บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะเงินจากอะมัลกัมในน้ำเสียกระบวนการทันตกรรมของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม คณะผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของอะมัลกัม
2.2 การใช้อะมัลกัมในทางทันตกรรม
2.3 กระบวนการทันตกรรม
2.4 การปนเปื้อนโลหะเงินในน้ำเสียของโรงพยาบาล
2.5 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของอะมัลกัม

อะมัลกัม (Aamalgam) หมายถึง โลหะเจือที่ได้จากการผสมระหว่างปรอทกับโลหะอื่นๆ ในทางทันตกรรม ผงโลหะที่ใช้ผสมกับปรอทเป็นผงโลหะเงินเจือ (Dental Silver Alloy) เป็นผงโลหะที่เกิดจากการนำโลหะหลายชนิดมาหลอมรวมกัน โดยมีเงินเป็นโลหะหลัก มีดีบุกและทองแดงเป็นโลหะรอง นอกจากนี้อาจมีโลหะอื่นผสมอยู่บ้าง เช่น สังกะสีหรืออินเดียม เป็นต้น เมื่อนำผงโลหะเงินเจือผสมกับปรอทได้สารประกอบใหม่เรียกว่า อะมัลกัมเงิน (Dental Silver Amalgam) หรือเรียกกันว่า อะมัลกัมมีลักษณะอ่อนนุ่มอยู่ในสภาวะปั้นแต่งได้ อะมัลกัมมีระยะเวลาในการอ่อนตัวพอเหมาะที่จะใช้ในการอุดฟันและแต่งให้ได้รูปร่างฟันธรรมชาติที่ดี (วิลาวรรณ์ จันทรประทิน และคณะ, 2542) โดยส่วนประกอบของอะมัลกัมมี ดังนี้

2.1.1 โลหะเจืออะมัลกัม

1) โลหะเงิน (Silver)

โลหะเงินเป็นโลหะซึ่งอยู่ในกลุ่มโลหะมีสกุล (Noble Metal) ที่อุณหภูมิปกติมีสถานะเป็นของแข็งสีขาววาว มวลโมเลกุล 107.868 ความถ่วงจำเพาะ 10.53 จุดหลอมเหลว 961 องศาเซลเซียส จุดเดือด 2,212 องศาเซลเซียส มีความแข็งตามมาตรฐานของโมห์เท่ากับ 2.5-3 มีสมบัติอ่อนและเหนียว สามารถตีแผ่เป็นแผ่นบางๆ ได้บางถึงเศษหนึ่งส่วนแสนนิ้ว และดึงเป็นเส้นลวดได้เล็กมาก สมบัติที่ดีของเงินคือเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดในบรรดาโลหะทั้งหมด โลหะเงินไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในกรดไนตริกและสารละลายประเภทอัลคาไลไซยาไนด์ และกรดซัลฟูริกที่อุณหภูมิสูง สะท้อนแสงได้ดี ไม่เกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง ทนการกัดกร่อนของกรดอินทรีย์หลายชนิดรวมทั้งด่างโซเดียม”ฮดรอกไซด์ แต่เมื่อสัมผัสกับควันซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำให้ผิวของโลหะเงินคล้ำและดำได้สินแร่เงินที่พบในปัจจุบันนี้มีมากกว่า 50 ชนิด แต่ที่มีความสำคัญทางโลหะวิทยานั้นมีอยู่ไม่กี่ชนิด เงินธรรมชาติซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงเกิดเป็นเกล็ดเล็กๆ หรือเป็นเส้นปนอยู่ในดินหินและทราย ที่พบอยู่ในรูปสำคัญๆ มีดั้งนี้ คาละเวอร์ไรด์ (AuAg)Te2 เงินคลอไรด์หรือฮอร์นซิลเวอร์ (AgCl หรือ Hornsilver) เงินซัลไฟต์หรือฮาร์เจนไทต์ (Ag_2

หรือ Argentite) แร่หลวงเงินหรือพลวงซัลไฟด์ (Ag_3SbS_3) หรือที่เรียกกันว่าแร่ไพราจิไรต์ (Pyrargyrite) ในอดีตเราแยกโลหะเงินออกจากแร่เงินได้โดยตรง แต่ปัจจุบันนี้แร่ที่มีโลหะโดยตรงแทบจะไม่มีเหลืออยู่เลย เราจึงหันมาใช้แร่ที่มีคุณภาพต่ำลง และใช้วิธีแยกเงินเป็นผลพลอยได้จากการถลุงแร่โลหะชนิดอื่นๆ เช่น ตะกั่ว ทองแดง สังกะสีและทองคำเป็นต้น ในประเทศไทยสามารถพบเงินปนอยู่ในแร่ตะกั่ว แหล่งที่พบมากได้แก่จังหวัดกาญจนบุรี (เดชนา ชุตินรา, 2527) โดยการใช้ประโยชน์ของโลหะเงิน มีดังนี้

1.1) การใช้ประโยชน์ของโลหะเงิน

โลหะเงินเกือบร้อยละ 90 ของผลผลิตโลกถูกนำไปใช้ในด้านต่างๆ มากมายหลายประเภท เช่น

(1) อุตสาหกรรมการผลิตฟิล์มภาพยนตร์และถ่ายภาพอัดภาพ อุตสาหกรรมประเภทนี้ใช้โลหะเงินประมาณร้อยละ 40 ของผลผลิตโลก เงินที่ใช้นี้ใช้ในรูปของเกลือเงินเฮไลด์ที่มีความไวต่อแสง ใช้เคลือบบนฟิล์มถ่ายภาพ กระดาษอัดภาพและกระดาษถ่ายเอกสาร ให้ภาพชัดเจนกว่าการเคลือบด้วยสารอื่นๆ แม้ว่าในปัจจุบันนี้ฟิล์มขาวดำที่ผลิตจากประเทศเยอรมันไม่ได้ใช้เกลือเงินเฮไลด์ปริมาณมากจะให้ความชัดเจนสูงกว้ากระดาษถ่ายเอกสารที่มีเงินเฮไลด์น้อย

(2) อุตสาหกรรมไฟฟ้าและชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โลหะเงินที่ประกอบด้วยแคดเมียมออกไซด์ ใช้ทำเป็นสะพานไฟในส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าสูงและปานกลางผ่านชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ใช้เป็นตัวเชื่อมโดยทำเป็นโลหะผสมกับทองแดง สังกะสี และโลหะอื่นๆ เพื่อใช้ในการต่อเชื่อมท่อ เชื่อมข้อต่อของสารไฟฟ้าในเครื่องวิทยุ โทรศัพท์เป็นต้น

(3) ผลิตภาชนะเครื่องใช้ การใช้เงินทำภาชนะเครื่องใช้ต่างๆ เช่น ขันน้ำพานรอง หีบบุหรี่ ชุดน้ำชา กาน้ำ กรอบรูป เป็นต้น ถึงแม้ว่าปัจจุบันนี้โลหะเงินมีราคาสูงกว่าเดิมมาก จึงมีผลให้การผลิตภาชนะชิ้นใหญ่ๆ ประเภทนี้ลดลงก็ตาม แต่ก็ยังเป็นที่นิยมของตลาดอยู่มากพอสมควร ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะเงินจะมีปัญหาอยู่บ้างก็คือการหมองคล้ำ ซึ่งต้องหมั่นทำความสะอาด เครื่องเงินราคาถูกส่วนใหญ่เป็นพวกนิเกลหรือโลหะผสมนิเกิลเคลือบด้วยเงิน

(4) เหรียญกษาปณ์ ในสมัยก่อนเหรียญกษาปณ์ผลิตจากโลหะเงินบริสุทธิ์กันมาก ในประเทศอังกฤษแรกเริ่มใช้เงินสเตอร์ลิงทำเหรียญกษาปณ์ เงินสเตอร์ลิงนี้มีเนื้อเงินบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 92.4 ผสมกับทองแดงไม่เกินร้อยละ 7.5 แต่ต่อมาต้องเลิกใช้ เนื่องจากราคาโลหะเงินสูงกว่าราคาที่แสดงไว้บนเหรียญ เงินสเตอร์ลิงนี้มีความแข็งแรงทนทาน และรักษาสมบัติของเงินไว้เกือบทุกประการ ประเทศไทยเคยใช้โลหะเงินผลิตเหรียญกษาปณ์เป็นเงินหมุนเวียนในตลาดเช่นกัน แต่ด้วยเหตุผลเดียวกันคือราคาโลหะเงินสูงมากกว่าค่าของเงิน ปัจจุบันเราจึงใช้โลหะผสมผลิตเหรียญกษาปณ์แทน เช่น นิเกิล อลูมิเนียม ทองแดง เป็นต้น อย่างไรก็ตามเรายังใช้โลหะเงินผลิตเหรียญกษาปณ์ที่ระลึก ตลอดจนเครื่องราชอิสริยาภรณ์ เหรียญเกียรติยศ และเหรียญตราต่างๆ แต่นับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการใช้โลหะเงินทั้งหมด

(5) เครื่องประดับ โลหะเงินที่ใช้ทำเครื่องประดับ ประเภทสร้อย เข็มกลัด แหวน ตุ้มหู และอื่นๆ ถ้ามีคำว่า “สเตอร์ลิง” ประทับอยู่บนเครื่องประดับ แสดงว่าเครื่องประดับเหล่านั้นมีความบริสุทธิ์ของเนื้อเงินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 92.5 นอกจากนี้โลหะเงินยังใช้เจือกับโลหะอื่นๆ ในการทำโลหะบัดกรี เช่น โลหะบัดกรีทองมีเนื้อเงินร้อยละ 12-28 เป็นต้น

(6) งานด้านการแพทย์และทันตกรรม สำหรับการแพทย์นั้น ใช้มากในทางศัลยกรรม เนื่องจากเงินคุณสมบัติเป็นตัวกันไม่ให้แผลเน่าเปื่อย จึงใช้คลุมบาดแผลหลังจากการผ่าตัดเพื่อตบแต่งผิวหนัง ใช้ดามกระดูกและใช้ทำเครื่องมือในการผ่าตัดบางอย่าง โลหะเงินมีประโยชน์ไม่น้อยในด้านทางทันตกรรม โดยเฉพาะอะมัลกัมสำหรับอุดฟัน จะใช้โลหะผสมอะมัลกัมประกอบด้วย เงิน ดีบุก ทองแดง เมื่อต้องการใช้งานจะนำโลหะผสมนี้มาผสมกับปรอท แล้วจึงนำไปใช้ในการรักษาทางทันตกรรมต่อไป (วิลาวรรณ์ จันทรประทิน, 2542)

1.2) พิษของโลหะเงิน

โละหะเงิน ในรูปของธาตุอิสระเป็นพิษไม่มากนัก แต่เกลือส่วนใหญ่เป็นพิษ เพราะ แอนอิออน สารประกอบของเงินเมื่อเข้าสู่ร่างกายถูกดูดเข้าสู่ระบบการหมุนเวียนของโลหิตได้ และถูกรีดิวซ์ทำให้โลหะเงินตกค้างตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ผลก็คือผิวหนังเกิดจุดสีเทา สภาวะเช่นนี้เรียกว่า Argyri

2) โลหะทองแดง (Copper; Cu)

ทองแดงเป็นโลหะหนักในหมู่ IB ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 63.57 จุดหลอมเหลว 1,083 °C จุดเดือด 2,310 °C ความถ่วงจำเพาะ 8.94 (ที่ 20 °C) ทองแดงเป็นโลหะหนักสีแดงเรื่อ (Reddish) มีลักษณะแข็งแต่ไม่เปราะสามารถตัดได้ง่ายและสามารถดึงเป็นเส้นหรือตีแผ่เป็นแผ่นบางๆ ได้ โลหะทองแดงเป็นตัวนำไฟฟ้าและนำความร้อนที่ดีทนต่อการสึกกร่อน ทองแดงที่อยู่ในสารประกอบจะมีสองรูปแบบ คือ Cu^{+} (Coprous) ทองแดงจะทำปฏิกิริยากับกำมะถันได้ดีกว่าออกซิเจน หากเมื่อเผากับออกซิเจนจะได้ CuO ซึ่งเป็นของแข็งสีดำ ทองแดงที่พบในธรรมชาติจะมีรูปของแร่ต่างๆ ได้แก่ Chaleocite (Cu2s), Chaleopyrite ($CuFeS_2$), Cuprite (Cu_2) และ Malachite ($CuCO_3.Cu(OH)_2$) เป็นต้น (จันทร์ศรี ดนูนาถ, 2539)

ปกติทองแดงเป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายและมีประโยชน์ เนื่องจากทองแดงมีส่วนร่วมในขบวนการเผาผลาญอาหารช่วยในการสร้างฮีโมโกลบิล และการสังเคราะห์เอนไซม์บางชนิด ในพืชใช้ในธาตุนี้ในการสร้างคลอโรฟิลล์และเอนไซม์บางชนิด แต่ต้องการเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น ผู้ใหญ่จะต้องการทองแดงประมาณ 2 มิลลิกรัมต่อวัน ในร่างกายของคนเรามีทองแดงประมาณ 100 – 150 มิลลิกรัม สะสมที่ตับและกระดูก ทองแดงเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือ ทางปาก และทางจมูก โดยการบริโภคอาหารและน้ำที่มีทองแดงเจือปนอยู่และจากการได้รับฝุ่นละอองทองแดงเข้าสู้ร่างกาย ปกติร่างกายจะได้รับทองแดงในอัตราเฉลี่ย 3.2 มิลลิกรัมต่อวันซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่อย่างไร (ปริมาณทองแดงสูงสุดที่ได้รับควรไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อวัน) แต่ถ้าได้รับทองแดงในปริมาณที่มากในคราวเดียวก็สามารถเกิดอาการพิษได้ หรือได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานก็สามารถเกิดการสะสมจนแสดงอาการพิษได้เช่นเดียวกัน เมื่อทองแดงเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะดูดซับเข้าสู่กระแสเลือดรวมตัวกับอัลบูมิน (โปรตีนในพลาสมา) และสะสมที่ตับเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงทองแดงเป็นรูปอื่นถ้ามีทองแดงปริมาณมากก็จะสามารถเกิดอาการพิษเฉียบพลัน คือ อาการคลื่นไส้ อาเจียนรุ่นแรงและบางครั้งอาจพบว่า อาเจียนมีสีน้ำเงินปนเขียวของสารประกอบทองแดง จุกเสียด ท้องร่วง อุจจาระมีสีเขียวอมดำ อ่อนเพลียการหายใจและชีพจรเต้นช้าลง ความดันโลหิตต่ำ เพ้อ หมดสติ เป็นอัมพาต อาจถึงตายถ้าได้รับต่อไป และยังพบว่าถ้าได้รับ คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ผู้ป่วยจะมีอาการสั่นตลอดเวลา

