



ผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันต่อการซึมผ่านของ เปอร์ออกไซด์รอบรากฟัน

อริญญา กาญจนานุชิต^{1*}, เกวาลิน ธรรมสิทธิบุรณ์² และบุญรัตน์ สัตพันธ์³

Effect of Smear Layer Removal Prior to Intracoronal Bleaching on Radicular Peroxide Penetration

Arinya Kanjananuchit^{1*}, Kewalin Thammasitboon² and Boonrat Sattapan³

¹ทพญ.(ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110)

²ผศ.ดร.ทพญ.(ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110)

³ผศ.ทพญ. (ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110)

¹D.D.S.(Department of Conservative Dentistry, Faculty of dentistry, Prince of Songkla University, Had-Yai district, Songkla Province, Postal Code: 90110)

²D.D.S., D.M.Sc.(Department of Conservative Dentistry, Faculty of dentistry, Prince of Songkla University, Had-Yai district, Songkla Province, Postal Code: 90110)

³D.D.S., M.D.Sc.(Department of Conservative Dentistry, Faculty of dentistry, Prince of Songkla University, Had-Yai district, Songkla Province, Postal Code: 90110)

*Corresponding author. E-mail: yam_sss@hotmail.com

บทคัดย่อ

มีรายงานการฟอกสีฟันร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์จากภายในตัวฟัน จะทำให้การซึมผ่านท่อเนื้อฟันของสารฟอกสีฟันเพิ่มขึ้นและอาจสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟันได้ อย่างไรก็ตามพบการละลายของรากฟันบริเวณคอฟันหลังทำการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันในฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้ว ซึ่งมีรายงานว่าเกิดจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ภายในตัวฟันซึมผ่านท่อเนื้อฟันออกไปยังบริเวณคอฟัน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันระหว่างฟันที่กำจัดชั้นสเมียร์และไม่กำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน โดยใช้ฟันกรามน้อยรากเดียวที่ถอนจาก

กลุ่มตัวอย่าง	กรอผิวรากฟัน	การกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน	ฟอกสีฟัน	จำนวน ซี่ฟัน (ทดสอบ การซึมผ่านของ เปอร์ออกไซด์)	จำนวน ซี่ฟัน (ทดสอบ SEM)
	(ไม่มี/มี)	น้ำกลั่น /37%กรดฟอสฟอริก /17%กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก	(ไม่มี/มี)		
กลุ่มที่ 1	ไม่มี	น้ำกลั่น	มี	9	
กลุ่มที่ 2	มี	น้ำกลั่น	ไม่มี	9	
กลุ่มที่ 3	มี	น้ำกลั่น	มี	9	1
กลุ่มที่ 4	มี	37%กรดฟอสฟอริก	มี	9	1
กลุ่มที่ 5	มี	17%กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก	มี	9	1

มนุษย์จำนวน 48 ซี่ แบ่งเป็น 5 กลุ่มดังนี้

ทำการเปิดช่องเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในฟันและขยายคลองรากฟัน เคลือบน้ำยาทาเล็บและซีฟิ่งบริเวณผิวรากฟันทั้งหมด กรอผิวรากฟันในตำแหน่งบริเวณใต้รอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน บริเวณกึ่งกลางด้านใกล้กลาง ด้านไกลกลาง ด้านแก้ม และด้านหลัง ในกลุ่มที่ 2 ถึง 5 กำจัดชั้นสเมียร์ในกลุ่มที่ 4 และ 5 สุ่มเลือกฟันจากกลุ่มที่ 3 4



และ 5 กลุ่มละ 1 ที่ มาทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์ ส่วนพื้นที่เหลือใส่สารฟอกสีฟันโซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำกลั่นในโพรงเนื้อเยื่อในฟัน (ยกเว้นกลุ่มที่ 2) และปิดทางเปิดเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราว ยึดฟันกับหลอดทดลองพลาสติกที่บรรจุน้ำปราศจากไอออน วัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ซึมผ่านรากฟันในวันที่ 1 3 5 และ 7 โดยวิธีเฟอร์รัสไฮโอไซยานเนตวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Welch T-Test และKruskal-Wallis และใช้สถิติทดสอบ Dunnett's T3 และ Dunn-Bonferroni เปรียบเทียบความแตกต่างแบบจับคู่ ผลการทดลองพบว่า การกำจัดชั้นสเมียร์ด้วย 37%กรดฟอสฟอริกและ17%กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก ก่อนฟอกสีฟันมีผลเพิ่มการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์ในวันที่ 3 5 และ 7 ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่กำจัดชั้น สเมียร์ด้วย 37%กรดฟอสฟอริก และ 17%กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกในทุกช่วงเวลา ($p > 0.05$) ส่วนกลุ่มที่มีการกรอของเคลือบรากฟันจะพบการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันที่สูงและแตกต่างจากกลุ่มที่มีเคลือบรากฟันปกติ ($p < 0.05$) ภายใต้ข้อจำกัดของการวิจัยนี้สรุปได้ว่า การกำจัดชั้นสเมียร์ด้วย 37%กรดฟอสฟอริกและ 17%กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก ก่อนทำการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน รวมทั้งฟันที่มีความผิดปกติของเคลือบรากฟันจะเพิ่มการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันที่ 3 5 และ 7 วัน

คำสำคัญ : ฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน เปอร์ออกไซด์ ชั้นสเมียร์

Abstract

It has been proposed that removal of the smear layer may allow better penetration of bleaching agents into the dentin in order to enhance their effectiveness. However, external cervical root resorption following intracoronal bleaching of discolored pulpless teeth has been reported to associate with the penetration of hydrogen peroxide the dentin. The aim of this in vitro study was to evaluate peroxide penetration through radicular dentin with and without smear layer prior to intracoronal bleaching. Forty-eight extracted single rooted human premolars were randomly divided into 5 groups as follow:

