

บทที่ 1

บทนำ



### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่า การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน (Orthodontic treatment) เป็นที่สนใจและยอมรับกันมากขึ้น ในกลุ่มคนไข้ที่มารับคำปรึกษาจากทันตแพทย์ คนไข้ของทันตแพทย์จัดฟันมีจำนวนมากขึ้นทุกช่วงอายุของเด็กและในช่วงวัยผู้ใหญ่ด้วย ทำให้เกิดข้อสงสัยว่า อายุที่มากที่สุดที่สามารถได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้คือช่วงอายุใด และสามารถทำการจัดฟันในคนไข้ผู้ใหญ่ได้หรือไม่ หรืออายุสัมพันธ์กับผลการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันหรือไม่และอย่างไร ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปัญหาใหญ่ที่พบเสมอในการปฏิบัติการทางทันตกรรมจัดฟัน (Orthodontic practice) ฉะนั้น จึงเป็นการจำเป็นที่จะเน้นถึงความหมายที่แท้จริงของการให้การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน กล่าวคือ ความละเอียดถี่ถ้วน และความรอบคอบในการพิจารณา วิเคราะห์ วินิจฉัย และวางแผนการบำบัดรักษาอย่างเหมาะสมถูกต้อง ก่อนตัดสินใจให้การบำบัดรักษาตั้งแต่แรกเริ่ม ตลอดจนความสามารถในการบำบัดรักษา การประเมินผลการบำบัดรักษา และการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดการบำบัดรักษา สิ่งสำคัญที่สุดที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการให้การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันก็คือการเจริญเติบโตบริเวณใบหน้าของเด็ก (Facial growth) Burstone<sup>(14)</sup> เสนอข้อคิดเห็นไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างใบหน้าที่เป็นผลมาจากขบวนการเจริญเติบโต (process of growth) ไม่อาจให้คำตอบได้ว่ามีมากน้อยเพียงใด และมีผลอย่างไรต่อการให้การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ทั้งนี้เนื่องจากมีความแตกต่างกันมากในแบบแผนการเจริญเติบโต (growth pattern) ของเด็กแต่ละคน คำตอบของปัญหาเหล่านี้จึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าจากกลุ่มข้อมูลจำนวนมาก เพื่อใช้เป็นแนวทางที่ถูกต้องเหมาะสม

การวิเคราะห์เกี่ยวกับโครงสร้างใบหน้า โครงสร้างขากรรไกรและฟัน (Cephalometric analysis) เป็นหัวใจสำคัญของการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน (Orthodontic planning) ร่วมกับความเป็นที่ที่จะต้องพยายามเข้าใจถึงบทบาทของการเจริญเติบโต และการทำนายการเจริญเติบโตของคนไข้ (Growth prediction) มีการศึกษาเป็นจำนวนมากให้การยืนยันว่า ถึงแม้จะยังเป็นข้อสงสัยอยู่ว่าการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันจะเปลี่ยนแปลงแบบแผนการเจริญเติบโตของเด็กหรือไม่ก็ตาม การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันก็มีความสำคัญมากต่อผลขั้นสุดท้ายที่จะเกิดขึ้น ฉะนั้น จึงเป็นความจำเป็นสำหรับทันตแพทย์จัดฟันที่จะต้องพยายามให้การทำนายการเจริญเติบโตของคนไข้ก่อนเริ่มให้การบำบัดรักษา ความสามารถในการทำนายถึงตำแหน่งของกระดูกที่รองรับฟันในระหว่างการบำบัดรักษา และเมื่อสิ้นสุดการบำบัดรักษา จะช่วยให้ทราบถึงตำแหน่งและทิศทางของฟันที่จะเคลื่อนไป ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของการสบฟัน (Occlusal relationship) เพื่อให้ได้ผลการบำบัดรักษาที่ดีและเหมาะสมที่สุด จึงอาจสรุปได้ว่าทันตแพทย์จัดฟันไม่เพียงแต่จะต้องสนใจลักษณะรูปร่างของฟันและโครงสร้างใบหน้า (Dentofacial configuration) ซึ่งได้จาก Cephalometric analysis เมื่อเริ่มให้การบำบัดรักษาเท่านั้น แต่จำเป็นต้องพิจารณารูปร่างเหล่านี้เมื่อสิ้นสุดการบำบัดรักษาด้วยว่า เป็นอย่างไร ทั้งในช่วงต้น ๆ ที่เพิ่งจะเสร็จสิ้นการบำบัดรักษา (retentive period) และช่วงหลังจากนั้นอีกระยะหนึ่ง (postretentive period) จุดสำคัญจุดแรกของการให้การทำนายการเจริญเติบโต คือการเข้าใจถึงขบวนการเจริญเติบโตตามปกติ ควบคู่กับผลที่อาจเกิดขึ้นจากการจัดฟัน รวมทั้งการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการจัดฟัน Grave & Brown<sup>(26)</sup> ได้กล่าวไว้ว่าความแตกต่างในแบบแผนการเจริญเติบโตของแต่ละคนนั้น เป็นผลจากอิทธิพลทางกรรมพันธุ์และสภาพสิ่งแวดล้อม (Complex genetic and environmental interactions) เป็นส่วนใหญ่ แต่สำหรับขบวนการเจริญเติบโต เป็นผลจากอิทธิพลเหล่านี้



