"ความสำคัญระดับชาติ: พิษตะกั่วในเมืองและในสี"

คมสัน พิระภัทรุ่งสุริยา

ตะกั่วทำให้เกิดอาการผิดปกติของแทบทุกระบบในร่างกาย อาการตะกั่วเป็นพิษเริ่มต้นเช่น ปวดหัว ปวดท้อง เพลีย ไปจนถึงระดับอันตรายเฉียบพลันคือ โรคไต มะเร็ง ชัก และเสียชีวิต โรคตะกั่วเป็นพิษเกิดขึ้นตั้งแต่สมัยอาณาจักรโรมัน โดยเชื่อว่าเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้อาณาจักรโรมันล่มสลาย โดยไม่ทราบว่าแหล่งตะกั่วต้นเหตุมาจากโลหะผสมที่ใช้ทำท่อประปา ซึ่งชาวโรมันถือว่าเป็นสิ่งหนึ่งที่ชี้ความรุ่งเรืองของอาณาจักร ปัจจุบันตะกั่วยังคงมีอยู่ โดยพบในเขตเมืองมากกว่าในชนบท ทั้งในดิน แหล่งน้ำ และอากาศ เพราะมีอยู่ในผลิตภัณฑ์หลายชนิด แม้แต่ในประเทศที่มีการดูแลจัดการที่ดีเกี่ยวกับตะกั่ว และสุขภาพ เช่น สหรัฐอเมริกา ตามรายงานของ U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency) ยังคงมีพื้นที่อันตรายจากพิษตะกั่วสูงในอากาศถึง 10 บริเวณในปี พ.ศ. 2542 สีเป็นแหล่งตะกั่วต้นเหตุสำคัญในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะต่อเด็ก ที่มีอาการโรคตะกั่วเป็นพิษรุนแรงมากกว่าในผู้ใหญ่ในปริมาณตะกั่วที่รับเท่ากัน อาการป่วยอย่างหนึ่งในเด็กคือ สติปัญญาไม่พัฒนา นอกจากนั้น ตะกั่วยังมีผลต่อทารกในครรภ์คือ ทำให้คลอดก่อนกำหนด, น้ำหนักน้อย, ไอคิวต่ำ และหากมีในปริมาณสูงทำให้แท้งได้ หลายประเทศออกกฎหมายให้เจ้าของบ้านให้เช่าต้องรับผิดชอบแจ้งต่อผู้เช่าว่าสีเก่าของอาคารมีตะกั่วผสมหรือไม่ หากมีต้องรับผิดชอบดำเนินการให้เหมาะสมถูกต้อง นอกจากนั้น การลอกสีที่มีตะกั่วต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะ และดำเนินการโดยผู้ผ่านการอบรมแล้วเท่านั้น

การขาดความรู้เกี่ยวกับตะกั่วของประชาชน อาจนำไปสู่การนำตะกั่วไปใช้ และทำให้ผู้คนจำนวนมากป่วยได้ ดังเช่น (1) เหตุการณ์ในปี พ.ศ. 2545 ที่มีการใส่โลหะตะกั่วในหัวกุ้งสดเพื่อเพิ่มน้ำหนักให้ขายได้ราคาสูงขึ้น (2) การเทน้ำกรดทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม, นำ "แบตเตอรี่ประเภทที่มีตะกั่ว" หรือตะกั่วกลับมาใช้ใหม่อย่างไม่เหมาะสม (3) การไม่ให้ความรู้กับผู้เรียงพิมพ์อักษรที่ทำจากตะกั่วในโรงพิมพ์บางแห่ง (4) การผสมตะกั่วลงในสีของโรงงานแห่งหนึ่ง ทั้งที่ทราบว่าผิดกฎหมาย (ข้อมูลส่วนตัว) ดังนั้น เราจึงควรรู้จักตะกั่ว เพื่อหลีกเลี่ยงอันตราย เพื่อการรณรงค์ ดูแลจัดการสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับตะกั่วให้ดีขึ้น เพื่อประโยชน์ต่อทุกคน

ตะกั่วคืออะไร ?

สารตะกั่ว หรือตะกั่วตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า "lead" ออกเสียงคล้าย "เหลด" และมี สัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pb ตะกั่วเป็นธาตุโลหะ ไม่สูญหาย แต่เปลี่ยนรูปได้ จึงอยู่ในรูปสารประกอบหลายชนิด ที่มีสถานะเป็นไปดังทั้งแก๊ส, ของแข็ง และไอออนละลายอยู่ในน้ำ ตามธรรมชาติสะสมอยู่ใต้ดิน และมีในผลิตภัณฑ์หลายชนิด มนุษย์ใช้ประโยชน์ตะกั่วเพราะเป็นโลหะที่ (1) มีมาก (2) ราคาต่ำ (3) หลอมง่ายกว่าโลหะอื่น (4) ขึ้นรูปได้ง่าย เรื่องสำคัญเกี่ยวกับตะกั่วไม่ใช่ประโยชน์ แต่คือโทษ โทษในระดับ "**ภัยพิบัติ**" ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีใครมีภูมิต้านทานต่อตะกั่ว และโรคตะกั่วเป็นพิษเกิดขึ้นได้ทั่วโลก แม้ในบางประเทศที่เจริญแล้ว เกิดทั้งในผู้ใหญ่ และเด็ก โดยเฉพาะเด็กเล็กและทารกในครรภ์ อาการของโรคตะกั่วเป็นพิษมีหลายอย่าง โรคตะกั่วเป็นพิษมักเกิดโดยเข้าใจว่าเกิดจากสาเหตุอื่น หรือเกิดโดยไม่รู้ตัว เพราะอาการไม่ชัดเจน เนื่องจากส่วนใหญ่ปริมาณตะกั่วอยู่ในระดับต่ำ แต่อาการร้ายแรงอาจเกิดขึ้นได้หากตะกั่วสะสมในร่างกายมากระดับหนึ่ง

ปัญหาจากตะกั่วนอกจากเกิดเพราะ (1) ไม่มีใครมีภูมิต้านทาน (2) ทำให้ป่วยรุนแรงได้ (3) ประชาชนไม่รู้ หรือไม่ตระหนักถึงพิษของตะกั่ว (4) แพร่กระจายได้ง่ายในดิน, น้ำ และอากาศ จึงอันตรายต่อทุกสิ่งมีชีวิต และ (5) สะสมได้ในอวัยวะ เนื้อเยื่อ และเซลล์ ในหลายประเทศตะกั่วเป็นเรื่องที่น่ากลัว เพราะประชาชนไม่รู้จักตะกั่วดีพอว่าสามารถให้อันตรายถึงแก่ชีวิตได้ เมื่อมนุษย์รู้จักพิษของตะกั่วดีพอ จึงได้ยกเลิกการใช้น้ำมัน

ผสมสารตะกั่ว อย่างไรก็ตาม ตะกั่วยังมีอยู่ในสีทาอาคารของหลายประเทศ แม้ว่ากฎหมายในปัจจุบันห้ามตะกั่วเป็นส่วนผสมในสี

เคมีของตะกั่ว

ตะกั่วในที่นี้หมายถึง "ธาตุตะกั่ว (elemental lead) สารตะกั่ว หรือตะกั่ว (lead) เป็นธาตุโลหะ มีสัญญลักษณ์ทางเคมีเป็น Pb มีความอ่อนตัว สามารถตีให้ขึ้นรูปได้ (malleable) หรือทำให้เป็นเส้นได้ (ductile) และมีความสามารถนำไฟฟ้าต่ำ มีสีขาวอมฟ้า (bluish-white) ผิวตะกั่วเมื่อถูกตัดใหม่ให้สีสะท้อนวาวคล้ายเงิน แต่หายไปในเวลาอันสั้น ตะกั่วในธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ในรูป PbS ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่างตะกั่วและกำมะถัน (S) สารประกอบ PbS เป็นองค์ประกอบหลักของสินแร่ (ore) ที่เรียกว่า "กะลีนะ (galena)" ซึ่งมักมีสีเทา (Galena มีสีตั้งแต่เทาถึงดำ) และอาจอยู่ในรูปเหลี่ยม ตะกั่วมีเลขอะตอม 82, น้ำหนักอะตอม 207.19, จุดหลอมเหลว 327.5^{0}ซ., จุดเดือด 1,744^{0}ซ., ความถ่วงจำเพาะ 11.35 เนื่องจากคุณสมบัติความหนาแน่นและนิวเคลียส ตะกั่วจึงสามารถป้องกันรังสีได้ดี และตะกั่วยังเป็นผลที่ได้จากสารกัมมันตรังสี ยูเรเนียม (uranium) จึงสามารถใช้สัดส่วนตะกั่วและยูเรเนียมคำนวณอายุของหินได้ ตะกั่วในรูปสารประกอบทุกรูปเมื่อเข้าสู่ร่างกาย หรือเซลล์จึงแสดงความเป็นพิษ

สารประกอบตะกั่วมีหลายรูปด้วยกัน ทั้งรูปไอโซโทป (isotope), อินทรีย์ และอนินทรีย์ หลายรูปสามารถเปลี่ยนเป็นธาตุตะกั่วที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช ตะกั่วในรูปที่เป็น isotope เป็นผลที่ได้จากสารกัมมันตรังสี โดยรูป lead-206, lead-207 และ lead-208 ได้จากสารกัมมันตรังสี uranium, actinium และ thorium รูปอินทรีย์เช่น tetraethyl lead, tetramethyl lead, lead (II) ethanoate, lead oleate เป็นต้น Lead oleate ($Pb[CH_3(CH_2)_7HC{=}CH(CH_2)_7COO]_2$ มีสีขาว ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในแอลกอฮอล์, อีเทอร์, และเทอเพนไทน์ นิยมใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันชักเงา, แลกเกอร์, ตัวทำแห้ง (paint drier) และน้ำมันหล่อลื่นสำหรับความดันสูง รูปอนินทรีย์มักมีสี เช่น $PbCrO_4$, $PbCO_3$, PbO, Pb_3O_4 เป็นต้น ตะกั่วที่ผสมอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงผสมตะกั่ว (leaded gasoline) ที่ใช้ในอดีตอยู่ในรูปตะกั่วอินทรีย์ "$Pb(C_2H_5)_4$" อาจเรียกหรือสะกดได้ทั้ง tetraethyl lead, lead tetraethyl หรือ tetraethylead

ตะกั่วในสีอยู่ในรูปของสารประกอบหลายชนิด เช่น $PbCO_3$, PbO, Pb_3O_4, $PbCrO_4$ ที่ล้วนแล้วแต่สามารถให้ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ Lead carbonate $(PbCO_3)Pb(OH)_2$ หรือ white lead เป็นเม็ดผงสีขาว มีใช้มานานกว่า 2,000 ปีแล้วในการผลิตสีขาว และในปัจจุบันยังมีการใช้เป็นส่วนผสมของสารขึ้นเงาของวัสดุเซรามิก Lead monoxide (PbO) หรือ litharge เป็นเม็ดผงมีสีเหลือง นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เซรามิก, คาพาซิเตอร์, พลาสติกโพลีไวนิลคลอดไรด์, electrophotographic plates, ferromagnetic และ ferroelectric materials นอกจากใช้ในการผลิตสีเหลืองแล้ว PbO ยังใช้เป็นตัวทำแห้งในผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ใช้ในสี และน้ำมันชักเงา (varnish) (เช่น แลคเกอร์ (lacquer) Red lead หรือ minium (Pb_3O_4) เป็นผงสีแดง มักใช้ผสมในสีเพื่อป้องกันสนิมให้กับโครงสร้างเหล็ก Lead chromate หรือ chrome yellow ($PbCrO_4$) เป็นเม็ดผงสีเหลือง เม็ดสีเช่น chrome red, orange chrome yellow และ lemon chrome yellow เป็นเม็ดสีที่ได้มาจากการปรับส่วนผสมที่มี lead chromate Lead (II) ethanoate $(Pb(C_2H_3O_2)_2\ 3H_2O$ เป็นผงสี

