บทที่ 4

วิจารณ์

การทดลองนี้ใช้น้ำส้มคั้นบริสุทธิ์เป็นตัวแทนของสารกัดกร่อน เนื่องจากในน้ำส้มคั้นมีกรดซิตริกอยู่ กรดซิตริกเป็นองค์ประกอบของอาหารจำพวกผักและผลไม้ (West, Hughes, and Addy, 2000) ที่เรารับประทานกันเป็นประจำ โดยในน้ำส้มคั้นมีกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 1 (น้ำหนักโดยปริมาตร) กรดซิตริกมีฤทธิ์ทำลายผิวเคลือบฟันได้มาก เนื่องจากสามารถแตกตัวเป็นซิเตรทไอออนจับกับแคลเซียมไอออนได้ดี (Bashir and Lagelöf, 1996) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่า 3.50 ± 0.04 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤตความเป็นกรด-ด่างที่ทำให้เกิดการละลายของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite Crystal) ซึ่งเป็นองค์ประกอบในผิวเคลือบฟัน Larsen (1986) ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณหาไดอะแกรมการละลายของแคลเซียมและฟอสเฟต พบว่า เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายต่ำกว่า 5 ไฮดรอกซีอะพาไทต์จะเริ่มไม่เสถียร เปลี่ยนสภาพเป็นไดแคลเซียมฟอสเฟต ไดไฮเดรท (Dicalciumphosphate Dihydrate, Brushite) ซึ่งสามารถละลายตัวได้ง่ายในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ เกิดเป็นแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนอิสระ ทำให้ผิวเคลือบฟันสึกกร่อนออกไป ดังที่วัดได้จากการใช้เครื่องวัดความหยาบผิวพบว่า ชิ้นทดสอบทุกชิ้นมีการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันออกไปหลังจากแช่ในน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์ ตามปกติการเกิดฟันสึกกร่อน ผิวเคลือบฟันชั้นนอกถูกละลายออกไปแต่ชั้นใต้ลงไปไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีลักษณะต่างจากการเกิดฟันผุ คือ ฟันผุเริ่มเกิดที่ใต้ผิวเคลือบฟันลึกเข้าไปประมาณ 20-50 ไมโครเมตร (Larsen and Nyvad, 1999)

หลังจากผิวเคลือบฟันถูกกรดกัด ผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ในผิวเคลือบฟันเปลี่ยนไปเป็นไดแคลเซียมฟอสเฟต ไดไฮเดรทที่ไม่เสถียร เมื่อสัมผัสกับฟลูออไรด์จะเกิดการรวมตัวกันได้เป็นฟลูออโรอะพาไทต์หรือแคลเซียมฟลูออไรด์ ขึ้นกับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ กรณีที่ฟลูออไรด์ความเข้มข้นต่ำ (ประมาณ 100 พีพีเอ็ม) ไดแคลเซียมฟอสเฟต ไดไฮเดรทจะเปลี่ยนเป็นฟลูออโรอะพาไทต์ (Ekstrand, Fejerskov and Silverstone, 1988) แต่ถ้าฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงจะเปลี่ยนเป็นแคลเซียมฟลูออไรด์ (Chow and Brown, 1973 ; Larsen and Jensen, 1994) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรด-ด่างและระยะเวลาที่สัมผัสฟลูออไรด์ด้วย (Harding, *et al.*,1994)

