

## Aluminium

เรียบเรียงโดย นพ.วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

วันที่เผยแพร่ 14 เมษายน 2556 ||||| ปรับปรุงครั้งล่าสุด 27 กันยายน 2561

ชื่อ อลูมิเนียม (Aluminium) ||||| ชื่ออื่น Aluminum

สัญลักษณ์อะตอม Al ||||| น้ำหนักอะตอม 26.98 ||||| CAS number 7429-90-5 ||||| UN Number Aluminium powder, coated 1309, Aluminium powder, uncoated 1396, Aluminium smelting by-products or aluminium dross 3170

ลักษณะทางกายภาพ โลหะสีเงินอมขาวหรือสีเทา น้ำหนักเบา มีเนื้อค่อนข้างอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆ ดีแผ่นหรือตัดเป็นรูปทรงต่างๆ ได้ง่าย

คำอธิบาย อลูมิเนียม [สหรัฐอเมริกาเรียกอลูมิเนียม; Aluminum] เป็นโลหะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างและเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ รอบตัวเรา โรคจากอลูมิเนียม นั้น มักพบในอุตสาหกรรมการผลิตและหลอมอลูมิเนียมเป็นจำนวนมาก ที่พบได้บ่อยที่สุดคือสะสมอยู่ในเนื้อปอดทำให้เกิดเป็นพังผืดทั่วไปในบริเวณปอด นอกจากนี้ยังเชื่อว่าอลูมิเนียมทำให้เกิดอาการสมองเสื่อมและอาจสัมพันธ์กับการเกิดโรคอัลไซเมอร์ด้วย

ค่ามาตรฐานในสถานที่ทำงาน ACGIH TLV (2016): Aluminum metal and insoluble compounds TWA = 1 mg/m<sup>3</sup> [1] ||||| NIOSH REL: Aluminum TWA = 10 mg/m<sup>3</sup> (total), 5 mg/m<sup>3</sup> (resp), IDLH = N.D., Aluminum (pyro powders and welding fumes, as Al) TWA = 5 mg/m<sup>3</sup>, IDLH = N.D., Aluminum (soluble salts and alkyls, as Al) TWA = 2 mg/m<sup>3</sup>, IDLH = N.D. [2] ||||| OSHA PEL: TWA = 15 mg/m<sup>3</sup> (total), 5 mg/m<sup>3</sup> (resp) [2] ||||| ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ชี้แจงกักตักความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย (พ.ศ. 2560): Aluminium metal, as Al TWA = 15 mg/m<sup>3</sup> (total), 5 mg/m<sup>3</sup> (resp) [3]

ค่ามาตรฐานในร่างกาย ACGIH BEI (2016): ไม่ได้กำหนดไว้ [1] ||||| DFG BAT (2016): Aluminium in urine (not fixed) = 60 µg/g creatinine [4] ||||| การตรวจระดับอลูมิเนียมในตัวอย่างทางชีวภาพ เพื่อเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพสามารถทำได้ แต่ต้องระมัดระวังในการแปลผลเป็นพิเศษ เนื่องจากอลูมิเนียมเป็นธาตุที่ไม่จำเป็นต่อร่างกายที่ปกติจะพบในปริมาณน้อยๆ (Non-essential trace element) ในร่างกายคนทั่วไปอยู่แล้ว การตรวจระดับอลูมิเนียมในเลือดหรือปัสสาวะ แม้ในของคนทั่วไปก็จะมีช่วงของค่าปกติแปรปรวนอย่างมาก ซึ่งโดยทั่วไปประมาณการกันว่าค่าในเลือดคนทั่วไปอยู่ที่ไม่เกิน 1 µg/dL และค่าในปัสสาวะคนทั่วไปไม่เกิน 10 µg/L [5] อีกทั้งระดับอลูมิเนียมยังเพิ่มขึ้นได้ จากการกินอาหารที่มีสารประกอบอลูมิเนียมผสมอยู่ หรือดื่มน้ำที่มีอลูมิเนียมปนเปื้อน หรือการกินยาลดกรด การนำมาใช้เฝ้าระวังสุขภาพในคนทำงาน องค์กร ACGIH ไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐาน ACGIH BEI (2016) ไว้ [1] ส่วนองค์กร DFG ทำการกำหนดค่ามาตรฐาน DFG BAT (2016) ไว้ โดยให้ตรวจ Aluminium ในปัสสาวะ เก็บตัวอย่างในเวลาใดก็ได้ มีค่าอ้างอิงอยู่ที่ 60 µg/g creatinine [4]

