บทที่ 2

ทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคและอาการปวดกระดูกและข้อ ในประชาชน อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งได้เป็นหัวข้อต่างๆดังต่อไปนี้

1. ฟลูออไรด์กับสุขภาพ
2. อาการปวดจากโรคกระดูกและข้อ
3. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟลูออไรด์กับสุขภาพ

สารประกอบฟลูออไรด์

ฟลูออรีนเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ VIA ในตารางธาตุซึ่งธาตุในกลุ่มนี้เรียกว่า “ธาตุฮาโลเจน (Halogen)” มีคุณสมบัติเป็นอโลหะในธรรมชาติ และมักเกิดเป็นสารประกอบกับธาตุอื่น เมื่ออยู่เป็นโมเลกุลก็จะเป็นทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ เป็นธาตุที่มีความสามารถในการดึงอิเลกตรอน (Electronegativity) สูงมาก และสูงกว่าธาตุต่างๆที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีความเป็นประจุลบมากที่สุดไม่สามารถอยู่ในรูปของธาตุเดี่ยว แต่ก็มีการกระจัดกระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมอย่างแพร่หลายในรูปของสารประกอบต่างๆที่รวมอยู่กับแร่อื่น ได้แก่ หินฟอสเฟต ฟลูโอสปาร์ ครีโอไลท์ อปาไทท์ เป็นต้น

สารประกอบฟลูออไรด์พบได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป ได้แก่

1. ฟลูออไรด์ในหินและดิน

ส่วนใหญ่ฟลูออไรด์ในหินจะพบอยู่ในรูปของแร่ฟลูออไรด์ โดยเกิดเป็นสายแร่ขนาดต่างๆกันแทรกอยู่ในรอยแตกของหินแกรนิต หรือเกิดจากการที่น้ำแร่ฟลูออไรด์เข้าไปแทนที่ในหินข้างเคียงกับสายแร่ในหิน ส่วนในดินมักพบอยู่ในดินเหนียว โดยทั่วไปความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในดินจะเพิ่มขึ้นตามความลึกของดินที่สำรวจฟลูออไรด์ในอากาศ ฟลูออไรด์สามารถแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในบรรยากาศ จากฝุ่นที่มาจากดินที่มีฟลูออไรด์ มลภาวะจากโรงงานและเหมืองแร่ การเผาถ่านหินในครัวเรือน และจากก๊าซภูเขาไฟ

2. ฟลูออไรด์ในอาหาร

พืชผักสามารถดูดซึมฟลูออไรด์จากดิน และน้ำเข้าสู่ส่วนต่างๆของลำต้น พืชแต่ละชนิดมีการดูดซึมและสะสมฟลูออไรด์ไม่เท่ากัน ส่วนฟลูออไรด์ในสัตว์พบว่าไม่มีการสะสมฟลูออไรด์ในเนื้อเยื่ออ่อนแต่จะสะสมมากในกระดูก เช่น ปลา อาจพบฟลูออไรด์ได้สูงถึง 2-5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. ฟลูออไรด์ในน้ำ

น้ำฝนที่ไหลผ่านแหล่งแร่ฟลูออไรด์จะพาฟลูออไรด์ลงสู่แม่น้ำลำคลองตลอดจนไปสะสมในแหล่งน้ำต่างๆ ดังนั้นน้ำทุกแหล่งจะมีฟลูออไรด์เจือปนอยู่ในความเข้มข้นต่างๆ กัน ปริมาณฟลูออไรด์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ หรือบริเวณที่น้ำไหลผ่าน น้ำจากทะเลสาบแม่น้ำ ส่วนใหญ่มีปริมาณฟลูออไรด์ต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร บ่อบาดาล น้ำพุร้อนจะมีฟลูออไรด์สูง น้ำบาดาลอาจพบได้ตั้งแต่ระดับน้อยมากจนถึงระดับที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร(ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต10 และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต10, 2550; ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทางรับสัมผัสฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกาย

ฟลูออไรด์เป็นสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุฟลูออรีนที่เป็นประจุลบกับธาตุอื่นเพื่อให้สามารถคงอยู่ได้ในธรรมชาติ จึงสามารถสัมผัสฟลูออไรด์ได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1. ทางอากาศ โดยรับสัมผัสจากฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม การเผาถ่านหินที่มีฟลูออไรด์ปน หรือบริเวณเหมืองแร่ฟลูออไรด์ โดยปกติในบริเวณที่ไม่ใช่ย่านอุตสาหกรรมจะพบฟลูออไรด์ทางอากาศน้อยมาก ประมาณ 0.05-1.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Murray JJ, 1986)

2. ผลิตภัณฑ์ทันตสุขภาพ เพื่อใช้ในการป้องกันฟันผุ ได้แก่ ยาสีฟัน มีฟลูออไรด์ 1-1.5 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำยาฟลูออไรด์และฟลูออไรด์เจลที่ใช้ทาเฉพาะที่มีฟลูออไรด์ 0.25-24 กรัมต่อกิโลกรัม และยาเม็ดฟลูออไรด์ที่มีขนาดฟลูออไรด์ตั้งแต่ 0.25, 0.5 หรือ 1 มิลลิกรัมต่อเม็ด (Murray JJ, 1986)

3. อาหารและเครื่องดื่ม โดยทั่วไปได้รับฟลูออไรด์จากอาหารเพียงเล็กน้อย ผักและผลไม้มีฟลูออไรด์ในระดับต่ำ 0.1-0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ในข้าวบาร์เลย์และข้าวจะมีปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อและปลามีฟลูออไรด์ 0.2-1, 2-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ในน้ำนมแม่มีระดับฟลูออไรด์ที่ต่ำมากคือ 0.02 และ 0.02-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ในนมวัว (Murray JJ, 1986) ส่วนในพืชบางชนิดเช่น ใบชา มีปริมาณฟลูออไรด์ที่สูงถึง 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในน้ำหนักแห้ง แต่ถ้าหากดื่มชาจะรับฟลูออไรด์ปริมาณ 0.04-2.7 มิลลิกรัมต่อคนต่อวัน

4. น้ำ น้ำบริโภคเป็นทางรับสัมผัสฟลูออไรด์ที่เข้าสู่ร่างกายมากที่สุด (Murray JJ, 1986) ปริมาณฟลูออไรด์ที่ได้จากน้ำคิดจากความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำ และปริมาณน้ำที่บริโภค ซึ่งแต่ละประเทศจะคำนวณปริมาณฟลูออไรด์ที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับแตกต่างกันเนื่องจาก ลักษณะของภูมิประเทศ แหล่งน้ำที่ได้รับ อุณหภูมิ ความชื้น และลักษณะของบุคคล เช่น การออกกำลังกาย ภาวะสุขภาพ ปัจจัยด้านโภชนาการ เป็นต้น (Murray JJ, 1986) และล่าสุดสำหรับประเทศไทยได้กำหนดปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท และเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคที่ 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 6, 2553)

การวิเคราะห์ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำ

ฟลูออไรด์เมื่ออยู่ในน้ำจะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่สามารถบอกได้จากลักษณะภายนอกของน้ำว่ามีฟลูออไรด์อยู่หรือไม่ ต้องส่งตรวจจากห้องปฏิบัติการเท่านั้น จึงจะบอกได้ว่าน้ำนั้นๆ มีฟลูออไรด์อยู่มากน้อยพียงใด การตรวจหาปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำมีวิธีการที่ทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ วิธี Spectrophotometer และ Ion Selective Electrode Method

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การตรวจโดยวิธี Spectrophotometer

เป็นวิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมี โดยอาศัยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารจากทฤษฎีที่ว่าสารเคมีต่างๆ มีความสามารถดูดกลืนแสงหรือรังสีที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง Ultraviolet และ Visible (UV-Visible wave length) จึงอาศัยหลักการดังกล่าวในการวิเคราะห์หาสารเคมีทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพได้ ซึ่งปัจจุบันได้มีการประยุกต์อย่างกว้างขวาง เนื่องจากให้ความถูกต้องแม่นยำ และมีความไวสูง โดยองค์ประกอบที่จะวิเคราะห์อาจอยู่ในรูปของโมเลกุลหรือธาตุก็ได้ วิธีการนี้หากการดูดกลืนแสงเกิดขึ้นในช่วง visible และเกิดสีจากการทำปฏิกิริยาขึ้นจะเรียกอีกอย่างว่า Colorimetry

2. การตรวจโดยใช้ขั้วอิเลกโตรด (Ion Selective Electrode Method)

เป็นวิธีการตรวจวิเคราะห์สารฟลูออไรด์ที่ใช้กันมากในปัจจุบัน และเป็นที่นิยมในประเทศไทย เนื่องจากความง่ายและสะดวกในการใช้ โดยอาศัยอุปกรณ์อิเลกโทรนิกส์เพียงสองสามชิ้น และใช้แท่งอิเลกโตรดจุ่มลงในสารละลายที่ต้องการตรวจ และรอผลอ่านค่าจากหน้าจอได้ในเวลาไม่นาน

หลักการของเครื่องมือนี้อาศัยความรู้ที่ว่าอิออนต่างๆนั้นมีขนาดไม่เท่ากันถ้าสามารถพัฒนาเยื่อเมมเบรนที่มีรูพรุนที่มีความจำเพาะ (Selective) ในการอนุญาตให้อิออนที่ขนาดตรงกันเท่านั้นที่สามารถผ่านเยื่อนี้ได้ก็จะทำให้สามารถวัดปริมาณของสารนั้นๆได้จึงเรียกวิธีนี้ว่า Ion Selective Electrode Method

