

ไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน

รัชณี อัมพรอร่ามเวทย์

อาจารย์ ภาควิชาจุลชีววิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนอังรีดูนังต์ ปทุมวัน กทม. 10330

โทรศัพท์: 02-2188683

โทรสาร: 02-2188680

อีเมล: ruchanee@gmail.com

บทคัดย่อ

ไบโอฟิล์มเป็นสังคมของจุลินทรีย์ที่ก่อตัวขึ้นบนพื้นผิวในบริเวณที่มีน้ำมาหล่อเลี้ยง สามารถพบได้ในทุก ๆ แห่งที่มีน้ำ ซึ่งรวมถึงระบบน้ำของยูนิตทำฟัน ไบโอฟิล์มเป็นแหล่งสะสมและแพร่กระจายของเชื้อโรคไปสู่ผู้ป่วยและทันตบุคลากร โดยจุลินทรีย์ที่พบแม้จะไม่ก่อให้เกิดโรคที่ร้ายแรง แต่เป็นจำพวกเชื้อฉวยโอกาสที่สามารถก่อให้เกิดโรคได้ในคนที่มีภูมิคุ้มกันอ่อนแอ ในหลาย ๆ ประเทศจึงได้พยายามกำหนดมาตรฐานของน้ำที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟัน โดยส่วนใหญ่กำหนดให้มีความสะอาดเท่ากับมาตรฐานน้ำดื่มหรือมีค่าการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ประมาณ 200 โคโลนีฟอर्मิงยูนิตต่อมิลลิลิตร การกำจัดไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิตทำฟันนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่ยังไม่มียุทธวิธีใดวิธีหนึ่งที่ได้ผลเด่นชัด ในทางปฏิบัติจึงต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน ตัวอย่างเช่น การติดตั้งระบบป้องกันการดูดกลับของน้ำจากด้ามกรอฟัน การพ่นน้ำออกจากท่อส่งน้ำมายังด้ามกรอฟันก่อนเริ่มปฏิบัติงานและหลังใช้งานกับผู้ป่วยแต่ละคน การทำให้ท่อส่งน้ำแห้งในเวลากลางคืนและช่วงวันหยุดทุกสัปดาห์ การกรองน้ำ หรือการใช้ถังน้ำสะอาดแยกต่างหาก การใช้สารเคมีฆ่าเชื้อในระบบน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้การพัฒนาเทคโนโลยีของยูนิตทันตกรรมให้สามารถป้องกันการก่อตัวของไบโอฟิล์ม หรือการมีระบบกำจัดไบโอฟิล์มที่ออกแบบและติดตั้งโดยบริษัทผู้ผลิตยูนิตจึงเป็นอีกความหวังในการควบคุมคุณภาพของน้ำในระบบน้ำของยูนิตทำฟันในอนาคต

บทนำ

ระบบน้ำในยูนิตทำฟันมีสองระบบที่แยกกันโดยเด็ดขาด คือระบบน้ำทิ้งซึ่งประกอบด้วยท่อน้ำทิ้งของหัวดูดน้ำลายและท่อน้ำทิ้งจากอ่างบัววนน้ำ ส่วนระบบน้ำอีกระบบที่มีความสำคัญมากแต่มักถูกมองข้ามคือ ระบบสายส่งน้ำมายังหัวกรอฟันและหัวฉีดลมและน้ำ ซึ่งน้ำที่ส่งมาตามท่อนี้ถูกฉีดพ่นเข้าไปในช่องปากของผู้ป่วยขณะปฏิบัติงานทางทันตกรรมอยู่ตลอดเวลา จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าน้ำที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟันมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูงเกินมาตรฐานมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่เราควรหันมาให้ความสนใจในการควบคุมคุณภาพของน้ำที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟัน บทความนี้ทบทวนเกี่ยวกับผลกระทบและที่มาของไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิต

ทำฟัน ประเภทของจุลินทรีย์ที่พบและอันตรายจากจุลินทรีย์เหล่านั้น มาตรฐานของน้ำจากระบบน้ำของยูนิตทำฟัน รวมถึงวิธีการทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันที่ใช้ปฏิบัติกัน

