

การป้องกันการเกิดตะกอนที่เกิดจากน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเฮกซิดีน

The Prevention of Precipitation between NaOCl and CHX

ปวิพงศ์ ถนอมเพชรสง่า¹ สุภคันธ์ ทิศาวิรัตน์² และวิชา อัสวรฤทธิ์

¹คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ²ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดตะกอนระหว่าง น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ กับ น้ำยาคลอเฮกซิดีน เมื่อใช้น้ำยาชนิดอื่นล้างคั่นกลางโดยใช้ฟีนกรามน้อยรากเดี่ยวของมนุษย์ที่ถอนจากการจัดฟัน จำนวน 45 ซี่ตัดส่วนของตัวฟันออกจากรากฟันวัดความยาวรากฟันและขยายคลองรากฟันด้วยนิกเกิลไททาเนียม ไฟล์ชนิดหมุนด้วยเครื่อง จากนั้นแบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่มๆ โดยกลุ่มที่ 1 (ควบคุมบวก จำนวน 5 ซี่) ล้างด้วย น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ แล้วล้างตามด้วย น้ำยาคลอเฮกซิดีน, กลุ่มที่ 2 (ควบคุมลบ จำนวน 10 ซี่) ล้างด้วยน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว, กลุ่มที่ 3 และ 4 (กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 15 ซี่) ใช้ น้ำยา EDTA หรือ น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ล้างคั่นกลางระหว่าง น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ กับ น้ำยาคลอเฮกซิดีน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มที่ใช้ยาต่างชนิดกันมาล้างคั่นกลางพบว่าปริมาณสิ่งตกค้างในคลองรากฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ทั้งสองกลุ่มนั้นมีปริมาณสิ่งตกค้างในคลองรากฟันมากกว่ากลุ่ม negative control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นการล้างคั่นกลางด้วยน้ำยาทั้งสองชนิด ไม่สามารถลดการเกิดตะกอนระหว่าง น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ กับ น้ำยาคลอเฮกซิดีน ได้

คำสำคัญ : น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ น้ำยาคลอเฮกซิดีน ตะกอน

Abstract

The study dealt with the effectiveness of hydrogen peroxide or EDTA used as the irrigants on prevention of interaction between NaOCl and CHX on root canal dentine through the scanning electron microscope (SEM) and an Image Processing system (Image Pro Plus). Forty-five extracted premolar single-rooted human teeth were instrumented and randomly divided in 4 groups; irrigated as follow: 2.5% NaOCl and a final flush with 2% CHX were used for group 1 (positive control); group 2 (negative control) specimens were irrigated using sterile distilled water only, group 3 and 4 (experimental groups) specimens were irrigated with the same combination in group 1,

but using 17% EDTA or 3% hydrogen peroxide as the irrigant between 2.5% NaOCl and 2% CHX; respectively. Root canal surfaces were analyzed with the ESEM. The amount of remaining debris was determined. There was more remaining debris in the experimental groups than the negative control group ($p < 0.05$), but no significant difference between experimental groups. From this experiment, it could be concluded that using of 17% EDTA and 3% hydrogen peroxide for root canal irrigation could not prevent the precipitation from interaction between NaOCl and CHX.

Keywords : NaOCl, Chlorhexidine, Interaction

1. บทนำ

จุดมุ่งหมายในการรักษาคคลองรากฟันคือการป้องกันหรือรักษาการอักเสบของเนื้อเยื่อปลายราก ฟัน (apical periodontitis) เพื่อป้องกันและกำจัด การติดเชื้อจุลชีพในคลองรากฟัน (Orstavik and Pitt Ford, 1999) เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าขั้นตอน การขยายคลองรากฟันร่วมกับการใช้น้ำยาล้างคลองราก ฟันนั้นเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การรักษาคคลองรากฟันประ สบความสำเร็จ โดยน้ำยาที่นำมาใช้ล้างคลองรากฟันจะ ช่วยในการกำจัดเศษเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันหรือเนื้อ ฟันที่ติดเชื้อออกจากคลองรากและยังช่วยในการหล่อ ลื่นเครื่องมือในขณะที่ทำการเตรียมคลองรากฟันอีกด้วย (Walton and Torabinejad, 2002) การใช้สาร ที่ไม่มีฤทธิ์ในการกำจัดเชื้อ เช่น น้ำกลั่นร่วมกับการ ขยายคลองรากฟันนั้นพบว่าไม่สามารถกำจัดเชื้อใน คลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประมาณ 75% ของรากฟันที่ได้ทำความสะอาดแล้ว แต่ที่จริงนั้น ยังมีเชื้อหลงเหลืออยู่ (Ingle and Zeldow, 1958) การศึกษาต่อมาจึงมีการนำน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ซึ่งมีสมบัติด้านเชื่อมมาช่วยร่วมกับการขยายคลองรากฟัน โดยพบว่าสามารถกำจัดเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก กว่า (Byström and Sundqvist, 1983, 1985)

น้ำยาที่นำมาใช้ในการรักษาคคลองรากฟันที่ดี ควรมีสมบัติดังต่อไปนี้คือ ความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ ของร่างกายและความสามารถในการละลายเนื้อเยื่อในที่ ตายได้มาเชื้อโรค หล่อลื่นเครื่องมือระหว่างการขยาย คลองราก สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) ได้และราคาถูก แต่ในปัจจุบันยังไม่มีน้ำยาล้าง คลองรากฟันชนิดใดที่มีสมบัติครบถ้วนตามที่ได้กล่าว มา (Harrison, 1984)