Group	Defect	Smear layer management	Bleaching	Number (Peroxide penetration)	Number (SEM)
	(-D/+D)		(-B/+B)		
Group 1	-D	Distilled water	+B	9	
Group 2	+D	Distilled water	-B	9	
Group 3	+D	Distilled water	+B	9	1
Group 4	+D	37% H_3PO_4	+B	9	1
Group 5	+D	EDTA	+B	9	1

An access opening and root-canal preparation were performed in all teeth. Root surface was coated with wax and nail varnish. A Cementum defect was created on the mesial, distal, buccal and lingual aspects of the root below the cemento-enamel junction in group 2-5. Smear layer was removed in group 4 and 5, using 37% H_3PO_4 and 17%EDTA, respectively. One specimen of group 3, 4, and 5 were tested by scanning electron microscope for comparing the efficiency of smear layer removal. Sodium perborate mixed with sterile water was placed into the pulp chamber (except group 2) and sealed with temporary filling in the remaining specimens. The teeth were stored in plastic tubes containing deionize water. Hydrogen peroxide penetrated through the root canal wall was measured after 1, 3, 5 and 7 days using ferro-thiocyanate method. Data was analyzed using Welch T-Test, Kruskal-Wallis analysis of variance, Dunnett's T3 and Dunn-Bonferroni test. The results indicated that smear layer removal prior



to intracoronal bleaching with 37% H_3PO_4 and 17%EDTA produced significantly higher amount of peroxide penetration through the radicular dentin when compared with the group without smear layer removal after 3, 5 and 7 days ($p<0.05$). There was no statistically difference in hydrogen peroxide penetration when smear layer was removed by using 37% H_3PO_4 or 17%EDTA at any time point ($p>0.05$). The present of cementum defects caused a significantly higher amount of radicular peroxide penetration compared with when the cementum was intact ($p<0.05$). Within limitations of this study, smear layer removal with either 37% H_3PO_4 or 17%EDTA prior to intracoronal bleaching and the present of cervical cementum defect increased the radicular peroxide penetration at day 3, 5, 7.

Keywords: Intracoronal bleaching, Peroxide, Smear layer

บทนำ

สาเหตุการเปลี่ยนสีฟันในฟันที่ตายแล้วอาจเกิดจากการตายและย่อยสลายของเนื้อเยื่อในฟัน การมีเลือดออกในโพรงเนื้อเยื่อในฟัน หรือการมีเศษเนื้อเยื่อในฟันตกค้างอยู่ภายหลังการรักษาคลองรากฟัน การฟอกสีฟันเป็นทางเลือกแรกๆในการรักษาฟันที่เปลี่ยนสี เนื่องจากเป็นวิธีการรักษาในเชิงอนุรักษ์ ทำได้ง่าย ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก และให้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ โดยฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว การฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันเป็นทางเลือกที่สามารถเก็บเนื้อฟันได้มากกว่าการทำวีเนียร์ (veneer) หรือครอบฟัน

ในการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันสิ่งที่สำคัญคือ สารฟอกสีฟันต้องสามารถซึมผ่านท่อเนื้อฟันไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับเม็ดสีที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนสี ความสามารถในการซึมผ่านท่อเนื้อฟันของสารฟอกสีฟันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสารฟอกสีฟัน ลักษณะของเนื้อเยื่อฟันและเนื้อเยื่อรอบๆฟัน ฟันที่ผิวสัมผัสระหว่างฟันและสารฟอกสีฟัน อุณหภูมิ และรวมถึงชั้นสเมียร์ เป็นต้น

โดยชั้นสเมียร์ในโพรงเนื้อเยื่อในฟันจะไปขัดขวางสารฟอกสีฟันในการซึมผ่านท่อเนื้อฟัน และอาจมีผลลดประสิทธิภาพการฟอกสีฟันได้ จึงมีการนำกรดหลายชนิดมาใช้กำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟัน เพื่อให้สารฟอกสีฟันซึมผ่านท่อเนื้อฟันได้เพิ่มขึ้นและอาจเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน ซึ่งสารที่นิยมใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์ ได้แก่ กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid, H_3PO_4) ความเข้มข้นร้อยละ 37 และกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก (Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) ความเข้มข้นร้อยละ 17¹ แต่ยังคงมีการถกเถียงกันอยู่ถึงประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์ของกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เมื่อเปรียบเทียบกับกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17

อย่างไรก็ตามมีรายงานการเกิดการละลายของรากฟันบริเวณคอฟัน (external cervical resorption) ซึ่งเป็นผลข้างเคียงจากการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกสีฟัน จากการศึกษาของ Heithersay² พบว่าฟันที่เกิดการละลายของรากฟันบริเวณคอฟันเป็นฟันที่เคยได้รับการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันถึงร้อยละ 3.9 แต่ยังไม่ทราบกลไกการละลายของรากฟันบริเวณคอฟันที่ชัดเจน แต่มีสมมติฐานว่าเกิดจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ภายในตัวฟันซึมผ่านท่อเนื้อฟันออกไปยังบริเวณคอฟันทำให้เกิดการอักเสบรอบรากฟัน มีการแทรกซึมของจุลินทรีย์และตามมาด้วยการละลายของรากฟัน จึงมีการนำโซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำกลั่นมาใช้เป็นสารฟอกสีฟันเพื่อลดผลข้างเคียงที่กล่าวมา อย่างไรก็ตามจากหลายการศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันหลังการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันด้วยโซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำกลั่น ทั้งการทดลองที่ไม่มีกรอกกำจัดชั้นสเมียร์และมีการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน ทุกการศึกษาพบการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟัน ดังนั้นจึงยังคงเป็นประเด็นที่ยังถกเถียงกันอยู่ถึงการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกสีฟัน

ปัจจุบันยังไม่มีรายงานการเปรียบเทียบการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันจากการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันด้วยโซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำกลั่น ในฟันที่ไม่มีกรอกกำจัดชั้นสเมียร์และกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟันโดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17



วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอกาฟีนระหว่างพื้นที่ไม่มีการกำจัดชั้นสเมียร์และพื้นที่กำจัดชั้นสเมียร์ก่อนทำการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน โดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17

โดยมีสมมติฐานการศึกษา ดังนี้

1. การกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือ กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 มีการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอกาฟีนไม่ต่างจากไม่มีการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน
2. การกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันด้วยกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 มีการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอกาฟีนไม่ต่างจากการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมฟัน

1.1 เตรียมฟันกรามน้อยแท้ซี่ที่ 1 และ 2 ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟัน จากผู้ป่วยอายุ 18-35 ปี ทั้งหมดจำนวน 48 ซี่ (รหัสโครงการ: EC5902-08-P-LR) โดยแช่ฟันในน้ำปราศจากไอออนทันทีหลังถอนฟันและเก็บไว้ในอุณหภูมิต้องจนถึงวันที่ทำการทดลอง

1.2 กำจัดเนื้อเยื่ออ่อนที่คลุมรอกาฟีนโดยใช้ผ้าก๊อชชุบโซเดียม ไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 เช็ดทำความสะอาด ส่วนเคลือบรอกาฟีนที่เหลือกำจัดโดยใช้เครื่องมือสำหรับเกลารากฟัน ล้างด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

1.3 นำฟันที่เตรียมไว้มาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม (OPMI Pico, Carl Zeiss, Germany) โดยมีเกณฑ์การเลือกฟัน คือ มี 1 ราก และมีการสร้างปลายรากฟันที่สมบูรณ์ มีส่วนตัวฟันสมบูรณ์ ไม่มีการเปลี่ยนสีของฟัน

1.4 ถ่ายภาพรังสีก่อนเริ่มการวิจัย เลือกฟันที่มีขนาด รูปร่างของคลองรากฟัน ความหนาของเนื้อฟันบริเวณคอฟันทั้งในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้นและแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ใกล้เดียวกัน

1.5 กำหนดจุดที่รากฟันด้านแก้ม ให้ต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรอกาฟีนด้านแก้ม 6 มิลลิเมตร ตัดรากฟันส่วนปลายออกตามจุดที่กำหนด

1.6 เปิดช่องเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในฟันและขยายคลองรากฟัน ร่วมกับล้างด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิเมตรต่อซี่

1.7 ถ่ายภาพรังสีในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้นและแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง วัดความหนาของเนื้อฟันบริเวณคอฟันจากฟิล์มโดยใช้ไม้บรรทัดเหล็กมาตรฐาน เลือกฟันที่มีความหนาของเนื้อฟันบริเวณที่รอกาฟีนและด้านลิ้นเท่ากับ 2.5 ± 0.5 มิลลิเมตร ความหนาด้านใกล้กลางและด้านไกลกลางเท่ากับ 2.0 ± 0.5 มิลลิเมตร ถ้าความหนาเกินกว่าที่กำหนดจะคัดออกจากการศึกษา

1.8 เคลือบน้ำยาทาเล็บ 2 ชั้น บริเวณผิวรากฟันทั้งหมดจากบริเวณปลายรากจนถึงเหนือรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรอกาฟีน แบ่งฟันเป็นกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม (กลุ่มที่ 1 และ 2; $n=9$) และกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม (กลุ่มที่ 3 4 และ 5; $n=10$) ดังตารางที่ 1

1.9 กรอผิวรากฟันตามที่กำหนดในแต่ละกลุ่ม โดยกรอเป็นรูปถ้วยลักษณะครึ่งทรงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ลึก 0.5 มิลลิเมตร โดยกรอในตำแหน่งบริเวณใต้รอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรอกาฟีน บริเวณกึ่งกลางด้านใกล้กลาง ด้านไกลกลาง ด้านแก้ม และด้านลิ้น โดยใช้หัวกรอกากเพชรรูปทรงกลม (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม ล้างด้วยกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ด้านละ 1 มิลลิลิตร ระยะเวลา 1 นาที ตามด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร วัดความหนาของเนื้อฟันบริเวณที่รอกาฟีนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เลือกฟันที่มีความหนาของเนื้อฟันบริเวณที่รอกาฟีนและด้านลิ้นเท่ากับ 2.0 ± 0.5 มิลลิเมตร ความหนาด้านใกล้กลางและด้านไกลกลางเท่ากับ 1.5 ± 0.5 มิลลิเมตร



1.10 ใส่ก้อนสำลีชุบน้ำกลั่นหมาด ๆ จากทางรูเปิดคลองรากฟัน ให้ฐานสำลีอยู่ใต้รอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟันด้านแก้ม 2 มิลลิเมตร ใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ ตรวจสอบและจัดระดับสำลีจากทางปลายรากฟัน โดยให้ฐานสำลีสูงกว่าปลายราก 4 มิลลิเมตร

1.11 รองฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราวเควิตอน (Cavition, GC Corporation, Japan) โดยอุดปลายรากขึ้นมาจนถึงฐานสำลีชุบน้ำกลั่น ให้ได้ความหนา 4 มิลลิเมตร เก็บฟันในขวดปิดสนิท ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 1 วัน เพื่อให้วัสดุอุดชั่วคราวเควิตอนแข็งตัวเต็มที่ ปิดพื้นผิวบริเวณปลายรากที่ถูกตัดด้วยแว็กซ์สตีก์ทั้งหมด นำสำลีออกจากทางรูเปิดคลองรากฟัน

