

ผลของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฟัน ส่วนรากตอนี่ 2: ชนิดผสมสำเร็จรูป 3 สูตร

ปรารณา ยอดมโนธรรม

ทันตแพทย์

คลินิกเอกชน

วรารณ จิตินันท์

ศาสตราจารย์คลินิกเกียรติคุณ

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

สนอง เอกสิทธิ์

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ศาสตราจารย์คลินิกเกียรติคุณ วรารณ จิตินันท์

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ถนนโยธี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร: 02-2036555 ต่อ 7601

โทรสาร: 02-5737451

อีเมล: dtwth@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อฟัน เมื่อสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมสำเร็จรูป 3 สูตรที่มีกระสายยาต่างกัน ด้วยเทคนิคฟูเรียร์-ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี โดยใช้ฟันกรามน้อยรากเดี่ยวจำนวน 29 ซี่ ตัดตัวฟันและส่วนของปลายรากออกหนึ่งในสามของรากฟัน ขยายคลองรากด้วยเคไฟล์จนถึงขนาด 50 แบ่งฟันเป็น 4 กลุ่มโดยการสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 ซี่ โดยสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จรูปคือไวตาเพ็กซ์ (Vitapex®), เอ็มยูเพสต์ (MU paste) และอัลตราแคล (Ultracal®) และกลุ่มควบคุม 5 ซี่ ตัดรากฟันตามยาวเป็น 2 ซีก นำแคลเซียมไฮดรอกไซด์แต่ละชนิดฉีดเต็มผนังคลองราก เก็บตัวอย่างทั้งหมดไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100.0 เป็นเวลา 7 วัน 14 วัน และ 30 วัน กลุ่มควบคุมแช่ในน้ำกลั่น เก็บไว้ในสภาพเดียวกัน วัดค่าการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของชิ้นตัวอย่าง ก่อนและหลังทดลอง เพื่อวัดความเปลี่ยนแปลงของเอไมต์วันที่เลขคลื่น 1650 ต่อเซนติเมตร และออร์โธฟอสเฟตที่เลขคลื่น 1050 ต่อเซนติเมตร คำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการทดลองพบว่าการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ของพื้นที่ใต้กราฟของเอไมต์วันใน 2 กลุ่มทดลอง คือเอ็มยูเพสต์และอัลตราแคล ในการวัดที่ 14 วัน และสัดส่วนของเอไมต์วันต่อออร์โธฟอสเฟตในทุกกลุ่มการทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ที่ 14 วัน แสดงว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีกระสายยาต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฟันส่วนราก จึงควรคำนึงถึงเมื่อศึกษาเกี่ยวกับเนื้อฟัน

บทนำ

แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นยาที่ใช้อย่างแพร่หลายในการรักษาลคลองรากฟัน เนื่องจากมีฤทธิ์ทำลายเชื้อจุลินทรีย์¹ ละลายเนื้อเยื่อ² และกระตุ้นให้เกิดเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก³ ประสิทธิภาพของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ขึ้นอยู่กับความสามารถในการแทรกตัว⁴ ทำให้คงความเป็นด่างสูงและนานพอในการกำจัดเชื้อ ซึ่งคุณสมบัติขึ้นอยู่กับกระสายยาที่ใช้ผสมด้วย⁵ ในทางคลินิกแนะนำให้ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากที่ติดเชื้ออย่างน้อย 7 วัน⁶ แต่ในกรณีของฟันที่รูเปิดปลายรากกว้างและฟันยังเจริญไม่สมบูรณ์ ต้องใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์นานขึ้นตั้งแต่ 3-20 เดือน⁷ เพื่อส่งเสริมให้เกิดเนื้อเยื่อแข็งปิดปลายราก ในกรณี

เช่นนี้ Cvek⁸ รายงานในปี พ.ศ. 2533 ถึงการแตกหักที่คอฟันเป็นจำนวนไม่น้อย โดยมีความชุกตั้งแต่ร้อยละ 28.0-77.0 สาเหตุของการแตกหักนั้น นอกจากเป็นผลจากผ่นงคลงรากบาง น้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ใช้ล้างและวิธีการอุดแล้ว ยังมีข้อสันนิษฐานว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใส่ในคลองรากเป็นเวลานาน อาจเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเนื้อฟัน ในเวลาต่อมาจึงมีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต่อคุณสมบัติของเนื้อฟัน เช่น Gigoratos และคณะในปี พ.ศ. 2544, Andreason และคณะในปี พ.ศ. 2545, White และคณะในปี พ.ศ. 2545 รายงานถึงความต้านทานต่อการแตกหักของเนื้อฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญภายใน 1 สัปดาห์เมื่อใช้วิธีแช่ฟันในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์⁹ หรือภายใน 4-5 สัปดาห์ เมื่อใช้วิธีให้เนื้อฟันสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดครีม¹⁰ พร้อมทั้งพบว่าความแข็งแรงลดลงถึงร้อยละ 32.3¹¹ นอกจากนี้สุรชัย เลิศอิทธิพันธุ์ และคณะ¹² ได้รายงานการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฟันในส่วนของกลุ่มไพรเมอร์เอไมด์ (primary amide) เมื่อสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 14 วันเป็นต้นไป ซึ่งสนับสนุนการศึกษาของ Pacios และคณะในปี พ.ศ. 2546¹³ ที่วิเคราะห์พบไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของคอลลาเจน (collagen) ในฟัน เมื่อนำขึ้นฟันแช่ในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในเวลาต่าง ๆ แสดงว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของเนื้อฟันเมื่อสัมผัสในช่วงเวลาต่าง ๆ ข้างต้น