น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (Sodium hypochlorite, NaOCl) เป็นสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่าง มีค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) ประมาณ 11-12 (The, 1979) มีลักษณะใส ไม่มีสี หรือมีสีเหลืองอย่างฟาง มีกลิ่นฉุนเนื่องจากกลิ่นของคลอรีน ซึ่งเป็นส่วน ประกอบที่สำคัญที่ทำให้สารละลายนี้มีสมบัติฆ่าเชื้อ จุลินทรีย์ได้ (Ostek, 1988) นอกจากนี้ยังมีสมบัติ ที่สามารถละลายสารอินทรีย์ต่างๆของฟัน เช่น เนื้อเยื่อ โพรงประสาทฟันและคอลลาเจน (collagen) โดยเมื่อน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดกรด ไฮโปคลอรัส (HOCl) ซึ่งเป็นสาร ประกอบคลอรีน ไม่คงตัวที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) กับ กลุ่มซัลไฟด์ (Sulfhydryl group) ของเอนไซม์

(Enzyme) ของแบคทีเรียมีผลทำให้แบคทีเรียไม่สามารถเผาผลาญพลังงาน (metabolism) และตายไปในที่สุด (Haapasalo et al., 2005) นอกจากนี้ ปริมาณคลอรีนที่ไม่คงตัวมีความสำคัญในการทำให้เกิดการแตกตัวของโปรตีนให้กลายเป็นกลุ่มอะมิโน (amino group) มีความสำคัญในการละลายสารอินทรีย์ต่างๆ ของฟันด้วย โดยที่ความเข้มข้นต่ำ (ร้อยละ 0.5 - 1) สามารถละลายเนื้อเยื่อที่ตายได้ (necrotic tissue) และเมื่อความเข้มข้นสูง (ร้อยละ 3 และ 5) สมบัติการละลายเนื้อเยื่อจะมากขึ้น (Zehnder et al., 2002) นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยาจะมีผลทำให้สมบัติในการกำจัดเชื้อและการละลายเนื้อเยื่อดีขึ้น (Berutti and Marini, 1996)

ข้อเสียของน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์คือลดค่า microhardness ของเนื้อฟัน (Oliveira et al., 2007) และลด flexural strength ของเนื้อฟันเมื่อความเข้มข้นสูง ร้อยละ 5.25 (Sim et al., 2001) การเกินออกไปสู่เนื้อเยื่อรอบปลายรากของน้ำยาดังนี้ทำให้เกิดความเจ็บปวดแก่คนไข้ เกิดเลือดออกบริเวณเนื้อเยื่อ ปลายรากฟัน เกิดการอักเสบและบวม (Hulsman and Hahn, 2000) น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ยังมีผลต่อวัสดุบูรณะฟันชนิดสารยึดติด (resin adhesive) โดยน้ำยาดังนี้ปล่อย oxygen-free radicals ซึ่งขัดขวางต่อการยึดติดของเรซินกับเนื้อฟัน (Morris et al., 2001) นอกจากนี้ น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีความสามารถในการกำจัดชั้นสเมียร์ค่อนข้างน้อย (Yamada et al., 1983)

คลอเฮกซิดีน (Chlorhexidine, CHX) เป็นน้ำยาอีกชนิดหนึ่งที่นำมาล้างคลองรากฟันหรือผสมกับยาฆ่าเชื้อที่ใช้ในคลองรากระหว่างการรักษา (Delany et al., 1982) มีสมบัติออกฤทธิ์กว้าง ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้งชนิดแกรมบวก (gram positive) แกรมลบ (gram negative) รวมถึงเชื้อรา (Hennessey, 1973) โดยกลไก

ในการกำจัดเชื้อเกิดจากน้ำยาซึมเข้าไปในผนังเซลล์ของแบคทีเรียและทำให้เกิดการรั่วซึมขององค์ประกอบภายในเซลล์ (Davies, 1973) ในความเข้มข้นต่ำจะทำให้เกิดการรั่วของสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย โดยเฉพาะโพแทสเซียม (potassium) และฟอสฟอรัส (phosphorus) ออกจากเซลล์ของแบคทีเรีย จึงมีผลยับยั้งในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (bacteriostatic) แต่ที่ความเข้มข้นสูง มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (bactericidal) โดยทำให้เกิดการแตกตัวของไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ซึ่งอาจเป็นผลจากการเชื่อมต่อกันของพันธะโปรตีน (crosslink) ในไซโตพลาสซึม (Fardal and Turnbull, 1985)

ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของน้ำยาคลอเฮกซิดีนในคลองรากฟันนั้นพบว่าใกล้เคียงกับน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Jeansonne and White, 1994) นอกจากนี้ยังมีสมบัติ substantivity ซึ่งไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) พื้นผิวฟัน และโปรตีนในน้ำลายจะมีการดูดซึมคลอเฮกซิดีนไว้แล้วปลดปล่อยออกมาเมื่อความเข้มข้นของน้ำยาภายนอกลดลง ขบวนการนี้เกิดได้นานอย่างน้อย 72 ชั่วโมง (White et al., 1997) แต่คลอเฮกซิดีนนั้นไม่นิยมนำมาใช้เป็นน้ำยาหลักในการล้างคลองราก เนื่องจากมันไม่สามารถละลายเนื้อเยื่อตายที่หลงเหลืออยู่ได้ (Naenni et al., 2004) สำหรับประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อนั้น คลอเฮกซิดีนมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อ gram-positive มากกว่า gram-negative (Emilson, 1977) โดยเฉพาะเชื้อ *E.faecalis* ซึ่งมักพบได้บ่อยครั้งในกรณีที่ฟันที่รักษารากมาแล้วล้มเหลว (Sundqvist et al., 1998)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) ความเข้มข้นร้อยละ 3 ถูกนำมาใช้ในการรักษาคอนกรูอัม เช่น กัน (Grossman, 1966) โดยเป็นสารออกซิไดซ์ชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นสารละลายใส ไม่มีกลิ่น โดยเมื่อสัมผัสกับเนื้อเยื่อและ

