

Age estimation from radiographic analysis of epiphyseal fusion at the knee joint in Thai population

การศึกษาภาพถ่ายรังสีข้อเข่าเพื่อใช้ประเมินอายุในประชากรชาวไทย

Surasak Ruensuk , M.D.*, Vijarn Vachirawongsakorn M.D.*

* *Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, 10700, Thailand.*

สุรศักดิ์ รื่นสุข พ.บ.†, วิจารย์ วชิรวงศากร พ.บ.†

†ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10700 ประเทศไทย

Abstract

Objective: To find age estimation method from knee joint radiography in 12 to 22 years-old Thai population.

Materials and Methods: This study was a retrospective analytic method that studied in 312 knee joint radiographies. Radiological stages of epiphyseal plate fusion around knee joint consist of distal femur, proximal tibia and proximal fibula were evaluated. Total score of epiphyseal plate fusion was separately analyzed in male and female for investigating relation between stages of epiphyseal plate fusion and age estimation.

Results: Stages of epiphyseal plate fusion had related to chronological age. In same age, female showed earlier epiphyseal plate fusion when compare with male.

Conclusion: Knee joint radiography provides accurate age estimation for assess likelihood of having attained 18 years of age in Thai population and this method can supplement age estimates from other skeletal indicators.

Keywords: age estimation; forensic anthropology; epiphysis; femur; fibula; fusion; knee joint; radiographs; tibia

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อหาวิธีประเมินอายุจากภาพถ่ายรังสีข้อเข่าในประชากรชาวไทยในกลุ่มช่วงอายุตั้งแต่ 12 ถึง 22 ปี

วัสดุและวิธีการศึกษา: งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบย้อนหลังศึกษาภาพถ่ายรังสีข้อเข่าทั้งหมด 312 ราย โดยประเมินระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูก (epiphyseal plate) ในกระดูกบริเวณรอบข้อเข่า ได้แก่ กระดูกต้นขาส่วนปลาย (distal femur), กระดูกแข้งส่วนต้น (proximal tibia) และกระดูกน่องส่วนต้น (proximal fibula) แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบแยกเพศชายและเพศหญิงเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกและอายุ

ผลการศึกษา: ระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกที่มากขึ้นมีความสัมพันธ์กับอายุที่มากขึ้นและสามารถบอกความแตกต่างของอายุได้ โดยในช่วงอายุเดียวกันเพศหญิงจะพบการปิดของแผ่นสร้างกระดูกเร็วกว่าเพศชาย

สรุป: ภาพถ่ายรังสีข้อเข่าสามารถนำมาใช้ประเมินอายุในประชากรชาวไทยได้เบื้องต้น โดยเฉพาะการแยกกลุ่มอายุน้อยกว่า 18 ปีและตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปออกจากกัน และอาจใช้เป็นวิธีเสริมเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับวิธีการประเมินอายุแบบอื่นต่อไป

คำสำคัญ: การประเมินอายุ, การปิด, กระดูกแข้ง, กระดูกต้นขา, กระดูกน่อง, ข้อเข่า, นิติมานุษยวิทยา, แผ่นสร้างกระดูก, ภาพถ่ายรังสี

บทนำ

การระบุอายุของบุคคลเป็นหนึ่งในประเด็นที่สำคัญทางกฎหมาย บุคคลที่มีอายุต่างกันย่อมมีสิทธิทางกฎหมายที่แตกต่างกัน^(2, 3) เช่น บุคคลที่อายุมากกว่า 18 ปีบริบูรณ์จะมีสิทธิในการลงคะแนนเสียงเลือกตั้งและ สอบใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ได้ นอกจากนี้อายุยังเป็นประเด็นที่ใช้ในการพิจารณาความรุนแรงของโทษตามกฎหมายอาญา เช่น ความผิดเกี่ยวกับเพศ⁽⁴⁾ ดังนั้นบุคลากรทางการแพทย์จึงอาจได้รับการปรึกษาเพื่อประเมินอายุในกลุ่มบุคคลบางประเภทได้ เช่น บุคคลที่ไม่มีหลักฐานทางทะเบียนราษฎร บุคคลต่างด้าว เป็นต้น

สำหรับวิธีการประเมินอายุที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมีด้วยกัน 3 วิธี⁽¹⁻³⁾ คือ

1. การตรวจร่างกาย โดยดูจากการเจริญเติบโตทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง และการเจริญเติบโตทางเพศ ได้แก่ ลักษณะขององคชาติ การเจริญของเต้านม รูปแบบของขนรักแร้และขนหัวหน่าว (Tanner staging)⁽⁵⁾
2. การตรวจทางรังสีวิทยา โดยดูจากภาพถ่ายรังสีกระดูก เพื่อประเมินขนาดและรูปร่างของกระดูก รวมทั้งการสร้างและการเชื่อมปิดกระดูกที่แผ่นสร้างกระดูก (epiphyseal ossification and fusion)

3. การตรวจทางพันธุกรรม โดยดูจากการพัฒนาและการงอกของฟันในเด็กเล็ก และจากการงอกของฟันกรามซี่สุดท้ายในเด็กโต

