นิพนธ์ต้นฉบับ

การศึกษาหาวิธีตรวจเฝ้าระวังโรคคนทำงานที่สัมผัสตะกั่วอนินทรีย์โดยวิธีที่สะดวกและประหยัด

อรุณี อวนสกุล*
สมจิตต์ วิริยานนท์** ทรงศักดิ์ ศรีอนุชาต***

Auansakul A, Viriyanondhd S, Srianujata S. A study of the most convenient and economical method for the screening of lead workers. Chula Med J 1985 May ; 29 (5) : 595-605

The purpose of this study was to find the most convenient and economical method for the screening of lead workers. Urinary lead, coproporphyrin and delta-aminolevulinic acid were determined in 140 men exposed to lead and compared with 105 subjects in a control group, by using single voided urine samples. The mean concentrations of urinary lead, urinary coproporphyrin and urinary delta-aminolevulinic acid in the exposed group were 184.64 μg/l, 133.84 μg/l and 2.80 mg/l respectively, which all showed significant differences from those of the control group. Urinary lead also had significant differences between the groups with different durations of exposure.

The correlations between the three parameters were computed. They were urinary lead and urinary coproporphyrin ($r=0.54$, $p<0.001$), urinary lead and urinary delta-aminolevulinic acid ($r=0.41$, $p<0.001$) and urinary coproporphyrin and urinary delta-aminolevulinic acid ($r=0.59$, $p<0.001$). Both urinary coproporphyrin and urinary delta-aminolevulinic acid showed satisfactory significant correlations with urinary lead. It is therefore recommended that the use of either urinary coproporphyrin or urinary delta-aminolevulinic acid in the screening of lead workers depending upon the availability of chemicals and the specificity required.

* ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
** ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
*** สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

ตะกั่วเป็นโลหะที่ปัจจุบันถูกนำมาใช้แพร่หลายตามโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะโรงงานทำแบตเตอรี่ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องตรวจเฝ้าระวังคนงานตามโรงงานเหล่านี้อยู่เสมอไม่ให้มีตะกั่วในร่างกายเกินขนาด การตรวจเฝ้าระวังนี้ทำได้ 2 ทางคือ 1. โดยการดูปริมาณตะกั่วในร่างกาย ซึ่งจะดูได้จากการหาระดับตะกั่วในเลือดและในปัสสาวะ 2. โดยการดูผลของตะกั่วต่อร่างกายโดยเฉพาะต่อระบบการสร้าง hemoglobin ซึ่งก็จะดูได้จากปริมาณของสารเบื้องต้นต่าง ๆ ในขบวนการสังเคราะห์ hemoglobin อาทิเช่น ระดับ coproporphyrin (CP), delta-amino-levulinic acid (ALA) และ porphobilinogen (PGB) ในปัสสาวะ เป็นต้น การตรวจหาระดับของตะกั่วในเลือดและในปัสสาวะต้องอาศัยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ซึ่งมีราคาแพงและมีเฉพาะแต่ในห้องปฏิบัติการใหญ่ ๆ เท่านั้น ในขณะที่การตรวจหาระดับ CP หรือ ALA ในปัสสาวะสามารถทำได้ง่ายและสะดวก จึงได้มีนักวิจัยหลายท่านพยายามศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดหรือในปัสสาวะกับระดับ CP หรือ ALA ในปัสสาวะ แต่ผลการทดลองยังสรุปไม่ได้แน่ชัด[1-3]