หากได้รับปริมาณมากถึง 27 กรัม ทำให้ตายได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการเกิดพิษของทองแดงยังมักจะเกิดควบคู่กับโลหะอื่นๆ โดย เฉพาะกับโมลิบดีนัม เช่น สัตว์ที่ได้รับทองแดงประมาณ 8-10 ppm. และได้รับโมลิบดีนัมน้อยกว่า 0.5 ppm. ทำให้เกิดโรคฮีโมไลติกไดรซีส (Hemolytic Crisis) จะพบอาการดีซ่านและโลหิตจางร่วมกับอาการของเนื้อตายในตับและไตจากรายงานของ FDA (Food and Drug Administration) ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าทองแดงเป็นธาตุที่ปลอดภัยต่อสัตว์ และอนุญาตให้ผสมในอาหารสัตว์ได้ เช่น การใช้คอปเปอร์ซัลเฟตถ่ายพยาธิ หรือรักษาโรคผิวหนัง หรือใช้สารกำจัดแมลงที่มีทองแดงผสมอยู่ในการกำจัดแมลงในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารประกอบทองแดงในการเลี้ยงสัตว์ก็อาจทำให้เกิดพิษกับสัตว์ได้ ขนาดของคอปเปอร์ซัลเฟตที่มีพิษต่อโคและกระบือ คือ ประมาณ 200-800 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ส่วนแกะประมาณ 20-100 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (นิภาภร รอดน้อย, 2537)

2.1) การใช้ประโยชน์ของทองแดง

การใช้ประโยชน์ของโลหะทองแดงมากมายหลายประเภทอย่างกว้างขวางนับพ้นๆ ชนิดที่สำคัญพอจำแนกได้โดยประมาณดังนี้ มี เครื่องมืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ นับตั้งแต่สายไฟฟ้า โทรศัพท์ และอื่นๆ มากมายใช้ทำโลหะผสมต่างๆ หลายชนิด ที่ใช้มากและสำคัญที่สุด คือ ทองสัมฤทธิ์ (Bronze) ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับดีบุก ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องยนต์ทั้งเล็กและใหญ่ ตลอดจนพระพุทธรูปทอง และระฆัง โลหะผสมอีกชนิดที่รู้จักกันดีที่สุดคือ ทองเหลือง (Brass) มีทองแดงผสมกับสังกะสีในอัตรา 2:1 ใช้ในงานก่อสร้างต่างๆ เช่น ท่อน้ำ ชายคา หลังคา และสายล่อฟ้า เครื่องใช้ในครัวเรือน เครื่องประดับ ตะเกียง ฯลฯ ใช้เคลือบรองผิวโลหะเรียบ (Electroplating) ชั้นในก่อนนำไปชุบโลหะอื่น เช่น ชุบโครเมียม ทำเหรียญกษาปณ์ เหรียญสตางค์แดงสมัยมีทองแดงผสมอยู่ร้อยละ 95 ดีบุกร้อยละ 3 สังกะสีร้อยละ 1.5 และอื่นๆ อีกร้อยละ 0.5 เหรียญบาทปัจจุบันเป็นโลหะผสมที่มีทองแดงและนิกเกิลประมาณ 75:25 ส่วนเหรียญห้าบาทใช้ทองแดงมากว่านี้ เป็นโลหะยุทธปัจจัยใช้ทำอาวุธต่างๆ หลายชนิดและสารประกอบของทองแดงใช้ในอุตสาหกรรมเคมีต่างๆ เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและสารเคมีอื่นๆ

2.2) ความเป็นพิษของโลหะทองแดง

สำหรับการได้รับทางการหายใจ จะทำให้คัดจมูก เป็นแผลที่เพดานปาก ถ้าได้รับในปริมาณสูงจะคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง เลือดออกในกระเพาะอาหาร กระหายน้ำ อาเจียนมีสีเขียว ปัสสาวะเป็นไข่ขาวมีสีเข้ม (อาจเสียชีวิตภายใน 4 ชั่วโมง) มีอาการทางประสาท ชัก เพ้อ เป็นอัมพาต ทรงตัวไม่ได้ มีอาการดีซ่านถ้าได้รับโดยการดูดซึมผ่านทางผิวหนัง จะทำให้เกิดอาการคัน ผิวหนังเป็นตุ่ม ถ้าเข้าตาเยื่อตาจะอักเสบ หนังตาบวม เป็นแผลที่ตาดำ บางรายมีการสะสมในเนื้อเยื่อทำให้มีสีเขียวที่โคนผมและเหงือก สำหรับอาการพิษเรื้อรังไม่ค่อยปรากฏให้เห็น

ร่างกายสามารถควบคุมปริมาณทองแดงโดยเมือกในลำไส้ และยังสามารถกำจัดทองแดงในตับโดยน้ำดี จึงทำให้ไม่เกิดการสะสมของทองแดงในร่างกาย จนเป็นเหตุให้เกิดโรคเรื้อรัง ดังเช่นโลหะหนักอื่นๆ ทองแดงยังเป็นธาตุที่จำเป็นของร่างกาย มีปริมาณจำกัดค่อนข้างต่ำ
ประมาณ 2.0-2.5 มิลลิกรัมต่อวัน และจะต้องอยู่ในรูปของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ถ้าร่างกายได้รับทองแดงในปริมาณมากๆ อาจทำให้เกิดโรคโลหิตจางได้ แต่ร่างกายขาดจะมีผลต่อการเจริญเติบโต การสร้างกระดูก การสืบพันธุ์ การสร้างเยื่อเกี่ยวพัน การทำงานของหัวใจ การสร้างเม็ดเลือด

3) โลหะดีบุก (Tin; Sn)

ดีบุก มีความหนาแน่น 7.3 ก./ลบ.ซม. จุดหลอมเหลว 232 องศาเซลเซียส ดีบุกเป็นโลหะที่มีสีขาวคล้ายเงิน มีจุดหลอมเหลวต่ำ เนื้อโลหะอ่อนและรีดเป็นแผ่นได้ง่าย อีกทั้งยังทนต่อการกัดกร่อนในบรรยากาศปกติได้ดี ไม่เป็นพิษจึงนำไปเคลือบแผ่นเหล็กทำกระป๋องบรรจุอาหาร และถ้าเรานำแท่งดีบุกมาดัดโค้งงอ เราจะได้ยินเสียงจากภายในเนื้อของดีบุก แต่ถ้าอุณหภูมิของแท่งดีบุกน้อยกว่า 18 องศาเซลเซียส ดีบุกนั้นจะสลายตัวเป็นเม็ดป่นสีเทา ดีบุกนี้ถลุงมาจาก สินแร่ดีบุกออกไซด์สามารถนำดีบุกไปใช้เป็นโลหะบัดกรี แบริ่ง ทั้งยังใช้เคลือบแผ่นเหล็กเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ มนุษย์รู้จักใช้ดีบุกผสมกับทองแดงเพื่อให้แข็งแรงขึ้น ซึ่งเราเรียกว่า บรอนซ์ หรือทองสัมฤทธิ์ แต่สมัยนั้นประโยชน์การใช้โลหะดีบุกมีอยู่ในวงงานจำกัด ในช่วงระยะ 40-50 ปีที่ล่วงมานี้ได้มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับดีบุกมาก จนทำให้มีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ของดีบุกและกระบวนการผลและการใช้งาน (องอาจ วราอัศวปติ, 2546)

3.1) การใช้ประโยชน์ของดีบุก

ดีบุกใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมเคลือบและชุบโลหะ อุตสาหกรรมโลหะบัดกรี อุตสาหกรรมทำโลหะผสม อุตสาหกรรมสารเคมี อุตสาหกรรมเครื่องไฟฟ้าและอุตสาหกรรมภาชนะห่ออาหารและขนม

3.2) ความเป็นพิษของดีบุก

อาการพิษของดีบุกสามารถแบ่งได้เป็น พิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรังดังนี้

1) พิษเฉียบพลัน อาการพิษเฉียบพลันที่เกิดจากดีบุกปรากฏน้อยมาก เท่าที่ปรากฏมีรายงานจากการรับประทานอาหารกระป๋องปลาเฮอร์ริง และแอสพารากัสแล้วปรากฏอาการพิษขึ้น โดยอาการเริ่มปรากฏหลังจากรับประทานไปแล้ว 5-6 ชั่วโมง มีอาการอาเจียน ปวดท้อง ท้องอืด แน่นหน้าอก และท้องเดิน ต่อมาจะมีอาการท้องผูก

2) พิษเรื้อรัง ถ้าได้รับสารประกอบดีบุกเข้าไปในร่างกายทีละน้อยๆ ติดต่อเป็นระยะเวลานานจะทำให้มีอาการปวดท้องคลื่นไส้ ท้องผูกและน้ำหนักลด บางคนมีอาการเจ็บคอ มีไข้เล็กน้อย หนาวสะท้าน ปวดตามกล้ามเนื้อและข้อ และบางคนเป็นโรคเลือดจางอ่อนๆ ถ้าสูดดมทินออกไซด์เข้าไปทีละน้อยๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดโรคปอดแข็ง (Pncumoconiasis) ซึ่งทำให้ผู้ป่วยหายใจสั้นๆ และแรง ไอเล็กน้อยและทำให้เกิดความสามารถในการหายใจลดลง

4) โลหะสังกะสี (Zinc; Zn)

โลหะสังกะสีที่พบในอากาศส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ ZnO, ZnS และ $ZnSO_4$ จากอุตสาหกรรมทางเหมืองแร่ เช่น การบด ย่อยแร่ ส่วนประกอบรั้วบ้านหลังคา หรือวัสดุ อื่นที่ใช้สังกะสีเป็นโลหะผสม นอกจากนี้ยังเกิดจากสารประกอบของสังกะสีที่นำมาทำยาฆ่าเชื้อรา เช่น zinc dimethyl dithiocarbamate ผลที่เกิดต่อมนุษย์ ทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ และอาการท้องร่วง ถ้าได้รับไอฝุ่นของ Zn เข้าร่างกายมาก ๆ จะเกิดอาการไข้ที่เรียกว่า Zinc Chills ซึ่งมีอาการจับไข้ หนาวสั่น ปวดกล้ามเนื้อ อาเจียน (ธีรพล คังคะเกตุ 2551)

4.1) การใช้ประโยชน์ของสังกะสี

ปัจจุบันสังกะสีถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ใช้เคลือบผิว (Galvanizing) เหล็กกล้าเพื่อป้องกันการขึ้นสนิมของเหล็กกล้า ใช้เติมในอุตสาหกรรมยางและสี ใช้ทำเป็นแผ่นสังกะสีมุงหลังคา ใช้ประโยชน์ในรูปโลหะเจือ เช่น กับทองแดง (Cu) และอลูมิเนียม (Al) ในการผลิตแผ่นโลหะเจือ ใช้ทำเปลือกหุ้มถ่านไฟฉาย (Dry Cell) อุตสาหกรรมทำ Zinc Oxide ใช้ทำชิ้นส่วนของรถยนต์ ทำฟิวส์ไฟฟ้าและสารประกอบสังกะสีอื่นๆ ใช้ทำตัวยาและสารเคมีต่างๆ

4.2) ความเป็นพิษของสังกะสี

สังกะสีนั้นสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางเดินหายใจ ทางผิวหนัง และทางเดินอาหาร อาการแพ้พิษสังกะสีที่พบบ่อยมี 3 ประเภท ได้แก่

1) การแพ้พิษสังกะสีออกไซด์ หากสัมผัสถูกผิวหนังจะทำให้รูไขมันถูกอุดตันกลายเป็นตุ่มใสๆคันมาก อาจเกิดการอักเสบ และกลายเป็นหนองได้ หากเข้าสู่ทางเดินหายใจจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ปวดเมื่อยตามด้วยอาการไข้สูง

2) การแพ้พิษสังกะสีคลอไรด์ หากสัมผัสถูกผิวหนังจะเกิดบาดแผลได้ เนื่องจากมีฤทธิ์กัดกร่อนอย่างรุนแรง หากเข้าสู่ทางเดินอาหารจะทำให้มีอาการอักเสบ และปวดอย่างรุนแรง เมื่อแผลหายจะทำให้ทางเดินหายใจตีบตันได้

3) การแพ้พิษสังกะสีโครเมต ซึ่งสังกะสีโครเมตเป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen)

โลหะหนักที่เจือปนในน้ำเสีย ยังมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะโลหะหนักบางชนิดในปริมาณต่ำ สามารถจะกระตุ้นในการทำงานได้ดีขึ้น เช่น ทองแดง สังกะสี เป็นต้น แต่จะเป็นพิษต่อแบคทีเรียเมื่อมีปริมาณที่สูงพอ

5) ปรอท (Mercury; Hg)

