

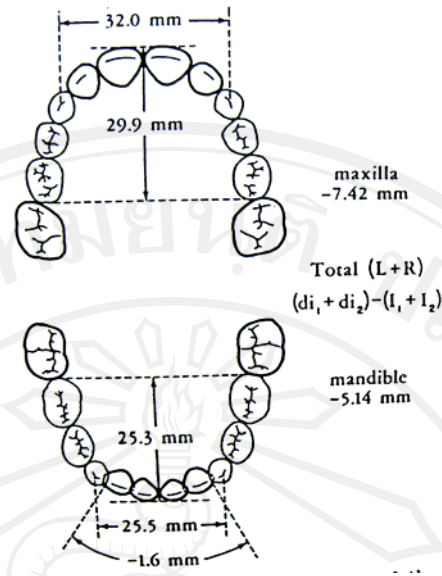
จากรูปที่ 23 แสดงถึงขนาดช่องว่างที่มีในขากรรไกรในชุดฟันน้ำนม และขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว น้ำนม และความยาวส่วนโค้ง พบว่าในชุดฟันน้ำนมนี้มีขนาดช่องว่างที่มีในขากรรไกรมากกว่าขนาดความกว้างของฟันในทุกบริเวณทั้งในขากรรไกรบนและล่าง ต่อมาเมื่อมีฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง และฟันตัดซี่กลางแท้ขึ้นในช่องปากทั้งในขากรรไกรบนและล่าง จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นบนส่วนโค้งแนวฟัน¹⁰ ดังแสดงในรูปที่ 24 ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าการปิดของ

ช่องว่างที่อยู่ระหว่างฟันกรามน้ำนมและมีการลดลงของขนาดช่องว่างที่มีในขากรรไกรบริเวณฟัน
เขี้ยวน้ำนมทั้งในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง เนื่องจากมีการใช้ช่องโพรเมตเพื่อการเรียงตัว
ของฟันตัดแท้ นอกจากนี้ยังพบว่าความยาวส่วนโค้งในขากรรไกรบนจะมีขนาดเพิ่มขึ้นประมาณ
0.5 มิลลิเมตร และความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวน้ำนมมีค่าเพิ่มขึ้น 2.2 มิลลิเมตรในขากรรไกรบน
และ 1.7 มิลลิเมตรในขากรรไกรล่าง แต่ในขณะเดียวกันจะสังเกตได้ว่าบริเวณฟันตัดล่างมีการขาด
ช่องว่างในการเรียงตัวของฟันประมาณ 0.1 มิลลิเมตรทำให้เกิดฟันซ้อนในบริเวณนี้¹⁰

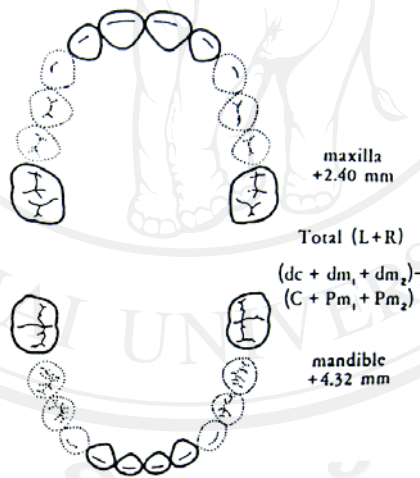


รูป 24 แสดงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ (parameter) ที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงบนส่วนโค้งแนวฟัน
ในชุดฟันผสมในขณะที่มีฟันตัดแท้ที่กลางบนและล่างขึ้นในเด็กผู้ชาย¹⁰

ในลำดับต่อมาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 25 ขณะที่มีฟันตัดซี่ข้างขึ้นใน
ขากรรไกรบนและล่าง พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวทั้งในขากรรไกรบนและ
ล่าง ส่วนค่าความยาวส่วนโค้งมีการเพิ่มขึ้นเฉพาะในขากรรไกรบนเท่านั้น เมื่อพิจารณาบริเวณฟัน
หน้าล่างจะพบว่ามีฟันซ้อนมากขึ้นเนื่องจากขาดช่องว่างเพิ่มมากขึ้นประมาณ 1.6 มิลลิเมตร¹⁰

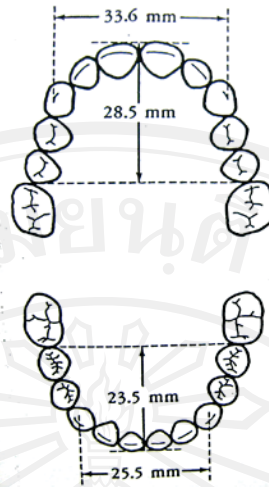


รูป 25 แสดงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ (parameter) ที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงบนส่วนโค้งแนวฟัน ในชุดฟันผสมในขณะที่มีฟันตัดแท้ขึ้นครบทุกซี่ในเด็กผู้ชาย¹⁰