เศษผง จะเกิดฟองแก๊สออกซิเจนดันเศษเนื้อเยื่อและเศษผงให้ลอยขึ้นมา (Ostek, 1988) ซึ่งสามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยกลไกการฆ่าเชือนั้นเกิดจากเมื่อไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์สัมผัสกับเนื้อเยื่อที่มีเอนไซม์ คตะเลส และ เปอร์ออกซิเดส (catalase and peroxidase) จะแตกตัวให้เกิดออกซิเจนซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย โดยจะไปรวมกับกลุ่มซัลไฮดริลของเอนไซม์ของแบคทีเรียและยับยั้งการเผาผลาญพลังงานของแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียตายไปในที่สุด (Weine, 1989)

ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์นั้นมีฤทธิ์ในการละลายเนื้อเยื่อตายได้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (Naenni et al., 2004) และ การใช้ควรระมัดระวังไม่ให้เกินออกไปนอกปลายรากฟันเนื่องจากจะทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการ ปวด บวม มีผื่นแดงหรือเกิดภาวะมีอากาศในเนื้อเยื่อ (emphysema) ได้ (Svec and Harrison, 1981)

แม้ว่าน้ำยาที่กล่าวข้างต้นนั้นมีสมบัติในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ในเนื้อฟัน แต่ก็ไม่สามารถละลายส่วนอนินทรีย์ (inorganic) และป้องกันหรือกำจัดชั้นสเมียร์ได้ (Grossman, 1966) จึงมีการแนะนำให้ใช้สารคีเลต (chelate) ได้แก่ สารละลายกรดเอทิลีน ไดอะมีน เตตราแอซิดิก หรืออีดีทีเอ (ethylene diamine tetraacetic acid, EDTA) ช่วยในการเตรียมคลองรากฟัน โดยอีดีทีเอ สามารถดึงแคลเซียมไอออน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของไฮดรอกซีอะพาไทต์ของเนื้อฟันออกมา ได้เป็นสารประกอบแคลเซียม คีเลต (calcium chelate) ทำให้เนื้อฟันอ่อนตัวลง จึงขยายคลองรากได้ง่ายขึ้น (Morris et al., 2001)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการใช้อีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ทำให้ผนังคลองรากฟันสะอาด

โดยพบว่าการล้างด้วยอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 นาน 1 นาทีมีประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์ออกไปได้ โดยไม่เกิดการกัดกร่อนเนื้อฟัน (Calt and Serper, 2000)

การใช้น้ำยาหลายชนิดในการรักษาคคลองรากฟันโดยมุ่งหวังให้คลองรากฟันสะอาด และกำจัดเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคที่เนื้อเยื่อปลายรากฟันนั้น อาจเกิดการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาและเกิดสารที่ไม่พึงประสงค์ได้ โดยพบว่าการใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ร่วมกับน้ำยาคลอเฮกซิดีนจะพบตะกอนสีน้ำตาลเข้ม (dark-brown) ที่เกิดจากปฏิกิริยาของน้ำยาสองตัวนี้ ซึ่งมีผลต่อการรั่วซึมของวัสดุอุดคลองรากฟันและติดเชื้อในเนื้อฟัน (Vivacqua-Gomes et al., 2002) นอกจากนี้ยังพบว่ามี พารา คลอโรนิลีน (para-chloroaniline ,PCA) เป็นส่วนประกอบของตะกอน ที่เกิดขึ้น (Basani et al., 2007) ซึ่งพีซีเอ เป็นสารพิษและก่อมะเร็ง เป็นพิษต่อเลือด โดยจะจับกับ haemoglobin และโปรตีนของตับและไต (Boehncke et al., 2003)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงข้อดีและข้อจำกัดของโซเดียมไฮโปคลอไรด์และคลอเฮกซิดีน รวมถึงข้อเสียดังกล่าวข้างต้น การนำมาใช้ร่วมกันให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดหรือในกรณีที่ต้องมีการเปลี่ยนน้ำยาที่ใช้ล้างคลองรากฟัน เช่นการเกิดรูทะลุระหว่างการรักษาคคลองรากฟัน จึงจำเป็นที่จะต้องหาน้ำยาหรือสาร ตัวอื่น ๆ มาล้างคั่นกลางระหว่างน้ำยาสองชนิดนี้เพื่อให้เกิดตะกอนน้อยที่สุดหรือไม่เกิดขึ้นเลยถึงแม้ว่าจะมีการแนะนำให้ซักคลองรากฟันให้แห้งหลังจากล้างด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ก่อนแล้วจึงล้างด้วยน้ำยาคลอเฮกซิดีน (Zehnder, 2006) แต่จากการศึกษาต่อมาพบว่าวิธีนี้ไม่สามารถลดปริมาณสิ่งตกค้างที่อยู่ในคลองรากฟันได้ (Bui et al., 2008)

2. วัตถุประสงค์

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการลดการลดตะกอนซึ่งเกิดจากการสัมผัสของน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับ คลอโรฟอร์มของน้ำยาล้างคั่นกลางสองชนิด คืออีดีทีเอ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

3. อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ฟันกรามน้อยล่างรากเดียว 45 ซี่ ซึ่งถูกถอนเนื่องจากเหตุผลในการจัดฟัน และตรวจจากภาพรังสีทั้งในแนวใกล้-ไกลกลาง (mesio-distal) และแนวแก้ม-ลิ้น (bucco-lingual) ว่ามีคลองรากเดียว มีปลายรากปิด และมีรูเปิดปลายฟันพอดีกับเคไฟล์ (K-file, Synbron Endo, CA, USA) ขนาด 15 เก็บไว้ในสารละลายไทมอล (Thymol) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ทำความสะอาดรากฟันด้านนอกด้วยเครื่องมือขูดหินปูนและกำจัดเนื้อเยื่ออ่อนที่ติดอยู่

จากนั้นตัดส่วนของตัวฟันออกจนเหลือความยาวรากที่ระดับ 14 มิลลิเมตร (millimeter) โดยใช้เครื่องมือกรอฟันชนิดเร็ว และหัวกรอกากเพชรชนิดเรียวปลายสอบ (diamond taper bur) วัดความยาวรากฟันโดยใช้เคไฟล์ขนาด 15 ผ่านตลอดคลองรากฟันจนทะลุโพรงเปิดคลองรากฟัน (apical foramen) ลดความยาวลง 1 มิลลิเมตร เป็นความยาวที่ใช้ในการทำงาน (working length) ขยายด้วยเคไฟล์ขนาด 15 จนเครื่องมือดังกล่าวผ่านได้สะดวก

