บทความปริทัศน์
Review Article

การฟอกสีฟันในทางทันตกรรม: ทบทวนวรรณกรรม
Tooth Bleaching in Dentistry: A Review of the Literature

ณัฐชัย จรัสพันธุ์กุล[1], พิสัยศิษฏ์ ชัยจรีนนท์[2]
[1]นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Natthachai Jaraspankul[1], Pisaisit Chaijareenont[2]
[1]Graduate student, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
[2]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2563; 41(1) : 13-25
CM Dent J 2020; 41(1) : 13-25

Received: 19 November, 2018
Revised: 14 December, 2018
Accepted: 13 May, 2019

บทคัดย่อ

ปัจจุบันความต้องการของการทำให้ฟันขาวโดยการฟอกสีฟันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งกระบวนการทำให้ฟันขาวเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ของสารเพอร์ออกไซด์ที่แทรกผ่านชั้นเคลือบฟัน (enamel) และเนื้อฟัน (dentin) ส่งผลให้สีของฟันโดยเฉพาะชั้นเนื้อฟันมีสีอ่อนลง ทำให้ดูสว่างขึ้น โดยมีปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการฟอกสีฟัน คือ ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ในการฟอก ซึ่งน้ำยาฟอกสีฟันความเข้มข้นสูงจะให้ผลลัพธ์การฟอกเร็วกว่าความเข้มข้นต่ำ แต่อย่างไรก็ตามหากยืดระยะเวลาในการฟอกออกไปพบว่าน้ำยาฟอกสีฟันความเข้มข้นต่ำสามารถให้ผลในการฟอกสีฟันเทียบเท่าความเข้มข้นสูงได้ นอกจากนี้ การกระตุ้นด้วยแสง ความร้อน รวมทั้งสีเริ่มต้นของฟันสามารถส่งผลต่อการฟอกสีฟันได้เช่นกัน การวัดการเปลี่ยนแปลงสีฟันที่เกิดขึ้นสามารถวัดได้ด้วยการใช้สายตาเทียบกับชุดเทียบสี (shade guide) หรือการวัดการ

Abstract

Tooth whitening has been increase in the number of patients over recent years. Following previous literature, the mechanisms of tooth whitening was occurred by the diffusion of peroxide through enamel and dentin to cause oxidation that lighten of tooth color. The importance factors influencing tooth whitening efficacy are concentration and time which higher concentrations are faster than lower concentrations. However, lower concentrations can approach the efficacy of higher concentrations with extended treatment times. The light activated heat and initial tooth color can also influence tooth bleaching outcome. The method for measuring changes in tooth color are visual measurements by using shade guide

Corresponding Author:

พิสัยศิษฏ์ ชัยจรีนนท์
อาจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

Pisaisit Chaijareenont
Lecturer, Dr., Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry,
Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
E-mail: ***yodent@hotmail.com***

เปลี่ยนแปลงของสีฟันด้วยเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ผลข้างเคียงที่พบได้บ่อยหลังจากการฟอกสีฟันคือ อาการเสียวฟัน ซึ่งปกติอาการเสียวฟันจะค่อย ๆ ลดลง แต่การใช้โซเดียมฟลูออไรด์ (sodium fluoride) กับโพแทสเซียมไนเตรท (potassium nitrate) เป็นอีกทางเลือกที่ช่วยลดอาการเสียวฟันได้ นอกจากนี้ การฟอกสีฟันสามารถก่อให้เกิดอาการระคายเคืองที่เหงือกหรือเยื่อบุในช่องปากรวมทั้งส่งผลต่อวัสดุบูรณะ และค่าความแข็งแรงยึดเฉือน (shear bond strength) ของวัสดุอุดบนฟัน

คำสำคัญ: เจลฟอกสีฟัน กลไกการฟอกสีฟัน การเปลี่ยนแปลงสี การวัดสี การฟอกสีฟัน การเสียวฟัน

and instrumental measurements using spectrophotometer. Tooth sensitivity is one of the side effect that commonly occur after tooth bleaching. However, the symptom will disappear shortly after the treatment ends. Sodium fluoride and potassium nitrate can also decrease the tooth sensitivity. Gingival or mucosal irritation and shear bond strength of composite to enamel or dentin are also effected by tooth whitening.

Keywords: bleaching gel, bleaching mechanism, color alteration, color measurement, tooth whitening, tooth sensitivity

บทนำ

ความสวยงามของฟันมีผลต่อความสวยงามโดยรวม ส่งผลถึงจิตใจของผู้รับการรักษาทางทันตกรรม หนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อความสวยงามคือสีของฟัน โดยสีของฟันเป็นปัจจัยที่ผู้ป่วยให้ความสำคัญมากที่สุด มากกว่าการเรียงตัวของฟันและรูปร่างของฟัน[1] โดยการฟอกสีฟันถือเป็นทางเลือกในการรักษาทันตกรรมที่มีความปลอดภัยและให้ประสิทธิผลที่ดีเมื่อใช้ภายใต้การดูแลและการแนะนำของทันตแพทย์[2] มีรายงานว่าประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกาและจีนประสบปัญหาเกี่ยวกับสีฟันที่ไม่สวยงามร้อยละ 34[3] และร้อยละ 52.6[4] ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าประชากรของสหรัฐอเมริกามากกว่าหนึ่งล้านคนเข้ารับการฟอกสีฟันที่คลินิกทันตกรรม โดยมูลค่าการรักษารวมประมาณหกร้อยล้านเหรียญสหรัฐต่อปี[5]

สีของฟันได้รับอิทธิพลจากสีภายในตัวฟัน (intrinsic color) และการติดสีจากภายนอก (extrinsic stain) ที่บริเวณผิวฟัน[6] โดยสีภายในตัวฟันที่เกิดขึ้นนั้นมาจากคุณสมบัติการกระจายและการดูดกลืนแสงของเคลือบฟันและเนื้อฟัน[7] ในขณะที่การติดสีจากภายนอกมักเกิดจากพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น การสูบบุหรี่ การบริโภคอาหารที่มีสารแทนนิน (tannin)เป็นองค์ประกอบ การใช้คลอเฮกซิดีน (chlorhexidine) เป็นต้น[8]

ผลลัพธ์ของการฟอกสีฟันขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของน้ำยาฟอกสีฟันที่ต่างกัน ความเข้มข้นของน้ำยาฟอกสีฟัน เวลาที่ใช้ในการฟอก การใช้แสงหรือความร้อนเป็นตัวกระตุ้น[9] การฟอกสีฟันแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบดังต่อไปนี้[10,11]