ขาว ที่มีรสหวาน จึงถูกเรียกว่า sugar of lead ซึ่งใช้ผสมในสีทาวัสดุ เพื่อเป็นเม็ดสี, ใช้จับกับเม็ดสี, เป็นตัวทำแห้ง (สารประกอบนี้สามารถใช้เพื่อการผลิตสารประกอบรูปอื่นของตะกั่ว)

ที่อุณหภูมิห้อง ตะกั่วถูกละลายได้ดีในกรดไนตริค และละลายน้อยมากในกรดซัลฟูริค และไฮโดรลิค ในสภาพที่มีอากาศ ตะกั่วทำปฏิกิริยาได้ดีกับน้ำได้เป็น lead hydroxide ซึ่งละลายได้เล็กน้อย แม้ว่าน้ำประปาโดยทั่วไปมักมีเกลือหลายชนิดละลายอยู่ และป้องกันการเกิด lead hydroxide ได้ แต่ท่อประปาไม่ควรมีตะกั่วเป็นส่วนผสม เพราะยังคงมีตะกั่วละลายอยู่ในน้ำระดับหนึ่ง

ตะกั่วและอดีต

โดยไม่ทราบว่าเป็นพิษ ตะกั่วถูกนำมาใช้ตั้งแต่ศตวรรษที่ 3 AD เพื่อผสมกับดีบุกได้เป็นโลหะผสมที่เรียก "pewter" มีใช้ตั้งแต่สมัยโรมัน และกรีก ในการทำภาชนะบรรจุน้ำ และอาหาร ภาชนะนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในยุโรปและอเมริกาในช่วงศตวรรษที่ 17-19 ยกเว้นในประเทศเสปน Pewter เป็นแหล่งตะกั่วที่อันตราย แหล่งตะกั่วอื่นของชาวโรมันคือ ท่อประปา และภาชนะบรรจุน้ำฝน ซึ่งทำจากโลหะที่มีตะกั่วผสม ชาวกรีกและโรมันยังใช้ตะกั่ว, สังกะสี และเงินเป็นส่วนผสมของโลหะสัมฤทธิ์ เพื่อสร้างเครื่องมือ, อาวุธ, เหรียญ และงานศิลปะ เหตุผลที่ตะกั่วถูกนำมาใช้เนื่องจากพบในปริมาณมาก, ราคาถูก, จุดหลอมเหลวต่ำ และขึ้นรูปได้ง่าย

ตะกั่วบริสุทธิ์ถูกแยกออกธรรมชาติเป็นครั้งแรกโดย Clement Clarke ชาวเมือง Bristol ประเทศอังกฤษโดยใช้เตาหลอมและถ่านหินเมื่อปี ค.ศ. 1682 แต่ต้องใช้เวลานานเกือบ 70 ปีที่ Thomas Cadwalader แพทย์ชาวอเมริกาเหนือที่มีข้อสงสัย และเสนอว่าตะกั่วที่ผสมอยู่ในโครงสร้างท่อ และหม้อกลั่นที่ใช้อย่างแพร่หลายให้ตะกั่วละลายอยู่ในน้ำ ถึงแม้ว่ามีอยู่ในปริมาณต่ำ แต่ก็เป็นอันตราย เพราะตะกั่วสะสมได้ในร่างกาย

ในอดีตตะกั่วใช้เป็นส่วนผสมของโลหะหลายชนิด เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น รูปปั้น, ตุ๊กตา, ท่อประปา, จาน, ถ้วย, เหยือกน้ำ เป็นต้น ตะกั่วที่มีผลสำคัญในคนปัจจุบันมาจาก"สารกันเครื่องยนต์สำลัก (antiknock compound)" ที่ใช้ผสมในน้ำมันเชื้อเพลิง (petrol/gasoline) เพื่อให้รถยนต์วิ่งอย่างไม่สะดุด โดยมีองค์ประกอบหลักเป็น tetraethyl lead ($Pb(C_2H_5)_4$) ซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญที่สุดในการเกิดตะกั่วในอากาศ เพราะเมื่อตะกั่วอินทรีย์นี้ออกมาจากท่อไอเสีย จะปลิวไปได้ในอากาศ ตกลงตามพื้น ไปอยู่ในดิน น้ำ หรืออาหารได้

แหล่งตะกั่ว

ในยุคโรมันแหล่งตะกั่วที่สำคัญคือ ท่อประปาที่มีตะกั่วเป็นส่วนผสม ซึ่งเชื่อว่าเป็นส่วนหนึ่งของการล่มสลายของอาณาจักรโรมัน ในอดีตถัดมา แหล่งตะกั่วที่สำคัญคือ โลหะ pewter ที่ใช้สร้างภาชนะประเภทถ้วย, จาน และเหยือกน้ำ ที่นิยมใช้ในช่วงศตวรรษที่ 17 และ 19 ยุคถัดมาคือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ผสมสารตะกั่ว และในปัจจุบัน "สี (paint)" คือแหล่งแพร่ตะกั่วที่สำคัญในหลายประเทศทั่วโลก

ในบรรดาธาตุด้วยกัน ตะกั่วมีมากในธรรมชาติลำดับที่ 36 ตามธรรมชาติแล้ว จึงพบตะกั่วได้ทั่วโลกในรูปสารประกอบ PbS ในหินกะลีนะ รองลงมาคือหิน cerussite ($PbCO_3$) และ anglesite ($PbSO_4$) หินกะลีนะซึ่งมีสีเทา (อาจพบในรูปเหลี่ยม) นอกจากมี PbS เป็นองค์ประกอบที่สำคัญแล้ว ยังมีโลหะอื่นเจือปนอยู่ด้วยคือ ทองแดง, สังกะสี, เงิน และทอง การทำเหมืองแร่โลหะราคาสูงเหล่านี้จึงมักได้ตะกั่วออกมาด้วย และเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง เหมืองทองคำ และเหมืองทองแดง จึงเป็นแหล่งตะกั่วที่สำคัญ อุบัติเหตุ หรือการจัดการที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุสำคัญที่ปล่อยแร่ตะกั่วออกสู่สิ่งแวดล้อมรอบเหมือง

นอกจากเหมืองแล้ว แหล่งที่ให้ตะกั่วปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมที่สำคัญคือ โรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตแบตเตอรี่ที่ใช้ตะกั่ว, โรงงานหลอมตะกั่ว, โรงงานผลิตสารปราบรา, โรงงานผลิตแก้ว, โรงงานผลิตพลาสติกพีวีซี,

โรงงานผลิตลูกปืน เหล็ก เหล็กกล้า และโลหะอื่น โรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ (hard disk) ที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ก็เกี่ยวข้องกับตะกั่ว

รายงานหลายฉบับกล่าวถึงแหล่งตะกั่วที่ทำให้ผู้ใหญ่ป่วยจากพิษตะกั่วอย่างรุนแรง เช่น (1) ยาพื้นบ้าน (folk remedy) ที่มักมีสี (สารประกอบตะกั่วมักมีสี), (2) ยาหม้อที่ต้มและเคี่ยวพืชที่ปนเปื้อนด้วยตะกั่ว (ความเข้มข้นตะกั่วจึงสูงขึ้น), (3) ลูกอมที่ผลิตจางโรงงานผิดมาตรฐาน ซึ่งมักมีสี และไม่ได้ขอขึ้นทะเบียน (4) อาหารกระป๋องในอดีตที่ใช้โลหะเชื่อมต่อมีตะกั่วเป็นส่วนผสม แหล่งตะกั่วเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายโดยการกิน แหล่งอื่นที่อาจให้ตะกั่วผ่านทางกิน เช่น ภาชนะแก้วเจียรนัยบางอย่าง, สารขึ้นเงา (ceramic glaze) ที่เคลือบภาชนะเซรามิก หรือสีบนผิวเซรามิกที่ใช้ในลักษณะ "สีบนเคลือบ" (ไม่ใช่ "สีใต้เคลือบ") ที่ลอกหลุดได้หากมีการขัดสี หรือใช้งานบ่อย ตะกั่วอาจออกมาจากภาชนะได้ โดยเฉพาะเมื่อใส่อาหารที่เป็นกรด หรือแอลกอฮอล์ เช่น น้ำผลไม้, เครื่องดื่มน้ำอัดลม, มะเขือเทศ, น้ำมะเขือเทศ, ไวน์ เป็นต้น ลูกกระสุนปืนที่ฝังอยู่ในร่างกายก็อาจเป็นแหล่งแพร่ตะกั่วที่สำคัญ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้ข้อมูลว่า ไม่ควรใช้ภาชนะที่สีลอกหลุดง่าย และที่มีสีเข้มฉูดฉาด (เช่น สีแดง, ส้ม และน้ำเงิน) และภาชนะที่ตกแต่งด้วยรูปลอก เพราะมีปริมาณตะกั่วและแคดเมียมมากกว่าภาชนะที่ไม่มีลวดลายตกแต่งด้วยสีสันมาก ส่วนภาชนะที่มีการเผาเคลือบ โดยไม่ตกแต่งลวดลายจะไม่พบโลหะหนัก หรือพบก็มีปริมาณน้อยมาก จึงปลอดภัย ไม่ควรใช้ภาชนะที่สีลอกหลุดง่ายคือ สีไม่เรียบทราบได้โดยการใช้นิ้วมือสัมผัส

แหล่งตะกั่วอื่นที่อาจพบได้อีก เช่น สารฆ่ารา, เครื่องสำอาง, แบตเตอรี่บางชนิดและน้ำกรดจากแบตเตอรี่, ฉนวนหุ้มในสายไฟฟ้า, โลหะสำหรับบัดกรี (solder), ตะกั่วถ่วงม่าน และเบ็ดตกปลา, สารเคมีใช้ในการอัดภาพถ่าย, กระจกสี (stained glass), สารขึ้นเงาผิวไข่มุกปลอม, ม่านหน้าต่างทำจากพลาสติกไวนิล, ทองเหลือง (brass), สัมฤทธิ์ (bronze), วัสดุกันรังสี (เช่น อุปกรณ์เครื่องเอกซ์เรย์, กำแพง, ภาชนะ), ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (capacitor), ตัวต้านทานกระแสไฟฟ้า (resistor), ตะกั่วในงานเรียงพิมพ์, หลอดภาพทีวี, ตะกั่วบัดกรี เป็นต้น ตะกั่วบัดกรีใช้เชื่อมต่อในแผงวงจรไฟฟ้า, ไอซี, คอมพิวเตอร์ และที่คล้ายกัน จึงพบตะกั่วได้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ทีวี, ตู้เย็น, คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์ เป็นต้น

ตะกั่วที่ใช้ผสมในสี (paint) และเม็ดสี (pigment) เป็นแหล่งสำคัญที่นำสีเข้าสู่ร่างกาย สีนี้ใช้ทาอาคาร, ของเล่น, เรือ, ผิวจราจร เป็นต้น รวมทั้งสีที่ใช้วาดภาพ, ภาพสีในหนังสือพิมพ์

ดิน และแหล่งน้ำอาจได้รับตะกั่วจากโรงงานอุตสาหกรรม, เหมือง หรือระบบบำบัดน้ำเสียที่มีตะกั่วปนอยู่ หรืออาจมาจากน้ำมันผสมตะกั่วที่ใช้ในอดีต สัตว์น้ำจึงได้รับตะกั่วสะสมได้