ปรอทเป็นสารชนิดหนึ่ง ที่พบอยู่ตามธรรมชาติ ปะปนอยู่ในเนื้อหิน เช่น หินปูนทราย เป็นต้น ปรอทเป็นสารที่โรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้า เช่น โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ โรงงานผลิตพลาสติก นอกนั้นยังมีโรงงานอุตสาหกรรม ที่ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการปรับใช้ปรอทเป็นวัตถุดิบปรอทเป็นสารที่มีพิษร้ายแรงมากสามารถดูดซึมผ่านระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร และซึมผ่านทางผิวหนัง ร่างกายสามารถได้รับปรอทโดยเข้าทางจมูก ปอด ปาก ผิวหนัง โดยซึมผ่านทางกระแสเลือด ไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆปรอทเป็นธาตุที่ระเหยได้และสามารถอิ่มตัวในอากาศจึงเป็นสารที่มีอันตรายมาก เมื่อร่างกายได้รับสารปรอท สารปรอทจะกระจายเข้าสู่เซลล์สมองเริ่มแรกจะชาที่เท้าและมือ จากนั้นลามเข้าไปถึงแขนขา ริมฝีปาก ต่อมา 2-3 สัปดาห์ ม่านตาหรี่เล็กลง จิตใจหงุดหงิด ไม่สบายใจ กระวนกระวายพูดช้าและไม่เป็นภาษา การใช้มือและเท้า กล้ามเนื้อไม่สัมพันธ์กัน ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ยกแขนไปมาอย่างสั่นๆ ชักกระตุก หมดสติ ผู้ป่วยอาจตายได้ระยะสั้น บางรายอาจพิการและทรมาน ทางร่างกายและจิตใจ

5.1) การใช้ประโยชน์ของปรอท

การใช้ประโยชน์ของปรอทสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ปรอทอนินทรีย์ (inorganic mercury) และปรอทอินทรีย์ โดยประโยชน์ของปรอท อนินทรีย์ (สุนทรี สิงหบุตรา, 2541) มีดังนี้

(1) ปรอทใช้ในการทำเครื่องมือแพทย์ เครื่องวัดความดัน เทอร์โมมิเตอร์

(2) สารประกอบของปรอทใช้เป็นยาฆ่าเชื้อ ยาขับปัสสาวะ ยาถ่าย (ได้แก่ Calomel คือ $HgCl_2$)

(3) ปรอทใช้ทำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ บาโรมิเตอร์, U.V.lamp

(4) ปรอททำเครื่องไฟฟ้า ไอปรอทใช้ทำหลอดไฟฟ้าชนิด Fluorescent

(5) ปรอทผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่น ครีมลอกหน้าต่างๆ

(6) ปรอทใช้ในงานทางด้านทันตกรรม โดยผสมปรอทกับผงโลหะเจืออะมัลกัมใช้ในการอุดฟัน

(7) ใช้ในอุตสาหกรรมทำ Latrx-base ที่ใช้ทาพื้นผนังเพื่อป้องกันไม่ให้ผนังตึกมีราขึ้น

(8) เมอร์คิวรัสคลอไรด์ ($HgCl_2$) และ เมอร์คิวริกไตรคลอไรด์ ใช้ทากันมอดให้เครื่องเรือนหวาย

(9) สารประกอบปรอทใช้ผสมขี้ผึ้งทาพื้นหรือเป็นยาขัดเครื่องเฟอร์นิเจอร์ให้เป็นเงา ใช้เป็นยาทาทำให้หนังนุ่มและยังใช้เป็นยาฆ่าเชื้อราในหนังได้ด้วย

(10) ปรอทใช้ทำโลหะเจือผสมในดีบุกเพื่อให้เป็นมันเงา ใช้ทำกระป๋องใส่อาหาร

(11) ปรอทใช้ในการทำลอยสัก (Tattoving Material) ลวดลายต่างๆ ตามตัว

ปรอทอินทรีย์ (Organic Mercury)

(1) ปรอทอัลคิล (Alkyl Mercury) ใช้เป็นตัวฆ่าเชื้อรา ทำเป็นยาพ่นไปบนเมล็ดข้าวเพื่อป้องกันเชื้อรา ที่ใช้กันมากได้แก่ปรอทเมธิล (Methyl Mercury)

(2) ฟินิลเมอร์คิวรีอะซิเทต (Phenyl Mercury Acetate) ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทำกระดาษ โดยผสมไปกับการบดโม่กระดาษ เพื่อป้องกันการเกิดเป็นโคลน (slime) นอกจากนั้นปรอทอัลคิลยังใช้เป็นยาพ่นฆ่าเชื้อราในเปลือกไม้ที่นำมาทำเป็นกระดาษด้วย

(3) ปรอทอัลคิล ใช้ในอุตสาหกรรมทำพลาสติก

5.2) ความเป็นพิษของโลหะปรอท

ความเป็นพิษของสารปรอทขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบปรอท พิษของปรอททำให้เกิดอันตรายต่อระบบต่างๆ ในร่างกายทั้งเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Poisoning) และพิษเรื้อรัง (Chronic Poisoning)

5.2.1) พิษเฉียบพลัน (Acute Poisoning)

สารระเหยปรอท (Mercury Vapor) ทำให้เจ็บหน้าอก หายใจขัด หอบ คลื่นไส้ อาเจียน และลิ้นรับรสโลหะ ทำลายไตรุนแรง เหงือกอักเสบ ทางเดินอาหารและลำไส้อักเสบ กล้ามเนื้อสั่นและมีอาการทางประสาท เกลือปรอทอนินทรีย์ (Inorganic Mercury Salt) ทำให้เกิดการตกตะกอนโปรตีนของเยื่อเมือก (Mucous Membrane) ในปากและทางเดินอาหาร ทำให้ปวดและ

อาเจียนและอาจทำให้เกิดอาการช็อกจากการขาดเลือดได้ ทำให้เกิดเนื้อตายที่ท่อไต ซึ่งเป็นอาการสำคัญที่ทำให้เป็นพิษที่รุนแรง การได้รับรสโลหะและเหงือกอักเสบเป็นเหตุจากการเป็นพิษของปรอทที่ได้รับทางร่างกาย

5.2.2) พิษเรื้อรัง (Chronic Poisoning)

ระเหยปรอท อาการหลักคืออาการทางประสาทที่เรียกว่า Asthenic Vegetative Syndrome เป็นโรคประสาทที่มีอาการอ่อนเพลียเรื้อรัง และมีความผิดปกติคล้ายโรคคอพอกหัวใจเต้นผิดจังหวะ เหงือกอักเสบ ชีพจรอ่อนและมีสารปรอทในปัสสาวะ ส่งผลให้มีอาการสั่น ซึมเศร้า ระคายเคือง สับสน และความผิดปกติของประสาทคุมกล้ามเนื้อ หลอดเลือด (Vasomotor) น้ำลายฟูมปากและเหงือกอักเสบ เกลือปรอทอนินทรีย์ อาการหลักคือทำลายไต ผิวหนังร้อนแดงที่ปลายมือปลายเท้า (Acrodynia) เกิดภาวะขาดออกซิเจน หัวใจเต้นผิดปกติและการผิดปกติของทางเดินอาหาร

2.2 การใช้อะมัลกัมในทางทันตกรรม (เชวงเกรียรติ แสงศิรินาวิน และคณะ, 2531)

ในการบูรณะฟันแก่ผู้ป่วยทันตแพทย์จำเป็นต้องให้ความสนใจกับการเตรียมอะมัลกัมให้มีคุณสมบัติเหมาะสมในการใช้งานและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานตามข้อกำหนดด้านทันตวัสดุ แต่สิ่งที่ถูกมองข้าม ก็คือสัดส่วนประมาณครึ่งหนึ่งของอะมัลกัมเป็นส่วนผสมของปรอทซึ่งจัดเป็นวัสดุมีพิษที่กลายเป็นไอได้ แต่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นมักมีไอปรอทรั่วไหลออกมาสู่บรรยากาศภายในสถานบริการทันตกรรมเสมอ โดยเฉพาะในระหว่างการเตรียมอะมัลกัมการใช้อะมัลกัม จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ต่อผู้เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด ปัจจุบันมีการเพิ่มปริมาณทองแดงในส่วนผสมอัลลอยให้มากขึ้น ช่วยให้การรวมตัวของดีบุกกับปรอทที่เรียกว่า แกมม่า-2 เฟส (Gamma-2 Phase) น้อยลง ทำให้การกัดกร่อน (Corrosion) ของอะมัลกัมน้อย การแตกหักบริเวณขอบน้อยลง อะมัลกัมจึงมีความแข็งแรงมากขึ้น

โลหะเจือเงินชนิดที่มีทองแดงผสมอยู่มากสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะรูปร่างและส่วนประกอบของโลหะ คือ Single Composition หรือ Unicomposition Alloy ส่วนผงอัลลอยมีส่วนประกอบที่เหมือนกันหมด Admixed Alloy มีส่วนประกอบของเนื้ออัลลอยแตกต่างกันและอาจมีรูปร่างต่างกันด้วย เช่น Dispersed Alloy ส่วนที่มีรูปร่างของผงเป็นทรงกลมคือ เงินและทองแดง ส่วนที่มีรูปร่างไม่แน่นอน คือ เงินและดีบุก ส่วนของอัลลอยมีสัดส่วนของโลหะตาม A.D.A Specification No. 1 ซึ่งประกอบด้วยเงิน (Silver) ไม่เกิน 65% ดีบุก (Tin) ไม่เกิน 29% ทองแดง (Copper) ไม่เกิน 6% และสังกะสี (Zinc) ไม่เกิน 2% นอกจากนี้อัลลอยยังสามารถแบ่งตามปริมาณทองแดงที่ผสมอยู่โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1) Low Copper Alloy มีปริมาณทองแดงอยู่น้อยกว่าร้อยละ 6

2) High Copper Alloy มีปริมาณทองแดงอยู่น้อยกว่าร้อยละ 12-30

2.2.1 อัลลอยใช้งานในทันตกรรม

รูปแบบอัลลอยที่ใช้ในทันตกรรมปัจจุบันมักพบเพียง 2 รูปแบบ คือ

1) อัลลอยชนิดเม็ด (Alloy Tabiet) เป็นอัลลอยที่ผลิตเป็นแบบเม็ด

2) อัลลอยชนิดสำเร็จรูป (Precapsulated Alloy) ปัจจุบันมีการผลิตอัลลอยและปรอทบรรจุรอผสมเป็นแบบสำเร็จรูป (Precapsulated Amalgam)ซึ่งจะคำนวณปริมาณของอัลลอยและปรอท ในสัดส่วนที่พอเหมาะ เมื่อจะใช้ก็กดแคปซูล เพื่อทำลายแผ่นที่กั้นระหว่างปรอทและอัลลอยให้แตกออกแล้วจึงนำไปปั่นระบบนี้จะมีส่วนเกินของปรอทน้อยมาก และแคปซูลที่ใช้ครั้งเดียวทิ้งจะช่วยลดปริมาณการรั่วซึมของไอปรอทจากแคปซูลระหว่างการปั่นด้วยเครื่องปั่นได้ดีกว่าแคปซูลที่ใช้หลายครั้ง สำหรับปริมาณที่บรรจุมีหลายขนาดขึ้นกับปริมาณที่ใช้ แคปซูลที่บรรจุอัลลอยและปรอทมีขนาดบรรจุ 2-3 ขนาด ปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน เช่น แคปซูลชนิดหนึ่งสปิลล์ (One-Spill Sapsule) หรือ 2 สปิลล์ ทางทันตกรรมจึงควรมีไว้หลายขนาดตามขนาดของโพรงฟันที่จะอุด (Cavity) เพื่อไม่ให้เหลือทิ้งเกินความจำเป็นเมื่อพิจารณา ผังขบวนการจัดการอะมัลกัม มีความจำเป็นต้องมีการจัดการด้านการจัดการเก็บปรอทและอัลลอยการเลือกใช้รูปแบบของภาชนะบรรจุที่ป้องกันการรั่วไหลของปรอทระหว่างการปั่น การใช้เครื่องปั่นอะมัลกัมที่ช่วยป้องกันการรั่วไหลของไอปรอท การหยิบจับนวดคลึงอะมัลกัม การขัดแต่ง การกรอขจัดอะมัลกัม การเก็บรักษาเศษอะมัลกัมเพื่อป้องกันการรั่วไหลของไอปรอท การนำไปรีไซเคิล ซึ่งเป็นขบวนการที่ต่อเนื่องไปกับการกำจัดทิ้งทั้งที่อยู่ภายในสถานบริการและออกไปนอกสถานบริการ

2.2.2 แนวปฏิบัติในการใช้และจัดการปรอทภายในทันตกรรม

หลักฐานสนับสนุนแนวปฏิบัติในการใช้และการจัดการอะมัลกัมในทันตกรรมในการเตรียมอะมัลกัมเพื่อใช้งาน ไอปรอทมีโอกาสรั่วไหลในโอกาสต่างๆ ระหว่างการเตรียมอะมัลกัม จากการสอบถามทันตแพทย์ในแบบสอบถาม ทำให้ทราบถึงข้อมูลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไอปรอทในทันตกรรม ซึ่งครอบคลุมถึง ระยะที่นับเป็นจำนวนชั่วโมงในการทำงานในทันตกรรม ปริมารปรอทและอะมัลกัมที่ใช้ในแต่ละวัน วิธีการเตรียมอะมัลกัม ชนิดของเครื่องปั่นอะมัลกัมที่เลือกใช้ การบีบสลัดปรอทออกจากเนื้ออะมัลกัมที่เพิ่งเตรียมใหม่ การกดอะมัลกัมให้แน่นในการอุดฟัน การเก็บปรอทและอะมัลกัมที่เหลือจากการใช้งานการเก็บแคปซูลอะมัลกัมที่ใช้แล้วเก็บผ้าที่ใช้ห่ออะมัลกัม ในการเลือกใช้อะมัลกัมที่บรรจุในรูปแบบที่แตกต่างกันส่งผลให้ไอปรอทรั่วไหลแตกต่างกัน ผลจากรายงานสำรวจในทันตกรรม พบว่า ปริมาณปรอทที่วัดในบรรยากาศของการทำงานมีความสัมพันธ์กับการใช้อะมัลกัมแคปซูลชนิดที่ใช้หลายครั้งเปรียบเทียบกับชนิดที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง ผลการศึกษาเปรียบเทียบช่วยยืนยันถึงความแตกต่างในการเกิดไอปรอทรั่วไหล จากการใช้อะมัลกัมแคปซูลสำเร็จรูปซึ่งใช้ครั้งเดียว จะมีไอปรอทรั่วไหลออกมาน้อยกว่าแคปซูลชนิดใช้ซ้ำหลายครั้ง แม้แต่ในแง่มุมที่อาจถูกมองข้ามไปคือ อะมัลกัมที่บรรจุในแคปซูลสำเร็จรูปจากยี่ห้อที่แตกต่างกันก็เกิดไอปรอทในปริมาณที่แตกต่างกันด้วย ความแตกต่างดังกล่าวนี้มาจากสาเหตุของรอยต่อระหว่างแคปซูลสองส่วนมีความแน่นและแนบสนิทแตกต่างกัน ผลจากการทดสอบ ของ Dunninger P และ Klaiber B ในปี 1991 พบว่า แคปซูลสำเร็จรูปที่ออกแบบมาให้สวมกลับเข้าที่ได้เช่นเดิมให้ผลดีที่สุดในจำนวนแคปซูลที่ทดสอบ 21 ยี่ห้อในระหว่างการทำงานไอปรอทยังถูกตรวจพบได้ในปริมาณสูงกว่าปกติ จากการขัดแต่งอะมัลกัม วิธีการกด

