



การตกผลึกปิดท่อเนื้อฟันของสารลดการเสียวฟัน ที่ผสมในยาสีฟัน

ศิริพร โชติไพบูลย์พันธุ์ ท.บ.¹

สุภัทรา อมาตยกุล วท.บ., วท.ม., วท.ด.¹

ชลญา รัตนาวีวัฒน์พงศ์²

ชลิตา นาคเลขา²

ปิยะนุช ชาญช่างเหล็ก²

¹ภาควิชาสรีรวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²นิติตคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ จากทฤษฎีการเคลื่อนไหวของน้ำที่ใช้อธิบายการเกิดอาการเสียวฟัน ถ้าสามารถลดอัตราการไหลของของเหลวในท่อเนื้อฟัน โดยทำให้มีการตกผลึกของสารมาปิดท่อเนื้อฟันจะสามารถลดการเสียวฟันได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกผลึกปิดท่อเนื้อฟันของสารลดการเสียวฟันที่ผสมในยาสีฟันชนิดต่างๆ

วัสดุและวิธีการ ฟันกรามใหญ่จำนวน 24 ซี่ นำมาตัดตามแนวแกนของฟันให้ถึงชั้นเนื้อฟัน แบ่งกลุ่มตัวอย่างฟันออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัวอย่าง คือกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการแปรงฟัน อีก 5 กลุ่มทดลองจะได้รับการแปรงฟันทุกวัน วันละ 2 ครั้งด้วยยาสีฟันแต่ละชนิด คือชนิดที่ 1 ไม่มีสารลดการเสียวฟันเป็นส่วนผสม ชนิดที่ 2 มีสารลดการเสียวฟันคือ 5 % ไปแตสซีเอ็มไนเตรต และ 0.45 % แสตนนัสฟลูออไรด์ ชนิดที่ 3 มีสารลดการเสียวฟันคือ 5 % ไปแตสซีเอ็มไนเตรต และ 0.80 % โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต ชนิดที่ 4 มีสารลดการเสียวฟันคือ 5 % ไปแตสซีเอ็มไนเตรต และ 0.24 % โซเดียมฟลูออไรด์ ชนิดที่ 5 มีสารลดการเสียวฟันคือ 10 % สตรอนเซียมคลอไรด์โดยแต่ละกลุ่มทดลองจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มที่ได้รับการแปรงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (กลุ่มละ 2 ตัวอย่าง) และ 4 สัปดาห์ (กลุ่มละ 2 ตัวอย่าง) นำตัวอย่างฟันไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อศึกษาขนาด ปริมาณ และลักษณะของผลึก

ผลการศึกษา พบว่าในกลุ่มทดลองมีการตกผลึกปิดท่อเนื้อฟันและรอบๆ ท่อเนื้อฟัน โดยยาสีฟันแต่ละชนิดมีผลทำให้เกิดการตกผลึกที่แตกต่างกันทั้งขนาด ปริมาณและลักษณะของผลึก พบว่ายาสีฟันชนิดที่ 2, 3, 4 และ 5 ทำให้เกิดผลึกมากกว่ายาสีฟันชนิดที่ 1 โดยยาสีฟันชนิดที่ 2 ทำให้เกิดผลึกในปริมาณที่มากที่สุด และพบว่ากลุ่มทดลองย่อยที่ 4 สัปดาห์มีปริมาณผลึกมากกว่าและขนาดใหญ่กว่ากลุ่มทดลองย่อยที่ 2 สัปดาห์เมื่อใช้ยาสีฟันชนิดเดียวกัน

สรุป ตัวอย่างฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดอาการเสียวฟันคือไปแตสซีเอ็มไนเตรตร่วมกับสารประกอบฟลูออไรด์ หรือ สตรอนเซียมคลอไรด์ มีผลปิดท่อเนื้อฟันในปริมาณที่มากกว่าตัวอย่างฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันที่ไม่ได้ผสมสารที่มีคุณสมบัติลดอาการเสียวฟัน

(ว ทนต จุฬฯ 2545:25:71-9)

บทนำ

ภาวะไวเกินของเนื้อฟันหรืออาการเสียวฟัน (dentine hypersensitivity) เป็นปัญหาเรื้อรังที่พบได้บ่อยทางทันตกรรม โดยเป็นอาการเจ็บปวดที่เกิดในฟันที่เดียวหรือหลายซี่ ก่อให้เกิดความทรมาน ไม่สบายทั้งร่างกายและจิตใจ