The National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) ของสหรัฐอเมริกาได้ให้คำแนะนำแหล่งตะกั่วใกล้ตัว และข้อควรปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงตะกั่วที่ www.niehs.nih.gov Environmental Protection Agency (EPA) www.epa.gov/lead แนะนำว่า เด็กควรล้างมือก่อนกินอาหาร เพราะการเล่นของเด็กอาจทำให้มือสัมผัสสี, ดิน และฝุ่นละออง ที่ปนเปื้อนตะกั่วที่มาจากน้ำมันผสมสารตะกั่วในอดีต, สีเก่าลอกหลุดที่มีตะกั่ว หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม

ตามมาตรฐานของ EPA เกี่ยวกับที่พักอาศัยและตะกั่วกำหนดว่า แหล่งอันตรายจากพิษตะกั่วคือ **พื้น**ที่มีฝุ่นตะกั่ว > 40 $\mu g/ft^2$, **ขอบหน้าต่าง** (ด้านใน) ที่มีฝุ่นตะกั่ว > 250 $\mu g/ft^2$, **พื้นดินที่เด็กเล่น** >400 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ของตะกั่วในดินเปล่า และ **พื้นดินบริเวณถัดไป** > 1200 ppm (Residential Lead Hazard Standards - TSCA Section 403,http://www.epa.gov/lead/leadhaz.htm)

ตะกั่วพบได้ในอาหาร เช่น ข้าว, น้ำนม, ผัก, ปลา, ซีอิ้ว, แป้ง เป็นต้น แต่ในปริมาณที่ต่ำมาก และไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานทั่วไป หากไม่มีการผสมสีผิดกฎหมายในอาหารแล้ว อาหารในปัจจุบันทั้งหมดปลอดภัยจากตะกั่ว กลุ่มนักวิจัยชาวญี่ปุ่นเคยระบุว่า "ข้าว" เป็นแหล่งสำคัญแหล่งหนึ่งที่ให้แคดเมียมในผู้ที่ไม่ได้ทำงานเสี่ยงต่อการสัมผัสแคดเมียม และข้าวมีตะกั่วปนเปื้อน แม้ไม่สำคัญ (Watanabe *et al.*, 1984, 1996b; Rivai *et al.*, 1990; Zhang *et*

al., 1996) Zhang *et al.* (1998) ทำการวิจัยปริมาณตะกั่วในข้าวไทย ซึ่งให้ผลยืนยันว่ามีตะกั่วน้อยมาก และปลอดภัยต่อการบริโภค

การเข้าสู่ร่างกาย การสะสม และทำลายเซลล์

ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางลมหายใจ, กิน และผิวหนัง ตะกั่วอินทรีย์เท่านั้นที่สามารถผ่านเข้าทางผิวหนังได้สะดวก ผลของตะกั่วเป็นเช่นเดียวกันไม่ว่า ตะกั่วจะเข้าสู่ร่างกายทางใด มนุษย์, สัตว์ รวมทั้งสัตว์น้ำได้รับตะกั่วผ่านเข้าทางการหายใจและกินเป็นหลัก โดยเข้าสู่ร่างกายพร้อมอาหาร, น้ำ, ดิน และฝุ่นละออง

ตะกั่วที่กระจายอยู่ในอากาศในรูปของฝุ่น (dust), แก๊ส (fume), หรือละอองน้ำ (mist) สามารถผ่านเข้าทางลมหายใจ ไปยังปอด และระบบหายใจส่วนบน การเข้าสู่ร่างกายผ่านทางลมหายใจของตะกั่วมีความสำคัญมากที่สุดของการได้รับตะกั่วจากอาชีพ

ตะกั่วที่เข้ามาอยู่ในปาก และถูกกลืน ไม่ว่าจะมาจากอาหาร, น้ำ, ลิปสติก, บุหรี่ หรือซิการ์ หรือแหล่งอื่น สามารถเข้าสู่ร่างกาย โดยผ่านทางระบบทางเดินอาหาร

ไม่ว่าเข้าสู่ร่างกายทางใด ตะกั่วในสัดส่วนที่สูงของทั้งหมดที่เข้าสู่ร่างกายจะไปอยู่ในระบบเลือด และกระจายไปทั่วร่างกาย โดยไปสะสมอยู่ในเลือด, ไต, ไขกระดูก, เนื้อเยื่อระบบประสาท และตับ ส่วนน้อยสะสมที่กระดูก, กล้ามเนื้อ และไขมัน ตะกั่วที่อยู่ในเลือดในสัดส่วนหนึ่งจะถูกกรองแยกออกจากเลือด และขับออกผ่านทางปัสสาวะ หากมีปริมาณสูงในร่างกาย ตะกั่วอาจสะสมอยู่ที่เส้นผม และเล็บ

ผลของตะกั่วต่อเซลล์คือ ไปจับ และหยุดกิจกรรมของเอนไซม์ ตะกั่วรบกวนการสังเคราะห์ฮีโมโกลบินโดยการหยุดกิจกรรมของเอนไซม์บางชนิด และมีผลต่อการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง เป็นผลให้อายุเซลล์สั้น และแตกง่าย

หากการสัมผัสตะกั่วยังคงมีอยู่ ตะกั่วจะสะสมในร่างกายมากขึ้น หากมิได้สัมผัสกับแหล่งตะกั่ว ปริมาณที่สะสมในร่างกายจะลดลงเป็นลำดับ โดยทั่วไป อาการของตะกั่วยังไม่แสดงออกในช่วงเริ่มป่วย ตะกั่วที่สะสมนี้จะทำให้เกิดความเสียหายอย่างช้าต่อเซลล์ทุกชนิดที่ตะกั่วไปถึง จากนั้นตะกั่วทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อ, อวัยวะ และระบบของร่างกายเกือบทั้งหมดในที่สุด ผลที่เกิดขึ้นหลายประการเป็นแบบคืนกลับไม่ได้

Wahl and Friede (2000) รายงานว่า 95% ของตะกั่วที่อยู่ในเลือดจับอยู่ที่เม็ดเลือดแดง 95% ของตะกั่วที่อยู่ในร่างกายสะสมที่กระดูกในกรณีของผู้ใหญ่ กรณีของเด็ก เพียง 70% สะสมที่กระดูก

โรคตะกั่วเป็นพิษ

ตะกั่ว (Pb) จัดเป็นธาตุโลหะเช่นเดียวกับธาตุเหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) แต่ตะกั่วไม่เป็นที่ต้องการของเซลล์ อีกทั้งยังเป็นพิษต่อเซลล์ ตรงกันข้ามกับ Fe และ Zn ที่จัดเป็นธาตุอาหารที่เซลล์ขาดไม่ได้ เพราะมีหน้าที่ทางชีวเคมี และสรีรวิทยา ตะกั่วกลับให้ผลเสียต่อเซลล์ โดยไปแย่งการทำงานของเหล็ก สังกะสี และธาตุอื่น Goyer (1996) รายงานว่าจนถึงปัจจุบันยังไม่พบว่าตะกั่วมีหน้าที่ทางโภชนาการ, ชีวเคมี หรือสรีรวิทยาของเซลล์ใด

ตะกั่วเป็นอันตรายต่อเซลล์ทุกชนิด ระดับอันตรายขึ้นกับความเข้มข้นของตะกั่ว ยิ่งมีความเข้มข้นสูง ก็ยิ่งอันตรายต่อเซลล์, เนื้อเยื่อ, อวัยวะ และต่อสิ่งมีชีวิตนั้น ตะกั่วถูกขับออกจากเซลล์ และร่างกายได้ ดังนั้นหากรับตะกั่วน้อยลง อาการบางอย่างของโรคตะกั่วเป็นพิษ ก็ยิ่งทุเลา การหลีกเลี่ยง หรือลดอาการป่วยที่ดีที่สุดคือ การไม่สัมผัสกับแหล่งตะกั่วต้นเหตุ ปัญหาจึงอยู่ที่ว่า "ทราบหรือไม่ว่าอาการป่วยเกิดจากตะกั่ว และแหล่งตะกั่วอยู่ที่ใด"

โรคจากตะกั่วเรียกว่า "โรคตะกั่วเป็นพิษ (lead poisoning)" ซึ่งเกิดเฉพาะเมื่อตะกั่วเข้าสู่เซลล์ หรือร่างกาย โดยสามารถเข้าโดยผ่านลมหายใจ, กิน และซึมผ่านผิวหนัง (ประการหลังนี้โดยทั่วไปมีผลน้อย ยกเว้นตะกั่วอินทรีย์ เช่น lead tretaethylate ที่ซึมผ่านทางผิวหนังได้) ตะกั่วมีอันตรายต่อแทบทุกอวัยวะ และระบบของร่างกาย

อาการตะกั่วเป็นพิษเริ่มต้นสังเกตได้ยาก เพราะคล้ายอาการที่เกิดจากสาเหตุอื่น จึงมักเกิดโดยไม่รู้ตัว อาการยิ่งรุนแรงเมื่อปริมาณตะกั่วยิ่งสูง เด็กทารก และเด็กเล็กไวต่อตะกั่วมาก คือแสดงอาการป่วย แม้ที่ความเข้มข้นตะกั่วต่ำ ในขณะที่ผู้ใหญ่ยังไม่แสดงอาการใด

โรคตะกั่วเป็นพิษมีอาการหลายอย่าง เช่น ท้องผูก, ปวดหัว, วิงเวียน, เพลีย, เบื่ออาหาร, ขาดสมาธิ, หลับยาก, การเรียนรู้บกพร่อง, อุปนิสัยเปลี่ยนแปลง นอกจากนั้น U.S. EPA และ International Agency for Research on Cancer (IARC) ยังรายงานว่าตะกั่ว หรือสารประกอบตะกั่วอาจเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ และเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหามีลูกยาก หรือเป็นหมัน ทารกในครรภ์อาจได้รับผลตะกั่วดังนี้คือ คลอดก่อนกำหนด, น้ำหนักตัวน้อย และแท้ง

อวัยวะและระบบที่เสียหายเนื่องจากตะกั่วที่สำคัญคือ สมอง, เส้นประสาท และไต รองลงมาคือ ตับ, กระดูก, หัวใจ และระบบเลือด ตะกั่วทำลายเนื้อเยื่อของสมอง และเส้นประสาทเกิดอาการเช่น สติปัญญาและจิตใจไม่พัฒนา, ปัญหาด้านความจำ, อุปนิสัยผิดปกติ, อารมณ์เปลี่ยนแปลงเร็ว และชักหมดสติเฉียบพลัน (seizure)

อาการตะกั่วเป็นพิษในเด็กรุนแรงกว่าในผู้ใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นตะกั่วที่เท่ากัน ตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำมากคือ PbB $\geq$10 µg/dL สามารถทำลายเนื้อเยื่อสมอง และเส้นประสาทของเด็กเล็ก, ทารก และทารกในครรภ์ ทำให้สติปัญญาไม่พัฒนา (ไอคิวต่ำ), ความสามารถเรียนรู้ต่ำ, ร่างกายแคะแกรน, ระบบการได้ยิน และการมองเห็นบกพร่อง

ตะกั่วหากสะสมมากพอทำให้เนื้อเยื่อไต และตับเสื่อม กระดูกพรุน อาการที่เกิดกับหัวใจ และระบบเลือด อาการคือโลหิตจาง, การสังเคราะห์ฮีโมโกลบินลดลง, ความดันโลหิตสูงขึ้นในวัยกลางคน และโรคหัวใจ