สืบเนื่องจากการศึกษาผลของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฟันในตอนต้นที่ 1 ใช้วิธีผสมผงแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับน้ำกลั่น¹² จึงมีการศึกษาในทำนองเดียวกันเป็นตอนที่ 2 โดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับกระสายยาต่าง ๆ สำเร็จรูปอยู่ในหลอดฉีดพร้อมใช้ ซึ่งเริ่มจะเป็นที่แพร่หลายเนื่องจากสะดวกและเชื่อว่ามีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยเฉพาะกระสายยาที่เป็นกลีเซอริน (glycerine) หรือน้ำมัน เชื่อว่าทำให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ค่อย ๆ แรกตัวทำให้มีฤทธิ์ทำลายแบคทีเรียได้ยาวนาน⁵ ตัวอย่างของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดสำเร็จรูป เช่น ไวตาเพ็กซ์ (Vitapex®) ผลิตโดยบริษัท นีโอเด็นทัลเคมีคอล ประเทศญี่ปุ่น มีกระสายยาเป็นน้ำมันซิลิโคน เอ็มยูเพสท์ (MU paste) ผลิตโดยคณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล มีกระสายยาเป็นโพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) อัลตราแคล เอ็กซ์เอส (Ultracal XS®) ผลิตโดยบริษัท อัลตราเด็นท์ ประเทศสหรัฐอเมริกา มีกระสายยาเป็นน้ำ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฟัน เมื่อสัมผัสแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในระยะเวลาต่าง ๆ กันที่มี

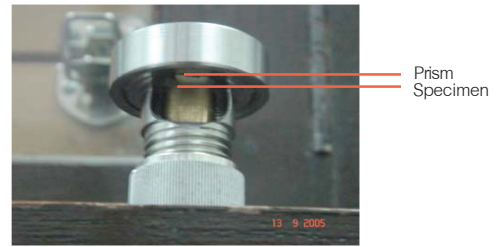
โอกาสใช้ในคลินิกคือ 7 วัน 14 วัน และ 30 วัน ใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมด้วยกระสายยาต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ใช้วิธีฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy-FTIR) ศึกษาพื้นที่ได้กราฟ คลื่นการดูดซึมรังสีอินฟราเรด เฉพาะเอไมด์วัน (amind I) ของกลุ่มไพรเมอร์เอไมด์ ซึ่งเป็นพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนและออกซิเจนในองค์ประกอบของคอลลาเจนและใช้กลุ่มออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ในไฮดรอกซีอะพาไทต์เป็นมาตรฐานในการควบคุมความแปรปรวนของข้อมูล เพราะเป็นสเปกตรัมที่กว้างและแข็งแรง รูปแบบของยอดคลื่นไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง จึงนำกลุ่มออร์โธฟอสเฟตมาเป็นตัวเทียบให้ข้อมูลเข้าสู่สภาพปกติ (normalized) โดยการทำเป็นสัดส่วนระหว่างเอไมด์วันต่อออร์โธฟอสเฟต ทำนองเดียวกับการศึกษาในตอนต้นที่ 1¹²

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เลือกฟันกรามน้อยรากเดี่ยวจำนวน 29 ซี่ ที่ถอนเนื่องจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันและไม่มีรอยผุใด ๆ เก็บในน้ำยาไทมอล 0.1% หลังการถอนทันที และเก็บนานไม่เกินกว่า 30 วัน ทำความสะอาดผิวเคลือบรากฟัน ตัดตัวฟันออกบริเวณเหนือต่อรอยระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟันประมาณ 1 มิลลิเมตร และตัดปลายรากออกหนึ่งในสามของรากฟันด้วยหัวกรอความเร็วสูง เหลือส่วนกลางรากไว้ ขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์จนถึงขนาด 50 ร่วมกับล้างด้วยน้ำกลั่น แบ่งฟันเป็น 4 กลุ่มโดยการสุ่ม กลุ่มแรก 5 ซี่ ใช้เป็นกลุ่มควบคุม อีก 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 ซี่ ใช้ทดลองให้สัมผัสแคลเซียมไฮดรอกไซด์กลุ่มละชนิดคือ ไวตาเพ็กซ์ เอ็มยูเพสท์ และอัลตราแคล ตัดแบ่งครึ่งรากฟันตามแนวยาวทางด้านแก้มและลิ้นด้วยหัวกรอความเร็วสูงให้ได้รากฟัน 2 ซีก ที่มีลักษณะสมมาตร (รูปที่ 1a) เพื่อความสะดวกในการฉีดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ให้ทั่วถึง และเป็นการเพิ่มจำนวนขึ้นตัวอย่าง นำขึ้นตัวอย่างทุกชิ้นไปวัดค่าการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด เพื่อเก็บไว้เป็นค่าพื้นฐาน ด้วยวิธีฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี โดยนำขึ้นตัวอย่างยึดกับแท่นจับ (specimen-holder รูปที่ 1b) ให้แน่นหนา ให้เนื้อฟันด้านผ่นงคลงรากสัมผัสกับหัวเพชร แล้วเชื่อมต่อเข้ากับระบบของเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ (Magma 750 FTIR Spectrometer) เพื่ออ่านค่าการดูดกลืนรังสีของขึ้นตัวอย่าง ก่อนทดลอง ฉีดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ละชนิดลงบริเวณผ่นงคลงรากฟัน และปาดให้เรียบเนียนจนครบ 16 ชั้น วางขึ้นตัวอย่างคว่ำลงให้สัมผัสกับผิวภาชนะเรียบ เพื่อไม่ให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์แห้ง ทำให้ครบทั้ง 3 กลุ่มทดลอง สำหรับกลุ่มควบคุม



