นิพนธ์ต้นฉบับ

การศึกษาหาปริมาณของสารแมงกานีส สังกะสี และตะกั่วในเลือด และปัสสาวะของคนงานในโรงงานถ่านไฟฉาย

พิมพรรณ เกิดอุดม*
เบ็ญจมาศ ศรีสุชาติ**

Kirdudom P, Srisuchart B. Studies on manganese, zinc and lead levels in the blood and urine of workers in dry cell factory. Chula Med J 1985 Feb; 29 (2) : 187–199

The Manganese, zinc and lead levels were determined in the blood and urine of workers in a dry cell factory and compared with those of workers in a textile factory with an aim to utilise these values as indices of metallic poisoning prior the development of clinical signs and symptoms of toxicity. Physical examinations and haematological studies were also included in this study.

Results from the present study demonstrated that blood manganese levels in dry cell workers were significantly higher than those in the textile workers. These elevated blood manganese levels also exhibited a direct relationship to the abnormal haematological findings. Some workers who had blood manganese levels lower than the normal upper limit of 4 microgram% still had signs and symptoms of manganese toxicity. These findings indicated that blood manganese levels appear to be the only method available for the detection of the condition. In order to prevent and protect workers from exposure to the harzardous toxicity of manganese, it is necessary to determine the blood manganese level very often.

* ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
** สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มคนงานในโรงงานถ่านไฟฉายเป็นกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีโอกาส่เกิดโรคที่เกี่ยวกับโลหะหนักส่ะส่มในร่างกายได้สูง โดยเฉพาะแมงกานีส ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ใช้ในขบวนการผลิตถ่านไฟฉาย การสำรวจโรงงานถ่านไฟฉายในเขตกรุงเทพมหานคร พบคนงานพิการและป่วยเป็นอัมพาต 48 ราย[1] สาเหตุของการเกิดเป็นพิษต่อระบบประสาทและการศึกษาในเรื่องขบวนการส่ะส่มในร่างกายของผู้ป่วยยังไม่มีข้อมูลมากนัก จึงเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการวางแผนป้องกันพิษภัยของแมงกานีสมิให้เกิดขึ้นกับผู้ทำงานสัมผัสกับโลหะนี้เป็นประจำ ระบบโลหิตเป็นตัวกลางสำคัญในการนำแมงกานีสไปยังส่วนต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ปริมาณแมงกานีสในเลือดและปัสสาวะ อาจจะเป็นดัชนีชี้บ่งอาการเริ่มแรกของโรคแพ้พิษของแมงกานีสเรื้อรังได้[2] แม้ว่าค่าความเข้มข้นของแมงกานีสในเลือดคนปรกติที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสกับโลหะนี้เลย มีค่าแตกต่างกันมากตั้งแต่ 1.84 - 150 ไมโครกรัมต่อลิตร[3] ระดับแมงกานีสในเลือดของคนปรกตินับว่ามีปริมาณน้อยและน้อยมากในส่วนของซีรั่ม และพลาส่มา[4,5,6] ได้มีผู้ให้ความส่นใจ และศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแมงกานีสในเลือด และปัสสาวะในคนปรกติ และผู้ป่วยด้วยโรคแพ้พิษแมงกานีสเรื้อรังมากมาย ด้วยวิธีวิเคราะห์ต่าง ๆ กัน Koche[7] และคณะได้วิเคราะห์ระดับแมงกานีสในเลือดด้วยวิธี Spectrographic มีค่าเฉลี่ยประมาณ 12 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ในคนปรกติ Cholak and Hubbard[8] Butt และคณะ[9] วิเคราะห์โดยวิธีเดียวกัน ได้รายงานค่าเฉลี่ยแมงกานีสในเลือดคนปรกติ 7.6 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์และ 4.6 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Houriuchi[10] ได้รับรายงานค่าเฉลี่ยไว้ 3.43 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์โดยวิธี neutron activation นั้น Bowen[11] ได้รายงานระดับแมงกานีสในเลือดคนปรกติไว้ 2.4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ Papavasilliou และ Cotzias[12] วิเคราะห์โดยวิธีเดียวกัน โดยใช้พลาส่มา ได้ค่าเฉลี่ย 0.269 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ และ 1.16 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ในเลือด Cotzias และคณะได้รายงานค่าเฉลี่ยแมงกานีสในพลาส่มามีค่า 0.059 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์[13] ซึ่งใกล้เคียงกับที่ Versieck[14] ได้รายงานไว้ โดยพบค่าแมงกานีสในพลาส่มาประมาณ 0.055 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ในผู้หญิง 0.059 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ในผู้ชาย Mohoney[15] ได้รายงานการวิเคราะห์ด้วยวิธี atomic absorption ค่าเฉลี่ยในซีรั่มประมาณ 2.4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ Buchet[16] ใช้วิธี Flamless atomic absorption รายงานค่าเฉลี่ยในเลือดไว้ 1.22 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับที่ Delves[17] ได้วิเคราะห์โดยวิธีเดียวกัน ระดับแมงกานีสในพลาส่มาในคนปรกติมีค่าระหว่าง 1.83 - 3.10 ไมโครกรัมต่อลิตร 0.36 - 2.97 ไมโครกรัมต่อลิตรในซีรั่ม และ 1 - 8 ไมโครกรัมต่อลิตรในปัสสาวะ[4] จะเห็นได้ว่า ค่าปรกติของแมงกานีสในเลือดมีพิสัยกว้าง ทั้งนี้เพราะวิธีการตรวจวิเคราะห์

