



Outbreak, Surveillance and Investigation Reports

Field Epidemiology Training Program, Bureau of Epidemiology

Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand

Tel: +6625901734-5, Fax: +6625918581, Email: osireditor@osirjournal.net, http://www.osirjournal.net

การระบาดของอาการปลายประสาทอักเสบ ที่เกี่ยวข้องกั้บมหาอุทกภัยของประเทศไทย ในกลุ่มนักโทษ ณ เรือนจำ ในกรุงเทพมหานคร ปี 2554

พุจฉักดิ์ วรเดชวิททยา^{1*} อิศะยศ สิริกนก¹ อธิฐฐพล เอี้ยววงษ์เจริญ¹ อรรถเกียรติ กาญจนพิบูลวงศ์¹ โรม บัวทอง²

- 1 กลุ่มภารกิจพัฒนานักระบาดวิทยาและเสริมสร้างความเข้มแข็งภาคีเครือข่าย สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
- 2 กลุ่มภารกิจตอบโต้สถานการณ์โรคและภัยสุขภาพที่สำคัญในประเทศ และต่างประเทศ สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

* Corresponding author, email: lujisak@hotmail.com

Translated version of "Voradetwittaya L, Sirikanoke I, Phanawadee M, Ieowongjaroen I, Thantithaveewat T, Singkham P, et al. Flood-related outbreak of peripheral neuropathy among prisoners in Bangkok, Thailand, 2011. OSIR. 2014 Mar; 7(1):1-8. <<http://osirjournal.net/issue.php?id=51>>".

The article is translated by Dr. Lujisak Voradetwittaya and reviewed by Dr. Nitaya Chanruang Mahabhol.

บทคัดย่อ

ระหว่างวันที่ 9 ถึง 20 พฤศจิกายน 2554 มีนักโทษชายที่เรือนจำแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 คน เสียชีวิตโดยไม่ทราบสาเหตุ และมีนักโทษอีกเป็นจำนวนมากที่มีอาการท้องเสียร่วมกับมีอาการทางระบบประสาท สำนักระบาดวิทยา จึงได้สอบสวนเพื่อหาสาเหตุและการระบาดของโรคดังกล่าว รวมทั้งให้มาตรการควบคุมป้องกันโรค นิยามผู้ป่วยคือ นักโทษหรือผู้คุมเรือนจำที่มีอาการทางระบบทางเดินอาหาร หรือระบบประสาท ในระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 31 ธันวาคม 2554 ตัวอย่างอาหาร น้ำ เลือด และปัสสาวะ ได้ทำการเก็บเพื่อตรวจหาโลหะหนัก วิตามินบี 1 และ 12 ผลการศึกษา เรือนจำแห่งนี้มีผู้คุมเรือนจำ 33 คน มีนักโทษชาย 3,668 คน นักโทษหญิง 555 คน มีผู้ป่วยที่เข้ากั้บนิยามจำนวน 475 ราย โดยผู้ป่วย 307 ราย (ร้อยละ 64.6) มีอาการทางระบบทางเดินอาหาร 49 ราย (ร้อยละ 10.3) มีอาการทางระบบประสาท และ 119 ราย (ร้อยละ 25.1) มีอาการทั้งระบบทางเดินอาหารและระบบประสาท ไม่พบผู้ป่วยในกลุ่มผู้คุมเรือนจำ อัตรายป่วยในผู้ป่วยชาย และหญิง เท่ากับ ร้อยละ 12.6 (462/3,668) และ 2.3 (13/555) ตามลำดับ ผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาททั้งหมดเป็นผู้ป่วยชาย ไม่พบในกลุ่มผู้ป่วยหญิง มีผู้ป่วยชายจำนวน 11 ราย มีอาการทางระบบประสาทอย่างรุนแรง มีผู้เสียชีวิตเป็นนักโทษชายจำนวน 4 ราย อายุอยู่ในช่วง 26 -47 ปี หลังจากมีอาการหายใจลำบากอย่างเฉียบพลัน จำนวนผู้ป่วยได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากที่อู่ประปาของเรือนจำแตกในวันที่ 2 พฤศจิกายน 2554 ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ในตัวอย่างเลือดพบว่ามีการพร่องวิตามินบี 1 และในตัวอย่างปัสสาวะพบมีประมาสารหนูมากกว่าปกติ การเกิดการระบาดมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำดื่ม และหลังจากได้มีมาตรการใช้น้ำสะอาดได้มาตรฐาน ในวันที่ 24 พฤศจิกายน 2554 จำนวนผู้ป่วยได้ลดลง และหมดไปภายใน 10 วัน

คำสำคัญ: ประสาทส่วนปลายอักเสบ, สารหนู, นักโทษ, การระบาด

บทนำ

เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2554 ซึ่งเป็นช่วงมหาอุทกภัยของประเทศไทย 1 สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้รับรายงานจากกรมราชทัณฑ์ กระทรวงยุติธรรม ว่านักโทษชาย

จำนวน 4 รายเสียชีวิตโดยไม่ทราบสาเหตุ หลังจากที่มีอาการภาวะหายใจลำบากอย่างเฉียบพลัน ร่วมกับมีอาการถ่ายอุจจาระปริมาณมาก ขาทั้งสองข้างบวม และมีกล้ามเนื้ออ่อนแรง ได้ 1-4 วัน โดยนักโทษ 2 ใน 4 คน เสียชีวิตหลังจากได้รับการรักษาตัวที่

โรงพยาบาล ส่วนอีก 2 คน เสียชีวิตก่อนมาโรงพยาบาล และมี นักโทษจำนวนมากป่วยด้วยอาการท้องเสีย รวมทั้งอาการอักเสบของ ระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral neuropathy) ดังนั้นสำนัก ระบาดวิทยา จึงออกสอบสวนโรค ร่วมกับสำนักงานป้องกันควบคุม โรคที่ สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ฝ่ายสุขาภิบาลและ สิ่งแวดล้อม สำนักงานเขตมีนบุรี และศูนย์บริการสาธารณสุข 43 มีน บุรี เพื่อให้การวินิจฉัยโรค ยืนยันการระบาด หาสาเหตุและ แหล่งกำเนิดโรค รวมทั้งดำเนินการป้องกันควบคุมโรคและการ ระบาด

วิธีการศึกษา

การสอบสวนการระบาดในครั้งนี้ใช้วิธีการศึกษาแบบ Cross-sectional study ระหว่างวันที่ 23 พฤศจิกายน 2554 ถึงวันที่ 25 มกราคม 2555 ที่เรือนจำดังกล่าว และชุมชนรอบเรือนจำ รัศมี 500 เมตร โดยการใช้แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นเอง (structured questionnaire) เพื่อสอบถาม และเก็บข้อมูลในกลุ่มนักโทษ ผู้คุม เรือนจำ และชาวบ้านรอบเรือนจำด้วยวิธีสอบถามที่หลังคาเรือน สำหรับนิยามผู้ป่วยที่ใช้ในการศึกษา มีอยู่ 2 นิยามด้วยกันตามแหล่ง ที่อยู่อาศัย คือ ผู้ป่วยที่อยู่ในเรือนจำ (prison case) กับผู้ป่วยที่อยู่นอก เรือนจำ (community case)

