การประเมินอายุจากอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนในกลุ่มประชากรไทย
Age Estimation Using Pulp/Tooth Area Ratio of Upper Canines in a Thai Population

ชนัญญา ปาลีตา[1], อภิรุม จันทน์หอม[2], สุคนธ์ ประสิทธิ์วัฒนเสรี[3]
[1]สหสาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2]ภาควิชาชีววิทยาช่องปากและวิทยาการวินิจฉัยโรคช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[3]ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chanunya Paleeta[1], Apirum Janhom[2], Sukon Prasitwattanaseree[3]
[1]Interdisciplinary Program in Forensic Science, Graduate School, Chiang Mai University
[2]Department of Oral Biology and Diagnostic Sciences, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
[3]Department of Statistic, Faculty of Science, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2562; 40(1) : 47-55
CM Dent J 2019; 40(1) : 47-55

Received: 30 May, 2018
Revised: 3 August, 2018
Accepted: 28 August, 2018

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนในกลุ่มประชากรไทย เพื่อสร้างสมการการประมาณอายุและทดสอบความแม่นยำของสมการ ในตัวอย่างภาพรังสีรอบปลายรากฟันเขี้ยวบน 544 ภาพ โดยวัดพื้นที่เนื้อเยื่อในและฟันด้วยโปรแกรม AutoCAD 2017 จากนั้นหาค่าอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟัน แล้วนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสถิติ Pearson correlation พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.475 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และได้รูปแบบสมการเป็นการถดถอยแบบเชิงเส้นตรง ดังนี้ อายุ = 78.895-270.614(AR) เมื่อ AR คือ อัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบน ที่ค่า

Abstract

This study examined the correlation between age and pulp/tooth area ratio in maxillary canines in a Thai population, to develop an equation for age estimation and to test the accuracy of the equation. Sample of 544 periapical radiographs of maxillary canines were collected. The AutoCAD 2017 program was used in drawing the outline of pulp and tooth area and in measurement of the radiographs. Then, the pulp/tooth area ratio was calculated. A correlation coefficient (r) -0.475 (p<0.05) with linear regression was found using the Pearson correlation. The formula for age estimation was:

Corresponding Author:

อภิรุม จันทน์หอม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ดร., ภาควิชาชีววิทยาช่องปากและวิทยาการวินิจฉัยโรคช่องปาก, คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50202

Apirum Janhom
Assistant Professor, Dr., Department of Oral Biology and Diagnostic Sciences, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50202, Thailand
E-mail: ***ajanhom@gmail.com***

สัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.225 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณเท่ากับ 13.664 ปี และนำไปทดสอบสมการกับกลุ่มทดสอบ (88 ภาพ) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -4.40 ปี และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 13.06 ปี เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาแรก ที่ใช้อัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนในการประมาณอายุของกลุ่มประชากรไทย ดังนั้น ผลจากการศึกษานี้น่าจะมีประโยชน์สำหรับการประมาณอายุในงานทางด้านนิติมานุษยวิทยา และนิติวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับประชากรไทยอายุ 20 ปีขึ้นไป

คำสำคัญ: การประมาณอายุ อัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟัน ภาพรังสีรอบปลายราก ฟันเขี้ยวบน ประชากรไทย

Age = 78.895-270.614(AR), when AR is the pulp/tooth area ratio of the maxillary canines. The coefficient of determination (R^2) 0.225 and the standard error of estimation (SEE) was 13.664 years. Then, when the equation was tested in a test group (88 periapical radiographs) the mean error (ME) was -4.40 years and the mean absolute error (MAE) was 13.06 years. This is the first study using the pulp/tooth area ratio of maxillary canines for age estimation in Thailand. The equation developed in this study should be useful for age estimation in forensic anthropological and forensic science cases, particularly in Thai people over 20 years.

Keywords: age estimation, pulp/tooth area ratio, periapical radiograph, maxillary canines, Thai population