จากนั้นขยายคลองรากฟันโดยใช้เหล็กไททานิเนียมโรตารีชนิดหมุนด้วยเครื่อง (rotary nickel titanium file, K3® SybronEndo, CA, USA) ด้วยเทคนิคคราวน์ดาวน์ (crown down technique) โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าความเร็ว 350 รอบต่อนาที (rpm) ขยายคลองรากฟันจนสิ้นสุดที่ขนาด 40 ความสะอาด ร้อยละ 6 และใช้สารหล่อลื่น อาร์ซีเพรป (RC prep®, Stone

Pharmaceutical, PA, USA) ระหว่างขยายในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนขนาดเครื่องมือจะล้างคลองรากด้วยน้ำยาไฮโดรเจนไฮโปคลอไรต์ (คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ครั้งละ 2 มิลลิลิตร (millilitre) โดยสอดเข็มขนาด (gauge) 27 ห่างจากความยาวรากที่ได้วัดไว้ประมาณ 1 มิลลิเมตร หลังการขยายคลองรากด้วย เคไฟล์ขนาดสุดท้ายแล้วสอดเคไฟล์ขนาด 15 ให้ผ่านปลาย รากออกไป 1 มิลลิเมตรเพื่อกำจัดเศษเนื้อฟันอุดตัน แล้วจึงล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาอีดีทีเอ (คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที (Calt and Serper, 2002) และตามด้วย น้ำยาไฮโดรเจนไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 จำนวน 2 มิลลิลิตร เพื่อกำจัด dentin debris และชั้นสเมียร์ที่เกิดจากการขยาย คลองรากฟัน แล้วซับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับคลองราก (คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย)

ทำการสุ่มฟันเพื่อแบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่ม positive control (5 ซี่) , negative control (10 ซี่) และกลุ่มทดลองกลุ่มละ 15 ซี่

การทดลองกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ไม่ใช้น้ำยาชนิดอื่น เป็นตัวคั่นกลาง (positive control group)

ล้างด้วยน้ำยาไฮโดรเจนไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร แล้วล้างตามด้วยน้ำยาคลอโรฟอร์ม (คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , กรุงเทพฯ , ประเทศไทย) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษซับคลองราก

การทดลองกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (negative control)

ล้างด้วยน้ำกลั่น (คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) ปริมาณ 5 มิลลิตร จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษซับคลองราก

การทดลองกลุ่มที่ 3 ใช้น้ำยาอีทีเอล้างคั่นกลางระหว่างน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์กับคลอ-เฮกซิดีน

ล้างด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิตร ดูดน้ำยาส่วนเกินออกด้วย plastic syringe 5 ml. เติม G. 27 (NIPRO(Thailand), พระนครศรีอยุธยา, ประเทศไทย) แล้วล้างตามด้วยน้ำยา EDTA ความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิตร ดูดน้ำยาส่วนเกินออกด้วยวิธีเดียวกัน จากนั้นล้างด้วยน้ำยาคลอเฮกซิดีน ความเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาณ 5 มิลลิตร ดูดน้ำยาส่วนเกินออก ซับให้แห้งด้วยกระดาษซับคลองราก

การทดลองกลุ่มที่ 4 ใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ล้างคั่นกลางระหว่างน้ำยา โซเดียมไฮโปคลอไรด์กับคลอเฮกซิดีน

ทำวิธีเดียวกันกับการทดลองกลุ่มที่ 3 แต่ใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (องค์การเภสัชกรรม, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) โดยเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นตัวล้างคั่นกลางแทน น้ำยา EDTA

หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาอุดปิดทางเข้าสู่คลองรากด้านบนด้วยเลวิท (Cavit®, 3MESPE GmbH, Seefeld, Germany) ให้มีความหนาอย่างน้อย 4 มิลลิเมตร

นำฟันมาบากร่องที่ด้านใกล้และไกลกลางด้วยแผ่นตัดชนิดกากเพชร (diamond disc , Intensiv , Swiss dental diamond , Switzerland) โดยระวังไม่ให้ทะลุถึงในคลองรากแล้วจึงผ่าแบ่งครึ่งตามแนวยาวด้วยมีดตัด (cutter) เลือกหนึ่งซี่มาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ชนิดสามกระบอกตาพร้อมไฟส่องบนจอภาพและสเกลบอกขนาด (Nikon ECLIPSE E400

PDL, Japan) เพื่อดูลักษณะของตะกอนที่เกิดขึ้นและอีกซี่หนึ่งนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscopy : SEM, JOEL Ltd., Tokyo, Japan) เพื่อดูความสะอาดของพื้นผิวหลังจากทำให้เกิดตะกอนบนพื้นผิวคลองรากที่ระดับต่างๆ กันของคลองรากฟัน

นำตัวอย่างฟันทั้งหมดแช่ในน้ำยาฟอร์มาลิน (Formalin) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงจากนั้นนำไปทำ serial dehydrated ด้วยแอลกอฮอล์ (ethanol solution ความเข้มข้นร้อยละ 70, 80, 90 และ 100) แล้วจึงนำฟันมาเคลือบด้วยทอง (gold coat SP, Struture Prope, West Chester, USA) เพื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แบ่งคลองรากฟันเป็น 3 ส่วนคือส่วนบน (coronal) ส่วนกลาง (middle) และส่วนปลาย (apical) ในแต่ละส่วนของคลองรากฟันจะศึกษาตำแหน่งกึ่งกลางของคลองรากฟันส่วนละ 2 ภาพ ด้วยกำลังขยาย 2,000 เท่า ซึ่งจะได้ภาพรวม 270 ภาพจากตัวอย่าง 45 ชิ้น

