

1-1-1987

Roentgenographic detection of bone changes in lead poisoning

S. Chomdej

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal>



Part of the [Medicine and Health Sciences Commons](#)

Recommended Citation

Chomdej, S. (1987) "Roentgenographic detection of bone changes in lead poisoning," *Chulalongkorn Medical Journal*: Vol. 31: Iss. 1, Article 2.

DOI: 10.58837/CHULA.CMJ.31.1.2

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal/vol31/iss1/2>

This Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn Medical Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การเปลี่ยนแปลงของกระดูกจากพิษสารตะกั่ว

สุดี ชมเดช*

**Chomdej S. Roentgenographic detection of bone changes in lead poisoning.
Chula Med J 1987 Jan; 31 (1) : 5-13**

A roentgenographic survey for bone changes was carried out on 62 children who lived in an area contaminated by lead from batteries discarded 3 years ago on a dirty mud-road. The radiographic study of lead line was obtained by frontal projection of the knee. Children aged 3 months - 9 years were found to have had definite lead line in 36/62 cases but only 3/19 cases in older children (10-16 years of age). One young child presented with under-constriction as the severe bone change. Blood lead were from 10-13,000 microgram % and did not correlate with the current lead line density nor with the basophilic stippling. Eosinophilia were found but their causes were not determined in this study. The sensitivity of lead line in bone radiograph was found to be reliable in young children under ten years.

* ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การดูดซึมของสารตะกั่วเข้าร่างกายมีหลายทาง ทั้งทางด้านการกิน การหายใจ การดูดซึม ผ่านผิวหนัง สารตะกั่วที่ดูดซึมเข้าร่างกายแล้ว จะทำให้เกิดเป็นสารพิษต่อร่างกายทุกระบบ ได้มีรายงานประปรายในและนอกประเทศไทยในเรื่องพิษของสารตะกั่วนี้ไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบโลหิต ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร ถ้าเกิดในเด็กก็จะทำให้เด็กมีร่างกายไม่เจริญเติบโตและมีอาการต่าง ๆ ตามระบบของร่างกายที่มีสารตะกั่วไปสะสมอยู่ การวินิจฉัยโรคโดยเฉพาะโรคสารพิษตะกั่วที่เกิดในเด็กมักจะถูกมองข้ามไปได้ถ้าการตรวจไม่ได้รวมถึงจำนวนพิษตะกั่วที่สะสมในเลือด โดยอาศัยการตรวจวิธีการพิเศษทางห้องปฏิบัติการ การตรวจทางรังสีของทรวงอกอาจพบการเปลี่ยนแปลงที่กระดูกโดยบังเอิญได้และสามารถนำมาเป็นแนวการวินิจฉัยโรคสารพิษตะกั่วต่อไปได้ การสะสมของตะกั่วที่ปลายกระดูกสามารถตรวจได้ง่ายโดยทางรังสี ให้การวินิจฉัยได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นสืบเนื่องมาจากอุบัติการณ์ของพิษตะกั่วที่เกิดขึ้นในเด็กอายุ 2 ปี 4 เดือน ซึ่งเป็นเด็กคนหนึ่ง ในจำนวนพี่น้อง 5 คน และพิษตะกั่วทำให้เด็กถึงแก่ความตาย อาการนำด้วยอาการชัก ซีดลง เด็กมีการเจริญเติบโตช้าทั้งทางร่างกายและพฤติกรรม การตรวจทางรังสีของทรวงอก พบมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแถบขาวที่ส่วนของ metaphysis ของกระดูกซี่โครง ไหล่ และกระดูกสันหลัง การถ่ายภาพรังสีของกระดูกส่วนอื่นได้แก่ กระดูกเชิงกราน แขน ขา ก็ได้พบการเปลี่ยนแปลงเป็นแถบขาวของส่วน metaphysis เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 1.) และโดยเหตุที่สืบทราบมาว่าเด็กเคราะห์ร้ายรายนี้มาจากหมู่บ้านตำบลบางครุ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มีผู้นำกากตะกั่วจากแบตเตอรี่ที่ไม่ใช้แล้วมาถมถนนในหมู่บ้านที่เป็นหลุมบ่อระยะทาง 300 เมตร มานาน 3 ปี และยังมีการตรวจพบระดับตะกั่วในเลือดสูงของพี่น้องเด็กรายนี้ จึงได้มีการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากพิษตะกั่วของเด็กที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านนี้มานานในระยะ 5 ปี เพื่อนำมาเป็นแนวทางการวินิจฉัยโรคพิษสารตะกั่ว โดยการนำตรวจของภาคีวิชาเวชศาสตร์ชุมชนและเวชศาสตร์ป้องกัน คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 1. ผู้ป่วยเด็กหญิง อายุ 2 ปี 4 เดือน มีประวัติอาการชักเมื่ออายุ $1\frac{1}{2}$ ปี และอายุ $2\frac{1}{4}$ ปี เป็นลูกคนสุดท้องในจำนวน 5 คน ของครอบครัว อาศัยในหมู่บ้านซึ่งมีถนนถมด้วยกากแบตเตอรี่ ระยะทาง 300 เมตร เป็นเวลา 3 ปี มารับการรักษาด้วยอาการความดันในสมองพุ่ง โดยมีอาการแขนพุ่งและชอบกระแทกศีรษะ