โดยวิธีการประเมินอายุที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ การตรวจทางรังสีและทางพันธุกรรม⁽⁶⁾ เนื่องจาก มีความคลาดเคลื่อนอันเป็นผลจากสิ่งแวดล้อม การเลี้ยงดู โรคที่มีผลต่อพัฒนาการและการเจริญเติบโตน้อยกว่า การตรวจร่างกาย โดยภาพถ่ายรังสีตำแหน่งที่นิยมใช้ในการประเมินอายุมากที่สุด คือ ภาพถ่ายรังสีมือ⁽⁷⁻⁹⁾

สำหรับภาพถ่ายรังสีข้อเข่า ปัจจุบันยังถือว่าไม่ใช่วิธีมาตรฐาน (gold standard) สำหรับใช้ในการประเมินอายุ เนื่องจากมีงานวิจัยที่สนับสนุนและฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบน้อยกว่าเมื่อเทียบกับภาพถ่ายรังสีมือ ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปในทางปฏิบัติ จากการศึกษาของงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าอายุที่มีการปิดของแผ่นสร้างกระดูกบริเวณรอบข้อเข่าอยู่ระหว่าง 14 ปีถึง 22 ปีในเพศชาย และ 12 ปีถึง 22 ปีในเพศหญิง โดยเป็นงานวิจัยที่ศึกษาภาพถ่ายรังสีข้อเข่าในหลายกลุ่มประชากร⁽¹⁰⁻¹⁵⁾ คือ คอเคซอยด์ (Caucasoid) และดราวิเดียนมองโกลอยด์ (Dravidian-Mongoloid) แตกต่างจากคนไทยที่เป็นกลุ่มประชากรพาลีโอมองโกลอยด์ (Paleo-Mongoloid) ซึ่งยังไม่เคยมีงานวิจัยตำแหน่งนี้ในคนไทยมาก่อน ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงสนใจในตำแหน่งภาพถ่ายรังสีที่แตกต่างออกไปเพื่อนำไปเป็นวิธีในการประเมินอายุหรือใช้ประเมินอายุร่วมกับวิธีอื่นซึ่งจะทำให้ได้ช่วงอายุที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับอายุจริงมากยิ่งขึ้น โดยสาเหตุที่เลือกภาพถ่ายรังสีข้อเข่าเพราะเป็นตำแหน่งที่ง่ายต่อการจัดท่าให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องและชัดเจนในแนวหน้าหลังและด้านข้าง (true anterior-posterior & lateral position) อีกทั้งการถ่ายภาพรังสีข้อเข่าในแต่ละครั้งจะได้ถึง 3 ตำแหน่งที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินได้ คือ กระดูกต้นขาส่วนปลาย, กระดูกแข้งส่วนต้น และกระดูกน่องส่วนต้น^(11, 13, 14)

งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการประเมินอายุจากภาพถ่ายรังสีข้อเข่าในประชากรไทย โดยเฉพาะในกลุ่มช่วงอายุตั้งแต่ 12 ถึง 22 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลงของระดับการสร้างกระดูกที่ส่วนปลาย และเป็นช่วงอายุที่มีการปิดของแผ่นสร้างกระดูกบริเวณรอบข้อเข่าในงานวิจัยก่อนหน้านี้ เพื่อนำมาใช้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการประเมินอายุที่ใช้ประกอบการพิจารณาช่วงอายุโดยการใช้ภาพถ่ายรังสีมือซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในปัจจุบัน⁽⁷⁻⁹⁾

วัสดุและวิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้ใช้ภาพถ่ายรังสีข้อเข่าของผู้ป่วยไทยที่มีข้อมูลวันเดือนปีเกิดระบุในเวชระเบียนโดยมีช่วงอายุระหว่าง 12 ถึง 22 ปี จำนวน 477 คน ซึ่งเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลศิริราช ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยภาพถ่ายรังสีข้อเข่าดังกล่าวจะต้องอยู่ในท่าที่ถูกต้องและชัดเจนในแนวหน้าหลังและด้านข้าง โดยเกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ร่วมวิจัย (exclusion criteria) มีดังนี้