1.12 กรอภายในโพรงเนื้อเยื่อในฟันโดยใช้หัวกรอทั้งสเตนคาร์ไบด์รูปทรงกลม (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร) บริเวณด้านใกล้กลาง ด้านไกลกลาง ด้านแก้ม และด้านลิ้น ด้านละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 3 วินาที โดยกรอเป็นแนวตรงเริ่มจากเหนือวัสดุรองฟันขึ้นมาจนถึงปากทางเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในฟัน ไม่กรอซ้ำ เพื่อทำให้เกิดลักษณะของชั้นสเมียร์เท่ากันทุกกลุ่มตัวอย่าง

1.13 นำตัวอย่างฟันในกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 มากำจัดชั้นสเมียร์ตามที่ได้แบ่งกลุ่ม (ตารางที่ 1) ดังนี้

- กลุ่มที่ 4 (n=10) กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 0.1 มิลลิลิตร โดยใช้ฟู่กันขนาดเล็ก ทั้งไว้เป็นเวลา 15 วินาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที

- กลุ่มที่ 5 (n=10) กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร รวมล้างและแห้งทิ้งไว้เป็นเวลา 60 วินาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที

2. การเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

สุ่มเลือกฟันในกลุ่มที่ 3 4 และ 5 มากลุ่มละ 1 ซี่ หลังขั้นตอนการกำจัดชั้นสเมียร์ มาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อดูลักษณะและสภาพพื้นผิวของผนังคลองรากฟันที่ไม่มีการกำจัดชั้นสเมียร์ และมีการกำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ก่อนฟอกสีฟัน

3. การทดสอบการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์ผ่านรากฟันหลังการฟอกสีฟัน

3.1 ยึดฟันที่เหลือกับหลอดทดลองพลาสติกขนาด 2 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปราศจากไอออน 2 มิลลิลิตร ให้ฟันอยู่บริเวณจุดศูนย์กลางปากหลอดทดลองพลาสติกและให้ระดับรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันทุกด้านอยู่ใต้ผิวน้ำปราศจากไอออน (ภาพที่ 1)

3.2 ใส่สารฟอกสีฟันตามที่กำหนดในแต่ละกลุ่ม

- กลุ่มที่ 1 3 4 และ 5 ใช้โซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำกลั่นเป็นสารฟอกสีฟัน ในอัตรา 2 กรัมต่อ 1 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องนำอะมัลกัม โดยใส่สารฟอกสีฟันที่ผสมแล้วประมาณ 21.8 มิลลิกรัมต่อซี่

- กลุ่มที่ 2 ใส่ น้ำกลั่น 50 ไมโครลิตรต่อซี่ โดยใช้ไมโครปิเพตต์

3.3 หลังจากนั้นใส่สำลีชุบน้ำกลั่น 10 ไมโครลิตร วางบนสารฟอกสีฟันก่อนปิดทางเปิดเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราวเควิตอน 70 มิลลิกรัม ให้มีความหนาประมาณ 4 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่องนำอะมัลกัม เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.7 มิลลิเมตร ลึก 6 มิลลิเมตร วางสำลีชุบน้ำกลั่น 10 ไมโครลิตร บนวัสดุอุดชั่วคราวเควิตอนรอนแข็งตัวเต็มที่ จากนั้นเก็บในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100

3.4 เมื่อครบกำหนด 1 3 5 และ 7 วัน ย้ายซี่ฟันไปยังหลอดทดลองใหม่ ตามวิธีการที่กล่าวไว้ในข้อ 3.1 แล้วนำน้ำในหลอดทดลอง

เดิมไปวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์โดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Multiskan GO, Thermo Fisher Scientific, Finland)



4. การวิเคราะห์ปริมาณเปอร์ออกไซด์โดยวิธีเฟอร์รัสไฮโอไซยานเนต

4.1. นำสารละลายจากหลอดทดลองพลาสติกที่ครบกำหนดเวลา 1 มิลลิลิตรผสมกับ 0.2 มิลลิลิตรของ 10 มิลลิโมลาร์ เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต และ 0.1 มิลลิลิตร ของ 2.5 โมลาร์ โพแทสเซียม ไฮโอไซยานเนต ปั่นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer เป็นเวลา 10 วินาที สารละลายที่มีเปอร์ออกไซด์จะเกิดเป็นสารสีแดงของสารประกอบเชิงซ้อนเฟอร์รัสไฮโอไซยานเนต

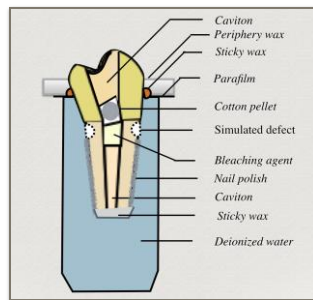
4.2 นำสารตัวอย่างที่ได้ 200 ไมโครลิตร ใส่ในไมโครเวลเพลท 96 หลุม ตัวอย่างละ 3 หลุม วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 480 นาโนเมตรที่อุณหภูมิห้อง วัดซ้ำ 2 ครั้ง นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยและปริมาณของเปอร์ออกไซด์ โดยเทียบกับโค้งมาตรฐานของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นต่าง ๆ

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทดสอบการกระจายของข้อมูลและการกระจายความแปรปรวน หากข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบปกติ มีความแปรปรวนแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม ใช้สถิติทดสอบ Welch T-Test วิเคราะห์ความแตกต่างและใช้สถิติทดสอบ Dunnett's T3 เปรียบเทียบความแตกต่างแบบจับคู่ หากข้อมูลมีการกระจายไม่เป็นปกติใช้สถิติ Kruskal-Wallis test วิเคราะห์ความแตกต่างและใช้สถิติทดสอบ Dunn-Bonferroni test เปรียบเทียบความแตกต่างแบบจับคู่ วิเคราะห์ทางสถิติที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการใช้ SPSS software version 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL)

ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การกรอผิว รากฟัน (Defect)	การกำจัดชั้นเสมียร์ก่อนฟอกสีฟัน (Smear layer management)	ฟอกสีฟัน (Bleaching)	จำนวนฟัน ทดสอบเปอร์ ออกไซด์	จำนวนฟัน ทดสอบ SEM
	-D/+D	Distilled water (DW)/ H ₃ PO ₄ /EDTA	-B/+B		
กลุ่มที่ 1	-D	DW	+B	9	
กลุ่มที่ 2	+D	DW	-B	9	
กลุ่มที่ 3	+D	DW	+B	9	1
กลุ่มที่ 4	+D	37% H ₃ PO ₄	+B	9	1
กลุ่มที่ 5	+D	17% EDTA	+B	9	1



ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองตัวอย่างฟัน

ผลการศึกษา

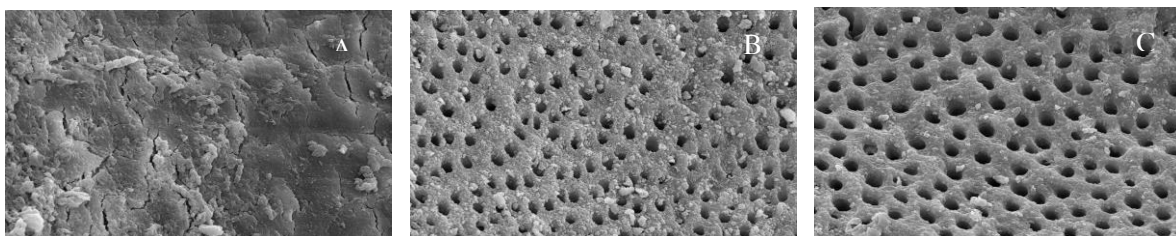
1. ผลการศึกษาลักษณะพื้นผิวของผนังคลองรากฟันภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (กำลังขยาย X2,000)

จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ภาพที่ 2A-C) พบกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์ มีลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระ มีชั้นสเมียร์กระจายทั่วไปปกคลุมรูเปิดท่อเนื้อฟันทั้งหมด ไม่พบลักษณะรูเปิดท่อเนื้อฟัน กลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นระยะเวลา 15 วินาที พบรูเปิดท่อเนื้อฟันแต่ยังคงพบชั้นสเมียร์ลักษณะเป็นสะเก็ดแผ่นกระจายอยู่ทั่วไป ในกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 เป็นระยะเวลา 1 นาที พบลักษณะพื้นผิวสะอาดเรียบ ท่อเนื้อฟันถูกเปิดออก พบชั้นสเมียร์ลักษณะเป็นสะเก็ดแผ่นขนาดเล็กกระจายอยู่เล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 กลุ่มจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า กลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 เป็นระยะเวลา 1 นาที มีประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์และทำความสะอาดผนังคลองรากฟันสูงกว่ากลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นระยะเวลา 15 วินาที

ภาพที่ 2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (กำลังขยาย X2,000)

- ลักษณะผนังคลองรากฟันในกลุ่มทดลองที่ไม่มีการกำจัดชั้นสเมียร์
- ลักษณะคลองรากฟันในกลุ่มที่มีการกำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นระยะเวลา 15 วินาที
- ลักษณะคลองรากฟันในกลุ่มที่มีการกำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ระยะเวลา 1 นาที



2. ผลการศึกษาการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์ผ่านรากฟันหลังการฟอกสีฟัน (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 3)

2.1 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 1 ของทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า ข้อมูลมีการ

แจกแจงแบบไม่ปกติ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าไม่ต่างกัน ($p>0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และ 2 ($p<0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ 3 ($p>0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p=1.00$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 3

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 3 ของทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ($p<0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน ($p=0.12$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ 3 แตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และ 2 ($p<0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p=0.06$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



2.3 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 5

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 5 ของทั้ง 5 กลุ่ม พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ($p < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน ($p = 0.48$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ 3 แตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และ 2 ($p < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p = 0.57$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 7

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันในวันที่ 7 ของทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพบว่า กลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ($p < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน ($p = 0.57$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ 3 แตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และ 2 ($p < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p = 1.00$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลรวมปริมาณเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันหลังการฟอกสีฟัน 1 3 5 และ 7 วัน