a



b

รูปที่ 1 แสดงการเตรียมตัวอย่างฟัน

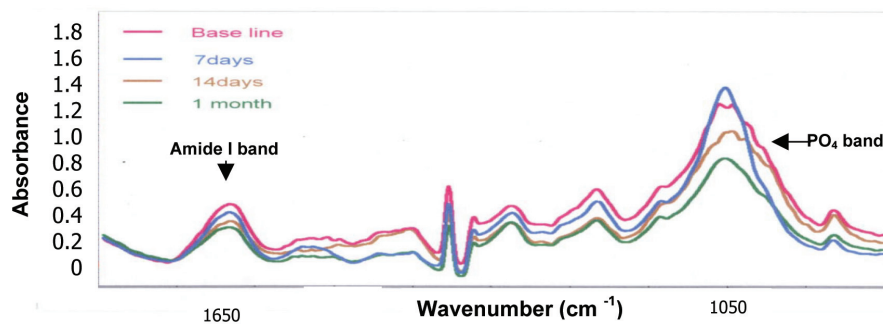
a. รากฟันที่ตัดตัวฟันและปลายรากออกแล้วผ่าซีก

b. การวางชิ้นตัวอย่างบนเครื่องยึด

Fig. 1 Picture illustrating specimen preparation

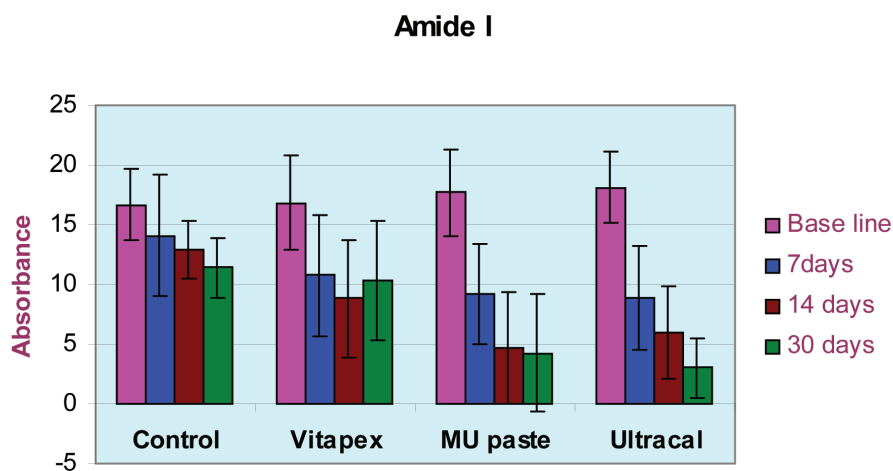
a. Specimen after crown and root section with facio-lingual splitting

b. Position of tested specimen in sample holder



รูปที่ 2 ส่วนหนึ่งของเอฟทีไออาร์สเปกตรัมของเนื้อฟันที่ทดลองเวลาต่าง ๆ ข้อสังเกตมีการลดลงของพื้นที่ใต้กราฟของเอไมด์วัน (1650 cm^{-1}) และฟอสเฟต (1050 cm^{-1}) ตามระยะเวลาที่ทดลอง

Fig. 2 A portion of FTIR spectrum of root dentin in various time of treatment. Note the decreasing of the Amide I (1650 cm^{-1}) and PO_4 (1050 cm^{-1}) peak area following times of treatment.



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยของการดูดกลืนรังสีของเอไมด์วันในเนื้อฟันส่วนราก หลังจากสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในเวลาที่ต่าง ๆ

Fig. 3 Means of amide I absorbance level in root dentin after contact with calcium hydroxide and times.