1. ตรวจพบการบาดเจ็บของกระดูกรอบข้อเข่า โดยภาพถ่ายรังสีข้อเข่าพบมีรอยแตกหรือเคลื่อนหลุด บริเวณแผ่นสร้างกระดูกหรือมีอุปกรณ์ทางการแพทย์วางอยู่ในตำแหน่งใกล้แผ่นสร้างกระดูก
2. มีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ โดยประเมินจากน้ำหนักและส่วนสูง ซึ่งเมื่อนำมาดูในกราฟมาตรฐานการเจริญเติบโต (growth curve) แล้วค่าใดค่าหนึ่งอยู่ต่ำกว่าเส้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 3 (3rd Percentile - P3) หรืออยู่สูงกว่าเส้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97 (97th Percentile - P97)
3. มีประวัติของโรคเรื้อรังที่มีผลต่อการเจริญของร่างกาย เช่น ภาวะเริ่มเจริญพันธุ์ก่อนวัย (precocious puberty), กลุ่มอาการที่ต่อมหมวกไตและต่อมเพศผิดปกติ (adrenogenital syndrome) โรคเกี่ยวกับระบบการเผาผลาญพลังงานในร่างกายหรือเกี่ยวกับภาวะทางโภชนาการ เช่น ภาวะขาดสารอาหาร (malnutrition), ภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานเกิน (hyperthyroidism), ภาวะขาดไทรอยด์ (hypothyroidism) เป็นต้น โดยประเมินจากเวชระเบียนของโรงพยาบาลศิริราชว่ากลุ่มประชากรที่ศึกษาได้รับการวินิจฉัยให้เป็นโรคในกลุ่มเหล่านี้หรือไม่ รวมไปถึงกลุ่มประชากรที่กำลังได้รับการตรวจเพิ่มเติมเพื่อประเมินภาวะเหล่านี้ด้วย

ขั้นตอนการศึกษา

1. ดูประวัติเรื่องพัฒนาการ การบาดเจ็บ และโรคที่มีผลต่อข้อมูลงานวิจัยจากเวชระเบียนผู้ป่วยของโรงพยาบาลศิริราชที่มีภาพถ่ายรังสีข้อเข่าเพื่อคัดกลุ่มประชากรที่ไม่เข้าเกณฑ์งานวิจัยออก
2. ประชากรที่เข้าเกณฑ์งานวิจัยจะได้รับการบันทึกเพศ ส่วนสูง น้ำหนัก โรคและสาเหตุที่มาพบแพทย์ที่โรงพยาบาลศิริราช
3. ดูภาพถ่ายรังสีข้อเข่าแบบปิดบังอายุ (blind evaluation) โดยภาพถ่ายรังสีแต่ละภาพถ่ายที่ค่า 70 กิโลโวลต์ (Kv) และ 5.0 มิลลิแอมแปร์วินาที (mAs) แล้วประเมินระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกในกระดูกบริเวณรอบข้อเข่า ได้แก่ กระดูกต้นขาส่วนปลาย, กระดูกแข้งส่วนต้นและกระดูกน่องส่วนต้น โดยในแต่ละระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกจะมีการให้คะแนนที่แตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ซึ่งดัดแปลงจาก O'Connor et al.⁽¹¹⁾

ระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูก	คะแนน	คำอธิบาย
0 - ไม่ปิด (non-fusion)	1	<ul style="list-style-type: none"> เห็นช่องว่างโปร่งรังสี (radiolucent gap) ตลอดแนวหน้าหลังและแนวด้านข้าง
1 - เริ่มปิด (beginning fusion)	2	<ul style="list-style-type: none"> เห็นช่องว่างโปร่งรังสีไม่ต่อเนื่องตลอดแนวหน้าหลังหรือแนวด้านข้าง เริ่มเห็นบริเวณที่บ่งชี้ (radiodense region) บริเวณแผ่นสร้างกระดูก โดยเฉพาะตรงกลาง มากกว่าร้อยละ 50 ของแผ่นสร้างกระดูกเป็นช่องว่างโปร่งรังสี
2 - กำลังปิด (active fusion)	3	<ul style="list-style-type: none"> เห็นบริเวณที่บ่งชี้บริเวณแผ่นสร้างกระดูกมากขึ้นกว่าตรงกลาง น้อยกว่าร้อยละ 50 ของแผ่นสร้างกระดูกเป็นช่องว่างโปร่งรังสี
3 - เพิ่งปิด (recent fusion)	4	<ul style="list-style-type: none"> ไม่เห็นบริเวณที่บ่งชี้บริเวณแผ่นสร้างกระดูก ลายกระดูก (bone trabecular) ของ epiphysis และ diaphysis ยังไม่ต่อเนื่องกัน
4 - ปิดสมบูรณ์ (complete fusion)	5	<ul style="list-style-type: none"> ไม่เห็นบริเวณที่บ่งชี้บริเวณแผ่นสร้างกระดูก ลายกระดูก (bone trabecular) ของ epiphysis และ diaphysis ต่อเนื่องกัน

ตารางที่ 1 คำอธิบายระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกและคะแนนในแต่ละระดับ



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายรังสีข้อเข่าแสดงการปิดของแผ่นสร้างกระดูกในแต่ละระดับ⁽¹¹⁾