พืชที่ได้รับตะกั่วอาจแสดงออกโดยการเจริญเติบโตช้า และถ้าสะสมในพืชมากเกินระดับหนึ่ง พืชก็จะตาย สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมก็อาจได้รับตะกั่วจากหญ้าที่กินได้ และมีอาการป่วยในทำนองเดียวกับที่เกิดในมนุษย์ ตะกั่วทำให้สัตว์น้ำบางชนิดมีการขยายพันธุ์ต่ำ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบเลือด และระบบประสาทในปลา และสัตว์น้ำอื่น การกินปลา หรือสัตว์น้ำเหล่านี้ ทำให้มนุษย์ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

โดยสรุปตะกั่วเป็นสารอันตรายเพราะ (1) ไม่สูญหาย (2) มีในธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์หลายอย่างชนิด (3) กระจายตัวได้ดี เพราะมีอยู่ในสารประกอบหลายรูป จึงพบได้ทั้งในดิน น้ำ อากาศ และอาหาร (4) อันตรายต่อทุกเซลล์ และทุกสิ่งมีชีวิต (5) สะสมได้ในร่างกาย (ขับออกได้ แต่ในอัตราที่ช้ากว่ารับเข้าสู่ร่างกาย) ของทั้งพืชและสัตว์ (6) อาการจากตะกั่วมีได้หลายระดับตามความเข้มข้นที่สะสม และ (7) อาการเริ่มต้นซ้ำซ้อนกับที่เกิดจากสาเหตุอื่น ทำให้แพทย์ในอดีตอาจวินิจฉัยพลาดได้

ตะกั่วในสีและเด็ก

เด็กที่ป่วยด้วยตะกั่วพบได้ทั่วโลก ในอดีตแหล่งตะกั่วต้นเหตุที่เข้าสู่ร่างกายมนุษย์คือ tetraethyl lead ($Pb(C_2H_5)_4$) ที่มาจากน้ำมันผสมสารตะกั่ว ปัจจุบันสีทาอาคารที่มีตะกั่วเป็นแหล่งสำคัญที่สุดที่ให้ตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายมนุษย์ โดยเฉพาะเด็กเล็กที่มีอายุต่ำกว่า 6-7 ขวบ ผลของตะกั่วต่อเด็กรุนแรงกว่าในผู้ใหญ่ เนื่องจาก (1) กิจกรรมของเด็กที่อาจนำมือเปื้อนตะกั่วใส่ปาก หรือหยิบฉวยแผ่นสีเข้าปาก หรือกินโดยไม่ล้างมือ (2) สมอง และอวัยวะอื่นของเด็กเล็กยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ จึงไวต่อผลของตะกั่ว (3) เด็กมีขนาดตัวเล็ก (4) เด็กดูดซึมตะกั่วเข้าสู่ระบบเลือดได้ดีกว่าในผู้ใหญ่

ในปี พ.ศ. 2545 CDC สหรัฐอเมริกาประมาณว่ามีเด็กอายุ 1-5 ขวบ จำนวน 890,000 คนที่ได้รับพิษจากตะกั่ว คือมีระดับตะกั่วในเลือด >10 µg/dL โดย 1 ใน 5 ของเด็กเหล่านี้มีเชื้อชาติแอฟริกัน และอาศัยในบ้านสร้างก่อนปี พ.ศ. 2489 ตัวเลขเหล่านี้ชี้ว่า แหล่งตะกั่วต้นเหตุคือ สีที่กำลังเก่า, ดินและฝุ่นที่ปนเปื้อนตะกั่วจากสีเก่า และจากการใช้น้ำมันผสมตะกั่วในอดีต

สีที่มีตะกั่วผสมไม่อันตราย หากยังอยู่ในสภาพที่ดี สีเก่าที่เริ่มเสื่อมเท่านั้นที่ให้ตะกั่วออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยอยู่ในรูปสีฝุ่น ที่พบมากบริเวณรอบบ้านหรืออาคารเหล่านี้ ทั้งขอบหน้าต่าง และพื้น สีฝุ่นที่อันตรายมีขนาด ≤ 10 ไมโครเมตร ซึ่งเล็กพอที่จะปลิวในอากาศ และผ่านเข้าทางลมหายใจ และไปถึงปอด หรือส่วนต้นของระบบทางเดินหายใจได้ จากนั้นไปทั่วร่างกายผ่านทางระบบเลือด สีเก่าที่ให้ฝุ่นตะกั่ว อาจไม่เห็นว่าเป็นสีที่กำลังลอกหลุดเป็นแผ่นก็ได้

ข้อดีเชิงธุรกิจที่ใช้ตะกั่วผสมคือ ได้สีที่ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ แห้งเร็ว ขึ้นเงา มีราคาต่ำกว่า และต้านทานการเสียเนื่องจากราได้ดีกว่า โดยใช้เพื่อเป็น ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่บริษัทสีบางแห่งอาจเลือกสูตรผลิตสีที่มีตะกั่ว แม้ว่าผิดกฎหมายในปัจจุบัน

ประเทศไทยมีกฎหมายห้ามการใช้ตะกั่วในสีตามประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีในปี พ.ศ. 2521-2525 ในสหรัฐอเมริกา สีทาอาคารบ้านเรือนที่เป็นปัญหาคือที่ผลิตขึ้นก่อนปีดังกล่าว สีนี้กำลังอยู่ในช่วงเก่าลอกหลุด ให้ตะกั่วในรูปฝุ่น ประมาณว่ามีบ้านเรือนที่มีตะกั่วอยู่ในระดับอันตรายสูงถึง 24 ล้านหน่วย คิดเป็น 80% (ประมาณในปี พ.ศ. 2545) หน่วยงาน Environmental Protection Agency (EPA) ของสหรัฐอเมริกากล่าวว่าตะกั่วได้ทำอันตรายกับเด็กทั่วทุกภาคของประเทศ และทุกฐานะการเงิน

อันตรายของสีในตะกั่วมีความสำคัญถึงระดับที่หลายประเทศออกกฎหมายให้เจ้าของบ้านให้เช่าต้องรับผิดชอบแจ้งต่อผู้เช่าว่าสีเก่าของอาคารมีตะกั่วผสมหรือไม่ หากมีต้องรับผิดชอบดำเนินการให้เหมาะสมถูกต้อง นอกจากนั้น การลอกสีที่มีตะกั่วต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะ และดำเนินการโดยผู้ผ่านการอบรมแล้วเท่านั้น

เด็กไม่ควรอยู่ใกล้อาคารที่มีการซ่อมสี ไม่ใช่สีทาอาคารบ้านเรือนเท่านั้นที่ควรระวัง สีจากภาพวาด หนังสือพิมพ์ ของเล่น ภาชนะสำหรับรับประทานอาหาร (จาน, ชาม, ช้อน และส้อม) และสีอื่นก็ควรคำนึงถึง เพื่อความปลอดภัยแล้ว ไม่ควรใช้สีทาอาคารมาทาภาชนะใด เพราะนอกจากตะกั่วแล้ว ยังมีสารเคมีอื่นที่อาจเข้าสู่ร่างกายผ่านการใช้ภาชนะดังกล่าว

ระดับตะกั่วในเลือด (blood lead level, BLL) ที่ถือว่ามีอันตรายจากตะกั่วได้ปรับให้สูงขึ้นกว่าในอดีต ในปี ค.ศ. 1991 CDC ของสหรัฐอเมริกากำหนดว่าระดับตะกั่วในเลือดของเด็กที่ถือว่าอันตรายคือ ≥10 μg/dL โดยเรียกระดับนี้ว่า ระดับตะกั่วในเลือดสูง (elevated blood-lead level)

สำหรับประเทศไทย สีทาวัสดุมีด้วยกัน 4 ประเภท **สีน้ำมัน**ใช้ทาวัสดุได้ทุกชนิด แต่นิยมใช้ทาวัสดุจำพวกไม้, เหล็ก หรือโลหะ **สีน้ำพลาสติก**ใช้ทาได้ทั้งไม้ และโลหะ แต่นิยมทาพื้นผิวซีเมนต์ ใช้ได้ทั้งในและนอกอาคาร มีความคงทนสูง **สีน้ำ**นิยมใช้ทาภายในอาคาร เช่น ฝ้า และผนัง **สีพ่นลาย และสีระเบิด**ต้องใช้เครื่องพ่น นิยมใช้เพื่อตกแต่งลาย ในสีทั้ง 4 ประเภทนี้ สีน้ำมันมีแนวโน้มมีตะกั่วมากกว่าสีประเภทอื่น

เรื่องจริงเกี่ยวกับตะกั่ว

* น้ำมันไร้สารตะกั่ว (unleaded gasoline) อาจมีตะกั่วผสมอยู่ Environmental protection agency (EPA) ของสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ unleaded gasoline ที่ขายกันมีตะกั่วได้บ้างเล็กน้อยคือ ไม่เกิน 0.05 กรัม/แกลลอน (13.20 มิลลิกรัม/ลิตร) เพื่อความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริง และอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย
* การเผาไม้ แบตเตอรี่ กระดาษ หรือขยะทำให้ตะกั่วฟุ้งในอากาศ
* การเผากระดาษที่มีสีตามธรรมเนียมจีน ให้ตะกั่วในอากาศได้ หากสีนั้นมีตะกั่วผสม
* ผู้ที่มีโอกาสเสี่ยงสูงสุดจากพิษตะกั่วคือ (1) เด็กเล็ก ที่มีทุโภชนาการ และอาศัยอยู่ละแวกที่แออัด โดยเฉพาะในบ้านที่มีสีผสมตะกั่วกำลังเก่าลอกหลุด (2) ผู้ใหญ่ที่มีอาชีพเสี่ยง เช่น ทำงานในโรงงานผลิตแบตเตอรี่, หลอมตะกั่ว, เผาขยะ หรือทำงานเกี่ยวกับการรื้อ-ซ่อมแซมสี (Wahl and Friede, 2001)

* กระสุนปืนที่สร้างจากตะกั่ว หากฝังอยู่ในร่างกายมีโอกาสที่ให้ตะกั่วเข้าสู่ระบบเลือด และทำให้เกิดอาการตะกั่วเป็นพิษได้ หัวกระสุนที่ฝังอยู่ในส่วนกล้ามเนื้อ หรือไขมันไม่จำเป็นต้องเอาออก แต่หากฝังอยู่ใกล้ข้อต่อต้องเอาออก
* บริเวณขยะฝังกลบเป็นอีกแหล่งที่มีตะกั่ว เพราะเป็นที่รวมของขยะหลากหลายประเภท ตะกั่วใต้ดินนี้อาจไปสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้
* วิสกี้, ไวน์ และน้ำนมอาจมีตะกั่วผสมอยู่มาก
* ตะกั่วมีในสิ่งต่อไปนี้ แต่มีในปริมาณต่ำ: แก้วน้ำเจียระไนจากบางแหล่ง, บุหรี่ และซิการ์

การวินิจฉัยอาการป่วย

เนื่องจากอาการตะกั่วเป็นพิษเบื้องต้นซ้ำซ้อนจากที่เกิดจากสาเหตุอื่นได้ การวินิจฉัยอาการทางคลีนิกจึงอาจเป็นเรื่องไม่ง่าย การเฝ้าระวังระดับตะกั่วในเลือดจึงควรให้ความสำคัญสูง และเมื่อมีโอกาสได้รับการตรวจเลือด ควรตรวจระดับตะกั่วพร้อมกันไปด้วย โดยเฉพาะผู้ที่มีอาการป่วย หรือมีอาชีพอยู่ในกลุ่มเสี่ยง อาการป่วยที่ควรสงสัยว่ามีสาเหตุจากตะกั่วคือ อาการทางระบบทางเดินอาหาร, ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และระบบประสาทส่วนกลาง