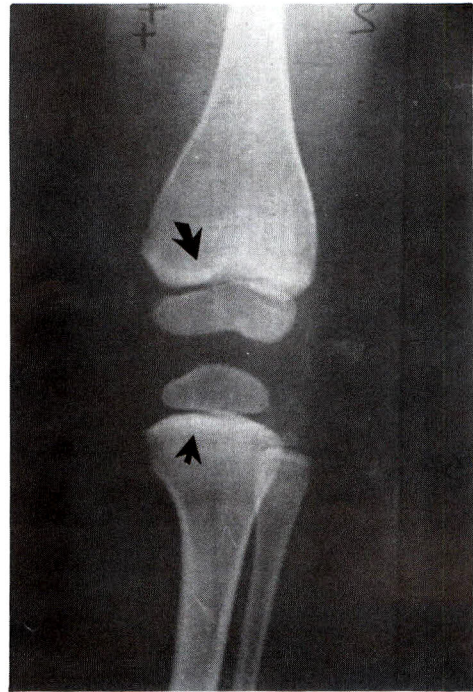


Figure 1 A. Frontal projection of knee, the lead line presented at metaphysis as dense white band (arrow). The underconstriction as widening of the shaft in of the femur and tibia.

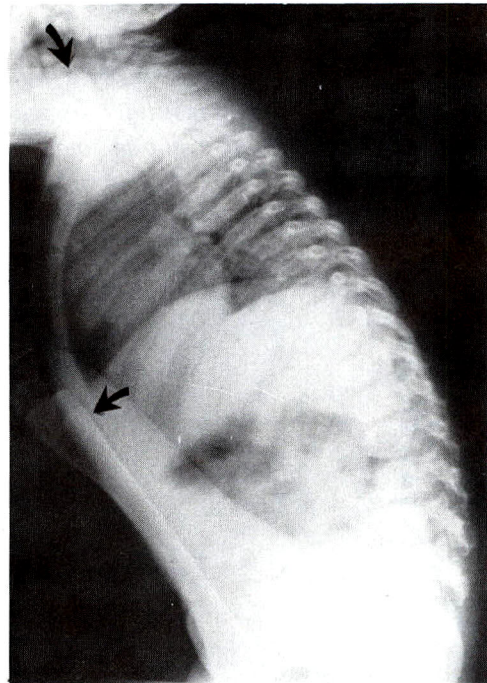


Figure 1 B. Chest lateral view, the lead line presented as dense white band in metaphysis of humerus, and femur.

วัสดุและวิธีการ

วัสดุ

การถ่ายภาพรังสีของกระดูกส่วนปลาย metaphysis โดยใช้เครื่องถ่ายภาพรังสี portable ถ่ายทำที่สถานที่จัดเอื้อเพื่อมาจากหมู่บ้าน แผ่นภาพรังสีที่ถ่ายแล้วได้เก็บลงกล่องปลอดแสงและนำมาล้างเป็นภาพรังสีที่ห้องมืดของแผนกรังสี โดยการถ่ายภาพกระดูกขาของเด็กที่มีอยู่ในหมู่บ้านทั้งหมด และเด็กในโรงเรียนของหมู่บ้าน และได้แนะนำให้เด็กที่เหลือที่ยังไม่ได้ถ่ายภาพรังสีไว้ให้มารับการถ่ายภาพที่แผนกรังสี โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งรวมทั้งการติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของกระดูก นอกจากนี้ได้ถ่ายภาพรังสีของมือเพื่อดูการเจริญเติบโตของเด็กในบางรายเพื่อนำมาในการติดตามผลกระทบของพิษตะกั่วต่อการเจริญเติบโตของเด็กต่อไปด้วย

วิธีการ

1. ดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกระดูกจากพิษตะกั่ว

ภาพที่ 2. อันดับการเปลี่ยนแปลงของ lead line in metaphyses (arrow) of tibia, and femur

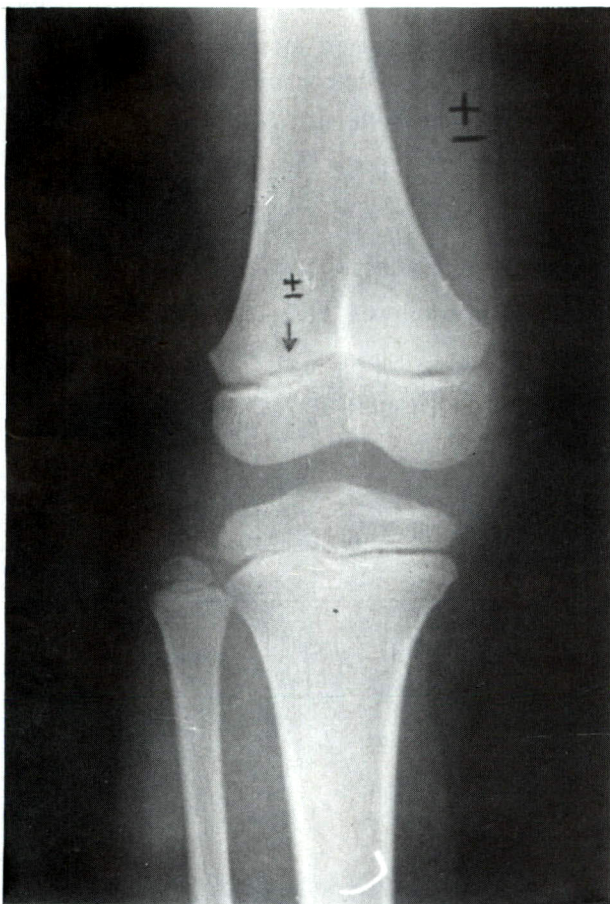


Figure 2 A. Questionable (\pm), as faint white band of metaphyses.