บทนำ

การประมาณอายุจากฟันเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่มีความสำคัญทางด้านนิติมานุษยวิทยา และนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจากอายุเป็นข้อมูลพื้นฐานส่วนหนึ่งที่ใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล[1] ซึ่งการประมาณอายุที่ได้ หากมีความถูกต้องและใกล้เคียงกับอายุจริงก็จะสามารถนำไปใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลร่วมกับข้อมูลพื้นฐานอื่น ๆ เช่น เพศ ความสูง และเชื้อชาติ[1] ได้แม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งมักจะทำโดยวิธีการประมาณอายุของผู้เสียชีวิต จากโครงกระดูกส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ที่ผ่านมามีการศึกษาวิธีการประมาณอายุจากโครงกระดูก (skeleton) และฟัน (teeth)[1] โดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของโครงกระดูกและฟันในการประเมิน เช่น การเปลี่ยนแปลงของรอยต่อระหว่างกระดูกหัวเหน่า (pubic symphysis) ส่วนปลายของกระดูกซี่โครงด้านที่เชื่อมกับกระดูกอ่อน (sternal rib end) ส่วนด้านข้างของกระดูกปีกสะโพก (auricular surface of the ilium) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ต่อกับกระดูกกระเบนเหน็บ รอยเชื่อมประสานกันของกระดูกแต่ละชิ้นภายนอกกะโหลกศีรษะ (ecto-cranial sutures) และภายในกะโหลกศีรษะ (endo-cranial sutures)[2] และฟัน[1] อีกทั้งการใช้ภาพถ่ายรังสีในการวิเคราะห์อายุจากกระดูกขาส่วนต้น (proximal femur) กระดูกไหปลาร้า (clavicle)[2] และฟัน[2-25] จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการประมาณอายุในวัยผู้ใหญ่ทำได้หลายวิธี และอาจจำแนกวิธีการหลัก ๆ ออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. Morphological methods เป็นการวัดลักษณะรูปร่างของฟันที่ถอนออกมา 2. Biochemical methods เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของฟัน และ 3. Radiographic methods เป็นการประเมินจากภาพรังสีในการประมาณอายุ[3] ซึ่งภาพรังสีมีความเหมาะสมในการนำมาประมาณอายุจากฟัน เนื่องจากเป็นวิธีการที่ไม่มีการทำลายตัวอย่างฟัน ไม่ต้องถอนฟัน ไม่ต้องกรอตัวเนื้อฟันออกมา สามารถทำการตรวจสอบซ้ำได้ และสามารถนำมาประมาณอายุได้ทั้งในผู้ที่มีชีวิตและเสียชีวิต[3] โดยมีการศึกษาการประมาณอายุจากการเจริญพัฒนาของฟันในวัยเด็กจนถึงวัยรุ่น และจากการเปลี่ยนแปลงของเนื้อฟันทุติยภูมิในวัยผู้ใหญ่ อย่างไรก็ตาม เมื่อฟันแท้ขึ้นและรากฟันปิดสมบูรณ์แล้ว การจะนำวิธีการเจริญพัฒนาของฟันมาใช้ในการประเมินได้ยากมาก หรือใช้ไม่ได้เลย จึงต้องใช้อีกหนึ่งวิธี นั่นคือ การประมาณอายุจากการเปลี่ยนแปลงของเนื้อฟัน

ทุติยภูมิ โดยอาศัยหลักการที่ว่า ร่างกายจะมีการสร้างเนื้อฟันทุติยภูมิต่อเนื่องแม้ว่ารากฟันจะปิดแล้ว ส่งผลให้เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ปริมาณช่องว่างในเนื้อเยื่อในจะแคบลง และเนื้อฟันจะหนาตัวขึ้นทำให้มีความสัมพันธ์กับอายุจริง ซึ่งสามารถที่จะนำมาประมาณอายุได้[4] โดยที่ผ่านมา Kvaal และคณะ[5] และ Cameriere และคณะ[2,4-11] และอื่น ๆ[12-25] ได้ทำการศึกษาโดยใช้การเปลี่ยนแปลงนี้ในการประมาณอายุ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาการประมาณอายุจากอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนในกลุ่มประชากรไทย ผู้ทำการศึกษาจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาการประมาณอายุจากฟันเขี้ยวบนในกลุ่มตัวอย่างของประชากรไทย เพื่อให้สมการที่ได้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ประมาณอายุของประชากรไทย จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันในฟันเขี้ยวบน เพื่อสร้างสมการการประมาณอายุจากอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันในฟันเขี้ยวบน และทดสอบความแม่นยำของสมการในการประมาณอายุในกลุ่มประชากรไทย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการพิทักษ์สิทธิสวัสดิภาพและป้องกันภยันตรายของผู้ถูกวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับเอกสารรับรองโครงการศึกษาวิจัยในมนุษย์ เลขที่ 19/2560 โดยวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล และส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

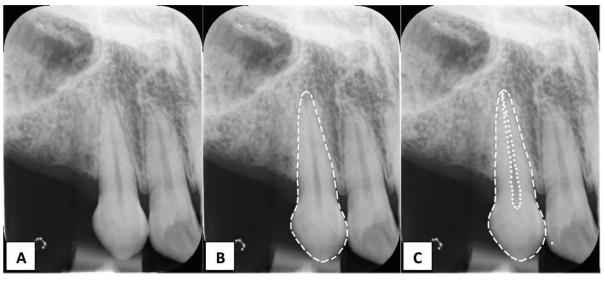
ภาพรังสีที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นภาพรังสีรอบปลายรากของฟันเขี้ยวบนที่ถูกทำการบันทึกด้วยการถ่ายภาพแบบขนาน (paralleling technique) ที่มีการใช้อุปกรณ์ยึดแผ่นรับภาพ Rinn XCP ในการถ่ายภาพรังสี โดยเก็บข้อมูลจากภาพรังสีรอบปลายรากฟันเขี้ยวบนของผู้ป่วยที่มารับการรักษาที่คลินิกรังสีวิทยาช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกภาพรังสีรอบปลายรากของฟันเขี้ยวบน ได้แก่ ผู้ป่วยมีสัญชาติไทย มีข้อมูลของอายุ เพศ และระบุวันที่ถ่ายภาพรังสีชัดเจน ไม่มีการบิดเบี้ยวของภาพรังสี เห็นภาพตัวฟันและปลายรากฟันครบถ้วนชัดเจน ไม่มีการซ้อนทับกันของรากฟันข้างเคียง ฟันเขี้ยวบนมีรากเดียวและมีการสร้างจนปลายรากฟันปิดสมบูรณ์ ไม่มีพยาธิสภาพทางทันตกรรมและการรักษาทางทันตกรรม เช่น ฟันผุ โรคปริทันต์ หรือมีรอยโรครอบปลายรากฟัน ฟันบิดเก ใส่อุปกรณ์ทางทันตกรรม หรือจัดฟัน ฟันหัก ฟันสึกอย่างรุนแรงจากการใช้งานที่ผิดปกติ และฟันที่พิการมาตั้งแต่กำเนิด[12] และผู้ป่วยหนึ่งคน จะใช้ภาพรังสีรอบปลายรากฟันเขี้ยวบนข้างซ้าย หรือข้างขวาเพียงข้างใดข้างหนึ่งเท่านั้น