ชนิดของชีววัตถุ และวิธีการเก็บตัวอย่างเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าที่ตรวจพบแตกต่างกัน จึงเป็นเหตุให้ปริมาณแมงกานีสในเลือดของหนังสืออ้างอิงแต่ละเล่มมีรายงานระดับแมงกานีสในเลือดของคนที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสกับแมงกานีสไว้ต่าง ๆ กัน[3] อย่างไรก็ดี ปริมาณแมงกานีสในเลือด และในยูรีน ค่อนข้างจะคงตัวแม้จะเก็บเลือดไว้เป็นเวลานาน[18] ในการตรวจหาระดับแมงกานีสในเลือด ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องของเพศ และอายุทั้งหญิงและชายจะมีระดับใกล้เคียงกัน ปริมาณแมงกานีสในเลือดไม่เพิ่มขึ้นตามอายุ[19] ความแตกต่างของระดับจะมีบ้างในช่วงวันเวลา โดยที่ความเข้มข้นของแมงกานีสในเลือดจะสูงในเวลากลางวันมากกว่ากลางคืน และในฤดูร้อนระดับจะต่ำลง[20] ในผู้ป่วยโรค acute coronary occlusion หรือ myocardial infarction[21,22] จะมีแมงกานีสในยูรีนสูงผิดปกติ ส่วนผู้ป่วยด้วยโรค rheumatoid arthritis จะพบแมงกานีสในเม็ดเลือดแดงสูง[23]

สำหรับคนที่มีอาการทางคลินิคของโรคแพ้พิษแมงกานีสเรื้อรัง ปริมาณของโลหะดังกล่าวในเลือดและปัสสาวะ พบในปริมาณ 3 - 80 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ และ 0 - 9 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ[24] หน่วยนิติพิษ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราช และพลังงานปรมาณูเพื่อสันติได้รายงานระดับแมงกานีสในเลือดที่อยู่ในระดับปลอดภัย ไม่ควรเกิน 4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ และ 4.5 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กองควบคุมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดว่า ถ้าปริมาณแมงกานีสในเลือดเกินกว่า 4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ในปัสสาวะเกิน 2 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ แสดงว่า ร่างกายได้รับแมงกานีสมากเกินไป ปัจจุบันยังคงใช้ปริมาณแมงกานีสในเลือดและปัสสาวะเป็นดัชนีในการเฝ้าระวังอาการเป็นพิษจากแมงกานีส ถึงแม้ว่าปริมาณของแมงกานีสในเลือดจะไม่ค่อยมีความสอดคล้องกับความรุนแรงของอาการทางคลินิคของผู้ป่วยบางราย[2,3,25] เนื่องจากแมงกานีสเป็นธาตุที่จำเป็นของร่างกายโดยเป็นตัวร่วมในระบบการทำงานของเอ็นไซม์จึงสามารถตรวจพบได้ในคนปรกติ แต่ปริมาณแมงกานีสในเลือดที่น้อยที่สุด ที่ทำให้เกิดอาการผิดปรกติยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน[3] รายงานของอนามัยโลกปี 1980 เกี่ยวกับการศึกษาระดับแมงกานีสในเลือดโดยการวิจัยของ Suzuki.Y.[26] ได้รายงานปริมาณแมงกานีสในเลือดของคนที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสกับแมงกานีสไว้ไม่ควรเกิน 2 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์