งานวิจัยอันนี้ทำขึ้นเพื่อหาวิธีที่สะดวกและประหยัดที่สุดสำหรับใช้ตรวจเฝ้าระวังคนทำงานที่สัมผัสตะกั่วอนินทรีย์ ดังนั้นก็ต้องเริ่มต้นจากการเลือกใช้ specimen ที่เก็บได้ง่ายและสะดวกซึ่งก็น่าจะเป็นปัสสาวะที่เก็บครั้งเดียว จากผลการทดลองของนักวิจัยหลายท่านพบว่าระดับตะกั่วในเลือดและในปัสสาวะมีความสัมพันธ์กันดี นอกจากนี้ระดับตะกั่วต่อปริมาตรของปัสสาวะที่เก็บครั้งเดียวก็ไม่ได้แตกต่างจากที่เก็บ 24 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[4-6] ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ตัดสินเลือกใช้ปัสสาวะที่เก็บครั้งเดียวสำหรับการทดลองอันนี้โดยเก็บตอนช่วงเช้าเวลาประมาณ 10.00 น. ปัสสาวะของคนงานแต่ละคนจะถูกนำไปตรวจหาระดับตะกั่ว CP และ ALA แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วกับระดับ CP และ ALA ถ้าพบว่าระดับของสารเหล่านี้ในปัสสาวะมีความสัมพันธ์กันดีก็แสดงว่าสามารถใช้ค่า CP หรือ ALA แทนค่าตะกั่วในการตรวจเฝ้าระวังคนงานที่สัมผัสกับตะกั่วอนินทรีย์

วัสดุและวิธีการ

ปัสสาวะที่ใช้ในการทดลองนี้ได้มาจากคนงานเพศชาย อายุระหว่าง 25-45 ปี โดยปัสสาวะของคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วอนินทรีย์เก็บมาจากคนงานโรงงานแบตเตอรี่ทหารจำนวน 140 คน ส่วนปัสสาวะของคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วซึ่งใช้เป็น control group เก็บมาจากคนงานโรงงานทำแป้ง 105 ราย ปัสสาวะแต่ละตัวอย่างจะถูกแบ่งมาตรวจหา CP ภายในวันที่เก็บ ส่วนที่เหลือเก็บไว้ที่ 4 °C และนำไปตรวจหา ALA ภายในเวลา 2 วัน ตรวจหาตะกั่วภายในเวลา 7 วัน

วิธีการตรวจหา CP

ใช้วิธีของ Soulsby & Smich[7]

โดยเอาปัสสาวะ 2 มิลลิลิตรใส่ในหลอดแก้วที่มีจุกปิดสนิท เติม acetic acid 0.2 มิลลิลิตรและ ether 5 มิลลิลิตร เขย่านาน 15 วินาทีและปั่นให้แยกชั้น ดูดเอาชั้นบนมาใส่หลอดแก้วอันใหม่ เติมน้ำยา hydrochloric acid-iodine (1% iodine:5% hydrochloric acid 1:200) 5 มิลลิลิตร เขย่านาน 15 วินาทีและปั่นให้แยกชั้น ดูดชั้นบนทิ้งแล้วเอาชั้นล่างมาแช่ water bath ซึ่งมีอุณหภูมิ 37°C นาน 5 นาที แล้วนำไปเข้าเครื่อง Spectrophotometer (Perkin- Elmer model 139) อ่านค่า optical density ที่ 380 401 และ 430 nm นำผลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณ CP โดยใช้สูตรดังนี้

$$CP\ (\mu g/l) = 2D_{401} - (D_{430} + D_{380}) \times 2093 \times 1.064$$

วิธีการตรวจหา ALA

ใช้วิธีของ Tomokumi & Ogata[8] โดยเตรียมหลอดแก้วที่มีจุกปิด 2 หลอด หลอดหนึ่งเป็น unknown อีกหลอดหนึ่งเป็น blank เติมปัสสาวะลงไปหลอดละ 1 มิลลิลิตร acetate buffer หลอดละ 1 มิลลิลิตร เติม ethyl acetoacetate 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอด unknown เท่านั้น นำทั้งสองหลอดมาเขย่านาน 5 วินาที แล้วแช่ water bath ที่ 100°C นาน 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้องแล้วเติม ethyl acetate 3 มิลลิลิตร เขย่านาน 1 นาที ปั่นด้วยความเร็ว 1500 rpm นาน 3 นาที ดูดเอาชั้น ethyl acetate มา 2 มิลลิลิตร ใส่หลอดแก้วอันใหม่ เติม modified Ehrlich's reagent (1 กรัม p-dimethylamino benzaldehyde 5 มิลลิลิตร 60% perchloric acid กับ 5 มิลลิลิตรน้ำกลั่น ใน glacial acetic acid 50 มิลลิลิตร) 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที นำไปอ่านค่า optical density ของสีที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ 553 nm นำผลต่างระหว่างค่า optical density ของ unknown และ blank ไปหาปริมาณ ALA โดยอ่านจาก standard curve

