

Original Article

นิพนธ์ต้นฉบับ

การค้นห่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ ในโรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก โดยการศึกษาเชิงทดลอง

วิทยา สวัสดิวุฒิมงคล

อำพร ศิลพร

ราตรี จันทร์ไทย

ทองปาน เงือกงาม

อัครพล แก้วมาลี

อุทิศ ปรางทอง

ธนศักดิ์ ศชรักษ์

ยงยุทธ ร่วมชาติ

วุฒิมงคล บุญตาเห็น

วรพจน์ สิงห์แก้ว

จิราพร อนันตศิริ

โรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก

บทคัดย่อ

ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2550 ถึงพฤษภาคม 2551 มีรายงานเป็นครั้งคราวของการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์ที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมภายหลังการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำในโรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก รายงานนี้ได้นำเสนอผลการสอบสวนซึ่งดำเนินการในเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน 2551 เพื่อค้นหาสาเหตุหรือปัจจัยเสี่ยงของการเกิดสนิมดังกล่าว การสอบสวนประกอบด้วย การทบทวนและตามรอยกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ ตั้งสมมุติฐานถึงสาเหตุหรือปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกี่ยวข้อง และใช้การศึกษาทางระบาดวิทยาเชิงทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่สงสัยที่ละอย่าง โดยควบคุมปัจจัยอื่นให้คล้ายกันในทุกชุดทดลอง 4 ชุด ซึ่งประกอบด้วยชุดทำแผล 2 ชุด และชุดทำความสะอาดบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ 2 ชุด ผลการทดลองพบว่า สารประกอบคลอไรด์ที่ผสมอยู่ในผงฟอกขาว และตกค้างอยู่ที่ผ้าห่อเครื่องมือแพทย์ภายหลังการซักและอบแห้ง เป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์นี้ ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้มีโอกาสพบสนิมได้มากขึ้น ได้แก่ การมีสารละลายที่มากขึ้นในน้ำที่ใช้สำหรับการนึ่งไอน้ำ และระยะเวลาที่เครื่องมือแพทย์สัมผัสไอน้ำหรือความชื้นที่นานขึ้นของเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสูญญากาศซึ่งใช้เวลาสั้นกว่ามาก ภายหลังการงัดใช้ผงฟอกขาวสำหรับการซักผ้าที่ห่อเครื่องมือแพทย์ และการใช้น้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองระบบ de-ionization แล้วไม่พบการเกิดสนิมอีกเลยจากการเฝ้าระวังในช่วง 2 เดือนต่อมา

คำสำคัญ:

เครื่องมือแพทย์, การทำให้ปราศจากเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ, การศึกษาเชิงทดลอง, สนิม

บทนำ

การทำให้ปราศจากเชื้อ (sterilization) สำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องมือแพทย์ โดยทั่วไปมักใช้วิธีการนึ่งด้วยไอน้ำ (steam sterilization)⁽¹⁾ เครื่องมือแพทย์ที่

เป็นโลหะส่วนใหญ่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลส ซึ่งเป็นโลหะผสมเหล็กที่มีโครเมียมผสมอยู่ด้วย โดยที่เหล็กกล้าไร้สนิมไม่เป็นสนิมง่ายเนื่องจากการทำปฏิกิริยากันระหว่างออกซิเจนในอากาศกับโครเมียมใน

เนื้อเหล็กกล้าไร้สนิม เกิดเป็นฟิล์มโครเมียมออกไซด์บางๆ เคลือบผิวไว้⁽²⁾ อย่างไรก็ตามถ้ามีการทำลายฟิล์มดังกล่าวออกไป เช่น เหล็กกล้าไร้สนิมมีรอยขีดข่วน แล้วบริเวณรอยนั้นมีความชื้น ซึ่งสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยากับธาตุเหล็กก่อนที่ฟิล์มโครเมียมออกไซด์จะก่อตัวขึ้นมา ก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดสนิมได้⁽³⁾ รายงานนี้ได้นำเสนอผลการสอบสวนเพื่อค้นหาสาเหตุหรือปัจจัยเสี่ยงของการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ ในโรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก โดยใช้การศึกษาทางระบาดวิทยาเชิงทดลอง

วันที่ 20 พฤษภาคม 2551 คณะผู้รายงานได้รับการปรึกษาจากหน่วยจ่ายกลาง โรงพยาบาลแม่สอด ให้ช่วยค้นหาสาเหตุและแก้ไขปัญหากล่องเครื่องมือแพทย์ซึ่งทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ภายหลังการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ ซึ่งปัญหานี้พบเป็นครั้งคราวตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2550 เป็นต้นมา โดยทางหน่วยจ่ายกลางได้ดำเนินการแก้ไขไปหลากหลายวิธี ได้แก่ การทบทวนและควบคุมกระบวนการล้างเครื่องมือแพทย์และทำให้แห้งก่อนการส่งนึ่ง การเปลี่ยนสารเคมีที่ใช้ในการล้างเครื่องมือแพทย์ การทอเครื่องมือแพทย์ให้มีขนาดเล็กลงก่อนส่งนึ่ง การนำน้ำยาแก๊สนิมาใช้ การทำความสะอาดเครื่องนึ่งไอน้ำ การเปลี่ยนระบบท่อน้ำประปาที่ใช้ในหน่วยจ่ายกลาง และการเปลี่ยนน้ำที่ใช้ในเครื่องนึ่งไอน้ำจากน้ำประปา เป็นน้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองที่มีคาร์บอน/ถ่านหิน แอนทราไซต์/แมงกานีส/เรซิน น้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองระบบ de-ionization (DI) และน้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองระบบ reverse osmosis (RO) เพื่อลดปริมาณความกระด้างและสารละลายในน้ำ และการใช้น้ำกลั่น ซึ่งผลปรากฏว่าปัญหาการเกิดสนิมดังกล่าวมักหายไปชั่วคราว และกลับมาพบใหม่ โดยพบบ่อยมากในเดือนพฤษภาคม 2551 จนเจ้าหน้าที่ของหน่วยจ่ายกลางเหนื่อยล้าเนื่องจากได้รับข้อร้องเรียน และต้องทำงานมากขึ้นในการล้าง/ขัดสนิม และส่งนึ่งใหม่ หลายคนได้ไปทำบุญเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

ผู้รายงานร่วมกับทีมสหสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้แก่ เภสัชกร พยาบาล นักวิชาการสุขาภิบาล นายช่างที่ดูแลเครื่องนึ่งไอน้ำ และเจ้าหน้าที่ของหน่วยจ่ายกลาง ได้ร่วมกันทบทวนและตามรอยกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ ตั้งสมมุติฐานถึงสาเหตุหรือปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกี่ยวข้อง และทดสอบสมมุติฐานด้วยการใช้ระบาดวิทยาเชิงทดลอง เพื่อค้นหาสาเหตุหรือปัจจัยเสี่ยง และกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว

วิธีการศึกษา

จากการตามรอยกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อสำหรับเครื่องมือแพทย์โดยการนึ่งด้วยไอน้ำ พบว่าประกอบด้วย การล้างเครื่องมือแพทย์ การทำให้แห้ง การแช่น้ำยาแก๊สนิมา การทอ และการนึ่งด้วยไอน้ำ ซึ่งโรงพยาบาลมีเครื่องนึ่งไอน้ำทั้งหมด 5 เครื่อง โดยเครื่องนึ่งที่ 1-4 เป็นแบบเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ (gravity displacement sterilizer) ซึ่งการทำให้ปราศจากเชื้อใช้อุณหภูมิ 121-123 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15-17 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้เวลาน้อยกว่า 15 นาที ส่วนเครื่องนึ่งที่ 5 เป็นแบบเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสูญญากาศ (pre-vacuum steam sterilizer) ซึ่งการทำให้ปราศจากเชื้อใช้อุณหภูมิ 132-135 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 27 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้เวลา 3-4 นาที⁽¹⁾ ซึ่งเจ้าหน้าที่หน่วยงานจ่ายกลางให้ข้อสังเกตว่าการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์มักพบได้น้อยกว่าถ้าผ่านการนึ่งด้วยเครื่องนึ่งที่ 5 และมักพบสนิมเกิดขึ้นในช่วงที่โรงพยาบาลขาดแคลนน้ำ เช่น น้ำประปาไม่ไหล เป็นต้น

จากการตามรอยการนึ่งด้วยไอน้ำ คณะทำงานได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันกำหนดปัจจัยที่อาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิม ซึ่งได้แก่ คุณภาพของเหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้ทำเครื่องมือแพทย์ การล้างเครื่องมือแพทย์ การทำให้แห้ง ผ้าที่ใช้ทอเครื่องมือแพทย์ ก่อนส่งนึ่งอาจมีสารเคมีตกค้าง ชนิดของเครื่องนึ่งไอน้ำ

ความสะอาดของเครื่องนึ่ง และน้ำที่ใช้ในการนึ่งไอน้ำ คณะทำงานได้ใช้การทดลองเพื่อทดสอบปัจจัยที่กล่าวมาทีละอย่าง โดยควบคุมปัจจัยอื่นให้เหมือนกันหมดในชุดทดลอง โดยเลือกใช้ชุดทำแผลและชุดทำความสะอาดบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์เป็นชุดทดลองเนื่องจากการใช้มากและพบการเกิดสนิมมากเช่นกัน ซึ่งการทดลองแต่ละครั้งจะใช้ชุดทำแผล 2 ชุด และชุดทำความสะอาดบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ 2 ชุด รวมเป็น 4 ชุด

ในแต่ละวันของการทดลอง คณะทำงานจะร่วมกันตรวจสอบการเกิดสนิมในชุดทดลองภายหลังการนึ่งด้วยไอน้ำทั้ง 4 ชุด โดยกำหนดความรุนแรงของการเกิดสนิมเป็น ไม่พบเลย พบน้อยมาก และพบชัดเจน ซึ่งคณะทำงานจะร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อสรุปถึงปัจจัยที่ทดสอบ และกำหนดปัจจัยที่จะทดสอบในวันต่อไป

คณะทำงานได้เก็บตัวอย่างน้ำที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิม ส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพที่กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ตั้งแต่ช่วงแรกของการสอบสวนการเกิดสนิมในวันที่ 21 พฤษภาคม 2551 และส่งตัวอย่างเครื่องมือแพทย์ที่พบสนิมภายหลังการนึ่งด้วยไอน้ำ 1 ชิ้น (ปากคีบ หรือ forceps) ส่งตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาเชิงทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบผลการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์ ที่ผ่านการนึ่งจากเครื่องนึ่งไอน้ำทั้ง 5 เครื่อง โดยใช้ชุดทดลองเครื่องนึ่งละ 4 ชุด ซึ่งแต่ละชุดเป็นเครื่องมือแพทย์ที่สั่งซื้อจากบริษัทเดียวกัน และถูกนำมาใช้ในเวลาที่ใกล้เคียงกัน ผ่านกระบวนการล้างทำให้แห้ง และห่อแบบเดียวกัน โดยคณะทำงาน

กำหนดให้เครื่องนึ่งไอน้ำแต่ละเครื่องมีชุดทดลองที่ผ่านกระบวนการแช่น้ำยาแก๊สนิรม 2 ชุด และไม่ผ่านอีก 2 ชุด ผลการทดลองพบว่า เครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการนึ่งด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำที่ 5 ไม่พบสนิมหรือพบน้อยมาก โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการแช่น้ำยาแก๊สนิรม เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ผ่านการแช่ดังกล่าว ส่วนเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการนึ่งด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำที่ 1-4 พบสนิมชัดเจนในทุกชุดทั้ง 4 เครื่อง โดยพบสนิมชัดเจนแบบเดียวกันทั้งเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการแช่และไม่ผ่านการแช่น้ำยาแก๊สนิรม คณะทำงานมีข้อสรุปร่วมกันว่า 1) เครื่องนึ่งที่ 5 ซึ่งมีระยะเวลาการนึ่งที่สั้นกว่าอีก 4 เครื่องนั้นก่อให้เกิดสนิมน้อยที่สุด และ 2) น้ำยาแก๊สนิรมไม่ได้ช่วยลดการเกิดสนิมจากการทดลองนี้

การทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบผลการทำความสะอาดเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ (เครื่องนึ่งที่ 1-4) ซึ่งโดยปกติจะมีการล้างตะกรันในหม้อต้มน้ำ (boiler) เป็นระยะๆ แต่สำหรับเครื่องนึ่งของโรงพยาบาลพบว่าไม่มีการล้างมานานหลายเดือน การทดลองได้สุ่มเลือก 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งมีการล้างตะกรัน ส่วนอีก 1 เครื่องไม่มีการล้างตะกรัน ผลการทดลองพบสนิมชัดเจนในทุกชุดทดลองทั้ง 2 เครื่อง โดยพบสนิมชัดเจนแบบเดียวกันทั้งเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการแช่และไม่ผ่านการแช่น้ำยาแก๊สนิรม คณะทำงานมีข้อสรุปร่วมกันว่า ตะกรันในหม้อต้มน้ำไม่น่าใช่สาเหตุสำคัญของการเกิดสนิม และไม่จำเป็นต้องใช้น้ำยาแก๊สนิรมเพื่อลดปัญหาอีกต่อไป

การทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบว่าน้ำที่ใช้ในเครื่องนึ่งไอน้ำมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์หรือไม่ โดยในช่วงเวลานั้นเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ (เครื่องนึ่งที่ 1-4) ของโรงพยาบาลใช้น้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองที่มีคาร์บอน/ถ่านหินแอนทราไซต์/แมงกานีส/เรซิน ส่วนเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสูญญากาศ (เครื่องนึ่งที่ 5) ใช้น้ำประปาที่ผ่านการกรองระบบ RO ด้วยเครื่องกรองขนาดเล็กที่

ติดตั้งมาพร้อมกับเครื่องนึ่งที่ 5 การทดลองครั้งนี้ได้สุ่มเลือกเครื่องนึ่ง 3 เครื่องจากเครื่องนึ่ง 1-4 โดยให้ใช้น้ำกรอง RO 1 เครื่อง ใช้น้ำกรอง DI ที่ผลิตจากกลุ่มงานเภสัชกรรม 1 เครื่อง และใช้น้ำประปา 1 เครื่อง ผลการทดลองไม่พบหรือพบน้อยมากในชุดทดลองที่ผ่านการนึ่งในเครื่องนึ่งที่ใช้น้ำกรอง RO และน้ำกรอง DI และพบสนิมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยซึ่งไม่ชัดเจนนักในเครื่องนึ่งที่ใช้น้ำประปา คณะทำงานได้ทบทวนและมีข้อสรุปร่วมกันว่า เห็นควรใช้น้ำกรอง DI เนื่องจากสามารถผลิตในปริมาณมากได้เอง ส่วนน้ำประปานั้นมีความกระด้างสูงซึ่งอาจก่อให้เกิดตะกรันกับหม้อต้มน้ำของเครื่องนึ่งได้เร็วและควรมีการทดลองต่อไปเพื่อหาปัจจัยอื่นอีกที่อาจเกี่ยวข้อง โดยคาดหวังไม่ให้พบการเกิดสนิมเลย

การทดลองครั้งที่ 4 เป็นการทดสอบว่าผ้าที่ใช้ห่ออาจมีสารเคมีตกค้าง ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิมโดยผ้าที่ใช้ห่อเครื่องมือแพทย์ที่หน่วยจ่ายกลางของโรงพยาบาลจะถูกส่งไปซักและอบแห้งที่หน่วยซักฟอก แล้วนำกลับมาใช้ห่อเครื่องมือแพทย์ก่อนนำไปนึ่ง ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดให้ซักผ้าที่จะห่อชุดทดลองด้วยผงซักฟอกทั่วไปและทำให้แห้งที่หน่วยจ่ายกลางเอง นำมาห่อเครื่องมือแพทย์ของชุดทดลอง แล้วนำไปนึ่ง ผลการทดลองพบว่า ไม่พบสนิมเลยในทุกชุดทดลอง คณะทำงานได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และมีข้อสรุปร่วมกันว่า สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการซักฟอกของโรงพยาบาลคงมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิม

จากการตามรอยกระบวนการซักผ้าของโรงพยาบาลพบมีขั้นตอนกล่าวคือ การซักน้ำ (เพิ่มขั้นตอนการแช่ในน้ำที่เติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในกรณีที่ผ้ามีการปนเปื้อนเลือดหรือสารคัดหลั่ง) การซักด้วยผงซักฟอกและผงฟอกขาวที่มีสารประกอบคลอไรด์ผสมอยู่ การซักน้ำที่มีการเติมผงล้างผ้า (anti-chlor powder) เพื่อทำลายต่างและคลอไรด์/คลอรีนที่ติดอยู่บนเนื้อผ้า ร่วมกับน้ำยาปรับผ้านุ่ม คณะทำงานได้ทบทวนขั้นตอนดังกล่าวและมีข้อสรุปร่วมกันว่า สารประกอบคลอไรด์ในผงฟอกขาวซึ่งสามารถกัดกร่อนเหล็กกล้าไร้สนิมได้นั้น

อาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิม และการซักผ้าห่อเครื่องมือแพทย์ไม่จำเป็นต้องใช้ผงฟอกขาว

การทดลองครั้งที่ 5 เป็นการทดสอบผ้าที่ใช้ห่อเครื่องมือแพทย์และผ่านการซักโดยไม่ใช้ผงฟอกขาว และผงล้างผ้าที่หน่วยซักฟอกของโรงพยาบาล นำมาห่อเครื่องมือแพทย์ของชุดทดลอง แล้วนำไปนึ่งในเครื่องนึ่งทั้ง 5 เครื่อง ผลการทดลองพบว่า ไม่พบสนิมเลยในทุกชุดทดลองและทุกเครื่องนึ่ง คณะทำงานได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และมีข้อสรุปร่วมกันว่า สารประกอบคลอไรด์ที่ตกค้างอยู่บนเนื้อผ้าเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสนิม ซึ่งเมื่อตามรอยกระบวนการซักผ้าที่ผ่านมา พบว่ามีการใช้ผงฟอกขาวที่มีสารประกอบคลอไรด์ผสมอยู่ และผงล้างผ้า เพิ่มเติมในขั้นตอนการซักผ้าตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2550 เป็นต้นมา เนื่องจากมีการร้องเรียนมากเรื่องผ้าของโรงพยาบาลไม่สะอาดและมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับเหตุการณ์การพบสนิมบนเครื่องมือแพทย์ที่เริ่มพบเป็นครั้งแรกตั้งแต่วันที่เดือนพฤษภาคม 2550 เป็นต้นมา

ผลการตรวจคุณภาพน้ำที่ใช้ในเครื่องนึ่ง

คณะทำงานได้เก็บตัวอย่างน้ำที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิมส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ซึ่งได้แก่ น้ำประปาที่ใช้ล้างเครื่องมือแพทย์ก่อนส่งนึ่ง น้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองที่มีคาร์บอน/ถ่านหินแอนทราไซต์/แมงกานีส/เรซิน น้ำประปาที่ผ่านการกรองระบบ DI และน้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองที่มีคาร์บอน/ถ่านหินแอนทราไซต์/แมงกานีส/เรซินและผ่านการนึ่งแล้ว ส่วนน้ำประปาที่ผ่านการกรองระบบ RO ที่ใช้ในเครื่องนึ่งที่ 5 ซึ่งไม่พบปัญหาสนิมมากนักนั้นไม่ได้ส่งตรวจ ผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรองที่มีคาร์บอน/ถ่านหินแอนทราไซต์/แมงกานีส/เรซิน จะมีความกระด้างลดลงมาก แต่ปริมาณสารละลายยังพบมากอยู่โดยเฉพาะโลหะหลายตัว ส่วนน้ำกรอง DI พบความกระด้างและปริมาณสารละลายลดลงมาก ส่วนน้ำที่ผ่านการนึ่งด้วยเครื่อง

นึ่งไอน้ำแล้วพบว่า ความกระด้างและปริมาณสารละลายเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะคลอไรด์ (ตารางที่ 1)

ผลการตรวจปากคิบบที่พบสนิมภายหลังการนึ่งด้วยไอน้ำ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างปากคิบบที่พบสนิมภายหลังการนึ่งด้วยไอน้ำ โดยเทคนิคจุลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (energy dispersive spectrometry) ร่วมกับการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (scanning electron microscope)

บริเวณผิวหน้าของปากคิบบที่พบสนิมเปรียบเทียบกับบริเวณผิวที่ปกติ พบว่าปากคิบบมีองค์ประกอบของเหล็กและโครเมียม ซึ่งตามโครงสร้างจัดเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมชนิดมาร์เทนซิติค (martensitic stainless steel) ซึ่งมีความแข็งแรงสูงแต่มีความต้านทานการกัดกร่อนต่ำ บริเวณผิวหน้าของปากคิบบที่ปกติพบองค์ประกอบของธาตุเหล็ก โครเมียม คาร์บอน ซิลิกอน และออกซิเจน ในขณะที่บริเวณที่มีคราบสีน้ำตาลแดงพบองค์ประกอบของธาตุเหล็ก โครเมียม คาร์บอน ซิลิกอน โซเดียม

ตารางที่ 1 ผลการตรวจคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำ พฤษภาคม 2551

รายการทดสอบ	(หน่วย)	เกณฑ์คุณภาพ*	น้ำประปา	น้ำกรองคาร์บอน/ แอนทราไซท์/ แมงกานีส/เรซิน	น้ำกรอง DI	น้ำกรองคาร์บอน/ แอนทราไซท์/ แมงกานีส/เรซิน ที่ผ่านการนึ่งแล้ว
ความเป็นกรด-ด่าง	(pH)	6.5-8.5	8.5	8.6	8.2	9.1
ความขุ่น	(เอ็นทียู)	ไม่เกิน 10	0.18	0.12	0.16	16.4
ความกระด้าง	(มก./ล.)	ไม่เกิน 500	118	ND**	18	170
ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย	(มก./ล.)	ไม่เกิน 1,000	181	166	36	510
เหล็ก	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.5	< 0.013	< 0.013	ND	0.016
แมงกานีส	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.3	0.004	< 0.004	< 0.001	ND
ทองแดง	(มก./ล.)	ไม่เกิน 1.0	0.002	0.005	< 0.002	0.002
สังกะสี	(มก./ล.)	ไม่เกิน 3.0	ND	0.008	ND	ND
ตะกั่ว	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.03	ND	< 0.003	< 0.003	ND
โครเมียม	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.05	0.001	ND	ND	0.001
แคดเมียม	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.003	0.001	ND	ND	ND
สารหนู	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.01	< 0.005	ND	ND	ND
ปรอท	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.001	ND	ND	ND	ND
ซัลเฟต	(มก./ล.)	ไม่เกิน 250	8	10	6	7
คลอไรด์	(มก./ล.)	ไม่เกิน 250	6	7	3	132
ไนเตรท	(มก./ล.)	ไม่เกิน 50	1.24	2.24	0.14	0.84
ฟลูออไรด์	(มก./ล.)	ไม่เกิน 0.7	0.16	0.18	< 0.10	0.26

*เกณฑ์คุณภาพน้ำประปา กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปี 2543

**ND = not detectable

แคลเซียม สังกะสี กำมะถัน และพบออกซิเจนในปริมาณที่สูงกว่ามาก ซึ่งสรุปว่าตัวอย่างปากคิบบเสียหายเนื่องจากการกัดกร่อน

ภายหลังการดัดใช้ฟงฟอกขาวที่มีสารประกอบคลอรีนผสมอยู่สำหรับการซักผ้าที่ใช้ห่อเครื่องมือแพทย์แล้ว ไม่พบการเกิดสนิมอีกเลยจากการเผาระวังในช่วง 2 เดือนต่อมา

วิจารณ์

สารประกอบคลอรีน (รวมทั้งอาจมีสารกัดกร่อนอื่น ๆ) ที่ผสมอยู่ในฟงฟอกขาว และตกค้างอยู่ที่ผ้าห่อเครื่องมือแพทย์ภายหลังการซักและอบแห้ง คงเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวกับเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์นี้ สารประกอบคลอรีนเป็น oxidizing agent ที่ดี และสามารถทะลุผ่านฟิล์มโครเมียมออกไซด์ที่เคลือบผิวเหล็กกล้าไร้สนิมได้⁽³⁾ ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปากคิบบที่พบสนิมภายหลังการนึ่งด้วยไอน้ำช่วยสนับสนุนว่า มีการกัดกร่อนเกิดขึ้น และบริเวณผิวหน้าของปากคิบบที่พบสนิมมีปริมาณออกซิเจนสูงกว่าบริเวณที่ปรกติอยู่มาก ซึ่งคงเป็นการทำปฏิกิริยากันระหว่างออกซิเจนและธาตุต่าง ๆ ที่ตรวจพบ รวมถึงธาตุเหล็ก ส่วนผลการตรวจคุณภาพน้ำที่ผ่านการนึ่งด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำแล้วพบว่า มีสารประกอบคลอรีนเพิ่มขึ้นมากนัก ช่วยสนับสนุนการตกค้างของสารนี้ในระบบการนึ่งด้วยไอน้ำ

การมีสารละลายในน้ำที่มากขึ้นและอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นปัจจัยเสริมให้มีการกัดกร่อนเหล็กกล้าไร้สนิมได้มากขึ้น และเกิดสนิมได้ง่ายขึ้น⁽³⁾ ดังนั้นการใช้น้ำในเครื่องนึ่งไอน้ำที่มีสารละลายลดลง เช่น น้ำกรอง DI และน้ำกรอง RO คงมีส่วนช่วยลดการเกิดสนิมลงได้ การพบสนิมบนเครื่องมือแพทย์เป็นครั้งคราว โดยเฉพาะในช่วงที่มีการขาดแคลนน้ำ คงเนื่องจากสารประกอบคลอรีนที่ตกค้างอยู่ที่ผ้าห่อเครื่องมือแพทย์คงมีปริมาณมากขึ้นเนื่องจากการขาดแคลนน้ำใช้ในขั้นตอนการซักผ้า ส่วนการพบสนิมลดลงมากเมื่อผ่านการนึ่งด้วยเครื่องนึ่งที่ 5 ซึ่ง

เป็นเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ เปรียบเทียบกับเครื่องนึ่งที่ 1-4 ซึ่งเป็นเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ คงเนื่องจากเวลาที่เครื่องมือแพทย์มีโอกาสสัมผัสไอน้ำหรือความชื้น จะต่ำกว่ามากเมื่อใช้เครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ

ระบอดิทยาเชิงทดลองเป็นการศึกษาที่ผู้ทำการศึกษสามารถกำหนดสิ่งที่จะใช้ทดสอบในกลุ่มต่างๆ ที่ทำการศึกษาได้ เช่น ปัจจัยที่สงสัยจะทำให้เกิดโรค ยาหรือสารที่จะใช้ทดลองในขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบผลการรักษาและป้องกันโรค ประสิทธิภาพของวิธีการหรือเทคโนโลยีทางการแพทย์ต่าง ๆ ตลอดจนการทดลองเพื่อหาสาเหตุของโรค การศึกษาเชิงทดลองนี้สามารถดำเนินการได้ทั้งในคน ในสัตว์ และในห้องปฏิบัติการ⁽⁴⁾ คณะทำงานที่ร่วมกันสอบสวนถึงสาเหตุของการเกิดสนิมบนเครื่องมือแพทย์ครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้การศึกษาเชิงทดลอง โดยกำหนดสิ่งที่จะทดสอบตามสมมุติฐานถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่อาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิม และกำหนดตัวอย่างเครื่องมือแพทย์ที่ใช้ในการทดลองให้มีลักษณะใกล้เคียงกันเพื่อลดอคติในการทดลอง ส่วนสาเหตุหรือปัจจัยที่อาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสนิมนั้น คณะทำงานได้กำหนดจากการตามรอยกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำ และกระบวนการซักผ้า โดยมีการทบทวนและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในคณะทำงานซึ่งเป็นบุคลากรสหสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้ รวมทั้งการสอบสวนมีการทบทวนและสรุปผลร่วมกันภายหลังเสร็จสิ้นการทดลองแต่ละครั้ง

กระบวนการจัดการความรู้ที่ดีจะมีส่วนช่วยในการสื่อสารความรู้เพื่อการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างบุคลากรที่ร่วมกันแก้ไขปัญหา⁽⁵⁻⁷⁾ ซึ่งมักมีความแตกต่างกันในความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ และช่วยกลั่นกรองหรือสังเคราะห์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ตำรา คู่มือ หรือเอกสารวิชาการต่าง ๆ มาเป็นความรู้ที่บุคลากรสามารถนำไปใช้ในการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาได้ และในที่สุดนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องและรวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

1. อะเคื่อ อุณหเลขกะ. การทำลายเชื้อและการทำให้ปราศจากเชื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เจซีซี; 2545.
2. สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. เหล็กกล้าไร้สนิม. [สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2551]; แหล่งข้อมูล: <http://www.isit.or.th/techinfovview.asp?lnk=object/1000000000/stainless.htm&ContentID=394&CatID=1000000000>.
3. British Stainless Steel Association. Corrosion mechanisms in stainless steel. [cited 1 Aug 2008]; Available from: URI: <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=95>.
4. ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร. ระบาดวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2547.
5. วิจารย์ พานิช. การจัดการความรู้คืออะไร: ไม่ทำ-ไม่รู้. ใน: อนุวัฒน์ สุขขุดิกุล, บรรณาธิการ. การจัดการความรู้เพื่อคุณภาพที่สมดุล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ดีไซร์; 2547. หน้า 16-37.
6. วิจารย์ พานิช. สถานศึกษากับการจัดการความรู้เพื่อสังคม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี; 2547.
7. สำนักงาน ก.พ.ร. และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. คู่มือการจัดทำแผนการจัดการความรู้ (เอกสารอัดสำเนา). กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน ก.พ.ร. และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ; 2548.

Abstract Identification of Factors Associated with Rust on Medical Instruments Following Steam Sterilization in Mae Sot Hospital, Tak Province: an Experimental Study

Witaya Swaddiwudhipong, Amporn Silaporn, Ratee Chunthai, Tongparn Nguegngam, Akarapol Kaewmalee, Uthit Prangthong, Thanusak Kotcharak, Yongyuth Ruamchart, Wutthipong Boontahen, Worrapot Singkaew, Jiraporn Anuntasiri

Mae Sot General Hospital, Tak

Journal of Health Science 2008; 17:SVII2050-7.

From May 2007 to May 2008, there were intermittent reports of rust on surface of medical instruments made of stainless steel following steam sterilization in Mae Sot hospital, Tak Province. This paper reported an investigation conducted in May-June 2008 to identify possible causes or risk factors for rusting. The methods included reviews of procedures of steam sterilization in the hospital, formation of hypotheses of possible causes or risk factors, and use of an experimental study to determine such causes or factors. The similar 2 sets for wound dressing and 2 for perineum flushing were used in the experimental study. The identified important factor of rusting was the chloride deposits on clothes used for instrument wrapping before steam sterilization. Other risk factors were increased amount of total dissolved solids in water used in the sterilizer and longer duration of steam contact in the gravity displacement sterilizer than the pre-vacuum steam sterilizer. Preventive and control measures included no bleach with high chloride concentration for washing such clothes and use of deionized water in the steam sterilization. No attacks of rust on instruments were reported during the proceeding surveillance of 2 months.

Key words: medical instrument, steam sterilization, experimental study, rust