วัสดุและวิธีการ

การเลือกเก็บเลือดและปัสสาวะ เพื่อวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มศึกษา

เป็นคนงานในโรงงานถ่านไฟฉาย 1 โรง ในเขตบางแค อายุระหว่าง 18 - 69 ปีโดยการสุ่มตัวอย่าง (Simple random sampling) จำนวน 166 คน เป็นหญิง 95% เป็นคนงานในฝ่ายโรงงาน

โดยเป็นคนงานจากทุกหน่วยงานในฝ่ายที่มีการทำงานเกี่ยวข้องกับแมงกานีส มีอายุการทำงานมากกว่า 1 ปีขึ้นไป

กลุ่มควบคุม

เป็นคนงานในแผนกพับผ้าและตรวจล่อบผ้าในโรงงานทอผ้าเขตพระประแดง ซึ่งเป็นโรงงานที่ดำเนินงานเกี่ยวกับการปั่นด้าย ทอผ้าดิบ และไม่มีการใช้โลหะหนักใด ๆ ในขบวนการผลิต การสุ่มตัวอย่าง (Simple random sampling) เป็นหญิงอายุระหว่าง 20 - 50 ปีจำนวน 30 คน ไม่เป็นโรคเรื้อรัง และไม่มีประวัติการทำงานในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับโลหะหนักมาก่อน

การเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ

เจาะเลือดจาก Sub - brachial Vein จำนวน 5 มล. โดยใช้ disposible Syringes เก็บไว้ใน Heparinized Sterile plastic test tube ขนาด 1 x 7.5 เซ็นติเมตร ที่จุกปิดสนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4° ซี. ก่อนนำมาวิเคราะห์ปัสสาวะเก็บในขวด Polyethylene ขนาด 120 มล.

วิธีวิเคราะห์

เครื่องแก้วและภาชนะทุกชนิดที่ใช้เก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง ต้องทำความสะอาดโดยแช่ใน 10 เปอร์เซ็นต์กรดไนตริก 24 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำกลั่นชนิดปลอดโลหะก่อนนำมาใช้ การหาปริมาณแมงกานีส ใช้วิเคราะห์โดยเครื่องมือ atomic absorption (Perkin Elmer HGA 2200) ด้วยวิธีของ R.T.Ross and J.G Gonzaler[27] การหาปริมาณตะกั่วใช้วิธีวิเคราะห์ของ F.J. Fernandez[28] และสังกะสีวิเคราะห์ด้วยวิธีของหน่วยนิติพิษ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ ศิริราช.

ผล

1. ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแมงกานีสในเลือดของคนงานกลุ่มศึกษาในหน่วยงานต่าง ๆ

ระดับแมงกานีสในเลือดของคนงานในแผนกหยอดน้ำแป้งปริมาณแมงกานีสในเลือด 3.035 ± 1.320 µg % สูงกว่าแผนกยาดำ และแผนกบดและเก็บแร่ ที่มีระดับแมงกานีส 2.790 ± 0.781 และ 2.737 ± 0.939 µg % ตามลำดับ แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ.