การทดลองทุกครั้งใช้น้ำส้มคั้นบริสุทธิ์จากกล่องเดียวกัน เพื่อให้แน่ใจว่าฤทธิ์ในการกัดกร่อนของน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์ที่ใช้กับทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเท่ากัน และใช้เวลาในการแช่ฟันในน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์แต่ละครั้งนาน 5 นาที เนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาที่ใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้ในการรับประทาน (Thaweboon, 1993) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการมีข้อดีในแง่ที่สามารถควบคุมเวลา สารที่ใช้ แต่ยากที่จะกำหนดมาตรฐานของชิ้นทดสอบ เนื่องจากความหลากหลายของฟันแต่ละซี่และภายในซี่เดียวกัน และการทดลองนี้ใช้เครื่องวัดความหยาบผิวเพื่อวัดความลึกของการสึกกร่อน จึงจำเป็นต้องขัดผิวเคลือบฟันด้านนอกสุดออกไปเพื่อให้ได้ผิวเคลือบฟันบริเวณทดสอบแบนเรียบเท่ากัน ทำให้สูญเสียธรรมชาติของผิวเคลือบฟันไป เพราะการขัดบริเวณด้านนอกสุดของผิวเคลือบฟันออกไป เป็นการเอาผิวเคลือบฟันส่วนที่มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบอยู่มากและต้านกรดได้ดีกว่าออกไป ดังนั้นผลการทดลองจึงอาจเกิดการสึกกร่อนมากกว่าความเป็นจริง (Meurman and Frank, 1991) นอกจากนี้การทำสภาพแวดล้อมให้เหมือนในช่องปากก็ทำได้ยาก แม้ว่าระหว่างการทดลองได้แช่ชิ้นทดสอบทุกชิ้นในน้ำลายเทียม เพื่อให้มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับสภาพในช่องปากซึ่งมีน้ำลายอยู่ Amaechi, Higham และ Edgar (1998, 1999a, 1999b) ได้ทำการทดลองเพื่อหาวิธีการทำสภาพแวดล้อมในการทดลองให้คล้ายกับสภาพในช่องปาก ด้วยการใช้น้ำลายเทียม โดยแช่ฟันในน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์แล้วนำไปเก็บในน้ำกลั่นเปรียบเทียบกับการเก็บในน้ำลายเทียมตามสูตรของ Mcknight-Hanes และ Whitford (1992) พบว่าการสึกกร่อนของฟันในกลุ่มที่เก็บในน้ำลายเทียมน้อยกว่ากลุ่มที่เก็บในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากน้ำลายเทียมนี้มีส่วนประกอบของเกลือแคลเซียมและฟอสเฟต ซึ่งอาจมีผลต่อการคืนกลับของแร่ธาตุที่สูญเสียไปในบริเวณที่เกิดการสึกกร่อน ทำให้ลดการสึกกร่อนลงได้ แต่อย่างไรก็ตาม สภาพในช่องปากยังมีแผ่นคราบน้ำลาย (Salivary Pellicle) ซึ่งช่วยป้องกันและลดอัตราการสึกกร่อนของฟัน (Muñoz, *et al.*, 1999) นอกจากนี้อัตราการไหลของน้ำลายและการชะล้างในช่องปาก (Oral Clearance) ของแต่ละบุคคล ยังช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในช่องปาก Meurman, *et al.* (1987) ศึกษาในผู้ป่วยพบว่า สภาพความเป็นกรด-ด่างในช่องปากลดลงทันทีหลังจากบริโภคเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด และเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2-3 นาทีหลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างจะกลับสู่สภาพปกติ เนื่องจากน้ำลายช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ขณะที่ Bashir and Lagelöf (1996) พบว่า ภายหลังจากบ้วนปากด้วยกรดซิตริก สามารถเกิดการชะล้างหมดประมาณ 1 นาที ซึ่งต่างจากสภาพของการทดลองในห้องปฏิบัติการที่แช่ฟันในน้ำลายเทียมซึ่งคนอยู่ตลอดเวลา แต่ถูกกักไว้ในภาชนะไม่เกิดการชะล้าง