โดยทั่วไปแล้วการวินิจฉัยผู้ป่วยที่นิยมคือ การตรวจระดับตะกั่วในเลือด โรคตะกั่วเป็นพิษแบ่งได้สองประเภทใหญ่ แบบเรื้อ คือผู้ป่วยได้รับตะกั่วครั้งแรกในปริมาณสูง โดยมากทางปาก และแสดงอาการป่วยแบบทันใดและมักรุนแรง ปัจจุบันพบน้อย และแบบเรื้อรัง คือผู้ป่วยได้รับตะกั่วทีละน้อย และสะสม อาการเริ่มต้นเบา และเพิ่มขึ้นตามลำดับ ข้อมูลสำหรับการวินิจฉัยเป็นดังนี้

แบบเรื้อรัง (chronic lead poisoning):

- สัญญาณและอาการ: ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ, ไตอักเสบบวม, และประสาทส่วนกลางผิดปกติ
- ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ: อาจพบโลหิตจาง, basophilic stippling และ ปริมาณ aminolevulinic acid (ALA) สูงในปัสสาวะ
- ภาพถ่ายเอกซ์เรย์อาจเห็นเส้นตะกั่วในกระดูก
- มีค่าตะกั่วในเลือด 30-60 μg/dL

แบบเฉียบพลัน (acute lead poisoning) คือ:

- สัญญาณและอาการ: เบื่ออาหาร, ท้องผูก, ปวดท้องน้อย, พฤติกรรมเปลี่ยน, อาเจียน, ซึมสลับกับอยู่ไม่นิ่ง, อ่อนเพลีย, การควบคุมกล้ามเนื้อผิดปกติ, ชักหมดสติ
- ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ: มี basophilic stippling (เม็ดสีน้ำเงินเข้มขนาดเล็กกระจายอยู่ในเซลล์เม็ดเลือดแดง), โลหิตจาง, ปริมาณ corporphyrin ในปัสสาวะสูง, เม็ดเลือดแดงแตก
- ภาพถ่ายเอกซ์เรย์เห็น "เส้นตะกั่ว (lead line)" ในกระดูก และทึบแสงบริเวณช่องท้อง Lead line ไม่ใช่ตะแหน่งที่ตะกั่วสะสมโดยตรง (Wahl and Friede, 2000)
- มีค่าตะกั่วในเลือด > 60 μg/dL

CDC ให้ข้อมูลอาการเพื่อการวินิจฉัยเบื้องต้นไว้ดังนี้ **อาการตะกั่วเป็นพิษในเด็กเล็ก** (ต่ำกว่า 6-7 ขวบ) มักเป็นแบบทันทีทันใดคือ อาเจียนรุนแรง และติดต่อกัน 1 ถึง 5 วัน, การทรงตัวผิดปกติ (ataxic gait), หมดสติเป็นช่วง และตามด้วยโคม่า อาการเหล่านี้เกิดจากมีตะกั่วในสมอง (แต่อาจเกิดจากสาเหตุอื่นของสมองได้ เช่น ฝี, มะเร็ง, สมองอักเสบ หรือเยื่อหุ้มสมองอักเสบ)

อาการตะกั่วเป็นพิษในเด็กโตมักเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปคือ การพัฒนาของปัญญาช้า, พฤติกรรมและจิตใจผิดปกติ, ก้าวร้าว, หมดสติเป็นช่วง และการพัฒนาด้านอื่นต่ำ อาการทั้งหมดอาจหายไปในทันใดหากระดับตะกั่วลดลง แต่ก็กลับมาเป็นอีกได้หากได้รับตะกั่วเพิ่มขึ้น

อาการตะกั่วเป็นพิษในผู้ใหญ่มีหลายอย่างเกิดต่อเนื่องเป็นเวลาหลายสัปดาห์หรือนานกว่า ระดับความแรงของอาการขึ้นกับปริมาณตะกั่วในร่างกาย ในปริมาณตะกั่วที่เท่ากันผู้ใหญ่มักไม่แสดงอาการผิดปกติใด (ในขณะที่อาการในเด็กเห็นได้ชัด) ปริมาณตะกั่วยิ่งสูงอาการยิ่งรุนแรง อาการมักเริ่มจากปวดหัว, วิงเวียน, เพลีย, เบื่ออาหาร, ขาดสมาธิ, หลับยาก, เครียด, กังวล, ไม่สบายท้อง, อาเจียนรุนแรง, ท้องผูก, ปวดท้องน้อย, โลหิตจาง, ความดันเลือดสูง, งุ่มง่าม, มือสั่น, ปวดกล้ามเนื้อและข้อ, มีรสโลหะในปาก, ไตเสื่อม, เป็นหมัน เป็นต้น อาการทางสมอง พฤติกรรมส่วนตัวเปลี่ยน, หลงลืม อาการเช่น หมดสติ โคม่ามักไม่พบ ยกเว้นรับประทานตะกั่วปริมาณสูงเข้าไป

การรักษา

การรักษาผู้ป่วยโรคตะกั่วเป็นพิษขึ้นกับความแรงของอาการ กรณีที่อาการไม่รุนแรง วิธีรักษาที่ดีที่สุดคือการจัดการให้อยู่ห่างจากตะกั่วต้นเหตุ เพื่อมิให้รับตะกั่วเพิ่ม และปล่อยให้ร่างกายขับตะกั่วออกเองตามธรรมชาติ การให้ยาอาจต้องพิจารณาความเหมาะสมแต่ละรายในเรื่องของความรุนแรงของอาการ, สุขภาพ, อายุ, น้ำหนักตัว และผลข้างเคียงของการใช้ยาทั้ง 3 ขนาน ยานี้อาจไม่เหมาะกับผู้ป่วยบางโรค ดังนั้นก่อนการให้ยาแพทย์ต้องพิจาณาประวัติผู้ป่วย ตรวจสุขภาพ ให้ข้อมูล และพิจารณาความเหมาะสมในการรักษาร่วมกับผู้ป่วย หรือญาติ

หน่วยงานใหญ่ที่ดูแลเกี่ยวกับการควบคุมป้องกันโรคของทั้งประเทศสหรัฐอเมริกาคือ Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ได้ออกข้อแนะนำชื่อ "Screening Young children for Lead Poisoning: Guidance for State and Local Public Health Officials (1997)" CDC กำหนดว่าเด็กที่จัดว่ามีอาการตะกั่วเป็นพิษ หากมีตะกั่วในเลือด (PbB) ≥ 10 μg/dL (≥ 0.48 μmol/L) ซึ่งที่ระดับนี้อาจทำให้การพัฒนาของสมอง และการเรียนรู้ผิดปกติ (ในอดีตตะกั่วระดับนี้ในเลือดถือว่าไม่อันตราย) ในผู้ใหญ่ หากมีระดับตะกั่วในเลือดในช่วง 50-100 μg/dL (2.40-4.85 μmol/L) ถือว่าอันตราย ข้อแนะนำทั้งสำหรับประชาชน, นักสาธารณสุข และแพทย์ในการดูแลจัดการ และรักษาปัญหาพิษตะกั่ว ซึ่งขึ้นกับระดับตะกั่วในเลือด (ตารางที่ 1)

ขั้น (Class)	PbB*	แนวทางรักษา (Approach)
I	< 10 μg/dL (<0.5 μmol/L)	ดำเนินการตรวจซ้ำภายใน 1 ปี ไม่จำเป็นต้องตรวจซ้ำ ยกเว้นระดับตะกั่วเปลี่ยนแปลง
IIA	10-14 μg/dL (0.5-0.7 μmol/L)	ให้ความรู้ครอบครัวเกี่ยวกับตะกั่ว และทำการตรวจซ้ำ หากจำเป็นแจ้งหน่วยงานสาธารณสุข
IIB	15-19 μg/dL (0.7-0.9 μmol/L)	ให้ความรู้ครอบครัวเกี่ยวกับตะกั่ว และทำการตรวจซ้ำ หากจำเป็นแจ้งหน่วยงานสาธารณสุข ถ้าระดับตะกั่วยังไม่ลด (ระดับตะกั่วอยู่ในช่วงนี้เป็นเวลานานกว่า 3 เดือน) หรือเพิ่มขึ้น ดำเนินการตามข้อแนะนำ "ขั้น III" หาก PbB ยังสูงอยู่ในช่วงนี้ต้องมีการตรวจหาแหล่งตะกั่วสาเหตุ และกำจัดให้หมดออกไป (ทุกคนรวมทั้งผู้ได้รับการรักษาแล้วต้องอยู่ให้ห่างสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งตะกั่ว)
III	20-44 μg/dL (0.95-2.1 μmol/L)	จัดการดูแล และประสานงานกับหน่วยงาน และองค์กรที่เกี่ยวข้องเพื่อให้การรักษาเหมาะสมตามผู้ป่วยแต่ละราย.
IV	45-69 μg/dL (2.15-3.35 μmol/L)	ภายใน 48 ชม. ควรเริ่มการจัดการดูแล, รักษา, สำรวจหาแหล่งตะกั่วสาเหตุ และควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อบุคคลอื่น
V	> 70 μg/dL (> 3.4 μmol/L)	กรณีเป็นเด็ก ต้องให้การรักษาในทันที และอยู่ในโรงพยาบาล ควรเริ่มการจัดการดูแล, รักษา, สำรวจหาแหล่งตะกั่วสาเหตุ และควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อบุคคลอื่น

ตารางที่ 1 ข้อแนะนำการดูแล จัดการ และรักษาปัญหาพิษตะกั่วตามระดับตะกั่วในเลือด

* PbB = ความเข้มข้นตะกั่วในเลือด (whole-blood lead concentration)

ยาที่ใช้รักษาคือ (1) calcium disodium ethylenediaminetetraacetic acid หรือเรียก edtate calcium disodium ($CaNa_2EDTA$), (2) dimercaprol (BAL) และ (3) succimer (*meso*-2,3-dimercaptosuccinic acid) การให้ยานี้เรียกว่า chelation therapy กลไกการทำงานของยาทั้งสองในการขับตะกั่วออกจากร่างกายคล้ายกัน สำหรับการทำงานของ $CaNa_2EDTA$ คือ Ca^{++} จะไปไล่ Pb^{++} ซึ่งจะไปจับกับ EDTA ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง ได้เป็นสารประกอบที่เสถียรและออกจากร่างกายทางปัสสาวะ สำหรับ succimer ได้สารประกอบของตะกั่วที่ละลายน้ำได้ดี ทำให้มีปริมาณปัสสาวะมาก จึงช่วยในการขับตะกั่วได้ดี

CDC แห่งสหรัฐอเมริกาแนะนำการให้ยาที่ขึ้นกับระดับตะกั่วในเลือด (PbB) และอาการป่วยดังนี้คือ

1) กรณีผู้ป่วยมี PbB <45 μg/dL (<2.15 μmol/L) ไม่ต้องมีการให้ยา

2) กรณีผู้ป่วยมี PbB 45-70 μg/dL (2.15-3.4 μmol/L) และไม่มีอาการทางสมอง ให้ยาได้สองขนานคือ

   2.1) succimer โดยให้ทางปาก ปริมาณ 10 mg/kg, ทุก 8 ชม., นาน 5 วัน จากนั้นเป็น 10 mg/kg, ทุก 12 ชม., นาน 14 วัน ตรวจ PbB สัปดาห์ละหนึ่งครั้งหลังการให้ยาเพื่อพิจารณาว่าต้องให้ยาซ้ำหรือไม่ การให้ยาซ้ำต้องห่างจากครั้งแรก 1-2 สัปดาห์