2. ผลการวิเคราะห์ระดับแมงกานีสในเลือดและปัสสาวะพบว่า ปริมาณแมงกานีสในเลือดของกลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ย 2.90 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 0.87 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนระดับแมงกานีสในปัสสาวะความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3. การแพร่กระจายความถี่เป็นร้อยละของปริมาณแมงกานีสในเลือดในระดับต่างๆ

ผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณแมงกานีสในเลือดที่ระดับ 0 - 0.99 ไมโครเปอร์เซ็นต์พบในกลุ่มควบคุมร้อยละ 50

เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มศึกษาจะไม่พบในระดับดังกล่าว ที่ระดับ 1.00 - 1.99 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ พบในกลุ่มศึกษาร้อยละ 24 ในกลุ่มควบคุมร้อยละ 46.67 ที่ระดับ 2.00 - 2.99 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ พบในกลุ่มศึกษาร้อยละ 36.50 ในกลุ่มควบคุมร้อยละ 3.33 และที่ระดับ 3.00 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป พบในกลุ่มศึกษาร้อยละ 39.41 ไม่พบในกลุ่มควบคุม

4. ผลการวิเคราะห์ระดับสังกะสีในเลือดและปัสสาวะ

พบปริมาณสังกะสีในเลือดของกลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ย 371.72 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 715.90 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนระดับสังกะสีในปัสสาวะกลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ย 61.31 สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 38.41 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ผลการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดและปัสสาวะ

พบปริมาณตะกั่วในเลือดของกลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ย 17.95 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ มีระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 19.10 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับตะกั่วในปัสสาวะกลุ่มศึกษามีระดับ 19.22 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีระดับ 16.25 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่ความแตกต่างของระดับตะกั่วทั้งในเลือดและปัสสาวะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. ผลของแมงกานีสในเลือดต่อการเปลี่ยนแปลงของเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบิน

ความสัมพันธ์ของระดับแมงกานีสกับลักษณะของเม็ดเลือดแดง จะพบความผิดปรกติมากขึ้นในคนงานที่มีระดับแมงกานีสในเลือดสูง กลุ่มคนงานที่มีแมงกานีสมากกว่า 4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์จำนวน 19 คน เม็ดเลือดแดงผิดปรกติ 9 คน คิดเป็นร้อยละ 47 ความผิดปรกติของฮีโมโกลบินในกลุ่มคนงานที่มีระดับแมงกานีสสูง จะมีปริมาณฮีโมโกลบินต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ กลุ่มคนงานที่มีแมงกานีสสูงกว่า 4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ จำนวน 19 คน มีระดับฮีโมโกลบินต่ำกว่าเกณฑ์ปรกติ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 57.8

วิจารณ์

ค่าเฉลี่ยของระดับแมงกานีสในเลือดของคนงานหน่วยงานต่าง ๆ 11 หน่วย ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแมงกานีสในเลือดของคนงาน แผนกหลอมรีดสังกะสีมีระดับสูงกว่าหน่วยงานอื่น (4.2 µg%) เนื่องจากคนงานมีเพียง 2 คน จึงหาค่านัยสำคัญทางสถิติไม่ได้ อย่างไรก็ดี คนงานหนึ่งรายในแผนกนี้มีระดับแมงกานีสในเลือดสูงถึง 6.0 µg% ซึ่งในขณะนั้นมีอาการเจ็บป่วยจนจำเป็นต้องหยุดงานชั่วคราว ปริมาณเฉลี่ยที่มีค่าสูงของแมงกานีสในเลือดของกลุ่มคนงานโรงงานถ่านไฟฉายอยู่ในแผนกผสมแป้ง (3.035 µg %) ซึ่งสูงกว่าแผนกยาดำ (2.790 µg %) และแผนกบดและเก็บแร่ (2.737 µg %) แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะล่องแผนก