ไบโอฟิล์มและการก่อตัวของไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน

ไบโอฟิล์มเป็นสังคมของจุลินทรีย์ที่ก่อตัวขึ้นบนพื้นผิวในบริเวณที่มีน้ำมาหล่อเลี้ยง ไม่หลุดลอกไปง่ายด้วยการไหลของน้ำ¹ ระบบส่งน้ำของยูนิตทำฟันเป็นท่อขนาดเล็ก ซึ่งมีน้ำมาหล่อเลี้ยงอยู่ตลอดเวลาเป็นอีกบริเวณหนึ่งที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของไบโอฟิล์ม โดยส่วนมากแล้วท่อส่งน้ำของยูนิตทำฟันจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อเล็กเพียงไม่กี่มิลลิเมตร ซึ่งทำให้อัตราส่วนของพื้นผิวที่จะสัมผัสกับน้ำต่อปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสูง และท่อส่วนใหญ่ทำจากพลาสติกซึ่งช่วยส่งเสริมการยึดเกาะของจุลินทรีย์ ตามหลักฟิสิกส์ น้ำซึ่งไหลผ่านท่อจะมีอัตราการไหลเร็วที่สุดตรงส่วนกลางของท่อและช้าลงที่ส่วนรอบนอก การไหลที่ช้าลงของน้ำในบริเวณใกล้ผิวท่อนี้ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเกาะตัวของจุลินทรีย์เข้ากับผนังท่อได้ดียิ่งขึ้น^{2,3} การก่อตัวของไบโอฟิล์มนั้นเป็นขั้นตอนที่ซับซ้อน โดยไบโอฟิล์มจะเริ่มก่อตัวขึ้นจากโมเลกุลเล็ก ๆ ในน้ำมาเกาะที่ผนังท่อ ซึ่งอาจเกิดจากการดูดซับทางกายภาพ (Physical absorption) หรือการดูดซับทางเคมี (Chemisorption) โมเลกุลเหล่านี้เองที่เหนี่ยวนำให้แบคทีเรียที่ล่องลอยอยู่ในน้ำนั้นมาเกาะ^{4,5} จากนั้นเชื้อแบคทีเรียจะเริ่มเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของตัวเอง มีการแบ่งตัวเจริญเติบโตโดยผลิสารจำพวกเอ็กโซโพลีแซคคาไรด์ออกมาห่อหุ้มตัวเองเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ที่เรียกว่าชั้นสไลม์ (slime layer) โดยในไบโอฟิล์มนั้นแบคทีเรียสามารถสื่อสารถึงกันและกัน ส่งถ่ายสารอาหารและสารพันธุกรรมให้แก่กันได้ ซึ่งการสื่อสารนี้จะช่วยให้จุลินทรีย์พัฒนาตัวเองไปในทิศทางเดียวกันและมีความรุนแรง (virulence) มากขึ้น⁶ สารโพลีแซคคาไรด์ที่แบคทีเรียสร้างออกมาห่อหุ้มตัวเองสามารถป้องกันจุลินทรีย์จากการรุกรานของจุลินทรีย์อื่นที่เป็นศัตรูหรืออันตรายจากยาปฏิชีวนะหรือยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ³ โดยมากจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวของไบโอฟิล์มจะเป็นจำพวกที่เจริญเติบโตได้เร็วกว่าและสามารถหลุดลอกออกมาได้ จุลินทรีย์ในชั้นบนที่หลุดออกไปนี้อาจจะไปยึดเกาะใหม่บนพื้นผิวที่อยู่ไกลออกไปทางปลายน้ำ หรือถูกฉีดพ่นเข้าไปในช่องปากของผู้ป่วย ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วสามารถนำโรคไปสู่ผู้ป่วยได้ นอกจากนี้ น้ำที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตผ่านทางหัวรอกพ่นความเร็วสูงและหัวฉีดลมและน้ำ ยังสามารถฟุ้งกระจายไปในอากาศและอาจนำโรคไปสู่บุคลากรทางทันตกรรมอื่น ๆ ได้

เมื่อยูนิตไม่ได้ถูกใช้งานเป็นระยะเวลาหนึ่ง เช่น ช่วงพักระหว่างเปลี่ยนผู้ป่วย หรือในเวลากลางคืน หรือวันหยุดสุดสัปดาห์ จะเกิดการสะสมของจุลินทรีย์ในท่อส่งน้ำนั้น ซึ่งอาจมีจำนวนสูงถึง 1,000,000 โคโลนีฟอर्मิงยูนิตต่อมิลลิตรของน้ำที่พ่นออกมา⁷ พบว่าโดยปกติแล้วไบโอฟิล์มสามารถก่อตัวได้อย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาไม่ถึงหนึ่งสัปดาห์หลังจากติดตั้งยูนิตใหม่จะสามารถพบไบโอฟิล์มได้แล้ว⁸

จุลินทรีย์ที่พบในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน

มีหลายการศึกษาที่พยายามระบุชนิดของเชื้อที่พบในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน^{9,10,11} ซึ่งพบว่ามีจุลินทรีย์หลากหลายสายพันธุ์ ทั้งที่สามารถเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้และไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ โดย Tall และคณะ ได้ศึกษาถึงการเจริญเติบโตของไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิตที่สะอาดไปเป็นระยะเวลา 0-120 วัน พบว่าในสัปดาห์แรกพบแบคทีเรียรูปแท่งและรูปเกลียวจำนวนเล็กน้อย ภายในเวลาหนึ่งเดือนพบโคโลนีของแบคทีเรียหลากหลาย และพัฒนาไปเป็นไบโอฟิล์มที่หนาหลายชั้นครอบคลุมพื้นผิวภายในท่อทั้งหมดภายในระยะเวลา 6 เดือนหลังจากนั้น¹² โดยจุลินทรีย์ที่พบ ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่มพาสทูเรลล่า (Pasteurella), สตูโดโมนาส (Pseudomonas), โมราเซลล่า (Moraxella), ลิจิโอเนลล่า (Legionella), เบซิลลัส (Bacillus) แอคติโนมัยซิส (Actinomyces) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียที่ปกติอาศัยอยู่ในช่องปากด้วย เช่น สเตรปโตคอคคัส แซงกวินัส (*Streptococcus sanguinis*), สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*), สเตรปโตคอคคัส ซอโบรินัส (*Streptococcus sobrinus*), สเตรปโตคอคคัส อินเทอมีเดียส (*Streptococcus intermedius*), สเตรปโตคอคคัส ไมติส (*Streptococcus mitis*), สเตรปโตคอคคัส ซาลิวาเรียส (*Streptococcus salivarius*) เป็นต้น¹³ รวมถึงเชื้อราต่าง ๆ ได้แก่ สายพันธุ์เซฟาโลสปอเรียม (*Cephalosporium* sp.) สายพันธุ์คลาโดสปอเรียม (*Cladosporium* sp.) สายพันธุ์เพนิซิลเลียม (*Penicillium* sp.) และโปรโตซัวสามารถพบได้ในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน^{14,15} แหล่งที่มาของแบคทีเรียเหล่านั้นนอกจากจะมาจากน้ำที่ใช้เติมในระบบน้ำแล้วแบคทีเรียยังสามารถถูกดูดกลับจากช่องปากด้วยระบบดูดกลับของด้ามกรอฟัน (retraction valve)¹⁶ ถึงแม้ว่าจุลินทรีย์เหล่านี้ส่วนมากจะเป็นเชื้ออวยโอกาสซึ่งไม่ก่อให้เกิดโรคในคนปกติ แต่สามารถก่อให้เกิดโรคได้ในผู้ที่ภูมิคุ้มกันอ่อนแอ และการมีอยู่ของแบคทีเรียเหล่านี้ไม่เป็นที่พึงประสงค์จึงเป็นเรื่องที่ไม่ควรละเลย ควรให้ความสำคัญและหาวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการกำจัดจุลินทรีย์เหล่านี้ให้หมดไป

