

บทความพิเศษ

ค่ามาตรฐานของระดับตะกั่วอนินทรีย์ในเลือดและอากาศ

อุบลรัตน์ สุคนธมาน*

ศึกษา ภมรสติชัย* พินิจ ทวีสิน**

Sukonthaman U, Bhamornsathit S, Thaweessin P. Criteria of blood and atmospheric lead levels. Chula Med J 1985 Feb ; 29 (2) : 143-152

At the present time, there is no occupational health act for pregnant workers in Thailand, concerning the permissible level of toxic materials. The guidelines below have been drawn up to help physicians in their job-placement recommendations, towards protecting the health of the pregnant worker, the fetus and other workmen.

In 1973, the NIOSH and DOH in the United States have developed for distribution to physicians, the criteria for lead exposure which were subsequently readjusted in 1975. There are now 113 occupations exposed to inorganic lead. The atmospheric level of lead in workplaces should not exceed $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, the blood level in workers $60 \mu\text{g}/\text{m}\%$ and in pregnant women $40 \mu\text{g}/\text{m}\%$

* ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** หน่วยอนามัย และภาควิชาสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแพทย์ตะกั่วอนินทรีย์ เป็นที่รู้จักกัน
ว่าเป็นโรคที่พบบ่อยที่สุดในประเทศที่เริ่มต้น
พัฒนาอุตสาหกรรม ซึ่งเมื่อ 20 ปี ก่อน เป็น
ปัญหาของประเทศที่พัฒนาทางอุตสาหกรรมแล้ว
เช่น อเมริกา ประเทศในยุโรป และญี่ปุ่น
ในที่นี้จะกล่าวแต่เรื่องสหรัฐอเมริกา โดย
กระทรวงสาธารณสุข โดยมี NIOSH^{***}
และกระทรวงแรงงาน โดยมี OSHA^{****}
หน่วยงานทั้งสอง และองค์การอนามัยโลก
กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของระดับตะกั่วอนินทรีย์
ในประเทศอเมริกา กฎหมายที่ใช้อยู่บังคับจะ
คำนึงถึงกลุ่มคนทำงานโดยเฉพาะสตรีกฎหมาย
นี้เรียกว่า "Occupational safety and
health act of 1970"⁽¹⁾ และหัวข้อที่
7 เรื่อง "Civil right act of 1964"
ซึ่งกล่าวไว้ในหัวข้อว่า โอกาสทำงานที่เท่า
เทียมกัน กฎหมายนี้ได้สั่งให้คนทำงานทุกคนมี
สภาพการทำงานที่ปลอดภัย และเป็นสุขทั้งหญิง
และชาย จากกฎหมายอันนี้ทำให้รัฐต่าง ๆ
ออกกฎข้อบังคับเกี่ยวกับคนทำงานที่ต้องเสี่ยง
กับภาวะเครียด , สัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษ
และรัฐบาลต้องกำหนดระดับสารเคมีที่เป็นอัน-
ตรายต่อสุขภาพเพื่อที่จะรักษาสุขภาพ กาลัง
คนทำงานที่อยู่ในระยะสืบพันธุ์

วิชาอาชีวอนามัย (Occupational
health) เป็นวิชาที่ต้องผสมผสานวิชาต่าง ๆ

หลายสาขาเข้าด้วยกัน เช่นวิชาทางสาธารณสุข-
สุข ระบาดวิทยา สัตวศาสตร์ , ชีวสถิติ และ
วิชาแพทย์หลายสาขา สรีรวิทยา อายุรศาสตร์
ชีวเคมี พิษวิทยา จุลชีววิทยา ศัลยกรรม
อุบัติเหตุ ภายภาพบำบัด และการฟื้นฟูสุขภาพ
และอื่น ๆ วิชาวิทยาศาสตร์ เคมี ฟิสิกส์ ชีว
วิทยาวิศวกรรม เช่น ลูชาภิบาล เคมี ไฟฟ้า
อุตสาหกรรม วิชาด้านสังคม และการบริหาร
และกฎหมาย วิชาอาชีวอนามัย เป็นงานทาง
เวชศาสตร์ชุมชน แต่ Setting เป็นแบบ
Industrial type