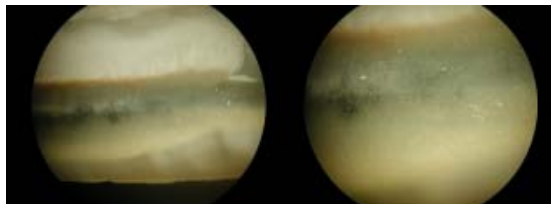
นำภาพที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่ที่มีสิ่งตกค้างหลงเหลืออยู่จากการล้างด้วยน้ำยาล้างคลองรากฟันในกลุ่มต่างๆ ด้วย ImagePro Plus (Image Processing system, Semaflow Program, USA)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทำโดยนำพื้นที่ที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละส่วนของรากฟันของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำมาทดสอบการกระจายของข้อมูล พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติจึงใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไร้พารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

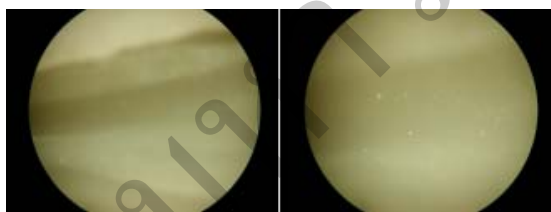
4. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ชนิดสามกระบอกตาของทั้งสี่กลุ่มที่กำลังขยาย 80 และ 100 เท่า พบว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้น้ำยาชนิดอื่นล้างคั่นกลาง

(positive control) จะพบตะกอนสีส้มแดงที่เกิดจากปฏิกิริยาของน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเฮกซิดีนกระจายอยู่ทั่วคลองรากฟันอย่างชัดเจน และเนื้อฟันโดยรอบจะติดสีส้ม (รูปภาพที่ 1) ส่วนในกลุ่มทดลองที่ใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดต่างๆ ล้างกันจะไม่พบลักษณะของตะกอนดังกล่าว หรืออาจแยกได้ยากจากสีของเนื้อฟันจากกล้องจุลทรรศน์ (รูปภาพที่ 2)



รูปภาพที่ 1 แสดงลักษณะของตะกอนสีส้มแดงที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเฮกซิดีนเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ชนิดสามกระบอกตา ที่กำลังขยาย 80 และ 100 เท่าตามลำดับ



รูปภาพที่ 2 แสดงลักษณะของผิวเนื้อฟันในคลองรากฟันในกลุ่มทดลอง ที่ใช้น้ำยาล้างที่เป็นตัวกลางเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ชนิดสามกระบอกตาที่กำลังขยาย 80 และ 100 เท่าตามลำดับ

เมื่อคำนวณปริมาณสิ่งตกค้างที่เหลืออยู่ภายในคลองรากฟันจากภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อเลกตรอนชนิดส่องกราด พบว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้น้ำยาชนิดอื่น

เป็นตัวกลาง (positive control) มีปริมาณสิ่งตกค้างในคลองรากฟันทั้งสามบริเวณมากกว่ากลุ่มที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (negative control) (ตารางที่ 1) ส่วนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มที่ใช้น้ำยาต่างชนิดกันมาล้างตัวกลางระหว่างน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์และน้ำยาคลอเฮกซิดีน พบว่าปริมาณสิ่งตกค้างในคลองรากฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ทั้งสองกลุ่มนั้นมีปริมาณสิ่งตกค้างในคลองรากฟันมากกว่ากลุ่ม negative control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสิ่งตกค้างในแต่ละระดับของกลุ่มควบคุมลบ (negative control) และกลุ่มทดลองพบว่าที่ระดับส่วนบน (coronal), ส่วนกลาง (middle) และส่วนปลาย (apical) ของคลองรากฟัน กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีปริมาณสิ่งตกค้างมากกว่ากลุ่มควบคุมลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสิ่งตกค้างที่เหลืออยู่ภายในคลองรากฟัน (ร้อยละ) ในกลุ่มควบคุม

ตำแหน่งในคลองรากฟัน	mean $\pm$ SD	
	Positive control	Negative control
coronal third	37.51 $\pm$ 15.97	0.24 $\pm$ 0.14
middle third	46.77 $\pm$ 13.95	0.31 $\pm$ 0.24
apical third	64.26 $\pm$ 19.66	0.64 $\pm$ 0.42

SD, standard deviation

ในแต่ละกลุ่มทดลองนั้น พบว่ากลุ่มที่ใช้น้ำยาล้างที่เป็นตัวกลางจะมีปริมาณสิ่งตกค้างที่ส่วนปลายรากฟันมากกว่าส่วนบนของคลองรากฟันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนในกลุ่มที่ใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์บริเวณส่วนปลายของคลองรากฟันจะมีปริมาณสิ่งตกค้างมากกว่าส่วนบนและส่วนกลางของคลองรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณสิ่งตกค้างที่เหลืออยู่ในคลองรากฟัน (ร้อยละ) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมลบ (negative control) และกลุ่มทดลอง

mean $\pm$ SD			
ตำแหน่งใน คลองรากฟัน	Negative control	น้ำยาอีทีเอ	น้ำยาไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์
coronal third	0.24 $\pm$ 0.14	3.7 $\pm$ 4.37	4.91 $\pm$ 4.06
middle third	0.31 $\pm$ 0.24	6.37 $\pm$ 4.67	3.94 $\pm$ 4.85
apical third	0.64 $\pm$ 0.42	12.45 $\pm$ 8.71	9.33 $\pm$ 7.07