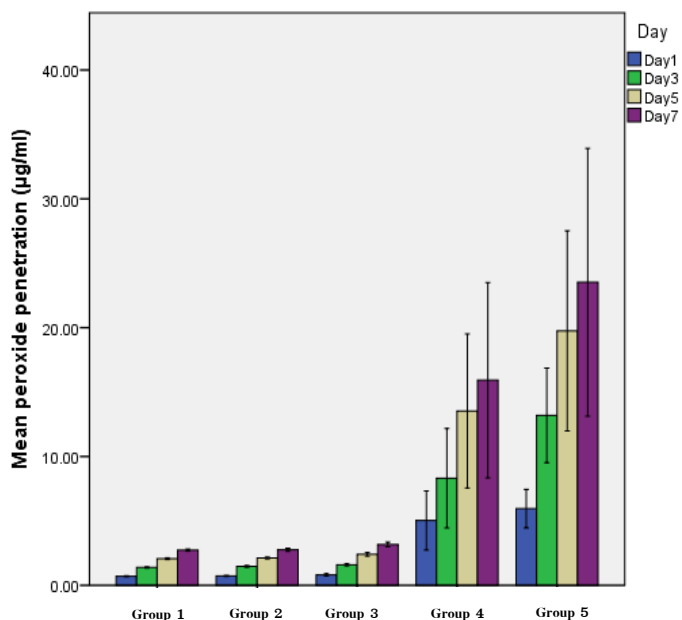
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (พิสัย) ($\mu\text{g/ml}$)					
วันที่	กลุ่มที่ 1 (-D/DW/+B)	กลุ่มที่ 2 (+D/DW/-B)	กลุ่มที่ 3 (+D/DW/+B)	กลุ่มที่ 4 (+D/H ₃ PO ₄ /+B)	กลุ่มที่ 5 (+D/EDTA/+B)
1	0.70±0.04 ^a (0.67-0.73)	0.72±0.04 ^a (0.69-0.75)	0.81±0.09 ^{ab} (0.74-0.88)	5.03±2.29 ^b (3.26-6.79)	5.95±1.49 ^b (4.79-7.10)
3	1.38±0.05 ^a (1.34-1.42)	1.47±0.06 ^a (1.42-1.52)	1.59±0.07 ^b (1.53-1.65)	8.31±3.86 ^c (5.34-11.27)	13.19±3.66 ^c (10.37-16.01)
5	2.06±0.06 ^a (2.01-2.11)	2.12±0.06 ^a (2.07-2.16)	2.40±0.13 ^b (2.30-2.50)	13.53±5.98 ^c (8.93-18.13)	19.75±7.76 ^c (13.78-25.72)
7	2.73±0.07 ^a (2.67-2.79)	2.75±0.12 ^a (2.66-2.85)	3.17±0.18 ^b (3.02-3.31)	15.92±7.57 ^c (10.09-21.74)	23.52±10.39 ^c (15.52-31.51)

หมายเหตุ สัญลักษณ์ a, b, c หมายถึงมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลรวมปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันภายในตัวฟันที่ 1 3 5 และ 7 วัน จากกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

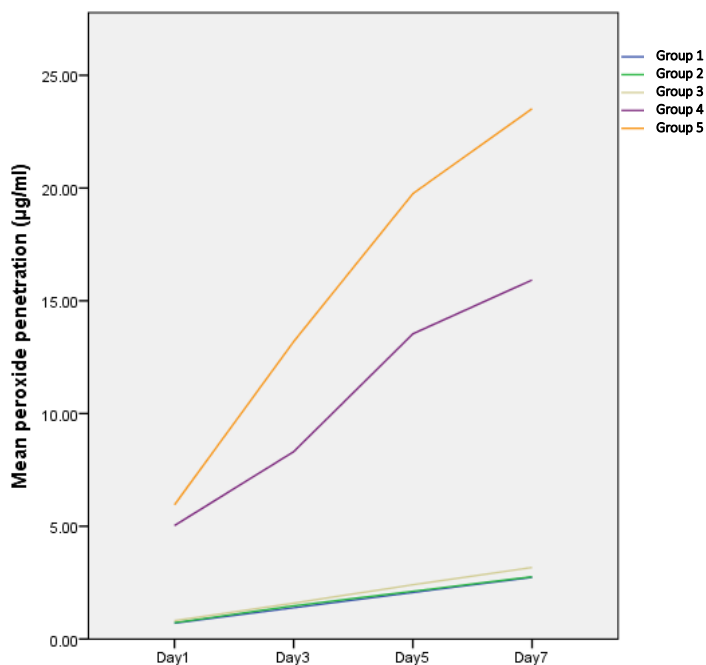
ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ยังพบรูปแบบการปลดปล่อยปริมาณเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันหลังฟอกสีฟันที่ 1 3 5 และ 7 วัน (ภาพที่ 3 และ 4) พบกลุ่มที่ 5 มีปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านรากฟันค่อนข้างจะคงที่ในทุกช่วงเวลาจนถึงวันที่ 5 และลดลงเล็กน้อยจนถึงวันที่ 7 กลุ่มที่ 4 มีปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านรากฟันสูงสุดใน 24 ชั่วโมงแรก หลังจาก 24 ชั่วโมงจะมีปริมาณลดลงและขึ้นเล็กน้อยในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 5 และลดลงอีกครั้งจนถึงวันที่ 7 แต่ปริมาณน้อยกว่ากลุ่มที่ 5 ในทุกช่วงเวลา กลุ่มที่ 3 มีการปลดปล่อยเปอร์ออกไซด์ผ่านรากฟันในปริมาณที่น้อยและค่อนข้างคงที่ใกล้เคียงกลุ่มควบคุมใน 24 ชั่วโมงแรก แต่หลังจากนั้นจะมีการปลดปล่อยเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ปริมาณน้อยกว่ากลุ่มที่ 4 และ 5 ในทุกช่วงเวลา ในขณะที่กลุ่มควบคุมทั้งสองกลุ่มพบปริมาณเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันในปริมาณที่น้อยมากและไม่แตกต่างกันในทุก ๆ ช่วงเวลา



ภาพที่ 3 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยผลรวมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลรวมปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันที่ 1 3 5 และ 7 วัน จากทั้ง 5 กลุ่ม



ภาพที่ 4 กราฟเส้นตรงแสดงค่าเฉลี่ยผลรวมผลรวมปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยผ่านรากฟันหลังฟอกสีฟันที่ 1 3 5 และ 7 วัน จากทั้ง 5 กลุ่ม