1. การฟอกสีฟันในคลินิกทันตกรรมโดยทันตแพทย์ (in-office bleaching) ใช้น้ำยาฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นสูง เช่น ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) ความเข้มข้นร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 35 โดยก่อนเริ่มฟอกสีฟันควรขัดทำความสะอาดฟัน เทียบสีฟันของผู้ป่วยก่อนฟอก และฉีดวัสดุป้องกันเหงือก (gingival barrier) เพื่อป้องกันการระคายเคืองหรือการเกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อในช่องปากและเหงือกจากไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูง หลังจากนั้นจึงทาน้ำยาฟอกสีฟันลงบนตัวฟันในบริเวณฟันที่ผู้ป่วยยิ้มแล้วเห็นฟัน ปกติจะใช้เวลาการฟอกประมาณ 1 ชั่วโมง โดยจะแบ่งระยะเวลาการฟอกออกเป็นรอบละ 20 ถึง 30 นาที นอกจากนี้ในระหว่างการฟอกสามารถใช้แสงหรือความร้อนร่วมด้วยเพื่อเพิ่มปฏิกิริยาการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในน้ำยาฟอกสีฟัน[12]

2. การฟอกสีฟันด้วยตนเองที่บ้าน (home bleaching) นิยมใช้คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ (carbamide peroxide) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 20 ซึ่งแตกตัวให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3.5

ถึงร้อยละ 6.5 โดยฟอกสีฟันในช่วงเวลากลางคืน (over-night bleaching) ร่วมกับการใช้ถาดฟอกสีฟันส่วนบุคคล เป็นเวลา 2 สัปดาห์ คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 จะใช้ระยะเวลาในการฟอก 8 ชั่วโมงต่อวันในขณะที่คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 15 ถึงร้อยละ 20 จะใช้เวลา 3 ถึง 4 ชั่วโมงต่อวัน อย่างไรก็ตามการฟอกสีฟันชนิดนี้จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยในการปฏิบัติตามคำแนะนำของทันตแพทย์อย่างเคร่งครัดเพื่อให้ผลลัพธ์การฟอกสีฟันดีที่สุด[13]

3. การฟอกสีฟันด้วยตนเองโดยผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันที่มีขายตามท้องตลาด (over-counter bleaching) โดยมักจะมีระดับความเข้มข้นของสารฟอกสีฟันที่ต่ำ เช่น ไฮโดรเจน-เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 6 โดยสามารถพบได้หลายรูปแบบ เช่น รูปแบบน้ำยาฟอกสีฟันร่วมกับถาดฟอกสีฟันชนิดสำเร็จรูป (prefabricated tray) แบบแผ่นที่ใช้โดยการแปะบนตัวฟัน ยาสีฟันที่ผสมสารฟอกสีฟัน หรือแม้แต่กระทั่งแบบเจลสำหรับทาบนตัวฟัน[14] โดยมีวิธีการฟอกแตกต่างกันไป ซึ่งจะฟอกหนึ่งถึงสองครั้งต่อวันและใช้ระยะเวลาเวลาทั้งหมดในการฟอกสีฟันมากกว่า 2 สัปดาห์

ทั้ง ๆ ที่มีความนิยมการฟอกสีฟันมากขึ้นทุกวันแต่ความเข้าใจในกลไกพื้นฐานของกระบวนการฟอกสีฟันรวมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ของการฟอกสีฟันยังคงไม่แน่ชัด ดังนั้นบทความนี้จึงมุ่งเน้นในการทบทวน รวบรวม และผสมผสานความรู้ เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการฟอกสีฟันมากยิ่งขึ้น

ส่วนประกอบในเจลฟอกสีฟัน

1. สารฟอกสีฟัน (whitening agent) : สารฟอกสีฟันที่ใช้โดยทั่วไปทางทันตกรรมมีดังแสดงในตารางที่ 1

1.1 ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์: เป็นสารเหลวที่ไม่มีสี มีความหนืดมากกว่าน้ำเล็กน้อย เนื่องด้วยเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงทำให้สามารถแทรกผ่านไปยังเนื้อฟันได้ มีความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 5 ถึง 35[15]

1.2 คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์: มีลักษณะเป็นคริสตัลแข็งสีขาว (white crystalline solid) ความเข้มข้นที่ใช้ทางทันตกรรมมีตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 35 โดยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 เมื่อสัมผัสกับน้ำจะแตกตัวได้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ร้อยละ 3.35 กับยูเรีย (urea) ร้อยละ 6.65 ซึ่งยูเรียอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน[16]

1.3 โซเดียมเพอร์บอเรต (sodium perborate): เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น สามารถละลายน้ำได้ โดยโซเดียม-เพอร์บอเรต 2 กรัมต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร สามารถมีผลฟอกสีฟันเทียบเท่าไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ร้อยละ 16.3[17]

2. สารเพิ่มความหนืดและคงเสถียรภาพ (thickening agents and stabilizer) : นิยมใช้คาร์โบพอล (carbopol) เพื่อลดการไหลของสารฟอกสีฟันออกจากถาดพิมพ์ปาก และยืดระยะเวลาการปลดปล่อยสารฟอกสีฟัน[18]

3. สารตัวนำ (carrier) : นิยมใช้กลีเซอรีน (glycerin) และโพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) เพื่อคงความชุ่มชื้น และเป็นตัวทำละลาย[18]

4. สารลดแรงตึงผิว (surfactant) : ช่วยให้ส่วนประกอบในการฟอกสีฟันกระจายตัวได้ดีขึ้น[18]

5. สารกันเสีย (preservative) : นิยมใช้เมทิลโพรพิลพาราเบน (methyl propylparaben) เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย[18]

6. สารเพิ่มรสชาติ (flavoring) : เพื่อให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อรสของผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น[18]

ตารางที่ 1 *แสดงสารฟอกสีฟันที่ใช้ทางทันตกรรม*

Table 1 *Whitening agents used in dental applications*

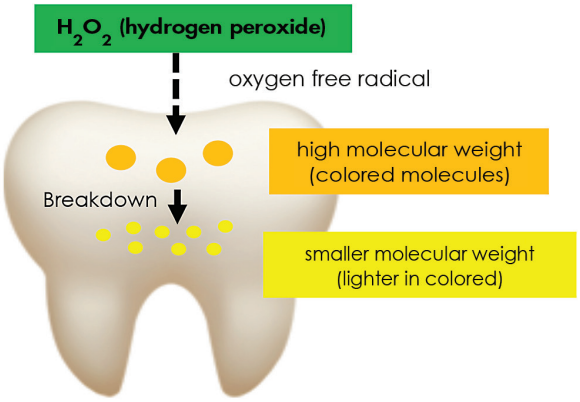
Whitening agent	Molar mass	Range of percentage	Mode of action	Free radical
Hydrogen peroxide	34.01g/mol	5 – 40	Oxidation	•OH, •OOH−, O•−2
Carbamide peroxide	94.07g/mol	10 – 35	Oxidation	•OH, •OOH−, O•−2
Sodium perborate	99.82g/mol	NA	Oxidation	•OH, •OOH−, O•−2