1.1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลภาพรังสี

ทำการเก็บข้อมูลภาพรังสี และข้อมูลอายุของผู้ป่วยบันทึกลงคอมพิวเตอร์ โดยตั้งชื่อไฟล์ภาพรังสี และนำข้อมูลอายุ บันทึกลงบนโปรแกรม Microsoft Excel 2010 ตามรหัสเดียวกับภาพรังสี โดยทำการประเมินภาพรังสีจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในห้องที่ปรับลดความสว่างของแสงได้ (แสงสลัว) เพื่อให้เห็นภาพรังสีได้อย่างชัดเจน และได้มีช่วงเวลาพักระหว่างทำการวัดเป็นระยะ ๆ เพื่อพักสายตาในการประเมินภาพรังสี และทำการวัดค่าพื้นที่เนื้อเยื่อในและฟันของภาพรังสีด้วยโปรแกรม AutoCAD 2017 ทำการวัดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์

1.2 ขั้นตอนการวัดพื้นที่บนภาพรังสี

เปิดไฟล์ภาพรังสีด้วยโปรแกรม AutoCAD 2017 โดยใช้เครื่องมือคำสั่ง polyline ทำการกำหนดจุดโดยรอบฟันทั้งบนตัวฟันและรากฟัน มากกว่า 20 จุด จากนั้นใช้เครื่อง



รูปที่ 1 *แสดงภาพรังสีของฟันเขี้ยวบนข้างขวา (ซี่ 13) (A) ทำการวัดพื้นที่ฟันทั้งส่วนตัวฟันและรากฟัน (เส้นประ) (B) และวัดพื้นที่เนื้อเยื่อในทั้งส่วนตัวฟันและรากฟัน (เส้นจุด) (C) ด้วยโปรแกรม AutoCAD 2017 คำสั่ง polyline*

Figure 1 *Radiographic image of right maxillary canine (Tooth 13) (A), Measure processing tooth area (dashed line) (B) and pulp cavity area (dotted line) (C) by AutoCAD 2017 program with polyline tool*

มือคำสั่ง modify > properties > area จะได้พื้นที่บนตัวฟันมาจดบันทึกไว้ และส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในก็ทำเช่นเดียวกัน โดยทำการกำหนดจุดโดยรอบของเนื้อเยื่อในทั้งส่วนภายในตัวฟันและรากฟันลงมาจนถึงปลายราก ไม่น้อยกว่า 10 จุดโดยรอบ ดังแสดงในรูปที่ 1 จะได้พื้นที่เนื้อเยื่อใน แล้วจดบันทึกค่าพื้นที่ทั้งสองลงในโปรแกรม Microsoft Excel 2010 เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราส่วนพื้นที่ต่อไป โดยก่อนทำการศึกษา ผู้ทำการศึกษาได้ทำการศึกษาวิธีการใช้งานของโปรแกรม AutoCAD 2017 เพื่อให้เข้าใจในเครื่องมือคำสั่งต่าง ๆ และสามารถทำการวัดพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง และได้ทำการฝึกหัดการกำหนดจุดต่าง ๆ บนตัวฟัน เพื่อเทียบมาตรฐาน (calibration) ระหว่างผู้วิจัยทั้งสองที่ทำการวัดพื้นที่ฟันแล้ว

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างสมการการประมาณอายุ

หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient: r) ของอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันกับอายุด้วยสถิติความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation) และนำมาสร้างสมการการประมาณอายุจากอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบน โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) และนำเสนอในรูปแบบกราฟ ทำการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (the coefficient of determination: R^2) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณ (standard error of estimation: SEE) เพื่อใช้ในการประเมินความเหมาะสมของสมการ[26] เมื่อได้สมการที่เหมาะสม จะทำการประเมินประสิทธิภาพของสมการที่ได้ในการประมาณอายุ โดยการนำไปทดสอบกับกลุ่มทดสอบสมการ เพื่อหาค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute error: MAE) และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (mean error: ME)[26]