อภิปรายผลการศึกษา

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าการใช้กรดเอทิลลิโนไธเอมีนเตรอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 เป็นเวลา 1 นาที มีประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์สูงกว่าการใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bagmar และคณะ³ ที่พบว่ากรดเอทิลลิโนไธเอมีนเตรอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 มีความสามารถในการกำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟันได้มากกว่ากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และจากการศึกษาของ Calit⁴ และ Mello⁵ รายงานว่าการใช้กรดเอทิลลิโนไธเอมีนเตรอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 เป็นเวลา 1 นาที ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เป็นระยะเวลาและปริมาตรที่เหมาะสมที่ใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์และไม่กำจัดชั้นสเมียร์ พบว่ากลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์มีปริมาณเปอร์ออกไซด์ซึมผ่านรอบรากฟันมากกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์ ในวันที่ 3 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จากการใช้กรดเอทิลลิโนไธเอมีนเตรอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ในปริมาณและระยะเวลาที่เหมาะสม⁵ สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ออกได้เกือบทั้งหมด ส่วนในกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์โดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นระยะเวลา 15 วินาที แม้ผลจากการศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดยังคงพบชั้นสเมียร์ลักษณะเป็นสะเก็ดแผ่นกระจายอยู่ทั่วไปตามผนังคลองรากฟัน แต่พบในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์ ซึ่งจากประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์ที่สูงของสารทั้งสองชนิด มีผลเพิ่มการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟัน อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างในวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากโซเดียมเปอร์บอเรตจะมีการปลดปล่อยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากที่สุดที่ 27 ชั่วโมง จึงอาจทำให้ใน 24 ชั่วโมงแรกที่ทำกรวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ แม้ออกซิเจนที่กำจัดชั้นสเมียร์จะมีการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์ปริมาณมาก แต่อาจยังไม่เพียงพอให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน จึงทำให้ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มที่กำจัดและไม่กำจัดชั้นสเมียร์ในวันที่ 1 อย่างไรก็ตามปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านรากฟันที่วัดได้จากกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์มีแนวโน้มที่สูงกว่า รวมทั้งพบความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และกรดเอทิลลิโนไธเอมีนเตรอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 จากผลการทดลองไม่พบความแตกต่างของปริมาณเปอร์ออกไซด์ซึมผ่านรอบรากฟันในทุกช่วงเวลา อาจเนื่องจากการกระจายข้อมูลในแต่ละกลุ่มค่อนข้างกว้าง เพราะปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อนของสารฟอกสีฟันที่อาจจะควบคุม แม้จะมีการควบคุมการทดลองในห้องปฏิบัติการแล้วก็ตาม และจากการศึกษาของ Kawamoto และคณะ⁶ พบว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากสารฟอกสีฟันสามารถกำจัดชั้น สเมียร์และสามารถเพิ่มขนาดของท่อเนื้อฟันได้ เมื่อใช้เวลาในการฟอกสีฟันที่นานขึ้น ทำให้มีผลเพิ่มปริมาณเปอร์ออกไซด์ซึมผ่านรากฟัน ดังนั้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากสารฟอกสีฟันอาจมีผลกำจัดชั้นสเมียร์ที่หลงเหลืออยู่บ้างเล็กน้อยของกลุ่มที่ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และเพิ่มการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟัน ทำให้ไม่พบความแตกต่างจากกลุ่มที่ใช้กรดเอทิลลิโนไธเอมีนเตรอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 อย่างไรก็ตามกลุ่มที่ใช้กรดเอทิลลิโนไธเอมีนเตรอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ในการกำจัดชั้นสเมียร์มีแนวโน้มการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันที่สูงกว่ากลุ่มที่ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มทดลองที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์แต่มีการกรอรากฟันและกลุ่มควบคุมที่ไม่กรอรากฟันพบว่ากลุ่มที่กรอรากฟันจะมีปริมาณเปอร์ออกไซด์ซึมผ่านรากฟันสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่มีการกรอรากฟันในวันที่ 3 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่รายงานว่าความผิดปกติของเคลือบรากฟันมีผลเพิ่มการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันโดยเฉพาะความผิดปกติของเคลือบรากฟันบริเวณคอฟัน⁷

สำหรับกลุ่มควบคุมทั้งสองกลุ่มที่พบปริมาณเปอร์ออกไซด์รอบรากฟัน สามารถอธิบายจากการศึกษาของ Lee⁸ ที่รายงานว่าสามารถพบไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ตามธรรมชาติและเป็นไปได้ยากที่จะกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในอากาศตามธรรมชาติออกไปได้หมดในระหว่างการทดลอง ตราบใดที่ยังมีไฮโดรเจนและออกซิเจนอยู่ในอากาศ อย่างไรก็ตาม



ตามในกลุ่มควบคุมทั้งสองกลุ่มพบปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันที่น้อยมากและมีปริมาณไม่แตกต่างกันในทุกช่วงเวลา

จุดอ่อน จุดแข็ง และแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพของการวิจัย เนื่องจากการศึกษานี้ใช้ฟันกรามน้อยที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟัน ซึ่งมีการควบคุมลักษณะของฟันที่นำมาทำการศึกษา รวมทั้งมีการตรวจสอบความหนาของเนื้อฟันในแต่ละกลุ่มให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกันทั้ง 4 ด้าน โดยทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรมร่วมกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวัดความหนาของเนื้อฟันทั้ง 4 ด้าน แต่อย่างไรก็ตามในทางคลินิก ฟันหน้าโดยเฉพาะฟันหน้าบนเป็นฟันที่นิยมทำการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันหลังได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว ซึ่งลักษณะรูปร่างฟันของฟันหน้าบนแตกต่างจากฟันกรามน้อยที่ใช้ในการทดสอบ โดยปกติฟันหน้าบนจะมีความหนาบริเวณคอฟันทั้ง 4 ด้านมากกว่าฟันกรามน้อย ซึ่งความหนาของเนื้อฟันที่มากกว่าในฟันหน้าบนอาจมีผลลดปริมาณการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันได้ รวมทั้งการศึกษานี้ไม่มีการย้อมสีฟันก่อนทดลอง เนื่องจากการย้อมสีฟันก่อนการทดลองจะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากสารฟอกสีฟันเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระไปทำปฏิกิริยากับเลือดภายในท่อนเนื้อฟันในฟันที่ถูกย้อมสี ทำให้ลดการซึมผ่านของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในระหว่างฟอกสีฟัน⁹ ซึ่งอาจมีผลต่อผลการทดลอง