การสัมผัสตะกั่วอนินทรีย์ทางด้านอาชีพ
สูง มีถึง 113 อาชีพ⁽¹⁾ สถาบันอาชีวอนามัย
และความปลอดภัยแห่งชาติ (NIOSH)^{***}
และกระทรวงสาธารณสุขอเมริกันได้พิจารณา
เกณฑ์มาตรฐานไว้ตัดสินและแจกจ่ายให้แพทย์
ได้ทราบทั่วกันและส่งไปยังกระทรวงแรงงาน
เมื่อ พ.ศ. 2516 (1973) ค่ามาตรฐานของ
ตะกั่วในอากาศของสถานที่ทำงานได้ถูกกำหนด
ให้ลดลงจาก 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์-
เมตร เหลือ 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์-
เมตร สำหรับคนทำงาน 8 ชม. ต่อวัน สัม-
ผัสได้ 40 ชม.

ปี พ.ศ. 2518 (1975) สถาบัน
อาชีวอนามัย และความปลอดภัยแห่งชาติโอเม-

*** NIOSH = NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

**** OSHA = OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION

รกันแนะนำว่าให้ลดลงอีกเหลือไม่เกิน 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ ระดับตะกั่วในเลือด ซึ่งเดิมใช้เกณฑ์ 80 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ให้ลดลงมาเป็นไม่เกิน 60 ไม-

โครกรัมเปอร์เซ็นต์ กระทรวงแรงงานโดย OSHA ***** ของอเมริกาประกาศใช้เกณฑ์นี้เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2518⁽¹⁾ ให้คนทำงานย้าย หน้าที่จากสัมผัสตะกั่วอินทรีย์

Correlation of inorganic lead exposure to biological effects in adult
US Department of Health, Education and Welfare and NIOSH revised criteria 1978.

Exposure category	Blood lead (µg/100 ml or gm whole blood)	Biological effect
Normal	15 - 20	
Sub clinical absorption	20 - 40	a) Erythrocyte ALAD
Excessive absorption likely	40 - 60	a) Urinary ALA b) Urinary coproporphyrin c) Erythrocyte protoporphyrin level d) Zinc protoporphyrin blood level e) Haemoglobin decreases f) Altered spermatogenesis
Unacceptable absorption	> 60	a) Central nervous system effects b) Peripheral neuropathy c) Renal damage d) Gastrointestinal disturbances e) Anemia
Determination of Body Burden of lead.		a) Erythrocyte protoporphyrin

**เกณฑ์มาตรฐานที่องค์การอนามัยโลก
ตั้งขึ้นปี 2517 สำหรับ Screen คนทำงาน
อาชีพสัมผัสตะกั่วอนินทรีย์ และควรร้าย
หน้าที่(2)**

ทางระบบเลือด :-

เลือดจาง

Reticulocytosis

Basophilic Stippling

ระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 70 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์

ทางระบบปัสสาวะ

- มี Corproporphyrin III 300 ไมโครกรัมต่อลิตร (ปกติ 60-280 ไมโครกรัมต่อลิตร)
- alpha-aminolovulinic Acid 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ปกติ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- ตะกั่วในปัสสาวะมากกว่า 130 ไมโครกรัมต่อลิตร (ประเทศไทยใช้ 150 ไมโครกรัมต่อลิตร)
- ทำให้ตะกั่วขับออกมาทางปัสสาวะโดยใช้ Chelating Agent แล้วมากกว่า 1000 ไมโครกรัมต่อวัน

ด้วยเหตุที่ว่าตะกั่วมีพิษสะสมและทำให้สมองเหี่ยว (cerebral atrophy) ไม่มีวิธีใดจะตรวจหาการสัมผัสมาตั้งแต่อดีตได้ ตะกั่ว มี half-life ในเลือด 2 ถึง 4 อาทิตย์ และมี half-life ในกระดูกนานอย่างน้อย 12 ปี ดังนั้นการตรวจเลือดหา|ระดับตะกั่ว จึงไม่ได้แสดงถึงสารตะกั่วในร่างกายทั้งหมด ประเทศไทยกำลังพัฒนาทางอุตสาหกรรม ปัญหาพิษตะกั่วเกินระดับปกติ (Un-

