

## ผลของเปลือกฟันร่วมกับเจลฟลูออไรด์ต่อความแข็งแรงผิวของเคลือบฟัน ภายหลังแช่ในน้ำคลอรีน

### ภาณุเพ็ญ สิทธิสมวงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์โครงการจัดตั้งภาควิชาทันตกรรม  
บดเคี้ยว

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

### สุนี พงศ์โรจน์เผ่า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์โครงการจัดตั้งภาควิชาทันตกรรม  
บดเคี้ยว

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

### จันทนา ตูลาพรชัย

อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

### ปาริชาติ มินมนต์ชัย

นักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

### เมธัส หนูวัฒนา

นักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

### วรางคณา แท่นตั้งเจริญชัย

นักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

### ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิงภาณุเพ็ญ สิทธิสมวงศ์  
โครงการจัดตั้งภาควิชาทันตกรรมบดเคี้ยว

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

6 ถ.โยธี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเปลือกฟันร่วมกับเจลฟลูออไรด์ (1.1% NaF gel) และยาสีฟันชนิดเจลที่มีฟลูออไรด์ (0.11% NaF) ต่อความแข็งแรงผิวของเคลือบฟัน ภายหลังแช่ในน้ำคลอรีนที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.4 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้ฟัน กรามน้อย 52 ซี่ ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟัน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 13 ตัวอย่าง คือ กลุ่มที่ไม่ได้ เปลือกฟัน (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ใส่เปลือกฟัน (กลุ่มศึกษา 1) กลุ่มที่ใส่เปลือกฟันร่วมกับเจลฟลู- ออไรด์ (กลุ่มศึกษา 2) กลุ่มที่ใส่เปลือกฟันร่วมกับยาสีฟันชนิดเจลที่มีฟลูออไรด์ (กลุ่มศึกษา 3) และกลุ่มที่ใส่เปลือกฟันร่วมกับวาสลิน (กลุ่มศึกษา 4) ก่อนและหลังแช่ในน้ำคลอรีนทำการ วัดค่าความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 ตัวอย่าง และศึกษาลักษณะ เคลือบฟันโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกลุ่มละ 3 ตัวอย่าง ผลการศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันลดลงทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) ยกเว้นกลุ่มศึกษา 2 โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของผลต่างความแข็งแรงผิวของเคลือบฟัน (Vickers microhardness number) ก่อนและหลังแช่ในน้ำคลอรีนมากที่สุด ( $147.75 \pm 11.25$ ) รองลงมาคือ กลุ่มศึกษา 1, 4, 3 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มศึกษา 2 มีค่าผลต่างน้อยที่สุดคือ  $10.36 \pm 6.74$  นอกจากนี้ ทุกกลุ่มยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p < .05$ ) ยกเว้นกลุ่มศึกษา 3 และ 4 ที่ไม่แตกต่างกัน การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ ส่องกราดพบว่าภายหลังแช่ในน้ำคลอรีน ผิวเคลือบฟันของกลุ่มควบคุมเท่านั้นที่พบลักษณะ คล้ายรังผึ้งชัดเจน โดยสรุปเคลือบฟันที่สัมผัสกับน้ำที่มีความเป็นกรดมากทำให้ความแข็งแรง ผิวของเคลือบฟันลดลงและเคลือบฟันเกิดการกัดกร่อนอย่างชัดเจน การใส่เปลือกฟันหรือการใส่ เปลือกฟันร่วมกับสารอื่น ๆ จะรักษาความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันและลักษณะของเคลือบฟันได้ ดีกว่าไม่ใช้เปลือกฟัน ซึ่งการใส่เปลือกฟันร่วมกับเจลฟลูออไรด์ให้ผลดีที่สุด

### บทนำ

ปัจจุบันการกัดกร่อนของฟัน (dental erosion) เกิดได้ทั่วไป การกัดกร่อนของฟันเป็น กระบวนการสลายแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างฟัน ทั้งส่วนที่เป็นเคลือบฟันและ เนื้อฟัน โดยปฏิกิริยาเคมีแบบค่อยเป็นค่อยไปและไม่เกี่ยวข้องกับการเชื้อจุลินทรีย์<sup>1-4</sup> การกัด

กร่อนของฟันหรือเคลือบฟันเกิดจากการละลายตัวของทั้งไฮดรอกซีอะพาไทท์ (hydroxyapatite) และฟลูออโรอะพาไทท์ (fluoroapatite) โดยปฏิกิริยาเคมีแบบอันเดอร์แซทเทรชัน (undersaturation) เมื่อค่าความเป็นกรดต่างน้อยกว่า 5.5 จะเริ่มมีการละลายตัวของไฮดรอกซีอะพาไทท์ก่อน ซึ่งค่านี้เป็นค่าความเป็นกรดต่างวิกฤต (critical pH)<sup>5,6</sup> เมื่อค่าความเป็นกรดต่างน้อยกว่า 4.5 จะมีการละลายตัวของฟลูออโรอะพาไทท์ ผู้ป่วยจะยังไม่มีอาการและอาการแสดงใด ๆ หากมีการกัดกร่อนของเคลือบฟันเพียงเล็กน้อย เมื่อการกัดกร่อนเกิดมากขึ้นจะเริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงของเคลือบฟัน จากลักษณะเรียบเป็นมัน กลายเป็นผิวขรุขระ ไม่เรียบ มีรูพรุน คล้ายรังผึ้ง<sup>3</sup> และเมื่อรุนแรงจนถึงขั้นทำลายเคลือบฟัน ผู้ป่วยจะมีการเสียวฟันขณะที่ดื่มน้ำเย็นหรือรับประทานอาหารเปรี้ยว การกัดกร่อนของฟันนอกจากจะทำให้ผู้ป่วยได้รับความทุกข์ทรมานจากอาการเสียวฟันซึ่งกระทบต่อการดำรงชีวิตประจำวันได้แล้ว ยังส่งผลต่อความสวยงามด้วย