สภาวะการเสียวฟัน หมายถึง ความรู้สึกเจ็บปวดที่เกิดกับฟัน ที่มีสาเหตุมาจากเนื้อฟันถูกเปิดออกให้สัมผัสกับสิ่งกระตุ้นภายนอกโดยตรง เช่น ความร้อน ความเย็น สารละลายไฮเปอร์โทนิก (hypertonic) และการสัมผัสหรือแรงกด โดยความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้มีสาเหตุเกิดจากความผิดปกติของฟัน หรือมีพยาธิสภาพใด ๆ สภาวะการเสียวฟันนี้ อาจมีสาเหตุจากการทำลายหรือหายไปของชั้นเคลือบฟัน หรือรากฟันโผล่ในช่องปากโดยไม่มีเคลือบรากฟันหรือเนื้อเยื่อปริทันต์ปกคลุม นอกจากนี้ยังพบว่าฟันที่มีอาการเสียวฟันจะมีจำนวนท่อเนื้อฟันปลายเปิดเป็นจำนวน 8 เท่าของจำนวนท่อเนื้อฟันปลายเปิดในฟันปกติ และเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันปลายเปิดในฟันที่มีสภาวะการเสียวฟัน จะมีขนาดใหญ่เป็น 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันปลายเปิดในฟันปกติ² กลไกที่สิ่งกระตุ้นต่าง ๆ ทำให้เกิดอาการเสียวฟันนั้นอาจเกิดจากการกระตุ้นโดยตรงต่อเส้นประสาทขนาดเล็กในเนื้อเยื่อโพรงฟัน^{3,4} หรืออาจเกิดจากการกระตุ้นเส้นประสาทดังกล่าวทางอ้อมโดยการเพิ่มการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟัน^{5,6} เรียกว่า ทฤษฎีการเคลื่อนไหวของน้ำ (hydrodynamic theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ยอมรับกันมาก โดยหลักการของทฤษฎีดังกล่าวนี้ วิธีการหรือสารที่ใช้ในการรักษาอาการเสียวฟันจึงมักมีจุดมุ่งหมายในการป้องกันหรือลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟันซึ่งอาจทำได้โดยการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายในของท่อเนื้อฟัน เช่นการเกิดปฏิกิริยาเป็นก้อนลิ่ม (coagulation) การตกตะกอนของโปรตีน หรือการสร้างสารเชิงซ้อนแคลเซียมที่ไม่ละลายน้ำทำให้เกิดการตกผลึกปิดท่อเนื้อฟัน

สารลดอาการเสียวฟันที่นิยมผสมลงไปในยาสีฟันลดอาการเสียวฟัน ได้แก่ สตรอนเทียมคลอไรด์ (strontium chloride) โซเดียมฟลูออไรด์ (sodium fluoride) สแตนนัสฟลูออไรด์ (stannous fluoride) โพแทสเซียมไนเตรต (potassium nitrate) โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต (sodium monofluorophosphate) โพแทสเซียมออกซาลเตต (potassium oxalate) โพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ (potassium ferrocyanide) ซิลเวอร์ไอโอไดด์

(silver iodide) ซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) โซยาโนอะคริเลต (cyanoacrylate) และฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาสีฟันที่ผสมสารซึ่งมีคุณสมบัติลดอาการเสียวฟันคือ ไปแตสเซียมนิเตรต โซเดียมฟลูออไรด์ สแตนนัสฟลูออไรด์ โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต และสตรอนเทียมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต โดยศึกษารูปแบบการตกผลึกทั้งในแง่ของขนาด ปริมาณ และลักษณะของผลึกที่ปิดท่อเนื้อฟันและบริเวณรอบ ๆ ท่อเนื้อฟัน นอกจากนี้ในการทดลองยังได้ศึกษาสีฟันชนิดที่ไม่มีส่วนผสมของสารลดการเสียวฟันเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลของยาสีฟันแต่ละชนิด

การวิจัยครั้งนี้ใช้ฟันกรามใหญ่ถาวร ตัดตามแนวแกนของฟันให้ถึงชั้นเนื้อฟัน แล้วนำชิ้นฟันไปแปรงด้วยยาสีฟันชนิดต่าง ๆ ด้วยแปรงสีฟันไฟฟ้า หลังจากนั้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้ศึกษาในฟันกรามใหญ่ถาวรจำนวน 24 ซี่ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างฟันออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัวอย่าง คือกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการแปรงฟัน อีก 5 กลุ่มทดลองจะได้รับการแปรงฟันทุกวัน วันละ 2 ครั้งด้วยยาสีฟันแต่ละชนิด คือ

ชนิดที่ 1 ไม่มีสารลดการเสียวฟันเป็นส่วนผสม

ชนิดที่ 2 มีสารลดการเสียวฟันคือ 5% ไปแตสเซียมนิเตรต และ 0.45% สแตนนัสฟลูออไรด์

ชนิดที่ 3 มีสารลดการเสียวฟันคือ 5% ไปแตสเซียมนิเตรต และ 0.80% โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต

ชนิดที่ 4 มีสารลดการเสียวฟันคือ 5% ไปแตสเซียมนิเตรต และ 0.24% โซเดียมฟลูออไรด์

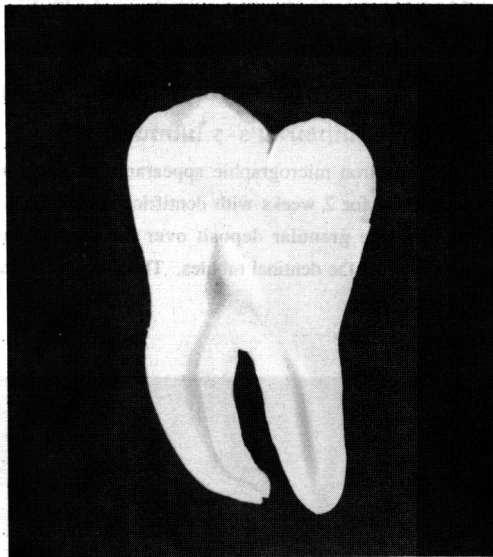
ชนิดที่ 5 มีสารลดการเสียวฟันคือ 10% สตรอนเทียม-คลอไรด์ เฮกซะไฮเดรต

โดยแต่ละกลุ่มทดลองจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มที่ได้รับการแปรงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (กลุ่มละ 2 ตัวอย่าง) และ 4 สัปดาห์ (กลุ่มละ 2 ตัวอย่าง)