วิธีการตรวจหาตะกั่ว

ดัดแปลงมาจากวิธีของ Kubasik & Volosin[9] โดยดูดปัสสาวะ 1 มิลลิลิตร มาใส่หลอดแก้วที่มีจุกปิด เติม tris (hydroxymethyl) aminomethane buffer (0.75 mole/1) 1 มิลลิลิตร sodium diethyldithiocarbamate (1%) 1 มิลลิลิตร $CaCl_2$ (0.1%) 0.5 มิลลิลิตร และ methylisobutylketone (MIBK) 1 มิลลิลิตร เขย่านาน 25 วินาที ปั่นที่ 2500 rpm นาน 15 นาที ดูดชั้น MIBK 2 ไมโครลิตรไปฉีดเข้าเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Varian techtron model AA6 with M63 carbon rod atomizer) ซึ่งตั้ง condition ไว้ดังนี้

Wavelength	217 nm
Slit width	0.5 nm
Lead lamp current	8 mA
Carbon rod atomizer	
drying	3.5 voltage, 20 seconds
ashing	6 voltage, 15 seconds
atomizing	5.5 voltage, 15 seconds
Nitrogen flow	4 liters/minute
Fuel flow	1 liters/minute

นำค่า optical density ที่อ่านได้จากเครื่องไปหาปริมาณตะกั่วโดยอ่านจาก standard curve

ผลการทดลอง

ผลของการตรวจหาระดับตะกั่ว CP และ ALA ในปัสสาวะคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว 140 รายพบว่าค่าตะกั่วของคนงานเหล่านี้มีช่วงตั้งแต่ 36-1134 µg/l โดยมีค่าเฉลี่ย 184.64 µg/l ส่วนค่า CP ในปัสสาวะมีช่วงตั้งแต่ 0-2506.81 µg/l ค่าเฉลี่ย 133.84 µg/l ค่า ALA มีช่วงตั้งแต่ 0.2-30.7 mg/l มีค่าเฉลี่ย 2.8 mg/l ในขณะที่ในคนงานที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว 105 รายซึ่งถูกทำการทดลองพร้อม ๆ กันเพื่อเปรียบเทียบมีค่าตะกั่วในปัสสาวะตั้งแต่ 31-177 µg/l ค่าเฉลี่ย 67.17 µg/l ค่า CP ตั้งแต่ 11.14-280.60 µg/l ค่าเฉลี่ย 68.86 µg/l และค่า ALA ตั้งแต่ 0.3-7.0 mg/l ค่าเฉลี่ย 1.8 mg/l จะเห็นว่าคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วมีค่าตะกั่ว CP และ ALA ในปัสสาวะสูงกว่าคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

Table 2 แสดงค่าความสัมพันธ์ (correlation coefficients) ซึ่งได้จากการ plot linear regression line ระหว่างระดับตะกั่วในปัสสาวะ (PbU) ของคนงานแต่ละคน vs ระดับ CP ในปัสสาวะ (CPU) ระดับ PbU vs ระดับ ALA ในปัสสาวะ (ALAU) และระดับ CPU vs ระดับ ALAU ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทั้งระดับ CPU และระดับ ALAU มีความสัมพันธ์กับระดับ PbU อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตามเมื่อแบ่งคนงานออกเป็น 3 กลุ่มตามระยะเวลาที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว คือกลุ่ม A ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วมานานไม่เกิน 5 ปี กลุ่ม B 6-10 ปี และกลุ่ม C มากกว่า 10 ปี พบว่าค่า PbU เท่านั้นที่มีปริมาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มคนที่มีระยะเวลาการทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วนานขึ้น ส่วนค่า CPU และ ALAU ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนักในระหว่างคนงานทั้ง 3 กลุ่ม (Table 3)

Table 1 The means, standard deviations and standard errors of urinary lead, CP and ALA in exposed group and control group.

Test / Group	PbU (ug/l)	CPU (ug/l)	ALAU (mg/l)
Exposed group (n=140)			
M	184.64	133.84	2.80
SD	161.91	299.35	4.09
SE	13.69	25.30	0.35
Control group (n=105)			
M	67.17	68.86	1.80
SD	25.61	45.74	1.81
SE	2.50	4.46	0.18
P*	< 0.0005	< 0.025	< 0.01

* p = probability of the student's t test.