- ผู้ป่วยที่อยู่ในเรือนจำ (prison case) หมายถึง นักโทษ หรือ ผู้คุมเรือนจำที่มีอาการอย่างน้อยหนึ่งอย่าง ดังต่อไปนี้คือ ปวดท้อง (abdominal pain) คลื่นไส้ อาเจียน (nausea and vomiting) ท้องเสีย (diarrhea) กล้ามเนื้ออ่อนแรง (muscle weakness) หรือ ชาตามร่างกาย แขน ขา (sensory loss) โดยมีอาการระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 31 ธันวาคม 2554 ส่วนผู้ป่วยที่อยู่ในเรือนจำที่มีอาการทางระบบประสาท อย่างรุนแรง (severe neurological case) หมายถึง ผู้ป่วยที่มี อาการอัมพฤกษ์ อัมพาต (paralysis) หรือ สูญเสียระบบ ประสาทในการรับสัมผัสที่แขนหรือขา (loss in sensory function)
- ผู้ป่วยที่อยู่นอกเรือนจำ (community case) หมายถึง ชาวบ้านที่มีอาการเช่นเดียวกับผู้ป่วยที่อยู่ในเรือนจำโดยมี อาการระหว่างวันที่ 25 พฤศจิกายน ถึง 10 ธันวาคม 2554

ข้อมูลที่ทำให้การศึกษามาจากหลายแหล่งด้วยกัน ข้อมูลสำหรับผู้ป่วยที่ อยู่ในเรือนจำมาจากการดำเนินการทบทวนเวชระเบียนของผู้ป่วย และผู้ที่เสียชีวิตจากสถานพยาบาลที่เรือนจำ และที่โรงพยาบาล นพรัตน์ราชธานีซึ่งมีผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทอย่างรุนแรง ไปรับการรักษาแบบผู้ป่วยในอยู่ ข้อมูลที่ศึกษา เช่น อาการและ อาการแสดง การดำเนินของโรคในแต่ละวัน การวินิจฉัยและการ รักษา

สำหรับข้อมูลการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการยืนยันการ วินิจฉัย การระบาด และการหาแหล่งกำเนิดการระบาด มีการเก็บ ตัวอย่างทั้งผู้ป่วย นักโทษ ผู้คุมเรือนจำ ชาวบ้านรอบเรือนจำ ด้วย วิธีการตามสะดวก (convenient sampling) และการเก็บตัวอย่างใน สิ่งแวดล้อม ตัวอย่างที่เก็บมีดังต่อไปนี้

- การตรวจปัสสาวะ เพื่อตรวจหาสารหนู ทั้งชนิด total และ inorganic ด้วยวิธีการตรวจที่เรียกว่า inductively coupled plasma mass spectrometry with high performance liquid chromatography (ICP-MS with HPLC)² ที่ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และห้องปฏิบัติการสำนักโรค จากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
- การตรวจเลือด เพื่อตรวจหาโลหะหนักชนิดอื่น เช่น แคดเมียม³ และตะกั่ว⁴ ด้วยวิธี ICP-MS ตรวจหา cholinesterase ด้วยวิธี enzyme kinetic ตรวจหาวิตามินบี1 ด้วยวิธี HPLC วิตามินบี12 ด้วยวิธี electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) ที่ Bangkok Pathology Lab
- การตรวจอุจจาระ (stool and rectal swab) เพื่อตรวจหา enteropathogenic bacteria รวมทั้ง *Clostridium botulinum* และ ท็อกซิน ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวง สาธารณสุข
- การตรวจทางระบบประสาทด้วยวิธีศึกษาที่เรียกว่า nerve conduction study (NCS) และ electromyography (EMG) ในผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทอย่างรุนแรงจำนวน 2 ราย ที่สถาบันประสาท

การเก็บตัวอย่างในสิ่งแวดล้อม ก่อนเก็บตัวอย่าง ได้ทำแผนที่ทั้งในและรอบเรือนจำ รวมทั้งสัมภาษณ์นักโทษ ผู้คุมเรือนจำ เกี่ยวกับกิจกรรมต่างๆ ชีวิตความเป็นอยู่ในเรือนจำ ปัจจัยที่อาจเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคทั้งก่อนและระหว่างเกิดเหตุ และการระบาดตัวอย่างที่เก็บ คือน้ำที่ใช้อุปโภค บริโภค เพื่อตรวจหาสารหนู แคดเมียม และตะกั่ว ตัวอย่างอาหารในเรือนจำ เพื่อตรวจหา *Clostridium botulinum* และ ท็อกซิน ส่วนผู้ปรุงอาหารและอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงครัว เช่น เขียง ทำการตรวจหา enteropathogenic bacteria ในชุมชนรอบเรือนจำ ได้เก็บตัวอย่างปัสสาวะ และน้ำ เพื่อตรวจหา total arsenic และส่งตรวจที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และห้องปฏิบัติการ ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ และสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค

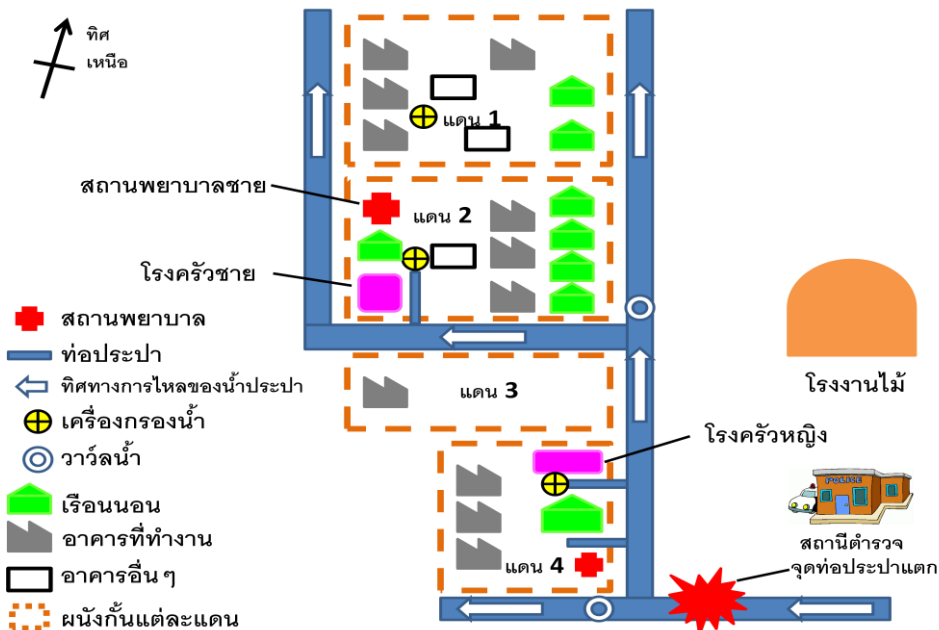
ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของเรือนจำ

ณ เรือนจำแห่งนี้ ในช่วงระยะเวลาศึกษา พบว่ามีนักโทษทั้งหมด 4,223 คน เป็นนักโทษชาย 3,668 คน นักโทษหญิง 555 คน ผู้คุมเรือนจำ 33 คน แบ่งสถานที่เป็น 4 แคนด้วยกัน แคน ที่ 1 ถึง 3 สำหรับนักโทษชาย ส่วนแคนที่ 4 เป็นของนักโทษหญิง (รูปที่ 1) นักโทษที่อยู่แคนที่ 1 คือนักโทษที่รอศาลตัดสินและรอลงอาญา ภายในมีเรือนนอน และอาคารสำหรับการฝึกสอนเพื่อการประกอบอาชีพ นักโทษที่อยู่แคนที่ 2 และ 4 เป็นนักโทษที่ศาลตัดสินจำคุกแล้ว ภายในมีเรือนนอน และอาคารสำหรับประกอบอาชีพเช่นกัน

ส่วนแคนที่ 3 นั้น เป็นสถานที่สำหรับการทำการเกษตรเท่านั้น ไม่มีที่พักอาศัย ในแคน 2 จะมีโรงครัวชายสำหรับเลี้ยงอาหารทั้งนักโทษชายและหญิง โรงครัวแคน 4 จะประกอบอาหารให้กับผู้คุมเรือนจำ และนักโทษที่ต้องการซื้ออาหารเป็นพิเศษ ส่วนข้าวมีการหุงและกินกันเองเฉพาะภายในแคนของตนเท่านั้น และในช่วงที่มีมหาวุทภัยเกิดขึ้นในปี 2554 เรือนจำแห่งนี้มีน้ำท่วมระหว่างวันที่ 1 ถึง 15 พฤศจิกายน 2554 ทำให้เรือนจำแห่งนี้ขาดแคลนอาหาร จึงมีการเปลี่ยนประเภทอาหารเป็นอาหารที่เก็บรักษาไว้ได้นานเช่น ผักกาดดอง หน่อไม้ดอง และปลากระป๋องแทน

ระบบน้ำของเรือนจำใช้น้ำประปาของการประปามานครี โดยท่อของเรือนจำฝังอยู่นอกเรือนจำ ใกล้กับสถานีตำรวจ หลังจากที่ท่อรับน้ำจากการประปาแล้ว จะแยกออกเป็นสองสาย สายหนึ่งเข้าไปยังแคน 2 ส่วนอีกสายหนึ่งเข้าไปยังแคน 4 สำหรับการอุปโภค บริโภค ส่วนน้ำที่ใช้ในการดื่ม มาจากน้ำที่ผ่านการกรองจากเครื่องกรอง โดยตั้งถังเก็บน้ำและเครื่องกรองน้ำจะมีอยู่ที่แคน 1, 2 และ 4 (ไม่ได้แสดงในแผนที่) ส่วนแคน 3 จะใช้น้ำร่วมกับแคน 2 แต่เนื่องจากจำนวนนักโทษชายที่แคน 2 มีปริมาณมาก และเครื่องกรองน้ำได้เสียมาเป็นเวลานานทำให้กรองได้ช้า ปริมาณน้ำดื่มจึงไม่เพียงพอ ดังนั้นนักโทษชายบางคนจึงดื่มน้ำจากประปาโดยตรงแทน (รูปที่ 1) และในวันที่ 2 พฤศจิกายน 2554 ท่อประปาที่อยู่ใกล้กับสถานีตำรวจได้แตก หลังจากนั้นนักโทษชายบางคนให้ข้อมูลว่าน้ำที่ดื่มทั้งจากน้ำประปา และน้ำที่ผ่านการกรองแล้วมีสีที่ขุ่นและมีกลิ่นแปลกๆ



รูปที่ 1 แผนที่โดยสังเขป ของเรือนจำแห่งหนึ่งใน กรุงเทพมหานคร 2554

ผลการสอบสวนการระบาดในเรือนจำ

จากการสอบสวนพบว่า มีผู้ป่วยที่เข้าได้กับนิยามผู้ป่วยที่อยู่ในเรือนจำจำนวน 464 ราย และผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทอย่างรุนแรงจำนวน 11 ราย ไปรับการรักษาที่โรงพยาบาลนครินทร์ราชธานี โดยผู้ป่วยทั้งหมดเป็นนักโทษทั้งชายและหญิง ไม่พบผู้ป่วยในผู้คุมเรือนจำ อัตราป่วยในนักโทษชาย (ร้อยละ 12.6) สูงกว่าในนักโทษหญิง (ร้อยละ 2.3) ผู้ป่วยทั้งชายและหญิงส่วนมากมีอาการทางระบบทางเดินอาหาร (ดังตารางที่ 1) ส่วนอาการทางระบบประสาทพบในผู้ป่วยชายเท่านั้น ไม่พบในผู้ป่วยหญิงเลย มีพื้นฐานอายุผู้ป่วยคือ 30 ปี (ช่วง 17-80 ปี)

อาการและอาการแสดงเรียงจากมากไปน้อย ดังนี้ ถ่ายเหลวเป็นน้ำ พบร้อยละ 68 ปวดท้องร้อยละ 42 คลื่นไส้หรืออาเจียนร้อยละ 38 กล้ามเนื้ออ่อนแรงร้อยละ 35 เหน็บชาร้อยละ 35 ขาบวมทั้งสองข้าง ร้อยละ 16 พูดไม่ชัดร้อยละ 13 ตาพร่ามัวร้อยละ 12 และหนังตาตก ร้อยละ 6

มีผู้ป่วยจำนวน 460 รายเท่านั้นที่สามารถจำวันเริ่มป่วยได้ โดยพบผู้ป่วยรายแรกมีอาการในวันที่ 2 กันยายน 2554 (รูปที่ 2) ผู้ป่วยเริ่มมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากที่ท่อประปาได้แตกในวันที่ 2 พฤศจิกายน 2554 และเพิ่มสูงสุดในวันที่ 15 พฤศจิกายน 2554 หลังจากนั้นจำนวนผู้ป่วยค่อยลดลง และไม่พบผู้ป่วยอีกตั้งแต่วันที่ 4 ธันวาคม 2554

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของผู้ป่วยโดยแบ่งตามชนิดอาการ ณ เรือนจำแห่งหนึ่งใน กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 31 ธันวาคม 2554 (จำนวนผู้ป่วย 464 ราย)

ตัวแปร	อาการทางระบบทางเดินอาหาร	อาการทางระบบประสาท	มีทั้ง 2 ระบบ
จำนวนผู้ป่วย	307 (66.2%)	49 (10.6%)	108 (23.3%)
ชาย:หญิง	294:13	49:0	108:0
มีพื้นฐานอายุ ปี (ช่วง)	29 (17-72)	32 (19-53)	30 (19-80)
แดน			
แดน 1 (ชาย, จำนวน=536)	0	0	0
แดน 2 (ชาย, จำนวน=3,132)	294 (9.4%)	49 (1.6%)	108 (3.5%)
แดน 4 (หญิง, จำนวน=555)	13 (2.3%)	0	0
วันเริ่มป่วยผู้ป่วยรายแรก	28 ตุลาคม 2554	2 กันยายน 2554	15 กันยายน 2554
วันเริ่มป่วยผู้ป่วยรายสุดท้าย	3 ธันวาคม 2554	28 พฤศจิกายน 2554	2 ธันวาคม 2554

ผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทรุนแรงจำนวน 11 ราย พบว่าเป็นผู้ป่วยชาย มีพื้นฐานอายุเท่ากับ 33 ปี (ช่วง 22-53 ปี) โดยส่วนใหญ่มีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงทั้งสองข้าง (motor power grade III)⁵ และหลังจากนั้นกล้ามเนื้อส่วนต้นจะอ่อนแรงตามมา และไม่พบว่ามีแขนอ่อนแรง หรือไม่สามารถกรอกตาได้ ร้อยละ 63 ของผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทรุนแรงจะเป็นทั้งระบบประสาทรับสัมผัสและสั่งการ (sensorimotor deficit) ร้อยละ 19 เป็นเฉพาะระบบประสาทสั่งการ (motor deficit) ร้อยละ 18 เป็นเฉพาะระบบประสาทรับสัมผัส (sensory deficit) โดยที่ระบบ

ประสาทรับสัมผัสที่เสียไปไม่พบว่ามีรูปแบบที่ชัดเจน (no specific pattern of sensory loss) ผู้ป่วยทั้งหมดสูญเสียระบบ reflex และมีอาการทางระบบทางเดินอาหาร จากการตรวจหาโลหะหนักพบว่า ผู้ป่วย 10 ราย (ร้อยละ 90.9) พบ total arsenic ในปัสสาวะสูงมากกว่าค่าปกติ (ตารางที่ 2) พบแคดเมียมจำนวน 2 ราย (ร้อยละ 18.2) พบตะกั่วจำนวน 1 ราย (ร้อยละ 9.1) ผู้ป่วยจำนวน 11 รายไม่พบว่ามีความคิดปกติของระดับวิตามินบี 1 และบี 12 ผู้ป่วยจำนวน 2 รายได้รับการตรวจ NCS และ EMS พบว่ามีความผิดปกติแบบ sensorimotor axonopathy ซึ่งไม่ใช่ลักษณะเฉพาะของพิษสารหนู

ผู้เสียชีวิตจำนวน 4 ราย เป็นนักโทษชายทั้งหมด อายุอยู่ในช่วง 26-47 ปี และเสียชีวิตหลังจากที่มีอาการหายใจลำบากชนิดเฉียบพลัน แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาไม่มีความสมบูรณ์จึงไม่นำข้อมูลดังกล่าวมาศึกษา

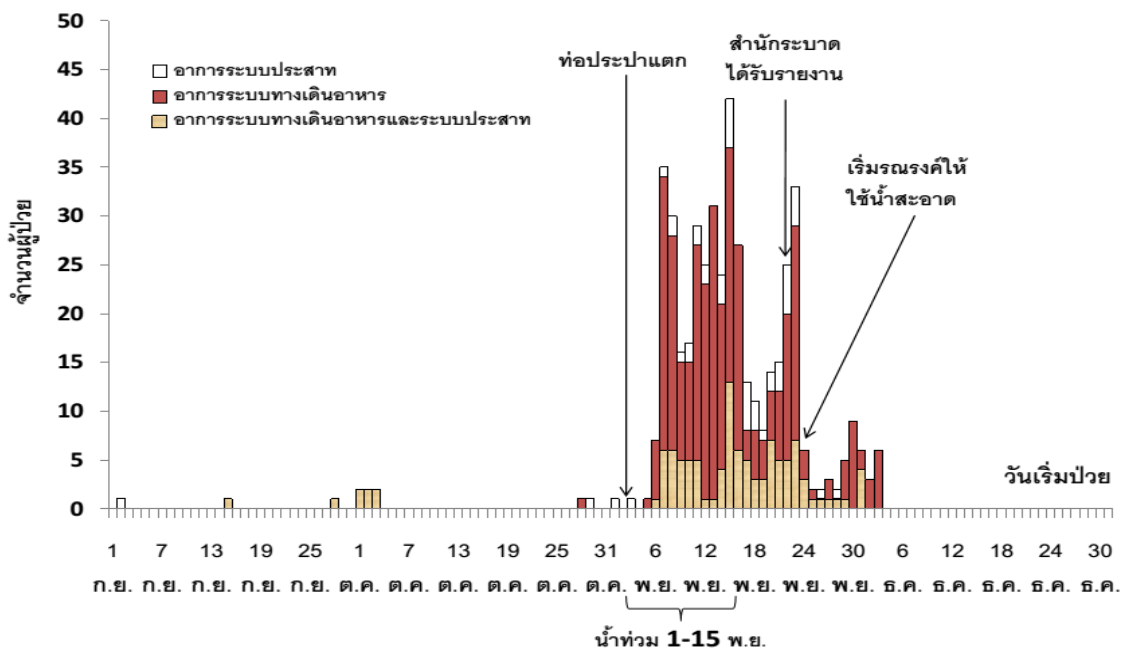
ผลการศึกษาทางห้องปฏิบัติการ นักโทษจำนวน 23 (ร้อยละ 42.6) จาก 54 ราย และ ผู้คุมเรือนจำจำนวน 2 (ร้อยละ 25.0) จาก 8 ราย พบว่ามีระดับ total arsenic ในปัสสาวะสูงกว่าค่าปกติ (ตารางที่ 3)

นักโทษจำนวน 16 (ร้อยละ 66.7) จาก 24 ราย พบว่ามีความผิดปกติของระดับวิตามินบี 1 ในเลือด ผลการตรวจอุจจาระจำนวน 24 ตัวอย่าง พบ *Shigella flexneri* 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 25.0) พบ *Aeromonas spp.* 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5.0) พบ *Plesiomonas shigelloides* 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 25) ไม่พบ *Clostridium botulinum* และ ท็อกซิน ทั้งในเลือด และอุจจาระ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการในผู้ป่วย 11 รายที่มีอาการทางระบบประสาทอย่างรุนแรง ณ เรือนจำแห่งหนึ่งใน กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 31 ธันวาคม 2554

ชนิดตัวอย่างและประเภทการส่งตรวจ	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผิดปกติ	ร้อยละ
ปัสสาวะ 24 ชั่วโมง			
Total arsenic ≥ 120mg	11	10	90.9
Inorganic arsenic ≥ 35ug/L	11	0	0
เลือด			
แคดเมียม ≥ 5mg/L	11	2	18.2
ตะกั่ว ≥ 40mg/L	11	1	9.1
Cholinesterase > 5320unit/L	11	0	0
ระดับวิตามิน B1, aETK* > 1.25	11	0	0
ระดับวิตามิน B12 < 211pg/ml	11	0	0
Nerve conduction studies and electromyography			
Symmetrical peripheral sensorimotor axonopathy involved lower limbs more than upper limbs	2	2	100.0

* aETK - erythrocyte transketolase activity coefficient



รูปที่ 2 จำนวนผู้ป่วยจำแนกตามวันเริ่มป่วย และชนิดอาการ ณ เรือนจำแห่งหนึ่งใน กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 31 ธันวาคม 2554 (จำนวนผู้ป่วย 460 ราย)

ตารางที่ 3 ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการในผู้ป่วยที่อยู่ในเรือนจำที่มีอาการไม่รุนแรง ณ เรือนจำแห่งหนึ่ง ใน กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 31 ธันวาคม 2554

ชนิดตัวอย่างและประเภทการส่งตรวจ	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผิดปกติ	ร้อยละ
Spot urine for total arsenic \geq 50ug/L			
นักโทษชาย	41	18	43.9
นักโทษหญิง	13	5	38.5
ผู้คุมเรือนจำ	8	2	25.0
Blood for Vitamin B1 activity \leq 49ug/L			
นักโทษชาย	18	12	66.7
นักโทษหญิง	6	4	66.7
Rectal swab for enteropathogenic bacteria			
<i>Shigella flexneri</i> (นักโทษชาย)	20	5	25.0
<i>Aeromonas spp.</i> (นักโทษชาย)	20	1	5.0
<i>Plesiomonas shigelloides</i> (นักโทษหญิง)	4	1	25.0
Blood for <i>Clostridium botulinum</i> และ ทัอกซิน (นักโทษชาย)	4	0	0
Stool for <i>Clostridium botulinum</i> และ ทัอกซิน (นักโทษชาย)	3	0	0

ตารางที่ 4 ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการในตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อม ณ เรือนจำแห่งหนึ่ง ใน กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 31 ธันวาคม 2554

ชนิดตัวอย่างและประเภทการส่งตรวจ	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผิดปกติ	ร้อยละ
น้ำกรองสำหรับตรวจหาสารหนู แคดเมียม และตะกั่ว*			
แดน 2	3	0	0
แดน 4	2	0	0
น้ำประปาสำหรับตรวจหาสารหนู แคดเมียม และตะกั่ว			
แดน 2	2	0	0
แดน 4	1	0	0
คัดกาดดองสำหรับตรวจหา <i>Clostridium botulinum</i> และ ทัอกซิน	1	0	0
เยีงสำหรับตรวจหา enteropathogenic bacteria			
แดน 2			
<i>Vibrio fluvialis</i>	3	3	100.0
<i>Aeromonas spp.</i>	3	3	100.0
<i>Escherichia coli</i>	3	2	66.7
แดน 4			
<i>Escherichia coli</i>	2	2	100.0
ผู้ปรุงอาหารสำหรับตรวจหา enteropathogenic bacteria			
Rectal swab			
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	12	2	16.7
มือผู้ปรุงอาหาร			
<i>Escherichia coli</i>	12	1	8.3

*ค่าปกติ: สารหนู \leq 0.05 mg/L, แคดเมียม \leq 0.005 mg/L, ตะกั่ว \leq 0.05 mg/L

ผลการสอบสวนสิ่งแวดล้อม และชุมชนรอบเรือนจำ

การเก็บตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมได้เริ่มเก็บและศึกษาหลังจากที่น้ำท่วมได้หมดไปแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ ดังนั้นตัวอย่างที่เก็บได้พบว่าคุณลักษณะของน้ำประปา และน้ำดื่มไม่พบกลิ่นและสีที่ผิดปกติ และผลการตรวจไม่พบโลหะหนัก เช่น สารหนู แคดเมียม ตะกั่ว ในตัวอย่างอาหาร ไม่พบ *Clostridium botulinum* และ ท็อกซิน (ตารางที่ 4) แต่พบ *Vibrio fluvialis* (ร้อยละ 100) *Aeromonas spp.* (ร้อยละ 100) *Escherichia coli* (ร้อยละ 80) ในเชิงที่ใช้หั่นอาหาร พบ *Plesiomonas shigelloides* (ร้อยละ 16.7) และ *E. coli* (ร้อยละ 8.3) ในอุจจาระและมือของผู้ปรุงอาหาร

การสำรวจรอบเรือนจำ จำนวน 31 หลังคาเรือน (รูปที่ 3) ได้สัมภาษณ์ชาวบ้านจำนวน 193 คน พบว่ามีชาวบ้านจำนวน 9 ราย (ร้อยละ 4.7) มีประวัติอาการถ่ายเหลว วันเริ่มป่วยอยู่ในช่วง 15 ตุลาคม ถึง 25 พฤศจิกายน 2554 ไม่พบชาวบ้านที่มีอาการทางระบบประสาท ทุกหลังคาเรือนดื่มน้ำจากการกรองหรือการดื่มน้ำ และในช่วงที่น้ำได้ท่วมเรือนจำ พบว่าน้ำก็ได้ท่วมที่รอบๆ เรือนจำเช่นกัน รวมทั้งโรงงานที่อยู่รอบๆ เช่น โรงงานไม้ ซึ่งอยู่หลังสถานีตำรวจ การศึกษาทางห้องปฏิบัติการ ได้ทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะจำนวน 54 ตัวอย่าง พบ 15 (ร้อยละ 27.8) ตัวอย่าง มีระดับ total arsenic สูงมากกว่าค่าปกติ ส่วนตัวอย่างน้ำจำนวน 7 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อนของสารหนู

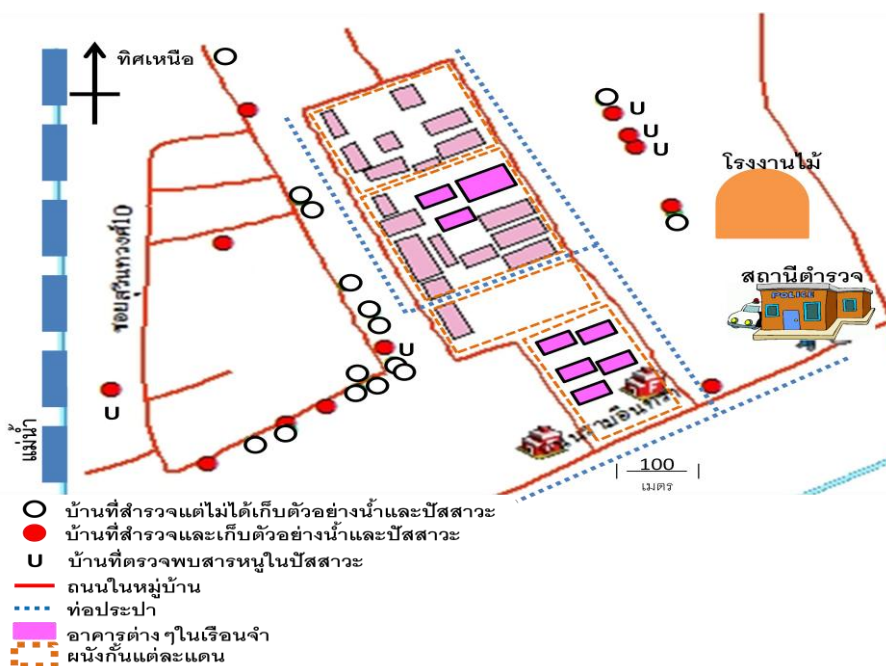
การจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในเบื้องต้น

จากข้อมูลผลการศึกษาเบื้องต้น ระบบน้ำประปานั้นจะเป็นสาเหตุของการระบาดในครั้งนี้ โดยที่ยังไม่ได้ผลยืนยันจากห้องปฏิบัติการ ทีมสอบสวนโรคจึงได้ประชุมหารือกับผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้คุมเรือนจำ นักโทษ และการประสานเทศบาล กรุงเทพมหานคร เพื่อการจัดหาน้ำที่สะอาดได้มาตรฐาน และให้หยุดใช้ และดื่มน้ำที่มาจากท่อประปาเดิม ตั้งแต่วันที่ 24 พฤศจิกายน 2554 หลังจากนั้นจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ได้ลดลงและหมดไปภายใน 10 วัน และอีกมาตรการหนึ่งคือการให้ผู้ป่วยนักโทษชายได้รับการรักษาด้วยวิตามิน บี 1-6-12 เป็นระยะเวลา 2 ถึง 4 สัปดาห์ และหลังการรักษาอาการทางระบบประสาทได้หายไป และสามารถกลับมาเดินได้

วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษาดังกล่าวได้แสดงถึง สาเหตุที่น่าจะทำให้เกิดการระบาดคือ สารหนูชนิด อินทรีย์⁷⁻⁹ (organic arsenic) เหตุผลสนับสนุนข้อแรกคือ สารหนูสามารถทำให้ผู้ที่ได้รับ มีอาการระบบทางเดินอาหาร เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ร่วมกับถ่ายเหลวเป็นน้ำ และสามารถทำให้เกิดอาการระบบประสาทส่วนปลายอักเสบได้โดยเร็ว ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับอาการของโรค Guillain-Barré syndrome

สาเหตุที่สอง ที่ช่วยยืนยันมาจากผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ตรวจพบปริมาณ total arsenic ในระดับที่มากกว่าค่าปกติ และตรวจไม่พบ สารหนูชนิดอนินทรีย์ (inorganic arsenic) ดังนั้น สารหนูที่



รูปที่ 3 แผนที่โดยสังเขป ของเรือนจำและชุมชนรอบเรือนจำ ใน กรุงเทพมหานคร 2554

ก่อให้เกิดอาการจึงเป็นชนิดอินทรี โดยทั่วไปสารหนูมีด้วยกันสองชนิด คือ อินทรี และอนินทรี โดย สารหนูชนิดอนินทรีจะมีความเป็นพิษและผลกระทบต่อสุขภาพมากกว่า แต่ถ้าเราได้รับสารหนูชนิดอินทรี ในปริมาณมาก ก็สามารถก่อให้เกิดอาการได้เช่นเดียวกับชนิดอนินทรี และการตรวจทางห้องปฏิบัติการในปัจจุบันสามารถแยกชนิดของสารหนูได้โดยการตรวจทั้งแบบ total arsenic และ สารหนูชนิดอนินทรี ด้วยวิธีการที่เรียกว่า ICP-MS สารหนูชนิดอินทรี มักพบมากในอาหารจำพวกปลา และอาหารทะเล ส่วนสารหนูชนิดอนินทรี พบมากในสารเคมีที่ใช้น้ำมัน หรือเป็นส่วนประกอบของสารเคมีต่างๆ

สาเหตุสุดท้ายที่ช่วยสนับสนุน มาจากกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาท เนื่องจากสารหนูมีกลไกในการยับยั้งกระบวนการทางเคมีของวิตามินบี 1 ทำให้เกิด Vitamin B1 (thiamine) deficiency⁹⁻¹² โดยการไปยับยั้งเอนไซม์ pyruvate oxidase ดังนั้นผู้ที่ได้รับสารหนูในปริมาณมากจึงมีอาการคล้ายผู้ที่ขาดวิตามินบี 1 ที่เรียกว่าโรค dry beriberi ได้

ในการระบาดครั้งนี้ การเกิด Vitamin B1 deficiency ไม่ได้มีสาเหตุมาจากสารหนูเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีอีกสาเหตุหนึ่งนั่นก็คือ thiamine antagonist¹³ ซึ่งพบได้ในอาหารประเภทผักคอง และอาหารดังกล่าวได้มีการนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารที่เลี้ยงนักโทษอยู่เป็นเวลานาน ในช่วงที่มีน้ำท่วม ประกอบกับภาวะโภชนาการของนักโทษที่เดิมไม่ดีอยู่แล้ว (malnutrition)¹⁴⁻¹⁵ ร่วมกับการมีความเครียดทั้งด้านร่างกาย และจิตใจ¹⁶ ยิ่งทำให้ภาวะ Vitamin B1 deficiency เด่นชัดยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จาก การที่พบผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทจำนวนไม่มาก ในช่วงก่อนที่มีเหตุการณ์ท้อปะปาแตก และเมื่อเราเปรียบเทียบกับชาวบ้านที่อยู่รอบเรือนจำซึ่งพบว่าปริมาณสารหนูในปัสสาวะสูงกว่าค่าปกติ แต่ไม่มีอาการทางระบบประสาท คำอธิบายน่าจะมาจากการที่ชาวบ้านมีระดับของวิตามินบี 1 และภาวะโภชนาการที่เพียงพอ ส่วนสาเหตุอาการท้องเสียในผู้ป่วยบางราย น่าจะมาจากการปนเปื้อนของเชื้อโรค เช่น shigella¹⁷

แหล่งที่ก่อให้เกิดโรค มาจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก และเชื้อโรคในแหล่งน้ำ โดยมีกลไกการเกิดดังนี้ ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม โรงงานไม้ที่อยู่ใกล้เรือนจำได้โดนน้ำท่วมด้วย ซึ่งโรงงานไม้

จะมีการใช้สารเคมีเพื่อรักษาเนื้อไม้ ทั้งสารหนู¹⁸ และโลหะหนักต่างๆ สารดังกล่าวได้ปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำ และในเวลาเดียวกัน ท่อประปาเรือนจำได้แตก ทำให้น้ำที่มีการปนเปื้อน ได้ปนกับน้ำของระบบประปา ประกอบกับเครื่องกรองน้ำในแดน 2 ซึ่งอาจมีเรซินเพื่อจับสารปนเปื้อนได้ชำรุด ประสิทธิภาพในการกรองจึงลดลง ทำให้ดักจับเชื้อโรค และโลหะหนักต่างๆ ไม่ได้ และยิ่งไปกว่านั้น ช่วงที่น้ำท่วม เกิดภาวะขาดแคลนอาหาร ทำให้ต้องกินอาหารหมักดองทุกมื้อ จึงเกิดอาการทางระบบประสาทได้ง่าย

การระบาดที่เกี่ยวข้องกับสารหนูในอดีตที่ผ่านมาเกิดมาจากการปนเปื้อนในอาหารและเครื่องดื่ม ทั้งแบบตั้งใจ และไม่ตั้งใจ ยกตัวอย่างการศึกษาของ Gensheimer et al ที่พบว่ามีการปนเปื้อนของสารหนูในกาแฟ¹⁹ โดยเป็นการจงใจมาดกรรม ในขณะที่นั้นมีผู้ที่ดื่มกาแฟจำนวน 16 คน และ 13 (ร้อยละ 81.3) คน มีอาการอาเจียน และท้องเสีย มีหนึ่งราย (ร้อยละ 7.7) ได้เสียชีวิต และอีกเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นในญี่ปุ่นทางตะวันตก ที่บังเอิญมีการปนเปื้อนสารหนูในนมผง มีผู้ได้รับผลกระทบมากกว่าหนึ่งหมื่นราย และเสียชีวิตจำนวน 130 คน²⁰

ภาวะเป็นพิษชนิดเฉียบพลันของสารหนู สามารถเกิดขึ้นได้ แม้ว่าเราจะได้รับในปริมาณเพียงเล็กน้อยไม่ถึง 5 มิลลิกรัม²¹ เช่นอาการของระบบทางเดินอาหาร และระบบประสาทดังที่ได้กล่าวตั้งแต่ต้น แต่ยังมีอาการอื่นๆที่เกิดขึ้นได้เช่น อาการทางระบบโลหิต ภาวะไตวาย ระบบหายใจล้มเหลว ปวดบวม ภาวะเป็นกรดในร่างกาย มีผื่นขึ้นตามผิวหนัง ภาวะหัวใจล้มเหลว และมีอาการชักได้ และถ้าร่างกายได้รับสารหนูในปริมาณ 100 ถึง 300 มิลลิกรัม²² สามารถทำให้เสียชีวิตได้

ในประชากรโดยทั่วไป พบความชุกของภาวะระบบประสาทส่วนปลายอักเสบ ร้อยละ 2.4 ถึง 8²³⁻²⁴ และพบมากขึ้นในผู้สูงอายุ การวินิจฉัย และการรักษาต้องใช้เวลา และงบประมาณค่อนข้างมาก เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์เป็นพิเศษ เช่น การตรวจ NCS, EMG หรือการทำ nerve biopsy เพราะการตรวจด้วยวิธีดังกล่าวสามารถบ่งบอกชนิดเส้นประสาทที่เกี่ยวข้อง ทำให้การวินิจฉัยสะดวกยิ่งขึ้น²⁵

การศึกษาทางระบาดวิทยาเกี่ยวกับโรคที่พบได้บ่อยในเรือนจำที่ Texas²⁶ พบว่าส่วนใหญ่เป็นโรคติดต่อ เช่น โรค AIDS/HIV วัณโรค

โรคตับอักเสบ และโรคระบาดที่มีอาหารเป็นสาเหตุ มีบางการศึกษาที่พบว่าโรค beriberi ที่มีสาเหตุมาจากการได้รับอาหารที่ไม่เพียงพอ²⁷⁻³⁰ ก็พบได้บ่อยเช่นกัน ยกตัวอย่างการศึกษาของ Ahoua et al ที่พบว่าผู้ป่วยที่ป่วยด้วยโรคต่างๆจำนวน 5,038 ราย มีผู้ป่วย 714 (ร้อยละ 14.2) ราย ป่วยเป็นโรค beriberi³¹

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือ ไม่สามารถเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหาโลหะหนักในผู้เสียชีวิตได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากข้อมูลอาการที่เกิดขึ้นก่อนเสียชีวิตสันนิษฐานได้ว่า สาเหตุการเสียชีวิตน่าจะมาจากโรค wet beriberi เพราะผู้ที่ได้รับสารพิษในช่วงเวลาเดียวกับการระบาด และมีอาการคล้ายคลึงกับผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทอย่างรุนแรง ผู้ป่วยบางรายไม่สามารถจดจำรายละเอียดของการเจ็บป่วย หรือปัจจัยที่น่าจะเป็นปัจจัยเสี่ยงได้ และการสอบสวนการระบาดในครั้งนี้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงระยะเวลาเดียวกับน้ำท่วมได้ ทำให้ตรวจโลหะหนักไม่พบ และอีกข้อจำกัดหนึ่งคือ ไม่สามารถตรวจว่าเครื่องกรองน้ำที่เสีย สามารถดักจับเชื้อโรคหรือโลหะหนักได้หรือไม่ เนื่องจากเรือนจำได้รับรู้หรือออกไปก่อนสอบสวนโรค ข้อจำกัดสุดท้ายคือ การที่ไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าเก็บตัวอย่างในโรงงานไม้

สรุป

การระบาดของกลุ่มอาการปลายประสาทอักเสบ (peripheral neuropathy) มีสาเหตุมาจากสารหนู โดยมีกรปนเปื้อนน้ำที่ใช้ดื่มกิน ในช่วงที่ระบบท่อประปาเรือนจำแตก และมีน้ำท่วมรอบเรือนจำ และอีกสาเหตุหนึ่งคือการกินอาหารที่มีสารยับยั้งไทอามีน (thiamine antagonist)

ข้อเสนอแนะ

ในการสอบสวนโรคครั้งนี้ ได้แนะนำเรือนจำในการบำรุงรักษา ระบบน้ำที่ใช้ทั้งอุปโภค บริโภค การให้หนักโทษได้รับสารอาหารที่เพียงพอเพื่อป้องกันภาวะขาดสารอาหาร และโรคอื่นๆที่อาจตามมาได้ รวมทั้งการจัดตั้งระบบเฝ้าระวังโรคในเรือนจำ เพื่อตรวจติดตามและเป็นการป้องกันการระบาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะสอบสวนโรคขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา ได้แก่ สำนักป้องกันควบคุมโรคที่ 1 และ 9 สำนักอนามัย

กรุงเทพมหานคร ฝ่ายสุขภาพภิบาลและสิ่งแวดล้อม สำนักงานเขตมีนบุรี และศูนย์บริการสาธารณสุข 43 มีนบุรี ห้องปฏิบัติการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ และสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และแพทย์หญิงพจมาน ศิริอารยาภรณ์ และ Dr. Bruce Weniger สำหรับคำแนะนำในการเขียนบทความทางวิชาการนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Piyaphanee W, Olanwjitwong J, Kusolsuk T, Silachamroon U. Awareness, practices, and health problems of backpackers traveling during flooding in Thailand during 2011. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2012 Sep;43(5):1193-200.
2. Rajaković LV, Marković DD, Rajaković-Ognjanović VN, Antanasijević DZ. Review: the approaches for estimation of limit of detection for ICP-MS trace analysis of arsenic. *Talanta.* 2012 Dec 15;102:79-87. Epub 2012 Aug 21.
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Cadmium. 2011 Mar 3 [cited 2012 Oct 26]. <<http://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=15>>.
4. Pearce JM. Burton's line in lead poisoning. *Eur Neurol.* 2007;57(2):118-9. Epub 2006 Dec 18.
5. Scott TF, Shah SM. Neurological examination. In: Shah SM, Kelly KM, editors. *Principles and practice of emergency neurology: handbook for emergency physicians.* Cambridge: Cambridge University Press; 2003. p.7-8.
6. Vitamins of the B complex. *Br Med J.* 1968 Dec 14;4(5632):690-1. [cited 2012 Oct 26]. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1912760/?page=1>>.
7. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. Case studies in environmental medicine: arsenic toxicity. 2011 Oct 1 [cited 2012 Oct 26]. <<http://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=1&po=1>>.

8. Singh AP, Goel RK, Kaur T. Mechanisms pertaining to arsenic toxicity. *Toxicol Int.* 2011 Jul;18(2):87-93.
9. Gorby MS. Arsenic poisoning. *West J Med.* 1988 Sep;149(3):308-15.
10. Peters RA, Sinclair HM, Thompson RH. An analysis of the inhibition of pyruvate oxidation by arsenicals in relation to the enzyme theory of vesication. *Biochem J.* 1946;40(4):516-24.
11. Ross R, Reynolds ES. A case of Beri-Beri (?) possibly due to arsenic poisoning. *Br Med J.* 1901 Oct 5;2(2127):979-80.
12. Hockaday TDR, Hockaday JM, Rushworth G. Motor neuropathy associated with abnormal pyruvate metabolism unaffected by thiamine. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1966 Apr; 29(2): 119-28.
13. World Health Organization. Thiamine deficiency and its prevention and control in major emergencies. 1999. [cited 2012 Oct 26].
<http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/WHO_NHD_99.13.pdf>.
14. Neurological disorders associated with malnutrition. In: World Health Organization. Neurological disorders: public health challenges. Geneva: World Health Organization; 2006. p.111-26.
15. Lab Test Onlines. Malnutrition. 2013 Apr 19. [cited 2012 Oct 26].
<<http://labtestsonline.org/understanding/conditions/malnutrition/>>.
16. Esch T, Stefano GB, Fricchione GL, Benson H. The role of stress in neurodegenerative diseases and mental disorders. *euro Endocrinol Lett.* 2002 Jun;23(3):199-208.
17. Heymann DL. Control of communicable diseases manual. 19th ed. Baltimore: American Public Health Association; 2008.
18. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. Toxicological profile for arsenic. 2007 Aug. [cited 2012 Oct 26].
<<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>>.
19. Gensheimer KF, Rea V, Mills DA, Montagna CP, Simone K. Arsenic poisoning caused by intentional contamination of coffee at a church gathering--an epidemiological approach to a forensic investigation. *J Forensic Sci.* 2010 Jul;55(4):1116-9.
20. Tanaka H, Tsukuma H, Oshima A. Long-Term prospective study of 6104 survivors of arsenic poisoning during infancy due to contaminated milk powder in 1955. *J Epidemiol.* 2010 Aug 21. [Epub ahead of print].
21. Ratnaike RN. Acute and chronic arsenic toxicity. *Postgrad Med J.* 2003 Jul;79(933):391-6.
22. Schoolmeester WL, White DR. Arsenic poisoning. *South Med J.* 1980 Feb;73(2):198-208.
23. Hughes RA. Peripheral neuropathy. *BMJ.* 2002 Feb 23;324(7335):466-9.
24. Martyn CN, Hughes RA. Epidemiology of peripheral neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1997 Apr;62(4):310-8. [cited 2012 Oct 26].
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1074084/pdf/jnnp0004-0006.pdf>>.
25. Poncelet AN. An algorithm for the evaluation of peripheral neuropathy. *Am Fam Physician.* 1998 Feb 15;57(4):755-64.
26. Robertson JM. The disease profile of Texas prison inmates. *Ann Epidemiol.* 2000 Feb;10(2):71-3.
27. Chen KT, Twu SJ, Chiou ST, Pan WH, Chang HJ, Serdula MK. Outbreak of beriberi among illegal mainland Chinese immigrants at a detention center in Taiwan. *Public Health Rep.* 2003 Jan-Feb;118(1):59-64.
28. Chen KT, Chiou ST, Chang YC, Pan WH, Twu SJ. Cardiac beriberi among illegal mainland Chinese immigrants. *J Int Med Res.* 2001 Jan-Feb;29(1):37-40.
29. Babashola Olubodun JO, Jaiyesimi AE, Fakoya EA, Olasode OA. Malnutrition in prisoners admitted to a medical ward in a developing community. *BMJ.* 1991 Sep 21;303(6804):693-4.
30. de Montmollin D, MacPhail J, McMahon J, Coninx R. Outbreak of beri-beri in a

prison in West Africa. Trop Doct. 2002
Oct;32(4):234-6.

beriberi in a prison in Côte d'Ivoire. Food
Nutr Bull. 2007 Sep;28(3):283-90.

31. Ahoua L, Etienne W, Fermon F, Godain
G, Brown V, Kadjo K, et al. Outbreak of