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลความเชื่อถือได้ของการวัด

ทำการวัดพื้นที่จากภาพรังสีโดยผู้วิจัย 2 ท่าน โดยผู้วิจัยหลักทำการวัดพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และผู้วิจัยรอง (รังสีทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ) ทำการวัดพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการสุ่มมา 50 ภาพ แล้วทำการวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ทั้งภายในตัวผู้วิจัย (intra rater reliability) และระหว่างผู้วิจัย (inter rater reliability) โดยใช้สถิติความสัมพันธ์เพียร์สัน ในการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างการวัดอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของทั้ง 2 ครั้ง และสถิติการทดสอบการวัดซ้ำ (pair t-test) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวัด 2 ครั้ง ด้วยโปรแกรม SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)

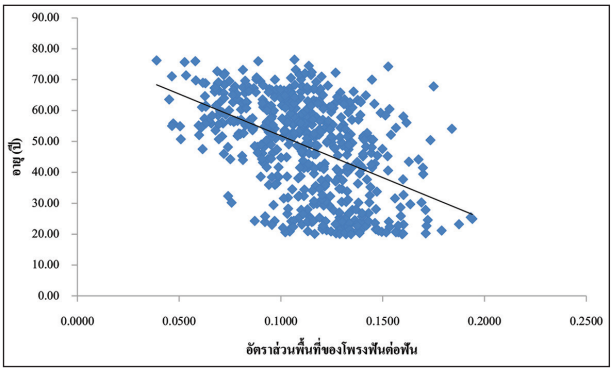
ผลการศึกษา

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

นำภาพรังสีรอบปลายรากของฟันเขี้ยวบนจำนวน 632 ภาพ ของผู้ป่วยในช่วงอายุ 20-76 ปี ที่มารับบริการคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ช่วงระหว่างวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2554-23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 มาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่นำมาทำสมการ จำนวน 544 ภาพ (ชาย 235 ภาพ และหญิง 309 ภาพ) และกลุ่มที่นำมาทดสอบสมการ จำนวน 88 ภาพ (ชาย 38 ภาพ และหญิง 50 ภาพ) ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบความแตกต่างของค่าอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนทั้งข้างซ้ายและขวาในบุคคลคนเดียวกัน จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบการวัดซ้ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ด้วยโปรแกรม SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) พบว่า ให้ค่า t เท่ากับ 0.678 และค่า p = 0.504 ซึ่งค่ามีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนข้างซ้ายและขวาจึงมีค่าไม่แตกต่างกัน ทำให้ในการศึกษานี้สามารถใช้ภาพรังสีฟันเขี้ยวบนข้างใดข้างหนึ่งได้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างสมการในการประมาณอายุ และทดสอบสมการ

จากการหาค่าความสัมพันธ์ของอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟัน และอายุ ด้วยการใช้สถิติความสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า อัตราส่วนพื้นที่ที่วัดได้ มีค่าความสัมพันธ์กับอายุจริงเท่ากับ -0.475 และให้ค่าความสัมพันธ์ในลักษณะแบบแปรผกผัน (เครื่องหมายติดลบ) แสดงให้เห็นว่า เมื่ออายุเพิ่มขึ้นอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนจะมีค่าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 2 จากนั้นนำไปวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นตรง ได้สมการการประมาณอายุในประชากรไทย ดังนี้



รูปที่ 2 *กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอายุ และอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันในฟันเขี้ยวบน*

Figure 2 *The graph of correlation of age and pulp/tooth area ratio of maxillary canines*

$$\text{อายุ} = 78.895 - 270.614(AR)$$

เมื่อ AR คือ อัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เท่ากับ 0.225 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณ (SEE) เท่ากับ 13.664 ปี นำสมการที่ได้มาทดสอบกับกลุ่มทดสอบจำนวน 88 ภาพ พบว่า ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) เท่ากับ 13.06 ปี และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ME) เท่ากับ -4.40 ปี

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ภายในตัวผู้วิจัยและระหว่างผู้วิจัยในการวัดพื้นที่บนภาพรังสี

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความเชื่อถือได้ภายในตัวผู้วิจัยและระหว่างผู้วิจัย ด้วยการใช้สถิติความสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ค่า 0.899 และ 0.580 ตามลำดับ และสถิติการทดสอบการวัดซ้ำได้ค่า 3.651 และ 3.990 ตามลำดับ พบว่า มีค่าความเชื่อถือได้ภายในตัวผู้วัดมีค่าความสัมพันธ์กันในระดับสูงและระหว่างผู้วิจัยมีค่าความสัมพันธ์ในระดับปานกลางตามคำนิยามของ Cohen[27] และทั้งสองให้ค่าการวัดทั้งสองครั้งที่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 1