การวัดโดยวิธีนี้ คือ การวัดสภาพความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (Agueous Solution) และเติมสาร Sodium Chloride ลงไปเพื่อช่วยปรับสมดุลกรด-เบสภายในสารละลาย และทำให้ฟลูออไรด์แตกตัวหลุดจากสารประกอบเชิงซ้อนในสารละลายได้ดีขึ้น โดยใช้หลักการ Electrochemistry โดยวัดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น (Potential) ระหว่างอิเลกโตรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเลกโตรดตรวจวัด (Sensing Electrode) ความต่างศักย์ที่ได้เกิดจากจำนวนของไฮโดรเจนอิออน ความต่างศักย์ที่เกิดจากอิออน (Ionic Potential) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า (Electronic Potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วยเครื่อง pH meter (Potentionmeter) ซึ่งเป็นเครื่องมือทางไฟฟ้าที่ใช้วัด pH ของสารละลาย โดยหลักการวัดความต่างศักย์ (Potentionmeter) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ที่ทำให้เครื่องสามารถทำงานได้ครบวงจร ส่วนประกอบทั้ง 2 คือ อิเลกโตรดและตัวเครื่อง

- อิเลกโตรด ทำหน้าที่เป็นภาคตรวจรับ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในสารละลายที่ pH 7 (Standard pH Buffer) ความต่างศักย์ระหว่างอิเลกโตรดทั้ง 2 คือ อิเลกโตรดอ้างอิงกับอิเลกโตรดตรวจวัด จะมีค่าความต่างศักย์เท่ากับศูนย์มิลลิโวลท์ (0 มิลลิโวลท์) ถ้าความเข้มข้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของไฮโดรเจนอิออนเพิ่มขึ้นหรือลดลง ความต่างศักย์ก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในสารละลายนั้นโดยมีอิเลกโตรดเป็นตัวทำหน้าที่รับสัญญาณ

- ตัวเครื่อง pH meter ก็คือ Potentiometer หรือ Volt Meter ทำหน้าที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1. ปรับความต่างศักย์ให้กับอิเลกโตรดอ้างอิง ให้มีความต่างศักย์เป็นศูนย์และคงที่

2. แปลงสัญญาณจากความต่างศักย์ของอิออนของอิเลกโตรดให้เป็นความต่างศักย์จากไฟฟ้า

3. ขยายสัญญาณความต่างศักย์ทางไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้นอย่างเพียงพอให้แสดงผลที่มิเตอร์ (ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต10 และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต10, 2550)

ผลกระทบฟลูออไรด์ต่อสุขภาพ

การดูดซึมฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายเมื่อได้รับสัมผัสจากทางปาก ฟลูออไรด์จะดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดในช่วงเวลา 30-60 นาที ถ้าหากร่างกายได้รับมากเกินไปร้อยละ 75-90 ของฟลูออไรด์จะถูกดูดซึมในทางเดินอาหารภายในเวลา 30 นาที และจะไปสะสมในเนื้อเยื่อที่มีการสะสมของแคลเซียม จนเกิดผลต่อสุขภาพในที่สุด (NRC, 2006) ได้แก่

1. ฟันตกกระ (Dental Fluorosis)

ฟันตกกระเป็นสภาวะการเจริญพร่องของเคลือบฟันซึ่งเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายเกินปริมาณที่เหมาะสมในระยะที่มีการสร้างฟันและฟันเจริญเติบโตอยู่ในกระดูกขากรรไกร การได้รับฟลูออไรด์ปริมาณสูงเกิน 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวันในวัยเด็กมีผลต่อการสร้างฟัน ทำให้เกิดฟันตกกระ (Dental Fluorosis) ทำให้เคลือบฟันมีสีขาวขุ่นบางส่วนหรือทั้งซี่ตามระดับความรุนแรง พบได้ตั้งแต่เป็นจุดขาวประปราย มีเส้นขาวบางๆ หรือเป็นหย่อมขาวๆใกล้กับปลายตัดของฟันหน้า หรือยอดแหลมของฟันหลัง เหมือนหิมะปกคลุมยอดเขาที่ค่อยๆบางลงกลืนไปกับเคลือบฟันรอบๆหรือผิดปกติรุนแรงที่มีหลุมตามขวางเคลือบฟันเป็นสีน้ำตาล มักเห็นได้ชัดเจนในฟันหน้าและฟันกรามน้อย บางครั้งเคลือบฟันที่ตกกระแตกออกจนเห็นสีเหลืองของเนื้อฟัน สภาวะฟันตกกระมักเกิดกับฟันซี่เดียวกัน 2 ฟากของใบหน้า เพราะมีการสร้างและเจริญเติบโตในระยะเดียวกัน พบมากในฟันกรามน้อยและฟันกรามซี่ที่ 2 รองลงมาคือฟันตัดหน้าบน ส่วนฟันตัดหน้าล่างมีโอกาสเกิดน้อยที่สุด (ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต10 และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต10, 2550) สถานการณ์ฟันตกกระของเด็กไทยกลุ่มอายุ 12 ปี มีความชุกของฟันตกกระร้อยละ 6.1 (รายงานการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพ, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. สภาวะฟลูออไรด์เป็นพิษต่อกระดูก (Skeletal Fluorosis)

การได้รับฟลูออไรด์ปริมาณสูงมากเกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน เป็นเวลานานหากได้รับอย่างต่อเนื่องมากกว่า 11 ปีขึ้นไปจะทำให้เกิดการสะสมของแคลเซียมในกระดูกโครงสร้างเกิดโรคที่เรียกว่า Skeletal Fluorosis (Roholm, 1937 อ้างใน NRC, 1993) ทำให้เกิดความผิดปกติของกระดูก มีอาการปวดตามข้อต่างๆ ขาโก่ง หลังโก่ง และทำให้เคลื่อนไหวลำบาก มีผลทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ สำหรับประเทศไทยยังไม่พบการศึกษาความชุกของ Skeletal Fluorosis (ฉัตรภัทร์ คงปั้น, 2551) แต่ในปี 2523 พบผู้ป่วยในภาคเหนือ 11 รายที่มีภาพถ่ายรังสีของกระดูกมีลักษณะทึบแสง มีกระดูกงอกตามแนวยึดเกาะของกล้ามเนื้อและเอ็นในส่วนต่างๆของร่างกาย ทำให้กระดูกสันหลัง และขาโก่ง ผลการตรวจปัสสาวะของคนกลุ่มนี้พบระดับฟลูออไรด์อยู่ระหว่าง 2-20 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้เป็นโรคนิ่วในไต 10 ราย ในทางเดินปัสสาวะส่วนบน 3 ราย และมีระดับ BUN สูงผิดปกติเนื่องจากไตวาย 1 ราย (มุนี แก้วปลั่ง, 2532 อ้างใน ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2546) แต่รายงานนี้ยังมีข้อโต้แย้งที่พบอาการเพียงบางคนเท่านั้น ไม่ใช่คนส่วนใหญ่ที่อาศัยและใช้น้ำในชุมชนนั้น เนื่องจากภาวะของ Skeletal Fluorosis ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพื้นที่ที่มีระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคแตกต่างกัน รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ซึ่งได้แก่ ภาวะโภชนาการ อุณหภูมิ การตอบสนองด้านชีววิทยาส่วนบุคคล ระยะเวลาการรับสัมผัส ความถี่ของการได้รับสัมผัส การทำงานของไต กิจกรรมทางกายที่ต้องใช้พลังงานมาก (SL Choubisa, 2001; Reddy R, 2009)

อาการของ Skeletal Fluorosis เป็นอาการที่ยากต่อการวินิจฉัย เนื่องจากมีอาการคล้ายกับโรคกระดูกและข้อต่างๆ เช่น อาการของโรคข้อเสื่อม (Arthritis) โรครูห์มาติก (Rheumatic) โรคข้ออักเสบรูห์มาตอยด์ และโรคกระดูกพรุน

ซึ่งอาการของ Skeletal Fluorosis ตาม Roholm's Original Figure (U.S.P.H.S., 1991) แบ่งตามระดับความรุนแรง และระดับการสะสมฟลูออไรด์ในกระดูก ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1: อาการของ Skeletal Fluorosis ตาม Roholm's Original Figure (U.S.P.H.S., 1991) แบ่งตามระดับความรุนแรง และระดับการสะสมฟลูออไรด์ในกระดูก

ระดับความรุนแรงของอาการ	ปริมาณฟลูออไรด์สะสมในกระดูก (mgF/kg)
ระยะปกติ	500-1,000
ระยะก่อนเกิดอาการ: ไม่แสดงอาการ แต่เริ่มมีกระดูกหนาขึ้น ตรวจพบได้โดยการถ่ายภาพรังสี	3,500-5,500
ระยะที่ 1: ปวดเป็นพักๆ ข้อฝืด กระดูกหนาที่บริเวณเชิงกราน ข้อต่อ และกระดูกสันหลัง	6,000-7,000
ระยะที่ 2: ปวดข้อเรื้อรัง มีอาการของข้อเสื่อม เอ็นยึดติด กระดูกหนาเชื่อมติดกัน มี/ไม่มีกระดูกเปราะ	7,500-9,000
ระยะที่ 3: มีอาการเคลื่อนไหวลำบาก (Crippling Fluorosis) ข้อติด เอ็นยึดติดบริเวณคอและข้อต่อกระดูกสันหลัง กระดูกสันหลังเชื่อมติดกัน กระดูกผิดรูป ขาโก่ง หลังโก่ง กล้ามเนื้อลีบ ระบบประสาทบกพร่อง	8,400