การก่อมะเร็ง ตัวโลหะอลูมิเนียมเอง องค์กร IARC ไม่ได้ทำการประเมินไว้ แต่การทำงานในอุตสาหกรรมการผลิตอลูมิเนียมมีการประเมินไว้ โดย IARC Classification: Occupational exposures during aluminium production = Group 1 (ยืนยันว่าเป็นกิจกรรมที่ก่อมะเร็งเฉพาะปัสสาวะและมะเร็งปอดในมนุษย์) [6] ||||| ส่วนองค์กร ACGIH ได้ประเมินการก่อมะเร็งของโลหะอลูมิเนียมไว้ โดย ACGIH Carcinogenicity (2016): A4 (ไม่สามารถจัดกลุ่มว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ได้) [1]

**แหล่งที่พบ** อลูมิเนียมเป็นธาตุโลหะที่พบได้ตามธรรมชาติบนพื้นผิวโลก และเป็นโลหะที่พบได้ปริมาณมากที่สุด [7] ในธรรมชาติ อลูมิเนียมจะไม่อยู่ในรูปโลหะบริสุทธิ์ แต่มักจะพบเป็นสารประกอบในรูปไตรวาเลนต์ (Trivalency) คือ  $Al^{3+}$  เช่น ในรูปอลูมิเนียมออกไซด์ ( $Al_2O_3$  หรืออาจเรียก Alumina) สินแร่ที่มีอลูมิเนียมอยู่มากมีหลายชนิด ที่พบบ่อย เช่น บอกไซต์ (Bauxite) สำหรับการนำมาใช้นั้น หลังจากผลิตและหลอมแล้ว อลูมิเนียมถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมมากมายหลายอย่างในปริมาณสูง การใช้ส่วนใหญ่จะใช้ในรูปโลหะผสมกับโลหะชนิดอื่น (Alloy) เช่น ใช้เป็นส่วนผสมในชิ้นส่วนเรือ รถยนต์ จักรยาน เครื่องบิน ใช้ห่ออาหารในรูปแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ (Foil) ทำกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม ใช้ในงานก่อสร้างทำขอบหน้าต่าง ประตู หลังคา ผนัง ใช้ผลิตอุปกรณ์ในบ้านและในสำนักงานต่างๆ มากมาย เช่น หม้อ ฉนวน ไม้เบสบอล ชิ้นส่วนนาฬิกา ชิ้นส่วนปากกา ชิ้นส่วนกล้องถ่ายรูป ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องดนตรี ชิ้นส่วนเครื่องประดับ ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ทำสายไฟ ทำสายเคเบิล เนื้อโลหะที่ใช้ผลิตเหรียญของบางประเทศก็มีอลูมิเนียมผสมอยู่ เป็นส่วนผสมในเม็ดสี ใช้ในงานขัดพื้นผิว เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบอลูมิเนียมปนเปื้อนในน้ำดื่ม สารประกอบของอลูมิเนียมบางชนิดยังใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหาร เช่น Aluminium ammonium sulfate, Sodium aluminium phosphate, Sodium aluminosilicate เหล่านี้เป็นต้น และยังเป็นส่วนผสมในยาลดกรด (Antacid) ในรูป Aluminium hydroxide อีกด้วย

**กลไกการก่อโรค** อลูมิเนียมดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้น้อยทั้งทางการกินและการสูดหายใจเข้าไป ส่วนทางผิวหนังนั้นดูดซึมไม่ได้เลยทางการกินนั้น ประเมินการณ์ว่าอลูมิเนียมเพียง 1 % ในอาหารเท่านั้นที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ [8] เมื่อเข้าไปแล้วจะจับกับโปรตีน Transferrin ในกระแสเลือด และไปสะสมที่สมอง ปอด ตับ และกระดูกได้ กลไกการเกิดพิษที่ปอดจะทำให้เกิดพังผืดส่วนที่สมองเชื่อว่าการสะสมของอลูมิเนียมจะทำให้ระบบประสาทเสื่อมลง

**การเตรียมตัวเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน** ไม่มี เนื่องจากเป็นโลหะของแข็ง การรั่วไหลฟุ้งกระจายไปในบริเวณกว้างในลักษณะอุบัติเหตุ สารเคมีจึงมีโอกาสเกิดได้น้อย

#### อาการทางคลินิก

- **อาการเฉียบพลัน** ไม่พบพิษเฉียบพลันจากการสัมผัสอลูมิเนียม
- **อาการระยะยาว** พิษของอลูมิเนียมที่พบจะเกิดจากการสัมผัสในระยะยาว ได้แก่ (1.) พิษต่อปอด เป็นพิษจากการทำงานกับอลูมิเนียมที่สำคัญที่สุด เมื่อคนทำงานสูดหายใจเอาฝุ่นหรือพุ่มของอลูมิเนียมเข้าไปในปอดเป็นระยะเวลานานและมากเพียงพอ จะทำให้เกิดการสะสมของอลูมิเนียมในเนื้อปอด (Aluminosis) เกิดเป็นโรคปอดชื้น โรคปอดนี้เรียกรวมๆ ว่าโรคปอดจากอลูมิเนียม (Aluminium lung disease) โรคปอดจากอลูมิเนียมที่พบส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นพังผืดเกิดขึ้นทั่วไปในเนื้อปอด [9-10] ลักษณะเหมือนโรคฝุ่นจับปอด (Pneumoconiosis) ชนิดอื่นๆ เกิดจากมีการสะสมของอนุภาคอลูมิเนียมในเนื้อปอด แล้วเกิดการอักเสบเป็นพังผืดในเนื้อปอด (Interstitial fibrosis) ขึ้น รายงานในช่วงปี ค.ศ. 1947 – 1949 พบมีผู้ป่วยที่เกิดโรคฝุ่นจับปอด จากการทำงานขัดพื้นผิวด้วยอลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminium oxide) และซิลิกอน (Silicon) ซึ่งเป็นโรคฝุ่นจับปอดแบบที่เกิดอาการอย่างรวดเร็ว และมักทำให้เสียชีวิต [7] โรคกลุ่มนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า Shaver's disease (Bauxite fibrosis) ซึ่งอาจพบได้ในคนถูกรับบ็อกไซด์ด้วย นอกจากอาการแบบพังผืดทั่วปอดแล้ว โรคปอดจากอลูมิเนียมยังเคยมีรายงานในลักษณะอื่นๆ ได้อีก เช่น Granulomatous disease, Interstitial pneumonitis และ Pulmonary alveolar proteinosis แต่มีรายงานไม่บ่อยนัก [10] โรคฝุ่นจับปอดจากอลูมิเนียมนี้ เชื่อว่าสามารถพบรอยผิดปกติในเนื้อปอดได้ตั้งแต่วัยแรกจากการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความละเอียดสูง (High Resolution Computed Tomography; HRCT) ซึ่งมีความละเอียดสูงกว่าการถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบธรรมดา [11] โรคปอดที่อาจมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานกับอลูมิเนียมอีกอย่างหนึ่ง คือโรคหอบหืดที่พบในโรงงานผลิตอลูมิเนียม (Potroom asthma) แต่โรคหอบหืดชนิดนี้เชื่อว่าเกิดจากไอของฟลูออไรด์ฟลักซ์ (Fluoride flux) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต [12] มากกว่าจะเกิดจากพิษของอลูมิเนียมเอง (2.) พิษต่อกระดูก ทำให้เกิดภาวะกระดูกบาง (Osteomalacia) พบในคนที่ได้รับอลูมิเนียมเกินขนาดจาก