บทวิจารณ์

จากการศึกษาที่ผ่านมา การประมาณอายุจากอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันได้มีการศึกษาในฟันหลายซี่[2,5,10,13,14,20,25] รวมทั้งฟันเขี้ยว[2,4,6-9,11-19,21-24] และสร้างสมการเพื่อใช้ในการประมาณอายุ การศึกษานี้ได้ค่าอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนมีค่าอัตราส่วนสูงสุดเท่ากับ 0.1940 ที่ช่วงอายุ 20-29 และค่าต่ำสุด 0.0311 ที่ช่วงอายุ 60-69 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาที่ผ่านมาของ Cameriere และคณะ ที่ให้ค่าอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนที่ค่าสูงสุดประมาณ 0.14 ที่ช่วงอายุ 20 ปี และค่าต่ำสุดประมาณ 0.03 ที่ช่วงอายุ 80 ปี[7] การศึกษาของ Dar และคณะ พบว่า ในฟันเขี้ยวล่าง ค่าสูงสุดมีค่า 0.20 ที่อายุ 20 ปี และค่าต่ำสุด 0.02 ที่อายุ 70 ปี[13] และอีกการศึกษาของ Hatice และคณะ ในการประมาณอายุของชาวตุรกี ซึ่งให้ค่าสูงสุด 0.15 ที่อายุ 20 ปี และต่ำสุดที่ 0.05 ที่อายุ 60 ปีขึ้นไป[14]

โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.475 ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับความสัมพันธ์ปานกลาง[27] แตกต่างจากค่าของการศึกษาจากภาพรังสีสองมิติอื่นๆ ได้แก่ การศึกษาของ Jeevan และคณะ[11] ที่ใช้ภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟัน Nazir และคณะ[15] Hatice และคณะ[14] และ Dehghani และคณะ[16] ที่ใช้ภาพรังสีแพโนรามา ซึ่งการศึกษาที่กล่าวมานั้นพบค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับมาก[27] อย่างไรก็ตาม ก็มีการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่

ตารางที่ 1 *แสดงค่าความเชื่อถือได้ภายในตัวผู้วิจัยและระหว่างผู้วิจัย โดยสถิติความสัมพันธ์เพียรสัน และสถิติการทดสอบการวัดซ้ำ ด้วยโปรแกรม SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)*

Table 1 *Statistic analysis of Intra rater reliability and Inter rater reliability by Pearson correlation and Pair t-test using SPSS 17.0 software program (SPSS Inc., Chicago, IL)*

Statistic	n	1st	2nd	Pearson correlation		Pair t-test	
		mean(SD)	mean(SD)	r	p-value	t	p-value
Intra rater reliability	50	0.1118(0.0229)	0.1174(0.0247)	0.899	<0.001	3.651	0.001
Inter rater reliability	50	0.1103(0.0215)	0.1209(0.0193)	0.580	0.000	3.990	0.000

ในระดับเดียวกันและระดับน้อยกว่าการศึกษานี้ ได้แก่ การศึกษาของ Babshet และคณะ[17] ซึ่งสอดคล้องกันในแง่ที่ว่าเป็นการศึกษาในฟันเขี้ยวที่ใช้ภาพรังสีแบบเดียวกัน ต่างกันตรงที่ Babshet และคณะ ศึกษาทั้งฟันเขี้ยวบนและล่าง นอกจากนี้ยังไปคล้ายกับการศึกษาที่ใช้ภาพรังสีต่างชนิดกัน ของ Star และคณะ[18] และ Sakhdari และคณะ[19] โดยทั้งคู่ใช้ภาพรังสีโคนบีมซีที (ภาพรังสีแบบสามมิติ) และภาพรังสีแพโนรามา (ภาพรังสีแบบสองมิติ) ตามลำดับ