due lead exposure) จึงพบบ่อย⁽³⁾ ตัวอย่างผู้ป่วยเด็กภาควิชากุมาร เลขที่หัวไป 319373/24 เลขที่ภายใน 28258/24 อายุ 7 เดือน มีอาการของพิษตะกั่ว มีสมองเหี่ยว (Cortical atrophy) การเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ ระดับตะกั่วในเลือด 97 $\mu\text{gm}\%$ เด็กนี้ได้รับพิษตะกั่วจากมารดา (ซึ่งออกจากงานมา 2 ปี) ผู้เคยทำงานในโรงงานทำฝากระป๋อง, นกหวีด ฯลฯ โรงงานตีกแกว 2 คูหา พิษตะกั่วผ่านมาทางรกและน้ำนม ทั้ง ๆ ที่มารดามีระดับตะกั่วในเลือด 41.2 $\mu\text{gm}\%$, ในปัสสาวะ 127 $\mu\text{gm}/\text{ลิตร}$ (29 กย. 24) (ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติของคนทำงานสัมผัสตะกั่ว) ระดับตะกั่วในน้ำนม 13.2 $\mu\text{gm}\%$ (มากเกินปกติ) ในครอบครัวนี้ ยาย , ปिता , มารดาเด็กมี Chronic lead absorption ตัวอย่างที่สอง คนไข้ชาย เลขที่ 47140/26 อายุ 36 ปี ทำงานอาชีพขัดเหล็ก 10 ปี ตรวจทางประสาทไฟฟ้า (EMG) มี Neuropathy ตัวอย่างรายที่สาม คนไข้ชาย เลขที่ 053583/26 อายุ 27 ปี ทำงานโรงกลึง 8 ปี ที่อยุธยา พบว่ามี Neuropathy ตรวจระดับตะกั่วในเลือด 75 $\mu\text{gm}\%$ แมงกานีส 5 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ (ระดับตะกั่วในเลือด 70 $\mu\text{gm}\%$ เป็นระดับใช้ Screen คนทำงานเพื่อให้ง่ายหน้าที่ ขององค์การกรรรมกรโลกแต่ทางอเมริกาใช้ระดับตะกั่วในเลือดเกณฑ์มาตรฐาน 60 $\mu\text{gm}\%$ ต้องย้ายหน้าที่) และเมื่อประสาทดถูกทำลายก็ยากที่จะกลับคืนดีเช่นเดิมได้

**การแก้ปัญหาพิษตะกั่วอนินทรีย์ของ
ประเทศที่พัฒนาแล้ว**

โดยอาศัยกฎหมายที่รัฐบาลอเมริกาออก

มาใช้เกี่ยวกับ "Occupational Safety and health act of 1970" OSHA ได้ออกกฎหมายว่านายจ้างจะต้องเก็บรายงานการตรวจเป็นระยะ ๆ และการเฝ้าระวังโรคในคนทำงานสัมผัสตะกั่วอนินทรีย์ (Monitoring and surveillance records) เป็นเวลา 40 ปี หรือเท่ากับระยะเวลาการทำงานเพิ่มอีก 20 ปี และระยะตลอดระยะเวลาการทำงานต้องจัดการป้องกันให้คนทำงานดังนี้

- 1) ระดับตะกั่วในเลือดคนทำงาน ควรอยู่ระดับ 40 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์
- 2) ระดับตะกั่วในเลือดทั้งหญิงและชายที่ทำงาน และผู้ที่กำลังจะเป็นบิดา มารดา ต้องคงระดับตะกั่วในเลือดต่ำกว่า 30 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ เหตุผลถ้ามีผลเสียต่อสุขภาพจะน้อยที่สุด

ผลต่อสุขภาพจากการสัมผัสตะกั่ว

อนินทรีย์แบ่งเป็น 5 ระยะ

- 1) มีระยะปกติ
 - 2) มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ยังไม่มีความสำคัญแน่ชัด
 - 3) มีการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิ และสรีรวิทยา
 - 4) อยู่ระหว่างระยะที่ 3 และ 5 จะมีผลต่อเนื้อ แต่แบ่งแยกแน่ชัดไม่ได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของแต่ละคนไม่เหมือนกัน
 - 5) มีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติและตาย
- OSHA พัฒนาค่ามาตรฐานตะกั่วอนินทรีย์ มุ่งที่ระยะที่ 3 ถึงระยะที่ 5
- รัฐบาลอเมริกัน โดย OSHA ได้ทำ

โปรแกรมย้ายคนทำงานสัมผัสตะกั่วอนินทรีย์ เรียกว่า Medical removal program (MRP Program) และจัดค่ามาตรฐานไว้ใช้ เรียกว่า Standard's Ultimate worker removal criteria มีผลใช้บังคับตามเวลาดังกล่าว ดังตารางข้างล่างนี้⁽⁴⁾