ตัวอย่างของเชื้อที่พบในระบบน้ำของยูนิตทำฟันที่สำคัญ ๆ ได้แก่ สิวโดโมนาส แอรูจิโนซ่า (*Pseudomonas aeruginosa*) และ สิวโดโมนาส เซฟาเซีย (*Pseudomonas cepacia*) ซึ่งปกติแล้วอาศัยอยู่ในดินและบริเวณที่แวดล้อมด้วยน้ำ หลายสายพันธุ์สามารถอยู่รอดและเพิ่มจำนวนได้แม้ในน้ำที่มีอาหารน้อยมาก รวมทั้งน้ำกลั่น จึงไม่แปลกเลยที่จะพบเชื้อสองชนิดนี้ได้ในช่วงน้ำท่อน้ำ หรือแหล่งเก็บน้ำใช้ต่าง ๆ เชื้อสิิวโดโมนาส เซฟาเซียสามารถก่อให้เกิดโรคของระบบทางเดินหายใจในผู้ป่วยโรคซิสติกไฟโบรซิส (Cystic fibrosis) ส่วนเชื้อสิิวโดโมนาส แอรูจิโนซ่าเป็นเชื้อฉวยโอกาสซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคของระบบทางเดินปัสสาวะ การติดเชื้อของแผล ปอดอักเสบ (pneumonia) และการติดเชื้อไปตามกระแสเลือด (septicemia) ได้ เชื้อสองชนิดนี้ยังมีคุณสมบัติในการต้านยาฆ่าเชื้อและยาปฏิชีวนะต่าง ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังมีรายงานระบุว่าเชื้อสิิวโดโมนาส แอรูจิโนซ่าที่พบในระบบน้ำของยูนิตทำฟันเป็นสาเหตุของการติดเชื้อในช่องปากของผู้ป่วยสองรายที่มีระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ¹⁷ เชื้อลิจิโอนัลล่า นิวโมฟิลลล่า (*Legionella pneumophila*) และแบคทีเรียในกลุ่มกรัมลบอีกหลายชนิดสามารถพบได้ในน้ำ เชื้อเหล่านี้พัฒนาตัวเองให้ทนต่อฤทธิ์ฆ่าเชื้อของคลอรีนในน้ำประปา ลิจิโอนัลล่า นิวโมฟิลลล่าเป็นสาเหตุของโรคปอดอักเสบที่เรียกว่า ลิจิโอนัลโลซิส (Legionellosis) ซึ่งโรคนี้สามารถติดต่อได้จากการสูดดมเอาละอองฝอยของน้ำที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อนี้เข้าไป¹⁸ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะพบการแพร่กระจายของเชื้อนี้ในคลินิกทันตกรรมหากมีการปนเปื้อนของเชื้อในระบบน้ำของยูนิต ถึงแม้ว่าจะยังไม่เคยมีรายงานถึงการแพร่ระบาดของโรคลิจิโอนัลโลซิสทางน้ำที่ฟุ้งกระจายจากยูนิตทำฟัน แต่เคยมีรายงานการเสียชีวิตของทันตแพทย์ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยโรคนี้ ซึ่งในบทวิจารณ์ของรายงานฉบับนั้นระบุว่าทันตแพทย์ท่านนั้นอาจรับเชื้อมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟันนั่นเอง¹⁹ นอกจากนี้ยังมีรายงานที่แสดงให้เห็นว่าบุคลากรทางทันตกรรมมีโอกาสสัมผัสและรับเชื้อลิจิโอนัลล่ามากกว่าอาชีพอื่น ๆ โดยพบว่าในบุคลากรทางทันตกรรมมีระดับสารภูมิต้านทาน (Antibody) ต่อเชื้อลิจิโอนัลล่าสูงกว่าอาชีพอื่น ๆ^{20,21}

มาตรฐานของน้ำในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน

เนื่องจากน้ำที่อยู่ในระบบน้ำของยูนิตทำฟันถูกฉีดพ่นออกมาในช่องปากผู้ป่วยและฟุ้งกระจายไปในอากาศขณะปฏิบัติงาน จึงเป็นหน้าที่ของบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่จะต้องควบคุมให้น้ำในยูนิต

ทำฟันสะอาดและปลอดภัย ในต่างประเทศได้มีการกำหนดมาตรฐานของน้ำในยูนิตทำฟัน เช่น กรมควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกา (Center for Disease Control and Prevention: CDC) ได้กำหนดไว้ว่าน้ำที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟันขณะปฏิบัติงานด้านทันตกรรมหัตถการควรมีความสะอาดเท่ากับมาตรฐานน้ำดื่ม สมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Dental Association: ADA) ได้กำหนดไว้ว่ามาตรฐานของน้ำที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟัน ขณะทำหัตถการอื่นที่ไม่ใช่การผ่าตัด ควรมีค่าการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เติบโตได้ในภาวะมีออกซิเจน (aerobic bacteria) ไม่เกิน 200 โคโลนีฟอर्मิงยูนิตต่อมิลลิลิตรของน้ำ²² และแนะนำให้ใช้น้ำปราศจากเชื้อแยกต่างหากขณะทำการผ่าตัดในช่องปาก ส่วนในประเทศไทยนั้นยังไม่มีข้อกำหนดค่ามาตรฐานของน้ำในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน และที่สำคัญไปกว่าการกำหนดมาตรฐานน้ำ คือการกำหนดมาตรการต่าง ๆ ในการทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันที่สามารถนำมาปฏิบัติได้จริง ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพของน้ำในระบบน้ำของยูนิตทำฟัน

การทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟัน

มาตรการในการทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันนั้นมีหลายวิธี แต่ยังไม่มียูนิใดที่ได้ผลแน่นอน ในทางปฏิบัติจึงอาจต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน วิธีเหล่านี้ได้แก่

การติดตั้งวาล์วป้องกันการดูดกลับของน้ำจากด้ามกรอฟัน (Anti-retraction valves, Check valve)

จากการศึกษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียจากช่องปากสามารถถูกดูดกลับเข้ามาในด้ามกรอฟันและเข้าไปเจริญเติบโตในระบบน้ำของยูนิตทำฟันได้ ทั้งนี้เนื่องจากในยูนิตทำฟันบางรุ่นจะมีระบบดูดกลับของน้ำขณะหยุดเดินเครื่องเพื่อป้องกันการหยดของน้ำจากด้ามกรอฟัน มีรายงานการพบติเอนเอของมนุษย์และไวรัส ในท่อส่งน้ำและด้ามกรอฟัน²³ จึงเป็นที่แน่ชัดแล้วว่าการดูดกลับนี้ทำให้เชื้อโรคและสารที่อยู่ในช่องปากถูกดูดเข้าไปในด้ามกรอฟัน การติดตั้งวาล์วป้องกันการดูดกลับของน้ำจากด้ามกรอฟันจะช่วยลดการดูดกลับนี้ได้ ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตยูนิตทำฟันได้ติดตั้งวาล์วนี้ไว้ในด้ามกรอฟันเลย ทำให้สามารถนำวาล์วนี้ไปนั่งฆ่าเชื้อได้ด้วย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 สมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกาได้แนะนำให้ติดตั้งวาล์วป้องกันการดูดกลับนี้ที่ปลายท่อส่งน้ำมายังด้ามกรอฟันของยูนิตทุกท่อ

การพ่นน้ำออกจากท่อส่งน้ำและระบบน้ำของยูนิต

การพ่นน้ำออกจากท่อส่งน้ำประมาณ 2 นาทีก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และพ่นน้ำออกจากด้ามกรอฟันความเร็วสูงประมาณ 20-30 วินาทีหลังจากเลิกใช้งานจะช่วยกระตุ้นให้คราบจุลินทรีย์ขนาดใหญ่ในท่อที่มีโอกาสหลุดออกมาขณะปฏิบัติงานให้หลุดออกมาเร็วขึ้น (ควรเพิ่มเวลาพ่นน้ำออกถ้ามีการหยุดใช้ยูนิตเป็นเวลานาน เช่น หลังจากวันหยุดสุดสัปดาห์) และยังช่วยระบายน้ำที่ตกค้างในท่อซึ่งอาจมีการสะสมของเชื้อในปริมาณที่สูงออกไป การพ่นน้ำออกจากด้ามกรอฟันช่วยพ่นเชื้อหรือน้ำลายซึ่งอาจถูกดูดกลับเข้าไปหลังจากหยุดเดินเครื่องให้ออกมาก่อนที่มันจะเข้าไปอาศัยในท่อของระบบน้ำของยูนิต มีรายงานว่า การพ่นน้ำออกจากท่อส่งน้ำ 2 นาทีในตอนเช้าสามารถช่วยลดจำนวนแบคทีเรียที่ออกมาจากระบบน้ำได้ถึงร้อยละ 99⁷ และถ้าทำการพ่นน้ำออกจากท่อต่อเนื่องกันเป็นเวลา 8 นาทีสามารถทำให้จำนวนของแบคทีเรียที่ออกมาจากท่อเป็นศูนย์ได้ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ หลังจากนั้น²⁴ จะเห็นได้ว่าการพ่นน้ำออกจากท่อช่วยลดจำนวนแบคทีเรียได้เพียงชั่วคราว ในระยะเวลาไม่เกิน 30 นาทีหลังจากการพ่นน้ำทิ้ง จากนั้นจำนวนของแบคทีเรียจะกลับมาใหม่ และการพ่นนี้ไม่ได้ช่วยกำจัดไบโอฟิล์มให้ลดลงหรือหมดไป

การทำให้ท่อส่งน้ำแห้ง (Drying)

เนื่องจากไบโอฟิล์มนั้นมีความบางประมาณ 200-300 ไมโครเมตร และมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักมากถึงร้อยละ 95 การทิ้งให้ท่อแห้งในตอนกลางคืนและช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยการพ่นลมเข้าไปในท่อน้ำอาจช่วยกำจัดไบโอฟิล์มได้ มีรายงานว่า การทำให้ท่อส่งน้ำแห้งร่วมกับการพ่นน้ำทิ้งก่อนปฏิบัติงาน และการทำความสะอาดโดยใช้เอทานอล 70% ช่วยลดปริมาณของแบคทีเรียที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟันได้²⁴ แต่ในบางรายงานระบุว่า การปล่อยให้ท่อแห้งเพียงอย่างเดียว ไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ใด ๆ เนื่องจากเอ็กซ์โทโพลิแซคคาไรด์ และการเจริญที่คงที่ของเชื้อบนไบโอฟิล์มช่วยป้องกันแบคทีเรียเหล่านั้นไม่ให้หลุดลอกออกไปได้ง่าย ๆ²⁶

การกรองน้ำ (Filtration)

การใช้แผ่นกรอง (filter) กรองน้ำใกล้ปลายท่อส่งน้ำมายังด้ามกรอฟันเคยได้รับการแนะนำในบางรายงาน^{27,28} แต่เนื่องจากการใช้แผ่นกรองไม่ได้ช่วยให้ปริมาณไบโอฟิล์มลดลง จึงไม่ได้รับการกำจัดที่ต้นเหตุของความสกปรกของน้ำ ซึ่งทำให้แผ่นกรองสกปรกเร็วมากจนอาจต้องเปลี่ยนแผ่นกรองทุกวันหรือบ่อยกว่านั้น

การใช้น้ำสะอาดแยกต่างหาก (Independent clean water system)