สารเคมีที่มีสภาวะเป็นกรดซึ่งทำให้เกิดการกัดกร่อนของฟันนั้น อาจเกิดจากปัจจัยภายใน (intrinsic factor) ปัจจัยภายนอก (extrinsic factor) และปัจจัยที่ไม่ทราบสาเหตุ (idiopathic factor) ปัจจัยภายในเกิดจากร่างกายและจิตใจของผู้ป่วยเอง เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบื่ออาหารเหตุจิตใจ (anorexia nervosa) โรคบูลิเมีย เนอร์โวซา (bulimia nervosa) โรคพิษสุรา (alcoholism) ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร และมีปริมาณกรดในกระเพาะอาหารสูง ผู้ป่วยที่มีภาวะความเครียดสูง เป็นต้น<sup>7</sup> ผู้ป่วยเหล่านี้จะอาเจียนเป็นประจำ ทำให้กรดในกระเพาะอาหารออกมาสู่ช่องปาก และเกิดการกัดกร่อนของฟันได้<sup>2-4</sup> ส่วนปัจจัยภายนอกนั้น เกิดจากพฤติกรรมของผู้ป่วยและสิ่งแวดล้อมที่ผู้ป่วยสัมผัส เช่น การบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น น้ำอัดลม น้ำมะนาว อาหารที่มีรสเปรี้ยว เป็นต้น การได้รับยา หรือการรักษาทางการแพทย์ การอยู่อาศัยหรือประกอบอาชีพในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเป็นกรดสูงหรือมีการสัมผัสกับกรด เช่น โรงงานผลิตแบตเตอรี่ นักกีฬาว่ายน้ำ เป็นต้น<sup>3,8</sup> ส่วนปัจจัยที่ไม่ทราบสาเหตุนั้นเป็นการกัดกร่อนของฟันซึ่งเกิดจากกรดที่ไม่ทราบแหล่งที่มา<sup>6</sup>

จากการศึกษาการกัดกร่อนของฟันในนักกีฬาว่ายน้ำ น้ำจืดหัดพิษณุโลก พบว่านักกีฬาทุกคนมีการกัดกร่อนของฟันร้อยละ 62.0 ของจำนวนซี่ฟันที่ตรวจทั้งหมด และฟันบางซี่มีอาการรุนแรงถึงเนื้อฟัน<sup>9</sup> สำหรับในกรุงเทพมหานคร การศึกษาความชุกของการกัดกร่อนของฟันในนักกีฬาว่ายน้ำจากสระว่ายน้ำจำนวน 8 แห่ง พบว่าความชุกของการกัดกร่อนของฟันมีสูงถึงร้อยละ 90.19<sup>10</sup> ดังนั้น การกัดกร่อนของฟันในนักกีฬาว่ายน้ำนั้น

จึงอาจเกิดจากการสัมผัสกับน้ำในสระว่ายน้ำที่เป็นกรดเป็นเวลานาน โดยทั่วไป ผู้ควบคุมสระว่ายน้ำจะเติมสารเคมีในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ไฮโปคลอไรต์ (hypochlorite) หรือแก๊สคลอรีน (chlorine gas) เพื่อฆ่าเชื้อโรค เมื่อไฮโปคลอไรต์หรือแก๊สคลอรีนสัมผัสกับน้ำจะเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นกรดไฮโปคลอริก (hypochloric acid) และกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)<sup>1,3,6</sup> นอกจากนี้ยังเติมสารเคมีเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดต่างของน้ำด้วยตามข้อบังคับกรุงเทพมหานครว่าด้วยหลักเกณฑ์การประกอบการค้าซึ่งเป็นที่รังเกียจหรืออาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพ ประเภทการจัดตั้งสระว่ายน้ำ พ.ศ. 2530 กำหนดให้ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในสระว่ายน้ำอยู่ในช่วง 7.2 ถึง 8.4<sup>11</sup> แต่จากการศึกษาค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในสระว่ายน้ำพบอยู่ในช่วง 5.0 ถึง 7.9 (เฉลี่ย 6.06)<sup>10,18</sup> ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น

นอกจากการเติมสารต่าง ๆ เพื่อฆ่าเชื้อโรคแล้ว ผู้ควบคุมสระว่ายน้ำมักเติมกรดไฮโปคลอริกและกรดไฮโดรคลอริกเพื่อปรับให้น้ำใสขึ้น หากพบว่าน้ำในสระขุ่นกว่าปกติหลังฝนตก ซึ่งมักเติมสารดังกล่าว โดยไม่วัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำก่อนหรือหลังการเติม จากการพูดคุยกับผู้ปกครองของนักกีฬาว่ายน้ำจำนวนหนึ่งที่นำนักกีฬาเหล่านั้นมารับการรักษาทางทันตกรรม ผู้ปกครองสังเกตว่านักกีฬาจะบ่นเสียวฟันมากกว่าปกติหลังขึ้นจากสระว่ายน้ำที่มีการเติมสารเคมีต่าง ๆ ดังกล่าวนอกจากนี้ ยังพบว่าฟันหน้าของนักกีฬาที่ว่ายน้ำบ่อย ๆ มักติดคราบฟันสีขาวหรือเขียวอมดำด้วย ดังนั้น การกัดกร่อนของฟันในนักกีฬาว่ายน้ำจึงอาจเป็นผลมาจากการเติมสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำไม่เหมาะสม ทำให้น้ำในสระว่ายน้ำมีฤทธิ์เป็นกรดเกินที่มาตรฐานกำหนด<sup>3,10,12,13</sup> การควบคุมสภาพความเป็นกรดต่างของสระว่ายน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดการกัดกร่อนของฟันได้ แต่สำหรับนักกีฬาว่ายน้ำที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับน้ำที่มีสภาพดังกล่าวได้ ควรมีการป้องกันการกัดกร่อนของฟันก่อนที่จะเกิดความเสียหาย