นำฟันแช่น้ำกลั่นแทนการสัมผัสด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ นำฟันทั้งหมดไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100.0 เมื่อครบกำหนดเวลาที่ 7 วัน นำขึ้นตัวอย่างล้างด้วยน้ำกลั่น เป่าไล่น้ำพอมาด ๆ แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนรังสี เมื่อวัดเสร็จสิ้นแล้ว นำขึ้นตัวอย่างให้สัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ตามกระบวนการข้างต้นซ้ำอีก 2 ครั้งให้ครบ 14 วัน 30 วัน ตามลำดับ

บันทึกค่าการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด ที่เลขคลื่น 400-4000 ต่อเซนติเมตร ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกในรูปของกราฟ เลือกอ่านยอดคลื่นของสเปกตรัมกลุ่มเอไมด์วันที่เลขคลื่น 1650 ต่อเซนติเมตร และกลุ่มออร์โธฟอสเฟตที่เลขคลื่น 1050 ต่อเซนติเมตร เพื่อนำไปหาสัดส่วนระหว่างเอไมด์วันที่ออร์โธฟอสเฟต การคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟใช้โปรแกรมอมนิค (Omnicon program) เวอร์ชัน 5.0

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าพื้นที่ใต้กราฟของสเปกตรัมมาตรวจสอบการกระจายของข้อมูลด้วยการทดสอบการกระจายแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov test) วิเคราะห์ความแตกต่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (two-way ANOVA) เมื่อพบความแตกต่างหรือไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเลือกใช้การทดสอบแบบทูกีย์ (Tukey's test) หรือการทดสอบแบบดันเนตต์ ทีสาม (Dunnett T3 test) ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบพหุคูณ ดูความแตกต่างของค่าดูดกลืนรังสีของแต่ละกลุ่ม

และต่างกลุ่ม

ผล

I กลุ่มเอไมด์วัน

ค่าการดูดกลืนรังสีในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่วัดรวมทั้งหมด 232 ครั้ง โดยตัดออก 1 ครั้ง เนื่องจากมีขึ้นตัวอย่างแตกหักในกลุ่มที่สัมผัสกับเอมียูเพสท์เป็นเวลา 30 วัน ดังนั้นจำนวนพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดเท่ากับ 231 ค่า ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการดูดกลืนรังสีของเอไมด์วันแสดงในตารางที่ 1 พบว่าค่าพื้นที่ใต้กราฟของทุกกลุ่มเมื่อก่อนทดลองมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือมีค่าระหว่าง 16.67 ± 2.98 ถึง 18.11 ± 2.96 และค่าจะลดลงตามระยะเวลาทดลองสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ รวมทั้งกลุ่มควบคุมค่าจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปด้วย ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบแบบดันเนตต์ ทีสาม เพื่อดูความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองที่เวลาต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงถึงการมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งในกลุ่มเอมียูเพสท์และอัลตราแคล พบที่ 7 วัน ส่วนกลุ่มไวตาเพ็กซ์ พบที่ 14 วัน และในกลุ่มควบคุม พบที่ 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแล้ว พบว่ากลุ่มเอมียูเพสท์และกลุ่มอัลตราแคลมีค่าดูดกลืนรังสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ที่ 14 วันเป็นต้นไป (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพื้นที่ใต้กราฟการดูดกลืนรังสีของเอไมด์วันในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 สูตร ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตัวอักษรที่เหมือนกันระหว่างกลุ่ม แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$)

Table 1 Mean±s.d. area below amide I peak absorbance of control and experimental specimen treated by three proprietary mixtures of calcium hydroxide and times. Same letters between experiment groups indicate a statistically significant difference ($p < .05$).

C=O (1650cm ⁻¹)	Baseline	7 days	14 days	30 days
Distilled water	16.67±2.98 ^(a)	14.09±5.08	12.90±2.43 ^(e,i)	11.40±2.46 ^(a,i,m)
Vitapex®	16.81±3.92 ^(b,g)	10.74±5.04	8.82±4.90 ^(b)	10.29±4.96 ^(g,n)
MU paste	17.72±3.64 ^(c,h,i)	9.19±4.22 ^(c)	4.70±4.68 ^(h,e)	4.25±4.88 ^(i,f)
Ultradent®	18.11±2.96 ^(d,j,k)	8.89±4.41 ^(d)	5.96±3.88 ^(i,j)	3.00±2.54 ^(k,m,n)

II สัดส่วนระหว่างกลุ่มเอไมด์วันต่อออร์โธฟอสเฟต

ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการดูดกลืนรังสีของออร์โธฟอสเฟต แสดงในตารางที่ 2 เมื่อนำพื้นที่ใต้กราฟของกลุ่มเอไมด์วันหารด้วยพื้นที่ใต้กราฟของกลุ่มออร์โธฟอสเฟต ได้เป็นสัดส่วนระหว่างเอไมด์วันต่อออร์โธฟอสเฟตได้ผลดังตารางที่ 3 พบว่าค่าสัดส่วนพื้นฐานก่อนทดลองค่อนข้างคงที่ คือมีค่าระหว่าง 0.16 ± 0.03 ถึง 0.17 ± 0.06 และค่าจะลดลงเมื่อใช้เวลาทดลองเพิ่มขึ้น ยกเว้นในกลุ่มควบคุมกลับมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยที่ 14 วัน และ 30 วัน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์สัดส่วนของเอไมด์วันต่อออร์โธฟอสเฟตด้วยการทดสอบแบบทูกีย์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างค่าพื้นฐานก่อนทดลองกับหลังทดลองในทุกกลุ่มตั้งแต่ 7 วันเป็นต้นไป เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง พบว่าทุกกลุ่มมีค่าดูดกลืนรังสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ตั้งแต่ 14 วัน เป็นต้นไป ซึ่งปรากฏตัวอักษรกำกับที่คล้ายกัน (ดังตารางที่ 3)