4. นำคะแนนของแต่ละตำแหน่งมารวมกันเป็นคะแนนรวมของแต่ละภาพถ่ายรังสีข้อเท้า ซึ่งคะแนนที่ได้มีตั้งแต่ 3 ถึง 15 คะแนน
5. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 18 เปรียบเทียบกับอายุจริงที่คิดจาก วันเดือนปีเกิดที่ระบุในเวชระเบียนของโรงพยาบาลศิริราช โดยศึกษาแยกเพศชายและเพศหญิง ข้อมูลเชิงพรรณนานำเสนอด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ข้อมูลตัวแปรเชิงอนุมาณคำนวณด้วย Pearson correlation coefficient และ Independent T-test
6. ประเมินระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกซ้ำในภาพถ่ายรังสีข้อเท้าภาพเดิมจากผู้ประเมินภาพถ่ายรังสี ข้อเท้าคนเดิมเพื่อวัดค่าความผิดพลาดจากผู้วิจัยคนเดียว (intra-observer error) จำนวน 30 ราย และจากผู้ร่วมวิจัยอีกคนเพื่อวัดค่าความผิดพลาดระหว่างผู้วิจัย (inter-observer error) จำนวน 30 ราย นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intra-classification correlation) ถ้าค่าความผิดพลาดมีมากกว่าค่าที่ยอมรับได้จากการคำนวณทางสถิติจะต้องมีการประเมินข้อ 3 ถึง 5 ใหม่ทั้งหมด

ผลการศึกษา

ข้อมูลประชากรและการกระจายตัวของข้อมูล

กลุ่มประชากรที่เข้าเกณฑ์ศึกษามีทั้งหมด 312 ราย โดยประชากรที่มีอายุต่ำสุดคือ 12 ปี อายุสูงสุดคือ 22 ปี (อายุเฉลี่ย 18.00 ปี) แบ่งเป็นเพศชาย 204 ราย (อายุเฉลี่ย 18.00 ปี) และเพศหญิง 108 ราย (อายุเฉลี่ย 18.01ปี) มีภาพถ่ายรังสีข้อเท้าทั้งสองข้าง 46 ราย (ชาย 32 ราย หญิง 14 ราย) มีเฉพาะข้างซ้าย 139 ราย (ชาย 93 ราย หญิง 46 ราย) และมีเฉพาะข้างขวา 127 ราย (ชาย 79 ราย หญิง 48 ราย) จากการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้างซ้ายและข้างขวา^(11, 16) ดังนั้นในรายที่มีภาพถ่ายรังสีข้อเท้าทั้งสองข้างจึงเลือกประเมินเพียงข้างใดข้างหนึ่งซึ่งในงานวิจัยฉบับผู้วิจัยเลือกใช้ข้างซ้าย⁽⁴⁾ การกระจายตัวของอายุในกลุ่มประชากรที่ศึกษาและระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกทั้งสามตำแหน่ง ดังตารางที่ 2

อายุ (ปี)	เพศ	ระดับการปิดที่ปลายกระดูกต้นขา					ระดับการปิดที่ต้นกระดูกเชิง					ระดับการปิดที่ต้นกระดูกน่อง					รวม (คน)	
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
12-12.9	หญิง	2	3	-	-	-	2	3	-	-	-	5	-	-	-	-	5	13
	ชาย	7	1	-	-	-	7	1	-	-	-	8	-	-	-	-	8	
13-13.9	หญิง	1	2	3	-	-	2	-	3	1	-	2	2	1	1	-	6	15
	ชาย	5	4	-	-	-	6	2	1	-	-	9	-	-	-	-	9	
14-14.9	หญิง	-	5	3	-	-	-	3	4	1	-	3	1	3	1	-	8	22
	ชาย	5	7	2	-	-	3	8	3	-	-	8	2	4	-	-	14	
15-15.9	หญิง	-	1	6	-	-	-	1	5	1	-	-	2	3	2	-	7	21
	ชาย	1	9	4	-	-	1	6	7	-	-	6	4	3	1	-	14	
16-16.9	หญิง	-	1	5	4	-	-	-	4	6	-	-	-	3	6	1	10	25
	ชาย	-	3	11	1	-	-	2	11	2	-	-	3	7	5	-	15	
17-17.9	หญิง	-	-	4	-	-	-	-	1	3	-	-	-	1	2	1	4	28
	ชาย	-	1	14	9	-	-	-	13	11	-	-	3	9	11	1	24	
18-18.9	หญิง	-	-	5	8	-	-	-	4	9	-	-	-	-	11	2	13	37
	ชาย	-	-	14	9	1	-	-	15	9	-	-	1	3	19	1	24	
19-19.9	หญิง	-	1	7	8	-	-	-	6	10	-	-	-	1	10	5	16	38
	ชาย	-	-	12	10	-	-	1	9	12	-	-	-	4	12	6	22	
20-20.9	หญิง	-	-	2	8	-	-	-	3	6	1	-	-	-	3	7	10	35
	ชาย	-	-	8	16	1	-	-	7	18	-	-	-	2	10	13	25	
21-21.9	หญิง	-	-	8	6	-	-	1	1	12	-	-	-	-	7	7	14	37
	ชาย	-	-	11	11	1	-	-	9	10	4	-	-	-	12	11	23	
22-22.9	หญิง	-	-	4	10	1	-	-	1	13	1	-	-	-	5	10	15	41
	ชาย	-	-	5	20	1	-	-	1	23	2	-	-	2	11	13	26	
																312		