SD, standard deviation

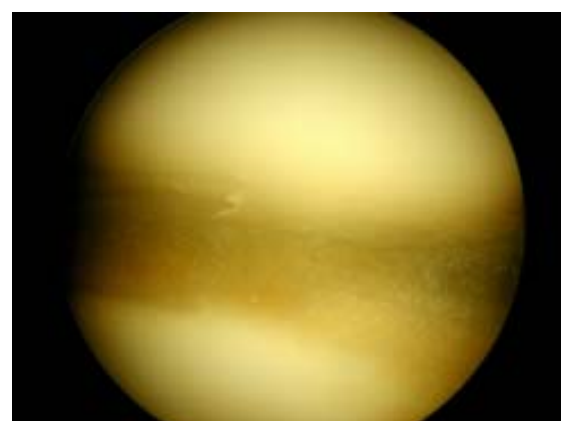
5. อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าเมื่อใช้น้ำยาไฮโดรเจนไฮโปคลอไรด์ร่วมกับน้ำยาคลอเฮกซิดีนล้างในคลองรากฟันที่เตรียมไว้ จะพบตะกอนที่มีลักษณะเป็นขุยสีส้มลอยขึ้นมาที่ส่วนต้นของคลองรากฟันเช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (รูปภาพที่ 3) โดยเมื่อผ่าครึ่งของรากฟันนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ชนิดสามกระบอกตาพบว่าพื้นผิวของเนื้อฟันในคลองรากจะมีตะกอนนี้ติดอยู่ทั่วไป โดยในบริเวณปลายรากฟันจะพบมากที่สุด ส่วนบริเวณอื่นๆที่ไม่พบตะกอนจะพบลักษณะของเนื้อฟันที่ติดสีส้มแดง (รูปภาพที่ 4) ซึ่งเมื่อล้างด้วยน้ำยาชนิดอื่นคั่นระหว่างน้ำยาไฮโดรเจนไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเฮกซิดีนจะไม่พบลักษณะดังกล่าว เมื่อนำตะกอนที่ได้ไปดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากกลุ่มทดลอง พบว่าทั้งสองกลุ่มทดลองจะพบ สิ่งตกค้าง ที่มีลักษณะคล้ายกับตะกอนที่เกิดจากน้ำยาสองชนิดนี้ (รูปภาพที่ 5 และ 6) หลงเหลืออยู่ จึงอาจเป็นไปได้ว่ายังคงมีตะกอนที่เกิดจากน้ำยาสองชนิดนี้หลงเหลืออยู่ในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม แต่มีขนาดเล็กมากซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้จากกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายไม่มากนัก



รูปภาพที่ 3 แสดงลักษณะของตะกอนสีส้มแดงที่เกิดขึ้นเมื่อล้างด้วยน้ำยาไฮโดรเจนไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเฮกซิดีน



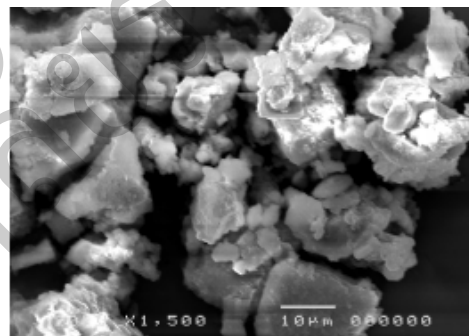
รูปภาพที่ 4 แสดงลักษณะของผิวเนื้อฟันรอบๆ ในกลุ่มควบคุม (positive control) ซึ่งจะพบว่ามีการติดสีส้มแดง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของสิ่งตกค้างของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มพบว่าปริมาณมากกว่ากลุ่มควบคุม (negative control) แต่ในกลุ่มที่ใช้ยาต่างชนิดกัน คั้นระหว่างน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเฮกซิดีนนั้นให้ผลไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) จากการศึกษาทำให้ตระหนักว่าการใช้น้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์ร่วมกับคลอเฮกซิดีนในการรักษาคคลองรากฟันนั้นควรจะใช้แยกกันในแต่ละครั้งที่ทำการรักษาหรืออาจจะต้องใช้ยาชนิดกลางปริมาณมากกว่าที่ใช้ในการศึกษานี้หรือใช้น้ำยาชนิดอื่นแทนซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป

นอกจากนี้ระดับของคลองรากฟันนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของสิ่งตกค้างที่พบ โดยในกลุ่มที่ใช้น้ำยาอีดีทีเอเป็นตัวล้าง บบริเวณส่วนปลายรากฟันจะพบตะกอนมากกว่าที่ส่วนบน ($p < 0.05$) ในขณะที่ส่วนบนและส่วนกลางของคลองรากฟันไม่ต่างกัน ในกลุ่มที่ใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ล้างคั้นพบว่าปริมาณสิ่งตกค้างในส่วนปลายรากฟันมากกว่าส่วนบนและส่วนกลางคลองรากฟัน ($p < 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะบริเวณส่วนปลายรากฟันนั้นมีขนาดเล็กซึ่งการชะล้างทำได้ยาก อาจยังมีน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์ที่หลงเหลืออยู่ทำปฏิกิริยากับน้ำยาคลอเฮกซิดีน และแม้ว่าจะมีการศึกษาของที่ผ่านมา (Rasimick et al., 2008) จะพบตะกอนที่เกิดจากน้ำยาอีดีทีเอกับน้ำยาคลอเฮกซิดีน แต่จากการศึกษานำร่อง (pilot study) โดยการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาสองชนิดนี้ร่วมกันแล้วทำการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกลับไม่พบตะกอนของที่เกิดจากปฏิกิริยาของน้ำยาทั้งสอง ดังนั้นการใช้น้ำยาอีดีทีเอเป็นตัวล้างจึงไม่น่าจะมีผลทำให้สิ่งตกค้างในคลองรากฟันมากขึ้น

เป็นที่น่าสังเกตว่าในกลุ่มที่ใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นตัวล้างนั้น ส่วนบนของคลองรากฟันจะมีปริมาณสิ่งตกค้างมากกว่าในส่วนกลางของคลองรากฟัน แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ต่างกัน