หลังซึ่งทำงานเกี่ยวข้องกับแมงกานีส์โดยตรง ถูกกวดขันให้ใช้ผ้าปิดจมูก และใส่ถุงมือป้องกันการรับแมงกานีส์เข้าสู่ร่างกาย ได้รับการตรวจสุขภาพและวัดระดับแมงกานีส์ในเลือดตามเกณฑ์กำหนดของกรมควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมต่างกับแผนกอื่น ๆ ที่ละเลยการป้องกันที่เหมาะสม ฉะนั้นคนงานในหน่วยงานต่าง ๆ จึงมีระดับแมงกานีส์ที่ไม่แตกต่างกันมาก (ตาม Table 1) จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าคนงานในกลุ่มศึกษามีปริมาณแมงกานีส์ในเลือดระดับสูงกว่าคนงานในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$ (Table 2) กลุ่มศึกษามีระดับแมงกานีส์ในเลือดเฉลี่ย 2.90 µg % สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีระดับเฉลี่ย 0.87 µg % ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมใกล้เคียงกันที่ Buchet และคณะ ได้รายงานไว้โดยวิธีวิเคราะห์แบบเดียวกัน[16] ส่วนการแพร่กระจายปริมาณแมงกานีส์ในปัสสาวะในกลุ่มศึกษาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) การกระจายความถี่เป็นร้อยละของคนงานกับปริมาณแมงกานีส์ในเลือดที่ระดับต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษาพบว่า ปริมาณแมงกานีส์ในเลือดในระดับ 0 - 0.99 µg% พบในกลุ่มควบคุมร้อยละ 50 เปรียบเทียบกับกลุ่มศึกษาจะไม่พบในระดับดังกล่าว กลุ่มศึกษามีระดับแมงกานีส์ในเลือดที่ระดับสูงกว่า 1 µg % (Table 3) สอดคล้องกับที่ Tsalve[29] ได้รายงานไว้ว่าคนที่ทำงานสัมผัสกับแมงกานีส์จะมีระดับแมงกานีส์ในเลือดเพิ่มขึ้น เพราะแมงกานีส์ถูกนำเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางการหายใจ และทางปาก

ปริมาณสังกะสีในเลือดของกลุ่มศึกษามีระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$ (Table 4) อาจเป็นเพราะปริมาณสังกะสีจะลดลงในผู้ป่วยด้วยโรค Pernicious anemia, pyelonephrites และ bronchitis ซึ่งเป็นโรคที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยที่ทำงานสัมผัสกับแมงกานีส์[30,31] ส่วนปริมาณสังกะสีในปัสสาวะของกลุ่มศึกษามีระดับสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สังกะสีนั้น เป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย โดยเป็นส่วนประกอบสำคัญของเอ็นไซม์หลายชนิด อาจเป็นได้ว่าร่างกายของคนงานกลุ่มศึกษาเริ่มผิดปรกติ สังกะสีจะถูกปลดปล่อยออกจากร่างกายมีปริมาณสูงในรูปของโปรตีนยูเรีย[32] ปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วในเลือดกลุ่มศึกษามีระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปัสสาวะกลุ่มศึกษามีระดับสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ดังนั้นตะกั่วจึงไม่ควรจะเป็นสารต้นเหตุที่ทำให้เกิดอาการพิษแก่คนงานในโรงงานอุตสาหกรรมทำถ่านไฟฉายแห่งนี้ (Table 5) สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับแมงกานีส์ในเลือดกับการเปลี่ยนแปลงของฮีโมโกลบิน และผลของการตรวจลักษณะของเม็ดเลือดแดงของคนงานกลุ่มศึกษา ได้ทำการวิจัยร่วมกับภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผู้มารับการตรวจสุขภาพจำนวน 130 คน พบว่า ในเม็ดเลือดแดงจะมีลักษณะผิดปรกติสูงในกลุ่มคนงานที่มีปริมาณแมงกานีส์สูงกว่า 4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ขึ้นไป โดยพบว่ามี