การกินยาลดกรดบ่อยเกินไป และผู้ป่วยไตวายที่ล้างไตนานๆ เชื่อว่าอาจเกิดจากออลูมิเนียมไปขัดขวางการดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสเข้าสู่ร่างกาย (3) พิษต่อระบบประสาท สามารถทำให้เกิดอาการสมองเสื่อมขึ้นในสัตว์ทดลองหลายชนิด จึงเชื่อว่าน่าจะทำให้เกิดอาการสมองเสื่อมในมนุษย์ได้ด้วย กลุ่มอาการหนึ่งที่พบคือกลุ่มอาการหลงลืมจากการฟอกเลือด (Dialysis dementia) เป็นอาการสมองเสื่อมที่พบในผู้ป่วยที่ล้างไตโดยการฟอกเลือด (Hemodialysis) มาเป็นเวลานานอย่างน้อย 3 – 7 ปีขึ้นไป จะเกิดอาการพฤติกรรม หลงลืม กล้ามเนื้อกระตุก ชัก และบางรายทำให้เสียชีวิตได้ เชื่อว่าเกิดจากได้รับออลูมิเนียมเกินและไปสะสมในสมอง โดยอาจได้รับมาจากยาลดกรดซึ่งเป็นยาที่มักใช้ในผู้ป่วยไตวาย หรือปนเปื้อนอยู่ในน้ำล้างไตก็ได้ ตรวจระดับออลูมิเนียมในเลือด สมอง กล้ามเนื้อ และกระดูกจะพบค่าสูง อีกกลุ่มอาการหนึ่งที่เชื่อว่าจะสัมพันธ์กับพิษของออลูมิเนียมคือโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) เนื่องจากการค้นพบว่าเนื้อสมองของคนเป็นอัลไซเมอร์จะมีออลูมิเนียมสูงกว่าปกติ อย่างไรก็ตามสมมติฐานนี้ยังไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะสรุปได้ว่าจริงหรือไม่ (4) สำหรับผลการก่อกวนเรื้อรังนั้น พบว่าการทำงานในอุตสาหกรรมการผลิตออลูมิเนียม เพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งกระเพาะปัสสาวะและมะเร็งปอด อย่างไรก็ตามดูเหมือนว่าผลการก่อกวนเรื้อรังน่าจะสัมพันธ์กับสารเคมีอื่นที่พบในกระบวนการผลิต เช่น Benzo[a]pyrene หรือฝุ่นซิลิกา มากกว่าที่จะเกิดจากออลูมิเนียมโดยตรง

**การตรวจทางห้องปฏิบัติการ** การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่มีประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคปอดจากออลูมิเนียมคือ การถ่ายภาพรังสีทรวงอกเพื่อดูการเกิดพังผืดในเนื้อปอด การทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความละเอียดสูงของทรวงอก ซึ่งเชื่อว่าเป็นค่าหาโรคได้ในระยะแรก การตรวจสมรรถภาพปอด ซึ่งอาจพบลักษณะปอดจำกัดการขยายตัว (Restriction) ได้ในรายที่เกิดอาการของโรคฝุ่นจับปอดขึ้นแล้ว การตรวจระดับออลูมิเนียมในปัสสาวะ อาจช่วยยืนยันการสัมผัส

#### **การดูแลรักษา**

- **การปฐมพยาบาล** ไม่มี เนื่องจากไม่มีพิษแบบเฉียบพลัน
- **การรักษา** (1) กรณีโรคฝุ่นจับปอดจากออลูมิเนียม การรักษาที่ดีที่สุดคือเปลี่ยนงาน นำผู้ป่วยออกมาจากการสัมผัสฝุ่นหรือพุ่มของออลูมิเนียมให้เร็วที่สุด โดยทั่วไปแล้วถึงแม้จะออกจากการสัมผัสแล้วก็ตาม อาการของโรคฝุ่นจับปอดก็ยังคงดำเนินต่อเนื่อง เกิดการอักเสบต่อไปได้ หลังจากเปลี่ยนงานให้ทำการรักษาแบบประคับประคอง ให้อาบน้ำอุ่น ให้อาบน้ำเย็น หลอดลม ตามอาการ (2) กรณีโรคสมองเสื่อมจากการล้างไต ซึ่งเชื่อว่าจะเกิดอาการเนื่องจากมีออลูมิเนียมในร่างกายเกิน อาจตรวจระดับออลูมิเนียมในเลือด ซึ่งมีองค์กรที่กำหนดมาตรฐานไว้คือ CEC (Commission of the European Communities) ได้กำหนดให้ระดับออลูมิเนียมในน้ำล้างไตต้องไม่เกิน 10 µg/L สำหรับการล้างแบบฟอกเลือด (Hemodialysis) และไม่เกิน 15 µg/L สำหรับการล้างทางหน้าท้อง (Peritoneal dialysis) ส่วนในร่างกายผู้ป่วย ระดับออลูมิเนียมในเลือดคนไตวาย ถ้าเกิน 6 µg/dL ถือว่าเริ่มสูง ถ้าเกิน 10 µg/dL ต้องตรวจติดตามบ่อยๆ และสูงสุดได้ไม่เกิน 20 µg/dL [13] ถ้าค่าสูงกว่าปกติ ให้ทำการรักษา (Chelation) ด้วยยา Deferoxamine หรือ Deferiprone เหมือนกับผู้ป่วยที่มีภาวะเหล็กเกิน (Iron overload) [8]