ที่กระดูกขา โดยการถ่ายภาพในท่าตรง antero posterior ทำเดียว เพื่อเป็นการลดการใช้ปริมาณรังสีให้น้อยที่สุด

2. จัดอันดับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกระดูกส่วน metaphysis เป็นแถบที่ขาวที่ปลายกระดูก femur และส่วนต้นกระดูก tibia เป็นลักษณะเรียกว่า lead line (ภาพที่ 2.)

อันดับการเปลี่ยนแปลงของแถบที่ขาว lead line จัดได้ดังนี้

NO CHANGE (ปกติ) = 0 = มีลักษณะไม่มีแถบที่ขาว

QUESTIONABLE = \pm = แถบที่ขาวจาง ๆ

LEAD LINE = + = แถบที่ขาวชัดเจน

HEAVY LEAD LINE = $++$ = แถบที่ขาวจัด

SEVERE CHANGE = มีการเปลี่ยนรูปร่างของกระดูกเป็นลักษณะ underconstriction

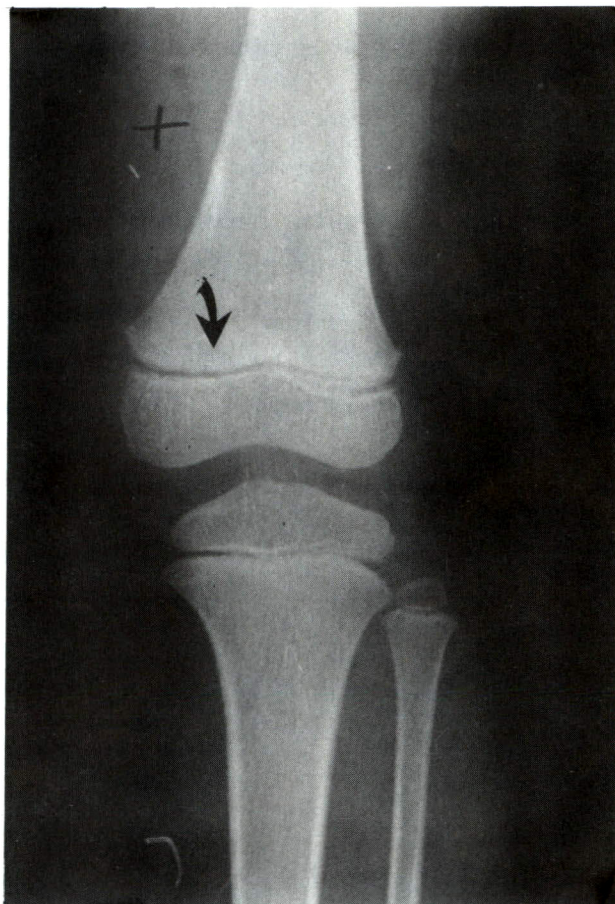


Figure 2 B. lead line (+), as definite white band of 2 mm. width.

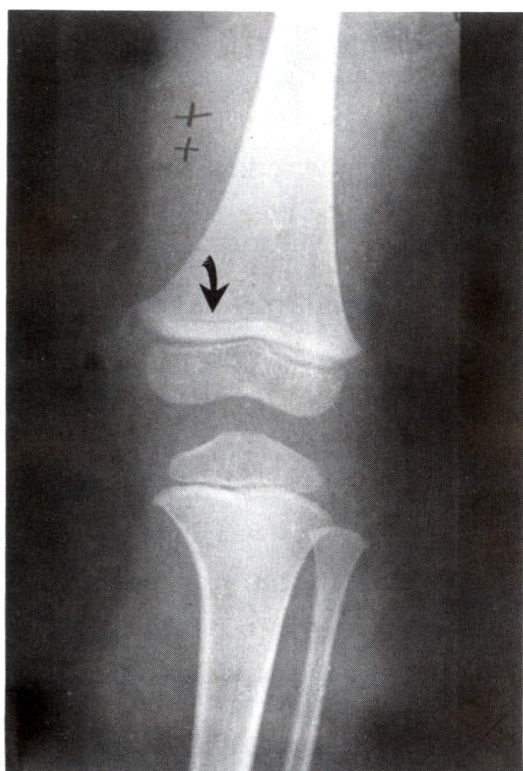


Figure 2 C. heavy lead line (\pm), as dense white band of more than 2 mm. width.

