บทความปริทัศน์
Review Article

พัลเลเดียมในทางทันตกรรม
Palladium in Dentistry

บุญชัย เชาวน์ไกลวงศ์
ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Boonchai Chaoklaiwong
Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม.ทันตสาร 2551; 29(2) : 35-44
CM Dent J 2008; 29(2) : 35-44

บทคัดย่อ

ในทางทันตกรรม พัลเลเดียมจัดเป็นโลหะมีค่าและนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของโลหะผสมในงานครอบและสะพานฟันเช่นเดียวกับทอง แต่เนื่องจากปัจจุบันทองมีราคาสูงมากเมื่อเทียบกับพัลเลเดียม จึงได้มีการนำพัลเลเดียมมาใช้แทนทองมากขึ้น โดยลดส่วนประกอบของโลหะผสมที่เป็นทองในปริมาณที่น้อยลงหรือไม่มีทองผสมอยู่เลย ทำให้พัลเลเดียมมีบทบาทในงานทันตกรรมมากขึ้น การศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการนำพัลเลเดียมมาใช้ในงานทางทันตกรรม โดยเฉพาะในแง่ผลทางชีวภาพและความเป็นพิษของพัลเลเดียม ปัจจุบันนี้ยังไม่มีหลักฐานยืนยันได้แน่ชัดว่าพัลเลเดียมมีความเป็นพิษต่อสุขภาพของมนุษย์ บทความนี้จะกล่าวถึงกายภาพสมบัติ เคมีสมบัติและผลทางชีวภาพของพัลเลเดียม เพื่อให้ตระหนักถึงสาเหตุ อาการและอาการแสดงออกของความเป็นพิษของพัลเลเดียม อันจะเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้พัลเลเดียมในงานครอบและสะพานฟันให้ประสบความสำเร็จ

คำไขรหัส: ความเป็นพิษ ความเข้ากันทางชีวภาพ พัลเลเดียม โลหะผสมพัลเลเดียม

Abstract

In dentistry, palladium is a precious metal which is a major component of the crown and bridge prothodontics alloy as well as gold. Because the price of gold is higher than palladium, presently, palladium is used instead of gold. The proportion of gold was reduced until none, thus palladium plays more important role in dentistry. There were several studies about the safety of palladium usage in dentistry, especially in biological aspect and toxicity of palladium. There was no evidence supported that palladium is toxic to human health. This article comprised of physical and chemical properties as well as biological effects of palladium will explain about signs and symptoms of the palladium toxicity. It will be useful for consideration of palladium usage in crown and bridge prothodontics for a successful outcome.

Key words: toxicity, biocompatibility, palladium, palladium alloy

บทนำ

การพิจารณาเลือกใช้โลหะผสมในงานครอบและสะพานฟัน (crown and bridge prosthodontics) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานและสามารถคงสภาพอยู่ในช่องปากได้นาน ต้องคำนึงถึงชนิดและสมบัติต่างๆ ของโลหะผสมที่เอื้อต่อการทำหน้าที่ของครอบและสะพานฟัน รวมถึงปัจจัยด้านราคา (cost) และการตอบสนองของเนื้อเยื่อต่อโลหะที่ใช้ก็จำเป็นต้องนำมาพิจารณาด้วย โลหะที่ใช้ในงานครอบและสะพานฟัน จะสัมผัสกับเยื่อบุผิวช่องปาก (oral epithelium) เนื้อเยื่อยึดต่อ (connective tissue) หรือกระดูกเป็นระยะเวลานานหลายปี จึงจำเป็นต้องศึกษาและเข้าใจถึงความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) ของโลหะผสมกับเนื้อเยื่อช่องปาก[1,2,3] โดยเฉพาะการกัดกร่อน (corrosion) ของโลหะผสมที่เกิดขึ้น ย่อมส่งผลกระทบต่อเนื้อเยื่อช่องปากและทั้งระบบของร่างกาย อย่างไรก็ตามยังมีคำถามอีกมากมายที่ต้องการคำตอบเหล่านี้อยู่เนื่องจากยังไม่มีผู้ใดศึกษาถึงความเข้ากันได้ทางชีวภาพของโลหะผสมได้อย่างถ่องแท้

ลักษณะทั่วไปของโลหะผสม เป็นการผสมระหว่างโลหะกับโลหะหรือกับธาตุอื่น ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปทำให้มีสมบัติแตกต่างไปจากโลหะบริสุทธิ์ ในงานครอบและสะพานฟันนั้นโลหะผสมที่เหมาะสำหรับใช้ในงานเหล่านี้ คือ โลหะผสมทอง (gold alloy) ซึ่งมีกายภาพสมบัติและกลสมบัติที่ดีกว่าทองบริสุทธิ์[4] โดยมีการเติมโลหะมีค่า (noble metal) หรือโลหะพื้นฐาน (base metal) ผสมกับทอง โลหะแต่ละชนิดที่นำมาผสมกันเป็นโลหะผสม เพื่อให้สามารถใช้ในงานครอบและสะพานฟันได้อย่างเหมาะสมนั้น ทันตแพทย์ต้องคำนึงถึงสมบัติต่างๆ รวมทั้งความเป็นพิษของโลหะแต่ละชนิดด้วย

ในปัจจุบันมีการนำพัลเลเดียมซึ่งเป็นโลหะมีค่ามาใช้เป็นโลหะผสมในงานครอบและสะพานฟันแทนทองมากขึ้น[5] เนื่องจากพัลเลเดียมมีราคาถูกกว่าทอง ทำให้สามารถลดต้นทุนของโลหะผสมลง ในขณะที่ยังคงสมบัติที่ดีเอาไว้[6] พัลเลเดียมจึงมีบทบาทในงานทางทันตกรรมแพร่หลายมากขึ้น ถึงแม้พัลเลเดียมจะเป็นโลหะมีค่าก็ตาม แต่มีบางรายงานที่กล่าวถึงผลทางชีวภาพและความเป็นพิษของพัลเลเดียม[1,2,7,8] ซึ่งยังไม่มีหลักฐานชี้ชัดว่าเกิดจากสาเหตุใด จึงเป็นสิ่งที่ทันตแพทย์ต้องทำการศึกษาต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้โลหะผสมพัลเลเดียมในงานครอบและสะพานฟันได้อย่างเหมาะสมกับผู้ป่วยที่มีแนวโน้มจะใช้โลหะผสมนี้เพิ่มมากขึ้น

พัลเลเดียม

พัลเลเดียมเป็นธาตุบริสุทธิ์มีสีเงิน-ขาว (silver-white) ตามตารางธาตุมีเลขอะตอมเท่ากับ 46 น้ำหนักอะตอมเท่ากับ 106.4 กรัม จัดอยู่ในกลุ่มโลหะแพลทตินัม (platinum group metal; PGMs) ซึ่งประกอบด้วยโลหะแพลทตินัม (Pt) พัลเลเดียม (Pd) โรเดียม (Rh) รูเทอร์เนียม (Ru) ไอริเดียม (Ir) และออสเมียม (Os) การจัดกลุ่มของโลหะมักเลือกจากกายภาพสมบัติและเคมีสมบัติที่เหมือนหรือใกล้เคียงกันจัดเข้าด้วยกัน กลุ่มโลหะแพลทตินัมเป็นกลุ่มที่เป็นโลหะมีค่า มีสมบัติในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) และต้านทานต่อการกัดกร่อน (corrosion resistance) มีแพลทตินัมและพัลเลเดียมเป็นโลหะหลักที่สำคัญในโลหะกลุ่มนี้ เนื่องจากมีข้อแตกต่างจากโลหะอื่นในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ[4]

พัลเลเดียมถูกค้นพบครั้งแรกโดย Wollasten ซึ่งเป็นนักเคมีชาวอังกฤษ ในปีค.ศ.1803 โดยพบว่าพัลเลเดียมมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมยานยนต์[2] โดยเป็นส่วนประกอบของตัวกรองไอเสียรถยนต์ เพื่อลดการเกิดก๊าซพิษที่ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม เพราะว่าที่อุณภูมิห้อง พัลเลเดียมจะสามารถดูดซับก๊าซไฮโดรเจนได้ เมื่อได้รับความร้อนก๊าซไฮโดรเจนจะระเหยไปทำให้ได้ก๊าซที่บริสุทธิ์แทน[4] แต่ในช่วงเวลานั้นมีกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อน จนกระทั่งในปีค.ศ.1970 เป็นต้นมา ได้มีการพัฒนากระบวนการผลิตให้ง่ายขึ้น จึงทำให้มีการนำพัลเลเดียมมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างแพร่หลายเนื่องจากมีราคาถูก

กายภาพสมบัติและเคมีสมบัติของพัลเลเดียม

พัลเลเดียมจัดอยู่ในธาตุกลุ่ม VIII B มีเลขออกซิเดชันที่พบบ่อยคือ +2 และ +4 โครงสร้างผลึกเป็นแบบเฟสเซ็นเตอร์ (face-centered cubic; FCC) มีความหนา

แน่นและจุดหลอมเหลวต่ำที่สุดในกลุ่มโลหะแพลทตินัม[4] โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 12.02 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 1,554 องศาเซลเซียส ในขณะทองและแพลทตินัมมีความหนาแน่นเท่ากับ 19.32 และ 21.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ[4] จากการที่พัลเลเดียมมีความหนาแน่นต่ำกว่าทองและแพลทตินัม ทำให้มีน้ำหนักที่เบากว่าเมื่อเทียบกับปริมาตรที่เท่ากันและเป็นผลดีต่อปัจจัยทางด้านราคาที่ถูกลงไปอีก จึงมีการนำพัลเลเดียมมาใช้เป็นส่วนประกอบในโลหะผสมเพิ่มมากขึ้น

พัลเลเดียมมีสมบัติในการละลายตัวที่ดีแต่มีข้อจำกัดคือละลายในร่างกายได้น้อยมาก[2] และมีสมบัติที่ดีในการต้านทานการกัดกร่อนและการหมอง[1,5] เมื่อพัลเลเดียมได้รับความร้อนจะอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นได้และเมื่อทำให้เย็นตัวลงจะมีความแข็งแรงและความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นทำให้ทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี[4] นอกจากนี้พัลเลเดียมยังถูกนำมาใช้เพิ่มช่วงการหลอมเหลวและเพิ่มความแข็งแรงให้กับโลหะผสม[6] โดยไม่ได้ลดความมีตระกูลของโลหะผสม[4] (nobility of alloy) พัลเลเดียมสามารถต้านทานการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแต่ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก (nitric acid) กรดซัลฟูริก (sulphuric acid) และกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) เข้มข้นสูงได้

มีการประยุกต์โดยการผสมผงพัลเลเดียมลงในวัสดุพิมพ์ปาก (impression material) ที่ก่อตัวโดยปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชัน (polymerization reaction) เพื่อทำหน้าที่ดูดซับก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากวัสดุพิมพ์ปากภายหลังการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชัน เมื่อก๊าซไฮโดรเจนอันเป็นสาเหตุทำให้เกิดฟอง (bubble) ถูกขจัดออกไปจึงเท่ากับเป็นการลดรูพรุนของวัสดุที่ใช้เทแบบถอด[4] (die)

โลหะผสมพัลเลเดียม

โลหะผสมพัลเลเดียม จะมีปริมาณพัลเลเดียมเป็นส่วนประกอบในอัตราส่วนที่ต่างกันออกไป โดยขึ้นกับแต่ละบริษัทผู้ผลิต ค่าช่วงอัตราส่วนและสมบัติต่างๆ ของโลหะผสมพัลเลเดียม สามารถสรุปได้ดังนี้

1. โลหะผสมสำหรับงานครอบฟันติดแน่นชนิดโลหะล้วน (alloy for all metal restoration) จะใช้โลหะผสมเงิน-พัลเลเดียม โดยมีพัลเลเดียมเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 25 หรืออาจจะมากกว่า โลหะผสมชนิดนี้สามารถนำมาใช้ในงานครอบและสะพานฟัน[4] โดยโลหะผสมเงิน-พัลเลเดียมชนิด III มีปริมาณเงินร้อยละ 70 พัลเลเดียมร้อยละ 30 ชนิด IV มีปริมาณเงินร้อยละ 45 พัลเลเดียมร้อยละ 15 ทองร้อยละ 15 และทองแดงร้อยละ 14 ค่าจุดหลอมเหลวของโลหะผสมชนิดนี้จะใกล้เคียงหรือสูงกว่าโลหะผสมทองเล็กน้อย การที่โลหะผสมมีทองแดงเป็นส่วนประกอบทำให้สีของโลหะเกิดการหมองได้เมื่อสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายในช่องปาก

2. โลหะผสมสำหรับงานครอบฟันโลหะเคลือบกระเบื้อง (alloy for metal-ceramic restoration) สามารถแบ่งตามส่วนประกอบของพัลเลเดียมได้เป็น 4 ชนิดดังนี้

2.1 โลหะผสมพัลเลเดียม-เงิน มีปริมาณพัลเลเดียมร้อยละ 53-61 เงินร้อยละ 28-90 โดยจะเติมดีบุก (tin) หรืออินเดียม (indium) ลงไปเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและเพิ่มการยึดติด (bonding) กับพอร์ซเลนให้กับโลหะผสมชนิดนี้

2.2 โลหะผสมพัลเลเดียม-ทองแดง มีปริมาณพัลเลเดียมร้อยละ 75-80 ทองแดงร้อยละ 10-14 และแกลเลียม (gallium) ร้อยละ 9 อาจมีหรือไม่มีทองเป็นส่วนประกอบ ปัญหาของโลหะผสมชนิดนี้คือเกิดการคืบ (creep) ได้แก่ การผิดรูปถาวร (plastic deformation) ของโลหะ ในระหว่างที่ทำการยึดติดกับพอร์ซเลน เนื่องจากโลหะผสมชนิดนี้มีจุดหลอมเหลวที่ต่ำ

2.3 โลหะผสมพัลเลเดียม-โครเมียม มีปริมาณโครเมียมร้อยละ 4-10 ผสมกับพัลเลเดียม อาจมีการเติมแกลเลียมหรือโลหะอื่นเพื่อป้องกันการเกิดการคืบ โลหะผสมชนิดนี้อาจทำให้เกิดชั้นออกไซด์ (oxide layer) บริเวณผิวโลหะ ทำให้โลหะมีสีดำ[4]

2.4 โลหะผสมพัลเลเดียม-แกลเลียม และโลหะผสม พัลเลเดียม-แกลเลียม-เงิน-ทอง โลหะชนิดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามอุณหภูมิ (coefficiency of thermal expansion) ใกล้เคียงกับพอร์ซเลน อีกทั้งชั้นออกไซด์ที่เกิดบริเวณผิวโลหะจะมีสีค่อนข้างขาวกว่าโลหะผสมชนิดอื่น

การนำพัลเลเดียมมาใช้งานในด้านต่างๆ

1. ในอุตสาหกรรมยานยนต์ จะใช้พัลเลเดียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (autocatalyst) โดยอยู่ในส่วนของตัวกรองไอเสียของรถยนต์เพื่อลดการขับออกของไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbonmonoxide) และออกไซด์ของไนโตรเจน วิธีการคือพัลเลเดียมจะเปลี่ยนสารเหล่านี้ให้ลดความเป็นพิษที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมลง[4]

ความต้องการใช้พัลเลเดียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เริ่มแพร่หลายและเพิ่มความสำคัญมากขึ้นในช่วงปลายศตวรรษที่ 17 เนื่องจากมีการออกกฎหมายบังคับในการลดมลพิษในอากาศทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น หลังจากนั้นประเทศอื่นๆ ก็ได้ออกกฎหมายนี้มาบังคับใช้ตามมา

2. ในอุตสาหกรรมอิเลคทริก (electrics) และอิเลคโทรนิก (electronics) พบว่าความต้องการใช้พัลเลเดียมมีมากเป็นอันดับสองของการนำพัลเลเดียมมาใช้ในปี ค.ศ.2002 คือมีประมาณร้อยละ 15 โดยนำพัลเลเดียมมาใช้ในการผลิตเอ็มแอลซีซี (MLCC; multi-layer ceramic capacities) ซึ่ง MLCC นี้เป็นส่วนประกอบสำคัญในโทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องแฟกซ์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน นอกจากนี้ยังสามารถนำพัลเลเดียมมาใช้ทางอิเลคโทรนิก ในการเป็นแผ่นเชื่อมและนำไฟฟ้าสำหรับวงจรไฟฟ้า ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นตัวเชื่อมในวงจรไฟฟ้า (hybrid integrated circuits)

3. ในอุตสาหกรรมเครื่องประดับ พัลเลเดียมถูกนำมาใช้อย่างมากในงานด้านนี้ เนื่องจากสามารถทำให้สีของทองจางลงเมื่อผสมพัลเลเดียมลงไป จึงเรียกว่า “ทองคำขาว” (white gold) ซึ่งเป็นทองที่มีพัลเลเดียมเป็นส่วนประกอบโดยโลหะผสมจะมีสีออกไปทางสีขาว นอกจากนี้พัลเลเดียมยังนำมาใช้ในงานด้านประดิษฐ์นาฬิกาอีกด้วย

4. ในด้านอุตสาหกรรมเคมี พัลเลดียมเป็นส่วนประกอบสำคัญในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปฏิกิริยาเคมีหลายชนิด เช่นอุตสาหกรรมการหมัก (fertilizers industry) โดยใช้พัลเลเดียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตกรดไนตริก เพื่อนำมาใช้หมักอาหารหรือผลไม้

5. ในด้านทันตกรรม มีการนำพัลเลเดียมมาใช้เป็นส่วนประกอบของโลหะผสมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากให้สมบัติที่ดี ไม่ว่าจะเป็นความแข็งแรง ความต้านทานการหมองเมื่อสัมผัสอากาศและสามารถกรอปรับแต่งได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามในประเทศเยอรมันและญี่ปุ่นได้ศึกษาผลของพัลเลเดียมที่ใช้ในทางทันตกรรม พบว่าพัลเลเดียมอาจทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้

ผลทางชีวภาพของพัลเลเดียม (Biological Effects of Palladium)

Wataha และ Hanks[2] ในปีค.ศ.1996 พบว่ารูปแบบทางชีวเคมี (biochemical form) ของส่วนประกอบโลหะมีผลต่อสมบัติด้านชีวภาพ โดยทั่วไปความเป็นพิษของโลหะจะเกิดขึ้นเมื่อเกลือของโลหะนั้นละลายน้ำได้[2,7,8,9] แต่ไม่ได้หมายความว่าโลหะนั้นจะเกิดความเป็นพิษเสมอไป เกลือของโลหะพัลเลเดียมที่อยู่ในรูปของพัลเลเดียมคลอไรด์ (palladium chloride; $PdCl_2$) สามารถละลายน้ำและก่อให้เกิดความเป็นพิษได้ ส่วนการละลายในไขมัน ทำให้พัลเลเดียมสามารถเข้าสู่เซลล์ได้โดยผ่านทางเยื่อไขมัน (lipid membrane) และเกิดความเป็นพิษได้เช่นกัน[9] แต่ในร่างกายมนุษย์นั้นกลับพบว่าพัลเลเดียมมีข้อจำกัดของการละลายตัว และการที่จะเกิดผลทางชีวภาพของพัลเลเดียมและโลหะผสมพัลเลเดียมได้ โลหะหรือโลหะผสมนั้นจะต้องถูกละลายไปจากสถานะที่เป็นโลหะ (metallic state) เสียก่อน[2] ดังนั้นจึงยังไม่ปรากฏพบว่าโลหะใดในกลุ่มของโลหะผสมแพลทตินัมเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอาการแพ้หรือความเป็นพิษเกิดขึ้น[1,2]

การได้รับโลหะเข้าสู่ร่างกายมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลทางชีวภาพ[3,10] โลหะจะเข้าสู่ร่างกายมากที่สุดโดยวิธีเข้าทางเส้นเลือดดำ (intravenous route) เมื่อพิจารณาในแง่ผลต่อระบบของร่างกาย สำหรับการสูดดม (inhalation) และการเข้าโดยผ่านทางหลอดลม (intratracheal) จะให้ผลเท่ากันแต่น้อยกว่าการเข้าทางเส้นเลือดดำและการเข้าโดยผ่านทางช่องปาก (oral ingestion) ความเข้มข้นของความเป็นพิษของโลหะ จะมีความเข้มข้นเมื่อผ่านทางช่องปากมากกว่าการเข้าทางเส้นเลือดดำเป็นหลายเท่า[3] ดังนั้นจึงมีความสำคัญที่ต้องพิจารณาโลหะผสมที่นำมาใช้ในทางทันตกรรม เนื่องจากมีโลหะหลายชนิดที่ใช้นั้น สามารถผ่านเข้าสู่ร่างกายทางช่องปาก ซึ่งอาจก่อ

ให้เกิดความเป็นพิษได้

กระบวนการขับสารพิษออกจากร่างกายมีบทบาทสำคัญที่เป็นตัวกำหนดว่ามีโลหะสะสมอยู่ในร่างกายเป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจาก อัตราการขับสารออกจากร่างกาย (elimination rate) และวิธีการนำเข้าสู่ร่างกาย[1] ซึ่งมีความซับซ้อนและขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ อัตราการย่อยอาหารของร่างกาย (ingestion rate) อาหารที่รับประทาน (diet) สภาวะความเป็นโรคของร่างกาย (disease states) การได้รับโลหะชนิดอื่นๆ (exposure to other metals) และปัจจัยอื่นๆ[3] (other factors)

ยิ่งไปกว่านั้นโลหะสามารถสะสมในร่างกายส่วนอื่นๆ เช่นกระดูกหรือไขมันทำให้มีผลต่อการขับออกของโลหะด้วย โดยปกติแล้วการกำจัดเกลือของโลหะผสมกลุ่มแพลทตินัมที่ได้รับทางปากจะสามารถถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ภายใน 3 วัน และส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 จะถูกขับออกทางของเสียและบางส่วนทางระบบปัสสาวะ[3] การขับออกของโลหะที่เข้าสู่ร่างกายทางเส้นเลือดดำจะช้ากว่า ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าครึ่งชีวิต (half life) ประมาณ 14 วัน และมักสะสมอยู่ที่ ตับ ม้ามและไต

ผลของความเป็นพิษของพัลเลเดียม (Toxic Effects of Palladium)

มีการศึกษาถึงความเป็นพิษของพัลเลเดียมขึ้นครั้งแรกในช่วงต้นปีค.ศ.1930 เป็นต้นมา โดยศึกษาในสัตว์ทดลอง การเพาะเซลล์เนื้อเยื่อ (cell culture) และการศึกษาเอ็นไซม์ต่างๆ ซึ่งมีหลายการศึกษาที่กล่าวถึงความเป็นพิษของพัลเลเดียม[1,2,3,8,11]

ก่อนหน้านี้มีรายงานความเป็นพิษของพัลเลเดียมที่ศึกษาในสัตว์ทดลองด้วยการใช้พัลเลเดียมที่อยู่ในตัวกรองไอเสียรถยนต์ในต้นปีค.ศ.1970 พบว่ามีความเป็นพิษเกิดขึ้นในหนูทดลอง (mice) และหนูนา (rat) โดยการทดสอบไอออนของพัลเลเดียมในสัตว์ทดลองทั้ง 2 ชนิดที่ได้รับพัลเลเดียมเข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีการต่างๆ คือ ทางช่องปาก (oral) ทางผนังช่องท้อง (intraperitoneal) ทางหลอดลม และทางเส้นเลือดดำ ซึ่งวิธีการเข้าสู่ร่างกายของไอออนของพัลเลเดียมนี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลทางด้านชีวภาพ[10] โดยพบว่าในหนูนาที่ได้รับพัลเลเดียมทางช่องปากจะขับพัลเลเดียมคลอไรด์ออกมากกว่าร้อยละ 99 หลังจากได้รับ 3 วัน เมื่อได้รับพัลเลเดียมทางหลอดลมร้อยละ 95 ของพัลเลเดียมคลอไรดจะถูกขับออกหลังจากได้รับ 40 วัน และเมื่อได้รับพัลเลเดียมเข้าทางเส้นเลือดดำ พบว่าร้อยละ 80 ของพัลเลเดียมคลอไรค์จะถูกขับออกหลังจากได้รับ 40 วันเช่นกัน พัลเลเดียมไม่สามารถผ่านทางรกได้แต่กลับพบว่ามีอยู่ในน้ำนม ในกลุ่มที่ได้รับพัลเลเดียมเข้าสู่ร่างกายทางเส้นเลือดดำพบว่ามีการสะสมของพัลเลเดียมในปริมาณความเข้มข้นมากที่ตับ ม้าม ปอดและกระดูก การขับพัลเลเดียมออกจากร่างกายเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากวัสดุบูรณะทางทันตกรรมโดยเฉพาะในงานครอบและสะพานฟันที่นำพัลเลเดียมมาเป็นส่วนประกอบของโลหะผสมอย่างแพร่หลายนั้นสามารถนำพัลเลเดียมเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีเข้าทางช่องปากได้

มีหลายวิธีที่ใช้ประเมินผลของพัลเลเดียมที่เกิดขึ้นในสัตว์ทดลอง โดยวิธีเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายคือ ค่าของปริมาณไอออนของพัลเลเดียมที่ทำให้สัตว์ทดลองตายลงครึ่งหนึ่งภายในระยะเวลาที่กำหนด[11,12] (lethal dose 50; LD 50) ในหนูนาพบค่า LD 50 อยู่ในช่วงระหว่าง 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสำหรับวิธีการเข้าสู่ร่างกายทางเส้นเลือดดำ จนถึงระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเมื่อได้รับทางช่องปาก ขณะที่ในหนูทดลองจะมีค่า LD 50 อยู่ในช่วง 87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเมื่อได้รับทางผนังช่องท้อง และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเมื่อได้รับทางช่องปาก

อีกวิธีหนึ่งที่ใช้คือ การประเมินจากน้ำหนักตัว (body weight) และช่วงอายุ (life span) โดยพบว่าเมื่อหนูทดลองได้รับพัลเลเดียมในปริมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมในน้ำให้หนูทดลองดื่มจนกระทั่งหนูตายเอง ในขณะที่หนูกลุ่มที่ใช้ทดสอบมีการตายน้อย แต่กลับพบหนูกลุ่มที่ได้รับพัลเลเดียมมีอายุยืนกว่ากลุ่มควบคุม มีการสำรวจโดยการวัดปริมาณไอออนของพัลเลเดียมที่พบในอวัยวะต่างๆ ของร่างกายด้วยการวัดอัตราการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากอวัยวะต่างๆ น้ำหนักของอวัยวะ หรือจากการศึกษาอวัยวะต่างๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (histology) ว่ามีความผิดปกติอย่างไร ในหนูทดลองพบว่าไอออนของพัลเลเดียมเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสะสมของพัลเลเดียม

ในไต ตับ ม้ามและหัวใจได้ ขณะที่ในหนูนาพบว่าการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในม้าม ตับ และไตมีค่าลดลงถึงร้อยละ 40 ภายในเวลา 2 ชั่วโมงหลังจากได้รับทางผนังช่องท้องในปริมาณ 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการศึกษาต่อๆ มากลับไม่พบว่ามีผลดังกล่าว ไอออนของพัลเลเดียมพบว่ามีผลต่อการเต้นของหัวใจ[11] โดยหลังจากได้รับพัลเลเดียมในปริมาณระหว่าง 0.25 และ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมทางเส้นเลือดดำพบว่ามีการเกิดเวนตริคูลาร์-อะริทเมีย (ventricular arrhymias) เวนตริคูลาร์ทาคิคาร์เดีย (ventricular tachycardia) จากมัลติเปิลโฟไซ (multiple foci) และเวนตริคูลาร์ไฟบริเลชัน (ventricular fibrillation)

พัลเลเดียมในรูปของสารอนินทรีย์ (inorganic form) เป็นสารที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ[10] แม้ว่าพัลเลเดียมคลอไรด์ซึ่งเป็นเกลือของพัลเลเดียมจะมีผลมากที่สุดต่อสัตว์ทดลองก็ตามแต่กลับพบว่า $(NH_4)_2PdCl_4$, K_2PdCl_4, $PdSO_4$, $Pd(NO_3)_2$, PdO และ $PdCl_2 \cdot 2H_2O$ ก่อให้เกิดความเป็นพิษได้เช่นกัน[10] โดยทั่วไปพบเกลือคลอไรด์ไฮเดรท (chloride salt-hydrate) เป็นสารที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษมากที่สุด ส่วนสารในรูปของออก-ไซด์มีความเป็นพิษน้อยที่สุด[2,9] นอกจากนี้ความเป็นพิษยังขึ้นอยู่กับการนำเข้าสู่ร่างกายและระยะเวลาที่ได้รับ[10]

พัลเลเดียมในปริมาณความเข้มข้นที่มากพอสามารถยับยั้งการทำงานของเซลล์[2,9] โดยไปยับยั้งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ การสังเคราะห์โปรตีน การกระตุ้นการทำงานของไมโตคอนเดรียล (mitochondrial activity) และปริมาณเซลล์ทั้งหมดลดลงครึ่งหนึ่งหลังจากได้รับพัลเลเดียม 24 ชั่วโมง

การสำรวจจากหลายการศึกษารายงานว่า พัลเลเดียมมีผลต่อเซลล์ในร่างกายหลายประการ[2,3,9,10] เช่นยับยั้งเซลล์เม็ดเลือดขาวเคลื่อนเข้าหาสิ่งแปลกปลอมโดยมีผลต่อผนังของเม็ดเลือดขาวที่อุณหภูมิศูนย์องศา และมีผลต่อนิวเคลียสของดีเอ็นเอที่อุณหภูมิร่างกาย (physiologic temperature) นอกจากนี้พัลเลเดียมยังสามารถยับยั้งกลไกการสร้างคอลลาเจนของเซลล์โดยพัลเลเดียมจะไปแทนที่เหล็กที่ตำแหน่งแอ็คทีฟของโพรลิวไฮดรอกไซเลส (prolyl hydroxylase) ซึ่งเป็นเอ็นไซม์สำคัญในการสร้างคอลลาเจน แม้จะยังไม่มีหลักฐานระบุแน่ชัดแต่พบว่าการที่พัลเลเดียมยึดจับกับเอ็นไซม์ ทำให้เปลี่ยนการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอนในเอ็นไซม์บางชนิด ส่งผลให้เอ็นไซม์เกิดการเปลี่ยนรูปและไม่สามารถทำหน้าที่ตามปกติได้

Wataha[1] ในปีค.ศ.2000 ได้รวบรวมหลายบทความพบว่าการกัดกร่อนของโลหะผสมจะเกิดขึ้นเมื่อโลหะผสมถูกไอออไนซ์ได้ธาตุโลหะออกมา ซึ่งเดิมธาตุเหล่านี้ไม่มีประจุแต่เมื่อสูญเสียอิเลคตรอนไป ทำให้กลายเป็นประจุบวกและถูกปล่อยออกมาในสารละลาย การกัดกร่อนเป็นเคมีสมบัติที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมบัติอื่นๆ ตามมาไม่ว่าจะเป็นในแง่ความสวยงาม ความแข็งแรงและการเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ ดังนั้นการกัดกร่อนสามารถเป็นสิ่งบ่งบอกถึงสารที่ปล่อยออกมามีผลต่อเนื้อเยื่อ[12,13]

การกัดกร่อนของโลหะผสมเป็นปรากฏการณ์ที่ค่อนข้างซับซ้อน และขึ้นกับกายภาพสมบัติและเคมีสมบัติของโลหะนั้นๆ ซึ่งการกัดกร่อนเป็นพื้นฐานสำคัญในการบ่งบอกถึงสมบัติในการเข้ากันได้ดีของเนื้อเยื่อ[1,3,5,8] เนื่องจากสารที่ถูกกัดกร่อนออกมาจากโลหะผสมมักเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไม่พึงประสงค์ต่อเนื้อเยื่อ[14,15] (adverse biologic effects) เช่น ความเป็นพิษ (toxicity) อาการแพ้ (allergy) หรือสารก่อมะเร็ง (mutagenicity) การตอบสนองของเนื้อเยื่อต่อสารที่ถูกปล่อยออกมาจากการกัดกร่อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารหรือโลหะที่ถูกปล่อยออกมา รวมถึงระยะเวลาที่สาร หรือโลหะนั้นสัมผัสกับเนื้อเยื่อด้วย

สภาวะความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยที่ทำให้เพิ่มการปล่อยออกของโลหะมากขึ้นตาม โดยเฉพาะในโลหะผสมนิเกิล[1,2,12,13] (nickle alloy) และมีความเกี่ยวข้องต่อการเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ ส่วนภาวะออกซิเดชันและรูปแบบทางเคมีของโลหะจะมีผลต่อการดูดซึม การกระจายไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายและการขับออกของร่างกาย โดยการกระจายไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเป็นพิษต่อร่างกายทั้งระบบ (systemic toxicity)

จากการทดลองทางห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับความเป็นพิษของพัลเลเดียม มีผลพอสรุปได้ดังนี้

1. ขัดขวางการทำหน้าที่ของระบบเอ็นไซม์ที่สำคัญ

ต่อร่างกาย เช่นครีเอตินินไลเนส (creatininlinase) อะโดเลส (adolase) แอลคาไลน์ฟอสฟาเทส (alkaline-phosphatase) และทริปซิน (trypsin) เป็นต้น

2. ระบบการสังเคราะห์คอลเลจ (collage) เช่น กระดูก (bone) และกระดูกอ่อน (cartilage)

3. ขัดขวางไทมิดีน (thymidine) ที่อยู่ในดีเอ็นเอ

4. พัลเลเดียมจะไปสะสมอยู่ในอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เช่น ตับ ไต ม้าม และสมอง

5. เกิดอาการแพ้ในผู้ป่วยที่มีประวัติแพ้นิกเกิล (nickel allergy) มาก่อน

พัลเลเดียมสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการแพ้ โดยมีอาการสำคัญคือ การอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณที่สัมผัสกับพัลเลเดียมทั้งที่ผิวหนังและภายในช่องปาก การเกิดปฏิกิริยาไลคินอยด์[16,17] (lichenoid reaction) และโรคปริทันต์อักเสบ ซึ่งสามารถจำแนกอาการและอาการแสดงในช่องปาก และต่อระบบของร่างกายได้ดังต่อไปนี้คือ

อาการและอาการแสดงในช่องปาก

อาการและอาการแสดงในช่องปาก ได้แก่ ความรู้สึกรับรสของโลหะ (metalic taste) กดเจ็บบริเวณฟัน (tender teeth) เจ็บปวดบริเวณใบหน้า (facial pain) ปวดแสบปวดร้อนที่ลิ้น (burnning tongue) ปากแห้งและปวดแสบปวดร้อนภายในช่องปาก (xerostomia and burnning sensation) ปวดบริเวณฟันและขากรรไกร (pain in teeth and jaw) เกิดการหลุดลอกของเยื่อเมือกช่องปาก (peeling of oral mucosal membrane) อาการที่พบบ่อยคือไลเคนพลานัสในช่องปาก[18] (oral lichen planus) ไลคินอยด์ในช่องปาก (oral lichenoid) และกลุ่มอาการปวดแสบปวดร้อนในช่องปาก[16,17] (burnning mouth syndrome)

อาการและอาการแสดงต่อระบบของร่างกาย

อาการและอาการแสดงต่อระบบของร่างกาย ได้แก่ การเกิดการติดเชื้อราในลำคอ ต่อมน้ำเหลืองปวดบวมในบริเวณลำคอ ผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) เช่นปวดเส้นประสาทบริเวณใบหน้า อัมพาตบริเวณใบหน้า สูญเสียความทรงจำ ผลต่อระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง ผิวหนังบริเวณที่ถูกสัมผัสเกิดการอักเสบ (contact dermatitis) บางครั้งอาจพบว่ามีผลต่อระบบเผาผลาญของร่างกาย ทำให้เกิดกับโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบเผาผลาญได้ เช่น พอร์ไฟเรีย (porphyria)

Garau และคณะ[7] ในปีค.ศ. 2005 รายงานผู้ป่วยหญิงอายุ 71 ปี ถูกส่งต่อมาที่ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย Cagliari ประเทศอิตาลี เพื่อรับการรักษาด้วยการครอบฟันเพื่อความสวยงาม ผู้ป่วยมีประวัติแพ้ต่อสารที่ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้ แต่ไม่มีประวัติแพ้โลหะ ผู้ป่วยเคยได้รับการรักษาทำครอบฟันด้วยโลหะผสมทองในขากรรไกรบนทั้งซ้ายและขวามาเป็นระยะเวลาหลายปี ต่อมาได้รื้อออกและทำครอบฟันใหม่ โดยใช้โลหะผสมเป็น ทอง-พัลเลเดียม (Au-Pd) ร่วมกับพอร์ซเลนตั้งแต่ฟันตัดซี่ข้างขวาถึงฟันเขี้ยวซ้าย หลังจากที่ใส่ไปได้ 2-3 วัน ผู้ป่วยรู้สึกไม่สบายในช่องปาก มีอาการบวมเล็กน้อยและกดเจ็บที่ริมฝีปากบน มีอาการปากแห้งและปวดแสบปวดร้อน

จากการตรวจในช่องปากพบเยื่อเมือกมีอาการอักเสบอย่างรุนแรง (severe mucositis) ที่ตำแหน่งใกล้กับครอบฟัน โดยเฉพาะบริเวณเหงือกในขากรรไกรบน มีเยื่อเมือกบวมแดงวัดความลึกของร่องลึกปริทันต์ได้ 3-4 มิลลิเมตร จากการทำ patch test พบให้ผลบวกต่อพัลเลเดียม จึงได้ทำการรื้อครอบฟันออก และใส่ครอบฟันชั่วคราวที่ทำจากเรซินอะคริลิก (acrylic resin) ร่วมกับให้ยาสเตียรอยด์เฉพาะที่ (topical steroid) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบอาการของรอยโรคในช่องปากดีขึ้นอย่างชัดเจน เยื่อเมือกและอวัยวะปริทันต์กลับสู่สภาพปกติ ภาวะปากแห้งลดลง และอาการปวดแสบปวดร้อนหายไป ต่อมาผู้ป่วยได้รับการใส่ครอบฟันใหม่ที่ทำจากโลหะผสมไทเทเนียม (titanium alloy) ร่วมกับพอร์ซเลน ติดตามผลเป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่าไม่ปรากฏรอยโรคและเยื่อเมือกที่สัมผัสกับโลหะที่ใช้ทำครอบฟันมีสุขภาพที่ดี ลักษณะอาการที่พบในผู้ป่วยรายนี้ เป็นการยากที่จะวินิจฉัยได้ว่าผู้ป่วยแพ้โลหะผสมชนิดใดที่ใช้ทำครอบฟัน ถ้ายังไม่รื้อครอบฟันออก[7] เพื่อประเมินการตอบสนองของเยื่อเมือกที่สัมผัสกับโลหะ รวมถึงอาการและอาการแสดงในลักษณะที่ดีขึ้นหรือไม่

การเปรียบความเป็นพิษของโลหะผสมมีค่ากับโลหะผสมพื้นฐาน

ในการเลือกใช้โลหะผสมสำหรับงานทางทันตกรรม มีปัจจัยหลายอย่างที่เข้ามามีส่วนในการตัดสินใจ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยด้านราคา กายภาพสมบัติหรือการเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ โลหะผสมมีค่าเช่นโลหะผสมทองหรือโลหะผสมพัลเลเดียม ซึ่งมีทอง แพลทตินัม และพัลเลเดียมเป็นส่วนประกอบหลัก จัดเป็นโลหะผสมในอุดมคติสำหรับการทำครอบและสะพานฟันเนื่องจากโลหะที่เป็นส่วนประกอบเหล่านี้มีสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนและการหมองที่ดี[1,4,5] อย่างไรก็ตามราคาของโลหะผสมมีค่านี้มีราคาค่อนข้างสูง ผู้ป่วยบางรายไม่สามารถรับภาระค่าใช้จ่ายได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้โลหะผสมพื้นฐานซึ่งมีราคาถูกกว่า และมีสมบัติในการต้านทานการกัดกร่อนและการหมองที่ต่ำ อีกทั้งยังทำให้เกิดปฏิกิริยาการแพ้โดยเฉพาะในโลหะผสมที่มีนิกเกิลเป็นส่วนประกอบ[12,13,17] ดังนั้นจึงพบว่าโลหะที่เป็นส่วนประกอบของโลหะผสมพื้นฐานมีความสัมพันธ์กับการเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์

มีการศึกษาถึงโลหะที่ใช้เป็นส่วนประกอบของโลหะผสม พบว่าสารที่ปล่อยออกมาจากโลหะผสมเนื่องจากการถูกกัดกร่อนมีความสำคัญในการประเมินความเป็นพิษของโลหะเหล่านี้[12,19] รวมถึงความเป็นพิษต่อเซลล์[13] โดยการทำการทดลองโลหะผสม 7 ชนิด ประกอบด้วยโลหะผสมมีค่าโลหะผสมนิเกิล-โครเมียมที่มีอัตราส่วนต่างๆ 4 ชนิด โลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม และโลหะผสมทองแดง จากผลการทดลองพบว่าโครเมียมและโมลิบดินัมมีบทบาทสำคัญในการต้านทานต่อการกัดกร่อนของโลหะผสม โดยป้องกันการเกิดชั้นออกไซด์ของโลหะอันเป็นผลทำให้มีสารที่ถูกขับออกมาในปริมาณที่น้อยจึงเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์น้อย[13,19] ในขณะที่โลหะผสมทองแดงจะเกิดการหมองและการกัดกร่อนได้มากที่สุด[5,12,14] ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์สูงสุด และก่อให้เกิดความเป็นพิษมากกว่าโลหะผสมนิกเกิลหรือโลหะผสมทองอย่างมีนัยสำคัญ[12,13]

Wataha และคณะ[20] ในปีค.ศ.2002 ทำการศึกษาความเป็นพิษของโลหะผสมชนิดต่างๆ ที่มีต่อแรงเค้น (stresses) ที่เกิดขึ้นได้บ่อยครั้งภายในช่องปากเช่นการแปรงฟัน โดยการแปรงฟันภายใต้ความเป็นกรดหรือแปรงฟันร่วมกับการใช้ยาสีฟัน เปรียบเทียบกับโลหะผสมที่ไม่ได้รับการแปรงฟัน โดยแบ่งโลหะผสมออกเป็น 5 ชนิด คือ ทอง-แพลทตินัม ทอง-พัลเลเดียม นิกเกิล-โครเมียม-แบลิเลียม นิกเกล-โครเมียม (ไม่มีแบลิเลียม) และพัลเลเดียม-ทองแดง-แกลเลียม พบว่าความเป็นพิษของโลหะผสมจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังได้รับการแปรงฟันภายใต้สภาวะบางอย่าง โดยเฉพาะการแปรงฟันร่วมกับการใช้ยาสีฟัน แต่ผลที่เกิดขึ้นกลับมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของโลหะผสม โดยโลหะผสม ทอง-แพลทตินัม ทอง-พัลเลเดียม และนิกเกิล-โครเมียม (ไม่มีแบลิเลียมเป็นส่วนประกอบและมีโครเมียมในปริมาณที่สูง) มีความเป็นพิษเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในขณะที่โลหะผสม พัลเลเดียม-ทองแดง-แกลเลียม มีความเป็นพิษเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะความเป็นกรด และโลหะผสมนิกเกิล-แบลิเลียม มีความเป็นพิษเพิ่มขึ้นเมื่อแปรงฟันร่วมกับใช้ยาสีฟัน

บทวิจารณ์

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความเป็นพิษของพัลเลเดียมอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังไม่แพร่หลายมากนัก ปัจจุบันมีการนำพัลเลเดียมมาใช้ในทางทันตกรรมเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะงานครอบและสะพานฟัน เนื่องจากมีสมบัติในการต้านทานการกัดกร่อนและต้านทานการหมองที่ดี อีกทั้งยังมีความแข็งแรงและราคาไม่แพง แต่การเลือกใช้โลหะควรพิจารณาถึงส่วนประกอบต่างๆ ของโลหะผสมที่ใช้ เพราะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของโลหะที่ใช้ด้วย จากการวิจัยที่ผ่านมาพบความรุนแรงของการเกิดความเป็นพิษของพัลเลเดียมที่ใช้ในงานทางทันตกรรมมีความเสี่ยงน้อย เนื่องจากพัลเลเดียมมีการละลายในสารละลายต่างๆ ได้น้อย จากการศึกษาทั้งในสัตว์ทดลองและในห้องปฏิบัติการยังไม่มีหลักฐานชี้ชัดว่าพัลเลเดียมในปริมาณเท่าไรของโลหะผสมที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษทั้งแบบเฉพาะที่ (local effect) และต่อทั้งระบบของร่างกาย แต่อย่างไรก็ตามความเสี่ยงของการเกิดความเป็นพิษมากที่สุด คือเกิดปฏิกิริยาการแพ้ต่อสารหรือโลหะต่างๆ ซึ่งมักพบในผู้ป่วยที่มีประวัติการแพ้โลหะนิกเกิลมาก่อน[16,17] ถึงแม้จะยังไม่มีความชัดเจนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรก็ตามแต่

ทันตแพทย์ควรทำการซักประวัติทางการแพทย์และทางทันตกรรมของผู้ป่วยอย่างละเอียด เพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการพิจารณาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในผู้ป่วยแต่ละราย

บทสรุป

พัลเลเดียมและโลหะผสมพัลเลเดียม สามารถนำมาใช้ในงานครอบฟันและสะพานฟันได้ดีเช่นเดียวกับโลหะผสมทอง ถึงแม้จะมีสมบัติบางประการที่ด้อยกว่าโลหะผสมทอง โดยเฉพาะในแง่ของความเป็นพิษของพัลเลเดียม แต่เนื่องจากพัลเลเดียมมีราคาที่ถูกกว่าทองมาก และมีความเสี่ยงน้อยต่อความเป็นพิษต่อร่างกาย จึงยังเป็นที่นิยมใช้โลหะชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ตามหากพบผู้ป่วยมีอาการหรืออาการแสดงที่เกิดจากความเป็นพิษของพัลเลดียมทันตแพทย์ไม่ควรตระหนกจนเกินไปนัก เพราะสามารถแก้ไขและมีแนวทางป้องกันโดยการหลีกเลี่ยงไม่ให้โลหะดังกล่าวสัมผัสกับเยื่อเมือกช่องปาก อีกเหตุผลหนึ่งก็คือพัลเลเดียมเองนั้นจัดเป็นโลหะมีค่า จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดความเป็นพิษต่อร่างกายน้อย แต่อาจเป็นข้อยกเว้นในผู้ป่วยที่ง่ายต่อการเกิดปฏิกิริยาการแพ้ (allergic reaction) ดังนั้นการที่จะเลือกใช้โลหะผสมชนิดใดก็ตาม ทันตแพทย์ควรที่จะศึกษาถึงสมบัติต่างๆ ของโลหะที่ใช้เป็นส่วนประกอบของโลหะผสมรวมถึงความปลอดภัยที่ผู้ป่วยจะได้รับควบคู่กันไป

เอกสารอ้างอิง

1. Wataha JC. Biocompatibility of dental casting alloys: a review. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 223-234.
2. Wataha JC, Hanks CT. Biological effects of palladium and risk of using palladium in casting alloys. *J Oral Rehabil* 1996; 23: 309-320.
3. Goyer RA. *Toxic effects of metal* 3rd ed. New York: Macmillan Pubishing Co; 1986: 582-635.
4. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials* 12th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2006.
5. Syverud N, Dahl JE, Hero H, Morisbak E. Corrosion and biocompatibility testing of palladium alloy castings. *Dent Mater J* 2001; 17: 7-13.
6. Papazolou E, Brantley WA, Johnston WM. Evaluation of high-temperature distortion of high-palladium metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 133-320.
7. Garau V, Masala MG, Bortis MC, Pittau R. Contact stomatitis due to palladium in dental alloys: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2005; 93: 318-320.
8. Lygre H. Prosthodontic biomaterials and adverse reactions: a critical review of the clinical and research literature. *Acta Odontol Scand* 2002; 6: 1-9.
9. Wataha JC, Hanks CT, Craig RG. The in vitro effect of metal cations on eukaryotic cell metabolism. *J Biomed Mater Res* 1991; 25: 1133-1149.
10. Moore W, Hysell D, Crocker W, Stara J. Biological fate of ^{103} Pd in rats following different routes of exposure. *Environ Res* 1974; 8: 234-240.
11. Wiester MJ. Cardiovascular action of palladium compounds in the unanesthetized rat. *Environ Health Perspect* 1975; 12: 41-44.
12. Al-Hiyashi A, Bashabsheh OM, Darmani H. Elements released from dental casting alloys and their cytotoxic effects. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 473-478.
13. Al-Hiyashi A, Bashabsheh OM, Darmani H. An investigation of the cytotoxic effects of dental casting alloys. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 8-12.
14. Wataha JC, Malcolm CT, Hanks CT. Correlation between cytotoxicity and element release by dental casting alloys. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 9-14.
15. Wataha JC, Malcolm CT, Hanks CT. Effect of alloy surface composition on release of

elements from dental casting alloys. *J Oral Rehabil* 1996; 23: 583-589.
16. Hensten-Pettersen A. Casting alloys: side effect. *Adv Dent Res* 1992; 6: 38-43.
17. Hensten-Pettersen A, Jacobsen N. Perceived side effects of biomaterials in prosthodontic dentistry. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 138-144.
18. Mizoguchi S, Setoyama M, Kanzaki T. Linear lichen planus in the region of the mandibular nerve caused by an allergy to palladium in dental metals. *Dermatology* 1998; 196: 268-270.
19. Nelson SK, Wataha JC, Neme AML, Cibirka RM, Lockwood PE. Cytotoxicty of dental casting alloys pretreated with biologic solutions. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 591-596.
20. Wataha JC, Lockwood PE, Noda M, Nelson SK, Mettenburg DJ. Effect of tooth brushing on the toxicity of casting alloys. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 94-98.

ขอสำเนาบทความที่:

อ.ทพ.บุญชัย เชาวน์ไกลวงศ์ ภาควิชาทันกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50202

Reprint request:

Dr.Boonchai Chaoklaiwong, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50202