ขั้นตอนการเตรียมฟัน

นำตัวอย่างฟันที่ทำความสะอาดแล้วไปทำการตัดโดยใช้เครื่องตัดฟัน ตัดตามแนวแกนของฟัน (long axis) ให้ถึงชั้นเนื้อฟันและเห็นท่อเนื้อฟันอย่างชัดเจนเมื่อนำไปส่องด้วย

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยตัดประมาณ กึ่งกลางระหว่างด้านข้างแก้มและลิ้น (bucco-lingual) (รูปที่ 1) ทำการกำจัดเศษฟัน และชั้นคราบฟัน (smear layer) โดยใช้กรด ฟอสฟอริกนาน 15 วินาที จากนั้นใช้ triple syringe ฉีดน้ำกลั่น ล้างเป็นเวลา 15 วินาที นำตัวอย่างชิ้นฟันที่ใช้กรดกัดเสร็จ เรียบร้อยแล้วไปกำจัดเศษและคราบต่าง ๆ ด้วยเครื่อง ultrasonic และแช่ในน้ำกลั่น 7 ประมาณ 5 มิลลิลิตร ในหลอดแช่ฟัน ปิด ด้วยพาราฟิล์ม เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 1 ตัวอย่างชิ้นฟันหลังการตัดตามแนวแกนของฟัน
Fig. 1 Dentine specimen after long-axis section

ขั้นตอนการทดลอง

บิษยาสิฟันลงบนแปรงสีฟันไฟฟ้าให้มีความยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร นำตัวอย่างชิ้นฟันที่แช่ในน้ำกลั่นออกจากหลอดที่ แช่อยู่ แล้วนำแปรงสีฟันที่เตรียมไว้แล้วมาแปรงลงบนผิวหน้า ตัดของฟันให้ทั่วโดยวางขนแปรงให้ตั้งฉากกับผิวหน้าตัดของฟัน แปรงเป็นเวลานาน 20 วินาที นำตัวอย่างชิ้นฟันที่แปรงเสร็จ มาล้างด้วยน้ำกลั่นให้หมดคราบยาสิฟัน แช่ตัวอย่างชิ้นฟันที่ ล้างลงในหลอดซึ่งบรรจุน้ำกลั่นที่เปลี่ยนใหม่แล้วปิดหลอดด้วย พาราฟิล์ม และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการแปรงตัวอย่างชิ้น ฟันด้วยยาสิฟันชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเดียวกัน โดยทุกชิ้นตัวอย่าง จะได้รับการแปรงทุกวันวันละ 2 ครั้ง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลึก

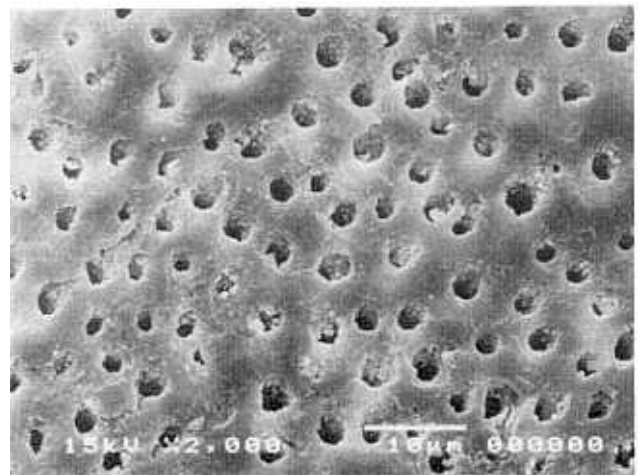
นำตัวอย่างชิ้นฟันที่แปรงตามระยะเวลาที่กำหนด ไป ทำให้แห้งในตู้อบ อย่างน้อย 72 ชม. หลังจากนั้นนำไปฉาบทอง และส่องวิเคราะห์ผลึกด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ ส่องกราด

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ศึกษาขนาด ปริมาณ ลักษณะของผลึกที่ปิดท่อเนื้อฟัน และที่ปกคลุมพื้นผิวรอบ ๆ ท่อเนื้อฟัน (peritubular dentine) ขนาดของท่อเนื้อฟัน โดยพิจารณาจากช่องเปิดของท่อเนื้อฟัน ที่เหลืออยู่ โดยเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างชิ้นฟันในกลุ่ม ควบคุม กับตัวอย่างชิ้นฟันในกลุ่มทดลอง และศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่แปรงด้วยยาสิฟันชนิดต่าง ๆ ที่ 2 และ 4 สัปดาห์

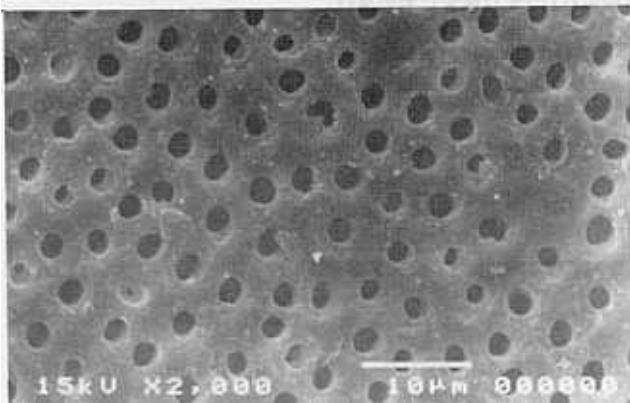
ผลการศึกษา

ผลการศึกษาลักษณะของผลึกบนเนื้อฟันด้วยการศึกษาเชิงคุณภาพ (qualitative study) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด รุ่น JSM-5410LA ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า แสดง ด้วยรูปที่ 2-13 โดยในกลุ่มควบคุมที่ 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ ไม่พบว่ามีผลึกปิดท่อเนื้อฟัน ลักษณะของท่อเนื้อฟันเหมือน กับที่แสดงไว้ในรูปที่ 3