ในอดีตมีการต่อน้ำประปาเข้ากับยูนิตทำฟันโดยตรง ถึงแม้ว่าน้ำประปาจะได้รับการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนมาในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังมีเชื้อหลงเหลืออยู่ ซึ่งเชื่อนั้นสามารถเข้าไปขยายแพร่พันธุ์ในระบบน้ำของยูนิตทำฟันซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อได้ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาถังเก็บน้ำที่แยกต่างหากในแต่ละยูนิต ทำให้เราสามารถกำหนดคุณภาพของน้ำที่จะใช้เติมลงในถังเก็บน้ำนั้นได้ การใช้น้ำกรองหรือน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วด้วยการต้มและบรรจุในภาชนะปิดที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อมาก่อน วิธีนี้น่าจะได้ผลดีถ้าใช้ร่วมกับการกำจัดหรือลดจำนวนไบโอฟิล์มที่มีอยู่ก่อนแล้วในระบบน้ำของยูนิตทำฟันโดยใช้วิธีการอื่น เช่น การใช้สารเคมีฆ่าเชื้อในระบบน้ำเป็นระยะ ๆ เป็นต้น

การใช้สารเคมีฆ่าเชื้อ (Chemical disinfectants)

การใช้สารเคมีเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื่อนั้นมีการศึกษากันมากมาย โดยสิ่งควรคำนึงถึงในการนำสารเคมีมาใช้คือ สารเหล่านี้ต้องมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบบออกฤทธิ์กว้าง (broad spectrum anti-microbial activity) เนื่องจากคุณลักษณะหลายประการของไบโอฟิล์มที่เอื้อต่อการทำให้เชื้อที่ดำรงชีวิตอยู่ในนั้นจะดีดื้อยา นอกจากนี้สารนั้นจะต้องไม่เป็นพิษหรือก่อให้เกิดอาการระคายเคืองในคน ไม่กัดกร่อนระบบน้ำในยูนิตทำฟัน ไม่มีผลต่อวัสดุบูรณะฟัน ใช้ง่าย ราคาถูก และที่สำคัญต้องไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม การใช้สารเคมีนี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การใช้สารเคมีในการล้างท่อน้ำภายในแบบเป็นครั้งคราว (Periodic, Shock treatment) และการให้มีสารเคมีอยู่ในระบบน้ำในยูนิตทำฟันตลอดเวลาที่ความเข้มข้นต่ำ (Continuous treatment) ตัวอย่างสารเคมีที่ใช้กัน ได้แก่ คลอร์เฮกซิดีนกลูโคเนต (Chlorhexidine gluconate) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) กรดซิตริก (Citric acid) สารประกอบในกลุ่มคลอรีน (Chlorine compound) กลูตารัลดีไฮด์ (Glutaraldehyde) โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium fluoride) น้ำยาบ้วนปาก (commercial mouth rinse) โพวิโดน ไอโอดีน (Povidone iodine) และอื่น ๆ อีกมากมาย

สารประกอบคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีประสิทธิภาพดีและได้รับความนิยมมาช้านานในการใช้ทำความสะอาดระบบน้ำ โดยอาจทำการเติมคลอรีนลงในระบบน้ำส่วนกลางของโรงพยาบาลหรืออาจใช้ล้างท่อน้ำของยูนิตแบบเป็นครั้งคราว โดยเติมลงในถังน้ำของยูนิตแล้วเดินเครื่องให้น้ำยา

สัมผัสกับพื้นผิวภายในท่อสักระยะ แล้วพ่นด้วยน้ำสะอาดตาม เพื่อล้างคลอรีนให้หมดไป โดยมากไฮโปคลอไรต์ที่ใช้ด้วยวิธีนี้จะมีความเข้มข้นต่ำประมาณ 0.005% (50 ppm, 1:1000 เท่าของไฮโปคลอไรต์ที่มีขายในท้องตลาด) เพื่อหลีกเลี่ยงการกัดกร่อนของท่อและชิ้นส่วนภายในยูนิต สารประกอบคลอรีนยังอาจนำมาใช้ในลักษณะของการให้มีสารเคมีอยู่ในระบบน้ำในยูนิตทำฟันทลอดเวลาที่มีความเข้มข้นต่ำได้โดยใช้ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) ไฮโปคลอไรต์ให้ผลดีกับแบคทีเรียที่ลอยอยู่ในน้ำ (planktonic) แต่แบคทีเรียที่อยู่ในไบโอฟิล์มนั้นสามารถทนทานต่อการถูกกำจัดด้วยไฮโปคลอไรต์มากกว่าถึง 150–3,000 เท่า²⁹ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การใช้ไฮโปคลอไรต์ไม่สามารถกำจัดไบโอฟิล์มให้หมดไป และมีการเพิ่มขึ้นกลับมาใหม่ของแบคทีเรียในน้ำที่ออกมาจากระบบภายในระยะเวลาไม่ถึงหนึ่งสัปดาห์^{10,30} นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มจำนวนขึ้นของเชื้อดื้อยาถ้ามีการใช้คลอรีนที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน และพบว่าคลอรีนที่มีความเข้มข้นเพียง 1 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถกัดกร่อนท่อได้หากใช้ติดต่อกันนาน ๆ³¹ อีกปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นกับการใช้สารประกอบคลอรีนคือ สารจะทำปฏิกิริยากับเมทริกซ์ของไบโอฟิล์มเกิดเป็นสารประกอบพลอยได้ของคลอรีน (Chlorinated by products) ขึ้นที่ผิวทำให้น้ำยาฆ่าเชื้อไม่สามารถแทรกซึมลงในชั้นที่ลึกกว่าได้²⁹

กลูตารัลดีไฮด์ (Glutaraldehyde) สามารถนำมาใช้ในการทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันทได้เช่นกัน แต่ต้องติดตั้งอุปกรณ์พิเศษที่สามารถพ่นกลูตารัลดีไฮด์เข้าไปในระบบน้ำและกำจัดออกให้หมดภายในระยะเวลาอันสั้น³² ทั้งนี้เพราะกลูตารัลดีไฮด์มีฤทธิ์ที่รุนแรงสามารถฆ่าเชื้อได้เกือบทุกชนิด แต่มีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อจึงไม่เป็นที่นิยมใช้