ปัญหาอาชีวอนามัยในประเทศทางเอเชียด้วยกันนับว่าประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีประชากรประมาณ 85 ล้าน หรือประมาณเกือบ 2 เท่าของประเทศไทย ได้ผ่านขั้นตอนมาตั้งแต่ปี 1959 (พ.ศ. 2502) และพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมทางการเมืองและกฎหมาย ปัจจุบันนี้ยังมีการพัฒนาต่อไป เมื่อ 6 ปีที่แล้ว เมื่อ 1 เมษายน 1978 (พ.ศ. 2521) รัฐบาลโดยกระทรวงแรงงาน ร่วมกับเอกชน ได้จัดตั้งมหาวิทยาลัย University of Occupational and Environmental Health⁵ ที่เมือง Kitakyushu 807 Japan โดยได้รับเงินสนับสนุนจากรัฐบาล จุดประสงค์ของมหาวิทยาลัย เพื่อให้การศึกษาแก่แพทย์ เพื่อให้แพทย์ศึกษาตลอดชีวิต โดยมีปรัชญาว่าให้ผู้ที่ศรัทธาใช้ความต้องการด้านสุขภาพอนามัยของเพื่อนมนุษย์ด้วยความเมตตากรุณา โดยเน้นความสนใจที่สภาพแวดล้อมจากการทำงาน และสภาพแวดล้อมทั่วไปของคน โดยพยายามพัฒนาและรวบรวมสาขาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ทางชีวิตเป็นอันเดียวกัน มหาวิทยาลัยพัฒนาแนวใหม่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อมนุษย์และสัตว์ร่วมกับปัจจัยทางเศรษฐกิจ มหาวิทยาลัยพยายามทำให้อนามัยเปิดเสรีในชุมชน (Comprehensive Community health Services) ใช้เวลาเพียง 6 ปี

Standard's Ultimate worker removal criteria of DOL (USA)

	Effective date				
	Mar 1, 1979	Mar 1, 1980	Mar 1, 1981	Mar 1, 1982	Mar 1, 1983 (Final)
A) Blood lead level requiring employee medical removal (level must be confirmed with second follow-up blood lead level with in two weeks of first report.)	>80 µg/100gm	>70 µg/100g	>60 µg/100g	>60 µg/100g	>60 µg/100g or average of last three blood samples over previous 6 months is 50 µg/100 g or greater
B) Permissible airborne exposure limit for workers removed from work due to an anelevated blood lead level (without regard to respirator protection)	>100 µg/m ³ 8 hour TWA	>50 µg/m ³ 8 hour TWA	>30 µg/m ³ 8 hour TWA	>30 µg/m ³ 8 hour TWA	>30 µg/m ³ TWA
C) Blood lead level confirmed in a second blood analysis, at which employee may return to work permissible exposure without regard to respirator protection is listed by in-dustry :-	<60 µg/100g	<50 µg/100g	<40 µg/100g	<40 µg/100g	<40 µg/100 g.
DOL = Department of labor TWA = Time weighted average					
1. Primary lead production 2. Secondary lead production 3. Lead-Acid battery manufacturing 4. Non ferrous foundries 5. Lead pigment manufacturing 6. All other industries					

Potential Occupational Exposures to Inorganic Lead⁽¹⁾

Babblers	Electronic device makers
Battery makers	Electroplaters
Bookbinders	Electrotypers
Bottle cap makers	Emery wheel makers
Brass founders	Enamel burners
Brass polishers	Enamelers
Braziers	Enamel makers
Brick burners	Farmers
Brick makers	File cutters
Bronzers	Filers
Brush makers	Flower makers, artificial
Cable makers	Foundry molders
Cable splicers	Galvanizers
Canners	Glass makers
Cartridge makers	Glass polishers
Ceramic makers	Gold refiners
Chemical equipment makers	Gun barrel browners
Chippers	Incandescent lamp makers
Cutlery makers	Insecticide makers
Demolition workers	Insecticide users
Dental technicians	Japan makers
Diamond polishers	Japanners
Dye makers	Jewelers