การป้องกันการกัดกร่อนของฟันทำได้หลายวิธี เช่น ลดความถี่ในการสัมผัสกับน้ำหรืออาหารที่เป็นกรด ส่งเสริมการไหลเวียนของน้ำลายและการสร้างเพลลิเคิล (pellicle) ส่งเสริมความต้านทานกรดและการสะสมกลับของแร่ธาตุที่ผิวฟัน จัดให้มีการป้องกันทางเคมี หรือการป้องกันเชิงกล เป็นต้น<sup>14</sup> จากการศึกษาประสิทธิภาพของเฝือกฟัน (mouth guard) เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของฟันจากการสัมผัสกับน้ำคลอรีนในห้องปฏิบัติการโดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความแข็งผิวของเคลือบฟันก่อนและหลังใส่เฝือกฟัน พบว่าการใส่เฝือกฟันจะสามารถลดการกัดกร่อนของฟันได้มาก คณะผู้วิจัยสรุปว่าการใส่เฝือกฟันเป็นการ

ลดการสัมผัสของฟันกับน้ำคลอรีน<sup>3</sup> แต่หากเปลือกฟันเสื่อมสภาพไม่เหมาะสมหรือเกิดการรื้อซึมทำให้น้ำคลอรีนสัมผัสกับฟันอีก ดังนั้นการใช้สารอื่น ๆ ร่วมกับเปลือกฟันอาจแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เป็นที่ยอมรับทั่วไปว่าเจลฟลูออไรด์สามารถลดการกัดกร่อนของเคลือบฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ<sup>15</sup> โดยฟลูออไรด์สามารถชะลอการละลายตัวของแร่ธาตุและส่งเสริมการเกิดกระบวนการสะสมกลับของแร่ธาตุบนตัวฟัน (remineralization) กระตุ้นให้เกิดการสะสมของสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเคลือบฟัน ดังนั้นจึงนำฟลูออไรด์มาใช้ในการป้องกันฟันผุ การลดการกัดกร่อนของฟัน รวมถึงลดอาการเสียวฟัน ซึ่งใช้ได้หลายวิธี เช่น การแปรงฟันด้วยยาสีฟันฟลูออไรด์ การใช้ยาบ้วนปากฟลูออไรด์ การเคลือบฟลูออไรด์โดยทันตแพทย์ การขัดฟันด้วยสารฟลูออไรด์ เป็นต้น การใช้เจลฟลูออไรด์ร่วมกับเปลือกฟันจึงอาจช่วยให้เปลือกฟันเหมาะสมยิ่งขึ้น ลดการแทรกซึมของน้ำคลอรีนและลดการเกิดการกัดกร่อนของฟันด้วยคุณสมบัติของฟลูออไรด์ดังกล่าว

การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการกัดกร่อนของฟันในภาวะจำลองในห้องปฏิบัติการ โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งผิวของเคลือบฟันหลังแช่ในน้ำที่มีภาวะเป็นกรด เมื่อใส่เจลฟลูออไรด์ร่วมกับเปลือกฟัน โดยใช้เครื่องมือวัดไมโครฮาร์ดเนสแบบวิกเกอร์ (Vickers microhardness) เนื่องจากการกัดกร่อนของฟันนั้นมีความสัมพันธ์กับความแข็งผิวของเคลือบฟัน และสามารถนำมาใช้วัดค่าการกัดกร่อนของฟันได้<sup>16</sup> นอกจากนี้ ยังศึกษาลักษณะของเคลือบฟันที่เปลี่ยนแปลงไปโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อประเมินการกัดกร่อนของฟัน<sup>17</sup>

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

คัดเลือกฟันกรามน้อยที่ถูกถอนจากเหตุผลเพื่อการจัดฟันจำนวน 52 ซี่ โดยใช้การชักตัวอย่างที่ไม่ได้อาศัยความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) แบบเจาะจง (Purposive Sampling) เลือกเฉพาะฟันที่มีผิวเคลือบฟันด้านแก้ม (buccal surface) ปกติ ไม่มีพยาธิสภาพหรือความผิดปกติในการสร้างฟัน เก็บในสารละลายน้ำเกลือความเข้มข้น 0.9% (normal saline: NaCl 0.9%) จนกว่าจะถึงเวลาศึกษา ทำความสะอาดฟันและขัดฟัน โดยใช้หัวถ้วยยาง (rubber cup) และผงขัดชนิดละเอียด (pumice) ตัดแบ่งฟันด้วยหัวตัดคาร์โบรันดัม (carborundum disc) โดยตัดตัวฟันออกจากรากฟันที่บริเวณคอฟัน นำชิ้นส่วนเคลือบฟันที่ตัดได้มายึดบนแบบเรซินใสชนิดแข็งตัวได้เอง (epoxy

resin) ที่มีแบบเป็นท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร โดยให้ส่วนของเคลือบฟันด้านแก้มฝังบนเรซินไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร ตัดขอบของแบบเรซินให้มีลักษณะเอียงเล็กน้อย เพื่อให้สะดวกในการถอดใส่ ขัดบริเวณเคลือบฟันด้านแก้มที่อยู่ในแบบเรซินให้เรียบด้วยกระดาษทรายน้ำและเครื่องขัดผิวตัวอย่าง (grinder or polisher) จนเคลือบฟันมีผิวเรียบ ขนาดประมาณ 2x2 ตารางมิลลิเมตร เพื่อให้ทดสอบความแข็งผิวของเคลือบฟัน

### การเตรียมน้ำคลอรีน

ผสมน้ำประปากับกรดไตรคลอโรไอโซไซยานูริก 90% (90% Trichloroisocyanuric acid) วัดค่าความเป็นกรดต่างโดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH meter) จนได้ค่าเท่ากับ 3.4 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในสระว่ายน้ำที่ต่ำที่สุดที่ได้จากการสำรวจน้ำในสระว่ายน้ำในกรุงเทพมหานคร<sup>18</sup>

### การทำเปลือกฟัน

พิมพ์ชิ้นตัวอย่างด้วยวัสดุพิมพ์ปากอัลจิเนต (alginate) หล่อแบบด้วยพลาสติกเรซิน (dental stone) เพื่อทำแบบจำลองของชิ้นตัวอย่าง นำแบบจำลองชิ้นตัวอย่างที่ได้มาทำเปลือกฟันโดยใช้เครื่องเทอร์โมฟอร์มมิงแมชชีน (thermoforming machine) และแผ่นเอทิลไวน์ลอะซิเตต (ethylvinylacetate sheet) หนา 0.06 นิ้ว ตัดแต่งเปลือกฟันและทดลองใส่และถอดในชิ้นตัวอย่าง

### การทดสอบความแข็งผิวของเคลือบฟัน

วัดและบันทึกค่าความแข็งผิวของเคลือบฟันของตัวอย่างทุกชิ้นก่อนแช่น้ำคลอรีนที่เตรียมไว้ ด้วยเครื่องทดสอบวัดความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ แรงกด 500 กรัม เป็นเวลา 15 วินาที คำนวณเป็นค่าวิกเกอร์ไมโครฮาร์ดเนส (Vicker microhardness number: VHN) จากนั้นเตรียมตัวอย่างในกลุ่มศึกษาแช่น้ำคลอรีน ดังนี้

1. กลุ่มศึกษา 1 ใส่เปลือกฟันโดยกดให้แนบสนิทกับตัวอย่าง
2. กลุ่มศึกษา 2, 3 และ 4 ใส่สารต่าง ๆ ปริมาณที่พอเหมาะในเปลือกฟัน แล้วกดให้แนบสนิทกับชิ้นตัวอย่าง เช็ดส่วนเกินออกโดย
  - 2.1 กลุ่มศึกษา 2 ใส่ 1.1% โซเดียมฟลูออไรด์เจล (1.1% NaF gel) คอลเกต พรिवิเดนท์ เจล (Colgate® PreviDent® Gel)
  - 2.2. กลุ่มศึกษา 3 ใส่ยาสีฟันชนิดเจลที่มีฟลูออไรด์ (0.11% NaF) โคโดโม (KODOMO LION®)
  - 2.3 กลุ่มศึกษา 4 ใส่วาสลีน

นำขึ้นตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่ม แช่น้ำคลอรีนที่เตรียมไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาโดยเฉลี่ยที่นักกีฬาว่ายน้ำฝึกซ้อม<sup>3</sup> จากนั้นวัดและบันทึกความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันของขึ้นตัวอย่างเช่นเดียวกับก่อนแช่ สำหรับตัวอย่างที่ใส่เปลือกฟัน ต้องถอดเปลือกฟันออก ล้างด้วยน้ำสะอาด และเป่าให้แห้งก่อนวัด

### การศึกษาลักษณะผิวเคลือบฟัน

นำตัวอย่างกลุ่มละ 3 ชิ้น ทำให้แห้ง เคลือบทองด้วยเครื่องฉาบทองและคาร์บอน (sputter/carbon coater) วางบนแท่นนำไฟฟ้า ศึกษาลักษณะของผิวเคลือบฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดก่อนแช่น้ำคลอรีน จากนั้นขัดขึ้นตัวอย่างด้วยกระดาษทรายเบอร์ 2500 เพื่อให้กำจัดทองที่ติดบนผิวเคลือบฟัน เตรียมขึ้นตัวอย่างและแช่น้ำคลอรีนที่เตรียมไว้เช่นเดียวกับการทดลองค่าความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันจากนั้นนำตัวอย่างแต่ละชิ้นมาศึกษาลักษณะผิวเคลือบฟันที่เปลี่ยนแปลงไป

### ผล

#### การทดสอบความแข็งแรงผิวของเคลือบฟัน

การวัดค่าเฉลี่ยความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงผิวแบบวิกเกอร์ ก่อนและหลังแช่น้ำคลอรีนเมื่อทดสอบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และทดสอบพหุ (Multiple comparison) ด้วยการทดสอบเทอร์กี (Tukey Test) พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันก่อนแช่น้ำคลอรีนแต่ละกลุ่มแตกต่างกันภายหลังแช่น้ำคลอรีนค่าเฉลี่ยความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันทุกกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) ยกเว้นกลุ่มศึกษา 2 ดังแสดงในตารางที่ 1

กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของผลต่างความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันลดลงมากที่สุด ( $147.75 \pm 11.25$  หรือร้อยละ  $41.25 \pm 2.60$ ) รองลงมาคือ กลุ่มศึกษา 1, 4, 3 และ 2 ตามลำดับ ดังแผนภูมิที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันที่ลดลงหลังแช่น้ำคลอรีนระหว่างกลุ่มศึกษา โดยการทดสอบพหุพบว่าร้อยละของค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ยกเว้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มศึกษา 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน

#### การศึกษาลักษณะพื้นผิวและผิวเคลือบฟัน

จากการศึกษาลักษณะผิวเคลือบฟันของขึ้นตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 500 เท่า

และ 1,000 เท่า พบว่าขึ้นตัวอย่างทุกชิ้นก่อนแช่น้ำคลอรีนมีผิวเคลือบฟันขรุขระเล็กน้อย ค่อนข้างเรียบแต่ไม่มีริ้วพูน มีรอยขีดข่วนซึ่งอาจเกิดจากการขัดขึ้นเคลือบฟัน ภายหลังแช่น้ำคลอรีนพบว่าผิวเคลือบฟันของกลุ่มควบคุมมีลักษณะขรุขระ ไม่เรียบ มีริ้วพูนโดยทั่วไป มีลักษณะของผิวคล้ายรังผึ้ง แต่ไม่พบลักษณะดังกล่าวในขึ้นตัวอย่างของกลุ่มศึกษาอื่นชัดเจนเท่ากลุ่มควบคุม ดังรูปที่ 1 และ 2

### บทวิจารณ์

จากการตอบแบบสอบถาม พบว่านักกีฬาว่ายน้ำจะว่ายน้ำโดยเฉลี่ยติดต่อกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง<sup>3</sup> และจากการสำรวจน้ำในสระว่ายน้ำในกรุงเทพมหานครพบว่าค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในสระว่ายน้ำที่ต่ำที่สุดคือ 3.4<sup>18</sup> ดังนั้น การศึกษาขึ้นจึงจำลองภาวะดังกล่าวในห้องปฏิบัติการ โดยแช่ขึ้นเคลือบฟันในน้ำประปาที่ผสมกับสารไตรคลอโรไอโซไซยานูริกแอซิด 90% ที่มีค่าความเป็นกรดต่าง 3.4 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นอกจากนี้ ยังคัดเลือกฟันที่นำมาศึกษาให้อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน เพื่อลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา โดยใช้ฟันกรามน้อยที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟัน

จากการศึกษาเกี่ยวกับผลของเปลือกฟันต่อความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันภายหลังจากแช่น้ำคลอรีน<sup>3</sup> พบว่าการใส่เปลือกฟันสามารถลดความรุนแรงของการกัดกร่อนของฟันได้ แต่ยังไม่สามารถป้องกันภาวะดังกล่าวได้ จากผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อทดสอบเคลือบฟันที่สัมผัสน้ำคลอรีนที่เป็นกรดค่าความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันจะลดลงมาก และการใส่เปลือกฟันเพียงอย่างเดียวสามารถลดความรุนแรงของการกัดกร่อนของฟันได้เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา<sup>3</sup> แต่เมื่อใช้เปลือกฟันร่วมกับสารอื่นจะลดการกัดกร่อนของฟันได้ดีกว่า

เมื่อเปรียบเทียบการใช้เปลือกฟันเพียงอย่างเดียวกับการใช้เปลือกฟันร่วมกับวาสลีนซึ่งไม่มีฟลูออไรด์ พบว่าร้อยละของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันที่ลดลงหลังแช่น้ำคลอรีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้เปลือกฟันร่วมกับวาสลีนจะมีร้อยละของค่าเฉลี่ยฯ ที่เปลี่ยนไปน้อยกว่า ดังนั้น การใช้วาสลีนจึงเป็นการเพิ่มความแนบสนิของเปลือกฟันกับเคลือบฟัน ลดการแทรกซึมของน้ำคลอรีนลงและการสัมผัสระหว่างน้ำที่เป็นกรดกับเคลือบฟัน

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบการใช้เปลือกฟันร่วมกับวาสลีนกับการใช้เปลือกฟันร่วมกับเจลฟลูออไรด์ พบว่าร้อยละของค่าเฉลี่ยฯ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การใช้เปลือก

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวเคลือบฟันก่อนและหลังแช่ในน้ำคลอรีนที่ pH 3.4

Table 1 Average enamel surface hardness before and after soaking in chlorinated water at pH 3.4

| Group | Vickers microhardness number $\pm$ SD (kg/mm <sup>2</sup> ) |                    |           |
|-------|-------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|
|       | Before soaking                                              | After soaking      | p - value |
| C     | 357.99 $\pm$ 9.56                                           | 210.23 $\pm$ 8.97  | < .001*   |
| E1    | 353.64 $\pm$ 10.41                                          | 339.14 $\pm$ 10.73 | .007*     |
| E2    | 351.21 $\pm$ 5.67                                           | 348.55 $\pm$ 5.65  | .308      |
| E3    | 345.91 $\pm$ 5.71                                           | 338.30 $\pm$ 7.59  | .021*     |
| E4    | 346.42 $\pm$ 4.78                                           | 336.06 $\pm$ 6.97  | .001*     |

C = enamel slabs only

E1 = enamel slabs with mouth guard

E2 = enamel slabs with mouth guard and fluoride gel

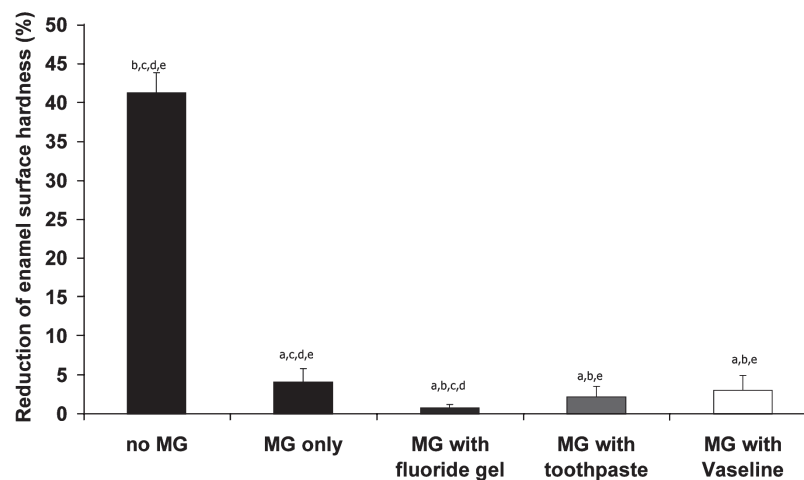
E3 = enamel slabs with mouth guard and fluoride toothpaste

E4 = enamel slabs with mouth guard and Vaseline

\* Statistically significant at  $p < .05$

แผนภูมิที่ 1 ร้อยละของความแข็งผิวของเคลือบฟันที่ลดลงหลังแช่ในน้ำคลอรีนที่ pH 3.4

Graph 1 Percentage reduction of enamel surface hardness after soaking in chlorinated water at pH 3.4



MG = mouth guard

a =  $p < .05$  compared to no splint

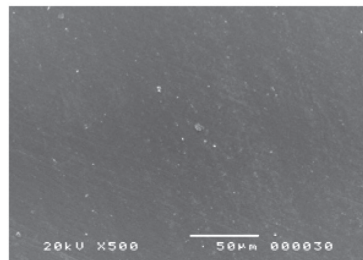
b =  $p < .05$  compared to splint only

c =  $p < .05$  compared to splint with Vaseline

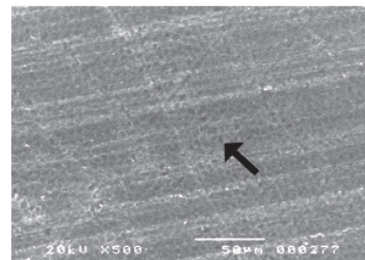
d =  $p < .05$  compared to splint with toothpaste

e =  $p < .05$  compared to splint with fluoride gel

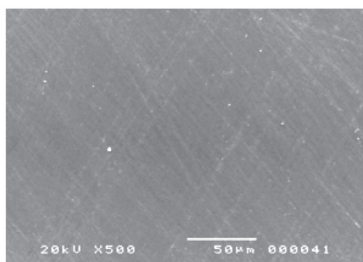
**รูปที่ 1** ลักษณะผิวเคลือบฟันก่อนและหลังแช่ในน้ำคลอรีนที่กำลังขยาย 500 เท่า  
**Fig. 1** Enamel appearance before and after soaking in chlorinated water at 500x



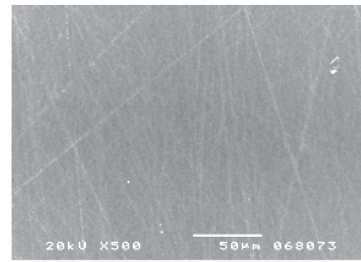
Control group before soaking



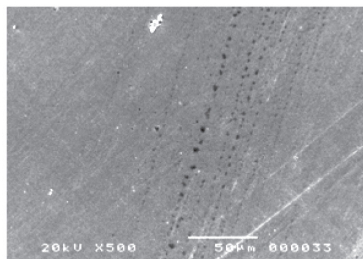
Control group after soaking



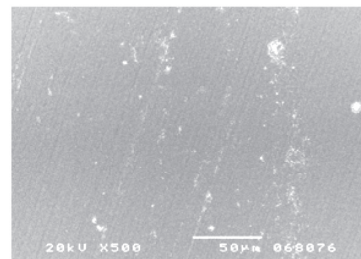
E1 before soaking



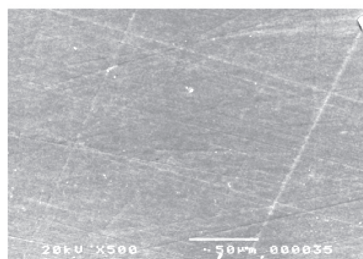
E1 after soaking



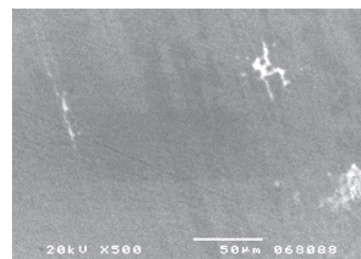
E2 before soaking



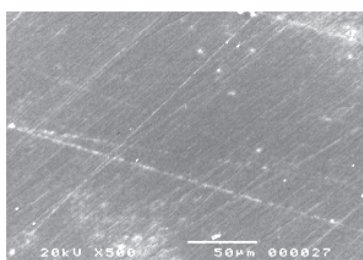
E2 after soaking



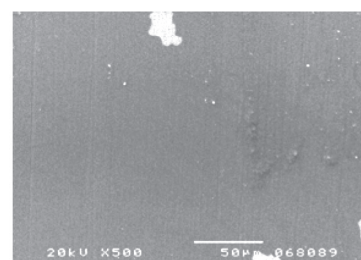
E3 before soaking



E3 after soaking

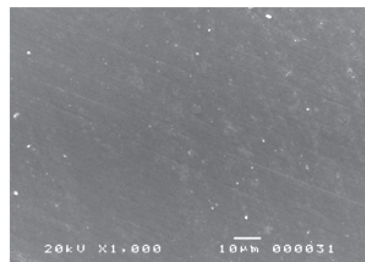


E4 before soaking

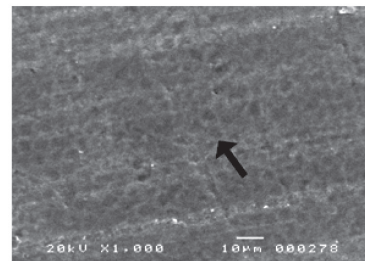


E4 after soaking

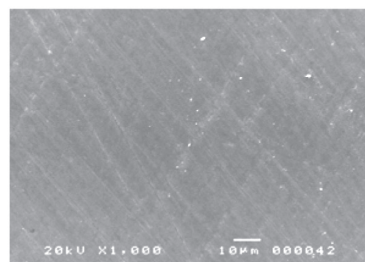
**รูปที่ 2** ลักษณะผิวเคลือบฟันหลังแช่ในน้ำคลอรีนที่กำลังขยาย 1000 เท่า  
**Fig. 2** Enamel appearance before and after soaking in chlorinated water at 1000x



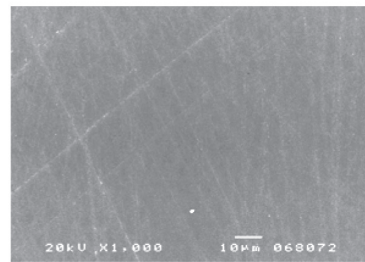
C before soaking



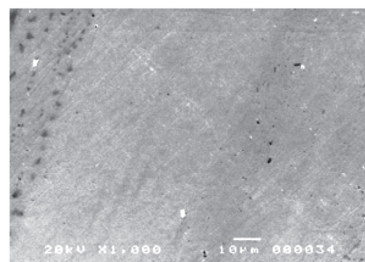
C after soaking



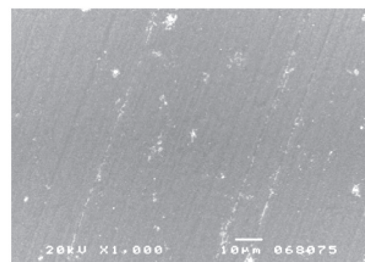
E1 before soaking



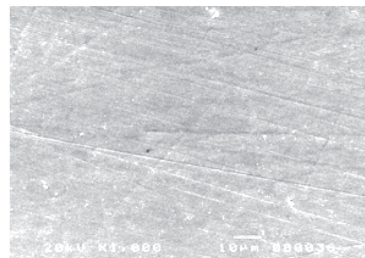
E1 after soaking



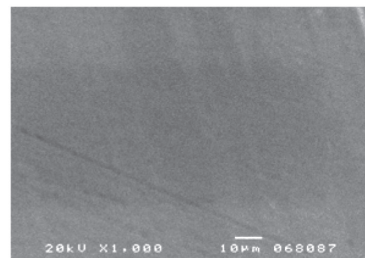
E2 before soaking



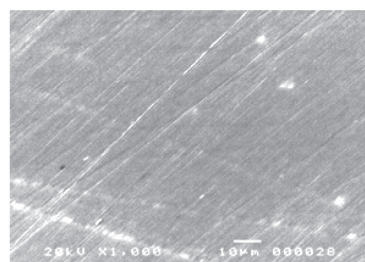
E2 after soaking



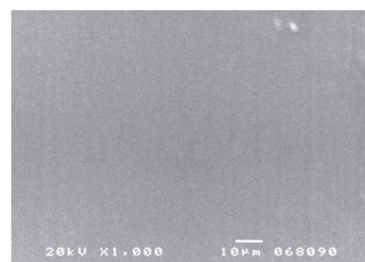
E3 before soaking



E3 after soaking



E4 before soaking



E4 after soaking

ฟันร่วมกับวาสน์และการใช้เฝือกฟันร่วมกับยาสีฟันชนิดเจลที่มีฟลูออไรด์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของร้อยละค่าเฉลี่ยฯ อาจเนื่องจากความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในเจลฟลูออไรด์มากกว่าในยาสีฟันชนิดเจลที่มีฟลูออไรด์ และยาสีฟันชนิดเจลที่มีฟลูออไรด์ยังละลายน้ำอย่างเห็นได้ชัดปริมาณฟลูออไรด์จึงลดลง ฟลูออไรด์จึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยชะลอการละลายตัวของแร่ธาตุและส่งเสริมการเกิดกระบวนการสะสมกลับของแร่ธาตุบนตัวฟัน

สำหรับการศึกษาลักษณะผิวเคลือบฟันก่อนและหลังแช่ในน้ำคลอรีนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าลักษณะผิวเคลือบฟันของกลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงพบการกัดกร่อนของผิวเคลือบฟันลักษณะเป็นรูปร่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gabai และคณะ<sup>19</sup> แต่ในกลุ่มศึกษาทั้งหมด จะพบลักษณะดังกล่าวไม่ชัดเจน จึงพอสรุปได้ว่าการใส่เฝือกฟันเพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับสารอื่นๆ ช่วยลดความรุนแรงของการสูญเสียเคลือบฟันจากการสัมผัสกรดได้ดีกว่าการไม่ใส่เฝือกฟัน

การศึกษานี้แม้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งไม่สามารถเลียนแบบสภาพช่องปากและควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้อย่างสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพของน้ำลาย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการป้องกันการเกิดการกัดกร่อนของฟัน โดยสร้างเพลลิเคิลเคลือบผิวฟันเพื่อปกป้องฟันจากการสัมผัสกรด นอกจากนี้ น้ำลายยังมีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ในการปรับค่าความเป็นกรดต่างในช่องปากให้อยู่ในสภาวะสมดุล ในน้ำลายยังมีส่วนประกอบที่เป็นแคลเซียมและฟอสเฟตซึ่งช่วยให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุในผิวเคลือบฟันได้<sup>20</sup> นอกจากนี้ การเสียดสีของริมฝีปากและแรงปะทะของน้ำกับเคลือบฟันอาจส่งเสริมการกัดกร่อนของฟันได้ในขณะว่ายน้ำ จึงต้องพัฒนาวิธีการศึกษาต่อไป

## บทสรุป

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบผลของเฝือกฟันร่วมกับเจลฟลูออไรด์ต่อความแข็งแรงผิวและลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปของผิวเคลือบฟัน ภายหลังแช่ในน้ำคลอรีนที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.4 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยสรุปพบว่าเคลือบฟันที่สัมผัสกับน้ำที่มีความเป็นกรดมากทำให้ความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันลดลงและเคลือบฟันเกิดการกัดกร่อนอย่างชัดเจน การใส่เฝือกฟันหรือการใส่เฝือกฟันร่วมกับสารอื่นๆ จะรักษาความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันและลักษณะของเคลือบฟันได้ดีกว่าไม่ใส่เฝือกฟัน

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.สมศักดิ์ โมตรัตนทะกุล ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านสถิติ

## เอกสารอ้างอิง

1. Linnett V, Seow WK. Dental erosion in children: a literature review. *Pediatr Dent* 2001;23:37-43.
2. Jarvinen VK, Rytomaa II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. *J Dent Res* 1991;70:924-7.
3. เข็มพร กิจสงหวงค์. ผลของเฝือกฟันต่อความแข็งแรงผิวของเคลือบฟันภายหลังแช่ในน้ำคลอรีน. [วิทยานิพนธ์]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2545
4. สร้อยสิริ ทวีบุรณ, บุญนิตย ทวีบุรณ. ผลของเครื่องดื่มหลายชนิดต่อการกัดกร่อนผิวเคลือบฟัน. *ว ทันต มหิดล* 2536;13:153-8.
5. Edgar WM. Saliva and dental health. Clinical implications of saliva: report of a consensus meeting. *Br Dent J* 1990;169:96-8.
6. Panida Nakhagel. Effect of fluoride containing toothpaste, fluoride mouthrinse and fluoride gel on rehardening of enamel erosion with chlorinate water. [Thesis]. Bangkok: Mahidol university; 2004.
7. Scheutzel P. Etiology of dental erosion--intrinsic factors. *Eur J Oral Sci* 1996;104:178-90.
8. Peterson Pe, Gormsen C. Oral conditions among German battery factory workers. *Community Dent Oral Epidemiol* 1991;19:104-6.
9. วรพันธ์ ลิ้มสนธิโรภาส, ศรีสุตา สีละศิริ, จันทนา อึ้งชูศักดิ์. สภาวะการกัดกร่อนของฟันในนักกีฬาว่ายน้ำจังหวัดพิษณุโลก. *ว ทันต* 2538;45:98-104.
10. บุญนิตย ทวีบุรณ, ถานอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, วรณันท์ บัวจิบ, สร้อยสิริ ทวีบุรณ. ความชุกของการเกิดฟัน กร่อนในนักกีฬาว่ายน้ำและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง. *ว ทันต* 2541;48:134-42.
11. ฝ่ายพัฒนานามัยสิ่งแวดล้อมและชุมชนเมือง สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. หลักการจัดการสระว่ายน้ำ เพื่อความปลอดภัยของผู้มาใช้บริการ เอกสารสรุปการประชุม "การประกอบกิจการสระว่ายน้ำ" พิมพ์ครั้งที่ 1. (ไม่ระบุสถานที่พิมพ์); 2541 หน้า 14-23
12. Zero DT. Etiology of dental erosion-extrinsic factors. *Eur J Oral Sci* 1996;104:162-77.
13. จันทนา อึ้งชูศักดิ์, สุรัตน์ มงคลชัยธัญญา, ชนิษฐ์ รัตนรังสิมา. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการกัดกร่อนของฟันในผู้ว่ายน้ำ. *ว ทันต* 2542;49:113-8.

14. พัชรี ขำกล้า. สาเหตุและการป้องกันการกัดกร่อนของฟัน. [รายงานบทความปริทัศน์]. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยมหิดล 2541; 13-4.
15. Horowitz HS, Ismail AI. Topical Fluorides in Caries Prevention. In: Fejerskov O, Ekstrand K and Brain B, editors. Fluoride in Dentistry. 2<sup>nd</sup> ed. Copenhagen: Munksgaard; 1996. p. 311-327.
16. Attin T, Koidl U, Buchalla W, Schaller HG, Kielbassa AM, Hellwig E. Correlation of microhardness and wear in differently eroded bovine dental enamel. *Arch Oral Biol* 1997;42:243-50.
17. Meurman JH, Frank RM. Scanning electron microscopic study of the effect of salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Res* 1991;25:1-6.
18. สมชัย มโนพัฒน์กุล, สิริบังอร พิบูลนิยม โชวิฑูรกิจ, วงศ์ศิริ ชัยกาญจนกิจ. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในสระว่ายน้ำสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานคร. *ว.ทันต มหิดล* 2549;26:89-96.
19. Gabai Y, Fattal B, Rahamin E, Gedalia I. Effect of pH levels in swimming pools on enamel of human teeth. *Am J Dent* 1988;1:241-3.
20. ten Cate B. The Role of Saliva in Mineral Equilibria- Caries and Calculus Formation. In: Edgar M, O'Mullane D, editors. Saliva and Oral Health. 2<sup>nd</sup> ed. London: the British Dental Association; 1996. p. 123-136.

## Original Article

# The Effect of Closed Fitting Mouth Guard with Fluoride Gel on Surface Hardness of Enamel after Soaking in Chlorinated Water

### Panupen Sitthisomwong

Assistant Professor Occlusion Unit  
Faculty of Dentistry, Mahidol University

### Sunee Pongrojpa

Assistant Professor Occlusion Unit  
Faculty of Dentistry, Mahidol University

### Chantana Tulapornchai

Lecturer Department of Prosthodontics  
Faculty of Dentistry, Mahidol University

### Parichart Meanmonchai

Dental Student  
Faculty of Dentistry, Mahidol University

### Matas Nuwattana

Dental Student  
Faculty of Dentistry, Mahidol University

### Warangkana Tantangchareonchai

Dental Student  
Faculty of Dentistry, Mahidol University

### Correspondence to:

Assistant Professor Panupen Sitthisomwong  
Occlusion Unit  
Faculty of Dentistry, Mahidol University  
6 Yothi Street, Rachathavee, Bangkok 10400

## Abstract

The aim of this study was to assess the effect of closed fitting mouth guard with fluoride gel (1.1% NaF gel) or fluoride toothpaste (0.11% NaF) on surface hardness of enamel after soaking in chlorinated water at pH 3.4 for 2 hours. Fifty two human premolars extracted for orthodontic reasons were divided into 5 groups (13 specimens in each group): enamel slabs without mouth guard (control group; C), enamel slabs with mouth guard only (experimental group 1; E1), enamel slabs with mouth guard and fluoride gel (experimental group 2; E2), enamel slabs with mouth guard and fluoride toothpaste (experimental group 3; E3) and enamel slabs with mouth guard and Vaseline (experimental group 4; E4). Before and after soaking in chlorinated water, ten specimens of each group were measured for enamel microhardness and 3 specimens of each group were prepared to examine the enamel appearance using scanning electron microscope (SEM). The results showed that enamel microhardness decreased in all specimens significantly ( $p < .05$ ) except E2. Group C had the highest means of difference Vickers microhardness number (VHN) before and after soaking in chlorinated water. ( $147.75 \pm 11.25$ ) E1, E4, E3 and E2 had lower means of difference in VHN. The lowest one was E2 ( $10.36 \pm 6.74$ ). There were significant differences between groups ( $p < .05$ ) except between E3 and E4. After soaking in Chlorinated water, SEM revealed honeycomb-like etched patterns on enamel surface only in group C. This study indicated that enamel which exposed to strong acidic water had decreased surface hardness and had changes in enamel surface significantly. Using mouth guard either with or without other agents could maintain enamel surface hardness and enamel appearance better than not using mouth guard. Using mouth guard with fluoride gel provides the most effective result.

**Key words:** dental erosion; enamel microhardness; erosion; fluoride gel; mouth guard