คลอร์เฮกซิดีนกลูโคเนต 0.12% ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกับน้ำยาบ้วนปาก ถูกนำมาใช้ในการลดการปนเปื้อนของเชื้อในระบบน้ำของยูนิตทำฟันทโดยปล่อยสารเข้าสู่ระบบน้ำเป็นระยะ ๆ ติดต่อกัน 6 วัน หลังจากนั้นทำซ้ำทุกสัปดาห์ ต่อเนื่องเป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่าคลอร์เฮกซิดีนกลูโคเนต 0.12% สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อในระบบน้ำของยูนิตทำฟันทให้ต่ำกว่า 200 CFU/ml (ตามที่ ADA กำหนดไว้) ได้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์³³ คลอร์เฮกซิดีนจึงเป็นสารเคมีอีกตัวหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันท ซึ่งยังอาจต้องมีการศึกษาในระยะยาวต่อไป

มีการนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มาใช้ในงานทันตกรรมอยู่แล้ว เช่น ในการล้างคลองรากฟัน เป็นส่วนผสมในยาสีฟันหรือน้ำยาบ้วนปาก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 7% มี

ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีพอๆกับกลูตารัลดีไฮด์ 2% นอกจากนี้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ยังถูกนำมาใช้ในการทำความสะอาดคอนแทคเลนส์ซึ่งให้ผลดีในการกำจัดไบโอฟิล์ม ในปัจจุบันมีงานวิจัยหลายชิ้นที่แสดงว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถกำจัดไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิตทำฟันทได้อย่างมีประสิทธิภาพ^{13,34,35,36} ส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดระบบน้ำที่มีส่วนผสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ออกมาจำหน่ายหลายตัว เช่น พลาโนซิล (Planosil) สเตอริล็กซ์ อัลตรา (Sterilex ultra) และแซนโนซิล (Sannosil) เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะนำมาใช้ล้างท่อของยูนิตแบบเป็นครั้งคราว แต่ยังพบว่ามีการเพิ่มกลับมาของเชื้อได้อีกหลังจากทำความสะอาดไม่นาน

ในปัจจุบันมีการนำสารเคมีบางตัวมาใช้เพื่อลดการปนเปื้อนของระบบน้ำในยูนิตทำฟันท โดยใช้ใส่ลงไปในระบบน้ำของยูนิตในลักษณะต่อเนื่อง หนึ่งในสารเคมีชนิดนี้ ได้แก่ ไอซีเอกซ์ (ICX™) ซึ่งมีสารออกฤทธิ์หลักเป็นสารจำพวกไฮโปคลอไรต์คาร์บอเนต (Sodium percarbonate) สารลดความตึงผิวที่มีประจุลบ (Cationic surfactants) และซิลเวอร์ไนเตรด (Silver nitrate) โดยสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ จากงานวิจัยของ Meiller และคณะ³⁷ ได้ทดลองลดการปนเปื้อนของเชื้อในระบบน้ำของยูนิตทำฟันท โดยใช้ไอซีเอกซ์ใส่ลงไปในระบบน้ำของยูนิตอย่างต่อเนื่อง พบว่าไอซีเอกซ์สามารถลดจำนวนเชื้อที่ออกมาจากท่อของยูนิตทำฟันทได้ตลอดระยะเวลา 28 วันที่ทำการทดลอง

การใช้โอโซนและแสงอัลตราไวโอเล็ต (Ozone and Ultraviolet light)

ได้มีการนำแสงอัลตราไวโอเล็ตมาใช้ในการฆ่าเชื้อ อาจใช้เดี่ยว ๆ หรือร่วมกับโอโซน และสารเคมีอื่น ๆ ในการควบคุมปริมาณของเชื้อลิจิโอเนลล่าในระบบน้ำต่าง ๆ เช่น ระบบระบายความร้อนที่ใช้น้ำหรือแม้กระทั่งในสระว่ายน้ำ การใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตมีข้อดีในแง่ของการไม่ปล่อยสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม แต่ประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เพราะเชื้อในน้ำบางตัวสามารถทนทานต่อการถูกทำลายด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต

บทวิจารณ์

เป็นที่แน่ชัดแล้วว่าไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิตทำฟันทเป็นแหล่งสะสมและแพร่พันธุ์ของจุลินทรีย์ต่าง ๆ มากมายหลายชนิด ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้มีโอกาสก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยและบุคลากรทางทันตกรรม จึงเป็นหน้าที่ของผู้เกี่ยวข้องทุกคนที่จะหา

ทางควบคุมและกำจัดไบโอฟิล์มเหล่านี้ โดยในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่ได้ผลในการกำจัดไบโอฟิล์มในระบบน้ำของยูนิตทำฟันให้หมดไปโดยสิ้นเชิง คงต้องรอให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของระบบน้ำของยูนิตทำฟันให้สามารถป้องกันการเกิดไบโอฟิล์มได้ หรือพัฒนาวิธีการกำจัดไบโอฟิล์มโดยบริษัทผู้ออกแบบยูนิต แต่อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะไปถึงจุดนั้น สิ่งที่เราสามารถทำได้ในปัจจุบันคือ การใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกันในการชะลอการเกิดหรือกำจัดไบโอฟิล์มในระบบน้ำ เช่น การติดตั้งวาล์วป้องกันการดูดกลับของน้ำจากด้ามกรอฟันร่วมกับการพ่นน้ำออกจากท่อน้ำประมาณ 2 นาทีก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และระหว่างเปลี่ยนผู้ป่วยร่วมกับการใช้ถังน้ำสะอาดแยกต่างหากในแต่ละยูนิต เติมน้ำสะอาดซึ่งอาจจะทำให้ปราศจากเชื้อมาก่อน รวมทั้งการใช้สารเคมีทำความสะอาดระบบน้ำอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นระยะ การใช้สารเคมีในการทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันแบบเป็นครั้งคราวนั้น มีข้อดีที่เราสามารถใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงกว่าการใส่สารเคมีลงไปในระบบน้ำแบบต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม สารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาดระบบน้ำในยูนิตในปัจจุบันนั้น ไม่สามารถกำจัดไบโอฟิล์มให้หมดไปได้ จากการศึกษาของผู้เขียน³⁸ พบว่าภายหลังจากทำความสะอาดด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.005% ไปเพียงไม่กี่วันปริมาณเชื้อจะกลับมาสูงเท่ากับก่อนทำความสะอาด ดังนั้นการจะลดปริมาณเชื้อให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจได้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำความสะอาดระบบน้ำด้วยสารเคมีบ่อยครั้ง แต่การใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงบ่อยครั้งสามารถทำให้เกิดการกัดกร่อนท่อน้ำภายในยูนิตทำฟันได้ ดังนั้นเพื่อลดความถี่ของการใช้สารเคมีในการทำความสะอาดระบบน้ำแบบเป็นครั้งคราวลง การใช้การเติมสารลงไปในระบบน้ำอย่างต่อเนื่องร่วมกับการทำความสะอาดระบบน้ำแบบเป็นครั้งคราวจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำได้ จากงานวิจัยของผู้เขียนและคณะ³⁸ ศึกษาการเติมไฮโซลิกซ์ หรือคลอเฮกซิดีนกลูโคเนทความเข้มข้นต่ำที่ 0.005% ลงในระบบน้ำอย่างต่อเนื่องร่วมกับการล้างท่อน้ำภายในยูนิตเป็นครั้งคราวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.005% ให้ผลในการลดปริมาณเชื้อที่ออกมาจากท่อน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในสองสัปดาห์ที่ทำการทดสอบ ด้วยวิธีนี้เราจะสามารถยืดระยะเวลาการทำความสะอาดระบบน้ำแบบเป็นครั้งคราวด้วยสารเคมีออกไปได้ การทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันด้วยวิธีที่กล่าวมาทั้งหมดมีเป้าหมายเพื่อให้ น้ำที่ออกมาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟันมีความสะอาดไม่น้อยไปกว่ามาตรฐานของน้ำดื่ม คือมีเชื้อได้ไม่เกิน 100-500 โคโลนีฟอร์มมิงยูนิตต่อมิลลิลิตร ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ อย่างไรก็ตาม