โดยข้อดีของการศึกษานี้ คือ มีการทดสอบสมการ พบว่าให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) เท่ากับ 13.06 ปี และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ME) เท่ากับ -4.40 ปี ซึ่งจากการศึกษาอื่นไม่มีการหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) มาทดสอบสมการ แต่พบว่ามีการศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ME) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 2.80-8.00 ปี[4,7-9,14] นอกจากนั้นยังได้ทำการตรวจสอบความเชื่อถือได้ในการวัด จากผลการทำความเชื่อถือได้ภายในตัวผู้วิจัย และระหว่างผู้วิจัยโดยในการศึกษานี้ ได้พิจารณาใช้สถิติทั้ง 2 ชนิด คือ สถิติความสัมพันธ์เพียร์สัน และสถิติการทดสอบการวัดซ้ำ พบว่า ความสัมพันธ์ภายในตัวผู้วิจัย มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างสูง และความสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัย มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลางตามคำนิยามของ Cohen[27] ส่วนการทดสอบการวัดซ้ำทั้งภายในตัวผู้วิจัยและระหว่างผู้วิจัย พบว่า การวัดของทั้งสองครั้งแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงให้เห็นว่าวิธีการวัดพื้นที่ของอัตราส่วนเนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนในภาพรังสียังมีความแตกต่างในการวัดแต่ละครั้ง อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการทดสอบความเชื่อถือได้ในการวัดทั้งภายในตัวผู้วิจัยและระหว่างผู้วิจัยด้วยการใช้สถิติความสัมพันธ์เพียร์สัน และสถิติการทดสอบการวัดซ้ำ ซึ่งจากการศึกษาของผู้วิจัยก่อนหน้านี้ มีการเลือกใช้เฉพาะค่าความน่าเชื่อถือได้ภายในตัวผู้วิจัยเพียงค่าเดียว ดังเช่น การศึกษาของ Cameriere และคณะ[2,7-10] ใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสอดคล้อง (concordance correlation coefficient) ทั้งนี้ค่าการทดสอบความเชื่อถือได้ของการวัดภายในตัวผู้วิจัยและระหว่างผู้วิจัยที่ให้ค่าแตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากความแตกต่างในการกำหนดจุดบนภาพรังสีที่ใช้มือในการกดปุ่มเมาส์ และใช้ตาในการมองภาพรังสี อาจทำให้มีความแตกต่างกันในการวัดแต่ละครั้ง และแตกต่างกันในระหว่างตัวผู้วิจัย ซึ่งในการศึกษานี้ก็ได้ทำการลดโอกาสความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดจากตัวผู้วิจัย โดยให้ผู้วิจัยทั้งสองทำการศึกษารายละเอียดและเครื่องมือคำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรม และทำการเทียบมาตรฐานระหว่างผู้วิจัยก่อนทำการศึกษาด้วย ทั้งนี้ภาพรังสีทั้งหมดที่นำมาทำการศึกษาได้ผ่านการตรวจสอบการกำหนดจุดจากรังสีทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทุกภาพ และปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งอาจมาจากการที่โปรแกรม AutoCAD 2017 ทำการบันทึกค่าความละเอียดในการวัดถึงจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง แต่ไฟล์ภาพรังสีของการศึกษาเป็นไฟล์ภาพขนาดเล็ก ดังนั้น การวัดที่ต่างกันเล็กน้อยจะแสดงผลเป็นค่าความแตกต่างทางสถิติที่มาก อย่างไรก็ตามที่เลือกใช้โปรแกรมการวัด AutoCAD นี้ก็เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความแม่นยำมากในการวัดพื้นที่เนื้อเยื่อในและฟัน เพื่อจะนำมาหาค่าอัตราส่วนในการประมาณอายุ จากการศึกษา Basoya และคณะ ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 ชนิด ได้แก่ โปรแกรม ImageJ โปรแกรม AutoCAD และโปรแกรม Adobe Photoshop[20] ดังนั้น ในการฝึกการวัดพื้นที่เนื้อเยื่อในและฟัน ควรฝึกการมองหาขอบเขตตัวฟันโดยรอบ และขอบเขตเนื้อเยื่อใน และฝึกกำหนดจุดบนผิวรอบพื้นที่ดังกล่าวให้เกิดความชำนาญ และอาจใช้การกำหนดจุดมากกว่า 20 จุด ในทั้งสองพื้นที่ ก็อาจช่วยลดความแตกต่างในการวัดแต่ละครั้งลงได้ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาต่อไปเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการวัดที่อาจแตกต่างกันในระหว่างบุคคล จึงเสนอว่าควรมีการออกแบบโปรแกรมคำสั่งวิธีการวัด โดยอาจใช้การสร้างโปรแกรมแยกความแตกต่างของฮิสโทแกรม (histogram) ที่ช่วยในการกำหนดขอบเขตเนื้อเยื่อในและฟัน ในการหาพื้นที่และการคำนวณค่าอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (สองมิติ) ในรูปแบบอัตโนมัติของกลุ่มประชากรไทย จะน่ามีประโยชน์ และลดภาระงานในการวัดลงไปอย่างมาก

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ของการศึกษานี้อยู่ที่ 0.225 และค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณเท่ากับ 13.664 ปี โดยค่าสัมประสิทธิ์การทำนายใกล้เคียงกับการศึกษาของ Yang และคณะ[21] De Angelis และคณะ[22] และ Ge Zhi-pu[23] ซึ่งการศึกษาทั้งสามการศึกษาใช้ภาพรังสีแบบสามมิติ (3D) แต่ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณจากการศึกษานี้มีค่ามากกว่าที่พบในการศึกษาอื่น ๆ ซึ่งในการศึกษาอื่น ๆ มีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ

ประมาณอยู่ที่ 2.89-10.698 ปี[6-7,9,11,13-15,17,21,23]

ถึงแม้ว่าภาพรังสีโคนบีมซีที (ภาพรังสีแบบสามมิติ) เป็นการวัดที่ถูกต้องตามจริงมากที่สุด ดังการศึกษาของ Jagannatha และคณะ กล่าวว่า ภาพรังสีแบบสามมิติให้ค่าความเชื่อถือมากกว่าภาพรังสีสองมิติ และให้ค่าความแม่นยำในการวัดกายวิภาคของฟัน[24] แต่ในการนำไปใช้งานจริงภาพรังสีรอบปลายราก ก็ยังมีประโยชน์ ในแง่ของความง่ายในการจัดหาเครื่องถ่ายภาพรังสี เพื่อถ่ายภาพรังสีรอบปลายราก ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นลักษณะ และรายละเอียดของตัวฟันที่ชัดเจน ทำให้การมองเห็นเนื้อเยื่อในและตัวฟันได้ถูกต้อง ผู้ป่วยได้รับรังสีน้อย ราคาประหยัด[28] มีการบิดเบี้ยวของภาพน้อย และเป็นเทคนิคที่ใช้ในการตรวจทางคลินิกอยู่แล้ว ซึ่งปัจจุบันยังมีเครื่องเอกซเรย์แบบพกพา เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานนอกสถานที่[29] ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยภาพรังสีรอบปลายราก และแพโนรามา เป็นภาพรังสีแบบสองมิติ (2D) แต่ต่างกันตรงที่ ภาพรังสีแพโนรามา จะให้ภาพรังสีของฟันทั้งปาก ซึ่งให้ความละเอียดของภาพในฟันแต่ละซี่น้อยกว่าภาพรังสีรอบปลายราก และหากทำการขยายภาพรังสีแพโนรามาเพื่อดูฟันซี่ต่าง ๆ จะยิ่งทำให้ความละเอียดของภาพที่ถูกขยาย มองเห็นไม่ชัดเจน ยากต่อการนำไปวัดพื้นที่เนื้อเยื่อในและตัวฟัน ฉะนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาที่ใช้ภาพรังสีแบบสามมิติ เป็นตัวบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ที่จะนำผลการศึกษานี้ ไปใช้ที่ระดับความเชื่อถือในระดับหนึ่ง