ด้วยหรือไม่นั้นยังไม่มีที่ยืนยันแน่นอน ฉะนั้น ความแตกต่างของขบวนการเจริญเติบโตที่นำมาพิจารณาในการปฏิบัติการทางทันตกรรมจัดฟัน จึงมักพิจารณาแต่เฉพาะความแตกต่างของช่วงเวลาและความรุนแรงของช่วงการเจริญเติบโต (Timing and intensity of growth events) ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลที่ว่า เด็กแต่ละคนมีขั้นตอนการพัฒนากายภาพ (Stages of physical development) ในช่วงอายุที่แตกต่างกัน การให้การพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physiologic change) สภาพของการพัฒนากาย (Developmental status) อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) การเจริญเติบโตเต็มที่ (Maturation) หรือ ความสามารถในการเจริญเติบโต (Growth potential) อื่น ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการให้การทำนายการเจริญเติบโตคือการเจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งมักพิจารณาเป็นระดับของการเจริญเติบโตเต็มที่ (Maturation level) และอัตราการเจริญเติบโตเต็มที่ (Maturation rate) สำหรับระดับของการเจริญเติบโตเต็มที่ อาจพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโต (growth rate) อัตราความเร็วของการเจริญเติบโต (growth velocity) และส่วนที่เพิ่มขึ้นของการเจริญเติบโต (growth increment) ในแต่ละช่วงอายุ หรืออาจกล่าวได้ว่าระดับการเจริญเติบโตเต็มที่ที่กำหนดได้จากอายุตามปฏิทิน (Chronological age) หรือขั้นตอนการพัฒนากายของโครงสร้างร่างกาย (Skeletal developmental stage) ก็ได้ แต่ในการศึกษาค้นคว้าโดยทั่วไปนั้นยืนยันว่าขั้นตอนการพัฒนากายของโครงสร้างร่างกายเป็นตัวกำหนดได้ดีกว่าอายุตามปฏิทิน แต่สำหรับอัตราการเจริญเติบโตเต็มที่ที่กำหนดได้ยาก เนื่องจากมีความผันแปรมากตามอายุปฏิทิน แต่ก็อาจเลือกพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตเต็มที่ที่ได้จากอัตราสูงสุดของการเจริญเติบโตในด้านความสูงหรือโครงสร้างใบหน้า (Peak growth in body height or Peak growth of face) นักศึกษาค้นคว้าวิจัยส่วนใหญ่เชื่อว่าอายุตามปฏิทินไม่ใช่แนวทางหรือตัวกำหนดที่ดีของ

การบ่งบอกถึงอัตราสูงสุดของการเจริญเติบโตในด้านความสูง การพยายามทำนายเกี่ยวกับระดับการเจริญเติบโตเต็มที่ และอัตราการเจริญเติบโตเต็มที่จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการพิจารณาให้แผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันของคนไข้แต่ละคน แต่เนื่องจากมีอาจพิจารณาจากตัวกำหนดที่กล่าวมาแล้วได้ ทั้งนี้เพราะในคนไข้ส่วนใหญ่มักไม่มีบันทึกของการเจริญเติบโตที่ผ่านมา เช่น บันทึกเกี่ยวกับความสูงของเด็กในปีก่อน ๆ จึงจำเป็นจะต้องหาแนวทางอื่นมาพิจารณาแทน แนวทางที่เป็นไปได้ของการกำหนดระดับการเจริญเติบโตเต็มที่และอัตราการเจริญเติบโตเต็มที่ ได้แก่ อายุของฟัน (Dental age) อายุกระดูกหรืออายุของโครงสร้างร่างกาย (Skeletal age) เพศ (Sex of child) การพัฒนาการของอวัยวะระบบสืบพันธุ์ (Sexual development) รูปร่างของเด็ก (Body type) และอื่น ๆ ในจำนวนตัวกำหนดนี้ถือว่าอายุของกระดูกเป็นตัวกำหนดถึงการเจริญเติบโตเต็มที่ของโครงสร้างร่างกาย (Skeletal maturation) ที่เหมาะสมที่สุด มีการศึกษามากมายที่ยืนยันให้เห็นว่าอายุกระดูกมีคุณค่ามากกว่าอายุตามปฏิทิน สำหรับการกำหนดถึงการเจริญเติบโตเต็มที่ทางกายภาพหรือการประเมินผลเกี่ยวกับความสามารถของการเจริญเติบโตของเด็กด้วย ฉะนั้น การหาอายุกระดูกของคนไข้จึงเป็นสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการให้แผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

มีหลายวิธีสำหรับการหาอายุกระดูกของเด็ก Hunter<sup>(36)</sup> ให้ข้อเสนอแนะว่าการหาอายุกระดูกจากภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของกระดูกมือและข้อมือ (Hand-wrist radiograph) เป็นส่วนที่น่าสนใจและให้ผลน่าพอใจต่อนักค้นคว้าส่วนใหญ่มากกว่าส่วนอื่น ๆ ของโครงสร้างร่างกาย เช่นเดียวกับอีกหลาย ๆ การศึกษาที่ให้การยืนยันในข้อเสนอนี้ จนสามารถกล่าวได้ว่าการประเมินผลจาก Hand-wrist radiograph เป็นส่วนหนึ่งของข้อพิจารณาทั้งหมดในการวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน แต่ในบางครั้งอาจเกิดข้อสงสัยว่าน่าจะหาอายุกระดูกจากกระดูกบริเวณใบหน้ามากกว่ากระดูกมือและข้อมือ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่าอัตราการเจริญเติบโต และการเจริญเติบโตเต็มที่ของกระดูกแต่ละชิ้นมีลักษณะเฉพาะของตัวเอง และก็

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการเจริญเติบโตของกระดูกใบหน้ามีความสัมพันธ์กับการให้แผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมากกว่าส่วนอื่น ๆ คำอธิบายสำหรับคำถามเหล่านี้ยังไม่เป็นที่ยืนยันแน่นอน เพียงแต่เป็นที่ยอมรับของนักค้นคว้าส่วนใหญ่ว่ามีความสัมพันธ์อย่างมากระหว่างการเจริญเติบโตของโครงสร้างใบหน้ากับการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกายทั้งหมด ฉะนั้น อายุกระดูกที่หาได้จากกระดูกส่วนใดส่วนหนึ่งของโครงสร้างร่างกายก็น่าที่จะใช้อ้างอิงถึงโครงสร้างร่างกายทั้งหมดรวมทั้งโครงสร้างใบหน้าด้วย เหตุผลอีกประการหนึ่งของความนิยมใช้ Hand-wrist radiograph ในการกำหนดอายุกระดูกก็คือตามบริเวณกระดูกมือและนิ้วนี้มีมีศูนย์กลางของการเกิดกระดูก (center of ossification) เกิดขึ้นมากมายในช่วงเวลาที่แตกต่างกันอย่างค่อนข้างชัดเจน ทั้ง shafted และ non-shafted bones

เมื่อพิจารณาถึงตอนนี้แล้ว ก็อาจจะสามารถให้คำอธิบายถึงการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดของการให้การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้ มีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของการเจริญเติบโตของเด็ก แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะอัตราการเจริญเติบโตก็อาจจะกล่าวได้ว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดของการจัดฟันก็คือ ช่วงอายุที่มีอัตราสูงสุดของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงวัยรุ่น (Peak or maximum velocity puberal growth spurt) ด้วยเหตุผล 2 ประการคือ 1) เป็นช่วงเวลาที่มีการเจริญเติบโตเกิดขึ้นมากที่สุด ฉะนั้น จะเป็นการลดการเคลื่อนฟันด้วยเครื่องมือจัดฟันให้น้อยลง และ 2) เป็นช่วงเวลาที่ จะก่อให้เกิดการเคลื่อนของฟันไปในทิศทางที่ต้องการได้สะดวกที่สุด โดยเชื่อว่าเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนในร่างกายที่เกิดในช่วงเวลานี้ ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่า อายุที่มากที่สุดที่ยังควรให้การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันนั้น ไม่ควรเกินช่วงอายุที่มีอัตราสูงสุดของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเด็กเป็นราย ๆ ไป



อาจสรุปได้ว่าอายุกระดูกที่ได้จาก Hand-wrist radiograph นั้น สามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดต่าง ๆ ของขบวนการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกายของเด็กจนถึงช่วงที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ ได้ โดยเฉพาะช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงวัยรุ่น จุดที่น่าสนใจมากได้แก่ การปรากฏให้เห็นครั้งแรกของเงาภาพกระดูกแอดคักเตอร์เซซามอยด์ (Initial appearance of ossification of adductor sesamoid bone) การเจริญเติบโตของกระดูกส่วนต่าง ๆ ของนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้และนิ้วกลาง (Epiphyso-diaphyseal fusion of distal, middle and proximal phalanges of the first, second and third fingers) และการเจริญเติบโตของกระดูกฮามะท (Ossification stages of hamate bone) ปรากฏการณ์เหล่านี้จะเกิดในช่วงเวลาแตกต่างกันหรือใกล้เคียงกัน ในช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงวัยรุ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเห็นได้ว่ากระดูกแอดคักเตอร์เซซามอยด์ เป็นเพียงกระดูกชิ้นเดียวของกลุ่มกระดูกบริเวณมือและข้อมือ ที่จะเริ่มมีการเจริญเติบโตเกิดขึ้น และเริ่มปรากฏให้เห็นในช่วงอายุที่เริ่มย่างเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นของเด็ก ด้วยเงาภาพที่ค่อนข้างชัดเจนในระดับความดำหรือความเข้มที่แตกต่างกันใน Hand-wrist radiograph

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ Hand-wrist radiograph ในส่วนที่แสดงถึงความสัมพันธ์กับช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงวัยรุ่น เป็นที่นิยมแพร่หลายในต่างประเทศ นับตั้งแต่ประเทศทางอเมริกา ยุโรป สแกนดิเนเวีย ออสเตรเลีย และเอเชีย จนเป็นที่ยอมรับกัน เป็นส่วนใหญ่เกี่ยวกับความสำคัญหรือความจำเป็นของการประเมินถึงการเจริญเติบโตเต็มที่ของโครงสร้างร่างกาย จาก Hand-wrist radiograph โดยมีมุ่งหวังให้สามารถบ่งบอกถึงช่วงอายุที่มีอัตราสูงสุดของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงวัยรุ่น หรือช่วงอายุที่เหมาะสมมากที่สุดต่อการให้การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน การศึกษาค้นคว้าที่ยืนยันความสำคัญของ Hand-wrist radiograph นั้น ได้แก่ ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐาน

อ้างอิงได้ (referenced standards) ซึ่งได้จากการศึกษาระยะยาว (Longitudinal study) ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มใหญ่ เช่น Greulich & Pyle Standard, Todd's Atlas of skeletal maturation เป็นต้น

ในความคิดเห็นของผู้เขียนมีกหมายเพียงว่า Hand-wrist radiograph น่าจะเป็นแนวทางความถูกต้องทางหนึ่งของการให้การทำนายถึงการเจริญเติบโตของร่างกายร่วมกับการให้การพยากรณ์และการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในเด็กไทย อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาอย่างแท้จริงถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เหล่านี้เลย นับตั้งแต่การกำหนดช่วงอายุที่เป็นการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงวัยรุ่น ขั้นตอนการเจริญเติบโตตั้งแต่แรกเริ่มของกระดูกบริเวณมือและข้อมือ ตัวกำหนดหรือแนวทางที่บ่งบอกถึงภาวะที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ (Indicator of maturity) เช่น การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการเริ่มมีเสียงแตกหัว (Voice change) การเริ่มมีประจำเดือนครั้งแรก (Menarche) เป็นต้น รวมทั้งการให้การวิเคราะห์วิธีวินิจฉัยทางทันตกรรมจัดฟัน (Orthodontic analysis) สำหรับเด็กไทยโดยเฉพาะ จะด้วยเหตุผลของการไม่มีข้อเท็จจริงของประโยชน์หรือผลดีของการนำ Hand-wrist radiograph เข้ามาร่วมในการพิจารณาให้แผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน หรืออาจจะเป็นข้อสงสัยว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะเหมาะสมกับเด็กไทยมากน้อยเป็นที่น่าพอใจหรือไม่อย่างไร จึงทำให้การประเมินผลจาก Hand-wrist radiograph นั้นไม่เป็นที่สนใจนักสำหรับทันตแพทย์จัดฟันโดยทั่วไป ฉะนั้นถ้าจะเริ่มค้นคว้าข้อเท็จจริงเพียงจุดเล็ก ๆ ก็น่าจะเป็นพื้นฐานเบื้องต้น หรือเป็นแนวทางทางหนึ่งของความน่าจะเป็นอีกหลาย ๆ แนวทางที่จะตามมาในภายหน้าได้ กำหนดจุดเริ่มแรกของปัญหาที่พบใน Hand-wrist radiograph คือ Initial appearance of adductor sesamoid และ Stages of epiphyseal fusion of distal phalanx of the third finger ในช่วงอายุต่าง ๆ รวมถึงความเกี่ยวข้องที่อาจมีได้กับคุณลักษณะทางเพศที่บ่งบอกถึงการย่างเข้าสู่ความเป็นหนุ่ม

เป็นสาวของเด็ก โดยเฉพาะลักษณะของการเริ่มมีประจำเดือนครั้งแรกของหญิง ที่สามารถบอกกล่าวได้ชัดเจนกว่าลักษณะของการเริ่มมีเสียงแตกห้าวของชาย

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของกระดูกแอตดักเตอร์ เซสซามอยด์
2. เพื่อศึกษาแบบแผนการเจริญเติบโตของกระดูกปลายนิ้วมือกลาง
3. เพื่อศึกษาความเกี่ยวข้องของการเจริญเติบโตของกระดูกแอตดักเตอร์ เซสซามอยด์และกระดูกปลายนิ้วมือกลาง
4. เพื่อศึกษาช่วงอายุโดยเฉลี่ยในหญิงไทยที่เริ่มมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการของกระดูกแอตดักเตอร์ เซสซามอยด์
5. เพื่อทำนายอายุกระดูก (อายุโครงสร้างร่างกาย) จากการเจริญเติบโตของกระดูกแอตดักเตอร์ เซสซามอยด์ และกระดูกปลายนิ้วมือกลาง

#### ประโยชน์ของการวิจัย

1. เพื่อทราบถึงความเกี่ยวข้องระหว่างอายุตามปฏิทิน (chronological age) กับอายุกระดูกหรืออายุการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกาย (Skeletal age)
2. ผลของการวิจัยสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการวิเคราะห์และการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมทางสาขาทันตกรรมจัดฟัน
3. เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับ Hand-wrist Radiographic Interpretation ของหญิงไทย อายุ 8 - 16 ปี ในขอบเขตการใช้ประโยชน์ทางทันตกรรมจัดฟัน





4. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน และแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป
5. เพื่อประโยชน์ทางสาขาวิชานิติเวชวิทยา

#### ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะในหญิงไทยช่วงอายุ 8 - 16 ปี เนื่องจากเป็นช่วงอายุที่เด็กมีการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกายอย่างมาก
2. กระดูกปลายนิ้วมือกลางเป็นส่วนของกระดูกนิ้วมือที่มี secondary ossification center (Epiphysis) เพียงอันเดียว และเป็นส่วนของกระดูกที่อยู่ตรงตำแหน่งที่ตั้งฉากมากที่สุดกับปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่มาก กระทบบนฟิล์ม และยังเป็นส่วนที่เห็นได้ชัดเจนมากกว่าส่วนอื่น การพิจารณาถึงขั้นตอนของ epiphyso-diaphyseal fusion กำหนดจากความกว้างของเงาภาพของไดอะไฟเซียลโกรท คาร์ทีเลจ เพลท (Diaphyseal growth cartilage plate)
3. อายุที่เริ่มมีประจำเดือนครั้งแรก (age at menarche) กำหนดได้ค่อนข้างแน่นอนและใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการกำหนดอายุที่มีการเปลี่ยนแปลงของการเริ่มมีเสี้ยวแตกหัวในชาย
4. กลุ่มตัวอย่างของการศึกษา มีคุณสมบัติตามเกณฑ์กำหนดทุกประการ กล่าวคือ
  - 4.1 เป็นหญิงไทย
  - 4.2 เป็นคนถนัดมือขวา
  - 4.3 ไม่มีความพิการหรือความไม่สมบูรณ์ของมือซ้าย
  - 4.4 การเจริญเติบโตและสุขภาพของร่างกาย เป็นปกติ
  - 4.5 ไม่มีประวัติการเป็นโรคร้ายแรง หรือโรคเกี่ยวกับกระดูก
  - 4.6 สามารถให้ประวัติการมีประจำเดือนครั้งแรกได้อย่างถูกต้อง

5. ข้อมูลของการวิจัย ได้จากการนำกลุ่มตัวอย่างไปรับการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ของมือซ้ายขนาดเท่าของจริง ณ ภาควิชารังสีวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนำภาพถ่ายที่ได้ไปผ่านกรรมวิธีการล้างรูป ณ สาขารังสีวินิจฉัย โรงพยาบาลศิริราช โดยการดำเนินการเป็นวันต่อวัน เพื่อให้ได้แผ่นภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ที่มีคุณภาพและเป็นแหล่งข้อมูลของการวิจัย

6. ข้อมูลของการวิจัยเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของกระดูกแอดคักเตอร์เซสซามอยด์ และกระดูกปลายนิ้วมือกลางซ้าย อาศัยการวัดโดยตรงจากแผ่นภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของมือซ้าย โดยวิธีการวัดค่าระดับที่ของค่าความดำของเงาภาพรังสีเอ็กซ์กระดูกแอดคักเตอร์เซสซามอยด์ และค่าความยาวของส่วนต่าง ๆ ของกระดูกปลายนิ้วมือกลางซ้าย ตามลำดับ

7. ข้อมูลของการวิจัยเกี่ยวกับอายุตามปฏิทินและประวัติการมีประจำเดือนครั้งแรก ได้จากบันทึกประจำตัวนักเรียนและแบบสอบถามที่กำหนดขึ้น

8. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทุกคนโดยตรง 3 ระยะ เพื่อการเปรียบเทียบ ช่วงห่างของแต่ละระยะประมาณ 3 เดือน

#### ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ดำเนินการเฉพาะในหญิง ด้วยเหตุผลว่า คุณลักษณะทางเพศที่บ่งบอกถึงการเริ่มเข้าสู่ช่วงวัยรุ่น หรือการเริ่มเป็นหนุ่มเป็นสาวของเด็กนั้น การพิจารณาถึงประวัติการมีประจำเดือนครั้งแรกจะค่อนข้างแน่นอนและใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการกำหนดถึงช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของการเริ่มมีเสียงแตกห้าวในชาย

2. ดำเนินการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์เฉพาะของมือซ้าย ด้วยเหตุผลว่าในคนถนัดมือขวาจะมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของกระดูกมือขวามากกว่าของกระดูกมือซ้าย ตามข้อสรุปของ Todd<sup>(62)</sup>

3. อายุตามปฏิทินของกลุ่มตัวอย่างนับจาก วัน เดือน ปี เกิดตามบันทึกประจำตัวนักเรียน ถึง วัน เดือน ปี ที่ดำเนินการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ของมือซ้ายระยะที่หนึ่ง
4. อายุที่มีประจำเดือนครั้งแรก นับจาก วัน เดือน ปี เกิดตามบันทึกประจำตัวนักเรียน ถึง วัน เดือน ปี หรือ เดือนปี หรือปีที่ให้ประวัติว่ามีประจำเดือนครั้งแรก ตามแบบสอบถามที่กำหนดขึ้น
5. วิธีการถ่ายภาพที่กำหนดให้วัตถุอยู่ใกล้ฟิล์มมากที่สุด หรือระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มเป็นศูนย์แล้ว จะได้เงาภาพที่มีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ ฉะนั้น การถ่ายภาพโดยให้มือซ้ายวางแนบบนคาสเซทนั้น ก็จะได้ภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของมือซ้ายขนาดเท่าของจริง
6. วิธีการถ่ายภาพที่กำหนดให้รังสีตกตั้งฉากกับฟิล์ม และวัตถุอยู่ในแนวตกกระทบด้วย จะได้เงาภาพที่มีการบิด เบี้ยวน้อยที่สุด ฉะนั้น การจัดตำแหน่งให้แหล่งกำเนิดรังสีอยู่ตั้งฉากกับฟิล์ม และนิ้วมือกลางซ้ายอยู่ในแนวตกกระทบด้วย ก็จะได้ภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของกระดูกนิ้วมือกลางซ้ายที่มีลักษณะใกล้เคียงของจริงมากที่สุด
7. เครื่องมือถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ของการวิจัย เป็นเครื่องมือถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ในสภาพการณ์ปกติของการทำงานในภาควิชารังสีวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถือว่ามีประสิทธิภาพของการทำงานได้ดี
8. เครื่องมือล้างฟิล์มรังสีเอ็กซ์แบบอัตโนมัติของการวิจัย เป็น เครื่องมือล้างฟิล์มรังสีเอ็กซ์ในสภาพการณ์ปกติของการทำงานในสาขารังสีวินิจฉัย โรงพยาบาลศิริราช ซึ่งมีการควบคุมกรรมวิธีการล้างฟิล์มรังสีเอ็กซ์ให้ได้มาตรฐาน ถือว่ามีประสิทธิภาพของการทำงานได้ดี



9. ข้อกำหนดของการตั้ง เครื่องมือถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ของการวิจัย ได้จากการทดลองดัดแปลงก่อนดำเนินการวิจัย เพื่อให้ได้ภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของมือซ้ายที่เหมาะสมกับกรรมวิธีของการล้างรูปภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ที่ได้ควบคุม เพื่อจะได้ภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของมือซ้ายที่มีคุณภาพ

10. เครื่องมือวัดค่าความดำของเงาภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของการวิจัย เป็นเครื่องมือวัดค่าความดำของเงาภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ในสภาพการณ์ปกติของการใช้งานในกองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ถือว่ามีประสิทธิภาพของการใช้งานได้ดี

11. ฉากรวมรังสีเอ็กซ์ที่ติดมากับคาสเซทนั้นมีผลต่อการปรากฏของความดำเงาภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ เพื่อให้ผลของฉากรวมรังสีเอ็กซ์นี้เป็นตัวแปรคงที่ในการเปรียบเทียบ จึงกำหนดใช้คาสเซทเฉพาะ 2 คาสเซทเท่านั้น กลุ่มตัวอย่างคนใดใช้คาสเซทอันใดในการถ่ายภาพระยะที่หนึ่ง ก็จะใช้คาสเซทอันนั้นในการถ่ายภาพระยะที่สองและระยะที่สามด้วย

12. เป็นที่ประจักษ์ว่าการปฏิบัติงานทางรังสีเอ็กซ์นั้นมีโอกาสควบคุมปริมาณการปล่อยรังสีเอ็กซ์จากเครื่องกำเนิดรังสีได้อย่างสมบูรณ์ การเกิดรังสีเอ็กซ์ไม่คงที่ตลอดเวลา จึงมีอาจจะทำให้เกิดภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ที่มีความดำของเงาภาพถ่ายได้เหมือนกันทุกประการ เมื่อถ่ายในเวลาต่างกัน ฉะนั้นการปฏิบัติงานทางรังสีที่ต้องการเปรียบเทียบนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยตัวแปรคงที่อื่น ๆ ในการวิจัยนี้อาศัยเครื่องมืออูมิเนียมสเตรปเวดจ์เป็นตัวแปรคงที่ ที่จะให้ระดับความดำของเงาภาพหลาย ๆ ระดับความดำในแผ่นภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์เดียวกัน ค่าความดำของเงาภาพถ่ายที่ต้องการนั้นมีค่าความดำเป็นระดับ ความดำใดของเงาภาพตัวแปรคงที่ในภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์เดียวกัน การเปรียบเทียบจึงเกิดขึ้นได้

### ความจำกัดของการวิจัย

1. การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของโครงสร้างร่างกายในช่วงวัยรุ่น (Puberal skeletal growth spurt) เป็นข้อกำหนดส่วนใหญ่ของเด็กวัยรุ่นในช่วงอายุ 8 - 16 ปี แต่การวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะในเพศหญิง ฉะนั้นจะพบว่าอายุที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของโครงสร้างร่างกายจะเป็นอายุที่ช่วงต้นของช่วงอายุ 8 - 16 ปี เนื่องจากหญิงมักจะมีการเจริญเติบโตของร่างกายเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นได้เร็วกว่าชาย (7)
2. การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของโครงสร้างร่างกายในช่วงวัยรุ่น เป็นเพียงข้อกำหนดส่วนใหญ่ของช่วงอายุ 8 - 16 ปี แต่ไม่ใช่ข้อกำหนดเฉพาะ และเนื่องจากการเจริญเติบโตของร่างกายมนุษย์นั้นเป็นเรื่องซับซ้อนที่มีอาจกำหนดได้แน่นอน ฉะนั้นความผันแปรจึงอาจเกิดได้เสมอ แม้จะได้พิจารณาถึงความน่าจะเป็นอย่างละเอียดก็ตาม
3. อิทธิพลต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของร่างกาย เป็นข้อกำหนดสำคัญที่มีผลต่อความกระจายของผลการวิจัยที่อาจเกิดขึ้นได้ อิทธิพลต่าง ๆ เหล่านี้ได้แก่ สภาพเศรษฐกิจและสังคม ฐานะความเป็นอยู่ ประเภทของอาหารการกิน ระดับความรู้ ความสามารถ ตลอดจนสภาพสิ่งแวดล้อม และอื่น ๆ อิทธิพลเหล่านี้มีผลต่อความจำกัดของประชากรอย่างมาก
4. กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย ประกอบด้วยกลุ่มอายุละประมาณ 21 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 ระยะ ในช่วงเวลานานประมาณ 6 เดือน มีผลทำให้มีการลดจำนวนของกลุ่มตัวอย่างประมาณร้อยละ 10
5. แบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติการมีประจำเดือนครั้งแรก กลุ่มตัวอย่างบางคนให้ข้อมูลได้เป็น วัน เดือน ปี บางให้ข้อมูลได้แค่เป็น เดือน ปี และบางคนก็ให้ได้แค่ปีเท่านั้น

6. ความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย คือ

6.1 เครื่องมือถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ เครื่องมือล้างรูปภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์และเครื่องมือวัดค่าความดำของเงาภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ เป็นเครื่องมือที่มีแหล่งกำเนิดจากแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับทั้งสิ้น แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่คงที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของ เครื่องมือ เหล่านี้

6.2 น้ำยาชนิดต่าง ๆ (Kodak) ที่ใช้สำหรับกรรมวิธีล้างฟิล์มรังสีเอ็กซ์ นั้น แม้จะได้ควบคุมอุณหภูมิของน้ำยาและช่วงเวลาของการผ่านเข้าไปในน้ำยาล้างชนิดต่าง ๆ ให้คงที่แล้ว น้ำยาล้างแต่ละชนิดก็ยังมีอิทธิพลต่อผลของระดับความดำของเงาภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ แต่ละแผ่นภาพถ่ายที่ผ่านกรรมวิธีการล้างในเวลาต่างกัน

6.3 ความไม่สม่ำเสมอของความหนาแต่ละระดับของอคูมิ เนียมส เต็ป เวตจ์ เป็นผลทำให้ค่าความดำของเงาภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์แต่ละระดับมีหลาย ๆ ค่าความดำ การวิจัยนี้ ใช้ค่าความดำ เฉลี่ยบริเวณศูนย์กลางของแต่ละระดับความดำ

คำจำกัดความ

1. หญิงไทย : "หญิง" ถือสัญชาติ มีพ่อแม่ถือสัญชาติไทยด้วย
2. คนถนัดมือขวา คนที่ใช้มือขวาเป็นหลักนำเสมอในการกระทำการใด ๆ ที่เป็นการงานของการใช้มือ โดยอาจจะใช้หรือไม่ใช้มือซ้าย เป็นส่วนช่วยก็ได้ ของความเป็นปกตินิสัย
3. ภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ของมือและข้อมือซ้าย (Left hand-wrist radiograph) : ภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ที่แสดงให้เห็นถึงเงาภาพรังสีเอ็กซ์ของกระดูกมือและข้อมือซ้าย ได้แก่ กระดูกข้อมือ (wrist bones) กระดูกฝ่ามือ (metacarpal bones) กระดูกนิ้วมือ (phalangeal bones) รวมทั้งกระดูกแอดดักเตอร์ เซสซามอยด์ (adductor sesamoid) และ เฟล็กซ์เซอร์ เซสซามอยด์ (flexor sesamoid) ที่เริ่มปรากฏตั้งแต่ช่วงวัยรุ่น และอาจจะรวมถึงส่วนปลายของกระดูกปลายแขน (distal end of radius and ulna bones) ด้วย นอกจากนี้ยังรวมถึงเงาภาพรังสีเอ็กซ์ของลักษณะรูปร่างของเนื้อเยื่ออ่อนของมือ (soft tissue contour) และอลูมิเนียมสเต็ปเวดจ์ A และ B (aluminium step wedge A and B) บนแผ่นภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์เดียวกันทุกแผ่น

4. กระดูกแอดดักเตอร์ เซสซามอยด์ (Adductor sesamoid หรือ Ulnar sesamoid of metacarpo-phalangeal joint of the thumb)

: เป็นชิ้นหนึ่งในจำนวนกระดูก เซสซามอยด์ ทั้ง 5 ชิ้น ที่จะปรากฏให้เห็นได้ในมือของช่วงวัยผู้ใหญ่ เป็นกระดูกที่มีตำแหน่งอยู่ตรงบริเวณข้อต่อของกระดูกนิ้วหัวแม่มือกับกระดูกฝ่ามืออันที่หนึ่ง (กระดูกฝ่ามือที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับกระดูกนิ้วหัวแม่มือ) (metacarpo-phalangeal joint of the thumb) พบการปรากฏของกระดูกแอดดักเตอร์ เซสซามอยด์ ในช่วงวัยรุ่นของทุกคน

5. กระดูกปลายนิ้วมือกลาง (Distal phalanx III หรือ distal phalanx of the third finger)

: เป็นกระดูกส่วนที่มีศูนย์กลางของการเกิดกระดูกหรือศูนย์กลางของการเจริญเติบโตเป็นกระดูก (ossification center) 2 ศูนย์กลาง กล่าวคือ 1 ไตอะไฟเซียล เซนเตอร์ (diaphyseal center) และ 1 อีพิไฟเซียล เซนเตอร์ (epiphyseal center) ทั้ง 2 ศูนย์กลาง จะมีการเจริญเติบโตออกทุกทิศทาง ที่น่าสังเกตคือตรงบริเวณไตอะไฟเซียล โกรท คาร์ทีเลจ เพล็ท (diaphyseal growth cartilage plate) ที่อยู่ระหว่างศูนย์กลางทั้ง 2 นี้ ขณะที่มีการพอกของแคลเซียมของการเกิดเป็นกระดูก (calcification) ของศูนย์กลางทั้ง 2 ไตอะไฟเซียล โกรท คาร์ทีเลจ เพล็ท จะแคบลง ๆ จนไม่ปรากฏเมื่อการเกิดกระดูกสิ้นสุดลง



6. ศูนย์กลางของการเกิดกระดูกหรือศูนย์กลางของการเจริญเติบโต เป็นกระดูก (Ossification center)
- : บริเวณแรกที่มีการพอกของแคลเซียมของการเกิด เป็นกระดูก ต่อจากนั้นจะมีการขยายออกจนกลายเป็นกระดูกทั้งชิ้น กระดูกฝ่ามือและกระดูกนิ้วมือทุกชิ้นจะประกอบด้วยศูนย์กลางของการเกิดกระดูกอย่างน้อยที่สุด 2 ศูนย์กลาง คือ ศูนย์กลางของการเกิดกระดูกปฐมภูมิ และทุติยภูมิ อย่างละ 1 ศูนย์กลาง แต่กระดูกข้อมือและกระดูกเขสซามอยด์จะประกอบด้วยศูนย์กลางของการเกิดกระดูกปฐมภูมิเพียง 1 ศูนย์กลางเท่านั้น
7. ไดอะไฟเซี่ยล เซนเตอร์ (Diaphyseal center)
- : ไดอะไฟซิส (Diaphysis) เป็นศูนย์กลางของการเกิดกระดูกปฐมภูมิ (Primary ossification center)
8. อีพิไฟเซี่ยล เซนเตอร์ (Epiphyseal center)
- : อีพิไฟซิส (Epiphysis) เป็นศูนย์กลางของการเกิดกระดูกทุติยภูมิ (Secondary ossification center)
9. ไดอะไฟเซี่ยล โกรท คาร์ทีเลจ เพลท (Diaphyseal growth cartilage plate) หรืออีพิไฟเซี่ยล โกรท คาร์ทีเลจ เพลท (Epiphyseal growth cartilage plate) ทางกายวิภาคศาสตร์
- : เป็นกระดูกอ่อนที่กำลังเจริญเติบโตหรือเป็นบริเวณที่ยังเป็นกระดูกอ่อน ในเด็กที่ยังมีการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกาย เป็นบริเวณสิ้นสุดหรือบริเวณเชื่อมต่อระหว่าง ไดอะไฟซิสและอีพิไฟซิส เป็นบริเวณสุดท้ายของการมีแคลเซียม

มาพอกของกระดูก ในภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์จะเห็นเป็นเงาภาพเส้นทึบดำ (radiolucent line) มีความกว้างของเส้นทึบดำชัดเจนในเด็กที่ยังมีการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกายโดยทั่วไป แต่ถ้าสิ้นสุดการเจริญเติบโตหรือเมื่อโตอะไฟเซียล เซนเตอร์ และอีพิไฟเซียล เซนเตอร์ มีการเจริญเติบโตเต็มที่ เงาภาพเส้นดำนี้จะหายไปกลายเป็นเงาภาพขาว (radiopaque area) กลายเป็นส่วนหนึ่งของกระดูก จนแยกไม่ออกในเด็กที่มีการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกายสิ้นสุดแล้ว

10. การเชื่อมต่อกันของโตอะไฟเซียล อีพิไฟเซียล (Diaphyseal epiphyseal fusion)

: การเชื่อมต่อกันของอีพิไฟโซ โตอะไฟเซียล (Epiphyso-diaphyseal fusion) เมื่อ การเจริญเติบโตที่เกิดจากศูนย์กลางของการเกิดกระดูกปฐมภูมิและทุติภูมิมาพบกัน เป็นจุดเริ่มต้นของการบ่งบอกถึงการสิ้นสุดการเจริญเติบโตของกระดูกนั้น ๆ

11. อลูมิเนียม สเต็ป เวดจ์ (Aluminium step wedge)

: เพนนิโตรมิเตอร์ (Penetrometer) เป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการใช้งานทางด้านรังสีเทคนิค มีส่วนประกอบเป็นแผ่นอลูมิเนียมขนาดเท่ากันซ้อนทับกันหลาย ๆ แผ่น ในลักษณะลดหลั่นแบบขั้นบันได หรือเป็นแท่งอลูมิเนียมที่มีหลาย ๆ ช่วงความหนา ลดหลั่นกันตามลำดับแบบขั้นบันได เงาภาพรังสีเอ็กซ์ของอลูมิเนียม สเต็ป เวดจ์จะปรากฏเป็น

ระดับความดำหรือความเข้มลดหลั่นกันตามลำดับ ช่วงที่มีความ  
ความหนาแน่นที่สุด จะปรากฏเงาภาพรังสีเอ็กซ์ที่มีความ  
เข้มสูงที่สุด และเป็นระดับที่ต้นของระดับที่ค่าความเข้มสุด  
ในทำนองกลับกัน ช่วงที่มีความหนาแน่นมากที่สุดจะปรากฏเงา  
ภาพรังสีเอ็กซ์ที่มีความเข้มที่น้อยที่สุด และเป็นระดับที่ท้าย  
ของระดับที่ค่าความเข้มด้วย