จากผลการทดลอง กลุ่ม A ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม คือ แช่ฟันในน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์โดยที่ไม่ได้รับการทำความสะอาดฟันเลย มีการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันเฉลี่ยลึกมากที่สุด และในภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนก็เห็นถึงการกัดกร่อนของผิวเคลือบฟันอย่างมาก แกนอีนาเมลปริซึม (Enamel Prism Core) ซึ่งมีผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์เป็นองค์ประกอบและเปลือกหุ้มรอบๆ (Prism Sheath) รวมทั้งบริเวณที่อยู่ระหว่างแกนปริซึมแต่ละอัน (Interprismatic Area) ได้ถูกทำลายออกไป จนไม่เห็นลักษณะโครงสร้างของผิวเคลือบฟัน มีลักษณะคล้ายกับการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันแบบที่ 3 จากการสัมผัสกรดฟอสฟอริกในการทดลองของ Silverstone, *et al.* (1975) และสอดคล้องกับการทดลองของ Meurman และ Frank (1991) ซึ่งพบว่าผิวเคลือบฟันที่สัมผัสกรดซิตริกเป็นเวลา 15 นาที จะเริ่มสึกที่บริเวณเปลือกหุ้มของอีนาเมลปริซึมก่อน ต่อมาจะสึกบริเวณแกนอีนาเมลปริซึม และต่อไปเป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างแกนปริซึมแต่ละอันเมื่อผิวเคลือบฟันสัมผัสกรดเป็นเวลานานขึ้น ส่วนผลการทดลองในกลุ่ม B, C, D และ E ซึ่งได้ทำความสะอาดฟันด้วยวิธีการต่างๆ ภายหลังผิวเคลือบฟันสัมผัสกรด พบว่ามีค่าความลึกเฉลี่ยของการสึกกร่อนน้อยกว่ากลุ่ม A และภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนก็มีความรุนแรงของการกัดกร่อนผิวเคลือบฟันน้อยกว่า โดยมีการทำลายผิวเคลือบฟันในส่วนแกนอีนาเมลปริซึมและเปลือกหุ้มรอบๆ นั่นแสดงว่าการทำความสะอาดฟันภายหลังฟันสัมผัสกรดช่วยให้เกิดการสึกกร่อนน้อยลงได้ โดยที่การใช้น้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์ให้ผลลดการสึกกร่อนของฟันได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์หลังจากฟันสัมผัสกรดแล้วรอ 1 ชั่วโมง การบ้วนน้ำ และการแปรงฟันทันทีด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ภายหลังฟันสัมผัสกรด ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากฟลูออไรด์มีผลช่วยในการคืนกลับของแร่ธาตุในผิวเคลือบฟัน โดยฟลูออไรด์อาจสะสมบนผิวเคลือบฟันในรูปของแคลเซียมฟลูออไรด์ก่อน แล้วค่อยๆปลดปล่อยฟลูออไรด์ไอออนออกมาเมื่อผิวเคลือบฟันอยู่ในสารละลายที่มีความเป็นกรด เกิดการรวมตัวกับแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนเป็นผลึกฟลูออโรอะพาไทต์ (Fluoroapatite Crystal) ในผิวเคลือบฟัน ซึ่งผลึกฟลูออโรอะพาไทต์ สามารถทนต่อกรดมากกว่าผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ เนื่องจากมีค่าวิกฤตที่ค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า (Meurman and Ten Cate, 1996 ; Ten Cate, 1997) กลุ่ม C ซึ่งใช้น้ำยาบ้วนปากผสมโซเดียมฟลูออไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.05 (น้ำหนักโดยน้ำหนัก) ที่มีแอคทีฟฟลูออไรด์อิออนเข้มข้น 227 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 1 นาที ภายหลังจากแช่ฟันในน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์จึงมีการสึกกร่อนของฟันน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และในภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดมีลักษณะการเติมเต็มของแร่ธาตุให้กับผิวเคลือบฟันที่พรุน ทำให้ผิวเรียบขึ้น อาจกล่าวได้ว่ามีการเติมเต็มของแคลเซียมและฟอสเฟตจากสารประกอบของแร่ธาตุที่ละลายออกมาจากผิวเคลือบฟันและที่มีอยู่ในน้ำลายเทียมร่วมกับฟลูออ

ไรด์จากน้ำยาบ้วนปาก จึงช่วยต้านการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากกรด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Muñoz, *et al.* (1999)

ส่วนกลุ่ม D และ E ซึ่งได้รับฟลูออไรด์เช่นกัน แต่ใช้ฟลูออไรด์ในรูปของยาสีฟัน ถึงแม้ว่าจะมีฟลูออไรด์เข้มข้นมากกว่าในน้ำยาบ้วนปาก (1,000 พีพีเอ็ม) แต่เนื่องจากในยาสีฟันมีผงขัดเป็นองค์ประกอบ และการแปรงฟันอาจเป็นสาเหตุให้ขัดถูผิวเคลือบฟันที่ขรุขระจากการกัดกร่อนของกรดในน้ำส้มคั้นอยู่แล้วออกไป (Zero, 1996; Kuroiwa, *et al.*, 1994) ทำให้เกิดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันมากกว่ากลุ่ม C ซึ่งใช้ฟลูออไรด์เช่นกัน แต่ก็เกิดการสึกกร่อนน้อยกว่ากลุ่ม A ซึ่งไม่ได้รับการทำความสะอาดฟันเลย ผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับการทดลองของ Kelly และ Smith (1988) ที่พบว่าการสึกของผิวเคลือบฟันเกิดมากขึ้นเมื่อแปรงฟันทันทีภายหลังสัมผัสกรด อาจเนื่องจากการทดลองดังกล่าวใช้ยาสีฟันที่ไม่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์ และใช้น้ำลายเทียมคนละสูตรกัน นั่นแสดงว่าฟลูออไรด์และน้ำลายเทียมสูตรที่ใช้ในการทดลองนี้อาจมีผลช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน ผลการทดลองนี้จึงพบว่าการแปรงฟันทันทีสามารถช่วยลดการสึกกร่อนของฟันได้แม้ว่าจะไม่ดีเท่าวิธีอื่นๆ