กลไกการฟอกสีฟัน

การฟอกสี คือ การทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีหรือการทำให้ขาวขึ้น โดยสีของฟันที่เห็นเกิดจากส่วนประกอบทางอินทรีย์ (organic compound) ที่มีการรวมตัวและสร้างพันธะคู่ (double bonds) ในรูปแบบของวงแหวนฟีนิล (phenyl ring) หรือวงแหวนคาร์บอนิล (carbonyl) ซึ่งมักจะถูกเรียกกันโดยทั่วไปว่าโครโมฟอร์ (chromophore)

สารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีฟันจากการฟอกสีฟันคือไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ซึ่งสามารถใช้ได้โดยตรง และได้การแตกตัวทางปฏิกิริยาทางเคมีของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ หรือโซเดียมเพอร์บอเรต ผ่านชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันไปทำปฏิกิริยากับโครโมฟอร์ โดยชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันจะทำหน้าที่เป็นเสมือนเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable membranes) เพื่อให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ผ่านตามท่อเนื้อฟันตามกฎการแพร่ของฟิก (Fick's second law of diffusion) ที่อธิบายไว้ว่าการแพร่ของโมเลกุลจะแปรผันตรงกับพื้นที่ผิวกับความเข้มข้นของสารที่ใช้ และแปรผกผันกับระยะทางของการแพร่[19] กล่าวคือหากฟันที่จะฟอกมีพื้นที่ผิวมากและใช้น้ำยาฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นสูง ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะสามารถแพร่ผ่านฟันได้มากขึ้น แต่ถ้าฟันที่จะฟอกนั้นมีความหนาของชั้นเคลือบฟันหรือเนื้อฟันมาก ระยะทางของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่แพร่เข้าไปได้จะน้อยลง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะแทรกซึมผ่านได้มากขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เพิ่มอุณหภูมิใช้ในผู้ใช้ที่มีอายุน้อย เนื่องจากขนาดของท่อเนื้อฟันจะมีขนาดใหญ่ และใช้แสงกระตุ้นระหว่างการฟอก[20,21]

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ที่จะแตกตัวออกเพื่อสร้างเป็นอนุมูลอิสระที่ไม่เสถียร (unstable free radicals) ได้แก่ อนุมูลอิสระไฮดรอกซิล [hydroxyl radical ($HO^{\bullet}$)] อนุมูลอิสระเพอร์ไฮดรอกซิล [perhydroxyl radicals ($HOO^{\bullet}$)] ประจุลบของเพอร์-ไฮดรอกซิล [perhydroxyl anions (HOO^{-})] และประจุลบของซูเปอร์ออกไซด์ [superoxide anions ($OO^{\bullet-}$)] ก่อให้เกิดการทำลายพันธะคู่โดยการแยกหรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ทำให้โมเลกุลของสารอินทรีย์เล็กลง น้ำหนักน้อยลงและการดูดซับแสงลดลงจึงทำให้เห็นว่าฟันเป็นสีขาวขึ้น[22] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 *กลไกการฟอกสีฟัน*

Figure 1 *Mechanism of tooth whitening*

ทางอุดมคตินั้นปฏิกิริยาออกซิเดชันของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ควรจะมีผลต่อโครโมฟอร์ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีมากในชั้นเนื้อฟันเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามมีบางการศึกษาที่พบว่าไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์สามารถเกิดปฏิกิริยากับทั้งสารอินทรีย์และ อนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของชั้นเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟันได้ โดยมีรายงานพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนแคลเซียม (calcium) ต่อฟอสเฟต (phosphate) หลังฟอกสีฟันซึ่งชี้ให้เห็นว่าส่วนของสารอนินทรีย์ในผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) มีการเปลี่ยนแปลง โดยพบว่าปริมาณของแคลเซียมและฟอสเฟตซึ่งเป็นองค์ประกอบของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ลดลง[23] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าการใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ทำให้มีการลดลงของคาร์บอเนต (carbonate) และโปรตีนทั้งในชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟัน[24] และเมื่อส่องฟันที่ฟอกด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 ด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร (micro-computerized tomography) พบว่ามีการสลายของแร่ธาตุที่ชั้นเคลือบฟันในขณะที่ชั้นเนื้อฟันไม่พบลักษณะดังกล่าว[25]

สีของฟันธรรมชาติส่วนใหญ่เกิดจากคุณลักษณะการสะท้อนแสงที่ถูกกำหนดด้วยปริมาณของชั้นเนื้อฟัน โดยมีการศึกษาการเปรียบสีของฟันระหว่างก่อนถอนฟันและหลังถอนฟันพบว่า สีของฟันนั้นได้รับอิทธิพลจากชั้นเนื้อฟันเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ชั้นเคลือบฟันจะมีบทบาทเกี่ยวกับการกระเจิงของแสงในช่วงความยาวสีน้ำเงินเท่านั้น[7] และเมื่อพิจารณาถึงกลไกการฟอกสีฟันที่อนุมูลอิสระของ

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะเข้าไปทำลายพันธะคู่ของโครโมฟอร์ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของชั้นเนื้อฟันทำให้โมเลกุลของสารอินทรีย์ดังกล่าวเล็กลง ลดการดูดซับแสง ส่งผลให้ฟันมีสีขาวขึ้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าชั้นเนื้อฟันมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนสีของฟันหลังการฟอก แต่อย่างไรก็ตามมีรายงานการศึกษาว่าสีที่เปลี่ยนหลังจากการฟอกสีฟันสามารถเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่ชั้นเคลือบฟันได้เช่นกัน โดยผลจากการฟอกสีฟันจะทำให้ความโปร่งแสงของเคลือบฟันลดลง มีความทึบมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการปิดบังสีของชั้นเนื้อฟันที่อยู่ข้างใต้ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของฟัน[26,27] นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นผิวของฟันภายหลังการฟอกสีฟันจะเกิดลักษณะที่ไม่เรียบหรือขรุขระ โดยลักษณะพื้นผิวดังกล่าวสามารถทำให้เกิดการกระจายและสะท้อนแสงมากขึ้นจึงเป็นผลให้ฟันดูสว่างขึ้น[28]

การวัดสีฟันที่ผ่านการฟอกสีฟันทางคลินิก

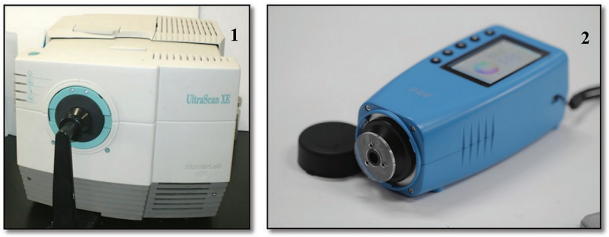
การวัดการเปลี่ยนแปลงของสีฟันทางคลินิกสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ได้รับความนิยมคือการเทียบสีฟันกับชุดเทียบสี[29] ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและง่าย แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นการประเมินที่ขึ้นอยู่กับผู้ประเมิน (subjective) และมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการวัด เช่น สภาวะแสง ประสบการณ์ของผู้ประเมิน ความล้าของสายตาของผู้ประเมิน เป็นต้น[30]