ก็ตาม เนื่องจากเรายังไม่มีวิธีที่จะควบคุมปริมาณของเชื้อให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจได้ การทำศัลยกรรมในช่องปากที่ต้องมีการใช้น้ำฉีดล้างจึงควรใช้น้ำปราศจากเชื้อแยกต่างหากจากน้ำที่มาจากระบบน้ำของยูนิตทำฟัน

บทสรุป

การทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันถือเป็นขั้นตอนหนึ่งในการควบคุมการติดเชื้อในคลินิกทันตกรรม ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการฆ่าเชื้อและการทำให้ปราศจากเชื้อของเครื่องมือและพื้นผิวต่าง ๆ ในปัจจุบันวิธีทำความสะอาดระบบน้ำของยูนิตทำฟันที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การใช้สารเคมี ซึ่งสารเคมีที่หาง่ายและราคาถูก ได้แก่ ไฮโดรเจนไฮโปคลอไรต์ โดยนิยมนำมาใช้ล้างท่อน้ำของยูนิตแบบเป็นครั้งคราว แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีสารเคมีตัวใดที่สามารถกำจัดไบโอฟิล์มในระบบน้ำให้หมดไปได้ การเข้าใจถึงกลไกการก่อตัวของไบโอฟิล์มและพัฒนาวิธีการในการกำจัดไบโอฟิล์มให้หมดไปจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ยังต้องมีการพัฒนาต่อไป

References

1. Donlan RM. Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerg Infect Dis* 2002;8:881-890.
2. Williams JF, Molinari JA, Andrews N. Microbial contamination of dental unit waterlines: origins and characteristics. *Compend Contin Educ Dent* 1996;17:538-40.
3. Fletcher M. The physiological activity of bacteria attached to solid surfaces. *Adv Microb Physiol* 1991;32:53-85.
4. O'Toole GA, Kolter R. Flagellar and twitching motility are necessary for *Pseudomonas aeruginosa* biofilm development. *Mol Microbiol* 1998;30:925-304.
5. Pratt LA, Kolter R. Genetic analysis of *Escherichia coli* biofilm formation: roles of flagella, motility, chemotaxis and type I pili. *Mol Microbiol* 1998;30:285-93.
6. Eberl L. N-acyl homoserine lactone-mediated gene regulation in gram-negative bacteria. *Syst Appl Microbiol* 1999;22:493-506.
7. Abel LC, Miller RL, Micik RE, Ryge G. Studies on dental aerobiology: IV. Bacterial contamination of water delivered by dental units. *J Dent Res* 1971;50:1567-9.