จากการศึกษาระบาดวิทยาของ Skeletal Fluorosis ในอินเดียและจีนพบว่าได้รับน้ำที่มีฟลูออไรด์เข้มข้นมากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และในบางชุมชนเท่านั้นที่พบความเข้มข้นที่ 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร (Fluoride Action Network, 2004) และพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ชุมชนที่มีความเข้มข้นของฟลูออไรด์สูงจะมีความชุกของคนที่เป็น Skeletal Fluorosis เพิ่มขึ้นด้วย อาการของ Skeletal Fluorosis จะเริ่มปรากฏหลังรับสัมผัสฟลูออไรด์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป และจะแสดงอาการอย่างชัดเจนเมื่อได้รับสัมผัสมากกว่า 20 ปี เมื่ออายุมากขึ้นระดับของฟลูออไรด์ในกระดูกจะเพิ่มขึ้นด้วย (WHO, 2006) บริเวณที่มีอาการปวดมากที่สุด ได้แก่ บริเวณบั้นเอว ขา แขน ข้อต่อที่สำคัญ เช่น ข้อเข่า ข้อศอก เป็นต้น ในระยะที่มีอาการรุนแรง จะมีภาวะกระดูกเปราะ หักง่าย มีผลต่อการทำงานของไต และต่อมไทรอยด์ซึ่งอาการเหล่านี้มีผลต่อชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากถึงแม้ว่าจะไม่อยู่ในระยะที่รุนแรงก็ตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ผลกระทบต่อสุขภาพอื่นที่ไม่ใช่กระดูก (Nonskeletal Effect)

3.1 ฟลูออไรด์กับมะเร็ง

มีรายงานการศึกษาทางระบาดวิทยากว่า 50 เรื่องที่ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์ในน้ำดื่มกับมะเร็ง ส่วนใหญ่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับมะเร็ง (NRC, 1993 อ้างใน ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2546) แต่มีรายงานการศึกษาของ Freni and Gaylor (1992) ได้วิเคราะห์แนวโน้มการเกิดมะเร็งกระดูกในช่วงระหว่างปี 1957-1987 จำนวน 40 พื้นที่ ในประเทศแคนาดา ยุโรป สหรัฐอเมริกา พบว่าความเสี่ยงสะสม (Commulative Risk) ของมะเร็งกระดูกเพิ่มขึ้นแต่ไม่สัมพันธ์กับการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา และสรุปว่าอัตราอุบัติการณ์ (Incidence Rate) ของมะเร็งกระดูกของเด็กหนุ่มอายุ 10-29 ปี มีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้หลายการศึกษาเป็นการเปรียบเทียบอัตราการตายด้วยโรคมะเร็ง (Mortality Rate) ในพื้นที่เติมและไม่ได้เติมฟลูออไรด์ทำให้ความน่าเชื่อถือในการศึกษาความสัมพันธ์ต่อการก่อมะเร็งของสารเคมีอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากอัตราการตายนอกจากขึ้นอยู่กับอัตราอุบัติการณ์แล้วยังขึ้นอยู่กับการดูแลผู้ป่วยด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม Lee (1996) ได้ชี้ประเด็นข้อบกพร่องของการศึกษาของ Gelberg และคณะ (1995) ที่เปรียบเทียบการรับสัมผัสฟลูออไรด์กับการเป็น Osteosarcoma ในคนป่วยและคนปกติซึ่งพบว่าการรับสัมผัสฟลูออไรด์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และสรุปว่าการรับสัมผัสฟลูออไรด์ไม่ได้เพิ่มความเสี่ยงของการเป็น Osteosarcoma ไว้ดังนี้ การประเมินการรับสัมผัสทำเพียงคร่าวๆเท่านั้น ยังขาดข้อมูลอีกหลายประเด็น เช่น การรับสัมผัสขณะที่อยู่ในครรภ์ ขาดข้อมูลการบริโภคน้ำ ปริมาณน้ำที่แต่ละบุคคลบริโภค การได้รับฟลูออไรด์จากอาหาร เครื่องดื่มอื่นๆ และพฤติกรรมอื่นซึ่งมีผลต่อปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับ การเลือกกลุ่มตัวอย่างไม่สอดคล้องกับสภาพปัญหา ประกอบกับโรคนี้เป็นโรคที่พบได้น้อยมากและปัจจุบันยังไม่ทราบปัจจัยที่เป็นสาเหตุของโรคนี้ดีพอจึงไม่มีการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ในทางที่จะมีผลต่อการศึกษา ดังนั้นจึงเป็นการสรุปเร็วเกินไปที่ว่าฟลูออไรด์ไม่ทำให้เกิดมะเร็ง (ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2546)

Yiamouyiannis (1993)อ้างใน ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร (2546) ได้วิเคราะห์ข้อมูลจากหลายการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับการเป็นมะเร็งในกระดูกเฉพาะกลุ่มเพศชายเท่านั้น โดยใช้เพศหญิงเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่าเพศชายที่อายุต่ำกว่า 20 ปีที่ตายจากมะเร็งมีความสัมพันธ์กับการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา โดยอุบัติการณ์ของมะเร็งกระดูกเพิ่มสูงขึ้น 0.95 ราย อุบัติการณ์ของ Osteosarcoma เพิ่มขึ้น 0.85 ราย และอัตราตายด้วยมะเร็งกระดูกในทุกกลุ่มอายุเพิ่มขึ้น 0.44 รายต่อประชากร 100,000 คนในพื้นที่เติมฟลูออไรด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ฟลูออไรด์ต่อระบบทางเดินอาหาร

รายงานการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับปริมาณฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงจะได้รับพิษจากฟลูออไรด์ทำให้เกิดอาการแบบเฉียบพลันต่อระบบ Gastrointestinal manifestations ได้แก่ คลื่นไส้อาเจียน ปวดท้อง เบื่ออาหาร ท้องเสียเรื้อรังหรือท้องผูก ซึ่งพบอาการเหล่านี้มากถึงร้อยละ 80 (Roholm, 1937 อ้างใน George Waldbott, 1998)

3.3 ฟลูออไรด์กับการเกิดโรคคอพอก (Goitre)

การศึกษาของ Desai และคณะ (1993) พบว่าโรคคอพอกสัมพันธ์กับฟันตกกระ ($p<0.001$) แต่ไม่สัมพันธ์กับไอโอดีน คนที่อยู่ในพื้นที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความชุกของโรคคอพอกร้อยละ 27.8 ซึ่งมากกว่าคนในพื้นที่มีฟลูออไรด์ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตรที่มีความชุกร้อยละ 17.1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความชุกของโรคคอพอกใน 17 หมู่บ้านที่ Himalaya village ของ Day และ Powell-Jackson (1972) พบว่าความชุกของโรคคอพอกในหมู่บ้าน 13 แห่งไม่สัมพันธ์กับระดับไอโอดีน แต่สัมพันธ์กับระดับฟลูออไรด์และความกระด้างของน้ำ ($p<0.01$) เนื่องจากฟลูออไรด์มีผลต่อการสร้าง nucleic acid ของต่อมธัยรอยด์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสร้างโปรตีน และยับยั้งการสร้างโปรตีน RNA DNA (Shashi, 1993 อ้างในชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2546)

3.4 ความเป็นพิษของฟลูออไรด์ต่อไต

ไตเป็นอวัยวะที่เสี่ยงต่อความเป็นพิษของฟลูออไรด์มากเนื่องจากไตทำหน้าที่ขับฟลูออไรด์ออกจากร่างกาย ร้อยละ 50 ของฟลูออไรด์ที่ได้รับในแต่ละวันจะถูกขับออกโดยไตทำให้ไตทำงานหนักขึ้น (ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2546)

3.5 ผลต่อการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์

ส่วนใหญ่หลายการศึกษาให้ผลสรุปว่าผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและเจริญพันธุ์จากฟลูออไรด์น้อยมาก แต่ Schenker และคณะ (1992) พบว่าผู้หญิงที่ทำงานในห้อง Fabrication Room ในโรงงาน Silicone Water Manufacturing มีความเสี่ยงต่อการแท้ง (Spontaneous Abortion) ถึง 1.45 เท่าของคนงานที่ทำงานในห้องอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตาม นอกจากฟลูออไรด์แล้วคนกลุ่มนี้ยังรับสัมผัสกับสารทำละลายชนิดอื่นที่อาจทำให้เกิดการแท้งได้เช่นกัน (ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2546) และในผู้ที่เป็นโรคพิษฟลูออไรด์ จะพบความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์เพศชาย รูปร่างของเชื้ออสุจิผิดปกติ ปริมาณเชื้ออสุจิน้อย ไม่มี Spermatozoa และมีระดับฮอร์โมนเพศชายต่ำ แต่ไม่จำเป็นว่าเพศชายทุกคนจะต้องเป็นหมัน (ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต10 และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต10, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการปวดจากโรคกระดูกและข้อ

อาการปวดจากโรคกระดูกและข้อส่วนใหญ่มักเป็นอาการปวดเรื้อรังและเป็นปัญหาสุขภาพชนิดหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดปัญหาทั้งทางด้านกายและจิตใจ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยอย่างมาก เช่น การสูญเสียการเคลื่อนไหว ทุพพลภาพและความสามารถในการทำงาน รู้สึกโดดเดี่ยว หงุดหงิด โกรธ และซึมเศร้า ไม่อยากรับประทานอาหาร ส่งผลให้ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เพิ่มโอกาสเสี่ยงในการเป็นโรค มีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อทัศนคติ รูปแบบและพฤติกรรมการใช้ชีวิต นอกจากนั้นจากข้อมูลของมูลนิธิความปวดแห่งชาติ (National Pain Foundation) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ยังพบว่าความปวดเรื้อรังก่อให้เกิดความสูญเสียโดยรวมประมาณ 1 แสนล้านเหรียญสหรัฐ หรือประมาณ 3.5 ล้านล้านบาทต่อปี ซึ่งความสูญเสียในที่นี้รวมถึง ค่าใช้จ่ายทางการแพทย์ การหยุดงาน และค่าชดเชยสำหรับคนงานด้วย (สมาคมการศึกษาเรื่องความปวดแห่งประเทศไทย, 2552)

สาเหตุของอาการปวดเรื้อรังแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

ความปวดจากการอักเสบ (Inflammatory Pain)

ซึ่งเป็นกลุ่มอาการปวดเรื้อรังระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะโรคเกาต์ โรคข้ออักเสบ (Arthritis) ชนิดข้อเสื่อม (Osteoarthritis หรือ OA) เป็นโรคของข้อที่พบได้มากที่สุด ข้อที่พบบ่อยส่วนใหญ่เป็นข้อที่รับน้ำหนักตัว เช่น ข้อเข่า ข้อสะโพก ข้อนิ้วมือ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่กระดูกอ่อนผิวข้อ อันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างร่วมกัน เช่น อายุที่เพิ่มขึ้น เพศ เชื้อชาติ ภาวะอ้วน อาชีพ ลักษณะการทำงาน การสูบบุหรี่ การดื่มสุรา พันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนการบาดเจ็บเนื่องจากการเล่นกีฬา และการบาดเจ็บอื่นๆ ลักษณะอาการที่สำคัญคือ ปวดบริเวณข้ออย่างต่อเนื่อง เคลื่อนไหวลำบาก และคลำได้ความรู้สึกของการเสียดสีขณะเคลื่อนไหว (นันทนา กสิตานนท์ ใน วรวิทย์ เลาห์เรณู, 2546)

ความปวดที่เกี่ยวเนื่องกับระบบประสาท (Neuropathic Pain หรือ NeP)

ในปีค.ศ.2007 ในการประชุม Congress of Neuropathic Pain ครั้งที่ 2 ที่กรุงเบอร์ลิน ได้มีการให้คำนิยามว่า “ความปวดที่เป็นผลโดยตรงจากโรคที่มีผลกระทบต่อ Somatosensory System” (Pain arising as a direct consequences of disease affecting the somatosensory system) นิยามนี้เข้าใจได้ง่ายกว่าเพราะเน้นตำแหน่งพยาธิสภาพ ทำให้ทราบกลไกการเกิด ดังนั้น ความปวดเรื้อรังจากสาเหตุอื่นซึ่งระบบประสาทมีความไวกว่าปกติ (Hyperexcitability) และมีการเปลี่ยนแปลงไป (Plasticity) จึงไม่ใช่ Neuropathic Pain การรักษา Neuropathic Pain ที่ได้ผลจะต้องรักษาตามกลไกการเกิด ไม่ใช่สาเหตุของความปวดในทางเวชปฏิบัติจะพบ Neuropathic Pain ร่วมกับโรคทางอายุรกรรมที่มีผลต่อระบบประสาททั้งส่วนกลางและส่วนปลาย เช่น Multiple Sclerosis เบาหวาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาจพบหลังการบาดเจ็บต่อระบบประสาทจากอุบัติเหตุ นอกจากนี้ยังอาจพบร่วมกับโรคเรื้อรังอื่น เช่น Low Back Pain ในผู้ป่วยมะเร็ง Neuropathic Pain เป็นความปวดแบบเรื้อรังที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตผู้ป่วย มีอาการที่พบร่วมด้วย ได้แก่ นอนไม่หลับ สูญเสียสมาธิ ซึมเศร้า กังวล เบื่ออาหาร และมีการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลมากกว่าผู้ป่วยที่ไม่มี Neuropathic Pain (สมาคมการศึกษาเรื่องความปวดแห่งประเทศไทย, 2551)

สาเหตุของอาการปวดข้ออีกสาเหตุหนึ่งคือ

อาการปวดข้อจากยา (Drug Induced Arthralgia)

ซึ่ง Haustein UF(1998) และ Chingching Foocharoen (2007) ได้ยืนยันว่ายาที่มีหลักฐานว่ามีผลข้างเคียงทำให้เกิดอาการปวดข้อได้มีหลายตัว ผู้ป่วยน้อยรายจะพบว่ามีข้อบวม เยื่อบุข้อหรือเอ็นรอบข้ออักเสบให้เห็นชัดเจน บางรายอาจมีอาการปวดข้อหรือเอ็นรอบข้ออักเสบรุนแรงจนต้องหยุดยา ระยะเวลาที่ดีขึ้นภายหลังจากที่หยุดยาแล้วขึ้นอยู่กับเภสัชจลศาสตร์ของยา โดยส่วนใหญ่ใช้เวลาหลายวันจนถึงสัปดาห์ภายหลังจากหยุดยา กลไกการทำให้เกิดอาการปวดข้อ ข้ออักเสบและเอ็นรอบข้ออักเสบนั้นยังไม่ทราบชัดเจน ยาที่ทำให้เกิดอาการปวดข้อ ได้แก่

1. ยาปฏิชีวนะ ได้แก่กลุ่มควิโนโลน (Quinolones)แอมโฟเทอริซิน (Amphotericin) อะไซโคลเวีย(Acyclovir)ไมโนไซคลิน (Minocycline)และวัคซีนรวมทั้งวัคซีนวัณโรค
2. ยากลุ่มที่ใช้รักษาโรคหัวใจ ได้แก่ Quinidine, Propanolol, Acetabulol,Nicardipin
3. ยากลุ่มลดไขมัน ได้แก่ ยา Statin, Fibrate
4. ยากลุ่มฮอร์โมน ได้แก่ ยา Raloxifene, Tamoxifen, Letrozole
5. ยาบำรุง เช่น วิตามินเอในขนาดสูง สารฟลูออไรด์
6. สารต้านชีวภาพ (Biological Agents) ได้แก่ Interferons, Interleukin-2, Interleukin-6, Immunotoxins, Tacrolimus, Growth Factor

สำหรับนิยามอาการปวด ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

เล็ก ปริวิสุทธิ์ (2527) ปวดข้อ (Arthralgia) ในทางการแพทย์ หมายถึง อาการปวดข้อที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีความผิดปกติในข้อต่อเท่านั้น ซึ่งจะมีลักษณะจำเพาะคือ จะปวดในทุกทิศทางที่ข้อต่อนั้นมีการเคลื่อนไหว โรคที่ทำให้เกิดการปวดข้อได้บ่อย คือ โรคข้อเสื่อม ข้อล้าจากการใช้งานเกินควร สำหรับชาวบ้านทั่วไป เนื่องจากไม่ทราบว่าอาการปวดที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล้ามเนื้อที่ใช้เคลื่อนไหวข้อ จากเส้นเอ็นที่ยึดใกล้ข้อ หรือจากข้ออักเสบ จึงมักจะเรียกตามความรู้สึกว่า มีอาการปวดข้อ หรือปวดตามข้อ

รัตนวดี ณ นคร (2542) ให้ความหมายของ Arthralgia หรือ ปวดข้อ คือ อาการปวดในตำแหน่งข้อต่อโดยที่ไม่มีอาการแสดงของการอักเสบใดๆปรากฏให้เห็นไม่ว่าจะเป็นการซักประวัติหรือจากการตรวจร่างกาย และอาการปวดนั้นเป็นความรู้สึกของผู้ป่วย ไม่ใช่อาการปวดจากพยาธิสภาพ

นิยามอาการปวดของ International Association for the Study of Pain (IASP, 1979 อ้างใน สมาคมการศึกษาเรื่องความปวดแห่งประเทศไทย, 2552) หมายถึง ความรู้สึกไม่สบายทางกายหรือจิตใจอันเนื่องมาจากมีหรือแนวโน้มที่จะมีการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ หรือแม้เป็นเพียงความรู้สึกที่ราวกับว่ามีการบาดเจ็บ

ประดิษฐ์ ประทีปะวณิช (2552) ได้นิยาม อาการปวดเรื้อรังว่า หมายถึง อาการปวดที่ดำเนินอย่างต่อเนื่องหรือเกิดซ้ำอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลามากกว่า 3 เดือน เนื่องจากความซุกและความยากของการวินิจฉัยและผลการรักษาที่ยังจำกัดในประสิทธิผล รวมทั้งความแตกต่างกันทางวัฒนธรรม และสังคมตลอดจนภาวะเศรษฐกิจของแต่ละพื้นที่ (สมาคมการศึกษาเรื่องความปวดแห่งประเทศไทย, 2552)