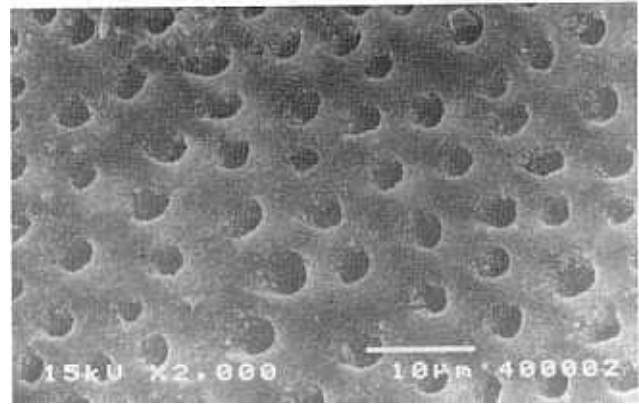
รูปที่ 2 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างชิ้นฟันหลังการกัดด้วยกรด (acid etching) แต่ยังไม่ได้กำจัดเศษฟันด้วยเครื่อง ultrasonic จะพบผงเศษฟัน และชั้นคราบฟัน ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 2-4 ไมโครเมตร

Fig. 2 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section after acid etching. The diameter of the dentinal tubule is 2-4 µm.



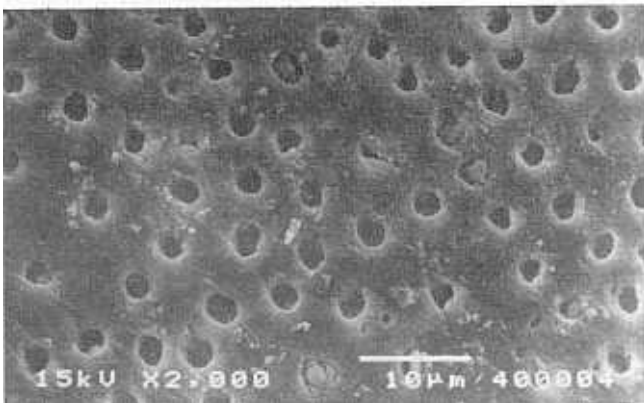
รูปที่ 3 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันภายหลังจากการนำไปกัดด้วยกรด แล้วนำไปกำจัดผงเศษฟันด้วยเครื่อง ultrasonic ขึ้นคราบฟันได้ถูกกำจัดออกไป เห็นท่อเนื้อฟันได้ชัดเจน ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 4-6 ไมโครเมตร

Fig. 3 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section after acid etching and ultrasonication. The diameter of the dentinal tubule is 4-6 μm .



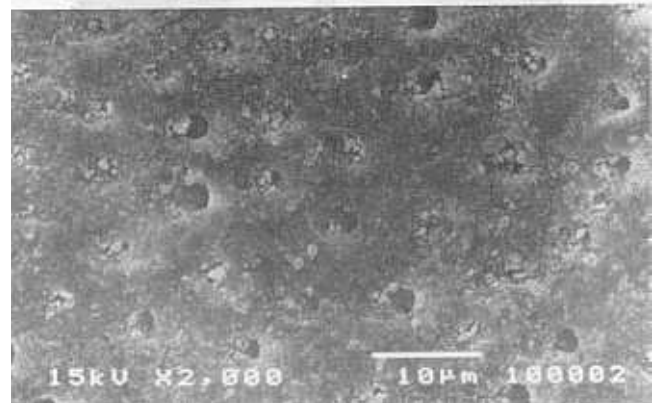
รูปที่ 4 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 1 ซึ่งไม่มีสารลดการเสียวฟันเป็นส่วนผสม (2 สัปดาห์) พบว่ามีสารปกคลุมเนื้อฟันทั่วไป พบการอุดปิดท่อเนื้อฟันเล็กน้อย ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 3-5 ไมโครเมตร

Fig. 4 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 2 weeks with dentifrice containing no desensitizer. There is a fine granular deposit over the dentine surface and extending into some of the dentinal tubules. The diameter of the dentinal tubule is 3-5 μm .



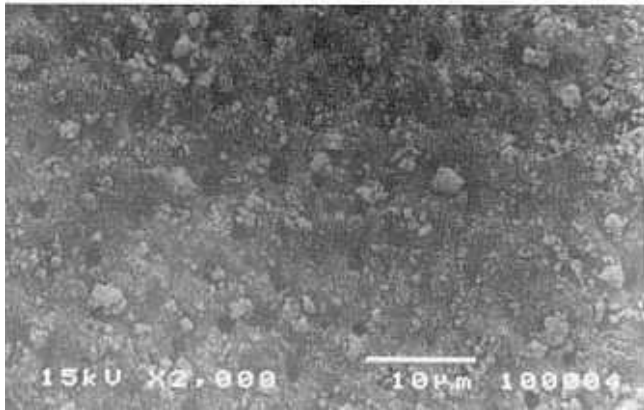
รูปที่ 5 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 1 ซึ่งไม่มีสารลดการเสียวฟันเป็นส่วนผสม (4 สัปดาห์) พบผลึกขนาดเล็กปกคลุมทั่วไป ปริมาณผลึกมากกว่าในสัปดาห์ที่ 2 พบการอุดปิดท่อเนื้อฟัน ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 2-3 ไมโครเมตร

Fig. 5 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 4 weeks with dentifrice containing no desensitizer. There is a fine crystal-link structure deposit over the dentine surface and extending into the dentinal tubule in a higher proportion when compare to 2-week group. The diameter of the dentinal tubule is 2-3 μm .