Table 2 Correlation coefficients between urinary lead CP and ALA in total group, exposed group and control group.

Test	Correlation coefficients (r)*		
	Total group (n=245)	Exposed group (n=140)	Control group (n=105)
PbU (ug/l) vs CPU (ug/l)	0.54	0.54	0.36
PbU (ug/l) vs ALAU (mg/l)	0.41	0.40	0.25**
CPU (ug/l) vs ALAU (mg/l)	0.59	0.48	0.47

* All correlation coefficients were statistically significant values ($p < 0.001$), except ** where $p < 0.02$.

Table 3 The means and standard deviations of urinary lead CP and ALA of workers in exposed group with different durations of exposure (group A = less than 5 years of exposure, group B = 6 - 10 years, group C = more than 10 years).

Test / Group	PbU (ug/l)	CPU (ug/l)	ALAU (mg/l)
Group A	110.03± 38.97	65.27±40.74	1.72±0.81
Group B	161.03± 67.28	66.33±41.46	1.93±1.16
Group C	211.65±147.03	128.11±260.58	1.71±1.76
p* :			
A-B	< 0.005	> 0.05	>0.05
A-C	< 0.005	>0.05	>0.05
B-C	<0.05	>0.05	>0.05

* p = probability of the student's t test.

วิจารณ์

จากการศึกษานี้พบว่าคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วอนินทรีย์มีระดับตะกั่วในปัสสาวะสูงกว่าคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นผลให้ระบบการสังเคราะห์ heme ถูกขัดขวาง ทำให้สารที่ต้องใช้ในขบวนการสังเคราะห์ heme เช่น CP และ ALA ตั้งอยู่ในร่างกายและถูกขับออกมาทางปัสสาวะมากกว่าคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า PbU ที่ได้จากการทดลองนี้สอดคล้องกับค่ามาตรฐาน (ตาราง 4) ซึ่งกำหนดไว้โดย Lane[10] คือค่า PbU ในคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วที่ได้จากการทดลองนี้ (67.17 µg/l) ต่ำกว่า 80 µg/l ซึ่งจัดอยู่ในช่วง normal ตามตารางมาตรฐาน ส่วนค่า PbU ในคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว (184.64 µg/l) อยู่ในช่วงที่จัดว่า

excessive ตามตารางมาตรฐานคือ 150-250 µg/l สำหรับค่า CPU และ ALAU ของคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วที่ได้จากการทดลองนี้ยังอยู่ในช่วง normal ตามตารางมาตรฐานคือ ค่า CPU น้อยกว่า 150 µg/l และค่า ALAU น้อยกว่า 6 mg/l อย่างไรก็ตามค่า CPU และ ALAU ที่ได้จากการทดลองนี้ใกล้เคียงกับค่าที่รายงานโดยบุญพเยาว์ เลาหจินดา[11] ซึ่งศึกษาในคนไทยที่ทำงานในโรงงานทำแบตเตอรี่แห่งอื่น แล่ดงว่า 1. คนแต่ละเชื้อชาติมีความไวต่อพิษของตะกั่วไม่เท่ากัน 2. chemical form และ particle size ของตะกั่วที่สัมผัสโดยคนงานที่ใช้ทดลองในงานวิจัยนี้อาจแตกต่างจากที่สัมผัสโดยคนงานที่ Lane ใช้ศึกษา ทำให้ response ของ heme synthesis แตกต่างกัน 3. ความแตกต่างระหว่างเพศก็เป็น factor อันหนึ่งซึ่งทำให้ response ของ heme synthesis ต่อตะกั่วแตกต่างไป จากการศึกษาของ Roels[12] พบว่าระบบการสังเคราะห์ heme ของเพศหญิงมีความไวต่อพิษของตะกั่วมากกว่าของเพศชาย งานวิจัยนี้ศึกษาในคนงานเพศชายทั้งหมด ดังนั้นก็อาจจะเป็นเหตุผลอันหนึ่งที่ทำให้ค่า CPU และ ALAU ที่ได้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดย Lane