อัดอะมัลกัม และการปั่นอะมัลกัม รายงานการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่าการการขัดแต่งอะมัลกัมในสภาพแห้งมีไอปรอทโดยรวมวัดได้ถึง 44 μg/m^3 แต่เมื่อใช้เครื่องดูดน้ำลายแรงสูงน่วมด้วยยังสามารถวัดไอปรอทได้ ระหว่าง 15-20 μg/m^{3}ภายใต้สภาวะการทำงานในทันตกรรม หากใช้เครื่องดูดน้ำลายแรงสูงร่วมด้วยไปกับการกรอรื้อที่หล่อเลี้ยงด้วยการพ่นน้ำใส่หัวกรอและขยายเวลาการดูดด้วยหัวดูดน้ำลายแรงสูงออกไปอีกประมาณหนึ่งนาทีหลังกรอเสร็จ สามารถลดไอปรอทได้กว่า 90% นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ไอปรอทโดยรวมที่เกิดจากการอัดอะมัลกัมระหว่างการอุดฟัน พบประมาณ 6-8 μg/m^3 ระหว่างการกรอขัดด้วยน้ำ 2-4 μg/m^3 และระหว่างการปั่นอะมัลกัม 1-2 μg/m^3 การจัดเก็บปรอทในการป้องกันการเกิดไอปรอท และการหกเปรอะเปื้อนของปรอทในสถานบริการ ทันตบุคลากรควรจัดเก็บอะมัลกัมและปรอทที่จัดซื้อมาในปริมาณมากๆแยกออกจากส่วนที่เตรียมไว้ใช้งานให้มีปริมาณพอเหมาะเท่านั้น ละควรมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการปรอทด้วยวิธีการที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากอุบัติเหตุปรอทหกออกจากภาชนะที่บรรจุปรอทควรบรรจุในภาชนะที่แข็งแรง ทนทาน ไม่แตกง่ายจึงไม่ควรบรรจุในขวดแก้ว ปากของภาชนะที่บรรจุต้องไม่กว้างมาก และควรมีฝาปิดสนิท เพื่อไม่ให้ไอปรอทระเหยออกมา ภาชนะควรออกแบบให้เทปรอทออกมาได้สะดวกป้องกันการหกหล่นการจัดเก็บปรอทในคลัง ควรเก็บในตู้ที่ปลอดภัยอยู่ในห้องที่ระบายอากาศได้ดี และไม่อยู่ใกล้ความร้อน เมื่อนำมาใช้ควรแบ่งปรอทออกเป็นส่วนๆ และนำออกมาตามปริมารที่ใช้ไม่ควรนำปรอทมาเก็บไว้ในทันตกรรมมากเกินความจำเป็น หรือให้เทปรอทออกมาถึงระดับของเส้นขีดที่กำหนดไว้ในขวดบรรจุปรอท (Mercury Dispenser) เท่านั้น

ข้อดีของการใช้แคปซูลชนิดสำเร็จรูปที่ช่วยลดการรั่วไหลของไอปรอทระหว่างการปั่นอะมัลกัม ทำให้ ADA สนับสนุนให้ทันตแพทย์ใช้แคปซูลชนิดสำเร็จรูปที่ใช้ครั้งเดียวทิ้งหากยังคงใช้แคปซูลชนิดเดิมอยู่ทันตแพทย์ควรตะหนักถึงความจำเป็นในการตรวจสอบแคปซูลชนิดใช้หลายครั้งว่าชำรุด หรือใช้งานนานเกินกว่าที่กำหนดของบริษัทของผู้ผลิตหรือไม่เป็นระยะๆ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ยังอาจต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการกำจัดแคปซูลที่เหมาะสมด้วย หากเป็นไปได้ ADA ให้คำแนะนำเช่นกันว่า ควรนำแคปซูลไปรีไซเคิลเช่นเดียวกับเศษอะมัลกัมแหล่งของไอปรอทอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่นอกเหนือความคาดหมาย สามารถพบปรอทตกค้างได้เช่นกัน และเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดไอปรอทปนเปื้อนในอากาศ ของการทำงานในทันตรรม คือภายในตัวเครื่องบริเวณที่เป็นขดลวดไฟฟ้าของอะมัลกัมเมเตอร์ ผลการตรวจสอบอะมัลกัมเมเตอร์ที่ใช้เตรียมอะมัลกัมของทันตแพทย์ในทันตกรรมอเมริกาพบว่า 10 ในจำนวน 11 เครื่องภายหลังการใช้งานมีไอปรอทแฝงอยู่ ซึ่งในจำนวนนี้ 4 เครื่อง มีระดับไอปรอทสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยหน่วยงาน Occupational Safety and Health Administration (OSHA, USA)

การนำอะมัลกัมไปใช้งาน (Manipulation Of Dental Amalgam)

1) สัดส่วนของอัลลอยต่อปรอทในการผสมข้นอยู่กับชนิดของอัลลอย อาจเป็น 8:5 7:5 6:5 หรือ 1:1 แต่ภายหลังการอุดฟันควรมีปรอทไม่เกินร้อยละ 65

2) การผสมด้วยเครื่องและเวลาที่ใช้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเครื่องผสม ผลิตภัณฑ์ และความเร็วรอบในการผสม

3) ควรตรวจดูแคปซูลทุกครั้งภายหลังจากการผสมและการกำจัดอะมัลกัมที่ติดอยู่ออกให้หมด

4) การอุด ควรกดอะมัลกัมด้วยแรงที่เพียงพอสำหรับ Lathe-Cut Alloy ใช้แรงกดมากกว่าชนิด Spherical Alloy แรงกดอัดที่เพียงพอจะทำให้ส่วนผสมอัดกันแน่น ซึ่งจะช่วยกำจัดปรอทส่วนเกินให้ขึ้นมาอยู่บนผิววัสดุ หลังจากนั้นขูดแต่ง (Carve) อะมัลกัมส่วนบนออกในขณะตกแต่งรูปร่าง

5) ระวังไม่ให้อะมัลกัมสัมผัสกับความชื้นระหว่างอุดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการขยายตัวภายหลัง

6) การอุดควรให้เสร็จภายใน 3.5 นาที เพราะเป็นเวลาที่อะมัลกัมเริ่มแข็งตัว ถ้าเกินระยะเวลาที่กำหนดจะทำให้ส่วนผสมแตกออกมีช่องว่างเกิดขึ้นมากและมีความแข็งลดลง

2.2.3 การผสมและการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องปั่นอะมัลกัม

1) การผสมอะมัลกัม การผสมอัลลอยและปรอท จำเป็นต้องได้ส่วนผสมของอะมัลกัมที่มี Plasticity ที่เหมาะสม การผสมโดยใช้เครื่องปั่นอะมัลกัม ซึ่งใช้ความเร็วของการเหวี่ยงตัวของแคปซูลและลูกปืน ทำให้ได้อะมัลกัมที่เป็นเนื้อเดียวกันเครื่องปั่นอะมัลกัม ควรตั้งอยู่ในที่อากาศถ่ายเทสะดวก ถ้าเป็นไปได้ควรตั้งในที่ซึ่งมีอากาศถ่ายเทสู่ภายนอกไม่ได้อยู่ใกล้แหล่งความร้อน และตั้งอยู่ในที่ไม่พลุกพล่านเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ ตกหล่น เครื่องปั่นควรใช้ชนิดมีฝาปิดถ้าไม่มีควรมีกล่องครอบ เพื่อป้องกันเศษวัสดุไม่ให้กระเด็นกระจาย

2) การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องปั่น เช่น ก่อนใช้งานควรตรวจสอบความพร้อมของเครื่องปั่น (Calibration) ตรวจดูขาหนีบให้อยู่ในสภาพดี หนีบแคปซูลได้แน่ ตั้งค่าความแรงให้เหมาะกับชนิดของอัลลอยที่ใช้ ตั้งเวลาตามปริมาณของอัลลอยที่ใช้ ถ้าเป็นชนิดเม็ด ตรวจดูแคปซูลและลูกปืนที่ใช้ต้องสะอาดไม่มีเศษอะมัลกัมติดค้าง แคปซูลต้องปิดสนิท ไม่มีรอยร้าวหรือรอยแตก ควรใช้แคปซูลชนิดฝาเกลียว (Threaded Capsule) แทนฝาครอบ (Friction Fit Capsule) เพื่อป้องกันการรั่วของปรอทขณะกำลังปั่น และขวดจ่ายอัลลอย (Dispensor) และปรอทควรว่างในถาด เมื่อมีการหกหล่นจะไม่มีการกระจายเลอะ

2.2.4 การปั่นอะมัลกัม

1) การปั่นอะมัลกัมในกรณีที่ใช้อัลลอยชนิดสำเร็จรูป (Precapsulated Alloy) เช่น เลือกแคปซูลตามปริมาณอะมัลกัมที่จะใช้ 1 Spill หรือ 2 Spill ตรวจดูฝาแคปซูลให้บิดเกลียวสนิท ใสแคปซูลเข้ากับขาหนีบเครื่องปั่นให้ถูกต้องตำแหน่ง และปิดฝาครอบเครื่องปั่นอะมัลกัมลัวจึงค่อยกดปุ่มปั่น

2) ในกรณีที่ใช้อัลลอยชนิดเม็ด (Alloy Tablet) หรืออัลลอยผงร่วมกับขวดบรรจุปรอท (Mercury Dispensor) ก่อนเริ่มงานควรปรับขวดขนาดบรรจุให้จ่ายอัลลอย และปรอทตามสัดส่วนให้พอดี เพื่อไม่ให้ปรอทส่วนเกินเหลือทิ้งโดยไม่จำเป็น หากใช้ Spherical Alloy จะใช้ปรอทน้อยกว่าอัลลอยชนิดอื่นๆ เมื่อจับขวดให้จับอย่างระมัดระวังด้วยการตั้งให้ตรงแล้วจึงกดเพื่อให้ได้ปริมาณอัลลอยและปรอทเป็นไปตามที่ตั้งไว้ทุกครั้ง และสามารถผสมมากน้อยตามปริมาณที่ต้องการใช้มักพบเสมอว่ามีหยดปรอทเล็กๆ อยู่รอบๆบริเวณที่ตั้งขวดบรรจุปรอท ซึ่งเกิดจากปรอทที่หกเล็ดลอดออกมาเมื่อกด dispenser เพราะฉะนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการหกของปรอท ควรตั้งขวดให้ตรงและกดขวดเหนือถ้วยใส่น้ำยา fixer ที่ใช้ล้างฟิล์มเอ็กซเรย์ที่มีฝาปิด ถ้ามีการรั่วของปรอทจะได้หล่นลงน้ำยา Fixer ปิดฝาแคปซูลให้สนิท โดยหมุนเกลียวให้สุดหรือกดฝาให้สนิท ใส่แคปซูลเข้ากับขาหนีบเครื่องปั่นให้ถูกตำแหน่ง ปิดฝา

ครอบเครื่องปั่นอะมัลกัม จึงกดปุ่มปั่นเมื่อปั่นเสร็จแล้ว นำอะมัลกัมออกจากเครื่องปั่นให้ดึงแคปซูลออกจากขาหนีบ แล้วให้เคาะแคปซูลเบาๆ เพื่อให้อะมัลกัมรวมเป็นก้อนเดียวกันก่อนเปิดฝาแคปซูล เทอะมัลกัมใส่ถ้วยอะมัลกัม (Amalgam Well) เตรียมพร้อมสำหรับใส่โพรงฟันที่เตรียมไว้ด้วย Amalgam Carrier

2.3 กระบวนการทันตกรรม (กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข, 2558)

การรักษาฟันทางทันตแพทย์ คือ การอุดฟัน เพื่อไม่ให้ลุกลามต่อไปจนต้องถอนฟันนั้นก่อนเวลาอันสมควร สิ่งที่ทันตแพทย์ต้องการคือ ทำการอุดฟันอย่างไร ฟันที่อุดจึงจะมีสภาพคงทนได้นานที่สุด ไม่แตก รั่วซึม สึกกร่อน หรือหลุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก ซึ่งปกติทำการอุดฟันยากกว่าและได้ผลน้อยกว่าผู้ใหญ่ โดยกระบวนการทันตกรรม มีดังนี้