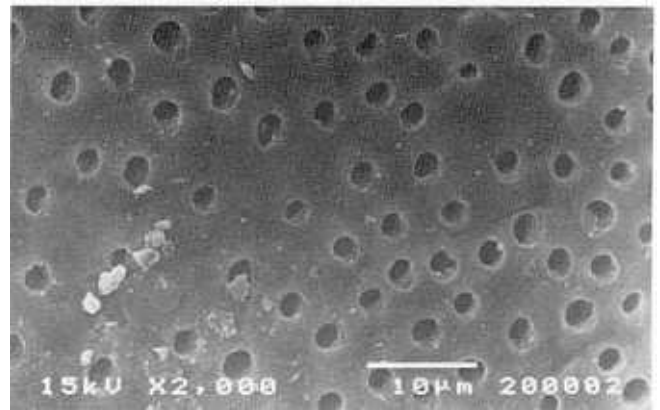
รูปที่ 6 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 2 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 5% โพแทสเซียมไนเตรต และ 0.45% สแตนนัสฟลูออไรด์ (2 สัปดาห์) พบสารที่มีลักษณะคล้ายผลึกขนาดเล็กปกคลุมพื้นผิวเป็นจำนวนมาก พบการอุดปิดท่อเนื้อฟันทั่วไป ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 1-3 ไมโครเมตร

Fig. 6 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 2 weeks with dentifrice containing 5% potassium nitrate and 0.45% stannous fluoride as the desensitizing agent. There is a fine crystal-like structure deposit all over the dentine surface and extending into most of the dentinal tubule. The diameter of the dentinal tubule is 1-3 μm .



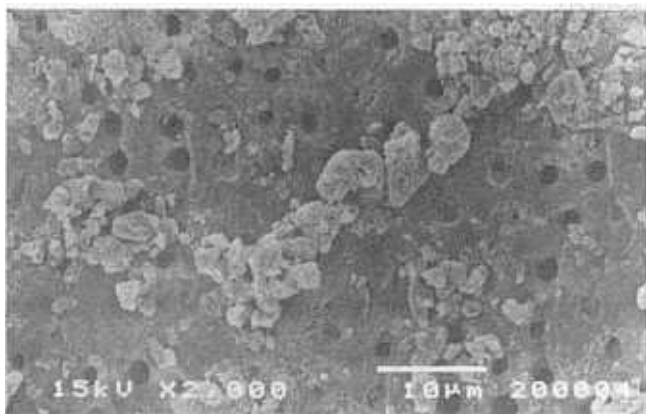
รูปที่ 7 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 2 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 5% โพแทสเซียมไนเตรต และ 0.45% สแตนเนสฟลูออไรด์ (4 สัปดาห์) ปริมาณผลึกมากกว่าใน สัปดาห์ที่ 2 พบการอุดปิดท่อเนื้อฟันทั่วไปเป็นจำนวนมาก ท่อเนื้อฟัน บางท่อถูกอุดปิดด้วยผลึกอย่างสมบูรณ์ ผลึกที่พบมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 1-2 ไมโครเมตร

Fig. 7 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 4 weeks with dentifrice containing 5% potassium nitrate and 0.45% stannous fluoride as the desensitizing agent. There is a crystal-like structure deposit all over the dentine surface in a higher proportion when compare to 2-week group. Some of the tubules are completely occluded. The diameter of the dentinal tubule is 1-2 µm.



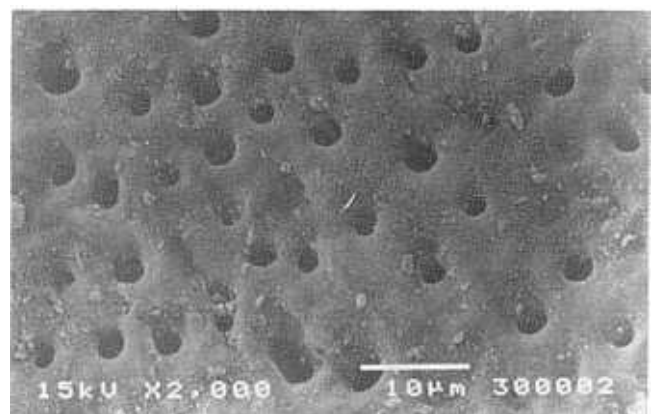
รูปที่ 8 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 3 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 5% โพแทสเซียมไนเตรต และ 0.80% โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต (2 สัปดาห์) พบสารปกคลุม พื้นผิวเป็นบางตำแหน่งมีลักษณะคล้ายผลึกขนาดใหญ่ และพบการอุดปิด ท่อเนื้อฟันเพียงบางตำแหน่ง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเนื้อฟัน ประมาณ 3-5 ไมโครเมตร

Fig. 8 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 2 weeks with dentifrice containing 5% potassium nitrate and 0.80% sodium monofluorophosphate as the desensitizing agent. There is a crystal-like structure deposit over some of the dentine surface and only a few dentinal tubules are occluded. The diameter of the dentinal tubule is 3-5 µm.



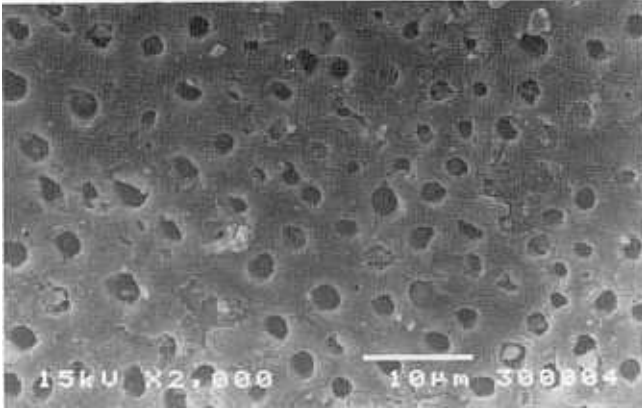
รูปที่ 9 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 3 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 5% โพแทสเซียมไนเตรต และ 0.80% โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต (4 สัปดาห์) พบผลึกขนาดใหญ่มากปกคลุมพื้นผิวโดยทั่วไปและพบการอุดปิดท่อเนื้อฟันบางตำแหน่ง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเนื้อฟันประมาณ 1-3 ไมโครเมตร

Fig. 9 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 4 weeks with dentifrice containing 5% potassium nitrate and 0.80% sodium monofluorophosphate as the desensitizing agent. There is a large crystal-link structure deposit over the dentine surface and some of the dentinal tubules are occluded. The diameter of the dentinal tubule is 1-3 µm.



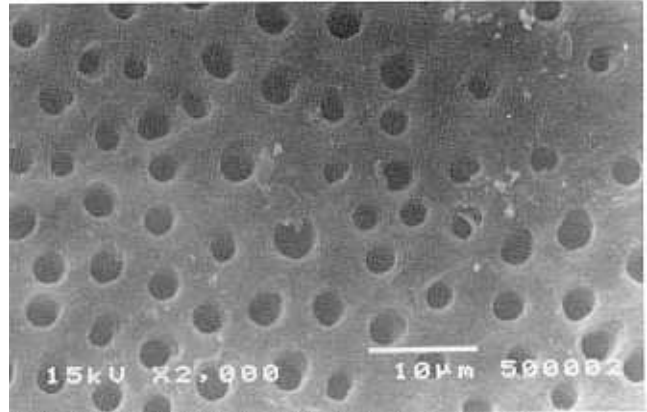
รูปที่ 10 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 4 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 5% โพแทสเซียมไนเตรต และ 0.24% โซเดียมฟลูออไรด์ (2 สัปดาห์) พบสารที่มีลักษณะคล้าย ผลึกขนาดเล็กปกคลุมพื้นผิวทั่วไป พบการอุดปิดท่อเนื้อฟันในบางตำแหน่ง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเนื้อฟันประมาณ 3-5 ไมโครเมตร

Fig. 10 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 2 weeks with dentifrice containing 5% potassium nitrate and 0.24% sodium fluoride as the desensitizing agent. There is a fine crystal-like structure deposit over the dentine surface and extending into some of the dentinal tubules. The diameter of the dentinal tubule is 3-5 µm.



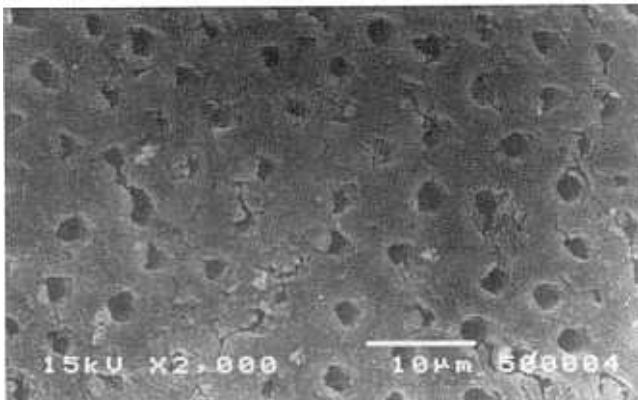
รูปที่ 11 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 4 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 5% ไปแตสเทียมไนเตรต และ 0.24% โซเดียมฟลูออไรด์ (4 สัปดาห์) พบผลึกมีขนาดเพิ่มขึ้นกว่าในสัปดาห์ที่ 2 ผลึกมีขนาดใหญ่ขึ้นปกคลุมพื้นผิวทั่วไป พบการอุดปิดท่อเนื้อฟันทั่วไป ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 1-4 ไมโครเมตร

Fig. 11 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 4 weeks with dentifrice containing 5% potassium nitrate and 0.24% sodium fluoride as the desensitizing agent. There is a large crystal-like structure deposit over the dentine surface and extending into the dentinal tubule in a higher proportion when compare to 2-week group. The diameter of the dentinal tubule is 1-4 μm .



รูปที่ 12 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 5 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 10% สตรอนเทียมคลอไรด์ (2 สัปดาห์) พบสารปกคลุมพื้นผิวน้อยมาก พบการอุดปิดท่อเนื้อฟันเพียงบางตำแหน่ง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 4-5 ไมโครเมตร

Fig. 12 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 2 weeks with dentifrice containing 10% strontium chloride as the desensitizing agent. There is a fine granular deposit over a few area of the dentine surface and only some of the dentinal tubules are occluded. The diameter of the dentinal tubule is 4-5 μm .



รูปที่ 13 แสดงเนื้อฟันของตัวอย่างขึ้นฟันที่ผ่านการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 5 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดการเสียวฟันคือ 10% สตรอนเทียม-คลอไรด์ (4 สัปดาห์) พบสารที่มีลักษณะคล้ายผลึกปกคลุมพื้นผิวทั่วไป และพบการอุดปิดท่อเนื้อฟันในบางตำแหน่ง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันประมาณ 3-5 ไมโครเมตร

Fig. 13 Scanning electron micrographic appearance of a dentine section brushing twice a day for 4 weeks with dentifrice containing 10% strontium chloride as the desensitizing agent. There is a crystal-link structure deposit over the dentine surface and extending into some of the dentinal tubules. The diameter of the dentinal tubule is 3-5 μm .

วิจารณ์

ปัจจุบันแบบจำลองที่ใช้อธิบายการตกผลึกปิดท่อเนื้อฟันของสารลดการเสียวฟัน นิยมศึกษาโดยการนำฟันมาตัดให้ถึงชั้นเนื้อฟัน แบบจำลองนี้เป็นที่ยอมรับและนำมาศึกษาอย่างแพร่หลาย⁸⁻¹⁰ สามารถนำมาใช้อธิบายประสิทธิภาพการลดอาการเสียวฟันของยาสีฟันได้โดยการศึกษาลักษณะของผลึกที่พบบนเนื้อฟันเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เตรียมแบบจำลองโดยการตัดฟันตามแนวแกนของฟัน (long axis) ให้ถึงชั้นเนื้อฟันและสามารถเห็นท่อเนื้อฟันได้อย่างชัดเจนเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

จากผลการทดลองพบว่ายาสีฟันทุกชนิดทำให้เกิดผลึกปิดท่อเนื้อฟันโดยมีขนาด ปริมาณ และลักษณะแตกต่างกันไป ตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีสารลดการเสียวฟันคือ 5% ไปแตสเทียมไนเตรต และสารประกอบฟลูออไรด์ในรูปแบบต่าง ๆ นั้นพบผลึกปกคลุมพื้นผิวรอบ ๆ ท่อเนื้อฟันและมีการอุดปิดท่อเนื้อฟันโดยทั่วไป โดยพบปริมาณผลึกขนาดเล็กจำนวนมากที่สุดในตัวอย่างขึ้นฟันที่

แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 2 พบว่าในทุกกลุ่มทดลองปริมาณผลึกในสัปดาห์ที่ 4 จะมากกว่าในสัปดาห์ที่ 2 แสดงว่าการใช้ยาสีฟันเพื่อรักษาอาการเสียวฟันนั้นควรมีระยะเวลาในการใช้ที่นานพอเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการรักษา ผลึกที่พบในตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 2, 3 และ 4 นี้ อาจทำให้มีผลลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟัน และช่วยลดอาการเสียวฟันตามทฤษฎีการเคลื่อนไหวของน้ำ

อย่างไรก็ตามตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 1 ซึ่งไม่ได้ผสมสารลดการเสียวฟันก็พบว่าเมื่อผลึกขนาดเล็กปกคลุมทั่วไปในสัปดาห์ที่ 4 แสดงว่าผลึกที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากสารอื่นที่เป็นองค์ประกอบในยาสีฟัน เช่น ผงขัดฟัน^{9,11,12} ได้แก่ ผงซิลิกา แคลเซียมคาร์บอเนต ไคแคลเซียมฟอสเฟต และอลูมินา ซึ่งสารเหล่านี้จะไปขัดและเสียดสีกับผิวฟัน แล้วก่อให้เกิดชั้นคราบผงฟันปิดกั้นท่อเนื้อฟันโดยตรง ซึ่งอาจเป็นข้ออธิบายทางคลินิกได้ในกรณีที่มียารายงานว่าการใช้ยาหลอก (placebo) คือ ยาสีฟันที่ไม่มีส่วนผสมของสารลดอาการเสียวฟันแต่มีสารขัดฟันผสมอยู่สามารถให้ผลลดอาการเสียวฟันในผู้ป่วยได้

สำหรับตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 5 ที่มีสารลดการเสียวฟันคือ สตรอนเซียมคลอไรด์นั้นพบผลึกอุดปิดท่อเนื้อฟันบางตำแหน่งในสัปดาห์ที่ 4 มียารายงานว่ากลไกการลดอาการเสียวฟันของสตรอนเซียมคลอไรด์นั้นไม่ได้เกิดจากการตกผลึกปิดท่อเนื้อฟัน¹³ ดังนั้นผลึกที่พบอาจเกิดจากสารอื่นที่เป็นองค์ประกอบในยาสีฟันเช่นผงขัดฟันดังได้กล่าวแล้ว อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในร่างกาย (*in vivo* study) โดย Topbasi และคณะ⁷ พบว่ายาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเซียมคลอไรด์ ทำให้เกิดผลึกอุดปิดท่อเนื้อฟันได้เช่นกัน

จากผลการศึกษาระดับปริมาณผลึกที่พบในตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 2, 3, 4 และ 5 มีมากกว่าในตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 1 จึงอาจกล่าวได้ว่าผลึกที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นผลจากการทำปฏิกิริยาของสารลดอาการเสียวฟันที่ผสมในยาสีฟันทำให้เกิดผลึกอุดปิดท่อเนื้อฟันซึ่งอาจเป็นผลให้เกิดการลดอาการเสียวฟันลงได้

สรุป

เมื่อศึกษาด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 2, 3, 4 และ 5 ซึ่งผสมสารที่มีคุณสมบัติลดอาการเสียวฟันทำให้เกิดผลึกอุดปิด

ท่อเนื้อฟันในปริมาณที่มากกว่าในตัวอย่างขึ้นฟันที่แปรงด้วยยาสีฟันชนิดที่ 1 ซึ่งไม่ได้ผสมสารที่มีคุณสมบัติลดอาการเสียวฟัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินอุดหนุนโครงการวิจัยทางทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปีการศึกษา 2543

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ หัวหน้าภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ผู้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ในการใช้กรัดกัดฟัน รองศาสตราจารย์ ดร.เอมอร เบญจวงศ์กุลชัย หัวหน้าศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก ผู้ให้ความอนุเคราะห์การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ขอขอบคุณ คุณลาวัลย์ บุญประคอง ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และคุณสมหมาย เจือมผา ที่ช่วยพิมพ์บทความต้นฉบับ

เอกสารอ้างอิง

1. Addy M. Clinical aspects of dentine hypersensitivity. Proc Finn Dent Soc 1992;88(suppl 1):407-12.
2. Absi EG, Addy M and Adam D. Dentine hypersensitivity, A study of the patency at dentinal tubule sensitive and nonsensitive cervical dentine. J Periodontol 1987;14:280-4.
3. Narhi M, Yamamoto H, Ngassapa D, Hirvonen T. The neurophysiological basis and the role of inflammatory reactions in dentine hypersensitivity. Arch Oral Biol. 1994;39(suppl):23S-30S.
4. Matthews, B, Andrew D, Amess TR, Ikeda H, Vongsavan N. The functional properties of intradental nerves. In : Shimono M, Maeda T, Suda H, Takahashi K(eds). Dentin/Pulp Complex. Tokyo : Quintessence. 1996;146-53.
5. Narhi MVO. The characteristics of intradental sensory units and their responses to stimulation. J Dent Res 1985;64:564-71.
6. Matthews B, Vongsavan N. Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. Arch Oral Biol 1994; 39(suppl):87S-95S.
7. Topbasi B, Turkmen C, Gunday M. An investigation of the effect of a desensitizing dentrifice on dentinal tubule *in vitro* and *in vivo*. Quintessence Int 1998;29(3):197-9.
8. Addy M, Mostafa P. Dentine hypersensitivity. II Effects produced by the uptake *in vitro* of toothpastes onto dentine. J Oral Rehab 1989;16:35-48.
9. Kuroiwa M, Kodaka T, Kuroiwa M, Abe M. Dentine hypersensitivity. Occlusion of dentinal tubules by brushing with and without an abrasive dentifrice. J Periodontol 1994;65:291-6.
10. Gillam DG, Khan N, Mordan NJ, Barber PM. Scanning electron microscopy (SEM) investigation of selected desensitizing agents in the dentine disc model. Endod Dent Traumatol 1999;15:198-204.

11. Pashley DH, O'Meara JA, Kepler EE, Galloway SE, Thompson SM, Stewart FP. Dentine permeability. Effects of desensitising dentifrices in vitro. *J Periodontol* 1984;55:522-5.
12. Mostafa P, Addy M, Morgan T. Scanning electromicroscopic X-ray detracton analysis, atomic absorption and fluoride probe measurements of the uptake of toothpaste ingredients onto dentine. *International Association of Dental Research, British Division* 1986; Abstr. 165.
13. Greenhill JD, Pashley DH. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. *J Dent Res* 1981;60: 686-98.

Crystallization of desensitizing agents in dentifrice on dentinal tubule

Siriporn Chotipaibulpan D.D.S.¹
Supathra Amatyakul B.Sc., M.S., Ph.D.¹
Chonlada Rattanawiwatpong²
Chalida Nakalekha²
Piyanuch Chanchanglek²

¹Department of Physiology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

²Dental student, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective According to the hydrodynamic theory, anything that decreases fluid movement across dentine should cause a decrease in dentine sensitivity. This study was to investigate crystallization of desensitizing agents in dentifrice on dentinal tubule.

Materials and methods 24 extracted molars were longitudinally sectioned to expose the dentine. The specimens were divided into 6 groups; 1 control group (n=4) and 5 experimental groups (n=4 for each group). In control group; specimens were not brushed, but were soaked in distilled water. The specimens in each experimental group were brushed twice a day for 2 weeks (n=2 for each group) and for 4 weeks (n=2 for each group) with dentifrice containing different desensitizers as followed: brand 1 with no desensitizer, brand 2; containing 5% KHO_3 and 0.45% SnF_2 , brand 3; containing 5% KHO_3 and 0.80% MFP, brand 4; containing 5% KHO_3 and 0.24% NaF, brand 5; containing 10% $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. All specimens were examined by a scanning electron microscope to evaluate size, amount and morphology of crystals occluding dentinal tubule and peritubular dentine.

Results The results appeared to show that all dentifrice produced some occlusion on the tubule with the level of coverage and occlusion varied between products. Of all the experimental groups; brand 2 produced crystal-like structures which occluded the highest proportion of the tubule. Whereas brand 3, 4 and 5 produced a higher level of occlusion than brand 1. More amount and larger size of crystals were found in 4-week groups compared to 2-week groups.

Conclusion The dentifrice containing desensitizing agent produced a higher level of dentinal tubule occlusion than the dentifrice with no desensitizer.

(CU Dent J 2002;25:71-9)

Key words: crystallization; dentine hypersensitivity; dentinal tubule; desensitizing agent