**การป้องกันและเฝ้าระวัง** การป้องกันที่ดีที่สุดคือการควบคุมที่แหล่งกำเนิดตามหลักอาชีวอนามัย กรณีโรคปอดที่เกิดจากออลูมิเนียม สถานประกอบการที่พบผู้ป่วยบ่อยคือโรงงานผลิตแร่ออลูมิเนียมนั่นเอง จึงควรเฝ้าระวังไว้เป็นอย่างมากที่สุด ส่วนโรงงานที่ใช้ออลูมิเนียมที่หลอมมาเป็นโลหะผสมแล้วอาจมีความเสี่ยงน้อยกว่า อย่างไรก็ตามถ้ากระบวนการทำงานทำให้มีฝุ่นหรือพุ่มออลูมิเนียมเกิดขึ้นในปริมาณมากก็ควรเฝ้าระวังโรคไว้เช่นกัน ควรตรวจวัดระดับฝุ่นออลูมิเนียมในสถานที่ทำงานและควบคุมไม่ให้เกินค่ามาตรฐาน ให้คนทำงานใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเองที่เหมาะสม ในการเฝ้าระวังโรค ควรสอบถามอาการหอบเหนื่อย แน่นหน้าอก ในพนักงานที่ทำงานมานานและสัมผัสในขนาดสูง การตรวจสุขภาพอย่างน้อยควรตรวจภาพรังสีทรวงอกเพื่อค้นหาภาวะฝุ่นจับปอด ตรวจสมรรถภาพปอดด้วยถ้าทำได้ กรณีสงสัยว่าผู้ป่วยจะเป็นโรคฝุ่นจับปอดจากออลูมิเนียมในระยะเริ่มแรก อาจส่งตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความละเอียดสูงของทรวงอกเพื่อยืนยัน

## เอกสารอ้างอิง

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH; 2016.
2. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Pocket guide to chemical hazards (NIOSH Publication No. 2005-149). 3rd printing. Cincinnati: NIOSH; 2007.
3. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ชี้แจงจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 198 ง. (ลงวันที่ 28 มิถุนายน 2560).
4. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). List of MAK and BAT values, 2017. Report 53, Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Weinheim: Wiley-VCH; 2016.
5. Lauwerys RR, Hoet P. Industrial chemical exposure: Guidelines for biological monitoring 3rd ed. Florida: CRC Press; 2001.
6. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans Vol. 100F – Chemical agents and related occupations. Lyon: IARC Press; 2012.
7. Stellman JM, editor. ILO encyclopaedia of occupational health and safety. 4th ed. Geneva: International Labour Organization; 1998.
8. Klaassen CD, editor. Casarett and Doull's toxicology: The basic science of poisons. 7th ed. New York: McGraw-Hill; 2008.
9. Avolio G, Galietti F, Iorio M, Oliaro A. Aluminium lung as an occupational disease: Case reports. *Minerva Med* 1989;80(4):411-4.
10. Hull MJ, Abraham JL. Aluminum welding fume-induced pneumoconiosis. *Hum Pathol* 2002;33(8):819-25.
11. Kraus T, Schaller KH, Angerer J, Hilgers RD, Letzel S. Aluminosis--detection of an almost forgotten disease with HRCT. *J Occup Med Toxicol* 2006;1:4.
12. Sim M, Benke G. World at work: hazards and controls in aluminium potrooms. *Occup Environ Med* 2003;60(12):989-92.
13. Commission of the European Communities (CEC). Resolution of the council and the representatives of the member states, meeting within the council of 16 June, 1986, concerning the protection of dialysis patients by minimizing the exposure to aluminium. 86/C 184/09 Off J Eur Communities 23 July 1986.