ส่วนข้อจำกัดของการศึกษานี้ ได้แก่ จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า อายุ 50-69 ปี มีจำนวนมากที่สุดทั้งสองเพศ และอายุ 70-76 ปี พบภาพรังสีรอบปลายรากของฟันเขี้ยวบนน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากเป็นช่วงวัยที่มีอายุมาก และไม่มีฟันเหลืออยู่ในช่องปากแล้วเป็นส่วนใหญ่ และการวัดขอบเขตเนื้อเยื่อใน ซึ่งพบว่า การถ่ายภาพที่ได้นั้น จะไม่คมชัดเท่ากับภาพรังสีของฟันที่ถ่ายมาจากกะโหลกศีรษะ (dry skull) หรือถอนฟันออกมาถ่ายภาพโดยตรง ดังการศึกษาของ Babshet และคณะ กล่าวว่า ภาพรังสีของฟันที่ถ่ายจากโครงกระดูก จะให้ภาพรังสีของฟันที่ชัดเจนกว่าภาพรังสีที่ถ่ายจากมนุษย์ เนื่องจากส่วนของเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ ตัวฟัน และกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า มีส่วนทำให้ภาพที่ได้มีความชัดน้อยกว่าการถ่ายรังสีจากฟันโดยตรง[17] ซึ่งการศึกษาการประมาณอายุจากอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในฟันต่อฟันในฟันตัดแท้ขากรรไกรบนในประชากรไทยของ Poommouang และคณะ ก่อนหน้านี้ก็พบอุปสรรคในเรื่องนี้เช่นกัน และเพื่อลดปัญหาการเกิดฟันสึก และรากฟันละลาย จึงได้ลดปัจจัยเกี่ยวกับการวาดขอบบนของเนื้อเยื่อในฟันออก และเลือกใช้เฉพาะส่วนหนึ่งในสามของส่วนตรงกลางของรากฟันในการหาสมการการคำนวณอายุ โดยผลการศึกษาพบว่าให้ค่าในการทำนายได้ดี[25]

บทสรุป

จากการศึกษาการประมาณอายุจากอัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบนจากภาพรังสีรอบปลายรากฟัน ในกลุ่มตัวอย่างประชากรไทย พบว่า อัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามกับอายุ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ - 0.475 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และเมื่อวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นตรงสามารถนำมาสร้างสมการการประมาณอายุของประชากรไทย ได้ดังนี้ อายุ = 78.895-270.614 (AR) เมื่อ AR คือ อัตราส่วนพื้นที่เนื้อเยื่อในต่อฟันของฟันเขี้ยวบน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย เท่ากับ 0.225 และมีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณอายุ เท่ากับ 13.664 ปี และเมื่อนำสมการไปตรวจสอบความเชื่อถือกับกลุ่มทดสอบ พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เท่ากับ 13.06 ปี และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ - 4.40 ปี ดังนั้น สมการที่ได้จากการศึกษานี้ แม้ว่าจะมีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณอายุค่อนข้างมาก แต่เมื่อนำสมการที่ได้ไปใช้ประมาณอายุกับฟันเขี้ยวของประชากรไทยที่ไม่ทราบอายุร่วมกับข้อมูลจากฟัน หรือกระดูกชิ้นอื่นร่วมด้วย ก็สามารถนำมาใช้ประมาณอายุของประชากรไทยได้ และยังสามารถนำไปใช้ในงานทางด้านนิติมานุษยวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับประชากรไทยอายุ 20 ปีขึ้นไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และพี่ ๆ เจ้าหน้าที่ประจำคลินิกรังสีวิทยาช่องปาก และแม็ก-ซิลโลเฟเชียล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล และขอขอบพระคุณข้อมูลภาพรังสีรอบปลายรากของผู้เข้ามารับบริการทันตกรรม คณะทันต-แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