เซลล์ของเม็ดเลือดแดงผิดปรกติไป 9 คน จากคนงานที่มีแมงกานีสในระดับสูง 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.0 ส่วนความสัมพันธ์ของระดับแมงกานีสในเลือด กับระดับของฮีโมโกลบิน พบว่า คนงานที่มีระดับแมงกานีสในเลือดสูงกว่า 4 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ จำนวน 19 คน มีระดับฮีโมโกลบินต่ำกว่าคนปรกติ 11 ราย คิดเป็นร้อยละ 57.8 (Table 6) จากผลของการตรวจสุขภาพ พบว่า 75 % ของคนงานกลุ่มศึกษามีอาการของโรคอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่พบบ่อยที่สุด คือปวดศีรษะและฮีด[33] การศึกษานี้พอจะชี้แนะว่าคนงานในกลุ่มศึกษามีระดับการสะสมของแมงกานีสในร่างกายสูงกว่ากลุ่มควบคุม แม้ระดับของแมงกานีสในเลือดจะไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาการทางคลีนิคเนื่องจากแมงกานีสมีอายุกึ่งชีพสั้น มีการกระจายออกจากกระแสโลหิต อย่างรวดเร็วคนแต่ละคนมีความไวต่อการเกิดพิษไม่เท่ากัน การเกิดโรคขึ้นอยู่กับปริมาณแมงกานีสเข้าสู่ร่างกายมากน้อยเพียงใด และความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย[3] แมงกานีสถูกขับออกจากร่างกายในปริมาณสูงทางอุจจาระ ซึ่งน่าจะใช้ประโยชน์ในการนำมาเป็นเครื่องบ่งชี้อาการของความเป็นพิษได้[34] แต่วิธีการวิเคราะห์ยังไม่แพร่หลาย ปัจจุบันการวัดระดับแมงกานีสในเลือดจึงเป็นวิธีเดียวที่ยังต้องใช้เพื่อเป็นองค์ประกอบในการเฝ้าระวังอาการพิษจากโลหะแมงกานีส คนงานที่มีปริมาณแมงกานีสสูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติมาก หรือสูงกว่าระดับที่เคยได้รับการตรวจวิเคราะห์ ควรจะแนะนำให้พักการทำงานที่ต้องสัมผัสกับแมงกานีสจนกว่าระดับในเลือดจะลดลง จากการศึกษาของ Martone[32] พบว่าระดับแมงกานีสในเซลล์สมองจะสูงเป็นสี่เท่า ของปริมาณที่พบในกระแสโลหิต[35] อาการแมงกานีสเป็นพิษขั้นร้ายแรงลึบเนื่องจากเนื้อเยื่อของสมองถูกทำลาย.

Table 1 Comparison of blood manganese level of workers in dry cell battery factory.

	Name of sections	Number of determination	Blood manganese level (mcg %)		
			mean	S.D.	range
	Lead and Zinc melting	2	4.200	2.404	2.5-5.9
*	Filling starch paste	37	3.035	1.720	1.5-5.6
+	Raw material MnO_2	35	2.790	0.781	1.9-5.5
+	Crushing and sieving MnO_2	23	2.777	0.939	1.6-5.5
	Compressing Lids	28	3.003	1.252	1.4-6.0
	Wrapping process	13	3.088	1.623	1.7-5.1
	Mixing powder	9	3.633	0.811	2.2-4.7
	Manager and mechanic	4	3.100	0.678	2.6-4.1
	Laboratory room	7	2.250	0.777	1.7-3.8
	Zinc can production	5	2.460	0.594	1.7-3.1
	Carbon rod production	2	2.000	0.140	1.0-2.2

Table 2 Concentrations of manganese in the whole blood and urine of controlled and studied group.

Number of determination	Blood manganese level* (mcg %)			Number of deter-mination	Urine manganese level** (mcg %)		
	mean	S.D.	range		mean	S.D.	range
controlled group 30	0.87	0.43	0.48-2.06	30	7.07	6.27	1.20-29.50
Studied group 177	2.90	1.03	1.00-6.00	98	5.94	8.59	0.24-33.76

*$p < 0.05$ **$p > 0.05$

Table 3 Percent frequency distribution of blood manganese level in studied and controlled group.

Blood manganese level (mcg %)	Studied group		Controlled group	
	Number of determina-tion	percent	Number of determination	percent
0.00 - 0.99	-	-	15	50
1.00 - 1.99	33	24.09	14	46.67
2.00 - 2.99	50	36.50	1	3.33
> 3.00	54	39.41	-	-

Table 4 Concentrations of zinc in the whole blood and urine of controlled and studied group.