รูป 26 แสดงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ (parameter) ที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงบนส่วนโค้งแนวฟัน ในชุดฟันผสมในขณะที่ฟันกรามน้ำนมทุกซี่ร่วงหลุดในเด็กผู้ชาย¹⁰

ต่อมาเมื่อฟันเขี้ยวและฟันกรามน้ำนมหลุดออกไป ดังแสดงในรูปที่ 26 จะพบว่ามีความยาวของช่องลิเวียในขากรรไกรบนประมาณ 2.40 มิลลิเมตร และในขากรรไกรล่างประมาณ 4.32 มิลลิเมตร ซึ่งช่องว่างนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อการปรับตำแหน่งของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งให้มีการสบฟันแบบที่หนึ่งของ Angle เมื่อฟันแท้ขึ้นมาแทนที่ฟันน้ำนมหมดทุกซี่ในชุดฟันแท้¹⁰ ดังแสดงในรูปที่



รูป 27 แสดงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ (parameter) ที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงบนส่วนโค้งแนวฟัน ในชุดฟันแท้ในเด็กผู้ชาย¹⁰

จากรูปที่ 27 ในชุดฟันแท้จะพบว่าไม่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรล่างหลังจากการขึ้นของฟันตัดแท้ทั้งสี่ซี่แล้ว ส่วนในขากรรไกรบนจะมีขนาดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับค่าความยาวส่วนโค้งพบว่ามีการลดลงทั้งในขากรรไกรบนและล่างเมื่อเปรียบเทียบกับในชุดฟันผสม ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการเคลื่อนที่ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งเข้าไปยังช่องสี่ซี่¹⁰

โดยสรุปแล้วการเจริญเติบโตของส่วนโค้งแนวฟันจากระยะชุดฟันน้ำนมจนถึงระยะชุดฟันแท้ดังแสดงในรูปที่ 23 และ 27 จะพบว่ามี การเพิ่มขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวทั้งในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง แต่มีการลดลงของความยาวส่วนโค้งเฉพาะในขากรรไกรล่าง ส่วนในขากรรไกรบนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.5 ข้อสรุปและข้อสังเกตเกี่ยวกับช่องไฟเรตที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

โดยสรุปแล้วช่องไฟเรตเป็นช่องว่างที่มีตำแหน่งอยู่ที่ด้านไกลกลางต่อฟันเขี้ยว น้ำนมล่าง และไกลกลางต่อฟันเขี้ยว น้ำนมบน ซึ่งเป็นลักษณะที่ควรพบในการสบฟันอุดมคติ และการสบฟันปกติในระยะชุดฟันน้ำนม^{1, 2} การเกิดช่องไฟเรตนั้นน่าจะถูกรักษาโดยลักษณะทางพันธุกรรม^{4, 8} เหมือนกันกับ ขนาดของฟันน้ำนม²³ การเกิดช่องระหว่างฟันเฉพาะในฟันหน้าบน⁸ และขนาดของส่วนโค้งแนวฟันทั้งค่าความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ความกว้างระหว่างฟันกราม และความยาวส่วนโค้ง⁸

จากข้อสรุปของหลายๆ การศึกษาเรื่องความชุกของการพบช่องไพรเมตได้สรุปไว้ว่าช่องไพรเมตจะพบในทั้งสองข้างของขากรรไกร และมักจะพบรวมกับการมีช่องระหว่างฟันซี่อื่นๆ³¹ นอกจากนี้ความชุกในขากรรไกรบนยังมีค่ามากกว่าขากรรไกรล่าง และในเพศชายมากกว่าในเพศหญิง^{2, 5, 27, 29, 32} ซึ่งสอดคล้องกับความชุกของการมีช่องระหว่างฟันในชุดฟันน้ำนมที่จะพบในขากรรไกรบนมากกว่าในขากรรไกรล่าง^{27, 29, 32, 34} และในเพศชายมีค่ามากกว่าในเพศหญิง^{25, 29, 31, 33} เช่นเดียวกัน

สำหรับการมีช่องระหว่างฟันนั้นจะสัมพันธ์กับความกว้างในแนว ไกล่กลาง-ไกลกลางของฟัน และขนาดของขากรรไกร ดังนั้นการเกิดช่องไพรเมตซึ่งเป็นช่องระหว่างฟันเช่นกันจึงน่าจะมี ความสัมพันธ์กับขนาดของฟัน และขนาดของส่วนโค้งแนวฟัน ได้แก่ ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ความกว้างระหว่างฟันกราม ความยาวส่วนโค้ง ซึ่งจากการศึกษาของ EI-Nofely และคณะ²⁷ พวกเขาได้ข้อสรุปว่าการมีช่องระหว่างฟันบริเวณฟันหน้ามีความสัมพันธ์กับขนาดของฟันในแนว ไกล่กลาง-ไกลกลาง และค่าความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว โดยการมีขนาดของซี่ฟันหน้าที่ใหญ่ร่วมกับขากรรไกรที่มีความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวจะสัมพันธ์กับการไม่พบว่ามีช่องระหว่างฟันรวมถึงช่องไพรเมต แต่ในทางกลับกันการมีช่องระหว่างฟันรวมถึงช่องไพรเมตจะสัมพันธ์กับการมีขนาดของซี่ฟันหน้าที่เล็กร่วมกับมีขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวที่มาก²⁷