2.3.1 การวางแผนการรักษา

หากทันตแพทย์ได้ทำการตรวจในช่องปากและฟันอย่างละเอียดแล้ว จะมีข้อมูลมากเพียงพอสำหรับการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมที่สุด และในการวางแผนรักษานั้น จะต้องอธิบายให้ผู้ป่วยเข้าใจด้วยทุกครั้ง ทั้งสาเหตุของปัญหา การวางแผน ทางเลือกสำหรับการรักษา ฯลฯ และควรมีการจดบันทึกข้อมูล รวมทั้งการตัดสินใจเลือกวัสดุหรือวิธีการรักษาไว้ทุกอย่าง ในการวางแผนรักษาแต่ละครั้ง ควรได้ข้อสรุปเกี่ยวกับชนิดของวัสดุที่เลือกใช้ และลำดับการรักษา ไม่ว่าจะเป็นการรักษาอื่นๆ ที่อาจเกี่ยวข้องเช่น ถอนฟัน จัดฟัน รักษาโรคปริทันต์ หรือแม้กระทั่งลำดับของการบูรณะ ว่าควรบูรณะซี่ใดก่อน อย่างไรก็ตาม การวางแผนการรักษาอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในภายหลัง ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงประโยชน์แก่ผู้ป่วยเป็นหลักสำคัญ และจะต้องมีการแจ้งให้ผู้ป่วยทราบเหตุผลของความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงการรักษาไปจากเดิมด้วย และจดบันทึกอย่างละเอียด การอธิบายให้ผู้ป่วยเข้าใจตั้งแต่ต้น ทั้งในเรื่องการรอยโรคที่เป็นอยู่ผลกระทบ ทางเลือกการรักษา การทำนายหรือคาดคะเนความสำเร็จการรักษาฯลฯ จะเป็นการช่วยลดปัญหาความเข้าใจไม่ตรงกันระหว่างทันตแพทย์และผู้ป่วยได้ ซึ่งการวางแผนการรักษา มีดังนี้

1) การวางแผนการรักษากรณีต้องการบูรณะฟันที่เนื้อฟันถูกทำลายไปมากๆ

ในการบูรณะกรณีที่เนื้อฟันถูกทำลายไปมากๆ นี้ มีปัญหาที่ต้องคำนึงถึงคือการต้านทานต่อการแตกหัก (Resistance Form) ของวัสดุอุดและเนื้อฟันที่เหลืออยู่ การต้านทานต่อการหลุดของวัสดุอุด (Retention Form) สภาพฟันและการพยากรณ์ฟันซี่นั้น บทบาทของฟันซี่นั้นในการบูรณะฟันทั้งปากของผู้ป่วย ลักษณะการสบฟันและการบดเคี้ยวของผู้ป่วย ความสวยงามที่คาดว่าจะได้รับภายหลังจากการบูรณะ สภาวะทางเศรษฐกิจของผู้ป่วย รวมถึงอายุและสุขภาพของผู้ป่วย

ในหลายๆ ครั้งพบว่า เฉพาะการตรวจในช่องปากร่วมกับคำบอกเล่าของผู้ป่วยอาจให้ข้อมูลที่ไม่มากพอสำหรับการวินิจฉัยโรคและการวางแผนการรักษา จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วยตรวจอื่นๆ ขึ้นกับกรณีที่สงสัย และอาจต้องอาศัยการถ่ายภาพรังสีเพื่อช่วยการวินิจฉัย ร่วมกับการพิมพ์ปากเพื่อสร้างแบบจำลองฟัน เป็นประโยชน์ต่อการวางแผน และอธิบายทำความเข้าใจกับผู้ป่วยถึงแผนการรักษาก่อนเริ่มให้การรักษา

สำหรับหลักการโดยทั่วไปของการวางแผนการรักษาเพื่อบูรณะฟันแต่ละซี่นั้น เริ่มต้นควรพิจารณาการรักษาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมด้วย เช่น การจัดฟันเพื่อปรับฟันที่เอียงให้ตั้งตรง หรือเลื่อนฟันให้อยู่ตำแหน่งที่เหมาะสม การแก้ไขการกัดสบที่ผิดปกติเท่าที่จะทำได้ การรักษาโรคปริทันต์ เป็นต้น แล้วจึงทำการบูรณะฟันโดยเลือกวัสดุและวิธีการ ตามลักษณะของเนื้อฟันที่เหลืออยู่ การใช้งานของฟันซี่นั้น และความต้องการความสวยงาม ซึ่งแตกต่างแล้วแต่กรณี

2) การพิจารณาปัจจัยทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับการบูรณะฟัน

เพื่อความสำเร็จของการรักษาทางทันตกรรม ทันตแพทย์จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพวิภาคและชีวภาพของส่วนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยผิวเคลือบฟัน (Enamel) เนื้อฟัน (Dentin) เนื้อเยื่อใน (Pulp) และเหงือก (Gingiva) การรักษาทางทันตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางทันตกรรม จะมีส่วนเกี่ยวข้องในส่วนต่างๆ ที่ได้กล่าวถึง ไม่ว่าจะเป็นการกรอเตรียมโพรงสำหรับการสร้างวัสดุอุดชนิดต่างๆ จากสารเคมีที่ผสมอยู่ในส่วนประกอบของวัสดุอุด เป็นต้น หากไม่กระทำอย่างระมัดระวัง จะส่งผลถึงความล้มเหลวของการบูรณะฟันได้ทั้งในระดับไม่รุนแรง เช่น ผู้ป่วยรู้สึกไม่สบาย หรือรุนแรงมากขึ้น จนกระทั่งเกิดการผุซ้ำบริเวณเดิมหรือเกิดพยาธิสภาพที่เนื้อเยื่อใน เป็นผลให้ต้องรักษารากฟันหรือถอนฟันนั้นไปในที่สุด จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่ทันตแพทย์จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกวิธีการรักษา การเลือกชนิดของวัสดุอุด การจัดการวัสดุอุดแต่ละชนิด ขั้นตอนการทำงาน ฯลฯ เพื่อให้วัสดุอุดนั้นคงอยู่ในช่องปากได้นาน มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.3.2 ขั้นตอนการดำเนินอุดฟัน

เมื่อคนไข้มารับการรักษา ก็ทำการอุดฟันพร้อมกัน 2 ข้างโดยข้างหนึ่งอุดด้วยอะมัลกัม อีกข้างหนึ่งอุดด้วยเรซินฉายแสง ดังนี้

1) อะมัลกัม การตกแต่งเนื้อฟันเตรียมโพรงฟัน Ideal Form กรณีที่ฟันผุลึก ก็อุดก่อนรองพื้น หรือ / และชั้นรองพื้นก่อน แล้วจึงอุดด้วยอะมัลกัม

2) เรซินฉายแสง กรอเฉพาะ เนื้อฟันที่ผุออกมา กรณีที่ฟันผุลึกก็อุดชั้นก่อนรองพื้นหรือชั้นรองพื้น ทำ Enamel Etching ก่อน แล้วจึงอุดด้วย Light-Curgd Resin

กรณีซี่ที่ผุลึกในคนไข้เด็กบางราย ก็ฉีดยาชาก่อนกรอแต่งฟัน

1) นัดเด็กมาตรวจสอบหลังจากอุดฟันแล้ว 1 เดือน โดยตรวจสอบว่าฟันมี Lealcage, Fracture, Filling Lost หรือไม่

2) นัดเด็กกลับมาตรวจสอบหลังจากอุดฟันแล้ว 3 เดือน โดยตรวจสอบว่าฟันมี Lealcage, Fracture, Filling Lost หรือไม่

3) นัดเด็กกลับมาตรวจสอบหลังจากอุดฟันแล้ว 6 เดือน โดยตรวจสอบว่าฟันมี Lealcage, Fracture, Filling Lost หรือไม่

4) นัดเด็กกลับมาตรวจสอบหลังจากอุดฟันแล้ว 9 เดือน โดยตรวจสอบว่าฟันมี Lealcage, Fracture, Filling Lost หรือไม่

หลังจากที่คนไข้เด็กได้รับการอุดฟัน และกลับมาตรวจสอบเป็นระยะๆ 1,3,6,9 จะทำการตรวจสอบ Lealcage, Fracture, Filling Lost ในการตรวจสอบที่พบว่ามี Lealcage, Fracture,

Filling Lost ข้างใดข้างหนึ่งของวัสดุอุดฟันก็ถือว่าเกิดข้อแตกต่างกันและกรณีที่เกิด Lealcage, Fracture, Filling Lost ก็จำเป็นต้องทำการอุดใหม่ทันที่

ในขณะให้การรักษาทางทันตกรรม จะทำให้เกิดการระคายเคืองเนื้อเยื่อในได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็นเชิงกล เคมี หรือจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แต่ถ้าทันตแพทย์ให้การรักษาอย่างถูกต้อง สามารถควบคุมการติดเชื้อได้ ไม่ว่าจะเป็นการเผยเนื้อเยื่อในโดยอุบัติเหตุหรือโดยเครื่องมือหรือแม้แต่การใช้วัสดุอุดที่มีฤทธิ์เป็นกรด ก็ไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่เนื้อเยื่อใน นอกจากนี้กรณีที่เกิดการรั่วซึมตามขอบของวัสดุอุดเข้าไปถึงโพรงในฟัน หากเนื้อเยื่อไม่อยู่ในสภาพที่อ่อนแอจนเกินไป ก็จะสามารถกระตุ้นให้เกิดการหายด้วยตัวเอง อย่างไรก็ตามความสามารถในการเกิดการหายนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุของฟันและความรุนแรงของการทำให้เกิดอันตรายนั้นๆ

ในกลุ่มปัจจัยที่อาจเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อใน ไม่ว่าจะเป็นการกรอตัดปลายประสาทในท่อเนื้อฟันหรืออื่นๆ สิ่งที่เป็นอันตรายมากที่สุดคือความร้อนที่เกิดจากการกรอเตรียมโพรงสำหรับอุดฟัน ความร้อนจะเกิดเนื่องจากการเสียดสีของเข็มกรอกับผิวฟัน ทำให้เกิดการตกตะกอนของเลือดในเนื้อเยื่อในอาจเกิดรอยไหม้ หรือแม้กระทั่งเกิดการหยุดชะงักชั่วคราวของการไหลเวียนโลหิตในโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟัน มีผู้รายงานการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มสูงของอุณหภูมิภายนอกฟันที่มีผลต่อเนื้อเยื่อในว่า มีการเกิดการตายของเนื้อเยื่อในแบบไม่ผันกลับ หลังที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในโพรง 5.5°C มากถึงร้อยละ 15 และมีการเกิดการตายของเนื้อเยื่อในแบบไม่ผันกลับ เพิ่มมากถึงร้อยละ 60 หลังที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 11°C อย่างไรก็ตามมีผู้รายงานว่าสิ่งสำคัญคือ หากเหลือเนื้อฟันมากพอ คือประมาณ 0.5 มิลลิเมตร หรือมากกว่านั้น ก็จะเป็นการกำจัดการส่งผ่านความร้อน และการซึมผ่านของสารเคมีที่จะเป็นอันตราย ซึ่งเป็นผลให้เนื้อเยื่อในได้รับการปกป้องที่ดี

จากการศึกษาเกี่ยวกับระดับอุณหภูมิที่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อในโพรงฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจากการกรอแต่งและขัดวัสดุอุดอะมัลกัม เมื่อใช้ความเร็วในการขัดมากเกินไปและการใช้ลักษณะในการกดหัวขัดแบบต่อเนื่อง พบว่าในการขัดโดยมีดารกดหัวขัดให้สัมผัสอย่างต่อเนื่องโดยไม่ใช้น้ำช่วยในการระบายความร้อนเพียง 25 วินาที จะทำให้อุณหภูมิในโพรงฟันเพิ่มขึ้นถึง 6°C เป็นเหตุผลที่ว่า ทำไมต้องให้ความสำคัญกับการป้องกันการเกิดความร้อนจากการใช้เข็มกรอหรือหัวขัดต่างๆ ร่วมกับการทำงานแบบเป็นจังหวะแตะแล้วหยุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะใช้เครื่องมือความเร็วสูง (High Speed) เพื่อกรอตัดผิวเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน

สิ่งที่จะทำให้เกิดความร้อนต่อฟันหรือเนื้อเยื่อในได้อีกอย่างหนึ่งคือ จากการฉายแสงเพื่อให้วัสดุอุดแข็งตัว ในวัสดุกลุ่มเรซินคอมโพสิตหรือกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดแข็งตัวโดยการฉายแสง พบว่าการฉายแสงสามารถทำให้อุณหภูมิในโพรงเนื้อเยื่อใน (ส่วนตัวฟัน) เพื่อขึ้นได้ถึง 8°C

ข้อแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนของการบูรณะฟัน ที่จะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อในคือ ควรใช้เข็มกรอที่มีความคมหรือเลือกใช้ชนิดใช้ครั้งเดียว และกรอโดยมีการระบายความร้อนพร้อมที่เพียงพอไม่ให้เกิดการแห้งมากเกินไป หรือเกิดการขาดน้ำของเนื้อฟันขณะกรอตัด และในการสร้างวัสดุอุดไม่ว่าจะเป็นวัสดุอุดถาวรหรือชั่วคราว ก็จะต้องสร้างให้มีความแนบสนิทกับผนังและขอบของโพรงที่กรอเตรียมให้มากที่สุด เพื่อลดการรั่วซึมที่อาจเกิดตามขอบ

สำหรับกรณีของฟันที่มีอายุมาก แม้ว่าจะมีการลดลงของการซึมผ่านของสารเคมี แต่ก็มีความจำกัดในการซ่อมสร้างเนื้อฟันเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากฟันที่มีอายุมากขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการลดลงของจำนวนเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยง มีขนาดของโพรงฟันเล็กลง มีจำนวนเซลล์ที่จะทำหน้าที่ซ่อมสร้างเนื้อฟันลดลง เนื้อฟันมีความแห้งเปราะเพิ่มมากขึ้นและมีความยืดหยุ่นของเนื้อฟันน้อยลงเนื่องจากมีการสะสมแร่ธาตุสูง ดังนั้นในการสร้างวัสดุอุดที่มีขั้นตอนเหมือนกับการสร้างในฟันที่มีอายุน้อยกว่า ก็อาจเป็นอันตรายต่อฟันมากกว่าได้ แต่อย่างไรก็ดี แนวคิดเรื่องการบูรณะฟันสมัยใหม่การพัฒนาวัสดุอุดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของระบบยึดติด (Bonding Systems) หรือเรื่องการเคลือบหลุมร่องฟัน การผนึกขอบให้แนบสนิท การเคลือบปิดท่อเนื้อฟัน และเครื่องมือต่างๆ และแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการกรอโพรงเพื่ออุดฟันให้มีขนาดเล็กลง จะช่วยให้อายุการใช้งานของวัสดุอุดต่างๆ เพิ่มสูงขึ้น