1. Pongpitak P. Age estimation by using cranial sutures and epiphyseal plate. *J Forensic Med* Department of Anatomy. Faculty of Medical Sciences. Naresuan University 2013; 4(3): 1-13. (in Thai)
2. Cameriere R, De Luca S, Aleman I, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolar by orthopantomography. *Forensic Sci Int* 2012; 214: 105-112.
3. Priyadarshini C, Puranik MP, Uma SR. Dental age estimation method: A review. *Int J Adv Health Sc* 2015; 12(1): 19-25.
4. Cameriere R, De Luca S, Egidi N, et al. Automatic age estimation in adults by analysis of canine pulp/tooth ratio: Preliminary results. *J Forensic Radio and Image* 2015; 3: 61-66.
5. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int* 1995; 74(1): 75-85.
6. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variation in plup/tooth area ratio as an indicator of age: A preliminary study. *J Forensic Sci* 2004; 49(2): 317-319.
7. Cameriere R, Cunha E, Sassaroli E, Nuzzolese E, Ferrante L. Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: Study of a portuguese sample to test Cameriere's method. *Forensic Sci Int* 2009; 193: 1281-1286.
8. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro MG, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by mesial and vestibular peri-apical x-ray. *J Forensic Sci* 2007; 52(5): 1151-1155.
9. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro MG, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by peri-apical x-ray. *J Forensic Sci* 2007; 51(1): 166-170.
10. Cameriere R, Cunha E, Wasterlain S, et al. Age estimation by pulp/tooth ratio in lateral and central incisor by peri-apical x-ray. *J Forensic Sci* 2013; 20(5): 530-536.
11. Jeevan MB, Kale AD, Angadi PV, Hallikerimath S. Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: Cameriere's method assessed in an Indian sample using radiovisiography. *J Forensic Sci* 2011; 204(1-3): 209.e1-209.e5.
12. Juneja M, Devi YBK, Rakesh N, Juneja S. Age estimation using pulp/tooth area ratio in maxillary canines-A digital image analysis. *J Dent Sci* 2014; 6(3): 160-165.
13. Dar MA, Nayyar AS. A comparative analysis between various teeth in kvaal's and cameriere's method of age estimation in a specific populace of Andhra Pradesh: an original study. *J Forensic Odontol* 2016; 1 :26-35.
14. Hatice BD, Nihal A, Nursel A, Humeyra Ozge Y, Goksuluk D. Applicability of Cameriere's and Drusini's age estimation method to a sample of Turkish adults. *Dentomaxillofac Radiol* 2017; 46: 1-7.
15. Nazir N, Chalkoo AH. Age estimation from pulp/tooth ration by panoramic radiography: in Kashmiri population. *J Maxillofac img* 2017; 3(4): 115-119.
16. Dehghani M, Shandkam E, Ahrari F, Dehghani M. age estimation canine's pulp/tooth ration in an Iranian population using digital panoramic radiography. *Forensic Sci Int* 2018; 285: 44-49.
17. Babshet M, Acharaya AB, Naikmasur VG. Age estimation in Indians from pulp/tooth area ratio of mandibular canines. *J Forensic Sci* 2010; 197(1-3): 125.e1-125.e4.

18. Star H, Thevissen P, Fieuws S, Solheim T, Willems G. Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *J Forensic Sci* 2011; 1: 77-82.
19. Sakhdari S, Mehralizadeh S, Zalfaghari M, Madadi M. Age estimation from pulp/tooth ratio using digital panoramic radiography. *J Islamic Dent Association of Iran* 2015; 27(1): 19-23.
20. Basoya S, VC V, Nath P, Bhogte AD, Estimation of age by pulp-tooth area ratio using three computer aided software's. *Quality In Primary Care* 2016; 24(4): 161-166.
21. Yang F, Jacobs R, Willrms G. Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT. *Forensic Sci Int* 2006; 159(1): 78-83.
22. Angelis DD, Gaudio D, Guercini N, et al. Age estimation from canine volumes. *Radiol Med* 2015; 120: 731-736.
23. Ge ZP, Ma RH, Li G, Zhang JZ, Ma XC. Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *Forensic Sci Int* 2015; 253: 133. e1-133.e7.
24. Jagannathan N, Neelakantan P, Thriuvengadam C, et al. Age estimation in an indian population using pulp/tooth volume ratio of mandibular canines obtained from cone beam computed tomography. *J Forensic Odontostomatol* 2011; 29(1): 1-6.
25. Poommouang A, Iamaroon A, Prapayasatok S, Prasitwattanaseree S, Nalampang S. Age estimation using segmented Pulp/Tooth area ratio method in Thai population. *J Dent Assoc Thai* 2018; 68(2): 165-172.
26. Pitiphat W. *Research methodology in dentisty*. 1st ed. Khonkaen: Khonkaen university printing house; 2011:223 (in thai).
27. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. 1988: 25-27.
28. Panyarak W. Oral radiograpy techniques for dental assistant [monograph on the internet]. Chiang mai: Faculty of dentistry, Chiang mai university; [cited 2017 Jan 25]. Available from: http://www.chiangmaihealth.go.th/cmpho_web/document/160429146191828718.pdf" (in thai).
29. Janhom A. *Basic oral radiology*. 1st ed. Chiang mai: Trio advertising & media co.,ltd; 2560:181 (in thai).