รูปที่ 2 *ชุดเทียบสีฟัน*

Figure 2 *Shade guide*

การวัดการเปลี่ยนแปลงของสีฟันด้วยเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) และเครื่องวัดความเข้มสี (colorimeter) ดังแสดงในรูปที่ 3 จะมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น โดยจะวัดค่าสีออกมาในระบบสีซีไออีแอลเอบี(CIE Lab) โดย L* คือ ความสว่าง (Luminance) เป็นการกำหนดความสว่างซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 a* คือ แกนสีแดง-ม่วง/น้ำเงิน-เขียว +a* แสดงสีแดง-ม่วงเด่น ส่วน –a* แสดงสีน้ำเงิน-เขียวเด่น ในทำนองเดียวกัน b* คือ แกนเหลือง-ม่วง/น้ำเงิน +b* แสดงสีเหลืองเด่น และ -b* แสดงสีม่วง/น้ำเงินเด่นจากนั้นจะนำค่าที่วัดได้ทั้ง 3 ค่ามาคำนวณออกมาเป็นค่า ΔE ซึ่งคือค่าการเปลี่ยนแปลงของสี[31] โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\Delta E* = [(\Delta L*)^2 + (\Delta a*)^2 + (\Delta b*)^2]^{1/2}$$



รูปที่ 3 *เครื่องมือวัดการดูดกลืนแสง (1) และเครื่องวัดความเข้มสี (2)*

Figure 3 *Spectrophotometer (1) and Colorimeter (2)*

การใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลซึ่งใช้หลักการของระบบสีอาร์บีจี (RBG color) โดยจะใช้สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียวในสัดส่วนที่ต่างกันเพื่อสร้างภาพ ภาพถ่ายฟันที่ใช้กล้องดิจิทัลที่ผ่านการสอบเทียบในสภาวะและมีการควบคุมแสงร่วมกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น ระบบเคลียร์แมช (Clear Match) ซึ่งระบบดังกล่าวจะนำสีฟันจากภาพถ่ายมาเปรียบเทียบกับข้อมูลสีฟันในระบบฐานข้อมูลของตัวโปรแกรมออกมาเป็นข้อมูลสีในระบบสีซีไออีแอลเอบีได้ แต่อย่างไรก็ตามความแม่นยำของการแปรผลข้อมูลสีขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของไฟล์ภาพถ่ายซึ่งมีคำแนะนำให้ใช้เป็นชนิดไฟล์ภาพดิบ (raw file format) เนื่องจากเป็นไฟล์ที่มีคุณภาพสูงและละเอียด คุณภาพของกล้องถ่ายภาพดิจิทัล คุณภาพของอุปกรณ์สแกนภาพดิจิทัล รวมทั้งประสิทธิภาพของหน่วยประมวลภาพในคอมพิวเตอร์[32]

ปัจจัยที่มีผลต่อการฟอกสีฟัน

1. ชนิดของสารฟอกสีฟัน

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

จะแตกตัวเกิดอนุมูลอิสระก่อให้เกิดสภาวะที่มีความเป็นกรดสูงในช่วงเริ่มแรก เนื่องจากไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นสารที่มีความคงตัวน้อยจึงเกิดการแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระมากในช่วง 30 ถึง 60 นาที[33] ในขณะที่คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจะแตกตัวให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์และยูเรีย ซึ่งยูเรียจะมีการสลายก่อให้เกิดแอมโมเนีย (ammonia) ทำให้สภาวะความเป็นกรดของการฟอกด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์น้อยกว่าไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์หรือมีความเป็นด่างมากกว่านั่นเอง โดยมีการศึกษาพบว่าในสภาวะที่เป็นด่างจะทำให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์สามารถแตกตัวให้อนุมูลอิสระได้ดีกว่าสภาวะที่เป็นกรด โดยอนุมูลอิสระที่เกิดจากคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์จะถูกปล่อยออกมาร้อยละ 50 ใน 1 ถึง 2 ชั่วโมงแรก ส่วนที่เหลือจะค่อย ๆ ถูกปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ ในชั่วโมงที่ 4-6[34] ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติการแตกตัวระหว่างไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์กับคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ จะเห็นได้ว่าไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ซึ่งมีการแตกตัวให้อนุมูลอิสระที่รวดเร็วเหมาะสมกับการฟอกสีฟันในคลินิกทันตกรรมที่จะใช้ช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ในขณะที่คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์เหมาะสมกับการฟอกสีฟันด้วยตนเองซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการฟอกมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการใช้คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีปริมาณการแตกตัวเกิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับสารฟอกสีฟันไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์นั้นให้ผลการฟอกสีฟันที่ไม่แตกต่างกัน[35]

สารฟอกสีฟันอีกชนิดที่สามารถแตกตัวก่อให้เกิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์คือโซเดียมเพอร์บอเรต ซึ่งมีการศึกษาพบว่ามีการปล่อยอนุมูลอิสระอย่างช้า ๆ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าฟันมีสีขาวขึ้นหลังจากฟอกไป 2 สัปดาห์[36] จึงเหมาะกับการฟอกสีฟันด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามยังไม่พบรายงานการศึกษาที่เปรียบเทียบผลระหว่างโซเดียมเพอร์บอเรตกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

2. ความเข้มข้นและเวลา

ทั้งความเข้มข้นของสารฟอกสีฟันและระยะเวลาในการฟอกนั้นถือเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพในการฟอกสีฟัน โดยมีรายงานที่เปรียบเทียบผลการฟอกสีฟันของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 35 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้น เวลาที่ใช้ในการฟอกหรือจำนวนครั้งที่ต้องฟอกจะลดลง[37] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 10 และ 16 พบว่าคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 16 และ 10 นั้น จะทำให้ฟันขาวได้เร็วกว่าคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5 ในช่วงแรก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการฟอกจะพบว่าประสิทธิภาพการฟอกสีฟันของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5 จะเทียบเท่าคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูง[38]

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันระหว่างคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 15 และ 10 พบว่าคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 ทำให้ฟันขาวขึ้นมากกว่าความเข้มข้นร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญ[39] แต่มีการศึกษาที่กล่าวว่าเมื่อเพิ่มระยะการฟอกสีฟันเป็น 6 สัปดาห์กลับพบว่าผลนั้นไม่มีความแตกต่างกัน[40]