สำหรับผลงานวิจัยที่แล่ดงให้เห็นว่าในคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วมาเป็นเวลานานๆ เช่น 5 ปีขึ้นไป ระดับตะกั่วในปัสสาวะจะสูงขึ้นตามไปด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่า CPU และ ALAU ไม่ได้เปลี่ยนแปลงจากของคนที่ได้รับตะกั่วมานานไม่เกิน 5 ปีมากนัก แต่ก็ยังต่างจากของคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) นั้นก็สอดคล้องกับผลงานของนักวิจัยต่างประเทศ เช่น Tola[13] ศึกษาในคนงาน 33 คนที่เริ่มทำงานสัมผัสกับตะกั่วเป็นครั้งแรก พบว่า enzyme ALAD ใน erythrocyte, ALAU และ CPU จะขึ้นสูงเฉพาะในระยะแรกที่สัมผัสกับตะกั่ว หลังจากนั้นจะอยู่คงที่เป็นเวลานานแม้ว่าจะยังคงทำงานสัมผัสกับตะกั่ว แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่กลับเข้าสู่ระดับปกติแล่ดงว่าไม่ได้มี tolerance เกิดขึ้น ส่วน Urbanowicz[14] ซึ่งศึกษาในคนงาน 60 คนที่เริ่มทำงานสัมผัสกับตะกั่วเป็นครั้งแรกโดยศึกษาติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน 2 ปี พบว่า CPU และ ALAU จะขึ้นสูงในช่วง 8 เดือนแรก หลังจากนี้จะคงที่อยู่เป็นเวลานาน 2 ปี แล่ดงว่าการตรวจหา CPU และ ALAU ในคนงานที่ทำงานสัมผัสกับตะกั่วจะมีประโยชน์มากในกรณีที่คนนั้นเริ่มทำงานสัมผัสกับตะกั่วเป็นครั้งแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเริ่มตรวจตั้งแต่ก่อนเข้าทำงานเพื่อตัดปัญหาเรื่อง individual susceptibility เพราะค่า CPU และ ALAU เป็น parameters ที่สามารถ detect early effects จากตะกั่วได้ดี

สำหรับค่าความสัมพันธ์ระหว่าง PbU, CPU และ ALAU นั้นพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและใกล้เคียงกับค่าความสัมพันธ์ที่ศึกษาโดย Tola[13] ซึ่งได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง PbU vs CPU, PbU vs ALAU และ CPU vs ALAU เท่ากับ 0.48, 0.39 และ 0.48 ตามลำดับ

ตาราง 4 ค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้โดย Lane [10] สำหรับใช้วินิจฉัยการเกิดพิษจากตะกั่ว

Parameters	Normal	Acceptable	Excessive	Dangerous
PbU	< 80 ug/l	80-150	150-250	> 250
CPU	< 150 ug/l	150-500	500-1500	> 1500
ALAU	< 6 mg/l	6-20	20-40	> 40

แสดงว่าสามารถใช้ค่า CPU หรือ ALAU ในการตรวจเฝ้าระวังคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วได้ ค่าความสัมพันธ์ของ PbU vs CPU สูงกว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่าง PbU vs ALAU เล็กน้อย แต่ค่า CPU มี specificity มากกว่า คือค่า ALAU จะสูงกว่าปกติได้ในกรณีอื่นอีกเพียง 2-3 กรณีเท่านั้น เช่น porphyrin cutanea tarda, hypochromic anemia after gastrectomy และ hereditary tyrosinamia ซึ่งพบได้ไม่บ่อยนัก ในขณะที่ค่า CPU อาจสูงกว่าปกติได้ในหลายกรณี อาทิเช่น โรคโลหิตจางชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะ diffuse hemolytic anemia โรคตับอ่านเนื่องจาก hepatocellular damage หรือ biliary obstruction โรคติดเชื้อบางชนิดเช่น pneumonia หรือ poliomyelitis นอกจากนี้สารเป็นพิษบางชนิดเช่น mercury, bismuth และ sulfonamides ก็สามารถทำให้ค่า CPU สูงกว่าปกติได้ในคนที่ได้รับเข้าไปมาก ๆ