ในการบูรณะฟันที่มีการกรอเตรียมโพรงเพื่อทำการอุด พบว่าบางครั้งเมื่อกรอเตรียมและกำจัดเนื้อฟันส่วนที่ผุและกำจัดผิวเคลือบฟันที่อ่อนแอส่วนที่ไม่มีเนื้อฟันรองรับจนหมดแล้ว จำเป็นต้องมีการเลือกใช้วัสดุรองพื้นหรือฉาบผิวอื่นๆ ก่อนที่จะสามารถนำวัสดุใส่ในโพรงที่เตรียมไว้ได้ โดยมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป สามารถแบ่งกลุ่มวัสดุที่ใช้ในการฉาบผิวหรือรองพื้นๆ เหล่านี้ออกเป็น 3 กลุ่มคือ ซีสเลอร์ (Sealers) สารฉาบโพรง (Liners) และเบสหรือสารรองพื้น (Bases)

ซีสเลอร์ (Sealers) เป็นวัสดุกลุ่มที่ทำหน้าที่เคลือบเพื่อปกป้องที่ผนังของโพรองที่กรอเตรียมเพื่อเป็นที่อยู่ของวัสดุอุด หน้าที่หลักคือป้องกันการเกิดการรั่วซึมระหว่างรอยต่อของวัสดุอุดกับผนัง ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ก็จะมีความสามารถในการลดการรั่วซึมไม่เท่ากัน แบ่งเป็นสองชิดคือ วานิช (Varnish) และแบบเรซินบอนดิ้ง (Resin Bonding Systems) ซึ่งเป็นการใช้ทั้งเพื่อการยึดติดระหว่างวัสดุอุดกับผนังโพรง และยังได้ประโยชน์ในการลดการรั่วซึมได้ด้วย

- ระบบวานิช (Varnish) มีการใช้วานิชทาที่โพรงก่อนการอุดด้วยอะมัลกัมมานาน โดยวานิชจะเติมเต็มช่องว่างระหว่างวัสดุอุดกับผนังของโพรงที่กรอเตรียมไว้สำหรับอุด จนกระทั่งมีสารผลิตจากการกัดกร่อนจากวัสดุอุดมาเติมเต็มแทน มีรายงานการศึกษาพบว่าการทาวานิชสองชั้นจะให้ผลดีกว่าหนึ่งชั้น แต่ก็จะไม่มีประโยชน์อะไรเพิ่มมากขึ้นเมื่อทาเพิ่มเป็นสามชั้น
- ระบบเรซินบอนดิ้ง (Resin Bonding Systems) เป็นระบบที่ทำหน้าที่ยึดระหว่างวัสดุอุดและฟันถ้าหากการยึดติดมีประสิทธิภาพสูง ก็จะลดการเกิดช่องว่างระหว่างวัสดุอุดและฟันได้ดี ดังนั้นโดยหลักการแล้ว ก็อาจจัดได้ว่าระบบเรซินบอนดิ้งถือเป็นซีสเลอร์ได้แบบหนึ่ง

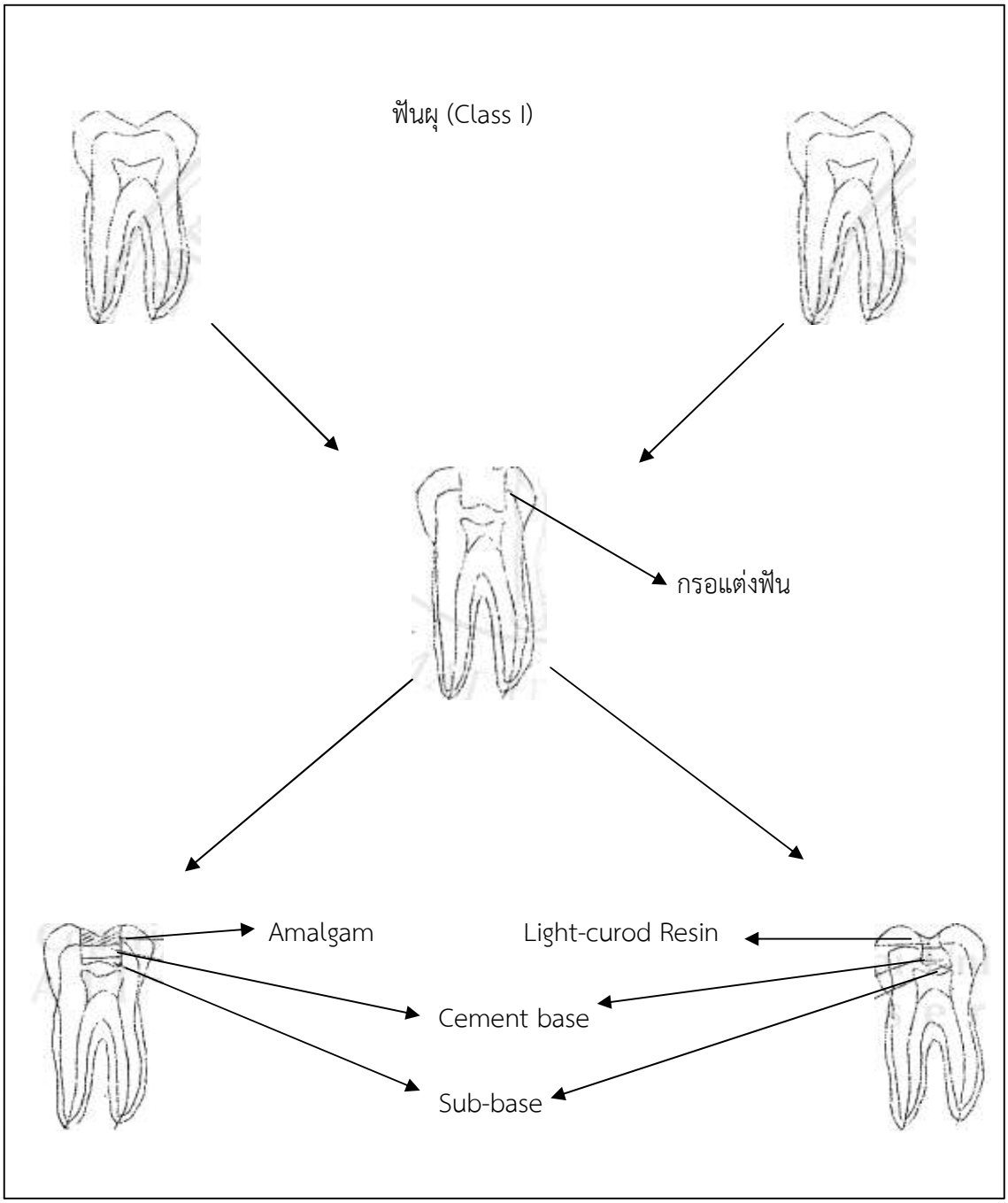
สารฉาบโพรง (Cavity Liners) คือซีเมนต์ (Cements) หรือสารเคลือบเรซิน (Resin Coating) ที่มีความหนาไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร ทาลงเฉพาะบนเนื้อฟันในส่วนที่ใกล้โพรงฟัน มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อป้องกันการแทรกซึมของแบคทีเรียผ่านทางท่อเนื้อฟันที่เหลือปกคลุมโพรงฟันอยู่บางๆ และในขณะเดียวกันจะทำหน้าที่ในการรักษาอื่นๆ เช่นกระตุ้นให้เกิดการสร้างเนื้อฟันทุติยภูมิ (Secondary Dentin) หรือป้องกันการผุซ้ำจากฤทธิ์ของฟลูออไรด์ที่ผสมอยู่ หรือมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เป็นต้น ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้เช่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide, $Ca(OH)_2$) หรือสารฉาบโพรงกลาสไอโอโนเมอร์ (Glass Ionomer Liners) เป็นต้น แต่เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ถึงแม้ว่าจะมีรายงานว่าสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างเนื้อฟันทุติยภูมิได้ดี และมีคุณสมบัติเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อในช่องปาก แต่ในขณะเดียวกัน

จะมีการละลายตัวได้เมื่อเวลาผ่านไปนานๆ มีความแข็งไม่มากนัก และไม่ยึดติดแน่นกับเนื้อฟัน หากต้องการใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ปริมาณน้อยๆ ที่สุดเท่าที่จำเป็น เฉพาะในบริเวณที่ใกล้โพรงฟันมากที่สุดก็พอ ไม่ควรใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในบริเวณกว้างหรือหนาเกินไป ถึงแม้ว่าจะใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดที่มีการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพเช่น เพิ่มความแข็งแรงให้มีมากขึ้นแล้วก็ตาม

สำหรับสารฉาบโพรงกลาสไอโอโนเมอร์มีคุณสมบัติเด่นคือ มีการยึดติดกับเนื้อฟันได้โดยอาศัยพันธะทางเคมี ทำให้มีความแนบสนิทกับเนื้อฟันได้ดี มีความสามารถในการปลดปล่อยฟลูออไรด์ (Fluoride Release) ทำให้สารมีคุณสมบัติเฉพาะคือ ความสามารถในการต้านทานต่อการผุต่อ และความสามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อในช่องปาก ถึงแม้ว่าจะมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนในช่วงเริ่มต้นหลังผสมเสร็จใหม่ๆ ก็ตาม สำหรับคุณสมบัติในเรื่องของการละลายตัวในสภาวะเป็นกรดอ่อน พบว่าสารฉาบโพรงกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดกระตุ้นให้แข็งตัวด้วยแสง จะมีกรต้านทานต่อการละลายในสภาวะเป็นกรดได้ดีกว่าชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองแบบดั้งเดิม จึงนิยมใช้เป็นสารฉาบโพรงก่อนการอุดด้วยเรซินคอมโพสิต ซึ่งต้องมีการใช้กรดกัดที่ผิวก่อนอุด สำหรับข้อบ่งใช้ของสารฉาบโพรงกลาสไอโอโนเมอร์คือใช้เคลือบปิดท่อเนื้อฟันก่อนอุดด้วยเรซินคอมโพสิต เพื่อลดการรั่วซึมระดับไมโคร (Microleakage)

เบสหรือสารรองพื้น (Bases) คือวัสดุที่ใช้ทดแทนเนื้อฟันที่สูญเสียไป หรือใช้เพื่อ Blocking out undercuts กรณีเตรียมโพรงสำหรับการอุดด้วยวัสดุอุดทางอ้อม เป็นต้น วัสดุในกลุ่มนี้เช่น ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Zinc phosphate cement) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (Zinc oxide eugenol cement) และ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Glass ionomer cement) เป็นต้น ซึ่งวัสดุแต่ละชนิด จะมีข้อดีข้อเสียและข้อบ่งใช้ที่แตกต่างกันไป จึงต้องมีการเลือกใช้และการขีดที่ถูกต้องเหมาะสม

หลังจากการบูรณะฟันให้แก่ผู้ป่วย ทันตแพทย์จะต้องแนะนำผู้ป่วยให้เข้าใจ เกี่ยวกับการดูแลรักษาวัสดุอุด การทำความสะอาด รักษาสุขภาพช่องปาก รวมทั้งการมารับการตรวจสุขภาพช่องปากเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถตรวจพบรอยโรคฟันผุ และสามารถให้การรักษาเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการอุดฟัน
ที่มา : จิระสันติ์ ไพบูลย์เกษมสุทธิ (2532)

2.4 การปนเปื้อนโลหะเงินในน้ำเสียของโรงพยาบาล

น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียเป็นสาเหตุของการเกิดโรคสารเคมีตกค้างในน้ำเสียก่อให้เกิดการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำเสียของโรงพยาบาลซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการปนเปื้อนโลหะเงินในน้ำเสียของโรงพยาบาลมีแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ดังนี้

2.4.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

น้ำเสียจากโรงพยาบาลเกิดจากกิจกรรมการให้บริการแตกต่างกันขึ้นกับแหล่งกำเนิด เช่น กิจกรรมจากห้องน้ำ ห้องส้วม โรงครัว อาคารซักล้า ห้องตรวจ ห้องผ่าตัด ห้องคลอด และกระบวนการทันตกรรมน้ำเสียที่เกิดจากการให้บริการทันตกรรมในกระบวนการทันตกรรมให้การรักษา ได้แก่ การตรวจสภาพช่องปากและฟัน การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ทางทันตกรรมและการรักษาสภาพเหงือกและฟัน เช่น การอุดฟัน การขูดหินปูน การถอนฟัน ปริมาณน้ำเสียจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพหรือโรงพยาบาลชุมชนที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ โดยทั่วไปโรงพยาบาลมีน้ำเสียเฉลี่ย 800 ลิตรต่อเตียงต่อวัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

2.4.2 ลักษณะของน้ำเสีย

ลักษณะสมบัติน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการทันตกรรมของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพมีลักษณะสมบัติคล้ายกับน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนจะมีลักษณะพิเศษ คือ มีเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรค สารเคมีและส่วนประกอบของยาสูงกว่า น้ำเสียเกิดจากกระบวนการทันตกรรมขึ้นอยู่กับกิจกรรมการให้บริการการรักษา เช่น การอุดฟัน การขูดหินปูน และการถอนฟัน โดยลักษณะน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียโรงพยาบาล ดังตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะน้ำเสียจากชุมชนและโรงพยาบาล