กลุ่ม E สึกน้อยกว่ากลุ่ม D อาจเนื่องจากระหว่างรอ 1 ชั่วโมงภายหลังฟันสัมผัสกรดแล้วค่อยแปรงฟันนั้น ผิวเคลือบฟันที่สึกกร่อนอาจได้รับการคืนแร่ธาตุกลับไปโดยน้ำลายเทียมซึ่งมีองค์ประกอบของแคลเซียมและฟอสเฟตอยู่ นั่นหมายถึงฟันแข็งแรงขึ้นกว่าแปรงทันที แปรงสีฟันและผงขัดในยาสีฟันจึงขัดผิวเคลือบฟันออกไปได้น้อยกว่ากลุ่ม D ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Jaeggi และ Lussi (1999) แต่การได้รับฟลูออไรด์ในขณะที่ความเป็นกรดลดลง อาจลดการทำงานของฟลูออไรด์ลงไปด้วย ทำให้ฟลูออไรด์ไม่สามารถเข้าไปเติมเต็มในผิวเคลือบฟันได้ดีเท่ากลุ่ม C ซึ่งได้รับฟลูออไรด์หลังสัมผัสกรด (Chow and Brown, 1973)

ส่วนกลุ่ม B ซึ่งทำความสะอาดโดยการล้างด้วยน้ำกลั่น ช่วยลดการสึกของผิวเคลือบฟันลงได้ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำกลั่นช่วยเจือจางกรดในน้ำส้มคั้นบริสุทธิ์ ทำให้การกัดกร่อนเกิดขึ้นน้อยลง (Jaeggi and Lussi, 1999) นอกจากนี้การแช่ในน้ำลายเทียมก็ช่วยให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุในผิวเคลือบฟันได้อีกด้วยแต่ก็ยังไม่เพียงพอ และไม่ดีกว่าการได้รับฟลูออไรด์ร่วมด้วยดังเช่นในกลุ่ม C

กลุ่ม D และ E ซึ่งทำความสะอาดด้วยการแปรงฟันนั้น ใช้เครื่องแปรงฟันที่ประกอบขึ้นเองโดยใช้แปรงสีฟันไฟฟ้า เพื่อให้สามารถควบคุมความเร็วรอบในการหมุนได้ แรงที่ใช้กดหัวแปรงได้จากการศึกษาของ Boyd, Mcley และ Zahradnik (1997) ซึ่งวัดแรงกดที่ผู้ป่วยใช้ขณะแปรงฟันด้วยแปรงสีฟันไฟฟ้าและแปรงสีฟันธรรมดา โดยใช้สเตรนเกจ (Strain Gauges) จำนวน 8 ตัว พบ

ว่า แรงกดในแนวดิ่งเมื่อใช้แปรงสีฟันไฟฟ้ามีค่าประมาณ 0.95 ± 0.19 นิวตัน (ประมาณ 97 กรัม) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าใช้แปรงสีฟันธรรมดา (2.96 ± 0.82 นิวตัน) การทดลองนี้จึงเลือกใช้น้ำหนักกดหัวแปรง 100 ± 5 กรัม เพื่อสะดวกในการดูมาตรวัดจากเครื่องชั่งน้ำหนักและเพื่อควบคุมแรงกดให้คงที่ เวลาที่ใช้ในการแปรงฟัน คือ 10 วินาที ซึ่งน่าจะเพียงพอต่อการทำความสะอาดผิวฟันด้านแก้มใน 1 เซ็กแทนต์ (Sextant) โดยประมาณจากคู่มือการใช้งานของแปรงสีฟันไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองนี้ ซึ่งแนะนำให้แปรงฟันอย่างน้อยเป็นเวลา 2 นาที อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้จากการใช้เครื่องแปรงฟันนี้อาจไม่ได้ค่าที่ตรงกับสภาพจริงในชีวิตประจำวันนัก เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วนิยมใช้แปรงสีฟันธรรมดามากกว่า ความเร็วและแรงกดในการแปรงก็ต่างกัน (Boyd, Mcley and Zahrdnik, 1997)