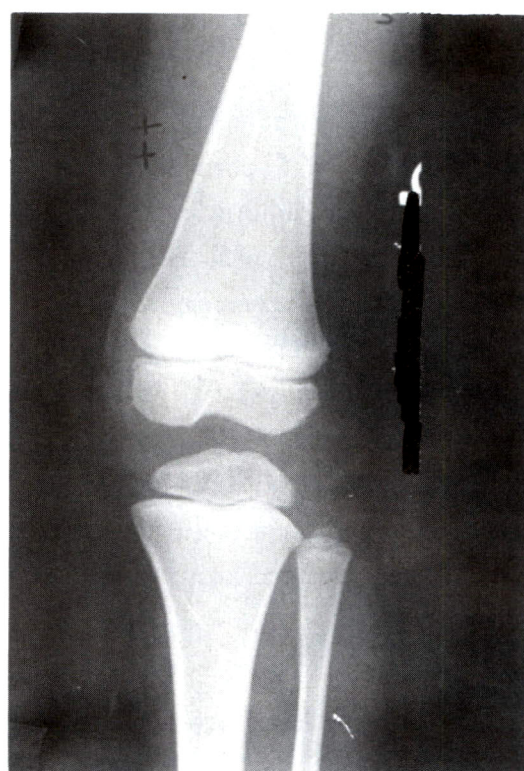


Figure 2 D. severe change as the present of dense lead line of more than 2 mm. width and underconstriction or widening of the bone shaft.

3. นำผลการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของกระดูกทางรังสีเปรียบเทียบกับ การตรวจทางห้องปฏิบัติการวิธีอื่น ได้แก่ จำนวน microgram % ของตะกั่วในเลือด และการย้อมดูเม็ดเลือดจากปลายนิ้วตรวจหา basophilic stippling และ จำนวน % ของ eosinophil

ผลการวิเคราะห์

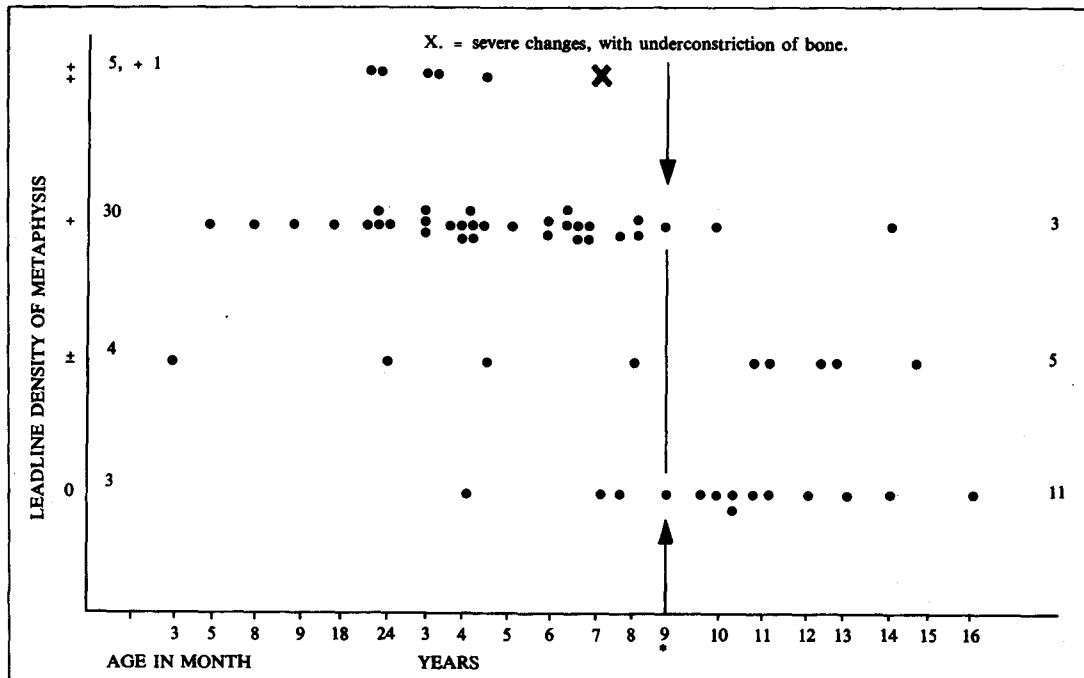
การวิเคราะห์ผลการตรวจทางรังสีดูการเปลี่ยนแปลงของกระดูก metaphysis ที่บริเวณเข่าของเด็กในหมู่บ้าน จำนวน 62 คน มีอายุ 3 เดือน ถึง 16 ปี รวมทั้งเด็กที่คลอดจากมารดาที่อาศัยในหมู่บ้าน

ตารางที่ 1 : ผลการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของ metaphysis บริเวณเข่า จัดตามระดับการเปลี่ยนแปลงเป็น lead line และกลุ่มอายุ 3 เดือน ถึง 9 ปี เทียบกับกลุ่มอายุมากกว่า 9 ปี

				อายุ 3 เดือน - 9 ปี	อายุมากกว่า 9 ปี
NO CHANGE	0	=	14 ราย	3 ราย	11 ราย
QUESTIONABLE	\pm	=	9 ราย	4 ราย	5 ราย
LEAD LINE	+	=	33 ราย	30 ราย	3 ราย
HEAVY LEADLINE	\pm	=	5 ราย	5 ราย	- ราย
SEVERE CHANGE		=	1 ราย (อายุ 7 ปี)		

รวมการตรวจทั้งหมด 62 ราย กลุ่มเด็กอายุ 3 เดือน ถึง 9 ปี มีการเปลี่ยนแปลงเป็น lead line = 48 ราย โดยมีการเปลี่ยนแปลงของกระดูกชัดเจน (+, +, severe) = 39 ราย เมื่อเทียบกับกลุ่มเด็กอายุมากกว่า 9 ปี ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของกระดูกชัดเจนเพียง 3 ราย จากจำนวน 19 ราย