   2.2) $CaNa_2EDTA$ โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ปริมาณ 25 mg/kg/day, นาน 5 วัน หากต้องการให้โดยฉีดเข้าเส้น ให้ทุก 6 ชม. และเว้นช่วง 2-3 สัปดาห์ของการให้ยาแต่ละช่วง

3) กรณีผู้ป่วยมี PbB ≥70 μg/dL (≥3.4 μmol/L) หรือมีอาการทางสมอง ให้ยาดังนี้

3.1) BAL 25 mg/kg/day โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ทุก 4 ชม. การให้ยาครั้งที่สองให้ร่วมกับ $CaNa_2EDTA$ เพียงปริมาณ 50 mg/kg อาจให้ภายในหนึ่งวัน หรือหลายชั่วโมง การให้ยาสองขนานนี้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นให้เพียง $CaNa_2EDTA$ ปริมาณ 50 mg/kg/day หรือให้ยาทั้งสองขนาน นาน 5 วัน

CDC แนะนำว่า succimer ให้ผลดีในการรักษาผู้ป่วยเด็กที่มีอาการตะกั่วเป็นพิษขั้น IV และอาจให้ผลดีกับเด็กที่มีอาการขั้น III ช่วงเวลาของการให้ยา succimer คือ 19 วัน และไม่ควรให้นานเกิน 3 สัปดาห์ ผู้ป่วยโรคตะกั่วเป็นพิษเฉียบพลันและมีอาการทางสมองควรได้รับยา BAL-$CaNa_2EDTA$ ทั้งสองขนานร่วม และการรักษาต้องใกล้ชิดกับแพทย์ทางสมอง และดำเนินการในห้อง ICU แม้ว่า $CaNa_2EDTA$ ปริมาณ 75 ถึง 100 mg/kg ใน 1 วัน มีความปลอดภัยสูง แต่ก็ไม่ควรให้ยาปริมาณนี้กับผู้ที่เป็นโรคไตเฉียบพลัน และอาการไม่รุนแรง

ผลข้างเคียงจากการใช้ยาคือ ผื่น, อาการระบบทางเดินอาหาร (คลื่นไส้, อาเจียน, ท้องเสีย, ไม่อยากอาหาร, รู้สึกมีรสโลหะในปาก) และมี serum transaminase สูงขึ้น การให้ยามากเกินไปจะเกิดการขาดธาตุโลหะจำเป็น (เหล็ก ทองแดง และโดยเฉพาะสังกะสี) ซึ่งทำให้เกิดอาการผิดปกติหลายอย่าง อาการข้างเคียงที่เกิดจาก BAL คือ อาเจียน, เม็ดเลือดแดงแตก (hemolysis แบบ G-6-PD deficiency) BAL ไม่ควรให้กับผู้ป่วยที่มีอาการทางตับ แต่อาจให้โดยระมัดระวังกับผู้ป่วยที่เริ่มมีอาการทางสมอง หรือเริ่มต้นมีอาการทางไตเฉียบพลัน (oliguric) BAL ไม่ให้ผลการรักษา หากผู้ป่วยได้รับยาที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ ซึ่งต่างจาก $CaNa_2EDTA$

อาการข้างเคียงที่อันตรายจาก $CaNa_2EDTA$ คือ อาการต่อตับและไต โดยผลที่แสดงออกเกิดในปัสสาวะที่มีค่าต่อไปนี้สูงขึ้นคือ โปรตีน เลือด แคลเซียม และเซลล์ท่อไต (renal tubular epithelial cell) นอกจากนั้นยังมีอาการเป็นไข้ และอาเจียน อาการทางไตเป็นแบบที่หายเป็นปกติได้ และขึ้นกับปริมาณยาที่ได้รับ อาการข้างเคียงทั้งหมดอาจเกิดเนื่องจากสภาพขาดธาตุสังกะสี $CaNa_2EDTA$ ห้ามให้ในผู้ป่วยที่ไม่สามารถขับปัสสาวะได้ (anuric patient)

แม้ว่ายาทั้งสองให้ผลดีในการรักษาคือ ทำให้ระดับตะกั่วในเลือดลดลง แต่อาจเกิดสภาพที่ทำให้เข้าใจผิดได้คือ ปริมาณตะกั่วในเลือดอาจขยับเพิ่มขึ้นหลังหยุดให้ยาได้ ซึ่งเกิดจากการปรับการกระจายของตะกั่วในร่างกาย (internal redistribution of lead)

ผู้ที่ทำงานที่เสี่ยงต่อการได้รับตะกั่ว ไม่ควรได้รับยาทั้งสองขนานเพื่อเป็นการป้องกันอาการตะกั่วเป็นพิษ เพราะยาทั้งสองมีผลให้การดูดซึมตะกั่วที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น

ตัวอย่างปัสสาวะให้ค่าที่ถูกต้องกว่าการตรวจตัวอย่างเลือดในวันแรกในรายที่มีการให้ calcium sodium EDTA ($CaNa_2EDTA$) เพื่อดูผลการขับตะกั่วออกจากร่างกาย ผลการรักษาได้ผล หากสัดส่วนของตะกั่วที่ขับออก (μg) ต่อ $CaNa_2EDTA$ (mg) ที่รับเข้าไปมากกว่า 1 ภาชนะและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะต้องปลอดตะกั่วอย่างสมบูรณ์ เพื่อผลที่เชื่อถือได้ การทดสอบต้องดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่มีประสบการณ์ด้านวิเคราะห์ตะกั่ว

การเฝ้าระวังโรคตะกั่วเป็นพิษ

จากอันตรายของตะกั่วในเด็ก ทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยหน่วยงาน Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ดำเนินการเพื่อลดปัญหาสำคัญนี้ โดยเรียกโครงการนี้ว่า CDC Childhood Lead Poisoning Surveillance ที่ URL: www.cdc.gov (http://www.cdc.gov/nceh/lead/surv/surv.htm) โครงการนี้เป็นการเฝ้าระวัง (surveillance) ตะกั่วต่อเด็กเล็กเป็นสำคัญ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้คือ

- ประมาณการระดับตะกั่วในเลือดในเด็ก
- ติดตามดูแลเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูง
- ตรวจสอบแหล่งตะกั่วที่อันตราย
- ช่วยเหลือให้แหล่งข้อมูลเพื่อการจัดกิจกรรมป้องกันโรคตะกั่วเป็นพิษ

สิ่งที่พ่อแม่ควรปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงตะกั่วเป็นพิษในเด็ก

- ควรทราบว่าสีที่พักอาศัยมีตะกั่วผสมหรือไม่ และระวังเด็กกินแผ่นสี
- ไม่ควรเข้าใกล้บริเวณที่มีการทำสี
- ภาชนะสัมผัสอาหาร รวมทั้งตะเกียบ ถุงพลาสติก ต้องไม่มีสีที่ลอกหลุดง่าย หรือที่นำสีมาป้าย
- หลีกเลี่ยงอาหารที่มีสีผิดธรรมชาติ หรืออาหารที่มีสี และไม่แสดงแหล่งผลิต ไม่ขึ้นทะเบียน
- ตรวจตะกั่วในเลือดในเด็กเล็ก หรือแจ้งแพทย์หากสงสัยว่ามีอาการ หรือไปสัมผัสตะกั่ว
- เด็กควรล้างมือทุกครั้งก่อนรับประทานอาหาร โดยเฉพาะเด็กเล็กที่ยังคลาน
- สมาชิกในครอบครัวควรถอดรองเท้านอกประตู หากอาศัยในเมืองใหญ่
- กินอาหารที่มีคุณค่า โดยเฉพาะที่มีธาตุแคลเซียม และเหล็ก
- สอบถามการทำงานของบุคคลในบ้านที่อาจเกี่ยวข้องกับตะกั่ว
- เสื้อผ้าของสมาชิกที่มีโอกาสสัมผัสฝุ่นตะกั่ว ควรเปลี่ยนก่อนกินอาหาร และซักแยก

ตะกั่วและคนไทย

ปัญหาร้ายแรงที่เกิดขึ้นในเมืองไทยเช่น การถ่วงตะกั่วในกุ้งเพื่อเพิ่มราคา การปล่อยแร่ตะกั่วจากโรงล้างแร่ที่ห้วยคลิตี้ การใส่สีย้อมลงในอาหาร การปล่อยตะกั่วออกสู่สิ่งแวดล้อมจากแบตเตอรี่รถยนต์ และการผสมตะกั่วลงในสี ล้วนแต่เกิดจากการขาดความรู้ และการไม่ตระหนักถึงพิษของตะกั่ว ประชาชนจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับตะกั่ว และโลหะหนักอื่น โดยเฉพาะปรอท และโครเมียมให้ดีขึ้น เพื่อหลีกโรคตะกั่วเป็นพิษ โดยเฉพาะกรณีที่ผสมในอาหารที่มีโอกาสให้อันตรายสูงสุด ปัญหาตะกั่วเป็นพิษลดลงอย่างมากเมื่อประเทศไทยประสบความสำเร็จในการเปลี่ยนมาใช้น้ำมันไร้สารตะกั่วอย่างสมบูรณ์

ประเทศไทยประสบผลสำเร็จอย่างดีในการเปลี่ยนมาใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว ผลที่น่ายินดียิ่งคือ **ระดับตะกั่วในเลือด**ของประชาชนทั่วไปในเขตเมืองลดลงอย่างมาก และได้รับการยกย่องจากหลายประเทศ Ruangkanchanasetr and Suepiantham (2002), โรงพยาบาลรามาธิบดี, มหาวิทยาลัยมหิดล รายงานว่าในอดีตเด็กทุกคนมีระดับตะกั่วในเลือด >10 μg/dl ซึ่งค่านี้ลดลง กล่าวคือในปี พ.ศ. 2545 เด็กในกรุงเทพระดับประถม (n = 564) และมัธยม (n = 377) มีค่าเฉลี่ยตะกั่วในเลือด (μg/dl) 9.26 (±3.68) และ 9.03 (±3.65) ตามลำดับ ในขณะที่เด็กแรกเกิด และเด็กอายุต่ำกว่า 6 ขวบมีค่าเฉลี่ยตะกั่วในเลือด 5.57 (±2.31) และ 5.03 (±2.21) ตามลำดับ โดยเด็กที่ระดับตะกั่วอยู่ในกลุ่มสูงนี้มีน้ำหนักตัว (p = 0.0000) และความสูง (p = 0.0000) ต่ำกว่ามาตรฐานอยู่บ้าง Ruangkanchanasetr และ Suepiantham (2002) ได้สรุปว่า ระดับตะกั่วในเลือดของเด็กลงลงอย่างมาก และการเฝ้าระวังเป็นระยะยังคงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อบันทึกระดับตะกั่วในเลือดของเด็กในกรุงเทพฯ โดยเฉพาะผู้อยู่ในกลุ่มเสี่ยง

Sirivarasai *et al.* (2002) พบว่าค่าเฉลี่ยตะกั่วในเลือด (PbB) ของคนกรุงเทพฯ คือ 3.25 μg/dl ในปี พ.ศ. 2545 เมื่อสำรวจในผู้ใหญ่ (หญิง) ในปี 2541, 2541 และ 2537 ของ Zhang *et al.* (1998), Srianujata (1998) และ Phuapradit *et al.* (1994) พบว่า PbB เป็น 3.23, 6.2 และ <9.9 μg/dl ตามลำดับ ตัวเลขดังกล่าวชี้ว่าสถานการณ์ตะกั่วในเลือดดีขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งปัจจัยสำคัญคงมาจากปริมาณตะกั่วตกค้างจากการใช้น้ำมันผสมตะกั่วในอดีต ตารางเปรียบเทียบ PbB ของงานวิจัยแสดงในตารางที่ 2