บทวิจารณ์

ผลงานวิจัยครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยพื้นฐานของการดูดกลืนรังสีของเอไมด์วันที่มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละกลุ่ม ($16.67-18.11$) ซึ่งสามารถกำหนดเป็นค่ามาตรฐานบริเวณพันธะเอไมด์วันของเนื้อฟันก่อนการทดลองได้ ภายหลังการทดลองพบว่าการลดลงของการดูดกลืนรังสีตามระยะเวลาที่สัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น อาจแสดงถึงการแตกสลายของพันธะเอไมด์วันซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีนในคอลลาเจน สำหรับในกลุ่มควบคุมซึ่งสัมผัสกับน้ำกลั่น พบว่าการดูดกลืนรังสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 วันนั้น อาจเกิดได้จากขั้นตอนการเตรียมฟันและกระบวนการทดลอง โดย Beech และคณะ¹⁴ เชื่อว่าฟันที่ถูกถอนจะมีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์และโปรตีนภายในเนื้อฟัน ตามระยะเวลาที่ถูกถอนออกมา สอดคล้องกับการศึกษาในตอนต้นที่ 1¹² ที่พบว่าในกลุ่มควบคุมซึ่งเก็บชิ้นตัวอย่างให้สัมผัสกับผ้าก๊อซที่ชุ่มชื้น สามารถพบการ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพื้นที่ใต้กราฟการดูดกลืนรังสีของออร์โธฟอสเฟตในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 สูตร ในช่วงเวลาต่าง ๆ

Table 2 Mean±s.d. area below orthophosphate peak absorbance of control and experimental groups treated by three proprietary mixtures of calcium hydroxide and times.

PO ₄ (1050cm ⁻¹)	Baseline	7 days	14 days	30 days
Distilled water	100.59±17.09	128.38±49.66	70.37±21.89	56.20±20.18
Vitapex®	105.47±19.83	113.24±42.90	132.82±31.70	142.64±26.44
MU paste	115.67±15.67	103.07±43.96	88.90±48.40	104.78±40.38
Ultrapal®	109.46±19.94	103.58±37.37	91.82±41.40	131.40±49.99

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนระหว่างการดูดกลืนรังสีของเอไมด์วันต่อออร์โธฟอสเฟตในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 สูตร ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตัวอักษรที่เหมือนกันระหว่างกลุ่ม แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$)

Table 3 Mean±s.d. ratio of amide I and orthophosphate peak absorbance of control and experimental groups treated by three proprietary mixtures of calcium hydroxide and times. Same letters between experimental groups indicate a statistically significant difference ($p < .05$).

C=O/PO ₄	Baseline	7 days	14 days	30 days
Distilled water	0.17±0.06	0.12±0.58	0.19±0.04 ^(l,m,n)	0.21±0.03 ^(o,p,q)
Vitapex®	0.16±0.03 ^(a,b,c)	0.10±0.03 ^(a)	0.06±0.03 ^(b,i)	0.06±0.03 ^(c,o)
MU paste	0.16±0.05 ^(d,e,f)	0.09±0.03 ^(d,g)	0.05±0.04 ^(e,m)	0.04±0.04 ^(f,g,p)
Ultrapal®	0.17±0.04 ^(h,i,j)	0.08±0.04 ^(h,k)	0.07±0.05 ^(i,n,r)	0.02±0.01 ^(j,k,q,r)

เปลี่ยนแปลงได้ใน 30 วัน โดยการศึกษาครั้งนี้ได้แซ่ขึ้นตัวอย่างในกลุ่มควบคุมลงในน้ำกลั่นทั้งขึ้นและเก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100.0 และอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ค่าการดูดกลืนรังสีที่เวลา 30 วันในกลุ่มควบคุมที่ลดลงนั้น ยังมีค่ามากกว่าในกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 1) แสดงว่าการลดลงของค่าการดูดกลืนรังสี เกิดจากประสิทธิภาพในการสลายโปรตีนของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่าที่จะเกิดจากการสลายของโปรตีนตามปกติ