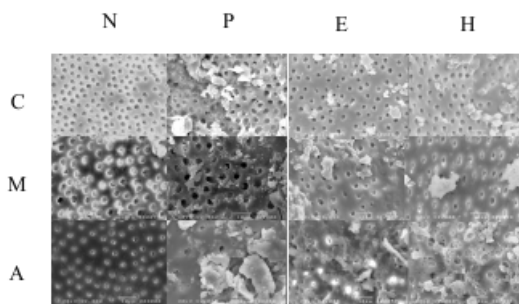
กลุ่มที่ใช้น้ำยาอีดีทีเอเป็นตัวล้างคั้น ที่พบว่าระดับปลายรากจะพบมากที่สุด รองลงมาคือที่กลางรากฟันและส่วนบนของรากฟันตามลำดับ และที่ระดับปลายรากฟันของกลุ่มที่ล้างคั้นด้วยน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะพบปริมาณตะกอนน้อยกว่ากลุ่มที่ล้างคั้นด้วยน้ำยาอีดีทีเอ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อสัมผัสกับน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์จะเกิดฟองก๊าซและดันน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์ในส่วนปลายรากฟันขึ้นมาด้วย มีผลให้เกิดการสัมผัสกับน้ำยาคลอเฮกซิดีนน้อย



รูปภาพที่ 5 แสดงลักษณะตะกอนในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 1500 เท่า

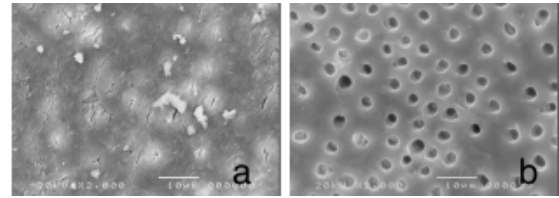
จากการศึกษานี้ในแต่ละชิ้นตัวอย่างจะกำจัดชั้นเซมิยร์ออกก่อน เพื่อศึกษาเฉพาะสิ่งตกค้างที่หลงเหลือ ในคลองรากฟัน โดยจากการศึกษานำร่องพบว่าลักษณะของสิ่งตกค้างที่หลงเหลืออยู่ในคลองรากฟันทุกกลุ่มแตกต่างจากลักษณะของชั้นเซมิยร์ที่เกิดจากการขยายคลองรากฟัน พบว่าชั้นเซมิยร์ที่เกิดขึ้นจากการขยายคลองรากฟันมีลักษณะพื้นผิวชั้นเดียวที่ปกคลุมเนื้อฟันในคลองรากฟันโดยตลอดและไม่สามารถเห็นท่อเนื้อฟัน (dental tubule) (รูปภาพที่ 7a) แต่เมื่อกำจัดชั้นเซมิยร์ด้วยน้ำยาอีดีทีเอ จะไม่พบลักษณะเช่นนี้ (รูปภาพที่ 7b)

ส่วนในกลุ่มทดลองนั้น ลักษณะ ของตะกอนที่เกิดจากน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเอ็กซีดินซึ่งตะกอนที่ได้มีลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระ (irregular shape) กระจ่ายไปบนพื้นผิวคลองรากฟัน โดยจะอยู่เป็นกลุ่มก้อน แต่ยังสามารถมองเห็นท่อเนื้อฟัน (Dental tubules) ได้



รูปภาพที่ 6 แสดงลักษณะของความสะดวกของพื้นผิวหลังจากทำให้เกิดตะกอนในกลุ่มต่าง ๆ (N แทน กลุ่ม negative control, P แทน กลุ่ม positive control, E แทน กลุ่มที่ล้างคั่นด้วยน้ำยาอีดีทีเอ, H แทน กลุ่มที่ล้างคั่นด้วยน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์, C แทน ส่วนบนของคลองรากฟัน, M แทน ส่วนกลางของคลองรากฟัน และ A แทน ส่วนปลายของคลองรากฟัน

การใช้เครื่อง ImagePro Plus ช่วยในการวัดปริมาณ สิ่งตกค้างที่เหลืออยู่ในคลองรากฟันนั้นทำให้ได้ผลที่ออกมาใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยอาศัยความแตกต่างระหว่างความสว่างและมีด (contrast) ของสิ่งตกค้างกับเนื้อฟัน รวมถึงการใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ที่มีอยู่ ในเครื่องมือใช้คำนวณพื้นที่ที่สิ่งตกค้างในภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ซึ่งค่าที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ต่อพื้นที่ในภาพ ต่างกับการใช้ระดับคะแนนที่แบ่งเป็นระดับต่างๆ ดังเช่นการศึกษาอื่น ๆ ซึ่งจะมีช่วงของระดับที่ค่อนข้างกว้าง



รูปภาพที่ 7 แสดงลักษณะของพื้นผิวคลองรากฟันที่เกิดชั้นสเมียร์จากการขยายคลองรากฟัน (a) และเมื่อล้างด้วยน้ำยาอีดีทีเอ (b)

6. บทสรุป

จากการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ชนิดสามกระบอกตาพร้อมไฟส่องบนจอภาพและสเกลบอกขนาดในห้องปฏิบัติการของฟันกรามน้อยล่างรากเดี่ยว ซึ่งได้รับการขยายคลองราก และล้างด้วยน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์ร่วมกับกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยน้ำยาอีดีทีเอ พบว่าเมื่อน้ำยาคลอเอ็กซีดินเป็นน้ำยาล้างคลองราก รวมนั้น กลุ่มที่ล้างด้วยน้ำยาอีดีทีเอก่อนล้างด้วยน้ำยาคลอเอ็กซีดิน มีปริมาณสิ่งตกค้างเหลืออยู่ภายในคลองรากฟันไม่ต่างจากกลุ่มที่ใช้ยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นน้ำยาล้างคั่นกลาง ($p > 0.05$) แต่ทั้งสองกลุ่มมีสิ่งตกค้างเหลือมากกว่ากลุ่มที่ล้างด้วยน้ำกลั่น ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาทำให้ตระหนักว่าการล้างคั่นกลาง ด้วยน้ำยาอีดีทีเอและน้ำยาไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ ไม่สามารถป้องกันการเกิดตะกอนจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์กับน้ำยาคลอเอ็กซีดินได้ ดังนั้นจึงควรจะใช้น้ำยาสองชนิดนี้แยกกัน ในแต่ละครั้งที่ทำการรักษา หรืออาจจะพิจารณาใช้เครื่องมือชนิดอื่น เช่น เครื่องอัลตราโซนิคที่อาศัยการสั่นสะเทือนร่วมกับน้ำยาชนิดอื่น เช่น น้ำกลั่น เป็นตัวกำจัดเอาน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ตกค้างอยู่ในคลองรากฟันก่อนที่จะล้างด้วยน้ำยาคลอเอ็กซีดิน อาจจะทำให้ผลที่ดีกว่าเป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยวิจัยคณะทันต-
แพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำแนะนำในการ
ทดลอง ช่วยเตรียมการทดลอง รวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์
และสถานที่ในการทำงานวิจัย

สุดท้ายขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครง
การวิจัย ได้แก่ รองศาสตราจารย์วิชา อัสวรฤทธิ์
และอาจารย์ศุภกันต์ ทิศาวิรัตน์ ที่ให้ความช่วยเหลือ
ในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งให้คำปรึกษา
และชี้แนะสิ่งที่เป็นประโยชน์ ทำให้งานวิจัยนี้
ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- Berutti E, Marini R. (1996). A scanning
electron microscope evaluation of the
debridement capacity of sodium
hypochlorite at different temperature.
J Endod, 22, 467-470.
- Bui TB, Baumgartner JC, Mitchell JC. (2008).
Evaluation of the Interaction between
Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine
Gluconate and its Effect on Root Dentin.
J Endod, 34, 181-185.
- Calt S, Serper A. (2000). Smear layer removal
by EDTA. J Endod, 26, 459-461.
- Calt S, Serper A. (2002). Time-Dependent
Effects of EDTA on Dentin Structures.
J Endod, 28, 17-19.
- Delany GM, Patterson Ss, Miller CH, Newton
CW. (1982). The effect of chlorhexidine
gluconate irrigation on the root canal
flora of freshly extracted necrotic teeth.
Oral Surg, 53, 518-523.
- Emilson CG. (1977). Susceptibility of various
microorganisms to chlorhexidine.
Scand J Dent Rest, 85, 255-265.
- Grossman LI. (1966). Endodontic Practice. 6th ed.
(pp.224-232). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM.
Eradication of endodontic infection by
instrumentation and irrigation solutions.
Endodontic Topics 2005, 10, 77-102.
- Harrison JW. (1984). Irrigation of the Root
Canal System. Dent Clin North Am, 28,
797-808.
- Hennessey TD. (1973). Some antibacterial
properties of chlorhexidine. J periodont
Res, 8, Suppl 12, 61-67.
- Hülsmann M, Hahn W. (2000). Complications
during root canal irrigation-literature
review and case reports. Int Endod J,
33, 186-193.
- Ingle JJ, Zeldow BJ. (1958). An evaluation of
mechanical instrumentation and the
negative culture in endodontic therapy.
J Am Dent Assoc, 57(4), 471-476.
- Jeanson MJ, White RR. A (1994).
Comparison of 2.0% Chlorhexidine
Gluconate and 5.25% Sodium
Hypochlorite as Antimicrobial
Endodontic Irrigants. J Endod, 20, 276-278.
- Morris MD, Lee K-W, Agee KA, Bouillaguet
S, Pashley DH. (2001). Effects of
Sodium Hypochlorite and RC-Prep on
Bond Strengths of Resin Cement to
Endodontic Surfaces. J Endod, 27, 753-757.
- Naenni N, Thoma K, Zehnder M. (2004). Soft
Tissue Dissolution Capacity of
Currently Used and Potential
Endodontic Irrigants. J Endodon, 30,
785-787.
- Oliveira LD, Carvalho CAT, Nunes W, Valera

- MC, Camargo CHR, Jorge AOC. (2007). Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod ,104,e125-e128.
- Ostek EM. (1988). Endodontic medicaments and irrigating solution. In .: Holroyd, SV, Wynn RL, Clark RR. eds. Clinical Pharmacology in dental practice 4th ed. (pp.505-519), St. Louis . The C.V. Mosby.
- Orstavik D, Pitt Ford TR. (1999). Essential Endodontology 2nd edn. (pp.228). Cambridge, UK :Blackwell Z Science.
- Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. (2008). Interaction between Chlorhexidine Digluconate and EDTA. J Endon,34,1521-1523.
- Sim TPC, Knowles JC, NG Y-L, Shelton J, Gulabivala K. (2001). Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. Int Endod J , 34,120-132.
- Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod ,85,86-93.
- Svec TA, Harrison JW. (1981). The effect of effervescence on debridement of the apical region of root canals in single-rooted teeth. J Endod,7,335-340.
- Thé SD. (1979). The solvent action of sodium hypochlorite on fixed and unfixed necrotic tissue. Oral Surg Oral Med Oral Pathol , Jun, 47,558-61.
- Vivacqua-Gomes N, Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ.(2002). Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. Int Endod J, 35,791-795.
- Walton RE, Torabinejad M. (2002). Principles and practice of endodontics 3rd ed. (pp.219). Philadelphia, USA: W.B.Saunders Company.
- Weine FS (1989). Endodontic therapy. 4th ed. (pp.277-369). St. Louis: The C.V. Mosby
- White RR, Hays GL, Janer LR. (1997). Residual Antimicrobial Activity After Canal Irrigation with Chlorhexidine. J Endod ,23,229-231.
- Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. (1983). A Scanning Electron Microscopic Comparison of a High Volume Final Flush with Several Irrigating Solution: Part 3, J Endod,9,137-142.
- Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. (2002). Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod,94,756-762.
- Zehnder M. (2006). Root Canal Irrigants. J Endod, 32,389-398.