Number of determination		Blood Zinc level* (mcg %)			Number of determination	Urine zinc level* (mcg %)		
		mean	S.D.	range		mean	S.D.	range
Controlled group	30	715.90	128.69	526.00-125.0	30	38.41	27.86	7.20-113.20
Studied group	133	371.72	87.08	227.00-804.0	90	61.31	57.28	16.20-1238.30

Table 5 Concentrations of lead in the whole blood and urine of controlled and studied group.

Number of determination		Blood lead level** (mcg %)			Number of determination	Urine lead level** (mcg %)		
		mean	S.D.	range		mean	S.D.	range
Controlled group	30	19.10	7.99	6.82-39.70	30	16.25	27.76	1.60-153.50
Studied group	182	17.95	8.37	4.20-57.20	97	19.22	11.00	1.70-63.20

** $p > 0.05$

Table 6 Relation between blood manganese level and morphologic abnormality of red cells and change of hemoglobin level in studied group.

Manganese level (mcg %)	Number of determination	Morphology of red cell		% abnormal	Hemoglobin level		% abnormal
		normal	abnormal		normal	abnormal	
0 - 1.99	28	21	7	25.0	22	6	21.4
2 - 2.99	47	41	6	12.7	36	11	23.4
3 - 3.99	36	26	10	27.7	26	10	27.7
> 4	19	10	9	47.0	8	11	57.8

อ้างอิง

1. อนามัย, กรม. รายงานโครงการเฝ้าระวังโรคอันเนื่องจากการประกอบอาชีพ. เรื่องอันตรายจากแมงกานีส์ ปีงบประมาณ 2525 กรุงเทพฯ มปป. เอกสารอัดสำเนา
2. Cotzias GC.Manganese in health and disease.Phys Rev 1958; 38 : 503-533
3. Report of a WHO study group. Recommended health based limited in occupational exposure to heavy metals: WHO Tech Rep Ser 1980 ; 647 : 80-101
4. World Health Organization.International Programme on Chemical Safety Environmental Health Criteria "Manganese". 1980. 17
5. Fernandez AA, Sobel C, Jacobs SL. Sensitive method for the determination of submicrogram quantities of manganese and its application to human serum. Anal Chem 1963 ; 35 : 1721-1724
6. Versieck J, Speecke A, Hoste J, Barbier F. Determination of manganese, copper and zinc in serum and packed blood cells by neutron activation analysis. Z. Klin Chem Klin Biochem 1973 ; 1(5) : 193-196
7. Kehoe RA, Cholak J, Story RV A. Spectrochemical study of the normal ranges of concentration of certain trace metals in biological materials. J Nutr 1940 ;

19 : 579-592

8. Cholak J, Hubbard DM.Determination of manganese in and biological material. Am Ind Hyg Assoc J 1960 Oct; 21 : 356-360
9. Butt EM, Nusbum RE, Gilmour TC, Didio SL, Sister Mariano. Trace metal level in human serum and blood. Arch Environ Health 1964 Jan; 8(1) : 52-57
10. Horiuchi K, Horiguchi S, Shinagawa K, Utsunomiya T, Tsuyama Y.On the significance of manganese contents in the whole blood and urine in manganese handlers.Osaka City Med J 1970 ; 16 : 26-37
11. Bowen HJM. The determination of manganese in biological matereal by activation analysis with a note on the gamma spectrum of blood. J Nucl Energy 1956 Jan ; 3(1) : 8-24
12. Papavasiliou PS, Cotziar GC. Neutron activation analysis : the determination of manganese. J Biol Chem 1961 Aug; 236 : 2365-2369
13. Cotzias GC, Miller ST,Edwards J.Neutron activation analysis : the stability of manganese concentrations in human blood and serum. J Lab Clin Med 1966 May ; 67 : 836-849
14. Versiech J Speecke A,Hoste J, Barbier F.Normal manganese concentrations in human serum. Acta Endocrinol., 1974 Aug ; 76 : 783-788
15. Mahoney JP, Sargent K,Greland M, Small W. Studies on manganese. I. Determination in serum by atomic absorption spectrophotometry. Clin Chem 1969 Apr; 15 : 312-322
16. Buchet JP, Lauwerys RR, Roels H.Determination of manganese in blood and urine by flameless atomic absorption spectrophotometry.Clini Chimi Acta 1976 Dec ; 73(3) : 481-486
17. Delves HT.Shepherd G.and Vinter P. Determination of eleven mentals in small samples of blood by sequential solvent extraction and atomic absorption spectrophotometry.Analyst 1971 Apr ; 96 : 260-273