เมื่อพิจารณาถึงค่าดูดกลืนรังสีของเอไมด์วันพบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 14 วัน ในกลุ่มเอมูเพสท์กับอัลตราแคล โดยที่ในกลุ่มไวตาเพ็กซ์มีค่าลดลงเช่นกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ส่วนค่าดูดกลืนรังสีของสัดส่วนระหว่างเอไมด์วันต่อออร์โธฟอสเฟต พบว่าลดลงที่ 14 วันในทุกกลุ่มเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 3) ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกัน การหาสัดส่วนดังกล่าวซึ่งจะบ่งบอกถึงปริมาณของอินทรีย์สารที่เหลืออยู่เทียบกับอินทรีย์สารในเนื้อฟันนั้น เหตุผลที่เลือกใช้สเปกโตรมิเตอร์ออร์โธฟอสเฟตมาเป็นตัวหารเช่นเดียวกับการศึกษาในตอนต้น¹² เพื่อจำกัดอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสเปกตรัมที่เราควบคุมไม่ได้ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอันเนื่องมาจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เพราะกราฟออร์โธฟอสเฟตไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยต่าง ๆ ในการทดลอง จึงนำมาใช้ปรับข้อมูลให้อยู่ในสภาพปกติ ผลการทดลองนี้สามารถอธิบายได้ว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์แต่ละสูตรมีกระสายยาที่ต่างกัน โดยไวตาเพ็กซ์นั้นมีความกระสายยาที่เป็นน้ำมันซิลิโคนซึ่งละลายยาก ทำให้การแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของเอไมด์วันใน 14 วัน และ 30 วัน จึงสมควรทดลองในเวลาที่นานขึ้น ต่างจากอัลตราแคล มีกระสายยาเป็นน้ำ และเอมูเพสท์มีความกระสายยาเป็นโพรพิลีนไกลคอล พบการเปลี่ยนแปลงของเอไมด์วันใน 14 วัน ตรงกับการทดลองก่อนหน้านี้ ซึ่งใช้ผงแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่น¹² ทั้งสองสูตรหลังนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 12.5^{15,16} มีการแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์อย่างมาก และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ผสมในอัลตราแคล จะถูกบดอย่างละเอียด ทำให้เกิดอนุภาคที่เล็กและแทรกซึมได้ดีกว่า จึงอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อโปรตีนได้ในช่วงระยะเวลาอันสั้นกว่า จากการสังเกตลักษณะของแคลเซียมไฮดรอกไซด์แต่ละชนิดที่ติดลงบนชิ้นตัวอย่าง พบว่าไวตาเพ็กซ์จะไม่มีการแข็งตัวเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงของการทดลอง ในขณะที่อัลตราแคลและเอมูเพสท์ จะพบว่าค่อนข้างแข็งตัวกว่า แม้จะควบคุมความชื้นขึ้นโดยการวางผ้าก๊อชชุบน้ำกลั่นหมาด ๆ บริเวณผิวด้านนอกของฟัน ส่วนด้านในฟันวางแนบพื้นแนวราบ จึงเป็นการยากที่จะควบคุมการทดลองนอกปากนี้ให้คล้ายกับลักษณะทางคลินิก ซึ่งจะไม่มีการแข็งตัวของแคลเซียมมากนัก

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่นำมาทดลองทั้ง 3 สูตร นอกจากจะมีกระสายยาที่แตกต่างกันแล้ว ร้อยละของปริมาณของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก็แตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ส่วนผสมอื่น ๆ ภายในแต่ละสูตร เป็นความลับทางการค้าที่ไม่ได้เปิดเผย อาจเป็นปัจจัยร่วมที่มีผลกระทบต่อโครงสร้างทางเนื้อฟันได้ต่างกันบ้าง ดังรูปที่ 3 แม้ว่าผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยก่อนหน้านี้¹² ซึ่งใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมกับน้ำกลั่น พบว่าโครงสร้างทางเคมีของฟันจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อระยะเวลาผ่านไป 14 วันเช่นเดียวกัน แต่เป็นการยากที่จะสรุปว่าผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อฟันนั้นเกิดจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับกระสายยาเท่านั้น เพราะยังไม่สามารถจำลองตัวอย่างฟันให้เหมือนในช่องปากได้ การวิจัยนี้ใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดที่ผสมไว้ในหลอดแบบสำเร็จรูป ความเข้มข้นจึงได้มาตรฐาน ได้คำนึงถึงปัจจัยความแปรผันของโครงสร้างของเนื้อฟัน ซึ่งมีความแตกต่างกันขึ้นกับ อายุ ชนิดของฟัน ตำแหน่งของเนื้อฟัน¹⁷ จึงได้เลือกฟันที่นำมาใช้ในการทดลองเฉพาะฟันที่ไม่มีรอยโรค และถอนเพื่อการจัดฟัน ซึ่งน่าจะมีความใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาแบ่งเป็น 2 ซีก จึงมีพื้นที่ให้เลือกใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนรังสีได้มากขึ้น ช่วยลดปัจจัยด้านความแปรผันของเนื้อฟันได้

เนื้อฟันประกอบไปด้วยสองส่วนหลักคือ ร้อยละ 35.0 เป็นส่วนของสารอินทรีย์ และร้อยละ 45.0 เป็นส่วนของสารอนินทรีย์ เมื่อคิดโดยปริมาตร¹⁸ ในส่วนของสารอินทรีย์ในเนื้อฟันร้อยละ 90.0 ประกอบไปด้วยคอลลาเจนชนิดที่ 1 ซึ่งเป็นสายโพลีเปปไทด์ (Polypeptide chain) 3 สายฟันเป็นเกลียว แต่ละสายจะเป็นลำดับของกรดอะมิโน (amino acid) เรียงต่อซ้ำ ๆ กัน คอลลาเจนมีส่วนช่วยในแง่ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเนื้อฟัน แต่คอลลาเจนชนิดที่ 1 สามารถถูกทำลาย เมื่อสัมผัสกับความร้อน กรดอ่อน หรือเบส¹⁹ ในการทดลองนี้เนื้อฟันสัมผัสแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบสแก่²⁰ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการสลายโปรตีนในส่วนคอลลาเจนขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการละลายอินทรีย์สารของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ โดย Hasselgren²¹ และ Andersen² ซึ่งทดสอบในห้องปฏิบัติการถึงความสามารถในการละลายอินทรีย์สารโดยใช้เนื้อหมูและเนื้อเยื่อในคลองรากเป็นตัวแทนทดสอบ พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์สามารถละลายอินทรีย์สารได้เมื่อเวลาผ่านไป ในการศึกษาครั้งนี้สนับสนุนว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามสูตร ทำให้เกิดการแตกสลายของพันธะเอไมด์วัน (C=O) ซึ่งเป็นพันธะหนึ่งในกรดอะมิโนในสายคอลลาเจนในเนื้อฟัน ดังนั้นแคลเซียมไฮดรอกไซด์

ไม่เพียงแต่สามารถละลายเนื้อเยื่อใน ยังมีผลกระทบต่ออินทรีย์สารที่เป็นส่วนประกอบในเนื้อฟันด้วย

การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานศึกษาของ Pacios และคณะ¹³ ที่พบว่าเมื่อแช่ชิ้นของรากฟันในแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมในกระสายยาต่าง ๆ ในเวลาต่าง ๆ กัน กรณีที่ผสมกับโพพริลีนไกลคอลจะพบส่วนประกอบของโปรตีนและไฮดรอกซีโพพริลีน ปะปนอยู่ในสารละลายได้ตั้งแต่วันที่ 1 ของการทดลอง อันแสดงถึงการแตกสลายของคอลลาเจน ในการศึกษาพบความแตกต่างที่ 7 วัน อาจเป็นเพราะวิธีการที่ทำให้ชิ้นตัวอย่างสัมผัสแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต่างกันวิธีของ Pacios ใช้การแช่ชิ้นฟันลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งชิ้นย่อมมีผลกระทบที่เร็วขึ้น

ในการรักษาทางคลินิก ระยะเวลาเฉลี่ยในการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์เพื่อกระตุ้นให้ปลายรากปิด คือ 5 ถึง 20 เดือน²² แต่ในการทดลองครั้งนี้ ใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์สัมผัสในรากฟันสูงสุดเพียง 30 วัน ซึ่งอาจจะไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาวัสดุไวตาฟิกซ์ อย่างไรก็ตาม ยังพบว่าเมื่อผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อฟันตั้งแต่ 14 วัน เมื่อเทียบกับค่าพื้นฐาน

ในการทดลองนี้เลือกใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี ในการตรวจสอบโครงสร้างทางเคมีเพราะสะดวก ในอดีตหากต้องการใช้วิธีดังกล่าวตรวจสอบของแข็ง เช่น ฟันจะต้องนำฟันไปบดแล้วอัดลงในวงแหวนให้เหมาะสมกับหัวเพชรที่จะใช้วัด แต่ในงานวิจัยนี้ได้ใช้อุปกรณ์ยึดชิ้นตัวอย่าง (sample holder) ซึ่งพัฒนาโดยผู้ร่วมวิจัย ทำให้สามารถยึดชิ้นฟันสัมผัสกับหัวเพชรได้โดยตรง โดยไม่ต้องทำลายชิ้นตัวอย่างโดยการบดซึ่งจะสะดวกและทำให้สามารถวัดค่าซ้ำได้หลายครั้งในชิ้นตัวอย่างเดิม สำหรับหัวเพชรที่ใช้ในการวัด จะถูกออกแบบให้สามารถไขลงมาสัมผัสกับชิ้นตัวอย่างได้โดยตรง แต่ข้อจำกัดนั้นคือ การที่หัวเพชรจะสัมผัสกับชิ้นตัวอย่างได้ลึกเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับแรงของผู้ทดลองในการปรับ หากไขแรงเกินไปอาจทำให้ชิ้นตัวอย่างแตกได้ ดังได้เกิดในการทดลองซึ่งมีชิ้นตัวอย่างแตกไป 1 ชิ้น จึงจำเป็นต้องอาศัยการฝึกฝนให้เกิดความชำนาญในการใช้เครื่องมือ

ถึงแม้จะมีหลายการศึกษา^{9-11,13} ที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อฟัน โดยพบว่าทำให้เนื้อฟันอ่อนแอลงตั้งแต่สัมผัสเป็นเวลา 7-35 วัน และผลการศึกษาเกี่ยวกับก่อนหน้านั้นซึ่งเป็นชนิดผงผสมน้ำกลั่น¹² มีผลต่อโครงสร้างทางเคมีตั้งแต่ 14 วันนั้น ยังไม่อาจสรุปได้ว่าเป็นเวลาที่ทำให้ฟันอ่อนแอลง จนปรากฏได้ในทางคลินิก เพราะมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากมายที่มีผลกระทบต่อฟันอ่อนแอลงจนแตก

หักได้ จึงควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างทางเคมี คุณสมบัติทางฟิสิกส์และการเปลี่ยนแปลงในทางคลินิกต่อไป อย่างไรก็ตาม การใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ทางคลินิก จึงควรพิจารณาใช้เวลาให้สั้นที่สุด ที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในแต่ละวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อโครงสร้างทางเคมีของเนื้อฟัน

บทสรุป

ผลการศึกษาในห้องทดลองครั้งนี้โดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมสำเร็จรูป 3 สูตร พบว่ามีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ของพื้นที่ได้กราฟของเอไมต์วันใน 2 กลุ่มทดลอง คือเอมียูเพสท์และอัลตราแคลในการวัดที่ 14 วัน และสัดส่วนของเอไมต์วันต่อออร์โธฟอสเฟตในทุกกลุ่มการทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ที่ 14 วัน แสดงว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีกระสายยาต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฟันส่วนราก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศ.ทญ. ละอองทอง วัชรภักย์ ที่เชื้อเพื่อวัสดุเอ็มยูเพสท์ และบริษัท นูเด็นท์ ที่เชื้อเพื่อวัสดุ อัลตราแคล ขอขอบคุณหน่วยวิจัยคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และสมาชิกกลุ่มวิจัยสเปกโทรสโคปี (Spectroscopy research group) คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. Byström A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:170-5.
2. Andersen M, Lund A, Andreasen JO, Andreasen FM. In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8:104-8.
3. Mackie IC, Bentley EM, Worthington HV. The closure of open apices in non-vital immature incisor teeth. *Br Dent J* 1988;165:169-73.
4. Alireza F, Zahed M. Calcium hydroxide: a review. *Int Endod J* 2005;55:293-301.

5. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J* 1999;32:257-82.
6. Sjögren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* 1991;24:119-25.
7. Rafter M. Apexification: a review. *Dent Traumatol* 2005;211:1-8.
8. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 1992;8:45-55.
9. Gigoratos D, Knowles J, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J* 2001;34:113-9.
10. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 2002;18:134-7.
11. White JD, Lacfield WR, Charvers LS, Eleazer PD. The effect of three commonly use endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *J Endod* 2002;28:828-30
12. สุรัชย์ เลิศศิริพันธุ์ ผลของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฟัน ส่วนราก ตอนที่ 1: ผงผสมน้ำกลั่น *ว.ทันต* 2549; 56:126-134.
13. Pacios MG de la, Casa ML de los Angeles, Bulacio ME, Lopez ML. Calcium hydroxide's association with different vehicles: In vitro action on some dentinal components. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:96-101.
14. Beech DR, Tyas MJ, Solomon A. Bond strength of restorative materials to human dentin: influence of post-extraction time. *Dent Mater* 1991;7:15-7.
15. ฉลากแนะนำคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ Ultracal XS², Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA
16. ฉลากแนะนำคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ MU paste, Mahidol university, Thailand
17. Marshall GW Jr. Dentine: microstructure and characterization. *Quintessence Int* 1993;24:606-17.
18. Mjör I A. Human coronal dentine: structure and reactions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33:810-23.
19. Kumudinie C, Jagath K. Collagen, Polymer. *Data Handbook Copyright* 1999;Oxford university Press, Inc.;70-77.
20. Siqueira JF Jr, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J* 1999;32:361-9.
21. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 1988;14:125-7.
22. Rafter M. Apexification: a review. *Dent Traumatol* 2005;21:1-8.

Original Article

The Effect of Calcium Hydroxide on Chemical Composition of Root Dentin Part II: Three Proprietary Mixtures

Pratana Yodmanotham

Dentist
Private clinic

Waraporn Thitinanthapan

Clinical Professor Emeritus
Department of Operative Dentistry
Faculty of Dentistry, Mahidol University

Sanong Ekasit

Associate Professor
Department of Chemistry
Faculty of Science, Chulalongkorn University

Correspondence to:

Clinical Professor Emeritus Waraporn Thitinanthapan
Department of Operative Dentistry
Faculty of Dentistry, Mahidol University
Yothi Street, Rajchatevee, Bangkok 10400
Tel: 02-203655 ext.7601
Fax: 02-5737451
E-mail: dtwth@mahidol.ac.th

Abstract

The purpose of this in vitro study was to determine the effects of three calcium hydroxide formulations on chemical alterations of dentin surface using the Fourier Transform Infrared Spectroscopy technique. Twenty-nine human single root premolars were collected. Their crowns and apical 1/3 of roots were removed. After mechanical instrumentation with K-file no. 50, the teeth were divided randomly into 3 experimental groups (8 teeth for each group): Vitapex[®], MU paste, and Ultracal[®] and 1 control group (5 teeth). The roots were sectioned faciolingually into 2 pieces. Each type of the calcium hydroxide was injected to fill up the canal wall of the specimen, then stored in 37 °C and 100% humidity for 7, 14 and 30 days. The control specimen was placed in distilled water and kept in the same environment. The infrared absorption was recorded before and after the treatment to investigate the modifications of the peak area under the amide I (1650 cm⁻¹), and orthophosphate (1050 cm⁻¹). The Omnic software was employed for all spectral analysis. The result revealed a statistically significant decrease ($p < .05$) in amide I peak area in two testing groups: MU paste and Ultracal after 14 days measurement. Amide I -orthophosphate ratios in all testing groups also decreased significantly ($p < .05$) by day 14. This result suggests that calcium hydroxide with different vehicles adversely affect the chemical composition of root dentin, which should be considered when studying about dentin.

Key words: calcium hydroxide; dentin; Fourier Transform Infrared Spectroscopy; primary amide