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		ชุมชน	โรงพยาบาล	
			ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
1. ของแข็ง (Total solids)	มก/ล.	270	-	-
ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved solids)	มก/ล.	500	-	-
ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)	มก/ล.	210	214	36
2. ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable solids)	มก/ล.	10	-	-
3. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand BOD)	มก/ล.	190	481	28
4. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand COD)	มก/ล.	430	631	92
5. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total as N)	มก/ล.	40	73	13
อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogent)	มก/ล.	15	-	-

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		ชุมชน	โรงพยาบาล	
			ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total as P)	มก/ล.	7	-	-
สารอินทรีย์ (Organic Phosphorus)	มก/ล.	2	-	-
สารอนินทรีย์ (Inorganic PhosPhorus)	มก/ล.	5	-	-
7. คลอไรด์ (Chloride)[(a)]	มก/ล.	50	-	-
8. ซัลเฟส (Sulfate)[(a)]	มก/ล.	30	-	-
9. ไขมัน (Grease)	มก/ล.	90	39.20	0.80
10. โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	MPN/100 มล.	10^{7}-10^{9}	1.7×10^{9}	-
11. ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal ColiFrom Bacteria)	MPN/100 มล.	10^{4}-10^{6}	3.5×10^{8}	-

หมายเหตุ : (a) เป็นค่าที่เพิ่มจากค่าที่ตรวจพบในน้ำใช้ปกติ
ที่มา : บุญฤทธิ์ การุญเมธี (2553)

2.4.3 ผลกระทบของน้ำเสีย

น้ำเสียโรงพยาบาลคล้ายกับน้ำเสียจากแหล่งชุมชน แต่จะมีการปนเปื้อนที่หลากหลายกว่า เช่น การปนเปื้อนโลหะหนักและสารเคมีต่างๆ รวมถึงการปนเปื้อนของเชื้อโรคในน้ำทิ้ง ดังนั้น การควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งโรงพยาบาลให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด จึงวามจำเป็นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรคและสารเคมีลงสู่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งน้ำดังกล่าวมีการใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค หากมีการระบายน้ำทิ้งจากระบบน้ำเสียโรงพยาบาลที่ไม่ผ่านมาตรฐานลงแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนและส่งแวดล้อม ปัจจุบันโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขได้เข้าร่วมโครงการพัฒนาคุณภาพเพื่อการขอรับการรับรองคุณภาพโรงพยาบาลตามกะบวนการคุณภาพตามมาตรฐานต่างๆ โรงพยาบาลต้องมีการจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพและความปลอดภัยต่อบุคลากรและผู้มารับบริการ รวมทั้งต้องมีการเฝ้าระวังน้ำทิ้งของโรงพยาบาลให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งก่อนที่จะมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ น้ำเสียจากโรงพยาบาลเป็นน้ำเสียที่มีลักษณะพิเศษที่อาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยเกิดการตกค้างในน้ำเสียมีการสะสมของสารมลพิษอยู่ในสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแสดงใน ตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ชนิดของสิ่งตกค้างในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สิ่งตกค้าง	ผลกระทบ
1. คลอลอยต์จากสารอนินทรีย์สารอินทรีย์และของแข็งแขวนลอย	เกิดตะกอน ป้องกันการฆ่าเชื้อทำให้ประสิทธิภาพลดลง
1.1 ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)	
1.2 คลอลอยต์ (Colloidal solids)	เกิดความขุ่น
1.3 อนุภาคสารอินทรีย์ (Organic Matter Particulate)	ขัดขวางกระบวนการฆ่าเชื้อ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง
2. สารอินทรีย์ละลาย (Dissolved Organic Matter)	
2.1 อินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic Carbon)	ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง
2.2 อินทรีย์คาร์บอนที่เสถียร (Refractory Organics)	เป็นพิษต่อมนุษย์ สารก่อมะเร็ง
2.3 อินทรีย์คาร์บอนไม่เสถียร (Volatile Organic Compounds)	เป็นพิษต่อมนุษย์ สารก่อมะเร็งจากปฏิกิริยาเคมี (Photochemical Oxidants)
2.4 ส่วนประกอบของยา (Pharmaceutical Compounds)	ผลกระทบต่อสายพันธ์สิ่งมีชีวิตในน้ำ
2.5 สารลดความตึงผิว (Surfactants)	ทำให้เกิดฟอง และขัดขวางการตกตะกอน
3. สารอนินทรีย์ละลาย (Dissolved Inorganic Matter)	ต้องใช้คลอรีนเพิ่มมากขึ้น สามารถเปลี่ยนเป็นไนเตรทและปริมาณออกซิเจนลดลง ร่วมกับ
3.1 แอมโมเนีย (Ammonia)	ฟอสฟอรัสทำให้การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่ไม่พึงประสงค์และเป็นพิษต่อปลา
3.2 ไนเตรท (Nitrate)	กระตุ้นให้สาหร่ายและสิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญเติบโตเป็นสาเหตุให้เกิดโรค Methemoglobinemia ในทารก
3.3 ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	กระตุ้นให้สาหร่ายและสิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญเติบโตเกิดการตกตะกอนยาก

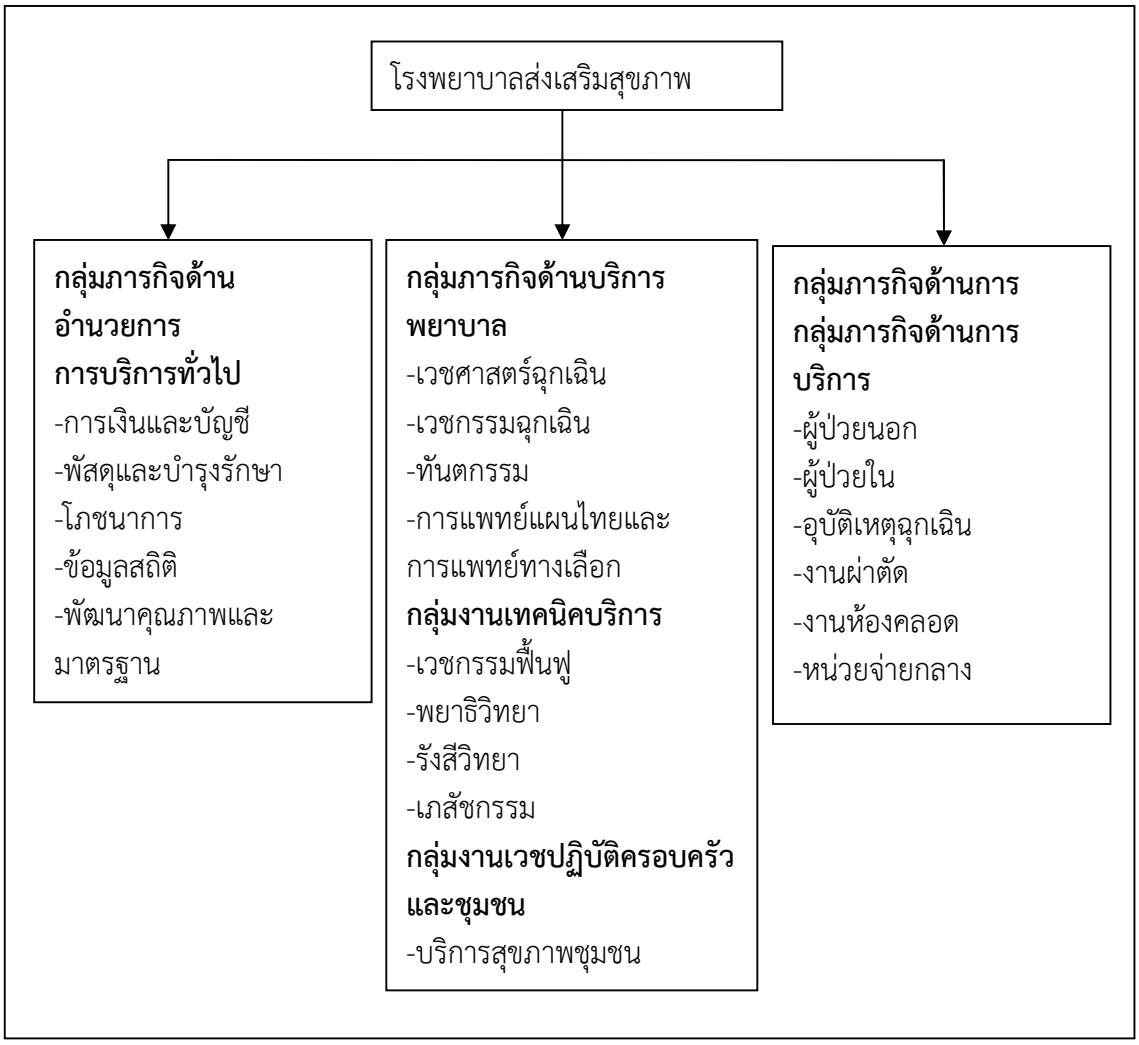
ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สิ่งตกค้าง	ผลกระทบ
3.4 แคลเซียมและแมกนีเซียม (Calcium and Magnesium)	เพิ่มความกระด้างและของแข็งละลาย
3.5 คลอไรด์ (chloride)	เกิดความเค็ม
3.6 ของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids)	ผลกระทบต่อการใช้น้ำในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม
4. สิ่งมีชีวิต (Biological Bacteria Viruses Protozoa)	เป็นสาเหตุเกิดโรค

ที่มา : ธีรพล คังคะเกตุ (2551)

2.5 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ (สมาคมอนามัยแห่งประเทศไทย, 2551)

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หมายถึง สถานบริการทางการแพทย์และสาธารณสุขที่มีเตียงรับผู้ป่วยไว้รักษาภายในตั้งแต่ 10-120 เตียง (ไม่เกิน 150 เตียง) ประจำชุมชนระดับอำเภอเป็นศูนย์บริการและวิชาการทางด้านส่งเสริมสุขภาพ การรักษาพยาบาล การควบคุมป้องกันโรค การปรับปรุงสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อมชุมชน และการฟื้นฟูสภาพ โครงสร้างของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง ดังภาพที่ 2.5 และรายละเอียดของแต่ละโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามมีดังนี้



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ
ที่มา : สมาคมอนามัยแห่งประเทศไทย (2551)

โครงสร้างของโรงพยาบาลชุมชนมีความสัมพันธ์ในการกำหนดบทบาทหน้าที่และกิจกรรมการให้บริการแก่ประชาชน ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียจากการให้บริการดังกล่าว ได้แก่

2.5.1 กลุ่มภารกิจด้านอำนวยการ

งานบริการทั่วไป การเงินและบัญชี งานพัสดุงานซ่อมบำรุงรักษา งานโภชนาการ งานข้อมูลสถิติ งานพัฒนาคุณภาพและมาตรฐาน งานสารบรรณ งานการเจ้าหน้าที่ งานเคหะบริการและงานอาคารสถานที่ งานสวัสดิการและรักษาความปลอดภัย

2.5.2 กลุ่มภารกิจด้านบริการ

1) กลุ่มงานบริการทางการแพทย์ รับผิดชอบงานบริการรักษาผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน ได้แก่ การตรวจ วินิจฉัย และสั่งการ หรือให้การรักษาผู้ป่วยทั่วไป ผู้ป่วยเฉพาะโรค หรือผู้ป่วยฉุกเฉินด้วยวิธีการต่างๆ ตามหลักวิชาการแพทย์ การฟื้นฟูสมรรถภาพ ส่งเสริมสุขภาพ และป้องกันความพิการทุพพลภาพในผู้ป่วย

2) กลุ่มงานเทคนิคบริการ รับผิดชอบงานให้บริการตรวจทางห้องปฏิบัติการและการตรวจทางรังสีวินิจฉัย สนับสนุนการควบคุมป้องกันโรค และการบริการด้านเภสัชกรรมแก่ผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอก โดยใช้วิธีและเทคนิคทางเภสัชกรรม

3) กลุ่มงานเวชปฏิบัติครอบครัวและชุมชน รับผิดชอบงานบริการสุขภาพชุมชน งานอนามัยแม่และเด็ก งานส่งเสริมภูมิคุ้มกันโรค งานวางแผนครอบครัว งานสุขศึกษา งานอนามัยโรงเรียน งานโภชนาการ งานฝึกอบรม งานสุขภาพจิต งานควบคุมและป้องกันโรค งานอนามัยสิ่งแวดล้อม งานเฝ้าระวังโรค งานควบคุมและป้องกันโรคเอดส์ และงานอาชีวอนามัย

2.5.3 กลุ่มภารกิจด้านการพยาบาล

1) งานผู้ป่วยนอกและอุบัติเหตุ ให้บริการพยาบาลผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรง ผู้ป่วยที่รับอุบัติเหตุ และผู้ป่วยที่มีภาวะเจ็บป่วยฉุกเฉิน เพื่อช่วยชีวิตเบื้องต้นให้รอดพ้นจากวิกฤตและความพิการ คัดกรองผู้ป่วยและช่วยแพทย์ในการตรวจรักษาโรคทั่วไป ให้การพยาบาลผู้ป่วยระหว่างและผู้ป่วยหลังการตรวจรักษา

2) งานผู้ป่วยใน ให้บริการพยาบาลผู้ป่วยที่เข้ารับรักษาในโรงพยาบาล อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จนกระทั่งจำหน่ายครอบคลุมทั้งด้านการรักษาพยาบาล การฟื้นฟู การส่งเสริมสุขภาพ และการป้องกันโรค เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลทั้งด้านร่างกายและจิตใจรวมทั้งให้การสนับสนุนผู้ป่วยรายที่จำเป็นต้องให้บริการรับ – ส่งต่องานผ่าตัด ให้บริการผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยและหรือรักษาโรคโดยการผ่าตัดแบบครบวงจรอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การตรวจเยี่ยมเพื่อประเมินอาการผู้ป่วย การเตรียมและดูแลผู้ป่วยทั้งร่างกายและจิตใจ การให้บริการระงับความรู้สึกเฉพาะที่และทั่วไป ในระยะก่อนผ่าตัด รวมทั้งการประสารงานเพื่อการส่งต่อทางการพยาบาล