Table I : Distribution of lead line density according to age*



ตารางที่ 2 ผลการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเป็น lead line เปรียบเทียบกับจำนวน microgram % ของระดับ ตะกั่วในเลือด จัดตามกลุ่มเกณฑ์อายุได้ดังนี้

กลุ่มเด็กอายุ 2-9 ปี

ระดับตะกั่วในเลือดเป็น microgram % ปริมาณ 10-330 = 25 ราย

โดยมีการกระจายของระดับตะกั่วในเลือดเป็นปริมาณ 40-75-130-330 microgram % ผลสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงของกระดูกและปริมาณตะกั่วในเลือดเป็นดังนี้

LEAD LINE	+	= 18 ราย
	+	= 3 ราย
	±	= 2 ราย

NO CHANGE 0 = 2 ราย

กลุ่มเด็กอายุ 10-16 ปี

ระดับตะกั่วในเลือดเป็น microgram % กระจาย เป็นปริมาณ 10-60-200

มีจำนวน 14 ราย ผลสัมพัทธ์ของการเปรียบเทียบ ของกระดูกและปริมาณระดับตะกั่วในเลือดเป็นดังนี้

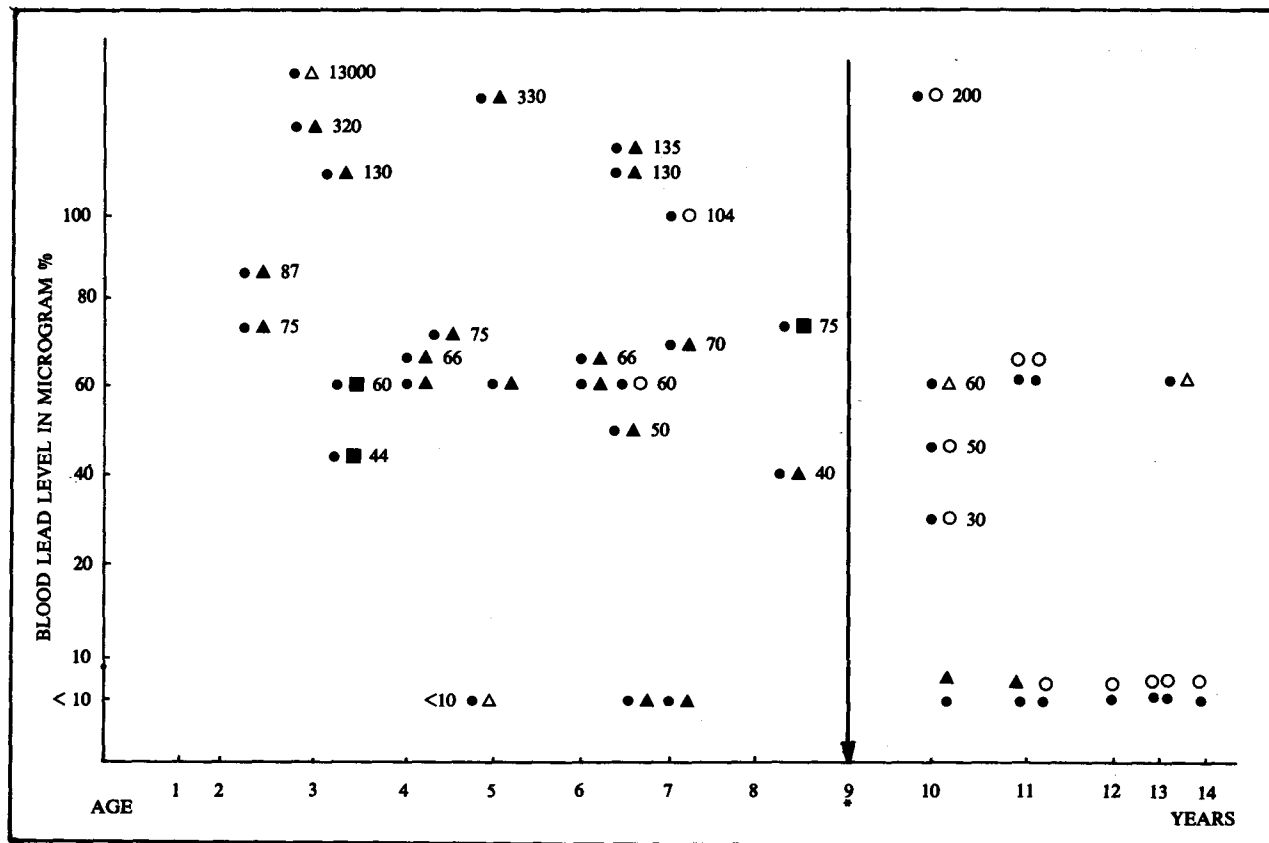
LEAD LINE	+	= 2 ราย
	+	= 2 ราย

NO CHANGE 0 = 10 ราย

ในที่นี้เป็นการเปรียบเทียบเฉพาะรายที่มีผลการตรวจ ระดับตะกั่วในเลือดเท่านั้น

Table II : Distribution of lead line density and blood lead level in microgram % according to age.

lead line 0 = 0 \pm = \triangle + = \blacktriangle \pm = \blacksquare lead line 0 = 0 \pm = \triangle + = \blacktriangle \pm = \blacksquare
 2 2 18 3 10 2 2 0



ตารางที่ 3. ผลการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเป็น lead line เปรียบเทียบกับการตรวจพบ Basophilic stippling ในเลือด ได้ดังนี้