อมรพันธุ์ ธานีรัตน์ และคณะ (2551) ให้ความหมายของความปวดเรื้อรังในระบบกระดูกและกล้ามเนื้อไว้ว่า หมายถึง ประสบการณ์ความปวดที่ผู้ป่วยแต่ละคนรับรู้ ประเมินและตอบสนอง ระยะเวลามากกว่า 6 เดือน ในด้านความรุนแรงของความปวด คุณลักษณะของความปวดและระดับผลกระทบของความปวดต่อการดำเนินชีวิต โดยครอบคลุมทั้ง 6 มิติ ได้แก่ มิติด้านสรีระ มิติด้านความรู้สึก มิติด้านอารมณ์ มิติด้านความคิดมิติด้านพฤติกรรม และมิติด้านสังคมวัฒนธรรม จากกรอบแนวคิดของแมกกาย (Mc Guire as cited in Petpichetchian)

สรุป อาการปวดกระดูกและข้อ (Arthralgia) คือ ความรู้สึกไม่สบายทางกาย หรือจิตใจที่แต่ละคนรับรู้ ประเมิน และตอบสนอง ต่อความรุนแรงของอาการปวดในกระดูกและข้อเป็นระยะเวลามากกว่า 6 เดือนและมีผลต่อการดำรงชีวิตประจำวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ

ความหมายและประเภทของการประเมินความเสี่ยง

ความหมายของความเสี่ยง

ความเสี่ยง คือ ลักษณะของสถานการณ์หรือการกระทำใด ๆ ที่มี ผลลัพธ์ได้มากกว่า 2 อย่าง ผลลัพธ์ที่ว่านี้เราไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่าจะเกิดขึ้นหรือไม่ และอย่างน้อยหนึ่งในผลลัพธ์นั้นไม่พึงประสงค์ (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2547) ดังนั้น ความเสี่ยงจะต้องประกอบด้วย 2 องค์ประกอบคือ "ไม่แน่นอน" และ "ไม่พึงประสงค์"

องค์ประกอบที่ 1 คือ "ไม่แน่นอน" หมายถึง เราไม่สามารถบอกได้ด้วยความมั่นใจว่าจะเกิดเหตุการณ์ที่กำลังสนใจ หรือไม่ แต่เราสามารถบอกได้แต่เพียงโอกาสของการเกิด โดยบอกในรูปของ "ความน่าจะเป็น" (Probability) ซึ่งสามารถกำหนดในเชิงปริมาณได้ว่า คือค่าซึ่งอยู่ระหว่างศูนย์ หมายความว่าเหตุการณ์ที่กล่าวถึงไม่เกิดขึ้นแน่นอนถึงหนึ่ง ซึ่งหมายความว่าเหตุการณ์ที่กล่าวถึงเกิดขึ้นแน่นอน

องค์ประกอบที่ 2 คือ "ไม่พึงประสงค์" หมายถึง เหตุการณ์หรือผลที่จะเกิดขึ้นนั้นเป็นสิ่งที่เราไม่ต้องการหรือไม่พึงประสงค์

อาจกล่าวได้ว่า การดำรงชีวิตของมนุษย์ในทุกวันนี้อยู่บนความเสี่ยงตลอดเวลา ความเสี่ยงบางชนิดสามารถกำหนดได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากมีข้อมูลที่มากเพียงพอต่อการคำนวณความเสี่ยงนั้น แต่อย่างไรก็ตาม ความเสี่ยงจากเหตุการณ์หลากหลายชนิดอีกมากที่ไม่สามารถประเมินหรือวัดได้ แม้ว่าจะมีข้อมูลที่มีการรวบรวมไว้ต่อกรณี หรือเหตุการณ์นั้นๆ มากก็ตาม เช่น ความเสี่ยงรายปีจากการตายเนื่องจากได้รับยา หรือสารเคมี ในบางสถานการณ์การได้รับสารคุกคามเพียงครั้งเดียวในปริมาณสูงทำให้เกิดผลที่สังเกตได้ในทันทีโดยปราศจากข้อสงสัยใดๆ แต่โดยความเป็นจริง สถานการณ์ส่วนใหญ่มักมีความซับซ้อน และยากอันเนื่องจากการได้รับสารคุกคามที่ไม่ก่อให้เกิดผลแบบเฉียบพลัน หรือเกิดผลแบบเฉียบพลันแต่อาการไม่รุนแรงหรือเด่นชัด นอกจากนี้การสัมผัสหรือได้รับสิ่งคุกคามก็เป็นไปได้ ตั้งแต่แบบชั่วระยะเวลาสั้นๆ จนถึงแบบเรื้อรัง หรือต่อเนื่อง จึงทำให้ไม่สามารถระบุได้อย่างแน่ชัดว่าผลกระทบด้านสุขภาพที่เกิดขึ้น เป็นผลจากการได้รับสารคุกคามนั้นๆ หรือไม่

ความหมายของการประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงคือ "กระบวนการศึกษาอย่างเป็นระบบเพื่อพรรณนาและวัดความเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งคุกคาม กระบวนการ การกระทำ หรือเหตุการณ์ใด ๆ" (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2547) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาคำตอบว่า สิ่งคุกคามมีความสัมพันธ์อย่างไรกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุขภาพ และบอกความน่าจะเป็นว่าสิ่งคุกคามนั้นเสี่ยงมากน้อยเพียงไร โดยวัดตัวแปรต่างๆเป็นตัวเลขและสามารถแปรค่าได้

ประเภทของการประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงแบ่งออกเป็น 2 สาขาวิชา คือ

1. การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศวิทยา (Environtmental or Ecological Assessment) เป็นการประเมินผลกระทบจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่มีต่อระบบนิเวศวิทยา ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและอาศัยข้อมูลจำนวนมากจึงทำได้ค่อนข้างยาก

2. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพเป็นการศึกษาผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพของมนุษย์ แบ่งลักษณะการศึกษาเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.1 การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Quantitative Risk Assessment)

เป็นการศึกษาที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถตรวจวัดค่าตัวแปรต่างๆ เป็นตัวเลข โดยอาศัยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์หรือการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ สามารถอธิบายได้โดยใช้หลักเหตุและผลโดยมีเป้าหมายสุดท้ายคือ ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ

2.2 การประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ (Quanlitative Risk Assessment)

มุ่งเน้นการอธิบายปรากฏการณ์เชิงสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยา โดยอาศัยการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) การสัมภาษณ์เฉพาะกลุ่ม (Focus Group Interview) ร่วมกับเทคนิคการศึกษาอื่น โดยมีจุดเน้นการศึกษาคือ ความหลากหลายและครอบคลุมของข้อมูล เพื่อนำเสนอให้เห็นข้อมูลหลายๆด้าน

การศึกษาทั้งสองวิธีนี้ถึงแม้จะมีความแตกต่างกัน แต่โดยแท้จริงแล้วการศึกษาทั้งสองวิธีนี้ต้องทำควบคู่กันไป เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าและป้อนกลับซึ่งกันและกันทำให้ผลการศึกษามีความน่าเชื่อถือ และนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ตรงจุดกว่า

ขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยง

สภาวิจัยแห่งชาติของสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (อ้างในพงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2547 และ U.S.EPA., 2009) ได้เสนอรูปแบบการประเมินความเสี่ยงเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification)

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเพื่อที่จะตอบคำถามว่าสิ่งคุกคามที่เรากำลังสนใจจะมีความสัมพันธ์กับผลกระทบด้านสุขภาพหรือไม่ โดยจะต้องอาศัยข้อมูล 2 ชนิด คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งคุกคามที่ทำให้เกิดโรคหรือการบาดเจ็บ

2) สภาพการณ์ของการรับเอาสารคุกคามเข้าสู่ร่างกาย และทำให้เกิดโรคหรือการบาดเจ็บ ซึ่งการที่จะระบุว่าสารคุกคามมีผลต่อสุขภาพหรือไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจำนวนมากหรือการศึกษาทางวิทยาการระบาดในกลุ่มประชากรที่ได้รับสิ่งคุกคาม

2. การประเมินการสัมผัส (Exposure Assessment)

เป็นการหาขนาดหรือวัดปริมาณของสิ่งคุกคามที่แต่ละบุคคล ประชากร หรือระบบนิเวศได้รับ ซึ่งมีวัตถุประสงค์การประเมินการสัมผัสคือ

1) เพื่อค้นหาสิ่งคุกคามที่สิ่งมีชีวิตได้รับ

2) คำนวณปริมาณที่ได้รับ

3) ได้รับด้วยวิธีใด

4) เป็นเวลานานเท่าใด

5) ภายใต้สภาพการณ์ใด

โดยทั่วไป แบ่งวิธีการศึกษาเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ

2.1 การเฝ้าคุมการสัมผัส (Exposure Monitoring)

เป็นวิธีการที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัสได้เที่ยงตรงที่สุด และยังเป็นข้อมูลนำเข้าที่ดีสำหรับใช้ในการประเมินด้วยวิธีแบบจำลองอีกด้วย ทั้งนี้การเฝ้าคุมสามารถทำการเก็บข้อมูลที่มีระยะสัมผัสใกล้ชิดกับกลุ่มประชากรที่เราสนใจศึกษามากที่สุด

การเฝ้าคุมแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1) การเฝ้าคุมที่ตัวบุคคล (Personal Monitoring)

โดยใช้วิธีการวัดความเข้มข้นของสารหรือสิ่งคุกคามที่แต่ละคนในกลุ่มประชากรได้รับโดยไม่คำนึงถึงสถานที่ที่บุคคลนั้นอยู่ โดยการเก็บตัวอย่างอากาศที่บุคคลนั้นหายใจ หรือน้ำที่บุคคลนั้นดื่ม