Zhang *et al.* (1998) วิจัยระดับตะกั่วในเลือดของผู้ใหญ่ (หญิง) ที่ไม่มีอาชีพเสี่ยง และไม่สูบบุหรี่ใน 5 เมือง ของ 5 ประเทศในเขตเอเชีย พบว่า ประชากรไทยในเขตกรุงเทพฯ และนนทบุรีอยู่ในระดับปลอดภัยที่สุด โดยมีค่า PbB 3.23, 3.39, 3.70, 5.44 และ 6.54 µg/dl ใน 5 เมืองคือ กรุงเทพฯ, Tainan, Manila, Nanning, Kuala Lumpur อย่างไรก็ตาม การรายงานดังกล่าวควรคำนึงถึงปัจจัยเวลาที่ต่างกันด้วย เพราะค่าดังกล่าวรายงานในปีที่ต่างกัน กล่าวคือ Tainan, Kuala Lumpur, Nanning, Manila และกรุงเทพฯ รายงานในปี พ.ศ. 2538, 2539, 2540, 2541 และ 2542 ตามลำดับ

สำหรับในเด็กเล็กอาศัยในกรุงเทพฯ สถานการณ์โดยทั่วไปของพิษตะกั่วในปี พ.ศ. 2545 อยู่ในระดับปลอดภัย เพราะ Ruangkanchanasetr and Suepiantham (2002) สำรวจในปี 2545 รายงานว่าเด็กมัธยมและประถมมี PbB 9.03 และ 9.26 µg/dl ตามลำดับ ในขณะที่เด็กกลุ่มอายุต่ำกว่า 6 ขวบ และแรกเกิดมีปริมาณตะกั่วต่ำกว่าคือ 5.03 และ 5.57 µg/dl ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างที่สำรวจ และรายงานนี้มาจากเด็กที่ไม่มีอาการป่วย เด็กที่ได้รับพิษตะกั่วจากสีอาจพบได้ เช่นเดียวกับในประเทศสหรัฐอเมริกา

ปี	PbB (µg/dl)*	กลุ่มบุคคล[a]	อ้างอิง
2537	<9.9	ผู้ใหญ่ (หญิง)	Phuapradit *et al.* (1994)
2541	6.2	ผู้ใหญ่ (หญิง)	Srianujata (1998)
2541	3.23	ผู้ใหญ่ (หญิง)[b]	Zhang *et al.* (1998)
2541	9.3	เด็ก	Srianujata (1998)
2545	3.25	ผู้ใหญ่ (หญิง+ชาย)	Sirivarasai *et al.* (2002)
2545	9.03	เด็กมัธยม	Ruangkanchanasetr and Suepiantham (2002)
2545	9.26	เด็กประถม	
2545	5.03	เด็กอายุต่ำกว่า 6 ขวบ	
2545	5.57	เด็กแรกเกิด	

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่า PbB ของกลุ่มบุคคลในกรุงเทพมหานคร

* PbB = ความเข้มข้นตะกั่วในเลือด (whole-blood lead concentration)

[a] กลุ่มบุคคลในกรุงเทพ และนนทบุรี

[b] ผู้ไม่สูบบุหรี่ และไม่มีอาชีพเสี่ยงในการสัมผัสตะกั่ว

สำหรับปริมาณตะกั่วในอากาศในกรุงเทพในปี พ.ศ. 2531-2535 และ 2538 แสดงในตารางที่ 3 จากรายงานพบว่าปี พ.ศ. 2533 มีปริมาณตะกั่วมากที่สุด และลดลงเนื่องจากมีการใช้น้ำมันไร้สารตะกั่วทดแทนชนิดที่ผสมตะกั่ว

ปี พ.ศ.	PbB ($\mu g/m^3$)	อ้างอิง
2531	0.72-3.01	Himi, (1996)
2532	1.18-3.34	Himi, (1996)
2533	0.85-5.09	Himi, (1996)
2534	0.62-2.34	Himi, (1996)
2534	0.37-0.94	Pollution Control Department (1995)
2535	0.2-0.65	Migasena and Choopanya, (1992)
2538	0.01-0.39	Pollution Control Department (1995)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่า PbB ของกลุ่มบุคคลในกรุงเทพมหานคร

"ลูกชิ้นสีส้ม" ตามการรายงานของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่น เป็นสาเหตุให้มีผู้ป่วยจำนวนอย่างน้อย 96 รายในช่วง ตุลาคม พ.ศ. 2541 ถึง กันยายน 2542 โดยมีอาการปัสสาวะเป็นสีแดงเข้ม,ปวดศีรษะ และปวดท้องรุนแรง จากการประสานงานระหว่างแพทย์, หน่วยงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น, ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่น และผู้เกี่ยวข้องอื่นพบว่าเกิดจากการกินลูกชิ้นสีส้มที่มีตะกั่ว และสารหนูผสม ผลทางห้องปฏิบัติการชี้ว่าเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก (hemolysis) แบบ G-6-PD deficiency และ conjunctiva jaundice ผลการตรวจสอบพบว่าผู้ผลิตลูกชิ้นสีส้มที่เร่ขายใช้สีย้อมผ้า Orange II ผสมในลูกชิ้น เพื่อให้เกิดสีดึงดูดผู้บริโภค

ตามรายงานของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ฯ พบว่าลูกชิ้นสีส้มมีขายที่อำเภอเขาสวนกวาง, อำเภอพล, อำเภออื่นในจังหวัดขอนแก่น, นครราชสีมา, ชัยภูมิ และสมุทรสาคร ก่อนที่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขจังหวัดได้ประสานงานจัดการแก้ไขการผลิต และซื้อขายลูกชิ้นสีส้มเสร็จสมบูรณ์ เชื่อว่ายังมีเด็ก และผู้ใหญ่อีกจำนวนมากในหลายอำเภอที่ได้รับตะกั่ว และโครเมียมจากลูกชิ้นเข้าสู่ร่างกาย โดยไม่แสดงอาการป่วยรุนแรง ก่อนที่ตะกั่วจะถูกขับออกตามธรรมชาติ เด็กบางคนอาจมีการพัฒนาของสมอง และร่างกายผิดปกติไป หากมิได้กินลูกชิ้นสีส้มมากเหมือนใน 96 รายนั้น หรือรายอื่นที่อาจเข้ารักษาตัวที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างพิษตะกั่วที่รุนแรงที่สุดในประวัติศาสตร์ไทยน่าจะเป็นที่**ห้วยคลิตี้** ควาย, เป็ด, ไก่ และสัตว์เลี้ยงอื่นของประชาชนที่หมู่บ้านคลิตี้ล่าง อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ตายเกือบทั้งหมด เนื่องจากกินน้ำในห้วยที่ปนเปื้อนด้วยตะกั่วปริมาณสูง พวกที่เหลือก็ป่วย เจ็บปวดอย่างหนัก เช่นเดียวกับประชนหลายคนที่หมู่บ้านนี้ ประชาชนไทยเหล่านี้มีระดับตะกั่วในเลือดสูง

น้ำในห้วยคลิตี้ปนเปื้อนด้วยตะกั่วเพราะต้นน้ำถัดขึ้นไปมี "โรงแต่งแร่คลิตี้" โรงแต่งแร่ต้องใช้น้ำจำนวนมากเพื่อล้าง และให้ตะกั่วออกมา โรงงานนี้ได้สัมปทานถูกต้อง และดำเนินกิจการมาไม่นานกว่า 30 ปี ข่าวบางกระแสแจ้งว่าการไหลของตะกั่วสู่ห้วยคลิตี้เป็นอุบัติเหตุที่หลุมเก็บตะกั่วยุบตัว และพังทลาย บ้างรายงานว่าเกิดจากฝนตกหนัก และนำไปสู่การปนเปื้อน บ้างก็ให้ความเห็นว่าโรงงานนี้มีการจัดการดูแลโดยรวมไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะจัดการน้ำทิ้งปนเปื้อนตะกั่วเป็นไปอย่างไม่ถูกต้อง หรือเหมาะสม การคาดการณ์ และการเตรียมพร้อมต่อปัญหาก็ไม่มี

ประชาชนและสัตว์เลี้ยงใช้น้ำจากห้วยนี้เพื่อบริโภค เพราะเป็นแหล่งน้ำเดียวของหมู่บ้าน และได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายโดยไม่ทราบถึงความเป็นพิษ หลายปีก่อน มีผู้ป่วยถึงแก่ชีวิตจำนวนมาก แทบทุกคนมีตะกั่วในเลือดสูงระดับอันตราย เด็กเกือบทุกคนมีการพัฒนาการที่ผิดปกติ การวางแผนดำเนินการแก้ไขเกิดขึ้นในหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แต่ปัจจุบันปัญหายังคงอยู่ในระดับอันตราย

ห้วยคลิตี้มีปริมาณตะกั่วอนินทรีย์สูงถึง 0.26-0.87 ppm ในขณะที่ น้ำผิวดิน (แม่น้ำ, ลำธาร, ห้วย ฯลฯ) ควรมีไม่เกิน 0.05 ppm ตะกั่วอนินทรีย์ในห้วยละลายออกมาจากตะกอนที่ไหลเต็มพื้นห้วยหมู่บ้านคลิตี้ล่าง ตะกอนธาร

น้ำ มีค่าตะกั่วสูงถึง 165,720 ถึง 552,380 ppm ในขณะที่ค่ามาตรฐานควรมีเพียง 200 ppm เท่านั้น หรือมีค่ามากกว่าถึง 28,000 เท่า

โรงแต่งแร่คลิตี้ได้รับแร่จากเหมืองที่อยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ซึ่งมีอย่างน้อย 5 แห่ง นอกจากที่ห้วยคลิตี้ยังมีโรงแต่งแร่อื่นอีก เหมืองและโรงแต่งแร่ทั้งหมดไม่ควรอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เพราะให้ตะกั่ว และมีการใช้สารเคมีหลายชนิด ตะกั่วที่อยู่ใต้ดิน ไม่ควรขึ้นมาอยู่บนผิวดิน เพราะเมื่อปนเปื้อน เช่นที่ห้วยคลิตี้ ในปริมาณน้อยที่สุดก็เป็นอันตรายต่อทุกสิ่งมีชีวิตที่อยู่ ใช้ หรือเกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำนี้

กระทรวงอุตสาหกรรม, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงสาธารณสุข, ภาคเอกชน และเอ็นจีโอเข้าช่วยแก้ไขปัญหาห้วยคลิตี้เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 แต่หลายคนกล่าวว่าปัญหายังคงมีอยู่ และยังรุนแรง

ปัญหาการสร้าง**ยาพื้นบ้าน** หรือ**ยาผีบอก**เพื่อรักษาโรค โดยการปรุงยาขึ้นเองตามความเชื่อถือ หรือเพื่อหลอกลวง สร้างรายได้พบเห็นได้บ้าง ยาที่ปรุงขึ้นอาจมีส่วนผสมเป็นตะกั่ว ซึ่งมักมีสี และมีปริมาณตะกั่วสูง ผู้ป่วยที่รับยาจึงอาจเกิดอาการพิษตะกั่วแบบเฉียบพลันได้ เรื่องทำนองนี้เกิดขึ้นในหลายประเทศ เช่น เม็กซิโก, จีน, อินเดีย และบางประเทศในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ **ยาหม้อจีน** ที่มีการต้มเคี่ยวพืชสมุนไพรก็เป็นอีกแหล่งหนึ่งของตะกั่ว เนื่องจากยาที่ได้มีความเข้มข้นของตะกั่วที่มาจากพืชสูงขึ้น