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Baume ในปี ค.ศ. 1950 ก็ได้สนับสนุนข้อสรุปของ EI-Nofely และคณะ โดยเขาพบว่าขากรรไกรในระยะชุดฟันน้ำนมที่มีช่องระหว่างฟันจะมีขนาดของความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวมากกว่าขากรรไกรในชุดฟันน้ำนมที่ไม่มีช่องระหว่างฟันประมาณ 2 มิลลิเมตร⁴

ในส่วน of ค่าความกว้างระหว่างฟันกราม และค่าความยาวส่วนโค้งนั้น EI-Nofely และคณะ²⁷ ได้อธิบายว่าไม่พบความสัมพันธ์กับการมีช่องระหว่างฟันบนขากรรไกร ยกเว้นเฉพาะค่าความกว้างระหว่างฟันกรามบนในเพศชาย ซึ่งจะพบว่ากลุ่มเด็กที่มีช่องระหว่างฟันจะมีค่าความกว้างระหว่างฟันกรามมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีช่องระหว่างฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากขนาดของฟันน้ำนมจะมีความสัมพันธ์กับการมีช่องระหว่างฟันรวมถึงช่องไพรเมตแล้ว ขนาดของฟันกรามน้ำนมบน และล่างในแนวไกล่กลาง-ไกลกลางยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อรูปแบบความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองอีกด้วย โดย Baume⁴ ได้อธิบายว่าในความสัมพันธ์แบบขึ้น ไกล่กลางนั้นขนาดของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบน และล่างจะมีความกว้างในแนวไกล่กลาง-ไกลกลางใกล้เคียงกัน แต่ในความสัมพันธ์ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองแบบระนาบด้านหลังเท่ากันขนาดความกว้างในแนวไกล่กลาง-ไกลกลาง ของฟันบนจะสั้นกว่าในฟันล่าง ซึ่งจากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของฟัน กับการมีช่องระหว่างฟันรวมถึงช่องไพรเมตและรูปแบบ

ความสัมพันธ์ของพินกรรมน้ำนมซี่ที่สอง จะเป็นไปได้หรือไม่ว่ารูปแบบของความสัมพันธ์ของพินกรรมน้ำนมซี่ที่สองที่แตกต่างกันจะมีผลต่อรูปแบบของการมีช่องไฟรเมตบนขากรรไกร

อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงความเกี่ยวพันของช่องไฟรเมตกับพัฒนาการของการสบฟันจากระยะชุดฟันน้ำนมไปเป็นระยะชุดฟันแท้มีรายงานการศึกษาถึงการใช้พื้นที่ของช่องไฟรเมตในการเรียงตัวของฟันตัดแท้ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าฟันคุดน้ำนม¹⁰ นอกจากนี้ในขากรรไกรล่างการเคลื่อนของพินกรรมน้ำนมซี่ที่หนึ่งและซี่ที่สองมาด้านหน้าในขณะที่พินกรรมแท้ซี่ที่หนึ่งกำลังขึ้นเพื่อทำให้เกิดการสบฟันแบบปกติของ Angle ในชุดฟันแท้⁹ ซึ่งมีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุดฟันน้ำนมที่มีรูปแบบความสัมพันธ์ของพินกรรมน้ำนมซี่ที่สองเป็นแบบระนาบด้านหลังเท่ากัน จากการใช้พื้นที่ของช่องไฟรเมตเพื่อการเรียงตัวของชุดฟันแท้ดังกล่าว การไม่มีช่องไฟรเมตในขากรรไกรจึงมีความสัมพันธ์กับการเกิดการสบฟันผิดปกติในชุดฟันแท้¹⁰ ดังนั้นสัมพันธ์ภาพการสบฟันระหว่างฟันบนและฟันล่าง ทั้งในส่วนของฟันหน้า ฟันเขี้ยว และพินกรรมน้ำนมซี่ที่สอง ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ที่ต่างชนิดกันอาจจะเป็นปัจจัย ความสัมพันธ์กับช่องไฟรเมตในขากรรไกรในชุดฟันน้ำนม ซึ่งยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำมาก่อน