2) การเฝ้าคุมที่ตัวกลางหรือสถานที่ (Ambient Monitoring)

วิธีนี้จะเป็นการเก็บตัวอย่างอากาศ น้ำ หรือดินที่ตำแหน่งคงที่เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสิ่งคุกคามในบริเวณต่างๆ ซึ่งการเฝ้าคุมโดยวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่พื้นที่ หรือขนาดของประชากรที่ต้องการเฝ้าคุมมีขนาดใหญ่

อย่างไรก็ตาม วิธีการเฝ้าคุมมีข้อจำกัดหลายประการ ประการแรก การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างส่งตรวจ เพราะระยะเวลาที่แตกต่างย่อมจะให้ผลที่แตกต่างกันได้ หรือการเลือกสถานที่ที่ใช้วัดแตกต่างกันออกไปก็อาจทำให้ผลการตรวจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้ การเฝ้าคุมนับได้ว่าเป็นวีการที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เสียเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และยากต่อการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้กับสถานที่อื่น และข้อมูลที่ได้อาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีสำหรับสถานการณ์ที่เป็นจริง แต่ข้อได้เปรียบของการเฝ้าคุมเหนือวิธีการจำลองคือ สามารถให้ข้อมูลที่ใกล้เคียงค่าที่แท้จริง ณ จุดที่มีการสัมผัสสิ่งคุกคามนั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปจากค่าที่คิดไว้มาก

2.2 แบบจำลองการสัมผัส (Exposure Modeling)

เป็นรูปแบบหนึ่งของสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายค่าที่ต้องการจากค่าตัวแปรต่างๆที่ทราบหรือสามารถตรวจวัดได้ คือ สามารถใช้ได้กับแหล่งที่ปล่อยสิ่งคุกคามเฉพาะกรณี หรือใช้ได้กับสิ่งคุกคามบางชนิด หรือใช้ได้กับสิ่งแวดล้อมบางชนิด ไม่ว่าจะเป็นแบบใดทุกชนิดจะมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายเสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของฐานข้อมูลของตัวแปรที่จะป้อนเข้าไปในแบบจำลอง และตัวแบบจำลองเองที่มีการคำนึงถึงตัวแปรนำเข้ามากน้อยเพียงใด เราสามารถแบ่งแบบจำลองได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1) แบบจำลองการปลดปล่อย (Release Assessment Model)

ใช้ในการทำนายความเข้มข้นของสิ่งคุกคามที่ระยะทางหนึ่งๆ ห่างออกไปจากแหล่งกำเนิดสิ่งคุกคามนั้น

2) แบบจำลองการสัมผัสในประชากร (Population Exposure Model)

เป็นการประเมินประชากรกลุ่มเสี่ยงที่อาจได้รับผลกระทบทางด้านสุขภาพอันเนื่องจากการสัมผัสสิ่งคุกคามโดยมีเป้าหมายที่จะตอบคำถามว่า ประชากรกลุ่มเสี่ยงจะได้รับปริมาณสิ่งคุกคามเข้าไปเท่าไร ซึ่งรูปแบบการศึกษาแบ่งออกเป็น

2.1) แบบจำลองวิธีการสัมผัส (Exposure Rout Model)

แบบจำลองนี้ต้องการที่จะตอบคำถามว่าจะแปลงค่าปริมาณหรือความเข้มข้นจากสารในตัวกลางไปสู่ปริมาณหรือความเข้มข้นที่มนุษย์จะได้รับได้อย่างไร กับวิธีการสัมผัสต่างๆ รูปแบบการคำนวณโดยทั่วไปจะประมาณค่าปริมาณการได้รับสิ่งคุกคามของแต่ละคนโดยการหาผลคูณระหว่างความเข้มข้นของสิ่งคุกคามในตัวกลาง อัตราการได้รับตัวกลางและระยะเวลาที่มีการสัมผัสตัวกลางที่มีการปนเปื้อนนั้น ในกรณีที่สิ่งคุกคามปนเปื้อนในตัวกลางหลายชนิดหรือมีการสัมผัสในหลายทาง จะต้องมีการคำนวณแต่ละตัวกลางแยกจากกัน

2.2) แบบจำลองในประชากร (Population Model)

การสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินประชากรกลุ่มเสี่ยงอย่างน้อยจะต้องคำนึงถึงโครงสร้างประชากรและกิจกรรมต่างๆของแต่ละคน นั่นคือการสร้างแบบจำลองชนิดนี้จะคำนึงถึงประชากรกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยงนั่นเอง ลักษณะที่ใช้แยกนี้เรียกว่า ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factor) ซึ่งมี 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประเภทใหญ่ๆ คือ วิถีการดำเนินชีวิต (Life Style) และพันธุกรรม (Genetics) ด้านวิถีการดำเนินชีวิต โดยวิธีการคำนวณที่ง่ายที่สุดได้แก่ การแยกคำนวณแต่ละคนในกลุ่มประชากรย่อยๆ จากผลคูณความเข้มข้นที่แต่ละคนได้รับกับระยะเวลาที่อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น จากนั้นก็รวมผลลัพธ์ที่ได้เข้าด้วยกัน การหาค่าเฉลี่ยสามารถทำได้โดยการหารผลรวมที่ได้ด้วยค่าผลรวมของเวลาทั้งหมด ดังนั้น อย่างน้อยที่สุดจะต้องทราบข้อมูลของแต่ละคนเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมย่อยที่แตกต่างกัน ความเข้มข้นของสิ่งคุกคามในแต่ละสภาพแวดล้อมย่อย และเวลาเฉลี่ยที่ต้องใช้ในสภาพแวดล้อมย่อยนั้น ซึ่งในทางอุดมคติแล้ว แบบจำลองประชากรนี้จะต้องคำนึงถึงลักษณะเฉพาะทุกชนิดที่อาจจะมีผลต่อระดับการสัมผัสสิ่งคุกคาม

กระบวนการประเมินสัมผัส

แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. การกำหนดลักษณะของการสัมผัส (Characterizing Exposure Setting)

ในขั้นนี้จะต้องกำหนดลักษณะของการสัมผัสในแง่เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพทั่วไปของแหล่งกำเนิดและของประชากรที่อยู่บริเวณนั้นหรือใกล้เคียงลักษณะพื้นฐานต่างๆ เช่น อากาศ ต้นไม้ น้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน เป็นต้น

2. การค้นหาเส้นทางของการสัมผัส (Identifying Exposure Pathways)

ในขั้นนี้การสัมผัสต้องพิจารณาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ประชากรจะมีโอกาสได้รับสัมผัส ซึ่งประกอบด้วย การค้นหาแหล่งกำเนิดและตัวกลาง, การประเมินการเปลี่ยนสภาพและการเคลื่อนย้ายในตัวกลาง, การค้นหาจุดของการสัมผัสและเส้นทางเข้าสู่ร่างกาย, การรวบรวมข้อมูล และการสรุปข้อมูลของเส้นทางการเข้าสู่ร่างกายให้ครบถ้วนสมบูรณ์

3. การวัดการสัมผัส (Quantifying Exposure)

ในขั้นนี้จะทำการวัดขนาด ความถี่ และระยะเวลาการสัมผัส มักทำเป็น 2 ระยะ คือ ระยะการประมาณความเข้มข้นของการสัมผัส ซึ่งต้องระบุความเข้มข้นของสารคุกคามตลอดช่วงระยะเวลาของการสัมผัส และระยะการคำนวณปริมาณที่ได้รับ การประมาณการสัมผัสจะระบุในรูปของปริมาณมวลสารของสารคุกคามที่มีการสัมผัสกับร่างกายต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักร่างกายต่อหนึ่งหน่วยเวลา ค่าที่ได้นี้เรียกว่า “ปริมาณที่ได้รับ” (Intake) ในการคำนวณหาปริมาณที่ได้รับจะใช้สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความเข้มข้นของการสัมผัส อัตราการสัมผัส ความถี่ของการสัมผัส ระยะเวลาการสัมผัส น้ำหนักร่างกาย และระยะเวลาเฉลี่ยของการสัมผัส ภายหลังจากที่คำนวณค่าปริมาณการได้รับแล้วจะต้องจัดกลุ่มตามประชากรตามความเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose-Response Assessment)

คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการสัมผัสกับการตอบสนอง เพื่อนำไปสู่การทำนายการตอบสนองที่ระดับการสัมผัสต่างๆ กัน

3.1 ความเป็นพิษหรือไม่เป็นพิษ

คำว่า “ปลอดภัย” มักจะหมายความว่า “ปราศจากความเสี่ยง” แต่นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากเห็นว่า การได้รับสารคุกคามหนึ่งๆ โดยปราศจากผลกระทบด้านสุขภาพใดๆ เลยนั้นไม่มี ดังนั้นคำว่า “ระดับปลอดภัย” ของสารเคมีตัวหนึ่งไม่ว่าจะอยู่ในอาหาร น้ำดื่ม อากาศ จึงนิยามว่าเป็นระดับที่มีความมั่นใจว่าผู้ที่ได้รับสัมผัสสารในระดับดังกล่าวจะไม่เกิดผลที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

3.2 การรับขนาดสัมผัส (Dose Determination)