8. Barbeau J, Tanguay R, Faucher E, Avezard C, Trudel L, Cote L, Prevost AP. Multiparametric analysis waterline contamination in dental units. *Appl Environ Microbiol* 1996;62:3954-9.
9. Ruby S, O Colin S, David LS, John KS, Mohamed EL and Henry NW. Microbial diversity of biofilms in dental unit water systems. *Appl Environ Microbiol* 2003;69:3412-3420.
10. Meiller TF, Depaola LG, Kelley JI, Baqui AA, Turng BF, Falkler WA. Dental unit waterlines: biofilms, disinfection and recurrence. *J Am Dent Assoc* 1999;130:65-72.
11. Pankhurst CL, Johnson NW, Woods RG. Microbial contamination of dental unit waterlines: the scientific argument. *Int Dent J* 1998;48:359-68.
12. Tall BD, Williams HN, George KS, Gray RT, Walch M. Bacterial succession within a biofilm in water supply lines of dental air-water syringes. *Can J Microbiol* 1995;41:647-54.
13. Shepherd PA, Shojaei MA, Eleazer PD, Van Stewart A, Staat RH. Clearance of biofilms from dental unit waterlines through the use of hydroperoxide ion-phase transfer catalysts. *Quintessence Int* 2001;32:755-761.
14. Williams JF, Johnston AM, Johnson B, Huntington MK, Mackenzie CD. Microbial contamination of dental unit waterlines: prevalence, intensity and microbiological characteristics. *J Am Dent Assoc* 1993;124:59-65.
15. Miller CH. Microbes in dental unit water. *J Calif Dent Assoc* 1996;24:47-52.
16. Panagakos FS, Lassiter T, Kumar E. Dental unit waterlines: review and product evaluation. *J N J Dent Assoc* 2001;72:20-5.
17. Martin MV. The significance of the bacterial contamination of dental unit water systems. *Br Dent J* 1987;163:152-4.
18. Edelstein PH and Meyer RD. Legionella pneumonia in Pennington JE. *Respiratory Infections: Diagnostic and Treatment*. New York: Raven Press; 1994. p. 445-484.
19. Atlas RM, Williams JF, Huntington MK. Legionella contamination of dental-unit waters. *Appl Environ Microbiol* 1995;61:1208-13.
20. Fotos PG, Westfall HN, Snyder IS, Miller RW, Mutchler BM. Prevalence of Legionella-specific IgG and IgM antibody in a dental clinic population. *J Dent Res* 1985;64:1382-5.
21. Reinthaler FF, Mascher F and Stunzner D. Serological examinations for antibodies against Legionella species in dental personnel. *J Dent Res* 1988;67:942-3.
22. ada.org/ [homepage on the internet]. Chicago: American dental association, Statement on Dental Unit Waterlines [Up-date 2005 May 14; cited 2007 Jun 20]. Available from: <http://www.ada.org/>.
23. Lewis DL, Arens M, Appleton SS, Nakashima K, Ryu J, Boe RK, et al. Cross-contamination potential with dental equipment. *Lancet* 1992;340:1252-4.
24. Santiago JI, Huntington MK, Johnston AM, Quinn RS, Williams JF. Microbial contamination of dental unit waterlines: Short- and long-term effects of flushing. *Gen Dent* 1994;42:528-535.
25. Furuhashi M, Miyamae T. Prevention of bacterial contamination of water in dental units. *J Hosp Infect* 1985;6:81-8.
26. Fiehn NE, Larsen T. The effect of drying dental unit waterline biofilms on the bacterial load of dental unit water. *Int Dent J* 2002;52:251-4.
27. Dayoub MB, Rusilko DJ, Gross A. A method of decontamination of ultrasonic scalers and high speed handpieces. *J Periodontal* 1978;48:261-5.
28. Murdoch-Kinch CA, Andrews NL, Atwan S, Jude R, Gleason MJ, Molinari JA. Comparison of dental water quality management procedures. *J Am Dent Assoc* 1997;128:1235-43.
29. LeChevallier MW, Cawthon CD, Lee RG. Inactivation of biofilm bacteria. *Appl Environ Microbiol* 1988;54:2492-9.
30. Karpay RI, Plamondon TJ, Mills SE, Dove SB. Combining periodic and continuous sodium hypochlorite treatment to control biofilms in dental unit water systems. *J Am Dent Assoc* 1999;130:957-65.
31. Pankhurst CL, Philpott-Howard JN, Hewitt JH, Casewell MW. The efficacy of chlorination and filtration in the control and eradication of Legionella from dental chair water systems. *J Hosp Infect* 1990;16:9-18.
32. Williams JF, Andrews N, Santiago JI. Microbial contamination of dental unit water lines: current preventive measures and emerging options. *Compend Contin Educ Dent* 1996;17:691-708.
33. Porteous NB and Cooley RL. Reduction of bacterial levels in dental unit waterlines. *Quintessence Int* 2004;35:630-4.
34. O'Donnell MJ, Shore AC, Russell RJ, Coleman DC. Optimisation of the long-term efficacy of dental chair waterline disinfection by the identification and rectification of factors associated with waterline disinfection failure. *J Dent* 2007;35:438-51.
35. Linger JB, Molinari JA, Forbes WC, Farthing CF, Winget WJ. Evaluation of a hydrogen peroxide disinfectant for dental unit waterlines. *J Am Dent Assoc* 2001;132:1287-91.
36. Tuttlebee CM, O'Donnell MJ, Keane CT, Russell RJ, Sullivan DJ, Falkiner

- F, Coleman DC. Effective control of dental chair unit waterline biofilm and marked reduction of bacterial contamination of output water using two peroxide-based disinfectants. *J Hosp Infect* 2002;52:192-205.
37. Meiller TF, Kelley JI, Zhang M, DePaola LG. Efficacy of A-dec's ICX dental unit waterline treatment solution in the prevention and treatment of microbial contamination in dental units. *J Clin Dent* 2004;15:17-21.
38. Ampornaramveth R, Udomcharoenchaikij C, Srichantra P. The Effectiveness of Dental Unit Waterline Decontamination by Combining Sodium Hypochlorite Shock Treatment with Chlorhexidine Gluconate/ICX™ Continuous Treatment. *J Dent Assoc Thai* 2007;57:231-239.

R e v i e w

Biofilms in Dental Unit Waterlines

Ruchanee Ampornaramveth

Lecturer

Department of Microbiology

Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Henry Dunant Rodd, Patumwan, Bangkok 10330

Tel: 02-2188683

Fax: 02-2188680

E-mail: ruchanee@gmail.com

Abstract

Biofilms are community of microorganisms that naturally occur in aquatic environments including dental unit waterlines (DUWL). Biofilms in DUWL harbor microorganisms that can eventually be transmitted to patients and dental health care workers. Although microorganisms found in DUWL's biofilms are mostly weakly pathogenic, some of them can cause opportunistic infection in immunocompromised patients. There have been efforts to standardize the quality of water from DUWL in several countries. Usually they are based on drinking water standard by which degree of bacterial contamination of less than 200 CFU/ml is considered suitable for human consumption. Many methods for decontaminating DUWL have been proposed. Unfortunately, no currently available single approach can effectively eliminate biofilms. Therefore, it would be necessary to employ combination of methods; for example using anti-retraction valve to prevent retrograde aspiration of oral fluids, flushing of DUWL at the start of each clinic day and between each patient, drying DUWL at night and on weekend, using filter or independent water reservoir filled with sterile water, and the use of chemical disinfectants. Future developments in DUWL technology that prevent biofilms development or DUWL decontamination system which can be integrated into the dental unit are eagerly awaited.

Key words: Biofilms; decontamination; dental unit; waterlines