18. Heriuchi K,Horiguchi S,Tanaka N, Shinagawa. Manganese contents in the whole blood, urine and feces of a healthy Japanese population. Osaka City Med J 1967 Feb ; 13(2):151-163

19. Zernakova TV. Correlation between iron, manganese and copper content in the blood serum of healthy individuals. Bjull Eksp Biol Med 1967 Jan ; 63(1): 47-48

20. Sabadas E.On the neurohumoral regulation of the daily cycle of manganese of the blood. Vsesojuznyh biohimiceskij S'ezd g. Taskent 1969; 13 : 159-160

21. Versiech J, Barbier F, Hoste J, Speecke A. Influence of myocardial infarction on serum manganese,copper, and zinc concentrations. Clin Chem 1975 Apr;21(4): 578-581

22. Hegde B, Griffith G, Butt EM. Tissue and serum manganese levels in evaluation of heart muscle damage : comparison with SGOT.Proc Soc Exp Biol Med 1941 ; 107 : 734-737

23. Schroeder HA, Balasse JJ, Tipton IH.Essential trace metals in man : a study in homeostasis. J Chronic Dis 1966 May ; 19(5) : 543-571

24. อุบลรัตน์ สุคนธมาน. เอกสารประกอบคำสอนเรื่อง โลหะหนัก แมงกานีส. ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2523.

25. Cotzias GC, Horiuchi K, Fuenzalids S, Mena I. Chronic manganese poisoning clearance of tissue manganese concentrations with persistance of the neurological picture. Neurology 1968 Apr ; 18(4) : 376-382

26. Suzuki Y, Mouri T, Suzuki Y. Study of subacute toxicity of manganese dioxide in monkeys. Tokushima J Exp Med 1975 Sep ; 22 : 5-10

27. Ross RT,Gonaler JG.The direct determination of trace quantities of manganese in blood and serum samples using selective volatilization and graphite tube reservoir atomic absorption spectrophotometry.

Bull Envir Contam Toxicol 1974 Oct ; 22(4) : 470-474

28. Fernadez FJ. Micromethod for lead Determination in whole blood by atomic absorption, with use of the graphite furance. Clin Chem 1975 Apr ; 21(4) : 558-561

29. Tsalev DL, Langmyhr FJ, Gunderson N. Direct atomic absorption spectrometric determination of manganese in whole blood of unexposed individuals and exposed workers in a Norwegian manganese alloy plant.Bull Environ Contam Toxicol 1977 Jun; 17(6) : 660-666

30. Saric M. Manganese expose and respiratory ' impairmant. Clinical manganism and expose to manganese in the production and processing of ferromanganese alloy. J Occup Med 1972 ; 15 : 101-109

31. Suzuki Y. Environmental contamination by manganese. Jpn J Industry Health 1970 ; 12(2) : 529-533

32. Casarett LJ, Drull J. Toxicology the Basic Science of Poisons. New York:Macmillan, 1975. 497-498

33. ปิยะรัตน์ โตสุโขวงค์, ชนิษฐ์ บูรณศิริ, จวงจันทร์ ยัยธวงค์, ประภา เลาหไพบูลย์, ช.เพิ่มสุข เพ็ชญไพศิษฐ์. การศึกษาทางคลินิค และชีวเคมีในคนงานโรงงานถ่านไฟฉาย. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม 2526 ; 5 : 69-87

34. World Health Organization.International Programme on Chemical Safety Environmental Health Criteria. Manganese. 1981. 84-85

35. Pentschew W, Ebner FF,Kovatch RM.Experimental manganese encepphalopathy in monkeys:a preliminary report. J Neuropath Exp Neurol 1963 Jul ; 22 : 488-499

จุฬาลงกรณ์เวชสารได้รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 7 เดือนกันยายน พ.ศ. 2526