Junk metal refiners	Motor fuel blenders
Lacquer makers	Musical instrument makers
Lead burners	Painters
Lead counterweight makers	Paint makers
Lead flooring makers	Paint pigment makers
Lead foil makers	Patent leather makers
Lead mill workers	Pearl makers, imitation
Lead miners	Pipe fitters
Lead pipe makers	Plastic workers
Lead salt makers	Plumbers
Lead shield makers	Pottery glaze mixers
Lead smelters	Pottery workers
Lead stearate makers	Putty makers
Lead workers	Riveters
Linoleum makers	Roofers
Linotypers	Rubber buffers
Lithographers	Rubber makers
Match makers	Scrap metal workers
Metal burners	Sheet metal workers
Metal cutters	Shellac makers
Metal grinders	Ship dismantlers
Metal miners	Shoe stainers
Metal polishers	Shot makers
Metal refiners	Solderers
Mirror silverers	Solder makers

Steel engravers	Tinners
Stereotypers	Type founders
Tannery workers	Typesetters
Temperers	Varnish makers
Tetraethyl lead makers	Wallpaper printers
Tetramethyl lead makers	Welders
Textile makers	Zinc mill workers
Tile makers	Zinc smelter chargers
Tin foil makers	

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION, AND WELFARE. May 1978

สรุป

เกณฑ์มาตรฐานของระดับตะกั่วในเลือด สำหรับหญิงมีครรภ์ไม่ควรเกิน $40 \mu\text{g}/\text{m}\%$ การแก้ปัญหาเรื่องพิษตะกั่วอินทรีย์ ใน ประเทศไทย จำเป็นที่รัฐบาลต้องพัฒนาทุกสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องตอนต้น และโดยเฉพาะ ระบาดวิทยา ฮิวลิติ พิษวิทยา และห้องปฏิบัติการพิษวิทยาให้พอ และเชื่อถือได้ และ ด้านการเมือง และกฎหมาย แม้ในประเทศ ที่พัฒนาแล้ว เช่น อเมริกา ได้มีกฎหมาย อาชีวอนามัยรองรับ เมื่อปี 2513 และ จากนั้นอีก 11 ปี คือ เมื่อ 1 มีนาคม 2524 จึงได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานตะกั่วถ้าเกิน $60 \mu\text{g}/\text{m}\%$ ต้องย้ายหน้าที่ และให้กลับทำงานเดิม เมื่อระดับตะกั่วในเลือดลดลงมาถึง $40 \mu\text{g}/\text{m}\%$ และในช่วงระยะดังกล่าวมีหลายขั้นตอน

สำหรับประเทศไทย ในแผนพัฒนา - เศรษฐกิจ แผนที่ 5 และ 6 เร่งพัฒนาทาง อุตสาหกรรม ซึ่งน่าจะเป็นห่วงสุขภาพของ องค์การอนามัยโลกว่า " สุขภาพดีถ้วนหน้า ภายใน พ.ศ. 2523 " นั้น ความหวังที่จะให้ ได้สุขภาพดีถ้วนหน้ายังไกลจากเป้าหมายมาก จึงควรที่แพทย์ได้รับรู้ เกณฑ์มาตรฐานของระดับ ตะกั่วในเลือดของหญิงมีครรภ์ ไม่เกิน $40 \mu\text{g}/\text{m}\%$ และจำเป็นต้องมีกฎหมาย และ ขั้นตอนที่จะให้ระดับตะกั่วในเลือดอยู่ที่ระดับนี้ และสำหรับคนทำงานควรเริ่ม เกณฑ์มาตรฐาน ที่องค์การกรรมกรโลกแนะนำไว้ แล้วค่อย ๆ ลดระดับลงมาให้เหลือระดับตะกั่วในเลือด $60 \mu\text{g}/\text{m}\%$ ตามที่ OSHA แนะนำไว้ว่าต้อง ย้ายงาน

References

1. Criteria for Recommended Standard Occupational Exposure to Inorganic(BA) Revised Criteria. U.S. Public Health 1975. 3-17, 9 - 38
2. Occupational Health and Safety. International Labour Organization 1971; 2 : 770
3. World Health Organization. Environmental Health Criteria. Lead. 1977. 1
4. Occupational Safety and Health, General Industry Standards and Interpretations, Vol I. OSHA 2077, Sub PART Z. Toxic and hazardous substance, Lead. International Labour Organization June 1, 1981; 1910. 1025
5. Kenzaburo Tsuchiya. The aim of The University of Occupational and Environmental Health. Univer Occupat Environ Health 1979 ; 1(1) : 7 - 10

จุฬาลงกรณ์เวชสารได้รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 15 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2526