3. ความร้อนและแสง

ปฏิกิริยาการแตกตัวของสารฟอกสีฟันสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิ ซึ่งทุก ๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส จะสามารถเพิ่มปฏิกิริยาการแตกตัวได้สองเท่า[41] โดยการเพิ่มอุณหภูมิสามารถเพิ่มได้โดยการใช้แสงที่มีความเข้มข้นสูงหรือใช้เครื่องมือทางทันตกรรมที่มีความร้อน แต่อย่างไรก็ตามความร้อนที่มากเกินไปสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อโพรงประสาทฟันได้เช่นกัน[42]

แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการกระตุ้นปฏิกิริยาการแตกตัวนั้นมีหลายชนิด เช่น แสงจากหลอดฮาโลเจน (halogen light) แสงพลาสมา (plasma arc lamp) แสงเลเซอร์ (laser) เป็นต้น โดยมีการศึกษาที่เปรียบเทียบการฟอกสีฟันระหว่างการฟอกสีฟันโดยใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15 ร่วมกับแสงพลาสมา กับการฟอกสีฟันด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ร่วมกับแสงพลาสมามีค่าเท่ากับ 8.35 ในขณะที่การฟอกด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เพียงอย่างเดียวนั้นมีค่าเท่ากับ 5.88 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ[43] แต่มีการศึกษาที่กล่าวว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการฟอกสีฟันร่วมกับการใช้แสง กับการฟอกสีฟันธรรมดา[44]

4. ปัจจัยอื่น ๆ

สีของฟันเริ่มต้นก่อนที่จะฟอกนั้นมีบทบาทสำคัญต่อผลการฟอกสีฟัน เช่น ฟันที่ติดสีจากเททราไซคลิน (tetracycline staining) ในระดับเล็กน้อยถึงปานกลางสามารถตอบสนองต่อการฟอกสีฟันได้โดยใช้เวลาประมาณ 2-6 เดือน แต่ในกรณีที่มีลักษณะติดสีเททราไซคลินที่มาก หรือติดสีเททรา-ไซคลินบริเวณคอฟันนั้นจะมีพยากรณ์การรักษาที่ไม่ดี[45,46]

มีทฤษฎีที่กล่าวว่าคราบจุลินทรีย์ (plaque) บนผิวฟันสามารถลดประสิทธิภาพการทำงานของเพอร์ออกไซด์ได้ โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการฟอกสีฟันด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 6.5 ระหว่างฟอกหลังจากแปรงฟันทันทีกับฟอกโดยที่ไม่แปรงฟันเป็นเวลา 14 วัน พบว่ากลุ่มที่มีการแปรงฟันก่อนฟอกสีฟันนั้นมีผลลัพธ์ที่ดีกว่า[47]

ผลข้างเคียงจากการฟอกสีฟัน

ผลข้างเคียงจากการฟอกสีฟันนั้นมีทั้งการละลายของรากบริเวณคอฟัน (cervical root resorption) ในการฟอกสีฟันในฟันที่ไม่มีชีวิต (non vital tooth bleaching) การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของชั้นเคลือบฟันทำให้ค่าความแข็งแรงยึดติด (bond strength) ลดลง การระคายเคืองเนื้อเยื่ออ่อนและอาการเสียวฟันซึ่งเป็นผลข้างเคียงที่สามารถพบได้บ่อย โดยมีหลายการศึกษาที่พบว่าร้อยละ 15 ถึง 65 ของผู้ที่ใช้คาร์-บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีอาการเสียวฟันเพิ่มขึ้น[48] และมีรายงานว่าการใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ร่วมกับความร้อนสามารถเพิ่มอาการเสียวฟันได้เช่นเดียวกัน โดยปกติแล้วอาการเสียวฟันนั้นจะคงอยู่หลังจากฟอกสีฟันแล้วประมาณ 4 วัน[49] แต่มีรายงานที่พบว่าสามารถมีอาการเสียวฟันได้นานถึง 39 วันเช่นกัน[50]

อาการเสียวฟันมักเกิดขึ้นเมื่อมีการเผยของเนื้อฟัน เช่น ฟันสึก เหงือกร่น การมีสิ่งกระตุ้น เช่น อุณหภูมิ รสชาติ เป็นต้น โดยทฤษฎีไฮโดรไดนามิก (hydrodynamic theory) เป็นทฤษฎีที่ยอมรับในปัจจุบัน ซึ่งอธิบายว่าอาการเสียวฟันเกิดจากการเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟันจากการมีสิ่งกระตุ้น เช่น ความร้อน ความเย็น รสหวาน เป็นต้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันของของเหลวภายในท่อเนื้อฟัน กระตุ้นปลายเส้นประสาททำให้เกิดอาการเสียวฟัน โดยทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีที่สามารถอธิบายอาการเสียวฟันที่พบได้ส่วนใหญ่[51]

มีการศึกษาทางคลินิกที่เปรียบเทียบน้ำยาฟอกสีฟันคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 จากผู้ผลิตหลายบริษัทพบว่า ร้อยละ 55 ของผู้ทดสอบมีรายงานอาการเสียวฟันและบางรายมีอาการระคายเคืองที่เหงือกร่วมด้วย และร้อยละ 20 ของผู้ทดสอบขอหยุดขั้นตอนการฟอกสีฟันกลางคันเพราะไม่สามารถทนต่ออาการเหล่านั้นได้[50] สอดคล้องกับการศึกษาของ Markowitz ในปี 2010 ที่กล่าวว่าการที่มีเพอร์ออกไซด์เข้ามาถึงในชั้นเนื้อเยื่อในทำให้เกิดลักษณะการอักเสบของเนื้อเยื่อในขึ้น โดยจะเข้าไปกระตุ้นหน่วยรับความรู้สึกทีอาร์พีเอวัน (TRPA1 receptor) ซึ่งเป็นหน่วยรับความรู้สึกเกี่ยวกับความเจ็บปวดที่ถูกกระตุ้นได้ด้วยตัวกระตุ้นที่เป็นเคมี (chemical stimuli) นอกจากนี้ยังพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของสารอักเสบคือ ซับสแตนพี (substance P)[52] แต่อย่างไรก็ตามอาการเหล่านี้จะคงอยู่ชั่วคราว สามารถหายได้หลังจากหยุดการฟอกสีฟัน[53] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่รายงานว่ากลีเซอรีนสามารถดูดซึมน้ำจากตัวฟันทำให้เกิดลักษณะการขาดน้ำ (dehydration) ส่งผลต่อความดันของเหลวบริเวณท่อเนื้อฟันทำให้เกิดการกระตุ้นปลายเส้นประสาทและก่อให้เกิดอาการเสียวฟัน หรืออาจเกิดจากการมีแก๊สภายหลังจากที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แตกตัว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันบริเวณท่อเนื้อฟันเช่นเดียวกัน[54]