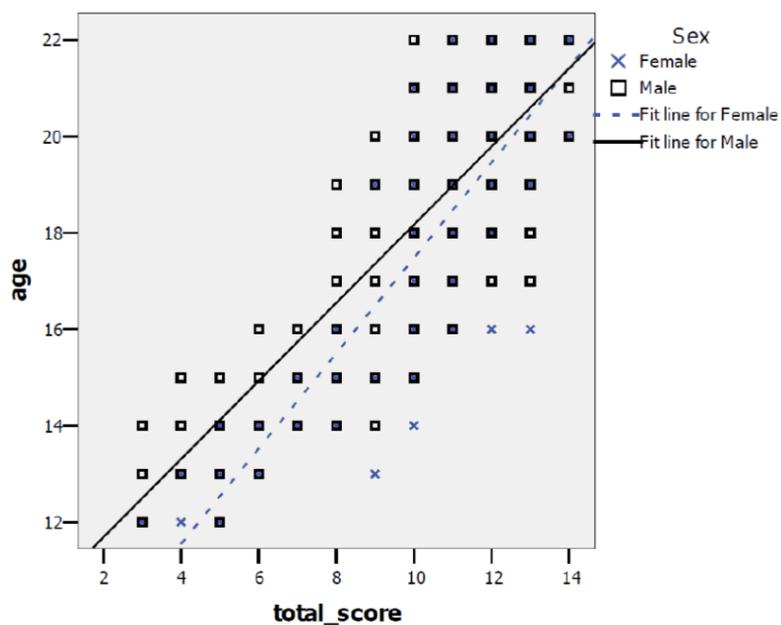
ตารางที่ 2 แสดงการกระจายตัวของอายุในกลุ่มประชากรที่ศึกษา

เพศชายและเพศหญิง

เมื่อเปรียบเทียบระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกแยกระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่าทั้งเพศชายและเพศหญิงต่างมีระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกที่มากขึ้นสัมพันธ์กับอายุจริงของกลุ่มประชากรที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Pearson correlation coefficient (r) = 0.802 และ 0.848 ตามลำดับ ($r \geq 0.75$ indicate excellent correlation)⁽¹⁷⁾ โดยในช่วงอายุตั้งแต่ 12 ถึง 16 ปีและ 18 ปีจะมีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P -value < 0.05) แต่ช่วงอายุ 17 และตั้งแต่ 19 ถึง 22 ปีจะมีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P -value > 0.05) ดังตารางที่ 3 และแสดงในรูปแบบกราฟเชิงเปรียบเทียบ ดังกราฟที่ 1

อายุ (ปี)	เพศ	จำนวน (คน)	คะแนนรวมเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	P-value
12-12.9	หญิง	5	4.20	0.837	0.050
	ชาย	8	3.25	0.707	
13-13.9	หญิง	6	7.00	2.280	0.004
	ชาย	9	3.89	1.167	
14-14.9	หญิง	8	7.38	1.996	0.049
	ชาย	14	5.50	2.029	
15-15.9	หญิง	7	8.86	1.215	0.009
	ชาย	14	6.57	1.869	
16-16.9	หญิง	10	10.70	1.418	0.008
	ชาย	15	9.00	1.464	
17-17.9	หญิง	4	10.75	0.500	0.430
	ชาย	24	10.21	1.318	
18-18.9	หญิง	13	11.46	0.660	0.026
	ชาย	24	10.67	1.129	
19-19.9	หญิง	16	11.31	1.138	0.497
	ชาย	22	11.05	1.214	
20-20.9	หญิง	10	12.30	1.252	0.414
	ชาย	25	11.88	1.394	
21-21.9	หญิง	14	11.71	0.994	0.803
	ชาย	23	11.83	1.466	
22-22.9	หญิง	15	12.47	0.834	0.599
	ชาย	26	12.31	0.970	

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ และระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูก



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ และระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูก

ระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกและอายุจริง

เนื่องจากในแต่ละคะแนนรวมของแต่ละเพศมีจำนวนประชากรน้อยเกินไปจึงทำให้ประสิทธิภาพในการแยกแยะอายุมีค่าต่ำ ผู้วิจัยจึงได้แบ่งกลุ่มอายุออกเป็น 2 กลุ่ม โดยอ้างอิงตัวเลขอายุที่มักเป็นประเด็นทางกฎหมาย⁽⁴⁾ และเป็นค่าเฉลี่ยของอายุประชากรในงานวิจัยฉบับนี้ คือ น้อยกว่า 18 ปีและตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินอายุให้นำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในการทำงาน ดังตารางที่ 4

คะแนนรวม	ช่วงอายุ (ปี) - เพศหญิง		ช่วงอายุ (ปี) - เพศชาย		จำนวน (คน)
	<18	≥18	<18	≥18	
3	1 (100.0%)	0	15 (100.0%)	0	16
4	3 (100.0%)	0	5 (100.0%)	0	8
5	5 (100.0%)	0	9 (100.0%)	0	14
6	2 (100.0%)	0	5 (100.0%)	0	7
7	2 (100.0%)	0	5 (100.0%)	0	7
8	5 (100.0%)	0	11 (84.6%)	2 (15.4%)	18
9	4 (80%)	1 (20.0%)	11 (68.8%)	5 (31.3%)	21
10	10 (62.5%)	6 (37.5%)	9 (30.0%)	21 (70.0%)	46
11	5 (21.7%)	18 (78.3%)	11 (28.2%)	28 (71.8%)	62
12	2 (7.4%)	25 (92.6%)	2 (6.3%)	30 (93.8%)	59
13	1 (6.3%)	15 (93.8%)	1 (3.6%)	27 (96.4%)	44
14	0	3 (100.0%)	0	7 (100.0%)	10
	40	68	75	113	312