สามารถวัดขนาดของการสัมผัสเป็น 2 แบบใหญ่ คือ ขนาดที่ถูกดูดซึม (Absorbed Dose) ได้แก่ ขนาดที่ถูกดูดซึมผ่านผนังปอด ทางเดินอาหาร และทางผิวหนัง อีกแบบหนึ่งคือ ขนาดที่เกิดผล (Internal or Effective Dose) ได้แก่ ขนาดที่ไปถึงอวัยวะที่ก่อให้เกิดพิษหรือความเสียหายขึ้น

3.3 การวัดการตอบสนอง (Response Measurement)

การตอบสนอง หรือ ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นมี 3 กลุ่ม คือ

1) การตอบสนองแบบทวิภาค (Dichotomous Response)

คือ การตอบสนองที่มีได้เพียง 2 ชนิด เช่น ตาย หรือ ไม่ตาย, เป็นโรค หรือ ไม่เป็นโรค เป็นต้น ข้อมูลที่ได้นี้มักจะแปลงให้อยู่ในรูปของอุบัติการณ์หรือค่าสัดส่วนโดยการหาค่าสัดส่วนของการตอบสนองกับจำนวนที่ทำการศึกษาทั้งหมดซึ่งเมื่อขนาดการสัมผัสเพิ่มมากขึ้นสัดส่วนการตอบสนองก็จะเพิ่มตาม ดังนั้น อาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเมื่อขนาดการสัมผัสเพิ่มขึ้นโอกาสการตอบสนอง (ความเสี่ยง) ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

2) การตอบสนองแบบต่อเนื่อง (Continuous Response)

โดยวัดการตอบสนองในรูปของระดับความรุนแรง โดยทั่วไปเราจะพบว่าเมื่อขนาดของสารพิษเพิ่มขึ้นการตอบสนองก็มักจะเพิ่มตาม หรือพบเพียงแค่การทำหน้าที่ของเซลล์ในแง่ชีวเคมีเปลี่ยนแปลงไปเท่านั้นแต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายใดๆ หรือเป็นระดับที่ไม่พบผลเสียต่อสุขภาพ (No-Observed-Adverse-Effect Level, NOAEL)

3) การตอบสนองที่มีทั้งแบบทวิภาคและต่อเนื่อง (Dichotomous and Continuous Responses) การวัดการตอบสนองทั้งคู่สามารถกระทำได้ในการศึกษาครั้งเดียวกันและมักจะทำควบคู่กันไปเสมอ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับมะเร็ง ซึ่งสามารถวัดอุบัติการณ์และความรุนแรงได้ในครั้งเดียวกัน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากการตอบสนองขึ้นกับขนาดของการสัมผัสแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่มีผลต่อการตอบสนองและควรนำมาพิจารณาด้วย คือ

1) ระยะเวลาของการสัมผัส (Duration of Exposure) โดยทั่วไปการตอบสนองจะขึ้นกับระยะเวลาการสัมผัสสารพิษ กล่าวคือ โอกาสของการตอบสนองจะเพิ่มมากขึ้น หากสัมผัสสารพิษนานขึ้น หรือหากการสัมผัสสารพิษในระยะเวลาสั้นๆ ร่างกายอาจสามารถกำจัดสารพิษนั้นได้ทัน

2) ระดับคืนสู่สภาพเดิม (Degree of Reversibility) การกลับคืนสู่สภาพเดิมนั้นขึ้นกับปัจจัยหลายประการ นับตั้งแต่ ชนิดของสารพิษ ตำแหน่งของร่างกายที่ทำให้เกิดพิษรวมถึงระยะเวลาสัมผัสด้วย ในบางสถานการณ์การตอบสนองหายไปทันทีที่หยุดการสัมผัสสารนั้น และบางสถานการณ์การทำลายเป็นแบบถาวร แม้จะหยุดการสัมผัสแล้วก็ยังมีความผิดปกติหลงเหลืออยู่

3) ระยะเวลาที่แสดงการตอบสนอง (Time to Response) การพิจารณาการตอบสนองจำเป็นที่จะต้องพิจารณาระยะเวลาภายหลังจากที่ได้รับสารพิษด้วย สารพิษบางอย่างอาจก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (Acute Poisoning) บางชนิดจะแสดงความเป็นพิษเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง

4) ชนิดของการตอบสนอง (Type of Response) สารพิษบางชนิดอาจก่อให้เกิดการทำลายที่แสดงให้เห็นถึงอันตรายต่อสุขภาพได้อย่างชัดเจน ในขณะที่สารพิษบางชนิดอาจก่อให้เกิดความผิดปกติบางอย่าง แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่

5) ตำแหน่งของการตอบสนอง (Site of Response) การตอบสนองบางอย่างอาจเกิดแบบเฉพาะที่ (Local Effect) ณ บริเวณที่มีการสัมผัส หรือเป็นแบบทั้งระบบ (Systemic Effect) สารพิษที่มีความเข้มข้นต่ำสามารถก่อให้เกิดพิษแบบเฉพาะที่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาในแง่ของการเกิดพิษแบบทั้งระบบที่อาจจะเกิดขึ้นได้

6) ปัจจัยด้านพันธุกรรม (Genetic Factors) การตอบสนองบางครั้งขึ้นกับปัจจัยด้านพันธุกรรมที่อาจทำให้เกิดการตอบสนองที่รุนแรงกว่ากลุ่มอื่น (Idiosyncratic Effects) ซึ่งไม่ได้เป็นผลจากสารพิษโดยตรง ดังนั้น เมื่อพบการตอบสนองที่แตกต่างไปจากกลุ่มอื่นจะต้องพิจารณาประเด็นนี้ด้วย

3.4) การหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose-Response Estimation)

ข้อมูลด้านวิทยาการระบาดเป็นข้อมูลที่ดีที่สุดในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง หากข้อมูลมีมากเพียงพอการหาความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถทำได้โดยการใช้วิธีการทางชีวสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์เชิงถดถอย (Regression Analysis) เพื่อประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ หากมีข้อมูลไม่มากนักก็สามารถหาความสัมพันธ์โดยอาศัยแบบจำลองชนิดต่างๆ

4. การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk Characterization)

คือ การพรรณนาลักษณะทางธรรมชาติและขนาดของความเสี่ยงในมนุษย์ซึ่งจะต้องรวมเอาความไม่แน่นอน (Uncertainties) เข้าด้วย โดยสรุปผลลัพธ์สุดท้ายที่ต้องการคือ การตอบคำถามว่าสิ่งคุกคามใด ๆ จะก่อให้เกิด ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์มากน้อยเพียงใด ซึ่งจำเป็นจะต้องอาศัยองค์ความรู้ที่ได้จาก 3 ขั้นตอนข้างต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงษ์พอ อาสนจินดา และคณะ(2541) ได้ทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟลูออไรด์เป็นพิษโดยอาศัยค่าฟลูออไรด์กัมมันตภาพสัมพันธ์เป็นดัชนีบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรค ผลการวิจัยสรุปว่า ฟลูออไรด์ในน้ำ 1 มิลลิกรัมต่อลิตรทำให้เกิดฟันตกกระระดับ 3 ฟลูออไรด์ในน้ำ 3 มิลลิกรัมต่อลิตรทำให้เกิดฟันตกกระระดับ 4 และฟลูออไรด์ในน้ำ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรทำให้เกิดฟันตกกระระดับ 5 คณะผู้วิจัยได้เปรียบเทียบกับชุมชนหลายชุมชน พบว่าสภาวะฟันตกกระอยู่ในระดับที่ไม่เท่ากันเนื่องจากมีตัวแปรอื่นๆ เช่น สภาพธรณีวิทยา อุทกวิทยา ของแต่ละพื้นที่ตลอดจนวัฒนธรรม การกินอยู่ของท้องถิ่น อันเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงและควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

การศึกษาของฉัตรภัทร์ คงปั้น (2551และ2552) ที่ทำการศึกษาถึงสถานการณ์ฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคของอำเภอสันกำแพงพบว่า น้ำบริโภคที่ประชาชนใช้สำหรับดื่มร้อยละ 50.82 มีฟลูออไรด์เกินค่ามาตรฐาน และน้ำบริโภคที่ใช้สำหรับทำอาหารมีฟลูออไรด์เกินมาตรฐานถึงร้อยละ 89.15 โดยเมื่อทำการศึกษาถึงการจัดการน้ำของชุมชนพบว่าอยู่ในระดับ Va นั่นคือ มีการปรับปรุงสุขอนามัย แต่ไม่มีการจัดการเกี่ยวกับคุณภาพน้ำด้านอื่นโดยเฉพาะไม่พบการปรับปรุงปริมาณฟลูออไรด์ให้มีความเหมาะสม ระบบประปาบาดาลยังไม่มีการควบคุมคุณภาพน้ำให้มีฟลูออไรด์ตามมาตรฐานและยังพบอีกว่าปริมาณฟลูออไรด์ที่เด็กนักเรียนได้รับต่อวันมีค่าปริมาณฟลูออไรด์มากกว่าปริมาณที่ปลอดภัยถึงเกือบ 2 เท่า โดย Margin of Safety ของการรับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายเท่ากับ 0.582 ซึ่งน้อยกว่า 1.0 หมายถึงปริมาณฟลูออไรด์ที่เด็กนักเรียนได้รับต่อวัน มีค่ามากกว่าปริมาณที่แนะนำใน 1 วัน