3) งานห้องคลอด ให้บริการดูแลการรอคลอด การคลอด หลังคลอดระยะต้นและการดูแลทารกแรกเกิดให้ปลอดภัยในทุกระยะของการคลอด รวมทั้งการส่งเสริมการเลี้ยงบุตรด้วยนมมารดา

4) หน่วยจ่ายกลาง รับผิดชอบจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการรักษาพยาบาล ซึ่งผ่านกระบวนการทำลายเชื้อ การทำให้สะอาด และทำให้ปลอดเชื้อ

2.5.4 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพในเขตอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพในเขตอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม มีจำนวน 8 แห่ง มีดังนี้

1) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโนนแต้

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพโนนแต้ ตั้งอยู่ที่บ้านโนนแต้ หมู่ที่ 4 ตำบลท่าสองคอน จังหวัดมหาสารคามมุ่งหน้าไปทางทิศตะวันตกไปยังถนนหมายเลข 23 ระยะทางประมาณ 12.8 กิโลเมตร ตำบลท่าสงคอนเป็นตำบลหนึ่งจาก 13 ตำบลของอำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกัน ดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับลำน้ำชี อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

ทิศใต้ ติดกับตำบลแก่งเลิงจาน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันออก ติดกับตำบลเกิ้ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม และ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดกับตำบลแก้งแก อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

2) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเกิ้ง

ตั้งอยู่ในพื้นที่บ้านเกิ้งหมู่ 5 ตำบลเกิ้ง อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ตำบลเกิ้งเป็นตำบลหนึ่งจาก 13 ตำบลของอำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกัน ดังนี้

ทิศเหนือ จรดแม่น้ำชี ซึ่งกั้นเขตแดนระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

ทิศใต้ ติดกับ ตำบลตลาด เขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลลาดพัฒนา อำเภอเมืองมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมืองมหาสารคาม

3) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลลาดพัฒนา

ตั้งอยู่ในพื้นที่บ้านลาด หมู่ที่ 19 ตำบลลาดพัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม บนเนื้อที่ 3 ไร่ ห่างจากตัวอำเภอเมืองมหาสารคามไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ไปตามถนนสายมหาสารคาม-กมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นระยะทาง 10 กิโลเมตร เลี้ยวขวาตรงทางแยกถัดจาก อบต.ลาดพัฒนา ไปตามถนนคอนกรีตเสริมเหล็กถึงโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลลาดพัฒนา ระยะทาง 700 เมตร มีอาณาเขตติดต่อกัน ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

ทิศใต้ ติดต่อกับตำบลเขวา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันออก ติดต่อกับตำบลท่าตูม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ ตำบลเกิ้ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

4) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าตูม

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าตูม หมู่ 3, ตำบลท่าตูม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคามไปทางทิศตะวันออก บนทางหลวงหมายเลขที่ 23 ระยะทางประมาณ 19 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดกันดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ลำน้ำชีซึ่งกั้นระหว่าง ตำบลกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์

ทิศใต้ ติดกับ ตำบลห้วยแอ่ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลเขวา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลท่าตูม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

5) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเขวา

ตั้งอยู่ที่บ้านเขวา หมู่ที่ 17 ห่างจากอำเภอเมืองมหาสารคามไปทางทิศตะวันออก บนทางหลวงหมายเลข 23 เป็นระยะทาง 12 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 9 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อกัน ดังนี้ มีอาณาเขตติดต่อกัน ดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลลาดพัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสรคาม

ทิศใต้ ติดกับ ตำบลมิตรภาพ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันออก ติดกับตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดกับตำบลห้วยแอ่ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

6) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโคกก่อ

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโคกก่อ หมู่ที่ 1 ตำบลโคกก่อ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ระยะทางประมาณห่างจากอำเภอเมืองมหาสารคามไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปยังถนนหมายเลขที่ 23 ประมาณ 17.9 กโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกันดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลหนองโน ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศใต้ ติดกับ ตำบลบัวค้อ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลหนองโก อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

7) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองแวง

ตั้งอยู่ที่บ้านเลขที่ 119 บ้านหนองแวง หมู่ 1 ตำบลแวงน่าง อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม มุ่งหน้าไปทางทิศใต้บนทางหลวงหมายเลขที่ 23 แล้วเลี้ยวซ้ายสู่ถนนหมายเลข 2040 ระยะทางประมาณ 6.3 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกันดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศใต้ ติดกับ ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลเขวา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลแก่งเลิงจาน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

8) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองจิก

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองจิก ตั้งอยู่หมู่ที่ 10 บ้านหนองจิก ตำบลแก่งเลิงจาน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ห่างจากอำเภอเมืองมหาสารคามไปทางทิศเหนือบนทางหลวงหมายเลข 23 เป็นระยะทาง 5 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 4 ไร่ 46 ตารางวา และเปิดให้บริการวันที่ 1 มิถุนายน 2534 ลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม สภาพดินร่วนปนทรายถนนภายในหมู่บ้านเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กและถนนเชื่อมต่อระหว่างหมู่บ้านเป็นลาดยางสัญจรไปมาสะดวกเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก เดินทางติดต่อถึงโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองจิกได้สะดวกทุกหมู่บ้านการติดต่อกับอำเภอหรือจังหวัดอื่น ๆ ใช้รถยนต์เป็นหลัก ระยะทางจากหมู่บ้านถึงสถานีอนามัยไกลมากที่สุด 10 กิโลเมตร ระยะเวลาเดินทางโดยรถจักรยานยนต์และรถยนต์จากหมู่บ้านถึงสถานีอนามัย ใช้เวลา15-20 นาที มีอาณาเขตติดต่อกัน ดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม
ทิศใต้ ติดกับ อำเภอ บรบือ จังหวัดมหาสารคาม
ทิศตะวันออก ติดกับตำบลหนองแวง อำเภอเมืองมหาสารคาม
ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมืองมหาสารคาม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุญฤทธิ์ การุญเมธี (2553) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียงในจังหวัดกระบี่ โดยกำหนดให้โรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดกระบี่ จำนวน 3 แห่ง (โรงพยาบาล ก ข และ ค) เป็นกรณีศึกษา โรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง มีระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยกไม่รวมกับน้ำฝน ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบสำเร็จรูปแบบติดกับที่ติดตั้งแยกตามอาคารต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้และใช้ออกซิเจน ร่วมกับการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน (สำหรับอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และโรงครัว) และระบบบำบัดอาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (สำหรับอาคารซักฟอก) ดำเนินการศึกษาภาคสนาม โดยเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบด้วยข้อมูลจากแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบตรวจสอบระบบบำบัด การระดมสมองร่วมกับเทคนิค Ishikawa วิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย และศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากรายการต่างๆ ของโรงพยาบาล ซึ่งแนวทางการจัดการน้ำเสียที่จัดทำขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลชุมชนอื่น ให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และทำให้สามารถควบคุมประสิทธิภาพของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

ประเวศ เสรีเชษฐพงษ์ และคณะ (2549) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งภายในบริเวณคณะทัตแพทย์ศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมี 3 ประการ คือ เพื่อศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งของอาคารต่างๆ เพื่อศึกษาวิจัยปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของอาคารต่างๆ อันได้แก่ แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) และเพื่อศึกษาข้อมูลในเชิงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัสดุทางทันตกรรมสารเคมีและวัตถุอันตรายภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยกำหนดตำแหน่งที่จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย/น้ำทิ้ง และน้ำดี จากอาคารต่างๆ ภายในบริเวณคณะฯ จำนวน 10 จุด และกำหนดช่วงเวลาการเก็บด้วยวิธีการสุ่มวันละ 3 ครั้งเป็นเวลา 7 วันต่อเนื่อง โดยพิจารณาคัดเลือกจากช่วงระยะเวลาที่มีการเรียนการสอนภายในห้องปฏิบัติการทดลองและการให้บริการทางทันตกรรมหนาแน่น ซึ่งคาดว่าในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีปริมาณการใช้น้ำ สารเคมีและโลหะหนักและคุณภาพน้ำ ภายใต้การควบคุมคุณภาพการเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อการตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย/น้ำทิ้ง จำนวน 8พารามิเตอร์ และวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักจำนวน 3 ชนิด ตาม The Standard Methods For Examination Of Water and Wastewater ตาม APHA (American Public Health Association) AWWA (American Water Works Association) และ WPCF (Water Pollution Control Federation) จากการสำรวจสถานที่เพื่อกำหนดจุดและวิธีการจักเก็บตัวอย่างน้ำพบว่า ภายในคณะฯ มีระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพแบบเติมอากาศ (Biological Aeration System) ประจำอาคารอยู่ 2 แห่ง คือ อาคารทันต 4 (คลินิกบริการทางทันตกรรม)และอาคารทันต 15 (อาคารสมเด็จย่า) จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในน้ำทิ้งของอาคารต่างๆ ภายในคณะฯอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ยกเว้นค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทในน้ำทิ้งของอาคารทันต 10 (โรงอาหาร) อาคารทันต 5 (คลินิกรวม) และอาคารทันต 15 (อาคารสมเด็จย่า) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว และผลการศึกษาวิจัยพบว่าในแต่ละวันมีโลหะหนักแตกต่างกันอย่างกระจัดกระจาย ไม่มีรูปแบบที่แน่นนอน ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้ ชนิดของโลหะหนัก

สารเคมี และวัตถุอันตราย ลักษณะของการเรียนการสอนภายในห้องปฏิบัติการทดลองการทำวิจัย และการใช้บริการทางทันตกรรมในแต่ละวัน จึงทำให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง อีกทั้งระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่ภายในคณะฯ ไม่ได้ออกแบบไว้สำหรับใช้บำบัดโลหะหนัก จึงทำให้ปริมาณปรอทสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย แต่ยังไม่ถึงระดับความเป็นพิษ ส่วนคุณภาพน้ำทิ้งพบว่า ค่าเฉลี่ย BOD,FOG ความเป็นกรด-เบส ของแข็งตกตะกอน ซัลไฟด์ TKN ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของอาคารต่างๆภายในคณะฯ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ยกเว้นค่าเฉลี่ย BOD และปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของอาคารทันต 10 (โรงอาหาร) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว การตรวจวัดปริมาณน้ำทิ้งไม่สามารถทำได้เนื่องจากภายในคณะฯ มีการระบายน้ำทิ้งแบบหลายจุดและหลายทิศทาง จึงทำได้การประเมินปริมาณน้ำทิ้งจากการใช้น้ำประปาภายในคณะฯ

เบญจมาศ เจริญตรา (2546) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดปรอทจากน้ำเสียอะมัลกัมทางทันตกรรม วัดความเข้มข้นของปรอทในน้ำเสียจากคลินิกบริการทันตกรรม คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่ามีความเข้มข้นของปรอทอยู่ในช่วง 4.69 - 19.26 ไมโครกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของปรอทในน้ำเสียจากคลินิกไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนคนไข้ที่เข้ารับบริการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยแร่ดินเบา โดยแปรผัน ระยะเวลาในการสัมผัส พีเอชของสารละลาย และปริมาณของแร่ดินเบา ผลการทดลองพบว่า แร่ดินเบา 1 กรัม มีประสิทธิภาพในการกำจัดปรอทมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นของปรอท 1 มิลลิกรัมต่อลิตร พีเอช 3 – 9 ระยะเวลาสัมผัส 120 นาที เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดปรอทและค่าความสมารถในการดูดซับ พบว่า แร่ดินเบามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับโพลิเมอร์ (Lewatit TP 214) และ ไคโตซาน แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าถ่านกัมมันต์ แร่ดินเบาน้ำหนักเพียง 0.05 กรัม สามารถกำจัดปรอทในน้ำเสียอะมัลกัมทางทันตกรรมที่ความเข้มข้น 20.42 ไมโครกรัมต่อลิตรให้มีความเข้มข้นต่ำกว่า

วิลาวรรณ์ จันทร์ประทิน (2542) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดปรอทและการแยกโลหะเงินออกจากโลหะเจืออะมัลกัมที่เหลือทิ้งจากการบูรณะฟันอย่างปลอดภัย โดยขบวนการขั้นแรกคือการกำจัดปรอทออกก่อนด้วยวิธีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความดันสูญญากาศ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า สามารถกำจัดปรอทออกจากโลหะเจืออะมัลกัมได้ โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดสูงสุดคือร้อยละ 88.01 โดยน้ำหนักจากการตรวจวัดปริมาณไอปรอทในอากาศขณะที่ปฏิบัติงาน พบปริมาณไอปรอทในอากาศไม่เกินค่ามาตรฐานปรอทในอากาศที่ 0.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขั้นตอนที่สองทดลองแยกโลหะเงินด้วยวิธีการทางเคมีไฟฟ้าและใช้วิธีการใช้สารเคมี พบว่าการใช้วิธีการทางเคมีไฟฟ้าไม่สามารถแยกโลหะเงินออกจากโลหะเจือ อะมัลกัมได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้สภาวะที่ทำการทดลอง ส่วนวิธีการใช้สารเคมีทำโดยการละลายโลหะเจืออะมัลกัมในกรดไนตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วจึงนำไปตกตะกอนให้อยู่ในรูปของซิลเวอร์คลอไรด์ จากนั้นรีดิวซ์ด้วยสังกะสีในกรดให้อยู่ในรูปของโลหะเงิน พบว่าสามารถแยกโลหะเงินออกจากโลหะเจืออะมัลกัมได้ถึงร้อยละ 97.44 โดยน้ำหนัก โดยโลหะเงินที่ได้มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99 โดยน้ำหนัก และสูงกว่าโลหะเงินที่ใช้ในการผลิตผงอะมัลกัมซึ่งมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99 โดยน้ำหนัก จึงสามารถนำไปใช้งานทางด้านทันตกรรมได้อีก