ตารางที่ 4 แสดงการปิดของแผ่นสร้างกระดูกกับโอกาสที่จะอยู่ในกลุ่มอายุที่สนใจในเพศหญิงและเพศชาย

จากการแบ่งกลุ่มอายุพบว่าในเพศหญิง ถ้าคำนวณคะแนนรวมได้อยู่ระหว่าง 3-10 คะแนน มีโอกาสมากกว่าร้อยละ 80 (จำนวน 32 ราย จาก 40 ราย) ที่บุคคลนั้นจะอายุน้อยกว่า 18 ปี โดยมี 95% confidence interval (95%CI) เท่ากับ 65.2-85.9% และถ้าคำนวณคะแนนรวมได้อยู่ระหว่าง 11-14 คะแนน มีโอกาสมากกว่าร้อยละ 89.7 (จำนวน 61 ราย จาก 68 ราย) ที่บุคคลนั้นจะอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป โดยมี 95%CI เท่ากับ 80.2-94.9% ส่วนในเพศชาย ถ้าคำนวณคะแนนรวมได้อยู่ระหว่าง 3-10 คะแนน มีโอกาสมากกว่าร้อยละ 81.3 (จำนวน 61 ราย จาก 75 ราย) ที่บุคคลนั้นจะอายุน้อยกว่า 18 ปี โดยมี 95%CI เท่ากับ 71.1-88.5% และถ้าคำนวณคะแนนรวมได้อยู่ระหว่าง 10-14 คะแนน มีโอกาสมากกว่าร้อยละ 93.8 (จำนวน 106 ราย จาก 113 ราย) ที่บุคคลนั้นจะอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป โดยมี 95%CI เท่ากับ 87.8-96.9%

ค่าความผิดพลาด

ค่าความผิดพลาดจากผู้วิจัยคนเดียวกันและค่าความผิดพลาดระหว่างผู้วิจัย คำนวณได้เท่ากับ 0.954 และ 0.984 ตามลำดับ (intra-classification Correlation ≥ 0.8 indicate excellent reproducibility) และแสดงออกมาในรูปแบบกราฟ โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะอยู่ในช่วงคะแนนที่สูง (10-13 คะแนน) เป็นส่วนใหญ่

อภิปรายผลการศึกษา

การประเมินอายุให้ใกล้เคียงกับอายุจริงมีความสำคัญในทางกฎหมายเพราะจะทำให้กระบวนการยุติธรรมดำเนินไปได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรง⁽¹⁻³⁾ จึงมีงานวิจัยในต่างประเทศหลายฉบับออกมาเพื่อศึกษาวิธีการประเมินอายุ แต่เป็นที่น่าเสียดายว่ายังไม่มีวิธีใดใช้เป็นมาตรฐานอย่างแพร่หลายและด้วยเหตุผลด้านความแตกต่างระหว่างเชื้อชาติซึ่งมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและพันธุกรรมเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้งานวิจัยที่ทำในประชากรต่างประเทศไม่สามารถนำมาใช้ร่วมกับคนไทยได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ^(1, 2, 15, 18, 19) งานวิจัยฉบับนี้ถือเป็นครั้งแรกที่มีการศึกษาภาพถ่ายรังสีข้อเข่าเพื่อใช้ประเมินอายุในประชากรชาวไทยโดยเฉพาะในกลุ่มเด็กโตและผู้ใหญ่ตอนต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างการปิดของแผ่นสร้างกระดูกและเพศ

เมื่อเปรียบเทียบระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกแยกระหว่างเพศชายและเพศหญิงพบว่าทั้งเพศชายและเพศหญิงต่างมีระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกที่มากขึ้นสัมพันธ์กับอายุจริงของกลุ่มประชากรที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพศหญิงจะมีระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกมากกว่าผู้ชายที่อายุจริงเท่ากันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้^(11, 19-23) และจะค่อยๆลดลงจนเกือบใกล้เคียงกันเมื่อเข้าสู่ระยะท้ายของการปิดของแผ่นสร้างกระดูกซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Cameriere et al.⁽¹⁴⁾ เช่นกัน ดังนั้นการประเมินอายุด้วยภาพถ่ายรังสีจึงมีความสำคัญที่ต้องทราบเพศของผู้ถูกประเมินก่อนเริ่มประเมินอายุเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับอายุจริงมากที่สุด

ความสัมพันธ์ระหว่างการปิดของแผ่นสร้างกระดูกและอายุ

Schaefer et al.⁽¹⁵⁾ พบว่าอายุมากที่สุดที่ยังไม่พบการเริ่มปิดของแผ่นสร้างกระดูกคือ 18 ปี และอายุที่มีการเริ่มปิดของแผ่นกระดูกคือ 18 ปี ส่วน O'Connor et al.⁽¹¹⁾ พบว่าอายุมากที่สุดที่ยังไม่พบการเริ่มปิดของแผ่นสร้างกระดูกคือ 16.2 ปีในเพศชาย และพบว่าอายุที่มีการเริ่มปิดของแผ่นสร้างกระดูกคือ 16 ปีในเพศชาย ส่วนในงานวิจัยนี้พบว่าอายุมากที่สุดที่ยังไม่พบการเริ่มปิดของแผ่นสร้างกระดูกคือ 14 ปีในเพศหญิงและ 16 ปีในเพศชาย และอายุที่มีการเริ่มปิดของแผ่นสร้างกระดูกทั้งสามตำแหน่งคือ 14 ปีทั้งในเพศหญิงและเพศชาย จะเห็นได้ว่าในประชากรคนไทยพบการเปลี่ยนแปลงของระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกเร็วกว่ากลุ่มประชากรคอเคซอยด์ สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ประเมินอายุด้วยภาพถ่ายรังสีตำแหน่งอื่น^(24, 25) ซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น พันธุกรรม สภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากการสังเกตการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกที่กระดูกต้นขาส่วนปลายและกระดูกแข้งส่วนต้นมีความคล้ายคลึงกัน แตกต่างจากกระดูกน่องส่วนต้นที่เริ่มปิดและปิดอย่างสมบูรณ์เร็วกว่าตำแหน่งอื่นโดยไม่ทราบกลไกที่ทำให้เกิดผลดังกล่าว แต่อาจเป็นไปได้จากการที่กระดูกน่องเป็นกระดูกที่ไม่ต้องรับน้ำหนัก (non-weight bearing bone) เมื่อเทียบกับกระดูกต้นขาและกระดูกแข้งที่เป็นกระดูกทรงรับน้ำหนักที่สำคัญของร่างกายจึงทำให้มีการพัฒนาจนสมบูรณ์ได้เร็วกว่า⁽¹¹⁾

จากการแบ่งกลุ่มอายุเป็น 2 กลุ่ม คือน้อยกว่า 18 ปีและตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป พบว่าสามารถใช้ประเมินอายุในประชากรชาวไทยในกลุ่มช่วงอายุตั้งแต่ 12 ถึง 22 ปี ได้เบื้องต้น แต่ต้องระวังในการแปลผลทั้งในเพศชายและเพศหญิงในกรณีที่จะแนบอยู่ระหว่าง 9 ถึง 11 คะแนน เนื่องจากค่าโอกาสร้อยละที่ได้ยังคงคาบเกี่ยวกันในสองกลุ่มประชากรที่แบ่งช่วงไว้พอสมควร คือ ร้อยละ 28.2 ถึงร้อยละ 71.8 ในเพศชาย และร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 80 ในเพศหญิง ดังตารางที่ 4

ค่าความผิดพลาด

เมื่อพิจารณาค่าความผิดพลาดในแต่ละตำแหน่งที่ประเมินระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูกพบว่าทั้งสามตำแหน่งมีค่าความผิดพลาดที่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Cameriere et al.⁽¹⁴⁾ แต่ขัดแย้งกับ O'Connor et al. ที่พบว่ากระดูกน่องส่วนต้นจะมีความผิดพลาดสูงกว่าในการประเมินระดับการปิดของแผ่นสร้างกระดูก⁽¹¹⁾ เนื่องจากตำแหน่งของข้อเข่าขณะถ่ายภาพรังสีที่มีการทับซ้อนกันระหว่างกระดูกแข็งส่วนบนกับกระดูกน่องส่วนบน ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่อยู่ในช่วงคะแนนรวม 10-13 คะแนน เนื่องจากเกณฑ์การประเมินระดับ 3 ในแต่ละตำแหน่งมีความคาบเกี่ยวกับระดับข้างเคียง เมื่อนำคะแนนทั้งสามตำแหน่งมารวมกันจึงพบความคลาดเคลื่อนได้มากในช่วงคะแนนรวมที่สูง

งานวิจัยฉบับนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนประชากรในแต่ละอายุที่ศึกษามีน้อยเกินไปและกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ คุณภาพของภาพถ่ายรังสีที่แม้จะเป็นค่ามาตรฐานที่ตั้งค่าไว้แต่ความหนาของเนื้อเยื่อและความหนาแน่นของกระดูกในแต่ละคนไม่เท่ากันจึงต้องใช้ประสบการณ์ของคนถ่ายภาพรังสี และคนอ่านภาพถ่ายรังสีในการประเมิน

สรุป

ภาพถ่ายรังสีข้อเข่าสามารถนำมาใช้ประเมินอายุในประชากรชาวไทยในกลุ่มช่วงอายุตั้งแต่ 12 ถึง 22 ปี ได้เบื้องต้น โดยเฉพาะการแยกกลุ่มอายุน้อยกว่า 18 ปีและตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปออกจากกัน และอาจใช้เป็นวิธีเสริมเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับวิธีการประเมินอายุแบบอื่นที่เป็นมาตรฐานต่อไป

งานวิจัยฉบับนี้อาจยังมีความคลาดเคลื่อนได้จากหลายปัจจัย ในอนาคตหากมีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้ดีขึ้นจะทำให้ผลการศึกษารื่องนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ชิตพงษ์ ส่งแสง อาจารย์ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความกรุณาและอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงและรวบรวมฐานข้อมูลภาพถ่ายรังสีข้อเข่าในโรงพยาบาลศิริราช

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากการช่วยเหลืออย่างมากจาก อาจารย์สุทธิพล อุดมพันธุ์รัก นักสถิติประจำหน่วยระบาดวิทยาคลินิก มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการประยุกต์ใช้ ความรู้ทางสถิติกับการศึกษาชิ้นนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. Schmeling A, Olze A, Reisinger W, Geserick G. Forensic age diagnostics of living people undergoing criminal proceedings. *Forensic Science International*. 2004;144(2-3):243-5.
2. Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. The current state of forensic age estimation of live subjects for the purpose of criminal prosecution. *Forens Sci Med Pathol*. 2005;1(4):239-46.
3. Santoro V, De Donno A, Marrone M, Campobasso CP, Introna F. Forensic age estimation of living individuals: A retrospective analysis. *Forensic Science International*. 2009;193(1-3):129.e1-.e4.
4. ทวีเกียรติ มีนะกนิษฐ. ประมวลกฎหมายอาญา ฉบับอ้างอิง: สำนักพิมพ์วิญญูชน; 2555.
5. Tanner JM. *Growth at adolescence*. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications; 1962.
6. Franklin D. Forensic age estimation in human skeletal remains: Current concepts and future directions. *Legal Medicine*. 2010;12(1):1-7.
7. Schmeling A, Olze A, Reisinger W, Rösing FW, Geserick G. Forensic age diagnostics of living individuals in criminal proceedings. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*. 2003;54(2):162-9.
8. Greulich WW, Pyle SI. *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist - A Standard of Reference*. Stanford, CA: Stanford University Press; 1959.
9. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, H G. *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. London, UK: Academic Press; 1975.
10. Pfau RO, Sciulli PW. A method for establishing the age of subadults. *J Forensic Sci*. 1994;39(1):165-76.
11. O'Connor JE, Bogue C, Spence LD, Last J. A method to establish the relationship between chronological age and stage of union from radiographic assessment of epiphyseal fusion at the knee: an Irish population study. *Journal of Anatomy*. 2008;212(2):198-209.
12. O'Connor JE, Coyle J, Spence LD, Last J. Epiphyseal maturity indicators at the knee and their relationship to chronological age: Results of an Irish population study. *Clinical Anatomy*. 2013;26(6):755-67.
13. O'Connor JE, Coyle J, Bogue C, Spence LD, Last J. Age prediction formulae from radiographic assessment of skeletal maturation at the knee in an Irish population. *Forensic Science International*. 2014;234:188.e1-.e8.
14. Cameriere R, Cingolani M, Giuliadori A, De Luca S, Ferrante L. Radiographic analysis of epiphyseal fusion at knee joint to assess likelihood of having attained 18 years of age. *Int J Legal Med*. 2012;126(6):889-99.
15. Schaefer MC, Black SM. Comparison of ages of epiphyseal union in North American and Bosnian skeletal material. *J Forensic Sci*. 2005;50(4):777-84.
16. Albert AM, Greene DL. Bilateral asymmetry in skeletal growth and maturation as an indicator of environmental stress. *Am J Phys Anthropol*. 1999;110(3):341-9.
17. Colton T. *Statistics in Medicine*: Little Brown and Company 1974.
18. Eveleth P, Tanner JM. *Worldwide Variation in Human Growth*: 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.

19. Krista EL, Michael F. Age Estimation of Human Skeleton. 1st ed. Springfield, Illinois: CHARLES C THOMAS PUBLISHER; 2010.
20. Paterson RS. A Radiological Investigation of the Epiphyses of the Long Bones. *J Anat.* 1929;64(Pt 1):28-46.
21. Narayan D, Bajaj ID. Ages of epiphyseal union in long bones of inferior extremity in U. P. subjects. *The Indian journal of medical research.* 1957;45(4):645-9.
22. Saksena JS, Vyas SK. Epiphyseal union at the wrist, knee and iliac crest in residents of Madhya Pradesh. *Journal of the Indian Medical Association.* 1969;53(2):67-8.
23. Pyle SI, Hoerr NL. Radiographic atlas of skeletal development of the knee - A Standard of Reference. Springfield IL: CHARLES C THOMAS PUBLISHER; 1955.
24. Pattamapasong N, Madla C, Mekjaidee K, Namwongprom S. Age estimation of a Thai population based on maturation of the medial clavicular epiphysis using computed tomography. *Forensic Science International.* 2015;246:123.e1-.e5.
25. Ontell FK, Ivanovic M, Ablin DS, Barlow TW. Bone age in children of diverse ethnicity. *American Journal of Roentgenology.* 1996;167(6):1395-8.