กลุ่มเด็กอายุ 2-9 ปี

ผล lead line เป็น \pm 2 ราย พบ Basophilic stippling 1 ราย

+ 10 ราย 4 ราย

\pm 2 ราย

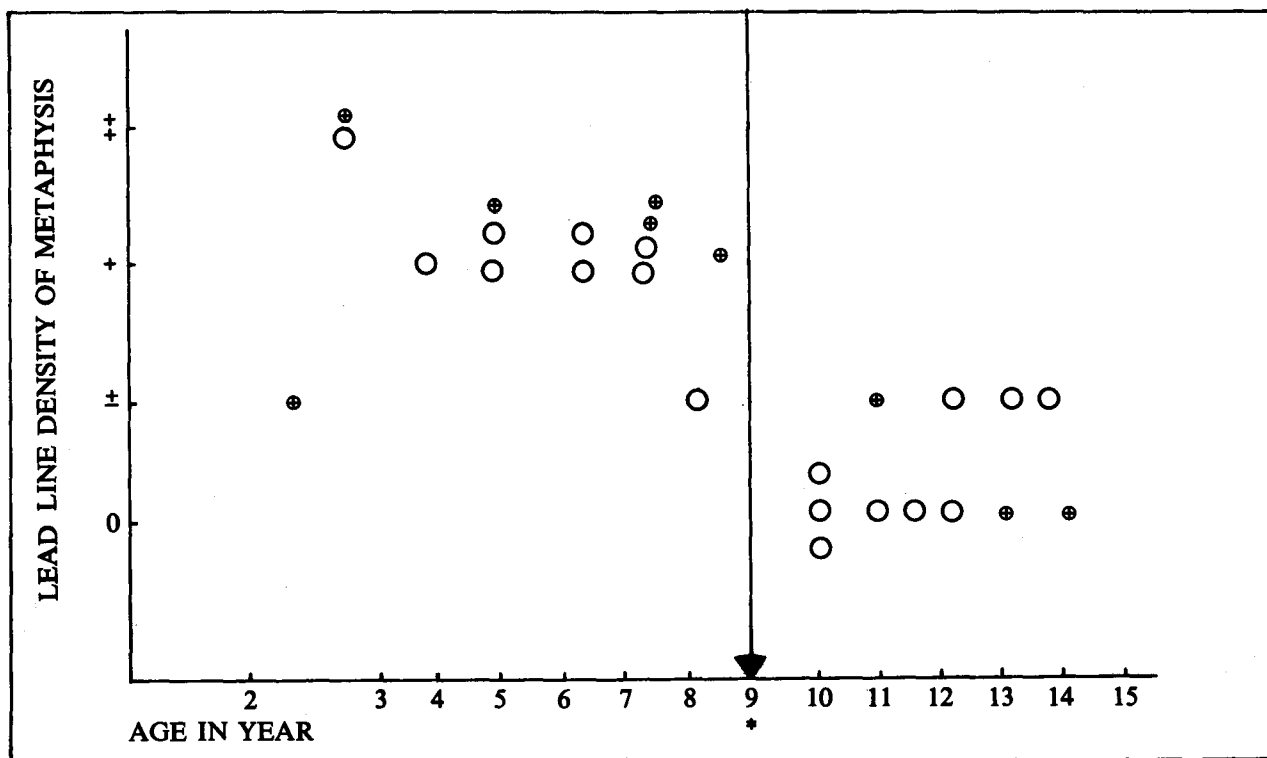
1 ราย

กลุ่มเด็กอายุ 9-14 ปี

ผล lead line เป็น \pm 4 ราย พบ Basophilic stippling 1 ราย

เป็น Negative 8 ราย พบ Basophilic stippling 2 ราย

Table III : Lead line density of metaphysis and basophilic stippling
basophilic stippling positive = ⊕ , negative = ○



ผลการเปลี่ยนแปลงของกระดูก เป็น lead line เปรียบเทียบกับการพบ % eosinophil จากการตรวจเลือดปลายนิ้ว กลุ่มเด็ก อายุ 2-9 ปี

ผล % eosinophil ในเลือด = 4, 6, 8, 10, 12, 16, 18 % มีจำนวน 21 ราย โดยมีผล lead line \pm 2 ราย, + = 16 ราย, \dagger 2 ราย

กลุ่มเด็กอายุ 9-14 ปี

ผล % eosinophil ในเลือด = 2, 4, 6, 10, 15, 17, 20 % มีจำนวน 13 ราย โดยมีผล lead line เป็น-จำนวน 9 ราย

วิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงของกระดูกจากการได้รับพิษสารตะกั่วสะสมในร่างกาย เป็นความผิดปกติที่ปลายกระดูกส่วนของ metaphysis ซึ่งเรียกว่า lead line ได้นำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการวินิจฉัยโรค ซึ่งเกิดจากสารพิษตะกั่ว^(1,2,3,4,5) ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้จะเกิดที่กระดูกในระยะที่กระดูกกำลังมีการเติบโต โดยเฉพาะจะพบในเด็กเล็กในขณะที่อัตราการเติบโตของกระดูกอยู่ที่ metaphysis ส่วนที่เป็นตำแหน่ง

สร้างกระดูก^(6,7) อายุที่พบจึงอยู่ในระยะ 1-6 ปี ซึ่งหลังจากนี้การสร้างของกระดูกจากบริเวณ metaphysis จะลดน้อยลง ปริมาณของตะกั่วในเลือดที่ระดับ 70-80 microgram % จะทำให้เกิด lead line ปรากฏขึ้นที่กระดูก metaphysis ความเข้มและความหนาของ lead line ยังขึ้นอยู่กัระยะเวลาที่สารตะกั่วสะสมในร่างกาย ดังนั้นเด็กโตที่มีอายุมากกว่า 6 ปี จึงพบ lead line น้อย และ lead line เกิดขึ้นช้ามากด้วย^(2,8) การวินิจฉัยโรคพิษสารตะกั่วจึงต้องอาศัยประวัติการได้รับสารตะกั่วไปสะสมในร่างกาย การตรวจหาปริมาณตะกั่วในเลือดที่เกิน 50 microgram % และในน้ำปัสสาวะเกิน 80 microgram และการตรวจจุลทรรศน์การเปลี่ยนแปลงของเม็ดเลือดแดงเป็น basophilic stippling^(1,3,5,9,10) รวมทั้งกลุ่มอาการที่นำมาระบบทางเดินอาหารเป็นการปวดท้อง อาการทางสมองที่รวมทั้งอาการชัก อาเจียน ความดันโลหิตสูง และระบบโลหิตมีสภาวะของโลหิตจางร่วมด้วยจากการที่มีสารตะกั่วไปจับอยู่ที่ไขกระดูก⁽¹¹⁾ Whitaker และ Vietti⁽¹²⁾ ยังได้เสนอการตรวจโดยวิธี fluorescence of erythrocytes เพื่อช่วยการวินิจฉัยโรคพิษสารตะกั่วโดยเป็นวิธีที่ตรวจได้ง่ายและให้ผลเร็ว Sachs⁽⁷⁾ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ

lead line ที่กระดูกของเด็กเป็นโรคพิษสารตะกั่ว 5 ราย อายุ 21-31 เดือน มีปริมาณตะกั่วในเลือดที่ระดับ 104-328 microgram % และมี lead line ปรากฏที่ปลายกระดูกส่วน metaphysis โดยได้มีโอกาสติดตามผลการรักษาพบว่า lead line จะเคลื่อนจากปลาย metaphysis เข้าไปในท่อนกระดูกนั้นขึ้นกับอัตราการเจริญเติบโตของกระดูกโดยอัตราปีละ 5 มม. ที่ iliac crest ของกระดูก pelvis, 9 มม. ที่ปลายกระดูก radius, 11 มม. ที่ส่วนต้นของกระดูก tibia และ 19 มม. ที่ปลายกระดูก femur และ lead line เหล่านี้จะไม่หายไปโดยการรักษาแต่จะจางลงและมีความหนาของเส้นที่ขาวแคบลงแล้วหายไปเองในเวลา 4 ปี ทุกครั้งที่เด็กได้รับพิษของสารตะกั่วเพิ่มเติมใหม่จะมี lead line เพิ่มขึ้นในแต่ละครั้งปรากฏเป็นรอยเลื่อนเข้าไปในท่อนกระดูก นอกจากนี้พิษสารตะกั่วเรื้อรังเป็นเวลานานจะทำให้การเปลี่ยนรูปของท่อนกระดูกเสียไปโดยทำให้ท่อนกระดูกโป่งกว้างออกมีรูปร่างคล้ายขวดแก้วทดลอง Erlenmeyer flask เป็นสภาพของ under constriction ซึ่งได้รับการศึกษาจาก Peace และ Newton⁽¹³⁾ ให้เป็นแบบหนึ่งของ metaphyseal dysplasia จากการติดตามเด็กอายุ 2-4 ปี จำนวน 24 ราย จาก 48 ราย เป็นเวลานาน 10 ปี ซึ่งบางรายสภาพนี้จะกลับคืนรูปร่างปกติเมื่อได้รับการรักษาหายจากพิษสารตะกั่ว และการตรวจชิ้นกระดูกพบว่าที่ compacted metaphysis zone นี้ ประกอบด้วย trabeculae จำนวนมากมี calcium จับอยู่และตะกั่วจับแน่นอยู่ที่ cartilaginous matrix อยู่ในกระดูก และมี intercellular spaces อยู่จำนวนมาก

การสะสมสารตะกั่วในร่างกายมีทั้งทางการกิน การหายใจ การดูดซึมผ่านผิวหนัง และการละลายของตะกั่วผ่านเนื้อเยื่อเข้าไปในร่างกายโดยตรง แหล่งที่มาของสารตะกั่วมาจากการใช้ตะกั่วในชีวิตประจำวันและในโรงงาน การอุตสาหกรรม เช่น ฝุ่นละอองที่มีสารตะกั่วปะปนในอากาศในเมืองใหญ่บริเวณที่มีการจราจรคับคั่งซึ่งอยู่ในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิง โรงซ่อมรถยนต์ โรงพิมพ์กระดาษพิมพ์ที่มีสารตะกั่วปนในสีที่ใช้พิมพ์ สีทาของเล่นเด็ก สีทาบาน หม้อแบตเตอรี่ ลูกปืน สารเคลือบเครื่องดินเผา น้ำมันแต่งผม

ท่อน้ำประปาที่ทำด้วยตะกั่วและตะกั่วละลายมาในน้ำอ่อน (soft water) น้ำดื่มที่มีสารตะกั่วละลายอยู่^(1,5,9,14,15) ผู้ป่วยที่เป็นโรคจากพิษสารตะกั่วจึงพบได้ทั้งผู้ใหญ่และเด็กที่มีโอกาสได้รับสารตะกั่วแล้วแต่แหล่งที่มา นอกจากนี้ยังพบว่าพิษสารตะกั่วสามารถผ่านรกจากหญิงตั้งครรภ์ไปยังทารกในครรภ์ได้มากขึ้น ถ้ารกมีสภาพไม่แข็งแรง และทำให้เกิดความพิการของทารก หรือทารกไม่แข็งแรงเป็น still-births เป็นต้น ดังนั้นสารตะกั่วที่แฝงอยู่ในรูปต่าง ๆ จึงมีความสำคัญมากในการที่จะแก้ไขป้องกันการเกิดโรคพิษสารตะกั่ว โดยเฉพาะแต่ประเทศที่เจริญพัฒนาแล้ว แม้แต่ประเทศไทยซึ่งกำลังมีความเจริญของเศรษฐกิจไปในด้านการพัฒนา การอุตสาหกรรมก็ให้ความสำคัญกับการสูญเสียจากปัญหานี้

สรุป

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระดูกข้อเข่าของเด็กที่ได้รับพิษสารตะกั่ว เป็นเวลานาน 3 ปี ทั้งหมด 62 ราย พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเป็น lead line เด่นชัดที่ metaphysis อยู่ในกลุ่มเด็กอายุต่ำกว่า 9 ปี มีจำนวน 40 ราย และตะกั่วในเลือดมีระดับ 40-85 microgram % พร้อมกับมีการตรวจพบ basophilic stippling และ eosinophil สูง 4-20% การเปลี่ยนแปลงที่ตรวจพบอาจสันนิษฐานสาเหตุได้ดังนี้ เด็กเล็กมีโอกาสได้รับพิษสารตะกั่วได้มากกว่า เนื่องจากต้องอยู่ในบริเวณบ้านมากกว่าเด็กโต นอกจากนี้เด็กเล็กมี surface area ของร่างกายได้รับพิษสารตะกั่วได้มากกว่าเด็กโตทั้งทางผิวหนัง การหายใจ และการกิน⁽¹⁾ และการปรากฏ lead line ของ metaphysis ของเด็กเล็ก เนื่องจากบริเวณ metaphysis ของเด็กเล็กมีอัตราการเติบโตและ turn over rate ของ calcium ที่ตำแหน่งนี้ไปรวมกับการดึงดูดของตะกั่วมากกว่าเด็กโต

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเป็น lead line metaphysis โดยการถ่ายภาพรังสี จึงเป็นวิธีการที่ให้การวินิจฉัยโรคพิษสารตะกั่วได้รวดเร็วและให้ผลแม่นยำในกลุ่มเล็กที่อายุต่ำกว่า 9 ปี แต่จะให้ผลไม่แม่นยำในกลุ่มอายุมากกว่า 9 ปี หรือผู้ใหญ่

อ้างอิง

1. Arena, Jay M. Poisoning 4 ed. Springfield, Illinois : Charle C Thomas, 1979. 255-329
2. Caffey, J. Pediatric X-ray Diagnosis. 5ed. Chicago : Year Book, 1967. 723-784.
3. Cohen G J, Ahrens W E, Spring S. Chronic lead poisoning, a review of seven years experience. J Pediatr 1959 Mar ; 54 (3) : 271-284
4. Sutton D. A Textbook of Roentgen Interpretation, 3 ed. New York : Churchill Livingstone, 1980. 178-179
5. Thienes Ch, Haley T J. Clinical Toxicology. 5 ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 1972. 95-103
6. Paul Lw, Juhl JH. Essentials of Roentgen Interpretation. 4 ed. New York. Hoeber Medical Division, 1981. 252
7. Sachs, HK. The evolution of the radiologic lead line. Radiology 1981 Apr : 139(1) : 81-85
8. Sartain p, Whitaker JA, Martin J. The absence of lead lines in bones in children with early lead poisoning. AJR 1964 Mar; 91(3) : 597-601
9. Gosselin, Hodge, Smith, M Gleason. Clinical Toxicology of Commercial Products. 4ed. Baltimore : Williams & Wilkins, 1976. 194-202
10. Wolman IJ, Hematology of lead poisoning in childhood, in progress of medical science, pediatric. Am J Med Sci 1956 Dec : 232 (6) : 688-693
11. Westerman MP, Pfitzer E, Ellis LD, Jensen WN. Concentration of lead in bone in plumbism. N Engl J Med 1965 Dec 2; 273 : (23) : 1246-1250
12. Whitaker JA, Vietti T J. Fluorescence of the erythrocytes in lead poisoning in children : an aid to rapid diagnosis. Pediatrics 1959 Nov : 24 : 734-738
13. Pease CN, Newton GG. Metaphyseal dysplasia due to lead poisoning in children. Radiology 1962 Aug, 79 (2) : 233-240
14. Mar, Christine. Lead pollution, update. Asian Med News 1983 Dec 6; 5 (23) : 3
15. Hankin L, Heichel GH, Botsford RA. Lead poisoning from colored printing inks : a risk for magazine chewers. Clin Pediatr 1973 Nov ; 12 (11) : 654-655