แบตเตอรี่ชนิดที่มีตะกั่วผสม (lead-acid battery) นิยมใช้ในรถยนต์ทั่วไปต้องเข้ารับบริการ เพราะต้องมีการเติม/เปลี่ยนน้ำกรด และมีอายุการใช้งาน การให้บริการโดยร้าน หรืออู่รถยนต์ทั่วไปย่อมไม่มีระบบดูแลสิ่งแวดล้อม น้ำกรดเก่าปนตะกั่วมักถูกเททิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ ซึ่งไปสู่แหล่งน้ำในที่สุด แบตเตอรี่ทั้งก้อนถูกทิ้ง และไปสู่ขยะฝังกลบ หรือถูกแยกส่วนที่อาจดำเนินการอย่างไม่เหมาะสม เพราะขาดความรู้ความเข้าใจที่ดีในการดูแล และเก็บรักษา ผู้ซื้อขายตะกั่วควรทราบถึงอันตราย

การนำตะกั่วจากแบตเตอรี่กลับมาใช้ใหม่เป็นทางเลือกที่ดี และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้มาก จนหลายประเทศให้ความสำคัญ และเร่งสร้างระบบจัดการที่ดี เพราะตะกั่วในแบตเตอรี่มีสัดส่วนสูงของการใช้ตะกั่วทั้งหมด

แม้แต่ประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีความพร้อมสูงในการแก้ไขปัญหาตะกั่วเป็นพิษ แต่ก็ยังแก้ไขได้ไม่สมบูรณ์ในวันนี้ ดังเห็นว่ายังมีกิจกรรมให้ความรู้ และทุนเพื่อการแก้ไขปัญหาสำคัญนี้อยู่ เมื่อปี พ.ศ. 2545 เมืองชิคาโกก็เพิ่งได้รับเงินทุนประมาณ 42 ล้านบาท เพื่อเสริมโครงการของเมืองชิคาโกในการลดปัญหาตะกั่วในเด็ก ประเทศที่อื่นจึงควรเล็งเห็นปัญหาที่สำคัญนี้ และควรรณรงค์ให้ความรู้ หรือจัดให้เรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของชั้นเรียน

ตะกั่วและจุลินทรีย์

ตะกั่วมีผลทำลายเซลล์ทุกชนิดรวมทั้งจุลินทรีย์ ระดับผลของตะกั่วต่อเซลล์ขึ้นกับความเข้มข้นของตะกั่ว ชนิดของเซลล์ และสารที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมของเซลล์ ยิ่งมีปริมาณตะกั่วสูง เซลล์ยิ่งได้รับผลมาก และตายในที่สุด แม้ว่าตะกั่วมีผลทำลายจุลินทรีย์ แต่นักวิทยาศาสตร์นำความสามารถของจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในการจัดการ และเฝ้าระวังปริมาณตะกั่วในสิ่งแวดล้อมได้

จุลินทรีย์เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศในการเปลี่ยนรูปสารจากรูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่ง เพื่อให้พืช และจุลินทรีย์อื่นมีวิถีชีวิตตามระบบนิเวศ การเปลี่ยนรูปสารนี้ที่สำคัญคือ เปลี่ยนจากอินทรีย์เป็นอินทรีย์ที่เล็กลง และเปลี่ยนอนินทรีย์รูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่ง หากขาดจุลินทรีย์ ระบบนิเวศอาจขาดสารจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตในระบบ สารปราบศัตรูพืช โดยเฉพาะที่ใช้ปราบราบางชนิดมีตะกั่วผสม จึงมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในระบบนิเวศดินได้ ดังนั้น การใช้สารดังกล่าวเชิงเกษตรกรรม นอกเหนือจากที่มีผลร้ายต่อผู้ใช้ ยังมีผลให้ระบบนิเวศดินเสียสมดุล และอาจส่งผลต่อดินจนไม่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด

ความสามารถของจุลินทรีย์ในการเพิ่มจำนวนได้รวดเร็ว ประกอบกับการทำลายเซลล์ของตะกั่ว คือต้องเข้าไปอยู่ในเซลล์ หรือจับอยู่กับผิวเซลล์ ทำให้มีงานวิจัยในการนำเซลล์จุลินทรีย์มาใช้ในการลดปริมาณตะกั่วในสิ่งแวด

ล้อม โดยทั่วไป เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีทางเคมี แนวปฏิบัตินี้มีประสิทธิภาพต่ำ และไม่คุ้มทุน ยกเว้นระบบที่มีการเจริญของจุลินทรีย์อยู่แล้ว เช่นระบบบำบัดน้ำเสีย จึงช่วยลดปริมาณตะกั่ว หรือโลหะหนักอื่นในน้ำเสียได้ระดับหนึ่ง

การใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ที่มีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติมากกว่าคือ การวัดปริมาณตะกั่ว ในรูปแบบของการเฝ้าระวัง แม้ว่าไม่สามารถให้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ แต่ก็สามารถบ่งบอกระดับตะกั่วในสิ่งแวดล้อมได้ระดับหนึ่ง หลักการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์นี้อยู่บนพื้นฐานที่จำนวนเซลล์จุลินทรีย์ที่ตายแปรผันโดยตรงกับปริมาณโลหะหนักและสารพิษอื่นที่อาจมี ทำให้สามารถสร้างชุดตรวจสอบสำเร็จรูปที่มีราคาต่ำ ใช้งานง่าย ไม่ต้องการผู้มีความชำนาญและสามารถใช้ได้ในภาคสนาม จึงเป็นการเสริมข้อจำกัดของวิธีทางเคมีวิเคราะห์ในการวัดปริมาณตะกั่วในสิ่งแวดล้อม ในดิน แหล่งน้ำ หรือแม้แต่ในสี ที่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง และค่าใช้จ่ายสูง โดยเฉพาะเมื่อวิเคราะห์ในรูปแบบการเฝ้าระวัง เฉพาะในกรณีที่ผลบ่งชี้ว่าน่าจะมีปริมาณตะกั่วสูง จึงมีการใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมีมาตรฐานเข้ามายืนยันผล ชุดตรวจวัดตะกั่วสำเร็จรูปนี้ช่วยให้ชุมชน หรือโรงเรียนสร้างกระแสรักษ์สิ่งแวดล้อม และสนใจในวิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่งด้วย

วิจารณ์

จากอันตรายของตะกั่ว และระดับความรู้-ความเข้าใจของประชาชน รัฐบาลควรได้มีการให้ความรู้ คำแนะนำ ออกกฎหมาย อบรม สร้างระบบเฝ้าระวัง และจัดสร้างแหล่งข้อมูลเพื่อการเผยแพร่เกี่ยวกับตะกั่ว โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับสี และอาหาร

องค์กรของรัฐ และภาคเอกชนควรส่งเสริมให้ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วแก่พ่อ-แม่ ประชาชน และโดยเฉพาะนักเรียน และนักศึกษาทุกคน และให้คำแนะนำการจัดการ และปัญหากับชุมชน โรงเรียน โรงงาน และองค์กรอื่น

รัฐบาลควรมีการดำเนินการดังในหลายประเทศที่ออกกฎหมาย (1) ให้ผู้ขายและผู้ผลิตอาหารทุกรายขึ้นทะเบียน, ได้รับการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยในอาหาร และติดป้ายแสดงข้อมูลนี้ทุกร้าน (2) ออกกฎหมายให้เจ้าของบ้านให้เช่ารับผิดชอบอันตรายจากตะกั่วในสี (3) ให้เจ้าของโรงงานที่มีการใช้ตะกั่วจัดอบรมเกี่ยวกับพิษตะกั่วให้กับพนักงานทุกคน และโรงงาน

ควรสนับสนุน และให้การอบรม การจัดการกับสีผสมตะกั่ว และการนำตะกั่วในแบตเตอรี่กลับมาใช้

รัฐบาลควรจัดสร้างแหล่งรวบรวมข้อมูลที่สืบค้นได้ง่ายและสะดวก โดยมีข้อมูล เช่น สถานการณ์ผู้ป่วย, การรักษา, สีทาตั้งแต่ปีใด และสีประเภทใดบ้างที่แนะนำให้มีการตรวจสอบ, กำหนดพื้นที่อันตรายจากสารตะกั่ว เช่น หมู่บ้านห้วยคลิตี้ล่าง ตำแหน่งโรงงานที่อาจมีอันตรายจากตะกั่วสูง

References

Alloway, B.J. 1990. Heavy Metals in Soils. John Wiley & Sons, Inc. New York. ISBN 0470215984.

Brown, V.M, Gardiner, J. and Yates, J. 1984. Proposed Environmental Quality Standards for List II Substances in Water. Inorganic Lead. Water Research Centre Technical Report TR208

Goyer, R.A. 1996. Toxic effects of metals. In Casarett & Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons, Fifth Edition, Klaassen, C.D. [Ed]. McGraw-Hill Health Professions Division. ISBN 0071054766.

Himi Y. 1996. The Automobile Traffic and Air Pollution in Bangkok. Jpn. Soc. Atmos. Environ. 31: 175-184.

Lead in Paint, Dust and Soil. U.S. Environmental Protection Agency. Last updated on Tuesday, December 24th, 2002. www.epa.gov/lead

Migasena, P. and K. Choopanya. 1992. Nutrition and the Environmental Situation in Bangkok. Southeast Asian J. Trop. Med. Public. Health. 23 (suppl. 3): 46-53.

Phuapradit, W., T. Jetsawangsri, K. Chaturachinda and N. Noinongyao. 1994. Maternal and Unbilical Cord Blood Lead Levels in Ramathibodi Hospital. J. Med. Assoc. Thailand. 77: 368-372.

Pollution Control Department, Ministry of Science, Technology and Environment, the Government of Thailand. 1995. Pollution Thailand.

Residential Lead Hazard Standards - TSCA Section 403. U.S. Environmental Protection Agency. Last updated on Tuesday, December 24th, 2002. www.epa.gov/lead/leadhaz.htm

Ruangkanchanasetr, S. and J. Suepiantham. 2002. Risk Factors of High Lead Level in Bangkok Children. J. Med. Assoc. Thai. 85(4): S1049-58.

Sirivarasai, J., S. Kaojaren, W. Wananukul and P. Srisomerang. 2002. Non-occupational Determinants of Cadmium and Lead in Blood and Urine among a General Population In Thailand. Southeast Asian J. Trop. Med. Public. Health. 2002 Mar: 33(1):180-7.

Srianujata, S. 1998. Lead–the Toxic Metal to Stay with Human. J. Toxicol Sci. 23 (suppl. II) : 237-240.

The Merck Manual: Diagnosis & Therapy. 1999. Mark H. Beers (ed.), Robert Berkow (ed.) and Mark Burs (ed.). Section 19. Pediatrics, Chapter 263. Injuries, Poisoning, and Cardiopulmonary Resuscitation. 17th ed. Merck & Co. ISBN: 0911910107.

Wahl, M. and R. Friede. 2000. Lead. p156-161. *in* Toxicology Secrets (The Secrets Series) by Louis Ling (ed.), R.F. Clark (ed.), T.M. Erickson (ed.), J.H. Trestrail III(ed.). Hanley & Belfus, Inc. Philadelphia. p303. ISBN: 1-56053-410-9.

Zhang, Z., Shinichiro Shimbo, Takao Watanabe, Songsak Srianujata, Orapin Banjong, Chureeporn Chitchumroonchokchai, Haruo Nakatsuka, Naoko Matsuda-Inoguchi, Kae Higashikawa and Masayuki Ikeda. 1998. Non-Occupational Lead and Cadmium Exposure of Adult Women in Bangkok, Thailand. The Science of the Total Environment. 226: 65-74.