การศึกษาใช้โซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำกลั่นเป็นสารฟอกสีฟัน ในอัตราส่วน 2 กรัม : 1 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ถูกแนะนำสำหรับใช้ฟอกสีฟันภายในตัวฟัน¹⁰ รวมทั้งใช้วัสดุอุดชั่วคราวเควิตอนในการอุดคลองรากฟันและรองฟันโพรงฟันก่อนฟอกสีฟันภายในตัวฟันแทนการใช้กาสไอโอโนเมอร์¹¹ เนื่องจากการศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่า เควิตอนที่ความหนา 4 มิลลิเมตรสามารถป้องกันการรั่วซึมระดับจุลภาคได้นานถึง 6 สัปดาห์¹² อย่างไรก็ตามมีการควบคุมการทดลองโดยการเคลือบรากฟันด้วยน้ำยาทาเล็บ และกรอผิวรากฟันเป็นรูปครึ่งวงกลมเพื่อควบคุมบริเวณที่สารฟอกสีฟันสามารถซึมผ่านออกมา ร่วมกับการใช้น้ำปราศจากไอออนเป็นสารละลายรอบรากฟันเพื่อลดปริมาณ อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นองค์ประกอบในน้ำที่อาจมีผลต่อการทดลอง

การศึกษาใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณเปอร์ออกไซด์จากการวัดด้วยวิธีเฟอร์รัสไฮโอไซยานเนต เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย แม่นยำ และมีหลายการศึกษาที่ใช้หาปริมาณของเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านออกนอกกรากหลังฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน^{13, 14}

ข้อมูลทางสถิติของการศึกษาในงานวิจัยนี้มีการกระจายข้อมูลในแต่ละกลุ่มค่อนข้างกว้าง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อนของสารฟอกสีฟันที่ยากจะควบคุม ถึงแม้ว่าจะมีการควบคุมการทดลองในห้องปฏิบัติการแล้วก็ตาม เช่น มีการคัดเลือกชนิดและขนาดของซี่ฟันที่ใช้ในการทดลองให้มีขนาดความหนาของเนื้อฟันใกล้เคียงกัน การควบคุมปริมาณสารฟอกสีฟันที่ใช้ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระหว่างทดลองให้มีความคงที่ตลอดการทดลอง เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยังคงมีค่าที่สูงอยู่ ซึ่งอาจต้องทำการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อลดการกระจายของข้อมูล

สรุปผลการศึกษา

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. กลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ระยะเวลา 1 นาที และกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ระยะเวลา 15 วินาที ก่อนฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน มีปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านรากฟันสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์
2. กลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ระยะเวลา 1 นาที ก่อนฟอกสีฟันมีปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านรอบรากฟันไม่ต่างจากกลุ่มที่ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ระยะเวลา 15 วินาที แต่มีแนวโน้มการซึมผ่านของเปอร์ออกไซด์รอบรากฟันมากกว่าในกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดเอทิลลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 ระยะเวลา 1 นาที
3. กลุ่มที่มีความผิดปกติของเคลือบรากฟันมีปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่ซึมผ่านรากฟันสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มที่เคลือบรากฟันปกติ



เอกสารอ้างอิง

1. Pashley D, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* 1981; 46(5): 531-7.
2. Heithersay GS. Invasive cervical resorption following trauma. *Aust Endod J* 1999; 25(2): 79-85.
3. Bagmar S, Jadhav S, Hegde V. A comparative evaluation of the efficiency of different acids for removal of smear layer after cavity preparation. An in vitro study *J Cancer Res Clin Oncol* 2013; 1(1): 5-12.
4. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002; 28(1): 17-9.
5. Mello I, Robazza CR, Antoniazzi JH, Coil J. Influence of different volumes of EDTA for final rinse on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 106(5): e40-3.
6. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod* 2004; 30(1): 45-50.
7. Sharma D, Sharma S, Natu SM, Chandra S. An in vitro evaluation of radicular penetration of hydrogen peroxide from bleaching agents during intra-coronal tooth bleaching with an insight of biologic response. *J Clin Pediatr Dent* 2011; 35(3): 289-94.
8. Lee GP, Lee MY, Lum SO, Poh RS, Lim KC. Extraradicular diffusion of hydrogen peroxide and pH changes associated with intracoronal bleaching of discoloured teeth using different bleaching agents. *Int Endod J* 2004; 37(7): 500-6.
9. Weiger R, Kuhn A, Lost C. Radicular penetration of hydrogen peroxide during intra-coronal bleaching with various forms of sodium perborate. *Int Endod J* 1994; 27(6): 313-7.
10. Weiger R, Kuhn A, Lost C. Effect of various types of sodium perborate on the pH of bleaching agents. *J Endod* 1993; 19(5): 239-41.
11. Rotstein I, Lehr Z, Gedalia I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. *J Endod* 1992; 18(6): 290-3.
12. Kim SY, Ahn JS, Yi YA, Lee Y, Hwang JY, Seo DG. Quantitative microleakage analysis of endodontic temporary filling materials using a glucose penetration model. *Acta Odontol Scand* 2015; 73(2): 137-43.
13. Rotstein I, Friedman S. pH variation among materials used for intracoronal bleaching. *J Endod* 1991; 17(8): 376-9.
14. Koulaouzidou E, Lambrianidis T, Beltes P, Lyroudia K, Papadopoulos C. Role of cemento-enamel junction on the radicular penetration of 30% hydrogen peroxide during intracoronal bleaching in vitro. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12(3): 146-50.