อาการเสียวฟันเนื่องจากการฟอกสีฟันสามารถรักษาได้หลายวิธี เช่น การให้ผู้ป่วยหยุดการฟอกก่อน โดยช่วงที่หยุดฟอกนั้นร่างกายจะมีการสร้างเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase enzyme) และคาทาเลส (catalase) ซึ่งสามารถทำลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ได้ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าการใช้โพแทสเซียมไนเตรท (potassium nitrate) และโซเดียมฟลูออไรด์ (sodium fluoride) สามารถช่วยลดอาการเสียวฟันได้ โดยโพแทสเซียมไนเตรทนั้นจะทำหน้าที่ลดการส่งกระแสประสาทจากบริเวณเนื้อเยื่อใน ทำให้การรับรู้หรือตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นลดลง ในขณะที่โซเดียม-ฟลูออไรด์จะเข้าไปอุดปิดท่อเนื้อฟันเพื่อลดการแทรกผ่านของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ทำให้อาการเสียวฟันลดลงได้[55]

อาการระคายเคืองที่เหงือกหรือเยื่อบุผิวในช่องปากเป็นอีกอาการหนึ่งที่เป็นผลมาจากการฟอกสีฟัน ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่ถาดฟอกสีฟันไม่พอดีกับช่องปากมีการขยับเสียดสีหรือเกิดจากใช้น้ำยาฟอกสีฟันที่มากเกินไป ดังนั้นควรตัดแต่งถาดพิมพ์ปากให้มีลักษณะเรียบและพอดีกับช่องปากของ

ผู้ป่วย ใช้ปริมาณน้ำยาฟอกสีฟันที่พอดีรวมทั้งมีการใช้แผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam) หรือเรซินชนิดบ่มตัวด้วยแสง (light-cured resin) เพื่อป้องกันเหงือกในกรณีที่ฟอกในคลินิกด้วยทันตแพทย์ นอกจากนี้มีบางการศึกษาที่พบว่าการฟอกสีฟันนั้นส่งผลต่อวัสดุบูรณะได้ โดยจะพบว่าหลังฟอกสีฟันจะเกิดรอยรั่วระดับไมโคร (microleakage) ที่บริเวณขอบของวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต ยิ่งไปกว่านั้นน้ำยาฟอกสีฟันที่มีเอมีน (amine) เป็นส่วนประกอบสามารถทำให้สีของวัสดุบูรณะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้รวมทั้งเกิดลักษณะรูพรุนที่พื้นผิววัสดุอุดจึงมีการแนะนำให้ขัดเรียบและขัดมันที่วัสดุอุดเพื่อป้องกันการยึดเกาะของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของฟันผุบนผิววัสดุอุดได้ น้ำยาฟอกสีฟันยังสามารถทำให้สารปรอทในวัสดุอุดอะมัลกัมถูกปล่อยออกมามากขึ้นดังนั้นจึงแนะนำให้ทาสารเคลือบที่อะมัลกัมก่อนฟอกสีฟันเพื่อป้องกันสารปรอทที่จะออกมา[56]

มีการศึกษาวัดค่าความแข็งแรงยึดเฉือน (shear bond strength) ของผิวเคลือบฟันที่ได้รับการฟอกสีฟันด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10-22 เมื่อครบเวลาการฟอกชิ้นทดสอบจะถูกแช่ไว้ในน้ำลายเทียมเป็นเวลา 15 วัน ก่อนที่จะใช้สารยึดติดเชื่อมกับผิวเคลือบฟัน พบว่าระยะเวลาดังกล่าวสามารถทำให้ค่าแข็งแรงยึดเฉือนเพิ่มขึ้น ซึ่งอธิบายได้ด้วยกลไกคือน้ำลายเทียมที่ประกอบไปด้วยแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนสามารถเพิ่มการตกตะกอนแร่ธาตุในผิวเคลือบฟันช่วยส่งเสริมคุณสมบัติการยึดติดและค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างผิวเคลือบฟันและวัสดุอุดได้ จึงมีคำแนะนำให้บูรณะฟันภายหลังการฟอกสีฟันแล้วเสร็จอย่างน้อยเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ เพื่อให้แร่ธาตุคืนกลับสู่เนื้อฟันก่อนบูรณะฟัน[57,58]

ผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันในประเทศไทย

ปัจจุบันในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันหลายความเข้มข้นและรูปแบบให้เลือกใช้ ทั้งแบบที่ต้องอยู่ภายใต้การดูแลของทันตแพทย์ในคลินิก แบบที่ฟอกด้วยตนเองที่บ้านซึ่งต้องใช้ร่วมกับถาดฟอกเฉพาะบุคคลหรือถาดฟอกสำเร็จรูป แบบเป็นปากกา หรืออยู่ในรูปแบบยาสีฟัน โดยแต่ละแบบจะมีระยะเวลาและข้อกำหนดในการใช้แตกต่างกัน

การฟอกสีฟันในคลินิกภายใต้การดูแลของทันตแพทย์จะใช้ระยะเวลาสั้นในการฟอก แต่สามารถทำให้เกิดอาการเสียวฟันได้มากกว่าแบบฟอกด้วยตนเองที่บ้าน[59] โดยน้ำยาฟอกสีฟันที่ใช้ในคลินิกและฟอกด้วยตนเองที่บ้านในประเทศไทยมีหลายผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น Opalescence, Zoom, Pola ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ในขณะที่การฟอกสีฟันด้วยตนเองโดยผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันแบบขายตามท้องตลาดผู้ผลิตมักทำผลิตภัณฑ์ให้สะดวกต่อการใช้งาน เช่น รูปแบบของปากกา ยาสีฟัน เป็นต้น โดยใช้ร่วมกับน้ำยาฟอกสีฟันความเข้มข้นต่ำ เพื่อลดการระคายเคืองหรือเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อในช่องปากเนื่องจากการฟอกสีฟันชนิดนี้สามารถพบการรั่วซึมของน้ำยาได้[60] โดยมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น Dazzling white, Colgate optic white ดังแสดงในตารางที่ 4

บทสรุป

การเพิ่มขึ้นของปริมาณความต้องการของการฟอกสีฟันทำให้ผู้ผลิตน้ำยาฟอกสีฟันพยายามที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งที่ใช้ในคลินิกและใช้ที่บ้านมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการฟอกสีฟันยังคงเป็นการรักษาทันตกรรมที่ยังมีความเสี่ยง ดังนั้นบทความนี้จะช่วยให้ทันตแพทย์สามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจทั้งในส่วนของกระบวนการฟอกสีฟัน ปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟอกสีฟัน รวมทั้งผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้น การเว้นช่วง 2 สัปดาห์หลังจากฟอกสีฟันพบว่าช่วยลดหรือหลีกเลี่ยงผลที่ไม่พึงประสงค์จากการฟอกสีฟันได้ นอกจากนี้ทันตแพทย์ควรจะชี้แจงถึงผลหรือการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นทั้งที่เกิดกับตัวฟันและวัสดุบูรณะให้แก่ผู้ป่วยได้รับทราบ รวมทั้งควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟอกสีฟันเพื่อให้ผลลัพธ์จากการรักษานั้นเป็นที่พึงพอใจต่อผู้ป่วยและประสบความสำเร็จจากการรักษาในที่สุด

ตารางที่ 2 *แสดงผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันที่ใช้ในทางทันตกรรมชนิดฟอกในคลินิกทันตกรรมโดยทันตแพทย์*[61,62,64,65]

Table 2 *In-office bleaching products used in dental applications*[61,62,64,65]

In – office bleaching				
Trade name	**Whitening agent**	**Concentration (%)**	**Bleaching time**	**Notes**
Opalescence™ Boost PF (Ultradent INC.)	Hydrogen peroxide	40	1hr (20 – 30mins/cycle, no more than 3 cycles)	- Potassium nitrate has been shown to help reduce sensitivity. - Fluoride has been shown to help reduce caries and strengthen enamel.
Opalescence™ Quick PF (Ultradent INC.)	Carbamide peroxide	45	30 mins	
Opalescence™ Endo (Ultradent INC.)	Hydrogen peroxide	35	3 – 5 days	To whiten endodontically treated tooth
Zoom™ quick Pro (Philips)	Hydrogen peroxide	20	30 – 45 mins (15 mins/cycle)	-
Pola™ office+ (SDI)	Hydrogen peroxide	37.5	32 mins (8 mins/cycle)	- Auto mixed - Apply thin layer
Pola™ office (SDI)		35		- Operator mixed - Apply thick layer - One mix should be used for 2 applications or within 20 minutes of mixing.

ตารางที่ 3 *แสดงผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันที่ใช้ในทางทันตกรรมชนิดฟอกด้วยตนเองที่บ้าน*[61,63]

Table 3 *Home bleaching products used in dental applications*[61,63]

Home bleaching				
Trade name	**Whitening agent**	**Concentration (%)**	**Bleaching time**	**Notes**
Opalescence™ PF (Ultradent INC.)	Carbamide peroxide	10	8 – 10 hrs/day (14 days)	- Potassium nitrate has been shown to help reduce sensitivity. - Fluoride has been shown to help reduce caries and strengthen enamel. - Customized tray
		16	4 – 6 hrs/day (14 days)	
		20	2 – 4 hrs/day (14 days)	
		35	30 mins/day (14 days)	
Opalescence™ Go (Ultradent INC.)	Hydrogen peroxide	6	60 – 90 mins/day	- Disposable tray
		10	30 – 60 mins/day	
		15	15 – 20 mins/day	
Zoom™ Nitewhite (Philips)	Carbamide peroxide	16	4 – 6 hrs/day (7-14 days)	- Potassium nitrate has been shown to help reduce sensitivity. - Fluoride and amorphous calcium phosphate has been shown to help reduce caries and strengthen enamel. - Customized tray
		22		
Zoom™ Daywhite (Philips)	Hydrogen peroxide	6	30 mins twice daily (14 days)	
		9.5		
		14		

ตารางที่ 4 *แสดงผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันที่ใช้ในทางทันตกรรมที่จำหน่ายตามท้องตลาด*[66,67]

Table 4 *Over the counter bleaching products used in dental applications*[66,67]

Over the counter				
Trade name	**Whitening agent**	**Concentration (%)**	**Bleaching time**	**Notes**
Dazzling white™	Hydrogen peroxide	6	10 – 15 mins/day (5 – 7 days)	- Apply directly to tooth, no tray - Do not eat food and beverage 30 mins after bleaching.
Colgate® optic white	Hydrogen peroxide	NA	4 wks	- tooth paste

เอกสารอ้างอิง

1. Al-Zarea BK. Satisfaction with appearance and the desired treatment to improve aesthetics. *Int J Dent* 2013; 2013: 1-7.
2. American Dental Association (ADA) Council of Scientific Affairs. Tooth whitening/bleaching: treatment considerations for dentists and their patients. Chicago: ADA. 2009.
3. Odioso LL, Gibb RD, Gerlach RW. Impact of demographic, behavioral, and dental care utilization parameters on tooth color and personal satisfaction. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2000; 29: S35-41; quiz S43.
4. Xiao J, Zhou XD, Zhu WC, Zhang B, Li JY, Xu X. The prevalence of tooth discolouration and the self-satisfaction with tooth colour in a Chinese urban population. *J Oral Rehabil* 2007; 34(5): 351-360.
5. Dutra A, Frary J, Wise R. Higher-order needs drive new growth in mature consumer markets. *J Bus Strategy* 2004; 25(5): 26-34.
6. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J* 2001; 190(6): 309-316.
7. Ten Bosch J, Coops J. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res* 1995; 74(1): 374-380.
8. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent* Assoc 1997; 128: 6-10.
9. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: history, chemistry, safety and legal aspects (part1). *SADJ* 2006; 61(7): 304-310.
10. Collins LZ, Maggio B, Liebman J, et al. Clinical evaluation of a novel whitening gel, containing 6% hydrogen peroxide and a standard fluoride toothpaste. *J Dent* 2004; 32(1): 13-17.
11. Greenwall L. *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide.* 1st ed. London: United Kingdom; 2001: 88-158.
12. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006; 34(7): 412-419.
13. Al-Nomay NS, Ahmed AE, Al-Hargan A, Ashi A, Alshalhoub A. Public knowledge of tooth bleaching in Riyadh, Saudi Arabia. *J Int Oral Health* 2015; 7(12): 27-32.
14. Zantner C, Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa AM. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dent Mater* 2007; 23(2): 243-250.
15. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008; 34(4): 394-407.

16. Goldberg M, Arends J, Jongebloed W, Schuthof J, Septier D. Action of urea solutions on human enamel surfaces. *Caries Res* 1983; 17(2): 106-112.
17. Wiegand A, Drebenstedt S, Roos M, Magalhães AC, Attin T. 12-Month color stability of enamel, dentine, and enamel–dentine samples after bleaching. *Clin Oral Investig* 2008; 12(4): 303-310.
18. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: a literature review. *Saudi Dent J* 2014; 26(2): 33-46.
19. Kalia YN, Guy RH. Modeling transdermal drug release. *Adv Drug Deliv Rev* 2001; 48(2-3): 159-172.
20. Hanks C, Fat J, Wataha J, Corcoran J. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. *J Dent Res* 1993; 72(5): 931-938.
21. Rotstein I, Torek Y, Lewinstein I. Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Dent Traumatol* 1991; 7(5): 196-198.
22. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching - a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14(4): 292-304.
23. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996; 22(1): 23-26.
24. Jiang T, Ma X, Wang Y, Zhu Z, Tong H, Hu J. Effects of hydrogen peroxide on human dentin structure. *J Dent Res* 2007; 86(11): 1040-1045.
25. Efeoglu N, Wood DJ, Efeoglu C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes in vitro demineralization of enamel. *Dent Mater* 2007; 23(7): 900-904.
26. Kugel G, Petkevis J, Gurgan S, Doherty E. Separate whitening effects on enamel and dentin after fourteen days. *J Endod* 2007; 33(1): 34-37.
27. Ma X, Jiang T, Sun L, Wang Z, Zhou Y, Wang Y. Effects of tooth bleaching on the color and translucency properties of enamel. *Am J Dent* 2009; 22(6): 324-328.
28. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32(1): 3-12.
29. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990; 63(2): 155-162.
30. McLaren K, McDonald R. *Colour physics for industry.* 2nd ed. Bradford: United Kingdom; 1987: 100.
31. Douglas RD. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *J Prosthet Dent* 1997; 77(5): 464-470.
32. Guan YH, Lath DL, Lilley T, Willmot D, Marlow I, Brook A. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. *J Oral Rehabil* 2005; 32(1): 7-15.
33. Haywood VB. Nightguard vital bleaching: indications and limitations. *US Dentistry* 2006: 19-21.
34. Haywood VB. A comparison of at-home and in-office bleaching. *Dent Today* 2000; 19(4): 44-53.
35. Nathoo S, Stewart B, Petrone M, et al. Comparative clinical investigation of the tooth whitening efficacy of two tooth whitening gels. *J Clin Dent* 2003; 14(3): 64-69.
36. Mahony C, Barker M, Engel T, Walden G. Peroxide degradation kinetics of a direct application percarbonate bleaching film. *Am J Dent* 2003; 16Spec: 9-11.

37. Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees J. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *J Dent* 2004; 32(4): 295-299.
38. Leonard RH, Sharma A, Haywood VB. Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: An in vitro study. *Quintessence Int* 1998; 29(8): 503-507.
39. Kihn PW, Barnes DM, Romberg E, Peterson K. A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *J Am Dent Assoc* 2000; 131(10): 1478-1484.
40. Matis BA, Wang Y, Jiang T, Eckert GJ. Extended at-home bleaching of tetracycline-stained teeth with different concentrations of carbamide peroxide. *Quintessence Int* 2002; 33(9): 645-655.
41. Goldstein R, Garber D. *Complete Dental Bleaching.* 1st ed. Chicago: USA; 1995.
42. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 1965; 19(4): 515-530.
43. Tavares M, Stultz J, Newman M, et al. Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc* 2003; 134(2): 167-175.
44. Hein D, Ploeger B, Hartup J, Wagstaff R, Palmer T, Hansen L. In-office vital tooth bleaching--what do lights add? *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2003; 24(4): 340-352.
45. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2000; 28: S10-17; quiz S48.
46. Kugel G, Aboushala A, Zhou X, Gerlach R. Daily use of whitening strips on tetracycline-stained teeth: comparative results after 2 months. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23(1): 29-34.
47. Gerlach RW, Sagel P, Jeffers M, Zhou X. Effect of peroxide concentration and brushing on whitening clinical response. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23(1): 16-21.
48. Tredwin C, Naik S, Lewis N, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J* 2006; 200(7): 371-376.
49. Nathanson D, Parra C. Bleaching vital teeth: A review and clinical study. *Compend Contin Educ Dent* 1987; 8(7): 490-498.
50. Leonard Jr RH, Haywood VB, Phillips C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1997; 28(8): 527-534.
51. West N, Seong J, Davies M. Dentine hypersensitivity. *Monogr Oral Sci* 2014; 25: 108-122.
52. Markowitz K. Pretty painful: why does tooth bleaching hurt? *Med Hypotheses* 2010; 74(5): 835-840.
53. Jorgensen MG, Carroll WB. Incidence of tooth sensitivity after home whitening treatment. *J Am Dent Assoc* 2002; 133(8): 1076-1082.
54. Kielbassa AM, Maier M, Gieren AK, Eliav E. Tooth sensitivity during and after vital tooth bleaching: A systematic review on an unsolved problem. *Quintessence Int* 2015; 46(10): 881-897.
55. Wang Y, Gao J, Jiang T, Liang S, Zhou Y, Matis BA. Evaluation of the efficacy of potassium nitrate and sodium fluoride as desensitizing agents during tooth bleaching treatment—a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015; 43(8): 913-923.

56. Majeed A, Farooq I, Grobler SR, Rossouw R. Tooth-bleaching: a review of the efficacy and adverse effects of various tooth whitening products. *J Coll Physicians Surg Pak* 2015; 25(12): 891-896.
57. Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, Pimenta LA. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16(4): 250-259.
58. Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater* 1994; 10(1): 33-36.
59. De Geus J, Wambier L, Kossatz S, Loguercio A, Reis A. At-home vs in-office bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Oper Dent* 2016; 41(4): 341-356.
60. Kugel G. Over-the-counter tooth-whitening systems. *Compend Contin Educ Dent* 2003; 24(4): 376-382.
61. Ultradent.com [https://www.ultradent.com/au/Dental-Products-Supplies/Tooth-Whitening/Pages / default.aspx] [updated 2018; cited2018 October 20]. Available from: http://www.ultradent.com
62. USA.philips.com [https://www.usa.philips.com/c-p/DIS716_01/zoom-quickpro-in-office-whitening-varnish] [updated 2018; cited2018 October 20]. Available from: http:// www. usa.philips.com
63. Philips.co.uk [https://www.philips.co.uk/c-m-pe/dental-professionals/products/whitening/take-home-whitening] [updated 2018; cited2018 October 20]. Available from: http:// www.philips.co.uk
64. Sdi.com [https://www.sdi.com.au/au/product/polaofficeplus/] [updated 2018; cited2018 October 20]. Available from: http://www. sdi.com
65. Sdi.com [https://www.sdi.com.au/au/product/polaoffice/] [updated 2018; cited2018 October 20]. Available from: http://www. sdi.com
66. Dazzlingwhite.com [http://www.dazzlingwhite.com/dazzling-white.html] [updated 2018; cited2018 October 20]. Available from: HYPERLINK "http://www.dazzlingwhite.com"http://www.dazzlingwhite.com
67. Colgatecommercial.com [http://www.colgatecommercial.com/ColgateSite/media/MSDS/COLGATE%20OPTIC%20WHITE%20TOOTHPASTE%2076360.pdf] [updated 2018; cited2018 October 20]. Available from: http://www.colgatecommercial.com