สรุป

ผลจากการศึกษาในคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วอนินทรีย์จำนวน 140 คน เปรียบเทียบกับคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วจำนวน 105 คน พบว่าคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วมีค่า CPU และ ALAU ในปัสสาวะสูงกว่าปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทั้งค่า CPU และ ALAU มีความสัมพันธ์ดีกับค่า PbU ฉะนั้นอาจใช้ค่า CPU หรือ ALAU ก็ได้ในการตรวจเฝ้าระวังคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว ขึ้นอยู่กับความสะดวกและความเหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในคนงานที่เริ่มทำงานสัมผัสกับตะกั่วเป็นครั้งแรก เมื่อพบว่าค่า CPU หรือ ALAU สูงกว่าปกติค่อย confirm โดยการตรวจหาระดับตะกั่วใน

เลือดหรือในปัสสาวะ วิธีนี้จะช่วยให้การตรวจเฝ้าระวังคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วละดวกและประหยัดขึ้นมาก

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ที่มีรายนามดังต่อไปนี้

1. พันตำรวจเอกหญิง ปรุงจันทน์ ทินกร ณ อยุธยา และคำสตราจารย์นายแพทย์ พ.ต.อ. ถวัลย์ อาคนะเล่น ที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนงานวิจัยนี้

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์วรวิทย์ ทัตตากร และเจ้าหน้าที่โรงงานแบตเตอรี่ทหาร ที่ช่วยจัดหาตัวอย่างสำหรับใช้ในการทดลองนี้

3. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสำหรับเป็นค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้

อ้างอิง

1. Selander S, Cramer K. Interrelationships between lead in blood, lead in urine and delta-aminoevulinic acid in urine during lead work. Br J Ind Med 1970 Jan ; 27(1) : 28-39

2. de Bruin A, Hbolboom H. Early signs of lead exposure, a comparative study of laboratory tests. Br J Ind Med 1967 Jul ; 24(3) : 203-212

3. Waldron A. Correlation between some parameters of lead absorption and lead intoxication. Br J Ind Med 1971 Apr; 28(2) : 195-199

4. Ellis W. Urinary screening test to detect excessive lead absorption.Br J Ind Med 1966 Oct; 23(4) : 263-281

5. Molyneux B. Use of single urine samples for the assessment of lead absorption. Br J Ind Med 1964 Jul ; 21(3) : 203-209

6. William E, Walford J. An investigation of lead absorption in as electric accumulator factory with the use of personal samplers. Br J Ind Med 1969 Jul ; 26(3) : 202-216

7. Soulsby J, Smith L. A Simplified method for the quantitative determination of urinary coproporphyrin in lead workers. Br J Ind Med

1974 Jan; 31(1) : 72-74

8. Tomokumi K, Ogata M. Simple method for determination of urinary ALA as an index of lead exposure. Clin Chem 1972 Dec; 18 : 1534-1536

9. Kubasik P, Volosin T. A simplified determination of urinary cadmium, lead and tallium with use of carbon rod atomization and atomic absorption spectrophotometry. Clin Chem 1973 Sep ; 19 : 954-958

10. Lane ER. Diagnosis of inorganic lead poisoning, a statement. Br Med J 1968 Nov 23 ; 4(5629) : 501

11. Lauhachinda B. Study of lead absorption in Thai urban and rural population. A Thesis for master's Degree, Faculty of Science, Mahidol University, 1976.

12. Roels HA, Balis-Jacques MN, Buchet JP, Lauwerys RR. The influence of sex and chelation therapy on erythrocyte protoporphyrin and urinary delta-amino-levulinic acid in lead-exposed workers. JOM 1979 Aug ; 21(8) : 527-539

13. Tola S, Hernberg S, Asp S, Nikkanen J. Parameters indicative of absorption and biological effect in new lead exposure. Br J Ind Med 1973 Apr ; 30(2): 134-141

14. Urbanowicz H. Occupational exposure to inorganic compounds of lead. Investigation of delta-aminolevulinic acid and coproporphyrin exoretion rates of persons exposed occupationally for the first time. Arch Environ Health 1971 Oct ; 23(4) : 284-288

จุฬาลงกรณ์เวชสารได้รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 3 เดือนกันยายน พ.ศ. 2527