Choubisa, S.L. และคณะ (1996) พบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น และการได้รับฟลูออไรด์อย่างต่อเนื่องจะทำให้ระดับความรุนแรงของโรคเพิ่มขึ้น และในปี 2001 SL Choubisa. ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำที่ระดับ 1.5-4 มิลลิกรัมต่อลิตร สภาวะความเป็นกรดด่างและความกระด้างของน้ำ กับภาวะฟลูออไรด์เป็นพิษในเด็ก และผู้ใหญ่ที่มีอายุ 21 ปีขึ้นไปที่อาศัยอยู่ในชุมชนมากกว่า 15 ปี ในประเทศอินเดียพบว่า ความชุกของ Skeletal Fluorosis จะสูงขึ้นในเพศชาย เมื่ออายุเพิ่มขึ้นและระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่เพิ่มขึ้น จะมีลักษณะกระดูกผิดรูปและเคลื่อนไหวลำบากมากขึ้นที่อายุมากกว่า 40 ปี และระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม 2.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ภาวะของ Skeletal Fluorosis ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ที่มีระดับฟลูออไรด์ในน้ำดื่มแตกต่างกัน และปัจจัยอื่น ซึ่งได้แก่ ภาวะโภชนาการ อุณหภูมิ การตอบสนองด้านชีววิทยาส่วนบุคคล เช่น ภาวะทุพโภชนาการ กิจกรรมทางกายที่ต้องใช้พลังงานมาก ระยะเวลารับสัมผัส ความถี่ในการสัมผัส และการแตกตัวของ Na ในน้ำดื่ม ซึ่งสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมของ Reddy. R (2009) ที่ศึกษาสาเหตุของการเกิด Skeletal Fluorosis ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่านอกเหนือปัจจัยเหล่านี้แล้วยังต้องพิจารณาผู้ที่มีอาการไตผิดปกติอีกด้วย สำหรับผู้ที่อยู่ในพื้นที่ที่ฟลูออไรด์ปกติ จะมีระดับฟลูออไรด์ในร่างกายที่ 0.02 - 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร และพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์สูงจะมีระดับฟลูออไรด์ในร่างกายที่ 0.2 – 1.9 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในปี 2001 Serpil Saras และคณะได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง โรคข้อเข่าเสื่อมกับระดับฟลูออไรด์ในผู้ป่วยที่มารับการรักษาด้วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่โรงพยาบาลโดยแบ่งกลุ่ม Case ตามพื้นที่อยู่อาศัยที่มีฟลูออไรด์สูงตั้งแต่เกิด การบริโภคน้ำที่มีระดับฟลูออไรด์สูง และฟันตกกระ กับกลุ่ม control ที่เป็นผู้ป่วยนอกทั่วไป พบว่ากลุ่ม case มีอาการรุนแรงกว่ากลุ่ม Control

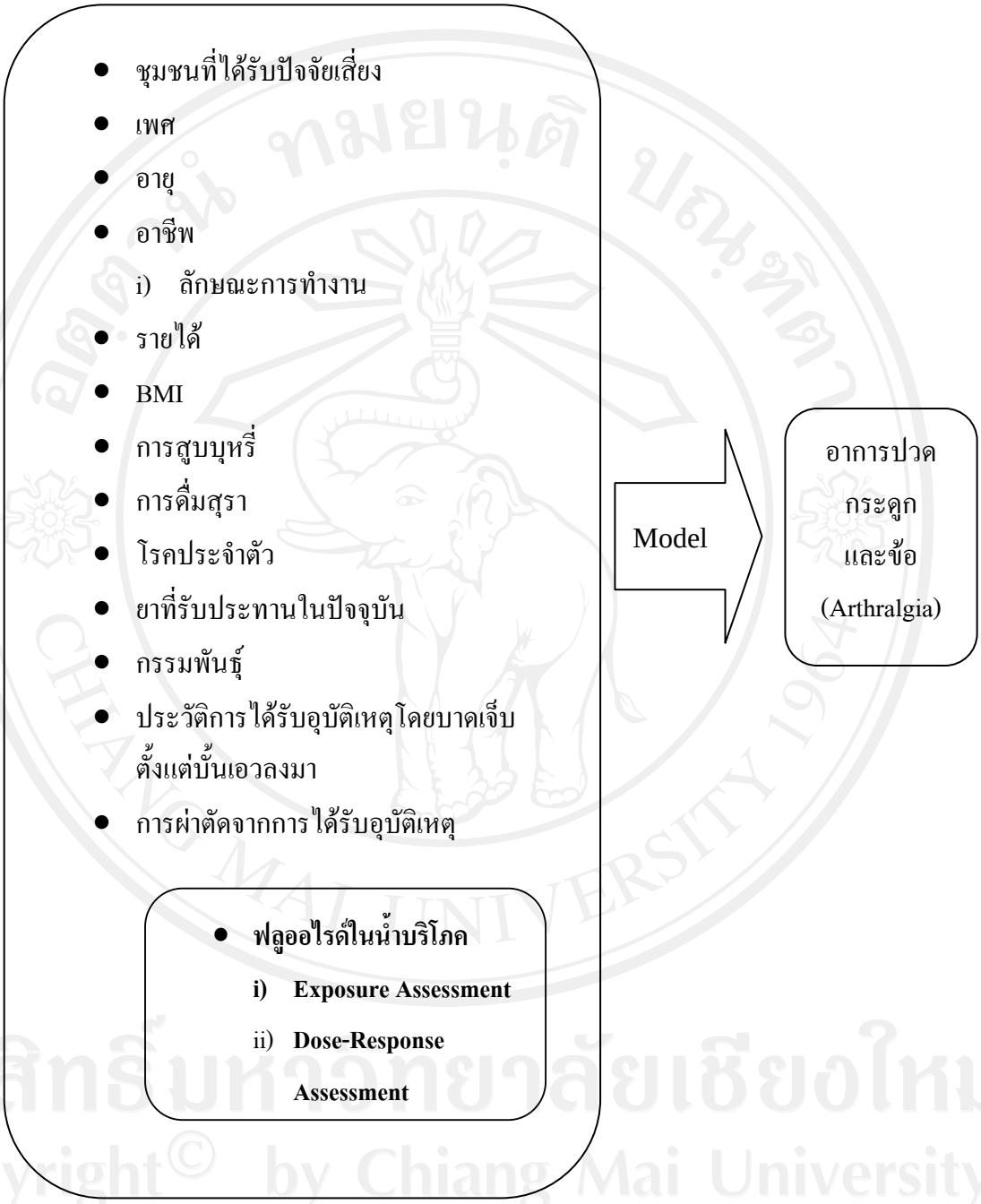
G. Assefa และคณะ (2004) ศึกษาความชุก Skeletal Fluorosis โดยประเมินอาการทางคลินิก และภาพรังสีในพนักงานโรงงานผลิตน้ำตาล ในประเทศเอธิโอเปียโดยแยกลักษณะของสิ่งแวดล้อมในการทำงานของพนักงานพบว่า โรคนี้เกิดในเพศชายมากกว่าเพศหญิง และเกิดกับคนงานในโรงงานมากกว่า คนที่ทำงานในสำนักงานและภาคการเกษตรที่ระดับความชุกร้อยละ 20 และมีอาการปวดบริเวณบั้นเอวมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาในประเทศจีนของ Yunzhao Wang และคณะในปี 1993 เพื่อประเมินลักษณะอาการจากการตรวจทางคลินิกและการถ่ายภาพรังสีผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ฟลูออไรด์สูง พบว่ามีอาการปวดบริเวณบั้นเอวมากที่สุดเช่นกัน ตามด้วย อาการปวดขา และแขน ข้อฝืดบริเวณข้อต่อที่สำคัญ เช่น ข้อเข่า สอดคล้องกับภาพถ่ายรังสีที่พบว่าฟลูออไรด์ไปจับแคลเซียมที่เอ็นยึด เนื้อเยื่อ และกล้ามเนื้อต่างๆ

Pushpa Bharati และคณะ (2005) ศึกษาอาการทางคลินิกในประชาชน 6 หมู่บ้านที่มีฟลูออไรด์สูง โดยใช้แบบสอบถาม และการสังเกต พบว่าประชาชนที่บริโภคน้ำที่ระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์มากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิด Dental fluorosis และ Skeletal Fluorosis อาการนี้พบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง อาการแสดงที่มากที่สุดคือ เจ็บแปลบที่ปลายแขนและขา ปวดในข้อโดยเฉพาะข้อเข่ามากที่สุด รองลงมาคือ ปวดบริเวณหลัง รวมทั้งมีอาการข้อติด เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน

Shashi A และคณะ (2008) ศึกษาอุบัติการณ์ของ ความพิการที่เกิดจากพิษฟลูออไรด์ในผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 20-80 ปี ผลการศึกษาพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ตั้งแต่ 2.3-22.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และรับสัมผัสฟลูออไรด์มากกว่า 15 ปี มีอุบัติการณ์ของโรคมากขึ้นในผู้ที่มีรายได้ต่ำ, ค่าดัชนีมวลกายต่ำ และพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ความชุกของ Skeletal Fluorosis ในกลุ่มอายุ 30-40 และ 50-60 ปีมากที่สุดคือ ร้อยละ 18 บริเวณที่มีอาการปวดมากที่สุดคือ ปวดบริเวณบั้นเอว ปวดขา และปวดแขน ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรอบแนวคิดในการศึกษา



รูป 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved