

รายงานการศึกษา

ความเสี่ยงต่อสุขภาพ จากการได้รับฟลูออไรด์

โดย

ดร. ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร

รายงานการศึกษา

**ความเสี่ยงต่อสุขภาพ
จากการได้รับฟลูออไรด์**

โดย

ดร. ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร



ดร. ชวัลย์ จันทรวิจิตร

การศึกษา

วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัย มหิดล
M.S.P.H. (Environmental Health Science) Tulane University
Sc.D. Tulane University

การปฏิบัติงาน

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย
ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 10 ลำปาง
ปัจจุบันรับราชการที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่

คำนำ

เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับฟลูออไรด์ที่เป็นภาษาไทย และเผยแพร่ในประเทศไทยล้วนเป็นผลการรวบรวมเรียบเรียงของนักวิชาการที่มีพื้นฐานเป็นทันตแพทย์ทั้งสิ้น ซึ่งทันตแพทย์ล้วนถูกหล่อหลอมมาจากแบบพิมพ์เดียวกัน อันอาจทำให้มีมุมมองถึงสิ่งต่างๆ เพียงแง่มุมเดียวจากประสบการณ์ของศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศที่ได้ทำงานในพื้นที่ ที่มีฟลูออไรด์สูงทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศ ได้ทำงานร่วมกับนักวิชาการสาขาอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นนักสิ่งแวดล้อม นักเคมี แพทย์ นักสังคมศาสตร์ ฯลฯ เห็นว่าความรู้ในเรื่องฟลูออไรด์อาจมองได้จากหลายแง่มุม และอาจเป็นมุมมองที่ต่างจากที่เคยได้รับรู้กันอยู่ เมื่อ ดร.ชวัลย์ จันทรวิจิตร ซึ่งมีพื้นฐานเป็นนักสิ่งแวดล้อม มาขอความร่วมมือในการทำวิจัยเรื่อง “ความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับฟลูออไรด์” ก็รู้สึกยินดีที่จะได้มีผู้ศึกษาเรื่องฟลูออไรด์จากมุมมองอื่นบ้าง และเมื่อผลงานการวิจัยของดร. ชวัลย์ เสร็จสิ้นลง ก็ประทับใจกับเวลาในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของกรมอนามัย ทำให้ผู้รับผิดชอบเรื่องนี้ทั้งหมดถูกเปลี่ยนแปลงหน้าที่ จึงมิได้มีการดำเนินงานเรื่องนี้ต่อ

ทางศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ พิจารณาแล้วเห็นว่าผลงานวิจัยของดร. ชวัลย์ มีประเด็นที่เชื่อถือได้ อย่างน้อยก็สะท้อนมุมมองที่ต่างจากหนังสือที่เกี่ยวกับฟลูออไรด์ที่เป็นภาษาไทย ที่เคยเผยแพร่กันอยู่ อันอาจเป็นส่วนกระตุ้นให้มีการศึกษา หาข้อมูลในด้านอื่นๆ ของฟลูออไรด์ที่ไม่ใคร่มีผู้ใดสนใจ ต่อจากงานวิจัยนี้ อันจะนำไปสู่ความรู้ที่กว้างไกลและรอบด้านมากขึ้น

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ ดร. ชวัลย์ จันทรวิจิตร ที่มอบผลงานชิ้นนี้ให้ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศเพื่อจัดพิมพ์เผยแพร่

ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ

กรกฎาคม 2546

รายงานการศึกษา

ความเสี่ยงต่อสุขภาพ จากการได้รับฟลูออไรด์

ที่ปรึกษาโครงการ

นายเชษฐพันธ์	ภาพแก้ว	ผู้อำนวยการสำนักสิ่งแวดล้อม
ทพ.ญ. ศันสนี	รัชชกุล	ผู้อำนวยการศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ จังหวัดเชียงใหม่
นางสาวรัชช์	บุญญะการกุล	ผู้อำนวยการส่วนเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม
นางอำพรณ	จารุรัตน์	หัวหน้ากลุ่มงานเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม
นางสาวลีอำพัน	อยู่คงคร้าม	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 8

ผู้ศึกษาและจัดทำรายงาน

ดร. ชัชวาล	จันทร์จิตร	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 6
------------	------------	-------------------------

ผู้ประสานและบริหารโครงการ

นางสาวลีอำพัน	อยู่คงคร้าม	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 8
---------------	-------------	-------------------------

จัดพิมพ์โดย

ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ กรมอนามัย

โทร. 053-801160-1 โทรสาร. 053-281909

Website: <http://www.icoh.org>

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอันตรายต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์ เพื่อศึกษาถึงระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับคนไทย และเพื่อเสนอแนะในการตัดสินใจเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา วิธีการศึกษาเป็นการวิจัยจากการศึกษาทบทวนเอกสาร โดยการรวบรวมและศึกษารายงานที่เกี่ยวข้องจากห้องสมุด และจากอินเทอร์เน็ต ครอบคลุมผลการศึกษาจากทั้งในและต่างประเทศ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปเพื่อให้ได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาพบว่าการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายทำให้เกิดผลกระทบต่อ สุขภาพได้ ที่สำคัญคือการทำให้ฟันตกกระ นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบประสาท ทำให้ระดับไอคิวของเด็กลดลง และมีผลการศึกษาหลายกรณี que แสดงว่าการรับสัมผัสฟลูออไรด์เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะกระดูกแตกในหญิงสูงอายุ ส่วนผลกระทบต่อการเกิดมะเร็ง ผลกระทบต่อไต และอวัยวะภายในอื่นๆ ยังต้องรอผลการศึกษาเพิ่มเติมก่อนที่จะสรุปได้

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าระดับของฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยจะแตกต่างจากระดับที่ใช้ในประเทศตะวันตก เนื่องจากสภาพภูมิอากาศและพฤติกรรมการใช้บริโภคที่แตกต่างกัน ค่าที่เหมาะสมสำหรับคนไทยจะต่ำกว่าเนื่องจากคนไทยจะดื่มน้ำมากกว่า และมีขนาดร่างกายที่เล็กกว่าชาวตะวันตก ระดับฟลูออไรด์ในน้ำที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยควรอยู่ที่ประมาณ 0.5 มก/ล

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลทุกด้านที่มีความสำคัญ ต่อการพิจารณาความเหมาะสมของการใช้มาตรการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาเพื่อแก้ปัญหาฟันผุของประเทศ ทั้งในส่วน of ความเสี่ยงต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการกินฟลูออไรด์ ประสิทธิภาพของฟลูออไรด์ต่อการป้องกันฟันผุ สถานการณ์ปัญหาฟันผุของประเทศไทย และความพร้อมในด้านอื่นๆ พบว่า ประเทศไทยไม่มีความจำเป็นรีบด่วน ในการดำเนิน โครงการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาในขณะนี้ การเติม ฟลูออไรด์ในน้ำประปาควรได้รับการ

พิจารณาอย่างรอบคอบ และควรให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจด้วย และที่สำคัญควร
รอผลการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิด ผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการ
ดำเนินโครงการนี้ กรมอนามัยควรเร่งศึกษาหาข้อมูล ผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์
และประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อทบทวนความเหมาะสมของเกณฑ์มาตรฐาน
ฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่ใช้ในประเทศ

คำสำคัญ: ฟลูออไรด์ ความเสี่ยง สุขภาพ ฟันผุ

Abstract

The purposes of this study were to review the health effects of fluoride exposure, to figure out the optimum level of fluoride in tap water and to provide the information regarding the suitability to use water fluoridation to fight dental-carry problem. This study is a documentary research by which information from various sources were gathered and reviewed to obtain the answers to the purposes. Both library and internet search were used to collect the data. It was found that ingestion of fluoride could pose inverse effects to human health; the most obvious effect was dental fluorosis. Moreover, fluoride could affect nervous system by reducing intelligent quotient level of children. Several studies were reported that ingestion of fluoride associated with prevalence of hip fracture among elder female. Several other ill effects of fluoride were also reported but, at present, the evidence data was insufficient to reach any conclusion.

These studies revealed that fluoride level in drinking water that is suitable for Thai people was lower than that used by the western country. This result could be explained by the difference of climate temperature and water consumption behavior between the two groups: Thai people generally have lower body weight but consume more water. The data suggested that optimum level of fluoride in tap water should be 0.5 mg/L.

Data and information that needed to be considered before implementing water fluoridation project was reviewed. Either data on health effects or data on efficiency of fluoride to fight against dental carry or data on prevalence of dental carry are all suggested that the water fluoridation project could be delayed. Before implementation the project, all stakeholder should be consulted; public should be allowed to participate; and concern over the adverse health effects should be clearly explained. It was suggested that health department should further investigate health effects of fluoride; and review the suitability of drinking standard for fluoride and make any adjustment promptly if necessary.

Key words: risk, health, fluoride, dental carry

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีการศึกษา	4
บทที่ 3 ผลการศึกษา	
3.1 คุณสมบัติทั่วไปของฟลูออไรด์และทางเข้าสู่ร่างกาย	7
3.1.1 คุณสมบัติทั่วไปของฟลูออไรด์	7
3.1.2 ทางรับสัมผัสฟลูออไรด์	8
3.2 ผลกระทบต่อสุขภาพของฟลูออไรด์	10
3.2.1 ฟันตกกระ และสภาวะฟลูออไรด์เป็นพิษต่อกระดูก	10
3.2.2 ความเสี่ยงต่อปัญหากระดูกแตก (Bone Fracture)	13
3.2.3 ฟลูออไรด์กับการลดระดับไอคิวในเด็ก	18
3.2.4 ผลกระทบต่อสุขภาพอื่นๆที่ไม่ใช่กระดูก (NonSkeletal Effects)	21
3.3 ระดับฟลูออไรด์ในน้ำดื่มที่เหมาะสมสำหรับคนไทย	33
3.4 ความเหมาะสมของการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาในประเทศไทย	43
3.4.1 ฟลูออไรด์กับการป้องกันฟันผุ—มุมมองสองฝ่าย	44
3.4.2 สถานการณ์การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาทั่วโลก	54
3.4.3 การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่กับการได้รับทางระบบ	54
3.4.4 สถานการณ์ปัญหาฟันผุในประเทศไทย	57
3.4.5 การใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์	59
3.4.6 ประสิทธิภาพการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาของประเทศไทย	60
บทที่ 4 อภิปรายผลการศึกษา	62
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	66
เอกสารอ้างอิง	69

บทที่ 1

บทนำ

เหตุผลและความจำเป็นในการศึกษา

ฟลูออไรด์เป็นสารอินทรีย์ของฟลูออรีนซึ่งเป็นธาตุในหมู่ฮาโลเจนซึ่งมีความไวในการทำปฏิกิริยามาก สามารถพบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ในประเทศไทยพบสารแร่ฟลูออไรด์ในซีกตะวันตกของประเทศ จังหวัดที่อยู่ในเขตที่มีสายแร่ฟลูออไรด์ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน สุโขทัย ตาก กำแพงเพชร กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี สุพรรณบุรี สุราษฎร์ธานี กระบี่ สงขลา ปัตตานี น้ำใต้ดินและน้ำประปาหลายแห่งในจังหวัดเหล่านี้มีฟลูออไรด์อยู่ในระดับสูง

ฟลูออไรด์เป็นสารที่มีทั้งคุณและโทษ นักวิทยาศาสตร์พบว่าการกินฟลูออไรด์ที่ระดับต่ำกว่า 1 มก/ล จะสามารถป้องกันฟันผุได้ ในงานทันตกรรมป้องกันมีการนำฟลูออไรด์มาใช้ป้องกันฟันผุอย่างกว้างขวาง ทั้งการให้ฟลูออไรด์เสริมในเด็ก การผสมฟลูออไรด์ในยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก นอกจากนี้หลายประเทศทั่วโลก ได้เติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาเพื่อประชาชนที่ใช้ น้ำได้รับฟลูออไรด์อย่างทั่วถึง ในประเทศไทยการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาอยู่ในขั้นเริ่มต้น ขณะนี้ได้ทดลองดำเนินการไปแล้ว 2 จังหวัด คือ ในจังหวัดนครนายก และประจวบคีรีขันธ์ และกำลังรอผลการศึกษาและความเห็นทางวิชาการจากผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวทางและนโยบายต่อโครงการนี้ต่อไป

ความเห็นต่อโครงการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาอาจแบ่งออกได้เป็นสองความเห็น คือกลุ่มที่เห็นว่าควรสนับสนุนให้เติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา เพื่อลดปัญหาฟันผุที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในเด็กไทย และอีกกลุ่มที่มีความเห็นคัดค้านโครงการ เนื่องจากความกังวลต่อผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกาย โดยมีเหตุผลและประเด็นโต้แย้งที่สำคัญดังนี้

- 1) ฟลูออไรด์ไม่ใช่วัสดุที่จำเป็นสำหรับร่างกาย ในปี 1979 องค์การอาหารและยาของอเมริกาขกเลิกการรับรองว่า ฟลูออไรด์เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับร่างกาย (Federal Register, March 16, 1979, p. 16006)
- 2) การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา เป็นการบังคับทางอ้อมให้ประชาชนต้องกินฟลูออไรด์ เป็นการกระทำที่ขัดต่อหลักเสรีภาพและสิทธิมนุษยชน
- 3) การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาจะทำให้ฟลูออไรด์แพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมในวงกว้าง ยากที่จะควบคุมได้ในอนาคต การกรองธรรมชาติด้วยกระดาดกรอง หรือแม้กระทั่งการดื่ม ไม่สามารถกำจัดฟลูออไรด์ออกจากน้ำได้
- 4) ความกังวลต่อผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ระบบร่างกาย ในปัจจุบัน มีผลการศึกษาที่แสดงว่า นอกจากทำให้ฟันตกกระแล้วฟลูออไรด์ยังอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอื่นๆอีก เช่น การทำให้กระดูกแตก การลดลงของระดับสติปัญญา และผลกระทบอื่นๆที่ไม่ใช่กระดูก กลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่ออันตรายของฟลูออไรด์ ได้แก่ คนแก่ คนที่เป็นโรคหัวใจ ไต และเบาหวาน

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าประเทศกำลังเผชิญกับปัญหาในสองรูปแบบ คือปัญหาฟันผุ ซึ่งเป็นปัญหาในภาพรวมของประเทศ และการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาอาจเป็นทางเลือกที่นำมาใช้แก้ปัญหานี้ได้ ส่วนปัญหาที่สองคือปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค ที่พบในระดับที่สูงในบางจังหวัดทางภาคเหนือและจังหวัดอื่นๆทางทิศตะวันตกของประเทศ แต่อย่างไรก็ตามในการตัดสินใจแก้ปัญหาทั้งสองนี้จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางวิชาการทางด้านผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากฟลูออไรด์ ประสิทธิภาพของฟลูออไรด์ในการป้องกันฟันผุ และระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอันตรายต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์
2. เพื่อศึกษาระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับคนไทย
3. เพื่อเสนอแนะในการตัดสินใจเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา

ประโยชน์ของการศึกษา

1. ทำให้ทราบผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์ และแนวโน้มความก้าวหน้าทางวิทยาการด้านนี้ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการประเมินสถานการณ์ความเสี่ยงต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์ในประเทศไทย และการตัดสินใจเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา
2. ทำให้ทราบระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนไทย ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบความเหมาะสมของมาตรฐานฟลูออไรด์ในน้ำดื่มที่ใช้ในปัจจุบัน
3. ทำให้ทราบความเหมาะสม ข้อดี และผลกระทบของการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา และสามารถตัดสินใจได้ว่าควรจะสนับสนุนการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาของประเทศหรือไม่

บทที่ 2

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยโดยการทบทวนวรรณกรรม และนำผลการทบทวนมาประมวล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อให้ได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การค้นคว้าเอกสารจะใช้การสืบค้นจากหลายแหล่งด้วยกัน เช่น จากฐานข้อมูลของ medical library จากฐานข้อมูลที่มีในอินเทอร์เน็ตจากเว็บไซต์ของ science direct, safe drinking water, U.S. EPA และ WHO การsearch ทั่วไปโดยใช้ key word ว่า fluoride, health effect, fluoridation, fluoride toxicity, และ fluorosis และการสืบค้นข้อมูลจากหน่วยงานที่สำคัญที่มีการดำเนินงานทางด้านนี้ ทั้งการค้นคว้าเอกสารในห้องสมุด และการติดต่อประสานข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรง ได้แก่ คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ จังหวัดเชียงใหม่ กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต10 จังหวัดลำปาง และสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

การศึกษาวิจัยอาจสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์

1. ศึกษาคุณสมบัติทั่วไป และอันตรายต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากฟลูออไรด์ โดยการค้นคว้ารวบรวม และศึกษารายงานการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ
2. แยกแยะประเด็นและจัดหมวดหมู่อันตรายที่เกี่ยวข้องและค้นคว้าเพิ่มเติมในทุกด้านที่สำคัญที่อาจเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกาย ทั้งการทำให้ฟันตกกระ ผลกระทบต่อ

กระดูก และอวัยวะอื่นๆนอกเหนือจากกระดูกและฟัน เช่น ผลกระทบต่อระบบประสาท และการเกิดมะเร็ง

3. จัดทำรายงานนำเสนอผลการทบทวนทั้งผลการศึกษาที่มีผลในเชิงสนับสนุน และขัดแย้ง เพื่อให้ผู้อ่านได้รับทราบข้อมูลที่ครบถ้วน ก่อนนำมาวิเคราะห์อภิปรายเป็นข้อสรุป

ระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

1. ศึกษาหลักการการกำหนดระดับมาตรฐานฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค โดยยึดหลักการขององค์การอนามัยโลก และประสบการณ์ตัวอย่างในประเทศที่มีความก้าวหน้าทางวิชาการ และประสบการณ์ด้านนี้มากกว่า อย่างเช่น สหรัฐอเมริกา และในหลายประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศคล้ายคลึงกับบ้านเรา เช่น สหราชอาณาจักร และบางประเทศในทวีปแอฟริกา
2. นำองค์ความรู้และข้อมูลมาวิเคราะห์ และสรุปเป็นข้อเสนอแนะต่อระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมสำหรับคนไทย ที่สามารถป้องกันฟันผุได้แต่ไม่มีอันตรายต่อสุขภาพ ข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ประกอบการพิจารณาคือ ผลการศึกษานานาชาติต่อสุขภาพจากการได้รับฟลูออไรด์ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกของฟันตกกระ/ฟันผุและระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคจากทั้งต่างประเทศ และจากประสบการณ์ในต่างประเทศที่มีการทดลองเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา

ความเหมาะสมของการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาในประเทศไทย

1. ทบทวนหลักการ และเกณฑ์ที่ควรใช้พิจารณาตัดสินใจเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา โดยยึดแนวทางที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก เพื่อกำหนดขอบเขตและแนวทางในการศึกษาในเรื่องนี้
2. ศึกษารวบรวมข้อมูลตามที่กำหนดไว้ในขอบเขต และแนวทางการศึกษา
3. ศึกษาประสบการณ์การเติมฟลูออไรด์ในประปาของประเทศต่างๆทั่วโลก ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และมีแนวโน้มและทิศทางอย่างไร

4. ศึกษาและทบทวนผลการศึกษาใหม่ๆที่สามารถใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจกำหนดทิศทางการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา
5. นำข้อมูลและผลการศึกษามาวิเคราะห์ และสรุปเป็นข้อเสนอแนะต่อการตัดสินใจกำหนดทิศทางการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาของประเทศเรา
6. จัดทำรายงาน และจัดประชุมนำเสนอผลการศึกษา เพื่อเผยแพร่ผลการศึกษา และรับฟังความคิดเห็นของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3

ผลการศึกษา

3.1 คุณสมบัติทั่วไปของฟลูออไรด์และทางเข้าสู่ร่างกาย

3.1.1 คุณสมบัติทั่วไปของฟลูออไรด์

ฟลูออรีนเป็นธาตุหมู่ที่ 7 ในตารางธาตุที่เบาที่สุดและมีความไวต่อการทำปฏิกิริยาที่สุด จึงทำให้ไม่พบในรูปฟลูออรีนในธรรมชาติ แต่จะอยู่ในรูปฟลูออไรด์ที่มีประจุลบ และฟลูออไรด์อออน (F) ในสารละลาย ฟลูออไรด์อออนจะมีประจุและขนาดใกล้เคียงกับไฮดรอกไซด์อออน (OH) และมักจะแทนที่กันได้ในแร่ธาตุ ฟลูออไรด์จะรวมตัวกับสารประกอบหลายชนิดในแร่ธาตุ ดังนั้นจึงพบฟลูออไรด์ได้บ่อยในแร่ธาตุ (WHO, 1999)

ฟลูออไรด์ในแร่ธาตุมักอยู่ในรูปฟลูออไรต์ (CaF_2) ร้อยละ 0.06-0.09 ของเปลือกโลก จะเป็นฟลูออไรต์ ปริมาณโดยเฉลี่ยของฟลูออไรด์ในเปลือกโลกจะเท่ากับ 300 มก/กก แร่ธาตุที่พบ ฟลูออไรด์มากได้แก่ ฟลูโอสปาร์ หินฟอสเฟต กริโอลิท์ อปาไทท์ ไมก้า ฮอนเบลนด์ (hornblende) และอื่นๆ ฟลูออไรด์จะเกี่ยวข้องกับภูเขาไฟ และน้ำพุร้อน แกลิโอกริโอลิท์จะใช้ในโรงงานผลิตอลูมิเนียม และ ขาฆ่าแมลง หินฟอสเฟตจะถูกนำมาผลิตปุ๋ยฟอสเฟตและฟลูออไรด์ที่สกัดออกในรูปฟลูออโรซิลิเกต (fluorosilicates) มักถูกนำมาใช้ในการเติมฟลูออไรด์ในน้ำ (WHO, 1999)

ฟลูออไรด์พบได้ในน้ำธรรมชาติ น้ำทะเลจะมีฟลูออไรด์ประมาณ 1 มก/ล น้ำแม่น้ำ และน้ำใต้ดินมักมีฟลูออไรด์น้อยกว่า 0.5 มก/ล ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของฟลูออไรต์ จะพบฟลูออไรด์สูงในน้ำใต้ดินที่มีแคลเซียมต่ำ และ/หรือ มีแร่ธาตุที่มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบสูง และในบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนประจุบวกระหว่างโซเดียมและแคลเซียม น้ำใต้ดินที่มีฟลูออไรด์สูงจะเกี่ยวกับตะกอนดินที่มาจากทะเล

หรือ หินภูเขาไฟ หรือ หินแกรนิต หรือ โนติก (granitic and gneissic rocks) ฟลูออไรด์ในน้ำใต้ดินในประเทศไทย เกิดจาก หินแกรนิต

3.1.2 ทางรับสัมผัสฟลูออไรด์

ทางอากาศ

ฟลูออไรด์พบได้ทั่วไปในอากาศ การรับสัมผัสเกิดจากฝุ่น ที่มาจากโรงงานผลิตปุ๋ย การเผาถ่านหินที่มีฟลูออไรด์ปน หรือเกิดจากถ้ำจากภูเขาไฟ แต่การได้รับทางหายใจเป็นสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับทางอื่นๆ (NRC, 1993) ในบริเวณที่ไม่ใช่ย่านอุตสาหกรรม ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในอากาศจะต่ำมาก อยู่ที่ประมาณ 0.02-2.0 ไมโครกรัม/ลบม. แต่ในบางแห่งในประเทศจีน พบฟลูออไรด์ในอากาศอยู่ระหว่าง 16-46 ไมโครกรัม/ลบม. เนื่องจากการใช้ถ่านหินที่มีฟลูออไรด์ปนเปื้อนสำหรับการทำอาหารในบ้าน (WHO, 1996)

ผลิตภัณฑ์ทันตสุขภาพ (dental products)

ผลิตภัณฑ์ทันตสุขภาพที่นำมาใช้เพื่อป้องกันฟันผุ หลายประเภทมีฟลูออไรด์ เช่น ยาสีฟันซึ่งจะมีฟลูออไรด์ระหว่าง 1.0-1.5 ก/กก น้ำยาฟลูออไรด์ มีฟลูออไรด์ 10 ก/ล หรือเจล มีฟลูออไรด์ 4-6 ก/กก (WHO, 1996) และ ยาเม็ดฟลูออไรด์มีฟลูออไรด์ในขนาดต่างๆกัน ตั้งแต่ 0.25 0.50 หรือ 1.00 มก/เม็ด ผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นแหล่งฟลูออไรด์ที่คนเราได้รับในปริมาณต่างๆกัน แล้วแต่การใช้ พบว่าเด็กได้รับฟลูออไรด์จากการกลืนยาสีฟันประมาณ 0.50 หรือ 0.75 มก/คน (WHO, 1986)

อาหารและเครื่องดื่ม

โดยทั่วไปฟลูออไรด์ส่วนน้อยเท่านั้นที่ได้รับมาจากอาหาร ผักและผลไม้ ปกติจะมีฟลูออไรด์ในระดับต่ำ เช่น อยู่ระหว่าง 0.1-0.4 มก/กก แต่บางชนิดอาจมีฟลูออไรด์สูงขึ้น เช่น ข้าว จะมีฟลูออไรด์ประมาณ 2.0 มก/กก ในมันสำปะหลังก็เคยพบฟลูออไรด์ในระดับสูง (WHO, 1986)

ในเนื้อจะพบฟลูออไรด์ระหว่าง 0.2-1.0 มก/กก ในปลา (2-5 มก/กก) แต่ฟลูออไรด์จะสะสมมากในกระดูก ดังนั้นการกินปลาทั้งตัว เช่น ปลากระป๋องได้รับฟลูออไรด์มากขึ้น โปรตีนเข้มข้นที่สกัดจากปลาอาจมีฟลูออไรด์เข้มข้นสูงถึง 370 มก/กก แต่อย่างไรก็ตามการได้รับฟลูออไรด์จากการกินปลามักไม่เกิน 0.2 มก/วัน (WHO, 1986)

ในนมก็มีฟลูออไรด์ต่ำเช่นกัน โดยทั่วไปไม่เกิน 0.02 มก/ล ในนมมารดา และ 0.02-0.05 มก/ล ในนมวัว ดังนั้นการได้รับจากนมจึงถือว่าน้อยมาก (WHO, 1986)

แต่ในพืชบางชนิดจะมีฟลูออไรด์สูง ที่สำคัญคือใบชาซึ่งมีฟลูออไรด์สูงถึง 400 มก/กก (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณที่ได้รับจากชาอยู่ระหว่าง 0.04-2.7 มก/คน/วัน ในทิเบตมีรายงานว่าได้รับฟลูออไรด์ ถึง 14 มก/วัน จากการดื่มชาท้องถิ่นที่มีฟลูออไรด์สูงกว่าชาดำ หรือชาเขียวทั่วไป (WHO, 1986)

น้ำ

น้ำส่วนใหญ่มีฟลูออไรด์ปนเปื้อนในระดับต่างกัน น้ำทะเลจะมีฟลูออไรด์ประมาณ 1 มก/ล น้ำแม่น้ำ ทะเลสาบ และน้ำใต้ดินมักมีฟลูออไรด์ต่ำกว่า 0.5 มก/ล แต่บางพื้นที่อาจมีฟลูออไรด์สูงได้โดยทั่วไปฟลูออไรด์ส่วนใหญ่ที่ร่างกายได้รับจะมาจากน้ำ ปริมาณฟลูออไรด์ที่ได้จากน้ำคิดจากระดับฟลูออไรด์ในน้ำ และปริมาณน้ำที่บริโภค ซึ่งสถิติทั้งสองนี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สภาพพื้นที่ อุณหภูมิ ความชื้น การออกกำลังกาย และพฤติกรรมบริโภค เป็นต้น จึงไม่สามารถประเมินเป็นค่าสากลได้ (WHO, 1986) ในประเทศสหรัฐอเมริกาเด็กที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ 0.7-1.2 มก/ล จะได้รับฟลูออไรด์ประมาณ 0.5 มก/วัน (NRC, 1993)

3.2 ผลกระทบต่อสุขภาพของฟลูออไรด์

3.2.1 ฟันตกกระ และภาวะฟลูออไรด์เป็นพิษต่อกระดูก (skeletal fluorosis)

ฟันตกกระ

ฟันตกกระไม่ใช่โรค แต่เป็นความผิดปกติของเคลือบฟันเนื่องจากได้รับฟลูออไรด์มากเกินไปในขณะที่ฟันกำลังสร้างตัว โดยฟลูออไรด์จะไปรบกวนการสร้างเคลือบฟัน ทำให้เคลือบฟันมีลักษณะผิดปกติไป อาการที่ปรากฏขึ้นอยู่กับปริมาณฟลูออไรด์ที่ได้รับ ซึ่งมีตั้งแต่ฟันมีสีขาวขุ่นเล็กน้อยพอสังเกตเห็นได้ ไปจนถึงมีหลุมบนตัวฟัน เคลือบฟันมีสีน้ำตาลเหลือง มักเกิดกับฟันตำแหน่งเดียวกันทั้งสองด้านของขา (bilateral symmetry) พบมากในฟันกรามน้อย และฟันกรามซี่ที่ 2 รองลงมาคือฟันตัดหน้าบน ส่วนใหญ่จะพบในฟันแท้ไม่ค่อยพบในฟันน้ำนม ในภาคเหนือเรียกฟันตกกระว่าเขี้ยวลาย หรือ เขี้ยวเหลือง ฟันตกกระเป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นอย่างถาวร ไม่สามารถรักษาให้หายได้ (ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต 10 และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 10 2544)

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดดัชนีฟันตกกระไว้ดังนี้

รหัส และการประเมิน

- | | |
|---|--|
| 0 | ปกติ (normal) เคลือบฟันเรียบมัน มีสีขาวออกครีมอ่อนๆ |
| 1 | สงสัย (questionable) เริ่มมีจุดขาวเล็กน้อยที่ผิวเคลือบฟัน โดยสังเกตได้จากแสงที่ตกกระทบผิวฟัน |
| 2 | เป็นน้อยมาก (very mild) พบบริเวณเล็กๆที่มีเคลือบฟันขาวเหมือนกระดาก มีความขุ่นกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอบนตัวฟัน แต่ครอบคลุมไม่เกินร้อยละ 25 ของผิวฟันด้านตัดริมฝีปาก |
| 3 | เป็นเล็กน้อย (mild) เคลือบฟันที่บวมมากกว่าระดับ 2 และครอบคลุมไม่เกินร้อยละ 50 ของผิวฟัน |

- | | |
|---|--|
| 4 | ปานกลาง (moderate) เคลือบฟันสึกมาก ดินสีน้ำตาลเป็นร่องรอยที่ไม่มีลักษณะที่แน่นอน |
| 5 | รุนแรง (severe) มีความผิดปกติที่รุนแรงมากที่ผิวฟัน และมีความบวมพร่องของเคลือบฟันมาก จนทำให้ฟันมีรูปร่างผิดปกติไป มีหลุม รอยลึก และ คราบสีน้ำตาลกระจาย เป็นบริเวณกว้าง ฟันเป็นรอยเว้าๆแหว่งๆ และกร่อน |

จากข้อมูลในประเทศสหรัฐอเมริกา พื้นที่ที่มีการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาจะพบฟันตกกระในเด็กประมาณร้อยละ 8-51 ส่วนในพื้นที่ที่ไม่เติมฟลูออไรด์จะพบฟันตกกระร้อยละ 3-26 (NRC, 1993) ในประเทศไทยปัญหาฟันตกกระพบมากในภาคเหนือ และจังหวัดอื่นๆ ที่มีสายแร่ฟลูออไรด์ ได้แก่จังหวัด เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน ดาก สุโขทัย ชัยนาท พิจิตร เพชรบุรี นครปฐม กระบี่ สงขลา ปัตตานี สาเหตุของฟันตกกระในประเทศไทยเกิดจากการบริโภคน้ำใต้ดินที่มีฟลูออไรด์สูงตามธรรมชาติ (ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต 10 และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 10 2544)

ในการสำรวจทันตสุขภาพแห่งชาติล่าสุดเมื่อปี 2537 พบว่าร้อยละ 17 ของเด็กอายุ 12 ปี มีฟันตกกระ

แต่อย่างไรก็ตามปัญหาฟันตกกระเป็นปัญหาเฉพาะพื้นที่ ตัวเลขที่เป็นภาพรวมไม่สามารถบ่งบอกถึงปัญหานี้ได้ ยกตัวอย่างเช่น ผลการสำรวจฟันตกกระในเด็กทุกกลุ่มอายุ (6-15 ปี) ที่บ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน พบร้อยละ 100 เป็นฟันตกกระ ในขณะที่ตัวเลขค่าเฉลี่ยของทั้งจังหวัดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 เท่านั้น ตารางที่ 1 แสดงฟันตกกระแยกตามรายจังหวัด

ตารางที่ 1 ความชุกของฟันตกกระในเด็กอายุ 12 ปี แยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	ปี ที่สำรวจ	ฟันตกกระ (ร้อยละ)	ระดับฟันตกกระ				
			สงสัย	น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	รุนแรง
แม่ฮ่องสอน	2537	53.7	25.1	20.4	7.2	1.0	-
เชียงราย	2538	45.6	21.9	16.0	5.2	2.1	0.4
ลำปาง	2538	59.8	24.6	17.5	7.5	7.9	2.3
พะเยา	2540	32.6	12.7	10.7	4.0	4.5	0.4
ลำพูน	2535	30.3	4.3	10.3	5.7	6.0	4.0
	2540	23.2	10.8	5.8	2.6	3.2	0.8
สุโขทัย	2534	4.4	3.5	0.6	0.2	-	-
ตาก	2537	41.1	19.2	18.6	2.3	0.6	0.4
ชัยนาท	2540	14.2	9.0	4.4	0.7	-	-
พิจิตร	2539	28.4	13.2	8.9	3.2	2.8	0.4
เพชรบุรี	2537	47.4	20.5	15.8	8.9	2.0	0.2
ศรีสะเกษ	2540	16.2	9.2	3.1	2.6	1.3	-

ที่มา: ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต 10

และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 10 (2544)

สภาวะฟลูออไรด์เป็นพิษต่อกระดูก (skeletal fluorosis)

การได้รับฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้นสูงติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดการสะสมของแคลเซียมในกระดูกโครงสร้าง และทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า skeletal fluorosis ทำให้เกิดความผิดปกติของกระดูก เช่น ทำให้ขาโก่ง และทำให้เคลื่อนไหวลำบาก

National Research Council (NRC) (1993) รายงานว่าคนที่ได้รับฟลูออไรด์ 10-20 มก/วัน ติดต่อกันนาน 10 ถึง 20 ปีมีโอกาสเป็นโรคนี้ ในประเทศไทยจากการสำรวจเมื่อปี 2523 พบ

ผู้ป่วย 11 รายในภาคเหนือ ทุกรายภาพถ่ายรังสีของกระดูกมีลักษณะทึบแสง และพบกระดูกงอกตามแนวยึดเกาะของกล้ามเนื้อและเอ็นในส่วนต่างๆของร่างกาย ทำให้กระดูกหลัง และขาโก่ง ผลการตรวจระดับฟลูออไรด์ในปัสสาวะของคนกลุ่มนี้พบฟลูออไรด์อยู่ระหว่าง 2-20 มก/ล และพบว่าในกลุ่มนี้ 10 รายเป็นโรคนี้ในไต 3 รายเป็นโรคนี้ในทางเดินปัสสาวะส่วนบน และ 1 รายมีระดับ BUN สูงผิดปกติ เนื่องจากไตวาย (มุนี แก้วปลั่ง 2532) แต่รายงานนี้ยังมีข้อโต้แย้งที่พบอาการเพียงบางคนเท่านั้น ไม่ใช่คนส่วนใหญ่ที่อาศัยและใช้น้ำในชุมชนนั้น

3.2.2 ความเสี่ยงต่อปัญหากระดูกแตก (bone fracture)

การทบทวนวรรณกรรมในส่วนนี้เริ่มต้นจากรายงานของNRC(1993) “Health effect of ingested fluoride” เนื่องจากมีความสมบูรณ์ และ ทันสมัยที่สุด จากนั้นจึงค้นคว้าผลการศึกษาหลังจากปี1993 เพิ่มเติม การศึกษาอาจแบ่งได้คร่าวๆเป็นสองประเภทคือการศึกษาที่ใช้ข้อมูลส่วนบุคคล และการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มประชากร (ecological study)

การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มประชากร (ecological study)

การศึกษาถึงผลของฟลูออไรด์ต่อการทำให้กระดูกแตกส่วนใหญ่เป็นการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มประชากรที่ได้รับฟลูออไรด์ในระดับที่เหมาะสม กับพวกที่ไม่ได้รับ ผลการศึกษาส่วนใหญ่สรุปว่าฟลูออไรด์ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดกระดูกแตก(bone fracture) แต่การศึกษาประเภทนี้มักถูกโต้แย้งว่าไม่มีน้ำหนักพอที่จะแสดงว่าฟลูออไรด์ทำให้เกิดกระดูกแตกเนื่องจาก (1) ขาดข้อมูลส่วนบุคคล เช่น พฤติกรรมการบริโภคน้ำ และการรับสัมผัสฟลูออไรด์จากแหล่งอื่นๆนอกจากน้ำดื่มของประชากรในกลุ่มศึกษา (2) ไม่สามารถวัดการรับสัมผัสฟลูออไรด์ของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ามาอยู่ในพื้นที่ศึกษาก่อนการวินิจฉัยว่าป่วยหรือตาย และ (3) ไม่สามารถควบคุมปัจจัยกวน (confounding factors) ที่อาจมีผลต่อการป่วยในกลุ่มที่เติมฟลูออไรด์และไม่ได้เติม เช่น การสูบบุหรี่ การรับสัมผัสฟลูออไรด์จากการประกอบอาชีพ การสัมผัสฮอร์โมนเอสโตรเจน และ รูปแบบการกินอาหาร และต้องการผลการศึกษาที่ใช้ข้อมูลในเชิงบุคคล (individual information) เป็นการยืนยัน (NRC, 1993) ผลการศึกษาที่สำคัญมีดังนี้

Keller (1991) ได้เปรียบเทียบอัตราการเกิดกระดูกแตกใน 95 เมืองในสหรัฐอเมริกาที่มีฟลูออไรด์ต่ำกว่า 0.4 มก/ล กับอัตราการเกิดกระดูกแตกใน 216 เมืองที่มีฟลูออไรด์ในน้ำดื่มตามธรรมชาติสูงกว่า 0.7 มก/ล โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มตามความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำดื่มคือระหว่าง 0.7-1.2 1.3-2.0 2.1-3.9 และ มากกว่า 4.0 มก/ล พบว่าค่า risk ratio (อยู่ระหว่าง 1.016 และ 1.224) สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่ม ยกเว้นกลุ่มที่มีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ระหว่าง 0.7-1.2 มก/ล

May and Wilson (1991) ศึกษาอัตราการเกิดกระดูกแตก (hip fracture) ใน 438 เมืองที่มีประชากรเกินหนึ่งแสนคนในอเมริกา ซึ่งครอบคลุมประมาณร้อยละ 70 ของประชากรทั้งประเทศ และคำนวณร้อยละของประชากรที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ (ทั้งที่มีในธรรมชาติและถูกเติมเข้าไป) ในแต่ละเมือง พบว่าในเมืองที่มีสัดส่วนคนดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์สูงโดยทั่วไปจะมีอัตราการเกิดกระดูกแตกสูงด้วย

Jacobsen และคณะ (1990) ได้ศึกษาปัญหากระดูกแตกในผู้หญิงในกว่า 3,000 เมืองในอเมริกา พบว่าอัตราการเกิดกระดูกแตกรายใหม่ (incidence rate) ในแต่ละเมือง แปรผันตรงกับร้อยละของประชากรที่ดื่มน้ำที่เติมฟลูออไรด์ หรือมีฟลูออไรด์ตามธรรมชาติสูง โดยมีค่า regression coefficient ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($R=0.003$, $p=0.0009$) เมื่อวิเคราะห์โดยการปรับเพิ่มน้ำหนักอัตราการเกิดกระดูกแตกรายใหม่ในแต่ละเมืองด้วยจำนวนผู้หญิงที่อายุเกิน 65 ปี

Jacobsen และคณะ (1992) เปรียบเทียบอัตราการเกิดกระดูกแตกใน 129 เมืองที่เติมฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม กับ 194 เมืองที่ไม่ได้เติม (ส่วนใหญ่มีฟลูออไรด์ตามธรรมชาติไม่เกิน 0.3 มก/ล) พบว่าคนที่อายุเกิน 65 ปีในเมืองที่เติมฟลูออไรด์ในน้ำดื่มมีความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกแตกสูงกว่าคนในเมืองที่ไม่เติมฟลูออไรด์ในน้ำ โดยมีค่า relative risk ในผู้ชายเท่ากับ 1.17 ($CI=1.1-1.2$) ในผู้หญิงเท่ากับ 1.1 ($CI=1.06-1.10$) และพบอีกว่าในเมืองที่เพิ่งเติมฟลูออไรด์ใหม่ๆ (0-5 ปี) มีอัตราการเกิดกระดูกแตกสูงที่สุด

ในรัฐ Utah ประเทศสหรัฐอเมริกา Danielson และคณะ (1992) ได้เปรียบเทียบอุบัติการณ์ (incidence rate) ของการเกิดกระดูกแตกในกระดูก femoral neck ในคนที่อายุมากกว่า 65 ปีในเมืองที่มีการเติมฟลูออไรด์ เทียบกับอีกสองเมืองที่ไม่ได้เติมฟลูออไรด์ พบว่าเมืองที่เติม

ฟลูออไรด์มีความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกแตกสูงกว่าเมืองที่ไม่ได้เติม โดยมีค่า risk ratio ที่ปรับตามอายุในผู้ชายเท่ากับ 1.41 ($CI=1.00-1.81$) ในผู้หญิงเท่ากับ 1.27 ($CI=1.08-1.46$)

Cooper และคณะ (1990 และ 1991) ได้ศึกษาอัตราการออกจากโรงพยาบาลด้วยอาการกระดูกแตกในเมืองใหญ่ๆ 39 เมืองในประเทศอังกฤษ ในจำนวนนี้ 9 เมืองเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาที่เหลือ 30 เมืองไม่ได้เติม การวิเคราะห์เบื้องต้นโดยไม่ปรับค่าความแม่นยำ (precision) ของการประมาณการเกิดกระดูกแตก ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกแตกกับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ ($R=0.016$, $p<0.34$) แต่เมื่อปรับโดยการให้น้ำหนักอัตราการเกิดกระดูกแตกของแต่ละเมือง ด้วยจำนวนประชากรที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไป เขาพบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอัตราการออกจากโรงพยาบาลด้วยอาการกระดูกแตกกับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำประปา ($R=0.41$, $p<0.001$)

การศึกษาในกลุ่มประชากรขนาดใหญ่ในประเทศฝรั่งเศส ในกลุ่มคนที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไปพบความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกแตกเมื่อความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำเท่ากับ 0.11-1.83 มก/ล เปรียบเทียบกับ 0.05-0.11 มก/ล (odd ratio=1.85, 95%CI =1.02-3.06) (Jacqmin-Gadda, Cummenges & Dartigues, 1995)

การศึกษาในประชากรกลุ่มเดียวกันในเวลาต่างกัน

อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการศึกษาล่าสุดในปี 1992 ของ Jacobsen และคณะ ที่พบว่าคนในเมืองที่เพิ่งเติมฟลูออไรด์ใหม่ๆ (0-5 ปี) มีอัตราการเกิดกระดูกแตกสูงที่สุด ในปี 1993 Jacobsen และคณะจึงได้ศึกษาผลกระทบของฟลูออไรด์ต่ออัตราการเกิดกระดูกแตกในช่วงสิบปีหลังจากเติมฟลูออไรด์ โดยเปรียบเทียบอัตราการเกิดกระดูกแตกของคนอายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป ในเมือง Rochester มลรัฐ Minnesota สิบปีก่อนและหลังเติมฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม พบว่าในกลุ่มผู้หญิง อัตราการเกิดกระดูกแตกในช่วงก่อนเติมฟลูออไรด์สูงกว่าอัตราในช่วงหลังเติม ซึ่งขัดแย้งกับสิ่งที่พบในการศึกษาครั้งก่อนที่พบว่าฟลูออไรด์มีผลต่อการเกิดกระดูกแตกมากที่สุดในเมืองที่เติมฟลูออไรด์ใหม่ๆ เขาจึงสรุปว่าการเติมฟลูออไรด์ไม่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใดของอัตราการเกิดกระดูกแตกในหญิงอายุมากกว่า 50 ปี

เมื่อปี 1965 Goggin และคณะก็ได้ศึกษาเปรียบเทียบในทำนองเดียวกันนี้ในเมือง Elmira, New York และได้ผลเหมือนกันว่าอัตราการเกิดกระดูกแตกของกระดูก femoral ในหญิงอายุ 60 ปีขึ้นไปในช่วง 5 ปีก่อนเติมฟลูออไรด์ไม่แตกต่างกับอัตราในช่วง 5 ปีหลังเติม

การศึกษาที่เปรียบเทียบการเกิดกระดูกแตกก่อนและหลังเติมฟลูออไรด์ มีข้อดีในแง่ที่ลดโอกาสจะเกิดการรบกวนจากปัจจัยอื่นน้อยกว่า เนื่องจากการศึกษาในประชากรกลุ่มเดียวกัน (NRC, 1993) แต่การศึกษาทั้งสองมีข้อจำกัดในเรื่อง (1) ระยะเวลาการรับสัมผัสต่อฟลูออไรด์สั้นเกินไป คือ 6 ปี หรือน้อยกว่า (Lee, 1993 ; Hillier et al., 2000) (2) มีจำนวนตัวอย่างที่ใช้ศึกษาน้อยเกินไปที่จะวัดผลการศึกษาได้อย่างถูกต้อง (น้อยกว่า 50,000) และ (3) ผู้เข้าร่วมในการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมในการศึกษามีอายุนาน ประจำเดือน (45-50 ปี) กระดูกจะมีอัตราการเปลี่ยนใหม่ (turnover rate) สูงกว่าในช่วงหลังหมดประจำเดือน ดังนั้นการศึกษาผลกระทบของฟลูออไรด์ต่อกระดูกกลุ่มตัวอย่างต้องรับสัมผัสฟลูออไรด์ในช่วงอายุก่อนวัยหมดประจำเดือนด้วย (Lee, 1993)

การศึกษาโดยใช้ข้อมูลส่วนบุคคล (Studies using information from individuals)

Cauley และคณะ (1991) ได้รวบรวมข้อมูลการรับสัมผัสฟลูออไรด์ในกลุ่มผู้หญิงที่เข้าร่วมในการศึกษากระดูกแตกในกลุ่มผู้มีอาการกระดูกพรุน (osteoporotic fracture) จำนวน 1,878 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 65-93 ปี อายุเฉลี่ย 70.9 ปี พบว่าร้อยละ 10 ของกลุ่มนี้ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ 1 มก/ล เป็นเวลานาน 20 ปี และร้อยละ 58 รับสัมผัสฟลูออไรด์น้อยมาก ระยะเวลาสัมผัสเฉลี่ยเท่ากับ 6 ± 9.24 ปี ร้อยละ 73 รับสัมผัสจากน้ำประปา ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีที่รับสัมผัสฟลูออไรด์ และ ประวัติการเกิดกระดูกแตก

การศึกษานี้มีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการรับสัมผัสต่อฟลูออไรด์ที่สั้นเกินไป คือ 6 ปี หรือน้อยกว่า (Lee, 1993 ; Hillier et al., 2000) และกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมในการศึกษามีอายุนาน (Lee, 1993). และที่สำคัญจำนวนตัวอย่างเพียง 1,878 คน ไม่เพียงพอที่จะวัดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

Sowers และคณะ (1991) ได้ศึกษาแบบไปข้างหน้า (prospective study) ในผู้หญิงที่อาศัยอยู่ใน 3 ชุมชนในเมือง Iowa หลังจากได้ศึกษาแบบ cross-sectional พบว่าคนในชุมชนที่มีฟลูออไรด์สูงมีอัตราการเกิดกระดูกแตกสูง โดยติดตามกลุ่มตัวอย่างเป็นเวลา 5 ปี ผลการเปรียบเทียบพบว่าในกลุ่มผู้หญิงคนประจำเดือน ชุมชนที่มีฟลูออไรด์ในธรรมชาติสูง (4 มก/ล) เกิดปัญหากระดูกแตกมากกว่าชุมชนที่เติมฟลูออไรด์ที่ 1 มก/ล ค่า relative risk เท่ากับ 2.1 (CI=1.02-4.4) สำหรับกระดูกทุกชนิด และเท่ากับ 2.2 (CI=1.1-4.7) สำหรับกระดูกเอว กระดูกสันหลัง และกระดูกสะโพก (spine wrist, or hip fracture)

การศึกษานี้ขนาดใหญ่ในประเทศฟินแลนด์เมื่อเร็วๆ นี้ ก็ได้แสดงให้เห็นว่าการดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์สูงตามธรรมชาติมีผลต่อการเกิดกระดูกแตกในกลุ่มผู้หญิงอายุ 50-64 ปี Kurtio และคณะ (1999) ได้ติดตามการเกิดกระดูกแตกในผู้หญิงจำนวน 144,000 คน ที่เกิดระหว่างปี 1900-1930 และอาศัยอยู่ในหมู่บ้านที่กว่าร้อยละ 90 ของประชากรไม่มีน้ำประปาใช้ในช่วงระหว่างปี 1967-1980 ระดับฟลูออไรด์ในน้ำที่แต่ละคนบริโภคได้จากการประเมินโดยอ้างอิงผลการสำรวจระดับน้ำใต้ดินของประเทศ และสำรวจการเกิดกระดูกแตกของคนกลุ่มนี้ในช่วงระหว่าง 1 มกราคม 1981 ถึง ธันวาคม 1994 พบว่าผู้หญิงอายุ 50-64 ปีที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 1.5 มก/ล มีปัญหากระดูกแตกมากกว่าคนที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ 0.1 มก/ล โดยมีค่า rate ratio เท่ากับ 2.09 (95%CI=1.16-3.76) แต่ไม่พบความสัมพันธ์นี้ในกลุ่มผู้ชาย กลุ่มผู้หญิงที่มีอายุมากกว่านี้ หรือ ในการวิเคราะห์ในคนทุกกลุ่มอายุรวมกัน

ล่าสุด Hillier และคณะ (2000) ได้ศึกษาแบบ case-control โดยเปรียบเทียบการรับสัมผัส ฟลูออไรด์ในกลุ่มคนป่วยด้วยอาการกระดูกแตกที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไปอาศัยอยู่ในเมือง Cleveland ประเทศอังกฤษ จำนวน 514 คน กับคนปกติที่มีอายุและเพศเดียวกันจำนวน 527 คน ข้อมูลการรับสัมผัสฟลูออไรด์ของคนสองกลุ่มนี้ได้จากประวัติการอยู่อาศัย และข้อมูลความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ผู้ผลิตน้ำประปานั้นทำไว้ การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์และการเกิดกระดูกแตก โดยพบว่าการรับสัมผัสฟลูออไรด์ในกลุ่มทั้งสองไม่แตกต่างกัน โดยมีค่า odds ratio ที่ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำมากกว่าหรือเท่ากับ 0.9 มก/ล เท่ากับ 1.0 (95%CI = 0.7-1.5) แต่การศึกษานี้ถูกวิพากษ์วิจารณ์ว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90

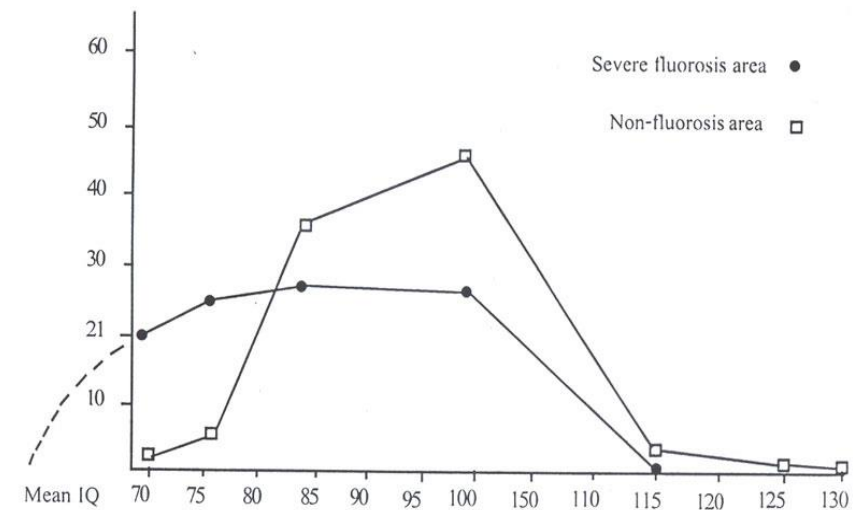
มาจากเมืองเดียวคือเมือง Hartepool ซึ่งดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์สูงตามธรรมชาติ และที่สำคัญน้ำนี้มีแคลเซียมสูงด้วย ซึ่งต่างจากน้ำประปาที่ถูกเติมฟลูออไรด์ เนื่องจากแคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีประโยชน์โดยตรงต่อกระดูกและช่วยลดการดูดซึมของฟลูออไรด์ ซึ่งจะเห็นได้จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในกระดูก trabecular ที่ไม่แตกต่างกันในกลุ่มคนป่วยและกลุ่มควบคุมตามที่คุณศึกษารายงานไว้ แสดงว่าปริมาณฟลูออไรด์ที่คนในกลุ่มทั้งสองได้รับไม่แตกต่างกัน การศึกษานี้จึงไม่สามารถทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกแตกและฟลูออไรด์ได้ นอกจากนี้การรับสัมผัสฟลูออไรด์ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยทางด้านพฤติกรรมบริโภค เช่น ประเภที่ดื่ม ปริมาณ และการรับสัมผัสจากแหล่งอื่นนอกเหนือจากน้ำ เช่น จากยาสีฟัน (Lee, 2000)

3.2.3 ฟลูออไรด์กับการลดระดับไอคิวในเด็ก

ผลกระทบต่อระบบประสาทของฟลูออไรด์ กำลังเป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน สำหรับการศึกษาในหนูทดลอง มีหลายการศึกษาพบว่าฟลูออไรด์มีผลกระทบต่อระบบประสาท (Roholm, 1937; Mullenix, et al., 1995; Isaacson, Varner, Jensen, 1997; Varner et al., 1998; Guan et al., 1998) และ เมื่อเร็วๆ นี้หลายการศึกษาที่ทำการศึกษาในคนพบว่าฟลูออไรด์ทำให้เด็กมีไอคิวลดลง

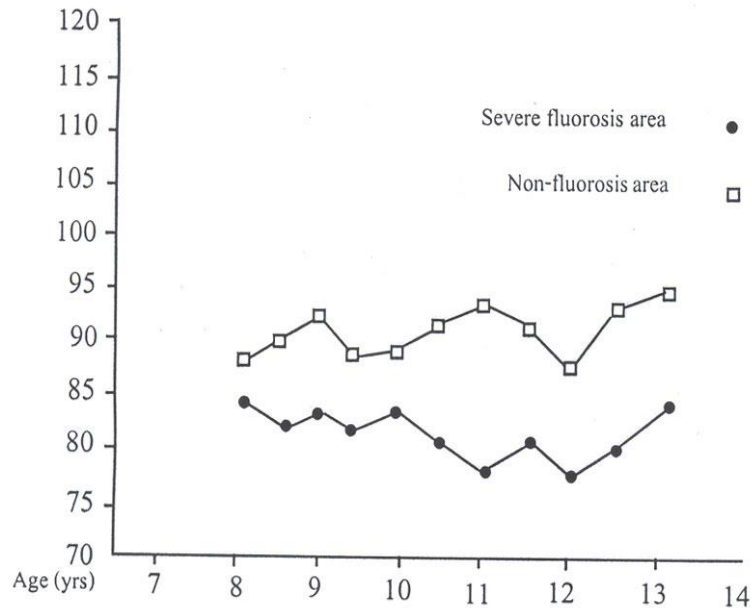
การศึกษาในประเทศจีนเมื่อเร็วๆ นี้ พบว่าเด็กอายุ 10-12 ปีที่อยู่ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์สูง (ค่าเฉลี่ย 3.15 ± 0.61 มก/ล) มีระดับไอคิวต่ำกว่าเด็กที่มีสภาพพื้นฐานทางการศึกษา ฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจคล้ายกัน แต่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ต่ำ (ค่าเฉลี่ย 0.37 ± 0.04 มก/ล) ระดับไอคิวของเด็กทั้งสองกลุ่มเท่ากับ 92.27 ± 20.45 และ 103.05 ± 13.86 ตามลำดับ ซึ่งเป็นความแตกต่างที่มาก (10 จุด) และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กที่อยู่ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์สูงร้อยละ 21.6 มีระดับไอคิวอยู่ในระดับ retard (IQ < 70) หรือ borderline (IQ 70-79) ในขณะที่กลุ่มที่อยู่ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ต่ำมีเพียงร้อยละ 3.4 เท่านั้นที่ไอคิวในระดับนี้ (Lu et al., 2000)

การศึกษานี้ให้ผลสอดคล้องกับสองการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศจีน Li และคณะ (1995) ที่พบว่าในพื้นที่ที่มีฝนตกกระที่เป็นผลมาจากฝุ่นเถ้าจากการใช้ถ่านหินที่มีฟลูออไรด์ปนเปื้อน (coal soot) การกระจายของระดับไอคิวเด็กที่อยู่ในพื้นที่นี้เบี่ยงไปทางซ้ายของการกระจายปกติ ซึ่งแสดงว่ามีเด็กจำนวนมากกว่าปกติที่มีไอคิวอยู่ในระดับต่ำ (รูปที่ 1) ผลการศึกษาของ Zhao และคณะ (1996) ก็ให้ผลสรุปในทำนองเดียวกัน (รูปที่ 2) และทั้งสองการศึกษาพบว่าในทุกกลุ่มอายุ เด็กใน



รูปที่ 1 การกระจายตัวของไอคิวเด็ก (Li XS et al., 1995)

Note: ในพื้นที่ “severe and medium” fluorosis มีการใช้ถ่านหินที่มีฟลูออไรด์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการประกอบอาหาร แต่ในพื้นที่ “slight and non-fluorosis” ไม่มีกิจกรรมดังกล่าว ค่าดัชนี DF Index ของ Dean เท่ากับ 3.2 ในพื้นที่ severe และน้อยกว่า 0.4 ในพื้นที่ non-fluorosis



รูปที่ 2 ไอคิวของเด็กที่อายุต่างๆ ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์สูงและต่ำ
(Li XS et al., 1995)

พื้นที่ที่มีการสัมผัสฟลูออไรด์สูงจะมีไอคิวต่ำกว่าเด็กที่อยู่ในพื้นที่ที่มีการสัมผัสฟลูออไรด์ต่ำกว่า (รูปที่ 3 และรูปที่ 4)

การศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าฟลูออไรด์ สามารถเคลื่อนที่ผ่านกลไกป้องกันของสมองได้ เด็กอาจได้รับฟลูออไรด์ผ่านทางรกในขณะที่อยู่ในท้อง และหลังคลอดจะได้รับเพิ่มเติมจากน้ำนมและอาหาร (Lu et al., 2000) ผลกระทบของฟลูออไรด์ต่อสมองจะมีมากในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนา เช่น ในช่วงที่อยู่ในครรภ์และในช่วงขวบปีแรก เนื่องจากสมองมีการเจริญอย่างรวดเร็วในช่วงนี้ผลการตรวจ สมองของเด็กที่อยู่ในพื้นที่ที่มีการระบาดของฟันคุดกระ

พบว่า สมองของเด็กมีการพัฒนาที่ช้ากว่าปกติ และเซลล์ประสาททำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร (Zhao et al., 1996)

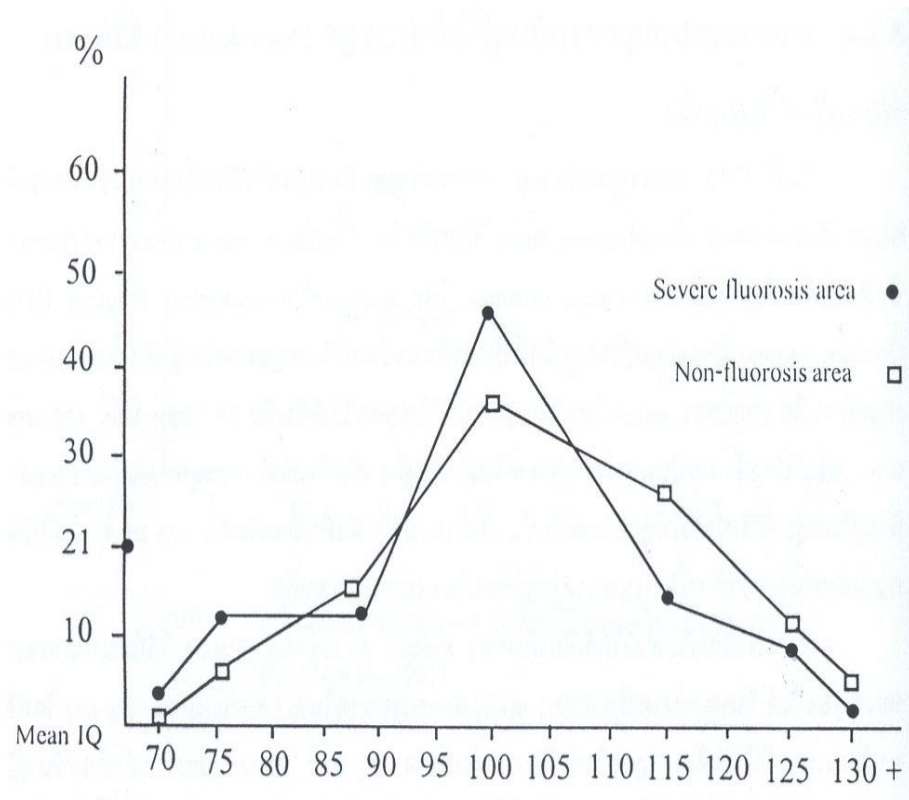
3.2.4 ผลกระทบต่อสุขภาพอื่นๆที่ไม่ใช่กระดูก (Nonskeletal Effects)

ฟลูออไรด์กับมะเร็ง

ในปี 1977 รายงานทางระบาดวิทยาพบว่า การเติมฟลูออไรด์ในน้ำดื่มสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการตาย (mortality rate) ของมะเร็งทุกชนิด (Yiamouyiannis & Dean, 1977) เพื่อแก้ไขข้อสงสัยดังกล่าว National Cancer Institute โดย National Toxicological Program (NTP) (Bucher, Segreto & Collins, 1991) ได้ให้การศึกษาเรื่องนี้ในหนูขนาดใหญ่ (F344/N rat) และหนูขนาดเล็ก (B6C3F1 mice) โดยให้หนูกินน้ำที่มีฟลูออไรด์เข้มข้น 25 100 และ 175 มก/ก/วัน นาน 103 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าหนูขนาดใหญ่ เพศผู้ 4 ตัวเป็นมะเร็งกระดูก (osteosarcoma) 1 ตัวอยู่ในกลุ่มที่กินน้ำที่มีฟลูออไรด์เข้มข้น 100 มก/ก 3 ตัวที่ความเข้มข้น 175 มก/ก แต่ไม่พบความสัมพันธ์เดียวกันนี้ในหนูขนาดใหญ่เพศเมีย และหนูขนาดเล็ก

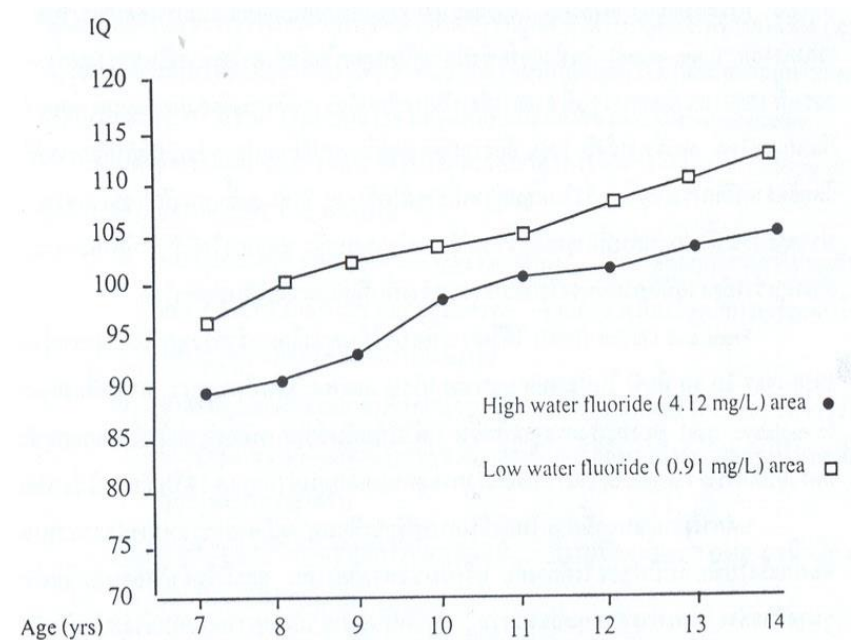
อีกการศึกษาในช่วงใกล้เคียงกันของ Procter & Gamble (P&G) ได้ศึกษาผลกระทบของฟลูออไรด์ ในหนูขนาดเล็ก (CD-1 mice) และหนูขนาดใหญ่ (Sprague-Dawley rat) โดยให้หนูกินอาหารที่มีโซเดียมฟลูออไรด์ ที่ความเข้มข้น 4 10 และ 25 มก/กก(น้ำหนักตัว)/วัน เป็นเวลานาน 95 สัปดาห์สำหรับหนูเพศผู้ และ 99 สัปดาห์สำหรับหนูเพศเมีย พบว่าฟลูออไรด์ทำให้เกิด osteoma ซึ่งเป็นเนื้องอกที่ไม่ใช่มะเร็งในหนูขนาดเล็ก แต่ไม่พบปัญหาเดียวกันในหนูขนาดใหญ่ (NRC, 1993)

NRC (1993) สรุปว่าหลักฐานจากสัตว์ทดลองยังกำกวม และไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่า ฟลูออไรด์ทำให้สัตว์ทดลองเป็นมะเร็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลการศึกษาของ NTP ไม่ได้รับการยืนยันจากการศึกษาของ P&G ซึ่งให้หนูกินฟลูออไรด์ในปริมาณที่มากกว่า ถึงแม้ว่าจะยอมรับว่าการเพิ่มขึ้นของ osteoma เป็นผลมาจากฟลูออไรด์ แต่เห็นว่า osteoma เป็นเนื้องอกที่ไม่ใช่มะเร็ง จึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นตัวกำหนดการเกิดมะเร็งของฟลูออไรด์ในกรณีนี้ และเห็นว่าปริมาณรับสัมผัสที่ทำให้เกิด osteoma สูงกว่าระดับที่คนอาจรับสัมผัสมาก



รูปที่ 3 การกระจายตัวของระดับไอคิวของเด็ก (Zhao et al., 1991)

Note : เป็นการศึกษาเปรียบเทียบ 2 หมู่บ้าน คือ หมู่บ้าน Sima : ซึ่งมีฟลูออไรด์ในน้ำ 4.12 มก./ล. และหมู่บ้าน มีฟลูออไรด์ 0.91 มก./ล.



รูปที่ 4 ไอคิวของเด็กที่อายุต่างๆในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์สูงและต่ำ (Zhao et al., 1996)

การศึกษาทางระบาดวิทยา

จากรายงานของ NRC (1993) สรุปว่า มีรายงานการศึกษาทางระบาดวิทยากว่า 50 เรื่อง ที่ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์ในน้ำดื่มกับมะเร็ง ส่วนใหญ่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับมะเร็ง ได้แก่ การศึกษาของ Hoover และคณะ (1976) ที่เปรียบเทียบอัตราอุบัติการณ์ของมะเร็งในเมืองที่เติมฟลูออไรด์ (Denver) กับเมืองที่ไม่ได้เติมฟลูออไรด์ (Birmingham) และไม่พบความแตกต่างของการเกิดมะเร็งในทั้งสองเมือง Kinlen (1975) ศึกษาความชุกของมะเร็งในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์สูงและต่ำ ใน อังกฤษ เวลส์ สหรัฐอเมริกา ฮอลแลนด์ และนิวซีแลนด์ แต่ไม่พบความแตกต่างของโรคมะเร็งในแต่ละพื้นที่

การศึกษาของ Mahoney และคณะ (1991) เปรียบเทียบแนวโน้มการเกิดมะเร็งในช่วงเวลาต่างกัน (time trend) ในนิวยอร์คซึ่งมีการเติมฟลูออไรด์อย่างกว้างขวางในช่วงระหว่างทศวรรษที่ 1950 และต้นทศวรรษที่ 1960 เพื่อเปรียบเทียบอัตราอุบัติการณ์ของมะเร็งก่อน และหลังเติมฟลูออไรด์ พบว่า หลังปี 1955 อัตราอุบัติการณ์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราอุบัติการณ์ของมะเร็งในกลุ่มผู้ชายที่อายุต่ำกว่า 30 ปีเพิ่มสูงขึ้นหลังปี 1955 แต่ไม่พบปรากฏการณ์นี้ในกลุ่มคนที่อายุมากกว่า 30 ปี และในเพศหญิง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างระหว่างอัตราอุบัติการณ์ของโรคมะเร็งระหว่างพื้นที่เติมและไม่เติมฟลูออไรด์

Freni and Gaylor (1992) ได้วิเคราะห์แนวโน้มการเกิดมะเร็งกระดูก ในช่วงระหว่างปี 1958-1987 ใน 40 พื้นที่ ในประเทศ แคนาดา ยุโรป และสหรัฐอเมริกา พบว่า ความเสี่ยงสะสม (cumulative risk) ของมะเร็งกระดูกเพิ่มขึ้น แต่ไม่สัมพันธ์กับการเติมฟลูออไรด์ และสรุปว่าอัตราอุบัติการณ์ (incidence rate) ของมะเร็งกระดูกของเด็กหนุ่ม (อายุ 10-29 ปี) มีแนวโน้มลดลง

แต่การศึกษาเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นการเปรียบเทียบทางภูมิศาสตร์ระหว่างอัตราความชุกของมะเร็งในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ต่างกัน หรือในช่วงเวลาต่างกัน และมีข้อจำกัดอยู่มากในเรื่องขนาดตัวอย่าง และการควบคุมปัจจัยกวน ทำให้ถึงแม้จะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษา ก็ไม่อาจสรุปได้ว่าความสัมพันธ์นั้นไม่มีอยู่

นอกจากนี้หลายการศึกษาเป็นการเปรียบเทียบอัตราการตายด้วยโรคมะเร็ง (mortality rate) ในพื้นที่เติมและไม่เติมฟลูออไรด์ ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Cook-Mozaffari & Doll, 1981; Griffith, 1985; Chilvers & Conway, 1985 ทำให้ความน่าเชื่อถือในการศึกษาหาความสัมพันธ์ต่อการก่อมะเร็งของสารเคมีอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากอัตราการตายนอกจากขึ้นอยู่กับอัตราอุบัติการณ์ (incidence rate) แล้วยังขึ้นอยู่กับการดูแลผู้ป่วยด้วย ถ้ามีการรักษา และการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ที่อัตราการตายจะต่ำลง

เพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดของการศึกษาที่ผ่านมา ล่าสุดในปี 1995 Gelberg และคณะได้ศึกษาเชิงวิเคราะห์ (case-control study) ระหว่างการได้รับฟลูออไรด์กับการเป็นโรค osteosarcoma โดยเปรียบเทียบการรับสัมผัสฟลูออไรด์ในคนป่วย และคนปกติที่เกิดในวันเดือนปี และเพศเดียวกัน จำนวน 130 คน ในส่วนการประเมินการรับสัมผัส นอกจากจะประเมินการ

ได้รับฟลูออไรด์จากการใช้น้ำแล้ว การศึกษานี้ยังเก็บข้อมูลการได้รับฟลูออไรด์จากยาสีฟัน และการใช้ฟลูออไรด์เสริมอีกด้วย ผลการศึกษาพบว่า การรับสัมผัสฟลูออไรด์ในคนสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และสรุปว่าการรับสัมผัสฟลูออไรด์ไม่ได้เพิ่มความเสี่ยงของการเป็น osteosarcoma

แต่อย่างไรก็ตาม Lee (1996) ได้ชี้ประเด็นข้อบกพร่องของการศึกษาของ Gelberg และคณะ (1995) ไว้หลายประการ สรุปได้ดังนี้

- การประเมินการรับสัมผัสทำอย่างคร่าวๆเท่านั้น ยังขาดข้อมูลอีกหลายประเด็น เช่น การรับสัมผัสในขณะที่อยู่ในครรภ์ ซึ่งเป็นช่วงที่กระดูกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีผลต่อการเกิดมะเร็ง
- ขาดข้อมูลพฤติกรรมกรบริโภคน้ำ ปริมาณน้ำที่แต่ละคนบริโภค และพฤติกรรมอื่นๆ เช่น ความนิยมดื่มน้ำบรรจุขวด และเครื่องดื่มอื่นๆ ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับ
- ขาดข้อมูลการได้รับฟลูออไรด์จากอาหาร ซึ่งในปัจจุบันอาหารหลายชนิดมีการปนเปื้อนด้วยฟลูออไรด์
- การเลือกกลุ่มตัวอย่างไม่สอดคล้องกับสภาพปัญหา เนื่องจากโรค osteosarcoma เป็นโรคที่มักพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง แต่ในการศึกษานี้มีผู้ชายเพียง 42 คน จากทั้งหมด 130 คน (คิดเป็นร้อยละ 32) เท่านั้น
- เนื่องจากโรคนี้เป็นโรคที่พบได้น้อยมาก จึงเป็นไปได้สูงที่จะพบกลุ่มคนที่มีสุขภาพแข็งแรงแต่ได้รับฟลูออไรด์เหมือนกับคนที่เปราะบาง และเนื่องจากในปัจจุบันยังไม่ทราบปัจจัยที่เป็นสาเหตุของโรคนี้ดีพอ จึงไม่การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ในทางที่จะมีผลต่อการศึกษา
- ดังนั้นจึงเป็นการเร็วเกินไปที่จะสรุปว่าฟลูออไรด์ไม่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง osteosarcoma

ในขณะเดียวกันมีข้อมูลที่ชี้ว่าการเพิ่มขึ้นของมะเร็งอาจเกี่ยวข้องกับการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของ New Jersey Health Department พบว่า อัตราการเกิด osteosarcoma ในรัฐนิวเจอร์ซีย์ในผู้ชายในเมืองที่มีฟลูออไรด์สูงกว่าเมืองที่ไม่ได้เติมถึง 3 - 8 เท่า

(Cohn, 1992) ในทำนองเดียวกันการศึกษาของ NCI พบว่าในกลุ่มผู้ชายอายุ ต่ำกว่า 20 ปี อัตราอุบัติการณ์ของพื้นที่เดิม ฟลูออไรด์สูงกว่าอัตราของพื้นที่ไม่ได้เดิมถึงประมาณ 5 เท่า (95% CI= 2.7-9.0) (ตารางที่ 2) (Yiamouyiannis, 1993)

จากข้อมูลของ SEER แสดงว่าการเกิด osteosarcoma ในเด็กผู้ชายเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในพื้นที่เดิมฟลูออไรด์ในน้ำมีการเพิ่มสูงกว่าพื้นที่ไม่ได้เดิมฟลูออไรด์ และพบความสัมพันธ์ระหว่างการเดิมฟลูออไรด์ในน้ำกับอุบัติการณ์ของ osteosarcoma ในเด็กผู้ชายอายุไม่เกิน 20 ปี (PHS, 1991)

ตารางที่ 2 อุตบัติการณ์ของ osteosarcoma ในเมืองที่เดิมและไม่ได้เดิมฟลูออไรด์ในน้ำ ในรัฐนิวเจอร์ซีย์

เพศ	อายุ (ปี)	สถานภาพ ฟลูออไรด์	จำนวน คนเป็นมะเร็ง	ประชากร ทั้งหมด	อัตรา อุบัติการณ์
ชาย	0-9	เดิม	2	48,129	4.6
		ไม่เดิม	1	102,123	1.0
	10-19	เดิม	10	62,990	17.6
		ไม่เดิม	7	151,384	5.1
	20-49	เดิม	5	141,439	3.9
		ไม่เดิม	5	348,570	1.5

เนื่องจากผลการศึกษาที่พบว่าฟลูออไรด์อาจเกี่ยวข้องกับมะเร็งกระดูกในเฉพาะผู้ชาย เท่านั้น Yiamouyiannis (1993) จึงได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมจากหลายการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับการเป็นมะเร็งกระดูกเฉพาะในกลุ่มผู้ชายเท่านั้น โดยใช้กลุ่มผู้หญิงเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่าหลังจากนำอัตราการเป็นมะเร็งในผู้หญิงมาหักลบออกแล้ว

เหลือค่าการเกิดมะเร็งในผู้ชายที่อายุต่ำกว่า 20 ปี และการตายจากมะเร็งในผู้ชายกลุ่มนี้ มีความสัมพันธ์กับการเดิมฟลูออไรด์ในน้ำประปา โดยพบว่า

- ◆ อุตบัติการณ์ของมะเร็งกระดูกเพิ่มสูงขึ้น 0.95 รายต่อประชากร 100,000 คนในพื้นที่เดิมฟลูออไรด์
- ◆ อุตบัติการณ์ของ osteosarcoma เพิ่มขึ้น 0.85 รายต่อประชากร 100,000 คน
- ◆ อัตราการตายด้วยมะเร็งกระดูกในทุกกลุ่มอายุเพิ่มขึ้น 0.44 ราย ต่อประชากร 100,000 คน

ผลกระทบของฟลูออไรด์ต่อระบบทางเดินอาหาร

จากข้อมูลในกลุ่มคนที่เป็โรคกระดูกที่ได้รับการบำบัดโดยการกินฟลูออไรด์ พบว่าผลกระทบของฟลูออไรด์ต่อระบบทางเดินอาหารเป็นที่ทราบและเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย Jowsey และคณะ (1972) รายงานว่า ร้อยละ 54.6 ของคนที่เป็ osteoporosis ที่บำบัดด้วยฟลูออไรด์มีอาการ epigastric dyspepsia และในคนที่ป่วยและได้รับการรักษาในลักษณะเดียวกันนี้ Riggs และคณะ (1990) พบว่าร้อยละ 44 แสดงอาการในระบบทางเดินอาหาร (gastrointestinal symptoms) และ Susheela และคณะ (1992) รายงานว่าร้อยละ 80 ของคนไข้ที่เป็น osteosclerosis และที่บำบัดด้วยฟลูออไรด์มีอาการ dyspeptic symptoms

Susheela และคณะ (1993) ได้สำรวจความชุกและความรุนแรงของผลกระทบของฟลูออไรด์ในระบบอื่นๆที่ไม่ใช่กระดูก โดยเฉพาะการรบกวนต่อระบบทางเดินอาหารในพื้นที่ระบาดของฟันตกกระ และ skeletal fluorosis ในจำนวน 1,958 คนจาก 489 ครอบครัวพบว่า 797 คน หรือร้อยละ 41 มีอาการในระบบอื่นที่ไม่ใช่กระดูก (non-skeletal) และ 510 คน (ร้อยละ 26) มีอาการในระบบทางเดินอาหาร เช่น เบื่ออาหาร คลื่นไส้ ปวดท้อง ท้องผูก และถ่ายท้องเป็นระยะๆ ผลการตรวจฟลูออไรด์ในน้ำดื่มในทุกแหล่งของชนกลุ่มนี้ พบว่าระดับฟลูออไรด์อยู่ระหว่าง 0.25-8.0 มก/ล โดยมีแหล่งน้ำจำนวน 20 แหล่งจากทั้งหมด 78 แหล่งมีฟลูออไรด์ต่ำกว่า 1 มก/ล และพบว่าอุบัติการณ์ของอาการที่ไม่เกี่ยวกับระบบโครงสร้างและกระดูก (non-skeletal manifestation) สูงสุดร้อยละ 69.7 ในพื้นที่มีฟลูออไรด์เฉลี่ย 3.7 มก/ล รองลงมามีอาการร้อยละ

63.9 ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ 3.2 มก/ล และ ร้อยละ 26 ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ 2.5 มก/ล และที่น่าสนใจ คือที่ระดับฟลูออไรด์ 1 มก/ล ซึ่งถือเป็นมาตรฐานมีความชุกของอาการถึงร้อยละ 31.5 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำและสถานะทางสุขภาพของคนใน 4 หมู่บ้านในตำบล Faridabad, India

หมู่บ้าน	Samaypur	Karnera	Sikrona	Bhanakpur
จำนวนครอบครัว	89	79	99	222
จำนวนประชากร	288	315	518	837
จำนวนและร้อยละที่ภาวะ:				
Dental fluorosis	190 (65.9)	275 (87)	317 (61)	353 (42)
Skeletal fluorosis	163 (56.6)	135 (42.8)	94 (18)	141 (16.8)
Non-skeletal manifestations	184 (63.9)	214 (67.9)	135 (26)	264 (31.5)
Gastrointestinal manifestations	151 (52.4)	155 (49)	61 (11.7)	143 (17)
จำนวนแหล่งน้ำทั้งหมด	36	32	6	4
จำนวนแหล่งน้ำที่มีฟลูออไรด์ต่ำกว่า 1 มก/ล	11	4	2	3
ระดับฟลูออไรด์ในน้ำ	3.2 (0.25-8.0)	3.7 (0.3-7.0)	2.5 (0.3-5.4)	1.0 (0.7-1.6)

จากการศึกษากลไกการเกิดโรค โดยการใช้กล้องขนาดเล็กจับภาพภายในลำไส้ (endoscopic examination) พบความเสียหายของเยื่อผนัง (mucosa) ในส่วนบนของทางเดินอาหาร (upper gastrointestinal) อาการที่พบคือ บวมแดง (erythema), เป็นตุ่มแดง (petechiae) และ รอยหลุดร่อนของผิวเยื่อ (erosions) ในกลุ่มคนที่บ้ำบดด้วยฟลูออไรด์ (Susheela et al., 1992) และกลุ่มคนที่ได้รับโซเดียมฟลูออไรด์ 20 มก. เพียงครั้งเดียว (Spak et al., 1989)

จากการตรวจสอบรอยโรคโดยการตรวจชิ้นเนื้อลำไส้ และกระเพาะพบอาการกระเพาะอักเสบ (nonspecific gastritis) และลำไส้อักเสบ (duodenitis) ในกลุ่มที่เป็น osteosclerosis osteofluorosis (Susheela et al., 1992) และมีอาการเกี่ยวกับกระเพาะ (non-ulcer dyspepsia) และในหนูที่ได้รับโซเดียมฟลูออไรด์ 10 มก. (Pashley et al., 1984) และจากการตรวจด้วยกล้องอิเล็กตรอน (scanning electron microscopic) พบว่ามีการทำลายของผนังเยื่อกระเพาะและลำไส้ (gastroduodenal mucosa) ในคนไข้โรคกระดูกที่บ้ำบดด้วยฟลูออไรด์ (Susheela et al., 1992) สอดคล้องกับผลการศึกษาในสัตว์ทดลองของ Susheela & Das (1988) ซึ่งพบความผิดปกติอย่างรุนแรงของเซลล์ (severe cytomorphological abnormalities), มีรอยแตก (cracked-clay appearance), รอยถลอก (surface abrasion) และ มีร่องรอยการเสื่อมสลายของเซลล์ (cell degeneration) ในเยื่อลำไส้ (duodenal mucosa) ของกระต่ายที่มีอาการฟลูออไรด์เป็นพิษเรื้อรัง และการศึกษาของ Pashley และคณะ (1984) ที่พบอาการหลุดลอกของผิวหนัง (desquamated surface epithelium) และ มีการขยายของช่องว่างระหว่างเซลล์ผิวหนังท้องของหนูขนาดใหญ่ที่ได้รับ 10 มก. ของโซเดียมฟลูออไรด์

ฟลูออไรด์กับการเกิดโรคคอพอก (Goitre)

ความสนใจศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับโรคคอพอก เริ่มจากการพบว่ามีการระบาดของโรคคอพอกในพื้นที่ที่มีการระบาดของ skeletal fluorosis (McLaren, 1969) ถึงแม้ประเด็นนี้จะมีคนโต้แย้งกันอยู่ (Shashi, 1993) แต่ในปัจจุบันมีหลักฐานสนับสนุนเพิ่มมากขึ้น

เมื่อไม่นานมานี้ การศึกษาขนาดใหญ่ของ Desai และคณะ (1993) ในคนทั้งหมดกว่าสองหมื่นคน พบว่า โรคคอพอกมีความสัมพันธ์กับฟันตกกระ ($r=0.4926$, $p<0.001$) แต่ไม่สัมพันธ์กับไอโอดีน ($r=0.1443$, $p>0.05$) และพบว่าถ้าเปรียบเทียบในพื้นที่ที่มีไอโอดีนในระดับปกติ (มากกว่า 20 ไมโครกรัม/ลิตร) เหมือนกัน คนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 2 มก/ล จะเป็นโรคคอพอกมากกว่าคนในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ต่ำกว่า 2 มก/ล ความชุกของการเป็นโรคคอพอกในพื้นที่ทั้งสองเท่ากับ 27.8% และ 17.1% ตามลำดับ น่าเสียดายที่การศึกษานี้ไม่มีข้อมูลที่ระดับฟลูออไรด์ เท่ากับ 1 มก/ล ซึ่งเป็นระดับที่ยอมรับแพร่หลายว่าเหมาะสมสำหรับน้ำประปา

การศึกษานี้ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Day และ Powell-Jackson (1972) เมื่อ 20 ปีก่อน ซึ่งได้สำรวจความชุกของโรคคอกพอกใน 17 หมู่บ้าน (Himalayan village) และพบว่าความชุกของโรคคอกพอกใน 13 หมู่บ้านไม่สัมพันธ์กับระดับไอโอดีน แต่สัมพันธ์กับระดับฟลูออไรด์ และความกระด้างของน้ำ โดยมีค่าคงที่ของความสัมพันธ์ (Spearman's ρ) ของฟลูออไรด์และความกระด้างของน้ำ เท่ากับ 0.74 ($p < 0.01$) และ 0.77 ($p < 0.01$) ตามลำดับ

การทดสอบในสัตว์ทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของฟลูออไรด์ต่อต่อมธัยรอยด์ พบว่าฟลูออไรด์ทำให้เกิดการขยายตัวของ parafollicular cell และ ทำให้เอนไซม์ glycerophosphate dehydrogenase ทำงานมากขึ้น (Poonam, 1985) และทำให้ต่อมมีองค์ประกอบที่เป็น lipid, total lipid และ triglyceride เพิ่มขึ้น (Shashi, 1988) นอกจากนี้ยังมีผลต่อการสร้าง nucleic acid ของต่อมธัยรอยด์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสร้างโปรตีน และยับยั้งการสร้างโปรตีน RNA DNA (Shashi, 1993)

ความเป็นพิษของฟลูออไรด์ต่อไต

ไตเป็นอวัยวะที่เสี่ยงต่อความเป็นพิษของฟลูออไรด์มาก เนื่องจากไตทำหน้าที่กำจัดฟลูออไรด์ออกจากร่างกาย ร้อยละ 50 ของฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับในแต่ละวันจะถูกขับออกโดยไต (NRC, 1993) ในการทดลองในหนูขนาดใหญ่ พบว่า พิษเฉียบพลันของฟลูออไรด์ต่อไตขึ้นอยู่กับปริมาณที่ร่างกายได้รับ Daston et al (1985) พบว่าในหนูขนาดใหญ่ที่มีอายุ 29 วัน การได้รับฟลูออไรด์ 30 หรือ 40 มก/กก เพียงครั้งเดียวโดยฉีดเข้าช่องท้อง (intraperitoneal) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลง แบบชั่วคราวต่อไต ทำให้มีปัสสาวะมากผิดปกติ ปัสสาวะมีค่าพีเอชสูงขึ้น และเกิดความเสียหายต่อท่อไตส่วนต้น

นอกจากนี้ Dote และคณะ (2000) รายงานว่าการฉีดฟลูออไรด์ 3 มก เข้าเส้นเลือด (intravenous infusion) หรือคิดเป็นปริมาณที่หนูได้รับต่อน้ำหนักตัวเท่ากับ 8.57 มก/กก เพียงครั้งเดียวสามารถทำให้เกิดการทำลายของไต ทำให้ไตสูญเสียการทำงาน

มีรายงานว่าหนูที่กินน้ำที่มีฟลูออไรด์เข้มข้นสูง (NaF 380 มก/ล นาน 6 สัปดาห์) จะเกิดการทำลายของท่อไตส่วนต้น และส่วนปลาย และ เกิดการอักเสบของผนังเซลล์ (interstitial nephritis) และการขยายตัวของท่อไตที่ corticomedullary junction ในหนูที่เพิ่งหย่านม (weanling rat) ที่กินน้ำที่มีฟลูออไรด์ 100 มก/ล นาน 6 เดือนก็เช่นเดียวกัน แต่ไม่พบผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นที่ความเข้มข้น 50 มก/ล (NRC, 1993)

การศึกษาทางระบาดวิทยาในคน พบว่าคนที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ประมาณ 1 มก/ล จะมีฟลูออไรด์ในพลาสมา และมีการกำจัดฟลูออไรด์ออกสูงกว่าคนที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์น้อยกว่า 0.2 มก/ล (NRC, 1993) การศึกษาในช่วงปี 1950-1960 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างโรคไต (renal disease) กับการดื่มน้ำที่เติมฟลูออไรด์ การศึกษาในกลุ่มนี้ที่สำคัญได้แก่ การศึกษาของ Geever et al. (1958) ซึ่งได้เปรียบเทียบสาเหตุการตายหลักๆของ คน 728 คนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ในธรรมชาติสูง 2.5 มก/ล ที่ระยะเวลานานต่างกัน ตั้งแต่ น้อยกว่า 5 ปี 5-20 ปี และมากกว่า 20 ปี พบว่าการตายด้วยโรคไตของคนทั้งสามกลุ่มนี้ไม่แตกต่างกัน

ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ (Developmental and reproductive toxicity)

ผลกระทบต่อการเจริญพันธุ์ของมนุษย์และสัตว์ที่เป็นผลจากการได้รับฟลูออไรด์ที่ระดับสูง เป็นอีกประเด็นที่น่าสนใจ NRC (1993) ได้ทบทวนวรรณกรรมอย่างครอบคลุม และได้พบว่าฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้นสูงๆ มีผลต่อการเจริญพันธุ์ในสัตว์ทดลองหลายชนิด ได้แก่ หนูขนาดเล็ก หนูขนาดใหญ่ วัว นกฮูก ไก่ตัวเมีย ตัว kestrels สุนัข มินค์ และสุนัขจิ้งจอก ผลกระทบที่ชัดเจนคือทำให้การผลิตน้ำนมลดลง ระดับฟลูออไรด์ที่ทำให้เกิดผลกระทบดังกล่าวจะอยู่ระหว่าง 100 มก/ล (ในหนูขนาดใหญ่ (rat)) และ 500 มก/ล ในหนูขนาดเล็ก (mice)

อีกหลายการศึกษาเมื่อเรีวน้ำส่วนใหญ่ให้ผลสรุปว่า ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ของฟลูออไรด์น้อยมาก

Collins และคณะ (1995) ได้ให้หนูขนาดใหญ่ดื่มน้ำที่เติมโซเดียมฟลูออไรด์ที่ระดับ 0 (กลุ่มควบคุม) 10 25 100 175 หรือ 250 มก/ล ทุกวันตั้งแต่ท้องจนคลอด ไม่พบความผิดปกติทางพฤติกรรม แต่พบว่าที่ระดับ 250 มก/ล หนูจะกินอาหารลดลง และที่ระดับ 175 และ 250 มก/ล หนูกินน้ำลดลง ไม่พบความผิดปกติของลูกหนูที่เกิดในแนวที่สัมพันธ์กับระดับฟลูออไรด์ที่แม่หนูได้รับ แต่พบว่าหนูในกลุ่มที่ได้รับฟลูออไรด์ 250 มก/ล มีจำนวนลูกที่มีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างร่างกาย (skeletal variations) ตั้งแต่ 3 หรือมากกว่า แต่สิ่งที่พบอาจเกิดจากการที่หนูกินอาหาร และดื่มน้ำลดลงก็ได้

ในการศึกษาถึงผลกระทบของฟลูออไรด์ต่อการสร้างสเปิร์ม (spermatogenesis) โดยการฉีดโซเดียมฟลูออไรด์เข้าไปในอวัยวะด้านซ้ายของหนูขนาดใหญ่ที่ระดับต่างๆ ตั้งแต่ 50-250 มก/ล หลังจากนั้นได้สังเกตความแตกต่างระหว่างสเปิร์มจากอวัยวะด้านซ้ายและด้านขวา (ซึ่งใช้เป็นตัวแทนเปรียบเทียบ) ผลการนำสเปิร์มมาตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ระยะเวลา ตั้งแต่ 24 ชั่วโมง 1 2 และ 3 สัปดาห์หลังฉีดฟลูออไรด์ ไม่พบความแตกต่างระหว่างสเปิร์มที่มาจากอวัยวะทั้งสอง (Sprando, 1996) อีกการศึกษาให้หนูขนาดใหญ่ทั้งตัวผู้และตัวเมียดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ ตั้งแต่ 25 ถึง 250 มก/ล เป็นเวลานาน 10 สัปดาห์ ก่อนการผสมพันธุ์ และเมื่อท้องแล้ว ก็ยังให้หนูตัวเมียดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ต่อไป ผลการทดลองไม่พบความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับฟลูออไรด์ (Sprando et al., 1997)

ส่วนผลการศึกษาในเรื่องนี้ในคนมีน้อยมาก พบรายงานการศึกษาเพียง 2 เรื่องจากประเทศรัสเซีย ระบุว่า การได้รับฟลูออไรด์เป็นเวลานานๆ จากการทำงานอาจมีผลต่อการเจริญพันธุ์ Tokar และ Savchenko (1977) รายงานว่าผู้ชายที่ทำงานในโรงงานผลิตไอโซล (cryolite industry) เป็นเวลานาน 10-25 ปี และคนที่มีการ skeletal fluorosis จะมีฮอร์โมน testosterone ลดลง และ จะมี follicle-stimulating hormone เพิ่มขึ้นแทน โดยในกลุ่มผู้ชายที่รับสัมผัสไอโซลที่เป็นเวลานาน 16-25 ปี จะมีระดับฮอร์โมน luteinizing-hormone สูงกว่าคนที่รับสัมผัส 10-15 ปี อีกการศึกษาพบว่าผู้หญิงที่ทำงานในที่อากาศปนเปื้อนด้วย superphosphates จะมีความผิดปกติของประจำเดือน และ genital irritations มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสัมผัสสาร (Kuznetsova, 1969).

การศึกษาเมื่อเร็วๆ นี้ ของ Schenker และคณะ (1992) พบว่าผู้หญิงที่ทำงานในห้อง fabrication room ในโรงงาน silicon wafer manufacturing จะมีความเสี่ยงต่อการแท้ง (spontaneous abortion) ถึง 1.45 เท่าของคนงานที่ทำงานในห้องอื่นๆ นอกจากห้อง fabrication room แต่อย่างไรก็ตาม นอกจากฟลูออไรด์แล้ว กลุ่มนี้ยังรับสัมผัสกับสารทำลายซึ่งอาจทำให้เกิดการแท้งได้เช่นกัน

3.3 ระดับฟลูออไรด์ในน้ำดื่มที่เหมาะสมสำหรับคนไทย (Optimum Level of Fluoride in Drinking Water)

สารทุกชนิดมีทั้งคุณและโทษขึ้นอยู่กับปริมาณที่ร่างกายได้รับ จากผลการศึกษาในหัวข้อ 2.2 จะเห็นว่า อันตรายที่สำคัญและมีหลักฐานชัดเจนของฟลูออไรด์ที่ระดับต่ำ คือ การทำให้ฟันตกกระ ในการพิจารณาระดับฟลูออไรด์ในน้ำที่เหมาะสมจึง จะพิจารณาจากระดับที่สามารถป้องกันฟันผุได้ แต่ในขณะเดียวกันไม่ทำให้ฟันตกกระ

ฟลูออไรด์ที่คนเราได้รับส่วนใหญ่มาจากน้ำ ปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับ คือ ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำ และปริมาณน้ำที่คนบริโภค ดังนั้นปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับในแต่ละภูมิภาคของโลกจึงไม่สามารถเปรียบเทียบได้โดยตรง เนื่องจากปริมาณน้ำที่คนแต่ละประเทศดื่มน้ำจะไม่เท่ากัน คนในประเทศเขตร้อน และทำงานกลางแจ้งอย่างเช่น คนไทย จะดื่มน้ำในปริมาณมากกว่าคนในประเทศเขตหนาว เนื่องจากร่างกายมีการสูญเสียน้ำมากกว่า จึงต้องดื่มน้ำเพื่อชดเชยให้เพียงพอ ในการกำหนดระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมจึงต้องพิจารณาปัจจัยนี้เป็นสำคัญ

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดระดับมาตรฐานแนะนำของฟลูออไรด์ไว้ที่ 1.5 มก/ล และได้แนะนำว่าค่านี้ไม่สามารถใช้ได้กับทุกประเทศ และได้เสนอแนวทางในการกำหนดระดับฟลูออไรด์ในน้ำที่เหมาะสมสรุปได้ดังนี้ 1) ในการกำหนดมาตรฐานต้องพิจารณา สภาพอากาศ ปริมาณน้ำที่ประชาชนบริโภค อาหารที่คนได้รับ และ ปัจจัยอื่นๆ 2) ในการเทียบเคียงข้อมูลจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่งอาจทำได้โดยใช้ค่าปริมาณฟลูออไรด์ที่ได้รับต่อน้ำหนักตัวต่อวัน ซึ่งเป็นค่าที่เป็นสากล 3) องค์การอนามัยโลกได้แนะนำให้ใช้ข้อมูลจากการเฝ้าระวัง และ

การศึกษาทางระบาดวิทยาจากสภาพของจริงที่เกิดขึ้น โดยการตรวจวัดระดับฟลูออไรด์ในน้ำ และสำรวจสถานการณ์ปัญหาที่แสดงว่า มีการได้รับฟลูออไรด์เกินไป เช่น เกิดฟันตกกระใน ระดับรุนแรง และผลกระทบต่อระบบโครงสร้างร่างกาย

ดังนั้นในการศึกษานี้จะพิจารณาเสนอแนะระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย จากผลการศึกษา และประสบการณ์จากในประเทศไทยเอง และจากต่างประเทศที่มีสภาพ ภูมิอากาศคล้ายคลึงกับประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้แสดงผลการคำนวณระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย โดยการเทียบเคียงจากความสัมพันธ์ระหว่างระดับฟลูออไรด์ใน ร่างกายกับระดับฟันตกกระ (dose-response curve) ที่ได้จากการศึกษาในต่างประเทศ เนื่องจาก เป็นค่าที่เป็นสากล ที่สามารถปรับให้เข้ากับ น้ำหนัก และปริมาณน้ำที่คนไทยดื่มได้

จากประสบการณ์ในและต่างประเทศ

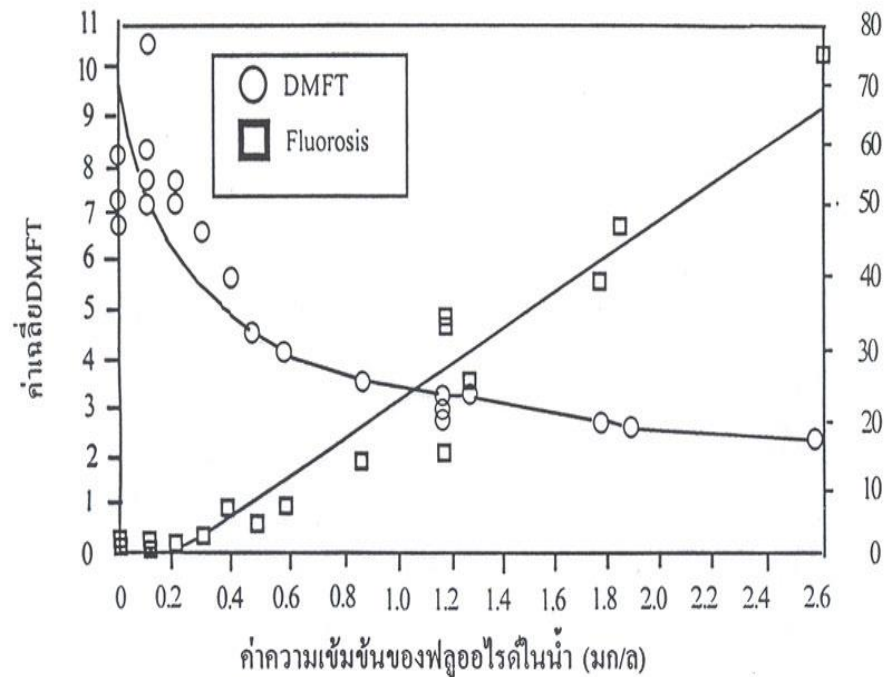
จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการพิจารณากำหนดระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมได้จากประสบการณ์ และการศึกษาทางด้านระบาดวิทยา ไม่ใช่จากการศึกษาด้าน พิษวิทยาในสัตว์ทดลอง และทำการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) เริ่มตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1942 Dean นักวิทยาศาสตร์ผู้บุกเบิกแนวคิดในการเติมฟลูออไรด์ พบว่าคนที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ จะมีฟันผุน้อยกว่าคนทั่วไป และหลังจากศึกษาจนมีข้อมูลเพียงพอ เขาจึงเสนอให้เติมฟลูออไรด์ ในน้ำ ที่ความเข้มข้นประมาณ 1 มก/ล โดยได้คำนวณจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับ ฟลูออไรด์ในน้ำดื่มกับฟันตกกระและฟันผุ (รูปที่ 5) ที่ชี้ให้เห็นว่าที่ระดับฟลูออไรด์ในน้ำดื่มที่ ประมาณ 1มก/ล นี้ จะมีคนเป็นฟันผุน้อย ในขณะที่เดียวกันทำให้คนเพียงประมาณร้อยละ 10 เท่านั้นเป็นฟันตกกระในระดับไม่รุนแรงจนทำให้มีปัญหาเรื่องความสวยงาม จึงถือว่าฟลูออไรด์ ที่ระดับ 1 มก/ล เป็นระดับที่เหมาะสม

แต่ประสบการณ์ต่อมาแสดงว่าระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมที่ 1 มก/ล ไม่สามารถใช้ได้ ทั่วไป การศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าในหลายพื้นที่แม้เติมฟลูออไรด์ในระดับ 1 มก/ล แต่ยังพบคนที่ฟันตกกระเป็นจำนวนมาก และหลายการศึกษาได้ชี้ชัดว่าสภาพภูมิศาสตร์ อากาศ และปริมาณน้ำที่คนดื่มมีผลต่อการเกิดฟันตกกระ (Galagan and Vermillion, 1957; Richards et al., 1967) ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงได้ปรับระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมให้มีความ

ยืดหยุ่นมากขึ้น เป็นเท่ากับ 0.7-1.2 มก/ล โดยให้ขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 4)

องค์การอนามัยโลก (WHO, 1994) ถึงแม้จะได้กำหนดระดับมาตรฐานแนะนำ (guideline level) ของฟลูออไรด์ในน้ำป้องกันการเกิดฟันตกกระ และโรคกระดูก (skeletal fluorosis) ไว้ที่ 1.5 มก/ล แต่ก็ได้นั้นย้ำไว้ชัดเจนว่าระดับฟลูออไรด์นี้ ไม่ใช่ค่ามาตรฐานที่จะ ใช้ได้กับทุกประเทศ และให้แต่ละประเทศปรับระดับฟลูออไรด์ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และปริมาณน้ำที่คนในชาติของตนบริโภค และที่สำคัญมีหลักฐานมากมายระบุว่าระดับ ฟลูออไรด์ที่ 1.5 มก/ล ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาในประเทศตะวันตก ไม่เหมาะสมสำหรับ ประเทศในเขตร้อน รวมถึงประเทศไทย เช่น การศึกษาในประเทศ Senegal ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง ปีเท่ากับ 28 °C ใกล้เคียงกับประเทศไทย Brouwer และคณะ (1988) พบว่าที่ฟลูออไรด์ 1.1 มก/ล มีเด็กอายุ 7-16 ปี เป็นฟันตกกระถึงร้อยละ 68.5 แสดงว่าเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก ซึ่งเป็น ผลจากการศึกษาในประเทศตะวันตกไม่เหมาะสมกับประเทศที่มีอากาศร้อน

ประสบการณ์ของประเทศในเอเชียอย่างประเทศฮ่องกงซึ่งได้เริ่มเติมฟลูออไรด์มา ตั้งแต่ปี 1961 ที่ความเข้มข้น 0.8 มก/ล ตามมาตรฐานของอเมริกา พบว่ามีเด็กที่ดื่มน้ำนี้เป็นฟัน ตกกระสูง ในปี 1988 จึงปรับลดระดับฟลูออไรด์ลงเหลือแค่ 0.5 มก/ล ในศรีลังกาพบว่า ฟลูออไรด์ที่ระดับ 0.4-0.59 มก/ล มีคนเป็นฟันตกกระสูงถึงร้อยละ 51 และมีค่า Fci เท่ากับ 0.93 ซึ่งเป็นระดับที่เริ่มเป็นปัญหาสาธารณสุขแล้ว (Wamakulasuriya, 1992) และในแอฟริกาใต้พบ ฟันตกกระสูงถึงร้อยละ 33.5 ในพื้นที่มีฟลูออไรด์ในน้ำที่ระดับต่ำกว่า 0.5 มก/ล (Louw & Chikte, 1997)



รูปที่ 5 ความชุกของฟันผุและฟันเสีย (DMFT) ที่ระดับฟลูออไรด์ในน้ำต่างๆ ในเด็กอายุ 12-14 ปี จาก 21 ชุมชน ในอเมริกา (Dean et al., 1941 and 1942)

ตารางที่ 4 ระดับฟลูออไรด์ในน้ำที่เหมาะสมสำหรับสภาพภูมิอากาศต่างๆ

Annual Averages Max Daily Air Temperature, °C	Recommended Control Limits, mg/L		
	Lower	Optimum	Upper
10.0-12.0	0.9	1.2	1.7
12.1-14.6	0.8	1.1	1.5
14.7-17.7	0.8	1.0	1.3
17.8-21.4	0.7	0.9	1.2
21.5-26.2	0.7	0.8	1.0
26.3-32.5	0.6	0.7	0.8

Source: PHS (1962)

ประทีป พันธุมวิษ และคณะ (2527) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับฟลูออไรด์และฟันผุในประเทศไทย พบว่าที่ระดับฟลูออไรด์ในน้ำ 0.7 มก/ล ก็เริ่มพบฟันผุแล้ว โดยอธิบายว่าฟลูออไรด์ที่ระดับนี้อาจสูงเกินไปสำหรับเด็กไทย เนื่องจากคนไทยกินอาหารจำพวกมันน้อย และดื่มน้ำมากกว่าชาวตะวันตก และจากการสร้างกราฟระหว่างระดับฟลูออไรด์ในน้ำกับค่าดัชนีแสดงปัญหาฟันผุแสดงให้เห็นว่าระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมสำหรับคนไทยควรอยู่ที่ 0.5-0.6 มก/ล (รูปที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของจุฬารัตน์ ดังกบดี และชาญชัย ลิ้มขจรเจริญ (2540) ที่พบฟันผุสูงถึงร้อยละ 56 (ค่า CFI=0.7) ในเด็กอายุ 12 ปี ที่อำเภอพาน้อย จังหวัดน่าน ที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์สูงกว่า 0.6 มก/ล

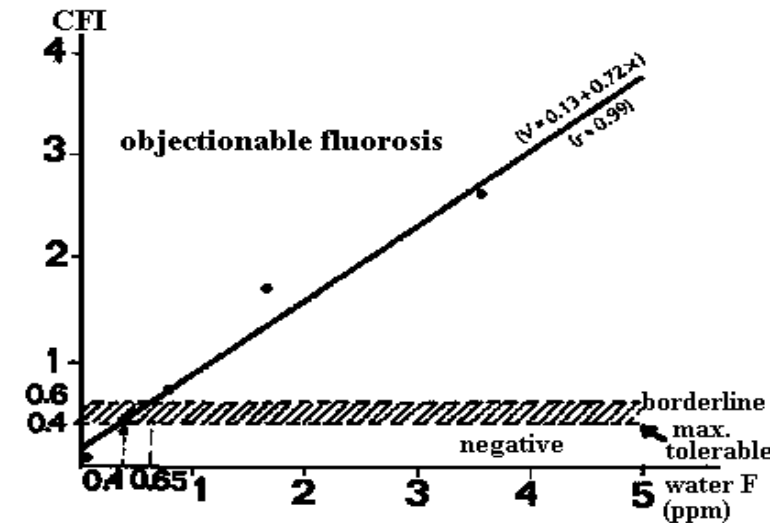
และการศึกษาล่าสุดของ สุรัตน์ มงคลชัยธัญญา และ คณะ (2543) ที่อำเภอเนินจังหวัดลำปาง ในเด็ก 11-15 ปี จำนวน 1,144 คน พบว่า เด็กที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ 0.51-0.7 มก/ล

เป็นฟันตกกระร้อยละ 56 และ ที่ฟลูออไรด์ 1.0-1.5 มก/ล ซึ่งเป็นระดับมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ จะมีเด็กร้อยละ 86 เป็นฟันตกกระ โดยร้อยละ 35 ของเด็กในกลุ่มนี้ มีฟันตกกระในระดับปานกลางถึงรุนแรง (ตารางที่ 5)

คำนวณจากปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับที่เหมาะสม (Optimum dose)

ในปัจจุบันการประเมินผลกระทบจากการได้รับฟลูออไรด์จากทุกทางทำได้ยากเนื่องจาก 1) มีระยะเวลาที่ยาวนานกว่าจะเห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นกับฟัน การประเมินผลกระทบที่ชัดเจนจากฟลูออไรด์จะทำได้ก็ต่อเมื่อฟันกรามน้อย และฟันกรามซี่ที่สองขึ้นแล้วเท่านั้น 2) มีช่วงระยะเวลาที่ยาวนานประมาณ 10-12 ปี ที่ฟันจะได้รับผลกระทบจากฟลูออไรด์ และช่วงนี้เป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงในเด็กสูง ทั้งชนิดอาหาร และพฤติกรรมกรับบริโภค 3) ยังไม่ชัดเจนว่าการได้รับฟลูออไรด์จากอาหารทำให้เกิดฟันตกกระเท่าไร และยังไม่สามารถกำหนดได้ชัดเจนถึงปริมาณฟลูออไรด์ที่ได้รับจากอาหาร 4) ยังไม่มีข้อมูลเพียงพอถึงปริมาณที่ฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซึมได้ในระบบทางเดินอาหาร

อย่างไรก็ตามในอดีตสมัยที่ยังไม่มีฟลูออไรด์แพร่หลาย ตัวเลขระดับฟลูออไรด์ในน้ำสามารถคำนวณเป็นปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับที่เหมาะสมได้ ผู้บุกเบิกในเรื่องนี้ คือ McClure (1943) เขาได้ประเมินว่าเด็ก 1-12 ปีในอเมริกาได้รับฟลูออไรด์โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.05 มก/กก/วัน และต่อมาเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมคนเราควรได้รับต่อวัน ควรจะอยู่ในช่วง 0.05-0.07 มก/กก (Farkas, Farkas, 1974; Ophaug et al., 1980) แต่บางท่านก็ยังเห็นว่าค่านี้ยังไม่เหมาะสมและควรถือเป็นค่าสูงสุดมากกว่าเป็นค่าที่เหมาะสม (Burt, 1992) เนื่องจากยังไม่มีที่มาที่เป็นวิทยาศาสตร์มากนัก และล่าสุด Baelum และคณะ (1987) พบว่าที่ระดับ 0.04 มก/กก ก็พบฟันตกกระแล้ว และในประเทศเคนยาพบฟันตกกระแม้ที่ระดับ 0.03 มก/กก และเสนอว่าระดับที่เหมาะสมควรจะอยู่ที่ 0.03-0.04 มก/กก



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค

และค่า Community fluorosis index จังหวัดเชียงใหม่
(ประทีป พันธุมวนิช และคณะ, 2527)

ตารางที่ 5 ร้อยละของเด็กที่เป็นฟันผุที่ระดับฟลูออไรด์ในน้ำต่างๆ

สภาวะ ฟันผุ	ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม (มก/ล)					
	0-0.3	0.31-0.50	0.51-0.70	0.71-1.00	0.01-1.50	2.00-6.00*
รุนแรง	0	0	4.3	6.3	14.3	0
ปานกลาง	0.7	0.9	0	12.5	21.4	40.0
น้อย	3.3	2.8	4.3	18.8	21.4	0
น้อยมาก	11.7	14.7	17.4	18.8	14.3	0
สงสัย	18.0	22.0	30.4	25.0	14.3	20.0
ปกติ	66.3	59.6	43.5	18.8	14.3	40.0

ที่มา สุรัตน์ มงคลชัยธัญญา และ คณะ (2543)

* คัดจากเด็ก 5 คน

อาศัยสูตรคำนวณ ของ Gallagan และ Vermillion (1957) ที่ยึดหลักที่ว่า อุณหภูมิจะมีผลต่อปริมาณน้ำที่ร่างกายต้องการ จะได้สูตรในการคำนวณปริมาณน้ำที่คนดื่มในแต่ละวัน ดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่ได้รับ (l/kg)} = -0.0025 + 0.0004 \times \text{อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (F)}$$

Fejerskov, Baelum & Richards (1996) คำนวณปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับ (dose) ต่อ น้ำหนักตัวได้ และนำผลการคำนวณปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับผลการเกิดฟันผุที่ Dean ได้รวบรวมไว้ใน 17 หมู่ชนในรัฐอินิออนและ โอไฮโอจะพบว่าที่ระดับ 0.02 มก.ฟลูออไรด์/กก.น้ำหนักตัว จะทำให้เกิดฟันผุในหมู่ชน ระดับ 0.3 ถึง 0.4 (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้ผลการศึกษานาไดใหญ่ของ Richards และคณะ (1967) ซึ่งสำรวจฟันผุในเด็ก 7,000 คนใน 18 แห่งที่มีฟลูออไรด์และ อุณหภูมิต่างกัน และการศึกษาของ Butler และคณะ (1985) ใน 16 หมู่ชนในรัฐเท็กซัส รวมผล การศึกษาทั้ง 3 กรณีให้ข้อสรุปว่าทุกๆ 0.01 มก ฟลูออไรด์/กก.ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าฟันผุใน หมู่ชน (Fci) เพิ่มขึ้น 0.2 หน่วย

ดังนั้นที่ระดับฟันผุในหมู่ชนที่ไม่มีปัญหาคือต่ำกว่า 0.4 จะใกล้เคียงกับระดับ ฟลูออไรด์ในน้ำ 0.02 มก./กก ที่ระดับคาบเส้น 0.4-0.6 เท่ากับ 0.02-0.03 มก./ล มากกว่านี้ถือว่า มีปัญหา

ระดับฟลูออไรด์ในน้ำที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

จากประสบการณ์ในต่างประเทศจะเห็นว่าระดับฟลูออไรด์ ในน้ำประปาที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 26.3-32.5 °C ควรมีฟลูออไรด์ในน้ำประมาณ 0.7 มก/ล ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 32.2 °C ดังนั้น ถ้าพิจารณาจากระดับอุณหภูมิเฉลี่ยของ ประเทศไทยเพียงอย่างเดียว จะเห็นว่าระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยไม่ควร เกิน 0.7 มก/ล แต่จากข้อมูลและประสบการณ์ของประเทศในเอเชีย อย่างเช่น ฮองกง ศรีลังกา และผลการศึกษาด้านระบาดวิทยาในเมืองไทย จะเห็นว่าค่านี้อาจสูงเกินไป ระดับที่ เหมาะสมสำหรับเมืองไทยควรอยู่ที่ประมาณ 0.5 มก/ล

นอกจากนี้จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมในน้ำ ได้ดังนี้

กำหนดให้:

- 1) ให้ฟลูออไรด์ที่ได้จากอาหารและแหล่งอื่นนอกจากน้ำบริโภคเท่ากับ 0.01มก./กก. (PHS, 1991)
- 2) คัดจากน้ำหนักตัวของเด็กไทย 15 กก ดื่มน้ำและเครื่องดื่มวันละ 1.5 ลิตร (สุรางค์ เศษฐ พุณฑ และคณะ 2543)

- ถ้าให้ระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.05-0.07 มก/กก/วัน ระดับฟลูออไรด์ในน้ำ

กก)/(1.5ล)]

ตารางที่ 6 ปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับกับฟันผุในหมู่ชน

ปริมาณฟลูออไรด์ที่ ร่างกายได้รับในแต่ละ วัน (มก./กก.)	ความชุกของฟันตกกระ (ร้อยละ)	ค่าดัชนีฟันตกกระ ในชุมชน Fci	
	รวมระดับน่าสงสัย	ไม่รวมระดับน่าสงสัย	
0.0000	2.1	0.2	0.012
0.0000	9.4	0.6	0.050
0.0000	8.2	1.6	0.049
0.0023	7.0	0.3	0.037
0.0023	11.1	1.3	0.062
0.0045	14.6	1.5	0.081
0.0045	15.7	1.1	0.084
0.0068	15.9	2.2	0.091
0.0090	42.6	6.1	0.252
0.0113	39.5	4.2	0.226
0.0203	47.2	12.2	0.313
0.0271	46.8	15.0	0.320
0.0271	60.8	33.3	0.512
0.0271	63.2	31.6	0.494
0.0294	59.5	25.3	0.457
0.0406	71.8	40.0	0.671
0.0429	74.7	47.6	0.696
R	0.96	0.96	0.98

ที่มา Fejerskov, Baelum & Richards (1996)

- ถ้าให้ระดับฟลูออไรด์ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.03-0.04 มก/กก/วัน ระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสม จะเท่ากับ **0.2-0.3 มก/ล**

ถ้าให้ข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงโดยเฉพาะอย่าง IRIS (1989) ซึ่งกำหนดค่า RMD เท่ากัน 0.6 มก/กก/วัน ซึ่งเป็นระดับอ้างอิงที่ร่างกายไม่ควรได้รับเกินกว่านี้ เมื่อคำนวณมาเป็นระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับคนไทย จะได้เท่ากับ **0.5 มก/ล** ใกล้เคียงกับการคำนวณอื่นๆ

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าจากข้อมูลทางระบาดวิทยาจากทั้งในและต่างประเทศ และการประเมินจากความสัมพันธ์ระหว่างฟันตกกระและฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับ แสดงให้เห็นว่าเพื่อป้องกันปัญหาฟันตกกระระดับฟลูออไรด์ในน้ำในประเทศไทยไม่ควรเกิน **0.5 มก/ล**

3.4 ความเหมาะสมของการเติมฟลูออไรด์ ในน้ำประปาในประเทศไทย

Fluoridation หมายถึงการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาเพื่อเพิ่มระดับฟลูออไรด์ให้เท่ากับที่ต้องการเพื่อหวังผลในการป้องกันฟันผุ การเติมฟลูออไรด์มีข้อดีคือเป็นวิธีที่ทำให้ประชาชนได้รับฟลูออไรด์อย่างกว้างขวางที่สุด แต่ก็ไม่สามารถกล่าวได้ว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดแม้ว่าในทวีปอเมริกาซึ่งเป็นผู้ริเริ่มเติมฟลูออไรด์ในน้ำเอง ในปัจจุบันกระแสการสนับสนุนการเติมฟลูออไรด์ได้ลดลงไปมาก โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ฟันผุได้ลดลงมากเมื่อเทียบกับเมื่อประมาณ 50 ปีก่อน Burt & Fejerskov (1996) กล่าวไว้ใน Water fluoridation ว่า “ฟลูออไรด์ไม่ใช่วิธีเป้าหมายสำหรับควบคุมฟันผุ และกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนการเติมฟลูออไรด์ในน้ำหรือการชักชวนให้หลงเชื่อ เป็นเรื่องของทางสังคม มากกว่าวิทยาศาสตร์” ประเด็นโต้แย้งการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา คือ เรื่องสิทธิของผู้บริโภค กล่าวคือการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา

เป็นการบังคับทางอ้อมให้ทุกคนต้องบริโภคน้ำที่มีฟลูออไรด์ ทำให้เกิดการต่อต้านแนวคิดนี้ และเรียกร้องให้ใช้วิธีที่ประชาชนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ อีกปัญหาหนึ่งคือความกังวลต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาทำให้ฟลูออไรด์กระจายไปในสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง และยากที่จะควบคุม และผลกระทบในหลายประเด็นก็ยังไม่ชัดเจนในปัจจุบัน ถ้าในอนาคตจะมีการค้นพบผลกระทบของมัน ก็จะเป็นการยากที่จะควบคุม นอกจากนี้การเติมฟลูออไรด์ยังทำให้เกิดฟันตกกระ ซึ่งมีรายงานว่าเด็กที่อยู่ในพื้นที่เติมฟลูออไรด์เป็นฟันตกกระว่าสูงกว่าที่เคยคาดไว้

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายประเด็นที่ต้องพิจารณา สรุปได้ดังนี้

3.4.1 ฟลูออไรด์กับการป้องกันฟันผุ—มุมมองสองฝ่าย

ถึงแม้จะมีการยอมรับกันโดยทั่วไปว่าฟลูออไรด์ช่วยป้องกันฟันผุ และมีการกล่าวอ้างว่าการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาสามารถลดฟันผุลงได้ แต่ในปัจจุบันมีผลการศึกษาหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า ในสถานการณ์ปัจจุบันการเติมฟลูออไรด์ในน้ำอาจไม่มีประสิทธิภาพในลดปัญหาฟันผุมากอย่างที่เคยรายงานไว้ในอดีต แม้แต่ในกวีวิทยาศาสตร์ในกลุ่มผู้สนับสนุนฟลูออไรด์เองก็ยังเห็นด้วยที่ว่า ข้อมูลในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าประโยชน์ของการกินฟลูออไรด์ลดลงไปอย่างมาก และอาจไม่จำเป็นอีกต่อไป และแนวคิดเรื่องการเติมฟลูออไรด์ในน้ำเพื่อป้องกันฟันผุจำเป็นต้องมีการทบทวนใหม่ (Leverett, 1991; Maupome et al., 2001)

เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเติมฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม ประเด็นสำคัญเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับฟันผุ จึงได้ถูกทบทวนดังนี้

ฟลูออไรด์กับการป้องกันฟันผุ

ฟลูออไรด์ได้ถูกค้นพบในช่วงทศวรรษที่ 1900 ที่เมือง Colorado Springs ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยทันตแพทย์ Frederick McKay จากการสังเกตพบว่าคนไข้ของเขาหลายคนเป็นฟันตกกระ ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า Colorado Brown Stain และจากการศึกษาเพิ่มเติม พบว่าคนที่มีภาวะฟันตกกระจะเป็นบุคคลที่เกิดในเมืองนี้ หรือไม่ก็เป็นผู้ที่ย้ายเข้ามาอยู่ในเมืองนี้ตั้งแต่เด็ก ๆ

และในทศวรรษต่อมา เขาก็ได้ข้อสรุปว่าสาเหตุของการเป็นฟันตกกระคือสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำดื่ม และพบว่าคนที่ดื่มน้ำเดียวกันนี้มีฟันผุน้อยกว่าคนทั่วไป แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์สารที่เป็นสาเหตุได้ จนกระทั่งในปี 1931 จึงสามารถตรวจพบฟลูออไรด์ ในน้ำได้ (Burt & Fejerskov, 1996)

ต่อมา Public Health Service ของอเมริกาได้มอบหมายให้ H. Trendley Dean ศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง ผลการศึกษาพบว่าฟลูออไรด์สัมพันธ์กับภาวะฟันผุและฟันตกกระ ซึ่งได้มีการรวบรวมข้อมูลในเด็กอายุ 12-14 ปี จาก 21 เมืองใน 5 รัฐของสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ 21 Cities study ซึ่งเป็นที่มาของข้อสรุปว่าฟลูออไรด์ที่ระดับ 1.0-1.2 มก/ล ไม่ทำให้เกิดฟันตกกระจนเป็นปัญหาทางสาธารณสุข ในขณะที่เดียวกันก็คิดว่าสามารถป้องกันฟันผุได้ ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดที่จะเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาเพื่อป้องกันฟันผุขึ้น และในปี 1945 อเมริกาได้เริ่มมีการทดลองเติมฟลูออไรด์ในน้ำ (1.2 มก/ล) ที่เมือง Grand Rapids รัฐมิชิแกน โดยมีเมือง Muskegon ซึ่งมีฟลูออไรด์ในน้ำในระดับต่ำมากเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ ผลการตรวจในอีก 15 ปีต่อมาพบว่าฟันผุในเมือง Grand Rapids ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับเมือง Muskegon และผลการทดลองเติมฟลูออไรด์ในเมืองอื่นๆในช่วงปี 1945-1946 ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน (ตารางที่ 7) (Burt & Fejerskov, 1996)

หลังจากนั้นหลายเมืองในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา และอีกหลายแห่งทั่วโลกได้เติมฟลูออไรด์ในน้ำ ผลการทบทวนรายงานการศึกษาถึงประสิทธิภาพของฟลูออไรด์ในน้ำประปาต่อการป้องกันฟันผุในช่วงก่อนปี 1980 จำนวน 55 ใน 72 การศึกษา พบว่าฟลูออไรด์ทำให้ฟันแท้ผุลดลงร้อยละ 40- 70 (Burt & Fejerskov, 1996) ในฟันน้ำนมการศึกษา 113 เรื่องใน 23 ประเทศพบว่าเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาสามารถลดฟันผุลงร้อยละ 40-50 (Murray, et al., 1991) โดยเชื่อว่าฟลูออไรด์มีผลต่อการป้องกันฟันผุตลอดชีวิตของตัวฟัน

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยฟันผุอุดถอนในเด็ก 12-15 ปีในเมืองที่ทดลองเติมฟลูออไรด์ในน้ำ
ในปี 1945 – 1946

เมือง	อายุ (ปี)	ปีที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยฟันผุอุด/ถอน	ร้อยละที่ลดลง
Grand Rapids	12-14	1944-1945	9.58	
	12-14	1959	4.26	55.5
Evanston	12-14	1946	9.03	
	12-14	1959	4.66	48.4
Brantford	12-14	1959	3.23	56.7
Sarnia (control)	12-14	1959	7.46	
Newburgh	13-14	1960	3.73	70.1
Kingston (control)	13-14	1960	12.46	

ที่มา: Burt & Fejerskov (1996)

ผลการศึกษาที่ขัดแย้ง

แต่ผลการศึกษาในปัจจุบันหลายเรื่องกลับพบข้อมูลที่ขัดแย้ง ผลการเปรียบเทียบฟันผุในปัจจุบันของประเทศอุตสาหกรรมแสดงให้เห็นว่าการเติมฟลูออไรด์ในน้ำไม่ช่วยลดฟันผุมากอย่างที่รายงานไว้ในอดีต และมีข้อมูลที่ชัดเจนว่าฟันผุในส่วนใหญ่ของโลกมีแนวโน้มลดลงโดยไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด โดยพบว่า 1) ฟันผุมีแนวโน้มลดลงในเมืองที่เติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา และในเมืองที่ไม่ได้เติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา 2) ระดับการลดลงของฟันผุที่ลดลงในเมืองที่เติม และไม่เติม ฟลูออไรด์ในน้ำดื่มไม่มีความแตกต่างกัน ปรากฏการณ์นี้มีความชัดเจนแม้แต่ฝ่ายสนับสนุนการเติมฟลูออไรด์ ก็ยังยอมรับ แต่ได้อธิบายว่าเหตุที่ฟันผุลดลง เนื่องจากในปัจจุบันมีฟลูออไรด์ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (Leverett, 1991) ซึ่งคนอาจได้รับฟลูออไรด์จากหลากหลายแหล่ง เช่น จากยาสีฟัน จากอาหารที่มีการปนเปื้อนฟลูออไรด์มากขึ้น จากอากาศจากการใช้ ฟลูออไรด์เสริมในรูปแบบอื่นๆ

ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นในอย่างน้อย 8 ประเทศที่พัฒนาแล้ว และมีการศึกษามากกว่า 20 การศึกษาที่รายงานการลดลงของฟันผุ (ตารางที่ 8) ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาในเมืองซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย พบว่าร้อยละของเด็กที่มีฟันผุไม่ได้เพิ่มจาก ร้อยละ 3.8 ในปี 1961 เป็นร้อยละ 20.2 ในปี 1967 และเป็นร้อยละ 28 ในปี 1972 ซึ่งในช่วงแรกกลุ่มผู้สนับสนุนการเติมฟลูออไรด์ได้ใช้ตัวเลขนี้ อ้างว่าเป็นผลมาจากการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยละเอียด จะพบว่า การเติมฟลูออไรด์ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ เนื่องจากการดีขึ้นของสุขภาพฟันเกิดขึ้นก่อนการใช้ฟลูออไรด์ ซึ่งเมืองนี้เพิ่งเริ่มต้นเติมฟลูออไรด์ในปี 1968 และยาสีฟันที่มีฟลูออไรด์ถูกนำมาใช้ในปี 1967 นอกจากนี้ไม่มีหลักฐานว่ามีการใช้ยาเม็ดฟลูออไรด์อย่างแพร่หลายในช่วงนี้

ประสบการณ์ในทำนองเดียวกันพบในสหราชอาณาจักร และเนเธอร์แลนด์ ค่า DMFT ลดลงประมาณร้อยละ 50 ระหว่างปี 1970-1980 ทั้งในกลุ่มนักเรียนที่เข้าร่วมในโครงการและไม่เข้าร่วมในโครงการสุขภาพฟันของโรงเรียน ในประเทศนิวซีแลนด์ ได้มีรายงานว่าฟันผุลดลงทั้งในเมืองที่เติมและไม่เติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการลดลงที่สำคัญคือฐานะทางสังคม เด็กที่มาจากกลุ่มสังคมชั้นสูงจะมีสุขภาพฟันดีกว่าคนกลุ่มอื่น

ตารางที่ 8 รายงานการลดลงของฟันผุในเมืองที่ไม่ได้มีการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา

สถานที่		ปีที่สำรวจ
ประเทศ	เมือง	
Australia	Brisbane	1954, 1977
	Sydney	1961, 1963, 1967
Denmark	Various towns	1972, 1979
Holland	The Hague	1969, 1972, 1975, 1978
	Various towns	1965, 1980
New Zealand	Auckland (parts)	1966, 1974, 1981
Norway	Various towns	1970, 1980

Sweden	Various towns	1973, 1978, 1981
	North Sweden	1967, 1977
United Kingdom	Bristol	1970, 1979
	Bristol	1973, 1979
	Devon	1971, 1981
	Gloucestershire	Annually from 1964
	Isle of Wight	1971, 1980
	North-West	1969, 1980
	England	
	Scotland	1970, 1980
United States	Shropshire	1970, 1980
	Somerset	1975-79 annually
	Somerset	1963-1979
	Dedham, Mass.	1958, 1974
	Norwood, Mass.	1958, 1972, 1978
	Massachusetts: sample of schools	1951, 1981
	Ohio	1972, 1978

ที่มา: Diesendorf (1986)

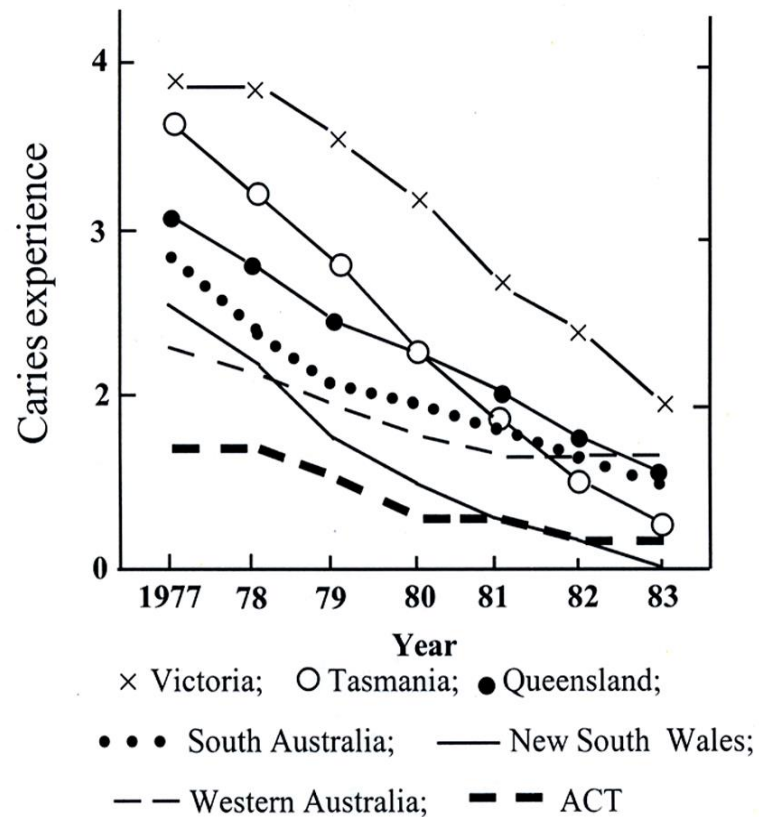
เมือง Tamworth ในประเทศออสเตรเลีย ที่มีการอ้างว่าการเติมฟลูออไรด์ทำให้ฟันผุลดลงอย่างมาก คือ ฟันผุลดลงร้อยละ 71 ในเด็กอายุ 15 ปี และ ลดลงร้อยละ 95 ในเด็กอายุ 6 ปี จากผลการสำรวจฟันสองครั้งคือในปี 1963 และ 1979 แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างรอบคอบ พบว่าการลดลงนี้ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยการเติมฟลูออไรด์ทั้งหมด เช่น การลดลงของฟันผุ ร้อยละ 95 ซึ่งเป็นการลดลงของ DMFT จาก 1.3 ในปี 1963 เป็น 0.1 ในปี 1979 นั้นเป็นตัวเลขที่เป็นไปไม่ได้ ซึ่งถ้าให้การเติมฟลูออไรด์มีประสิทธิภาพสูงสุดคือได้รับตั้งแต่เกิด เพราะฉะนั้น

ในอีกหกปีต่อมา (1969) จะเป็นปีที่แสดงถึงประสิทธิภาพสูงสุดของการเติมฟลูออไรด์ ซึ่งพบว่าค่า DMFT เท่ากับ 0.6 เท่านั้น ค่าที่ลดลงมากกว่านี้หลังปี 1969 ในเมืองที่เติมฟลูออไรด์แล้ว ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นผลมาจากการเติมฟลูออไรด์ ดังนั้นค่า DMFT ที่ลดลงจาก 0.6 ในปี 1969 เป็น 0.1 ในปี 1979 (83%) ก็อาจเป็นผลมาจากสาเหตุอื่น ที่ช่วงอายุอื่น ๆ ก็ทำนองเดียวกัน แสดงให้เห็นว่ามีปัจจัยอื่น ที่ทำให้ฟันผุลดลงในอัตราที่ใกล้เคียงกันกับที่คาดว่าจะเป็ผลมาจากฟลูออไรด์ แต่เนื่องจากการสำรวจนี้ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ ดังนั้นการลดลงของฟันผุอาจไม่ได้เกิดจากฟลูออไรด์เลยก็ได้

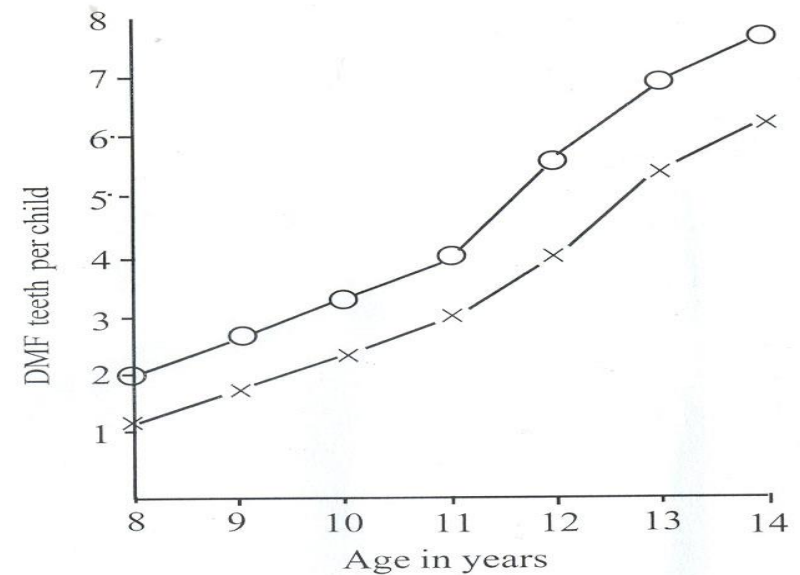
นอกจากนี้จากผลการสำรวจความชุกของฟันผุในรัฐ Queensland ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีประชากรเพียงร้อยละ 5 เท่านั้นที่ดื่มน้ำที่เติมฟลูออไรด์ ไม่แตกต่างจากความชุกของฟันผุในรัฐ Western Australia ซึ่งร้อยละ 83 ของประชาชนดื่มน้ำที่เติมฟลูออไรด์ และ รัฐ South Australia ที่ร้อยละ 70 ของประชาชนดื่มน้ำที่เติมฟลูออไรด์ (รูปที่ 7)

นอกจากนี้หลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นทางที่ขัดแย้งกับแนวคิดที่ว่าฟลูออไรด์ช่วยลดฟันผุ ได้แก่ การศึกษาในประเทศ อินเดีย สวีเดน ญี่ปุ่น อเมริกา และ นิวซีแลนด์ (Diesendorf, 1986) เช่น ที่ประเทศ ญี่ปุ่น พบว่าฟลูออไรด์ที่ระดับ 0.3-0.4 มก/ล จะมีฟันผุต่ำสุด ฟลูออไรด์ที่ระดับสูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้ฟันผุเพิ่มขึ้น แต่การศึกษาในกลุ่มนี้ไม่ได้เลือกกลุ่มโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง Ziegelbecker (1981) ได้พยายามเลือกกลุ่มตัวอย่างให้ใกล้เคียงกับการสุ่มตัวอย่างให้มากที่สุดโดยการรวบรวมการศึกษาที่เกี่ยวกับความชุกของฟันผุในพื้นที่มีฟลูออไรด์สูงทุกการศึกษา เป็นจำนวน 136 ชุมชนจาก 7 ประเทศ รวมมีเด็กอายุ 12-14 ปีจำนวน 48,000 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์และฟันผุ

จากการศึกษาในประเทศอังกฤษซึ่งติดตามศึกษาปัญหาฟันผุในเด็กเป็นเวลา 11 ปี ซึ่งในทางระบาดวิทยาเป็นการศึกษาที่น่าเชื่อถือมาก เนื่องจากการติดตามกลุ่มตัวอย่างไปข้างหน้า พบว่าเด็กในเมืองที่เติมฟลูออไรด์ในน้ำประปามีค่าฟันผุอุดถอน (DMFT) น้อยกว่าเด็กในเมืองไม่เติมฟลูออไรด์หนึ่งค่า ซึ่งก็คือมีฟันผุน้อยกว่าเพียงหนึ่งซี่เท่านั้น (รูปที่ 8) แต่มีอัตราการเพิ่มของฟันผุตามอายุเท่ากัน



รูปที่ 7 การลดลงของจำนวนฟันผุเฉลี่ยในเด็กอายุ 6-13 ปี
ในประเทศออสเตรเลีย



รูปที่ 8 ค่าฟันผุอุดถอน (DMFT) ในเด็กที่อายุต่างๆ ในเมือง
ที่เติมฟลูออไรด์ (x) และในเมืองที่ไม่ได้เติมฟลูออไรด์
ในน้ำ (O) ในประเทศอังกฤษ (Diesendorf, 1993)

ในประเทศไทย Phantumvanit and Songpaisan (1984) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
ฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม (0.1-5.2 มก/ล) กับฟันผุและฟันตกรรในเด็กอายุ 13-16 ปี จำนวน 650 คน
พบว่าระดับฟลูออไรด์ในน้ำดื่มมีความสัมพันธ์กับฟันตกรร แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับฟันผุ

การศึกษาในเมืองที่หยุดเติมฟลูออไรด์

หลักฐานที่จะยืนยันถึงความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์และฟันผุที่น่าเชื่อถืออีกอย่างหนึ่งคือผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชุกของฟันผุในเมืองที่หยุดเติมฟลูออไรด์ จากการศึกษาการเกิดฟันผุในเมืองที่หยุดเติมฟลูออไรด์เมื่อเร็ว ๆ นี้ ส่วนใหญ่พบว่าหลังจากหยุดเติมฟลูออไรด์ไม่ทำให้มีปัญหาคaries เพิ่มขึ้น ในขณะที่ผลการศึกษาในอดีตที่รายงานว่าฟันผุเพิ่มขึ้นหลังหยุดเติม

ฟลูออไรด์ในน้ำ มีข้อจำกัด เช่น การศึกษาในเมือง Stranraer ในประเทศสก็อตแลนด์ ซึ่งพบว่าค่าฟันผุลดลงเพิ่มขึ้นนั้น เป็นการเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 4 ในช่วง 6 ปี และเป็นการเพิ่มของฟันผุและถอนเท่านั้น อีกการศึกษาในเมือง Wick ประเทศเดียวกันเก็บข้อมูลเฉพาะในเด็กอายุ 5-6 ปี เท่านั้น จึงเป็นการศึกษาผลกระทบต่อฟันน้ำนมมากกว่าฟันผุโดยทั่วไป ซึ่งพบว่าสถิติการถอนฟันน้ำนมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 61 และมีฟันผุและอุดรวมกันเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 0.4 เท่านั้น การเพิ่มขึ้นของฟันผุถอนจึงน่าจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการดูแลสุขภาพช่องปากของทันตแพทย์ในเมืองนี้ มากกว่าการหยุดเติมฟลูออไรด์ และที่สำคัญเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าการดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์จะทำให้ฟันน้ำนมขึ้นช้า ดังนั้นการศึกษานี้ไม่ได้บอกถึงประสิทธิภาพของฟลูออไรด์ต่อการป้องกันฟันผุแต่อย่างใด อย่างมากก็เป็นผลกระทบต่อฟันน้ำนมเท่านั้น (Colquhoun, 1994)

เมื่อเร็ว ๆ นี้ในประเทศแคนาดา เมือง Comox / Courtenay และ Campbell River ที่เคยเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาประมาณ 25 ปี ได้ตัดสินใจหยุดเติมฟลูออไรด์ในปี 1992 ในขณะที่เมือง Kamloops ยังคงเติมฟลูออไรด์ต่อไป ทำให้เกิดโอกาสอันดีที่จะศึกษาประสิทธิภาพของ ฟลูออไรด์ในน้ำประปาต่อการเกิดฟันผุ Maupome และคณะ (2001) ได้ติดตามศึกษาการเกิดฟันผุ ในหน่วย DID2MFS ในปี 1993 และในอีก 3 ปีต่อมา (1996) โดยประเมินจากเด็ก 5,927 คน เป็นนักเรียนเกรด 2 3 8 และ 9 พบว่าความชุกของการเกิดฟันผุลดลงอย่างต่อเนื่องในเมืองที่หยุดเติมฟลูออไรด์ แต่ไม่เปลี่ยนแปลงในเมืองที่เติมฟลูออไรด์ และยังพบว่าจำนวนอุบัติการณ์ของการเกิดฟันผุ (ประเมินจากเด็ก 2994 คนที่อยู่ถาวรในเมือง เป็นเด็กนักเรียนเกรด 5 6 11 12) ไม่มีความแตกต่างระหว่างเมืองที่หยุดเติมและเมืองที่ยังคงเติมฟลูออไรด์

การศึกษาในประเทศเยอรมันนี้ ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน เมืองDurham ซึ่งเติมฟลูออไรด์มาตั้งแต่ปี 1962 แต่ได้หยุดเติมฟลูออไรด์เป็นเวลา 11 เดือนระหว่าง กันยายน 1990 และ สิงหาคม 1991 จากการศึกษาผลกระทบของการหยุดเติมฟลูออไรด์ต่อการเกิดฟันผุ พบว่าการหยุดเติมฟลูออไรด์ไม่มีผลต่อการเกิดฟันผุ แต่พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดฟันผุคือการศึกษาของแม่เด็ก โดยมีค่าOR เท่ากับ 0.53 (95% CI = 0.40-0.76)

จากการศึกษาในเมือง Chemnitz และ Plauen ในประเทศเยอรมันนี้พบว่าหลังจากหยุดเติม ฟลูออไรด์ แทนที่ฟันผุจะเพิ่มขึ้นเหมือนอย่างที่คาดไว้ แต่กลับลดลง ดังนั้นเพื่อยืนยันผลการศึกษาที่ไม่คาดคิดนี้ จึงได้มีการสำรวจเพิ่มเติมในเมือง Spremberg (N=9,042) และ Zittau (N=6,232) ในเด็กนักเรียนที่มีอายุ 8-9 12-13 และ 15-16 ปี โดยเด็กนักเรียนเหล่านี้ได้ถูกตรวจสอบสุขภาพฟันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20 ปี โดยใช้วิธีตรวจฟันผุมมาตรฐาน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าฟลูออไรด์ทำให้ฟันผุลดลงร้อยละ 48 และฟันผุมีแนวโน้มลดลงหลังจากลดระดับฟลูออไรด์ในน้ำจากประมาณ 1 มก/ล เหลือต่ำกว่า 0.2 มก/ล และพบว่าระดับฟันผุในเด็กนักเรียนอายุ 12 ปี ลดลงในช่วงปี 1993-1996 หลังจากหยุดเติมฟลูออไรด์ ในเมือง Spremberg ค่า DMFT ลดลงจาก 2.36 เหลือ 1.45 (38.5%) และในเมือง Zittau ลดจาก 2.47 เหลือ 1.96 (20.6%) (Kunzel, et al., 2000)

จากการศึกษาแนวโน้มฟันผุระหว่างปี 1983 -1998 ของประเทศเบลเยียม ซึ่งไม่ได้เติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา และน้ำประปาส่วนใหญ่มีฟลูออไรด์ตามธรรมชาติในระดับต่ำมาก พบว่าสุขภาพฟันของเด็กอายุ 12 ปีจำนวน 533 คน ในปี 1983 และ 496 คน ในปี 1998 ดีขึ้นอย่างมากโดยไม่เกี่ยวข้องกับการเติมฟลูออไรด์ในน้ำดื่มเลย ร้อยละ 50 ของเด็กที่สำรวจ (ไม่มีฟันผุเลย) เมื่อเทียบกับเมื่อ 15 ปีก่อนซึ่งมีเพียงร้อยละ 4 เท่านั้น และจำนวนฟันผุเฉลี่ยลดลงจาก 7.5 เหลือแค่ 1.6 ซึ่งต่อคน หรือนับตามจำนวนผิวฟันที่เกิดปัญหา ลดลงจาก 11.5 ด้าน/คน เหลือ 2.5 ด้าน/คน และมีถึงร้อยละ 30 เป็นฟันตกกระ ซึ่งปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงนี้ ได้แก่ การแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ การไปพบทันตแพทย์ตามนัด และการเกิดฟันตกกระ (Carvalho, Van Nieuwenhuysen and D'Hoore, 2001)

3.4.2 สถานการณ์การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาทั่วโลก

ข้อมูลสถานการณ์การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาทั่วโลกไม่ได้มีการรวบรวมไว้เป็นระบบ รายงานล่าสุดที่มีการพูดถึงเรื่องนี้อยู่ในหนังสือที่เขียนในปี 1996 ของ Burt & Fejerskov ซึ่งระบุว่าประชากรประมาณครึ่งหนึ่งของประเทศ สหรัฐอเมริกา แคนาดา ไอแลนด์ ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ใช้น้ำที่เติมฟลูออไรด์ ส่วนในเอเชีย ประเทศสิงคโปร์ และฮ่องกง มีประชากรที่ใช้น้ำที่เติมฟลูออไรด์ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในอีก 34 ประเทศมีเพียงหนึ่งเมืองเท่านั้นที่มีการเติมฟลูออไรด์ และไม่มีแนวโน้มที่เติมเพิ่มมากขึ้น ประเทศในยุโรปส่วนใหญ่ไม่เติมฟลูออไรด์ ได้แก่ ประเทศเยอรมนี ออสเตรีย ฝรั่งเศส เบลเยียม อิตาลี เดนมาร์ก สวีเดน และนอร์เวย์ ทั่วโลกมีเพียงไอแลนด์ประเทศเดียวที่มีกฎหมายบังคับให้เติมฟลูออไรด์

ในปัจจุบันหลายประเทศได้หยุดเติมฟลูออไรด์ เช่น เมือง Basel ในสวิตเซอร์แลนด์ซึ่งเริ่มเติมฟลูออไรด์มาตั้งแต่ปี 1962 แต่ได้หยุดเติมเมื่อปี 1992 ในประเทศเนเธอร์แลนด์ในเมือง Tiel-Culemborg ซึ่งเป็นเมืองที่เริ่มต้นศึกษาประสิทธิภาพของเติมฟลูออไรด์ในน้ำ และมักถูกอ้างอิงว่าเป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของฟลูออไรด์ในน้ำประปาในการลดฟันผุที่ดีที่สุด ก็ได้หยุดเติม ฟลูออไรด์ในปี 1976 ในประเทศสวีเดนก็เช่นเดียวกัน ในเมือง Norrköping ทดลองเติมฟลูออไรด์ในช่วงทศวรรษที่ 1950 แต่ได้หยุดในปี 1973 (Burt & Fejerskov, 1996)

3.4.3 การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่กับการได้รับทางระบบ

แนวคิดในการใช้ฟลูออไรด์ในการป้องกันฟันผุอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเด็น คือการได้รับฟลูออไรด์โดยการกินเข้าไป (systemic fluoride) ได้แก่ การดื่มน้ำหรือกินอาหารที่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์ และการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ (topical fluoride) ได้แก่ การใช้ยาสีฟัน บ้วนปาก ขาสีฟัน หรือเจล

ฟลูออไรด์ที่ได้รับโดยการกิน: ในอดีตนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการป้องกันฟันผุของฟลูออไรด์เกิดจากการได้ฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกาย (systemic route) ก่อนที่ฟันจะงอก (pre-eruptive effect) โดยเข้าใจว่าฟลูออไรด์ที่กินเข้าไปจะไปสร้างเคลือบฟัน (enamel) ที่แข็งแรงและทนกรด

ที่เกิดจากแผ่นคราบจุลินทรีย์ได้มากขึ้น แต่ผลการศึกษาต่อมาพบว่าฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับโดยวิธีนี้จำนวนเล็กน้อยเท่านั้นที่เข้าไปในเคลือบฟัน โดยจะไปเกาะอยู่บนผิวด้านนอก และจะหลุดออกหมดเพราะการใช้งานภายในปีแรกหลังจากที่ฟันขึ้น องค์ความรู้ใหม่แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันนั้นไม่บริสุทธิ์ ประกอบไปด้วยสารหลายชนิด รวมทั้งคาร์บอนेट ประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก ต่อมา Driessens ได้เสนอแนวคิดใหม่ว่าฟลูออไรด์จะทำหน้าที่เป็นตัวเร่ง (catalytic) ในช่วงการสร้างฟัน ทำให้ฟันที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นโดยการลดองค์ประกอบที่เป็นคาร์บอนेटและแมกนีเซียมซึ่งมีลักษณะอ่อนกว่าและละลายในกรดได้ง่ายกว่า และแทนที่ด้วยองค์ประกอบที่เป็นไฮดรอกซี (hydroxyapatite) (Rolla et al., 1993)

การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่: กลไกที่สำคัญในการป้องกันฟันผุของการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ ได้แก่ การกำจัดองค์ประกอบแร่ธาตุที่เป็นคาร์บอนेट การเกิดแคลเซียมฟลูออไรด์ และการทำงานของฟลูออไรด์อิสระ (Clarkson และคณะ, 1996)

เช่นเดียวกันกับการได้รับฟลูออไรด์โดยการกิน การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ก็จะทำให้เกิดองค์ประกอบแร่ธาตุที่มี ไฮดรอกซี และฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบ บนผิวเคลือบฟัน และผิวรากฟัน ทำให้ฟันแข็งแรงขึ้น และทนกรดได้มากขึ้น

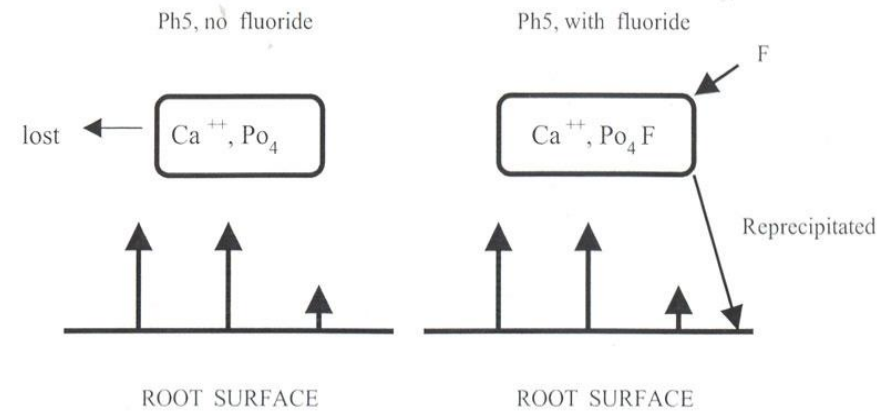
นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่จะทำให้เกิด แคลเซียมฟลูออไรด์ ซึ่งในอดีตถือเป็นสารที่ไม่ต้องการเนื่องจากสารนี้จะละลายในน้ำได้และเกรงว่าจะละลายในน้ำลายได้เช่นกัน และมีข้อมูลว่าสารนี้จะสลายตัวไปภายใน 24 ชั่วโมง แต่การศึกษาในปัจจุบันกลับพบว่า การเกิดแคลเซียมฟลูออไรด์เป็นกลไกการป้องกันฟันผุที่สำคัญที่สุดของฟลูออไรด์ โดยพบว่าสารนี้จะสลายน้อยมากในน้ำลายที่ความเป็นกรดต่างเป็นกลาง และพบว่า หลังจากเกิดแล้ว แคลเซียมฟลูออไรด์จะคงอยู่ในบนผิวฟันได้นานหลายสัปดาห์ หรือหลายเดือน และจะทำหน้าที่เป็นแหล่งให้ฟลูออไรด์อ้อน ในช่วงที่เบคทีเรียผลิตกรดออกมา และจะคอยทำหน้าที่ป้องกันฟันผุโดยฟลูออไรด์นี้จะดึงแคลเซียมและฟอสเฟตที่ละลายออกไปเมื่อเกิดกรดให้กลับมา (remineralization) (รูปที่ 9) นอกจากนี้แคลเซียมฟลูออไรด์จะทำหน้าที่เป็นเกาะป้องกันการแทรกซึมของกรด จึงนอกจากจะช่วยยับยั้งรอยผุของฟันไม่ให้เป็นมากแล้วยังป้องกันไม่ให้รอยผุลึกมากขึ้นด้วย จะเห็นว่าตามหลักการทำงานดังกล่าวมานี้ การป้องกันฟันผุไม่ได้ขึ้นอยู่กับ

ฟลูออไรด์ที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อฟัน แต่ขึ้นอยู่กับการนำแคลเซียมและฟอสฟอรัสกลับ (remineralization)

นอกจากนี้ฟลูออไรด์ในปากบางส่วนอาจอยู่ในรูปฟลูออไรด์อิสระ (free fluoride) อยู่ในระหว่างช่องผลึกของผิวเคลือบฟัน (intercrystalline fluid) ซึ่งพร้อมที่จะเข้าทำปฏิกิริยากับกรด และป้องกันการผุของฟัน และช่วยเสริมสร้างฟันให้แข็งแรงขึ้น

ความก้าวหน้าในความเข้าใจถึงกลไกการป้องกันฟันผุของฟลูออไรด์ ทำให้เห็นว่าการจำเป็นในการได้รับเข้าสู่ระบบร่างกายโดยการกิน (systemic route) ลดลง เนื่องจากการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ (topical application) ก็สามารถทำให้เกิดกลไกการป้องกันฟันผุทั้งสามแบบดังกล่าวข้างต้นได้ Clarkson และคณะ (1996) ได้ให้ความเห็นในการใช้ฟลูออไรด์ป้องกันฟันผุไว้ว่า โครงการทางสาธารณสุขที่ใช้กับประชากรกลุ่มใหญ่ไม่ควรเป็นแบบอัตโนมัติ และเป็นไปไม่ได้ที่จะหาโปรแกรมเดียวที่ดีที่สุดในการใช้ฟลูออไรด์ การเลือกใช้ควรขึ้นอยู่กับเหตุผล ตามหลักกลไกความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์และฟันผุ และพฤติกรรมทางเภสัชวิทยาและพิษวิทยาของฟลูออไรด์ที่ใช้ รวมทั้งประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายด้วย การใช้ฟลูออไรด์ในการป้องกันฟันผุอยู่ที่การทำให้มีฟลูออไรด์อ่อนในจุดที่เกิดฟันผุ ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ หรือการแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ หรือ การดื่มน้ำที่เติมฟลูออไรด์ ความสำคัญอยู่ที่การพยายามที่จะให้มีฟลูออไรด์อย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องตลอดเวลาเพราะฟันอาจถูกกัดกร่อนได้ตลอดเวลาเช่นกัน

และที่สำคัญคือการทำงานของฟลูออไรด์จะมีประสิทธิภาพได้ก็ต่อเมื่อมีการดูแลสุขภาพของช่องปากดีพอควร ถ้าเพียงการใช้ฟลูออไรด์อย่างเดียวไม่สามารถป้องกันฟันผุได้ เพราะอนามัยช่องปากไม่ดี จะทำให้เกิดแผ่นคราบจุลินทรีย์ที่หนา ซึ่งในกรณีนี้การใช้ฟลูออไรด์บ่อยแค่ไหนก็ไม่สามารถป้องกันฟันผุได้ (Rolla, et al., 1993)



รูปที่ 9 แสดงกลไกการป้องกันฟันผุของฟลูออไรด์ รูปซ้ายมือจะเห็นว่าเมื่อ Ph ลดลงฟันจะสูญเสียแคลเซียม และฟอสฟอรัส (demineralization) แต่ถ้ามีฟลูออไรด์อยู่แคลเซียมและฟอสฟอรัสจะถูกดึงกลับ (reprecipitated) (รูปขาว)

3.4.4 สถานการณ์ปัญหาฟันผุในประเทศไทย

ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาฟันผุ และแนวโน้มของปัญหา ควรถูกนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกว่าจะเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาหรือไม่ ถ้าปัญหามีมากและรุนแรง การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปามีความจำเป็นมากกว่า ในสถานการณ์ที่มีฟันผุในประเทศน้อยและไม่รุนแรง องค์การอนามัยโลกได้แนะนำไว้ว่าการเติมฟลูออไรด์ในน้ำควรได้รับการพิจารณาที่ต่อเมื่อระดับฟันผุในชุมชนอยู่ในขั้นรุนแรงหรือปานกลาง หรือมีแนวโน้มที่ชัดเจนว่ากำลังเพิ่มสูงขึ้น (WHO, 1994)

การสำรวจปัญหาฟันผุในประเทศไทยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2520 และสำรวจซ้ำทุกๆ 5 ปี จนถึงปัจจุบันได้ดำเนินการไปแล้ว 4 ครั้ง คือในปี 2520 2527 2532 และ 2537 การสำรวจปัญหาฟันผุอาจใช้ค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอน หรือ DMFT (ซึ่งต่อคน) และร้อยละของคนที่มีฟันผุเป็นดัชนีชี้วัดขนาดและความรุนแรงของปัญหา แต่เนื่องจากสุขภาพฟันขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานด้วย ดังนั้น การสำรวจจะต้องอ้างอิงอายุของกลุ่มประชากรที่สำรวจ โดยทั่วไปจะทำการสำรวจในกลุ่มเด็ก 3-5 ปี เพื่อศึกษาปัญหาฟันผุในฟันน้ำนม ส่วนฟันแท้หรือฟันถาวร จะใช้เด็กอายุ 12 ปี เป็นตัวชี้วัดมาตรฐานสากล เนื่องจากเป็นช่วงที่ฟันแท้ขึ้นครบ 28 ซี่ และมีการเจริญเติบโตของขากรรไกรเต็มที่

(กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย 2538)

ฟันผุในฟันแท้

จากสถิติตั้งแต่ปี 2520 พบว่า ฟันผุในฟันแท้ของเด็กอายุ 12 ปีมีแนวโน้มลดลง โดยพบว่าค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอนเมื่อเริ่มสำรวจในปี 2520 เท่ากับ 2.9 ซึ่งต่อคน (ความชุกของฟันผุเท่าร้อยละ 67) แต่อีก 7 ปีต่อมา การสำรวจครั้งที่ 2 ในปี 2527 พบว่าค่าฟันผุ อุด ถอน ได้ลดลงมาเกือบครึ่งหนึ่ง เหลือ 1.5 ซึ่งต่อคน (ความชุกร้อยละ 46) และตัวเลขนี้ค่อนข้างคงที่จนถึงปัจจุบัน ค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอน ในปี 2532 และ 2537 เท่ากับ 1.5 (ความชุกร้อยละ 49) และ 1.6 (ร้อยละ 54) ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ไม่มีฟันผุ อุด ถอนในเด็กอายุ 12 ปี ไม่เกิน 3 ซึ่งต่อคน หรือถ้าเทียบตามระดับความรุนแรงของโรคจะอยู่ในระดับต่ำ (ปิยะดา ประเสริฐสม และ ศรีสุตา ลีละศิริ 2542)

ฟันผุในฟันน้ำนม

ฟันผุในฟันน้ำนมส่วนใหญ่เป็นการผุแบบรุนแรงมีรอยผุเกือบทุกด้านของฟัน (rampant caries) จากการสำรวจในระดับประเทศ 3 ครั้ง พบว่า ส่วนใหญ่ฟันผุจะเกิดกับฟันหน้า

บน 4 ซี่ รองลงมาคือฟันกรามล่าง และพบว่าเด็กในเมืองมีฟันผุมากกว่าเด็กในชนบท ในเด็กอายุ 6 ปี ความชุกของฟันผุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพบว่าร้อยละของเด็กที่ไม่มีฟันผุลดลงจาก ร้อยละ 26 ในปี 2527 เหลือร้อยละ 17 และ 15 ในปี 2532 และ 2537 ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยฟัน ผุ อุด ถอน ก่อนข้างคงที่ เท่ากับ 4.9 5.6 และ 5.7 ซึ่งต่อคน ในปี 2527 2532 และ 2537 ตามลำดับ ฟันผุในฟันน้ำนมไม่สอดคล้องกับการบริโภคน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นจากประมาณ 13 กก/คน/ปีในปี 2526 มาเป็น 28 กก/คน/ปี ในปี 2541 ปัจจัยที่มีผลต่อการผุของฟันน้ำนมคือ

- 1) การเด็กหลับคานมขวด จากการสำรวจพบ ร้อยละ 48 แม่ให้เด็กหลับคานมขวดหรือนมแม่
- 2) ไม่มีการกำหนดระยะเวลาที่แน่นอนในการเลิกนมเมื่อเด็ก มีเพียงประมาณร้อยละ 10 ที่เลิกนมเมื่อเด็กอายุเกิน 1 ปี และ 3) การบริโภคของหวาน พบว่าเด็กอายุต่ำกว่า 2 ขวบ ร้อยละ 38 กินขนมหวานทุกวัน (ปิยะดา ประเสริฐสม และ ศรีสุตา ลีละศิริ 2542)

3.4.5 การใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ฟลูออไรด์อีกอย่างหนึ่งคือพฤติกรรมการแปรงฟัน ในสถานการณ์ที่คนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการแปรงฟันที่สม่ำเสมออยู่แล้ว ความเป็นไปได้ที่จะส่งเสริมการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ แทนการเติมฟลูออไรด์ในน้ำจะมีสูง การใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เป็นวิธีการใช้ฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุที่ได้รับการสนับสนุนอย่างมากทั่วโลก เนื่องจากลดความเสี่ยงต่อผลกระทบที่เกิดจากการกินฟลูออไรด์ และมีข้อมูลสนับสนุนจากการศึกษาถึงกลไกการทำงานของฟลูออไรด์ว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้เป็นวิธีหลักในการป้องกันฟันผุในทุกกลุ่มอายุ แต่แนะนำว่าในเด็กการใช้ควรอยู่ในการดูแลของผู้ใหญ่ และเลือกใช้ยาสีฟันชนิดและในปริมาณที่เหมาะสม

ในประเทศไทยเริ่มมีการนำเข้ายาสีฟันผสมฟลูออไรด์มาเมื่อประมาณ 20 ปีก่อน โดยคณะกรรมการอาหารและยา กำหนดให้ยาสีฟันต้องมีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1,100 ส่วนในล้านส่วน ในปัจจุบันการแปรงฟันจัดว่าเป็นวิธีพื้นฐานในการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล ผลการสำรวจทันต

สุขภาพแห่งชาติ ในปี 2537 พบว่าร้อยละ 71 ของเด็ก และร้อยละ 68 ของผู้ใหญ่แปรงฟันอย่างสม่ำเสมอวันละอย่างน้อย 2 ครั้ง และประมาณร้อยละ 80-90 ของยาสีฟันที่ใช้เป็นยาสีฟันชนิดที่มีฟลูออไรด์ผสมอยู่ (สุรัตน์ มงคลชัยอรุณญา, 2541)

3.4.6 ประสบการณ์การปรับระดับฟลูออไรด์ในน้ำของประเทศไทย

การทดลองปรับระดับฟลูออไรด์ในประเทศไทยเริ่มเมื่อปี 2525-2529 เป็นการปรับน้ำประปาบางประภังให้มีฟลูออไรด์ที่ระดับ 0.7 มก/ล การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา มากกว่าเป็นการตั้งใจที่จะเติมฟลูออไรด์อย่างถาวร ผลการประเมินฟันผุในเด็กอายุ 6-14 ปีหลังสิ้นสุดโครงการพบว่าฟันผุลดลงร้อยละ 33 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีฟันผุเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.7 แต่อย่างไรก็ตามผลกระทบที่เกิดขึ้นจะเป็นผลเฉพาะที่ (tropical effect) ของฟลูออไรด์มากกว่า เนื่องจากผลกระทบของฟลูออไรด์ในเชิงระบบ (systemic effect) ต้องใช้เวลานานกว่านี้จึงจะเห็นผล

ต่อมาในปี 2537 กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย ร่วมมือกับการประปาภูมิภาค ได้ริเริ่มโครงการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาอีกครั้ง โดยเลือกจังหวัดนครนายกเป็นจังหวัดแรก เนื่องจากมีปัญหาฟันผุก่อนข้างสูง และมีความพร้อมทั้งด้านระบบประปา และบุคลากร ระดับฟลูออไรด์ในน้ำประปาได้ถูกปรับให้อยู่ที่ 0.5 มก/ล

ในการดำเนินงานได้สำรวจพฤติกรรมการใช้ฟันของประชาชน และสำรวจทันตสุขภาพของเด็กอายุ 3 6 12 และ 16 ปีในปี 2536 นอกจากนี้ยังได้เก็บบัสสภาวะเด็ก 12 ปีเพื่อตรวจหาระดับฟลูออไรด์พื้นฐาน โดยมีจังหวัดปราจีนบุรีซึ่งมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ และเศรษฐกิจสังคมคล้ายคลึงกันเป็นจังหวัดเปรียบเทียบ ผลการสำรวจประเมินทันตสุขภาพเมื่อปี 2542 พบว่า การเติมฟลูออไรด์ทำให้ฟันผุในฟันน้ำนมลดลงร้อยละ 45.2 และฟันผุในฟันแท้ลดลงร้อยละ 48.2 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 9) ค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอน รายด้าน ในกลุ่มเด็กอายุ 3 ปี ลดลงจาก 13.33 ด้าน/คนเมื่อเริ่มโครงการ เหลือ 11.82 ด้าน/คน ในปี 2542 เมื่อเทียบกับจังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งมีสถิติที่เพิ่มขึ้น จาก 7.57 ด้าน/คน เป็น 12.25 ด้าน/คน ในเด็กอายุ 12 ปี ในจังหวัดนครนายก ค่าฟันผุอุดถอนลดลงจาก 3.63 ด้าน/คนเหลือ 2.49 ด้าน/คน ส่วนปราจีนบุรี เพิ่มขึ้น

จาก 3.07 ด้าน/คน เป็น 4.07 ด้าน/คน ต่อมาในปี 2542 โครงการได้ขยายไปที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ปิยะดา ประเสริฐสม 2543)

ตารางที่ 9 สภาวะฟันผุในเด็กอายุ 3 และ 12 ปี ก่อนและหลังโครงการเติมฟลูออไรด์ในน้ำ

สภาวะ	นครนายก		ปราจีนบุรี	
	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2542
เด็กอายุ 3 ปี				
ด้านฟันผุ (ds)	12.78	10.72	7.13	11.76
ด้านฟันถอน (ms)	0.47	0.60	0.34	0.31
ด้านฟันอุด (fs)	0.08	0.50	0.10	0.18
ฟันผุอุดถอนเป็นด้าน (dms)	13.33	11.82	7.57	12.25
ความหูกของโรค (ร้อยละ)	74.90	73.9	67.8	76.4
ฟันผุอุดถอนเป็นซี่ (dmt)	4.52	4.91	3.41	5.19
เด็กอายุ 12 ปี				
ด้านฟันผุ (ds)	2.17	0.46	1.43	2.20
ด้านฟันถอน (ms)	0.93	0.49	0.72	0.58
ด้านฟันอุด (fs)	0.53	1.55	0.92	1.29
ฟันผุอุดถอนเป็นด้าน (dms)	3.63	2.49	3.07	4.07
ความหูกของโรค (ร้อยละ)	62.2	39.4	59.8	69.8
ฟันผุอุดถอนเป็นซี่ (dmt)	1.68	0.92	1.59	2.33

ที่มา: ปิยะดา ประเสริฐสม (2543)

บทที่ 4

อภิปรายผลการศึกษา

ผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์

จากผลการศึกษาจะเห็นว่า ผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์ที่สำคัญ คือ การทำให้ฟันตกกระซึ่งนับวันจะเป็นปัญหามากขึ้น เนื่องจากทางการได้รับฟลูออไรด์ที่หลากหลายนมากขึ้น ในต่างประเทศพื้นที่ที่มีการเติมฟลูออไรด์ พบว่าเด็กประมาณร้อยละ 8-51 จะเป็นฟันตกกระ ส่วนในพื้นที่ไม่เติมฟลูออไรด์จะพบฟันตกกระร้อยละ 3-26 ในประเทศไทยร้อยละ 17 ของเด็กอายุ 12 ปี มีฟันตกกระ ปัญหาฟันตกกระพบมากในภาคเหนือ และจังหวัดอื่นๆ ที่มีสายแร่ฟลูออไรด์ ได้แก่จังหวัด เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน ตาก สุโขทัย ชัยนาท พิจิตร เพชรบุรี นครปฐม กระบี่ สงขลา บัตตานี สาเหตุของฟันตกกระในประเทศไทย เกิดจากการบริโภคน้ำใต้ดินที่มีฟลูออไรด์สูงตามธรรมชาติ

ผลกระทบต่อสุขภาพที่น่าเป็นห่วงอีกอย่างของฟลูออไรด์ คือการทำให้ระดับไอคิวของเด็กลดลง มีหลักฐานที่ชัดเจนทั้งจากสัตว์ทดลอง และผลการศึกษาทางระบาดวิทยาในคน ที่แสดงให้เห็นว่าฟลูออไรด์อาจมีผลกระทบต่อระบบประสาท การศึกษาทั้งสามเรื่องในประเทศจีนให้ผลสอดคล้องกันว่าฟลูออไรด์ทำให้เด็กมีไอคิวลดลงสูงสุดถึง 10 จุด ซึ่งเป็นการลดลงที่สูงมาก โดยเด็กในพื้นที่นี้ดื่มน้ำที่มีระดับฟลูออไรด์เฉลี่ยเพียงประมาณ 3 มก/ล เท่านั้น และในประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคเหนือมีเด็กจำนวนไม่น้อยที่ดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ในระดับนี้ กรมอนามัยควรสนับสนุนให้มีการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของฟลูออไรด์ต่อการลดระดับไอคิวเด็กในประเทศไทย และหาแนวทางแก้ไข ตลอดจนรณรงค์ให้มีการลดระดับฟลูออไรด์ในน้ำต่อไป

ถึงแม้ความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับการเกิดกระดูกแตก จะยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน หลักฐานส่วนใหญ่ที่พบความสัมพันธ์ เป็นการศึกษาที่เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มประชากร

(ecology study) ซึ่งไม่อาจยืนยันความเป็นสาเหตุได้ แต่ในหลักระบาดวิทยาก็ต้องถือว่าสำคัญ เพราะโดยทั่วไปถ้าพบความสัมพันธ์ในการศึกษาในกลุ่มประชากรแม้เพียงเรื่องเดียวก็ต้องถือว่าเป็นหลักฐานที่มีมูล ผู้เกี่ยวข้องจะอยู่เฉยไม่ได้ และต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่ออธิบายว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น หรือยืนยันผลว่าเป็นเช่นนั้นจริง แต่ในกรณีของฟลูออไรด์และการเกิดกระดูกแตก มีผลสนับสนุนจากหลายการศึกษา ทำให้ข้อมูลยังมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น และลดความเป็นไปได้จากการพบความสัมพันธ์โดยความบังเอิญลง เนื่องจากการศึกษากระทำในพื้นที่หลายๆ แห่ง และโดยคณะผู้วิจัยที่ต่างคนต่างทำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลการศึกษาในประเทศฟินแลนด์ ซึ่งใช้การศึกษาเชิงวิเคราะห์ (retrospective cohort study) ซึ่งเป็นการศึกษาที่จะยืนยันถึงความ เป็นสาเหตุที่ดีที่สุด เพราะการศึกษาแบบนี้จะเริ่มติดตามคนที่ยังไม่ป่วยไปจนกระทั่งพบโรค และใช้ข้อมูลการรับสัมผัสของแต่ละบุคคลไม่ใช่ของกลุ่ม ทำให้สามารถควบคุมปัจจัยรบกวนได้ดีที่สุด และที่สำคัญในการศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่มาก ทำให้สามารถวิเคราะห์ผล การศึกษาได้อย่างกว้างขวาง และผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือกว่าการศึกษาอื่นๆ ที่ผ่านมา ดังนั้นถึงแม้ผลการศึกษาที่ขัดแย้งอยู่บ้าง และข้อมูลเท่าที่มีอยู่นี้อาจไม่เพียงพอ ที่จะยกเลิกการเติมฟลูออไรด์ในน้ำ หรือการเร่งทรมัแพทย์ยากรเพื่อกำจัดฟลูออไรด์ให้หมดไปจากน้ำ หรือ การปรับลดมาตรฐานให้ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมในปัจจุบัน ซึ่งจะมีผลกระทบที่รุนแรงต่อคนหลาย ฝ่าย และต้องการการลงทุนสูง แต่ข้อมูลเท่าที่มีอยู่อาจมีน้ำหนักเพียงพอที่อย่างน้อยทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ต้องหยุดการดำเนินการที่มีผลต่อการรับสัมผัสฟลูออไรด์ของคนจำนวนมาก เช่น การเติมฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค หรือ ในอาหารอื่นๆ ในขณะที่ควรเร่งศึกษาเพิ่มเติม และ/หรือ เฝ้าติดตามผลการศึกษาหรือข้อสรุปในต่างประเทศ

นอกจากนี้ฟลูออไรด์ยังอาจมีผลต่อการเกิดมะเร็งกระดูก การทำลายไต รบกวนต่อ ระบบทางเดินอาหาร และมีผลต่อการเป็นโรคคอพอก แต่ข้อมูลเท่าที่มีอยู่ไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าการได้รับฟลูออไรด์จะทำให้เกิดผลกระทบเหล่านี้หรือไม่ และต้องรอผลการศึกษาเพิ่มเติมที่จะมีมาในอนาคตต่อไป

ระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

จากการศึกษาระบาดวิทยา การคำนวณเทียบเคียงจากระดับที่ร่างกายได้รับ และจากประสบการณ์จากประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทย พบว่าระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดฟันตกกระจนเป็นปัญหาของชุมชน สำหรับประเทศไทยควรอยู่ที่ประมาณ 0.5 มก/ล ซึ่งต่ำกว่าระดับ 0.7-1.2 มก/ล ที่ถือเป็นเหมาะสมที่ใช้ทั่วไปในประเทศตะวันตก และต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนดไว้ให้ไม่เกิน 1.5 มก/ล อยู่มาก ถึงแม้ระดับที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษานี้จะหมายถึงค่าฟลูออไรด์ที่เหมาะสมสำหรับการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา และไม่จำเป็นต้องเท่ากับค่ามาตรฐานที่อย.กำหนดเพื่อใช้บังคับทางกฎหมายก็ตาม แต่จากผลการศึกษาที่ได้นี้แสดงว่าระดับมาตรฐานฟลูออไรด์ที่อย.กำหนดอาจสูงเกินไป กรมอนามัยในฐานะผู้ดูแลสุขภาพป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากสิ่งแวดล้อม ควรเร่งประสานงานกับทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อทบทวนความเหมาะสมของมาตรฐานฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม และเร่งวางแผนแก้ไขปัญหาร่วมกันต่อไป

ความเหมาะสมของการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาในประเทศไทย

ถึงแม้จะมีการยอมรับกันโดยทั่วไปว่าฟลูออไรด์ช่วยป้องกันฟันผุ แต่การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาเพื่อป้องกันฟันผุ นอกจากจะต้องพิจารณาความเสี่ยงต่อผลกระทบทางสุขภาพที่อาจเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังต้องพิจารณาในเรื่องสิทธิของประชาชนในการเลือกตัดสินใจ เนื่องจากการเติมฟลูออไรด์ในระบบประปาเป็นการบังคับให้ประชาชนรับฟลูออไรด์ และที่สำคัญการเติมฟลูออไรด์จะทำให้ฟลูออไรด์ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างและยากที่จะควบคุม

จากการทบทวนวรรณกรรมในปัจจุบันพบว่า ผลการวิจัยในปัจจุบันไม่ได้สนับสนุนแนวคิดนี้มากนักเหมือนในอดีต ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิชาการเกี่ยวกับกลไกการทำงานของฟลูออไรด์ และผลการวิจัยถึงประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุของการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา สนับสนุนการการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ (tropical application) มากกว่าการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกาย การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่เป็นแนวทางแก้ปัญหาฟันผุที่มีความเป็นไปได้สูงสำหรับประเทศเรา เนื่องจากคนไทยส่วนใหญ่มีการแปรงฟันเป็นประจำ

ถ้าพิจารณาจากสถิติปัญหาฟันผุของประเทศพบว่าปัญหาฟันผุยังไม่อยู่ในขั้นวิกฤต สถิติเด็กอายุ 12 ปี ของไทยมีปัญหาฟันผุฟัน อุด ถอน เท่ากับ 1.5 ซึ่งต่อคน (ความชุกร้อยละ 46) ซึ่งจัดว่าดีกว่าเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีไม่เกิน 3 ซึ่งต่อคน ถึงแม้ในเด็กอายุ 6 ปี ความชุกของฟันผุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพบว่าร้อยละของเด็กที่ไม่มีฟันผุลดลงจาก ร้อยละ 26 ในปี 2527 เหลือร้อยละ 17 และ 15 ในปี 2532 และ 2537 ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยฟัน ผุ อุด ถอน ก่อนข้างคงที่ เท่ากับ 4.9 5.6 และ 5.7 ซึ่งต่อคน ในปี 2527 2532 และ 2537 ตามลำดับ และที่สำคัญผลการวิจัยได้ชี้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดฟันผุ เกิดจากการที่เด็กหลับคาขวดนม การไม่กำหนดระยะเวลาที่แน่นอนในการเลิกลืมมือนม และ การบริโภคของหวาน ซึ่งสาเหตุเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการให้สุขศึกษาที่เพียงพอ

ดังนั้นการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาอาจไม่ใช่ทางแก้ปัญหาที่มีความจำเป็นต้องดำเนินในขณะนี้ และอาจไม่ใช่ทางออกที่ตรงกับปัญหาที่เกิดขึ้นในบ้านเรา แต่ในขณะเดียวกันการเติมฟลูออไรด์จะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากความเป็นพิษของฟลูออไรด์ โดยเฉพาะปัญหาฟันตกกระที่จะต้องเพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันร้อยละ 17 อย่างแน่นอน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษานี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษาไว้เป็นสามประเด็นคือ เรื่องผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์ ระดับฟลูออไรด์ในน้ำที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย และข้อเสนอแนะต่อยุทธศาสตร์ในการเสริมฟลูออไรด์ในน้ำประปา ดังนั้นเพื่อให้เกิดความชัดเจนการสรุปจะแยกเป็นสามประเด็นตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ดังนี้

ผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์

- ผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์ที่มีหลักฐานยืนยันชัดเจนและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปคือ การทำให้ฟันตกกระ ส่วนการทำให้ระดับไอคิวของเด็กลดลง และการเกิดกระดูกแตกพบว่ามีหลักฐานมากขึ้นแต่ยังไม่ชัดเจนมากนักและอาจต้องรอผลการศึกษาหรือความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาต่อไป
- ความชุกของเด็กที่เป็นฟันตกกระมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก เนื่องจากทางการได้รับฟลูออไรด์ที่หลากหลายมากขึ้น ในประเทศไทยร้อยละ 17 ของเด็กอายุ 12 ปี มีฟันตกกระ
- ปัญหาฟันตกกระพบมากในภาคเหนือ และจังหวัดอื่นๆ ที่มีสายแร่ฟลูออไรด์ ได้แก่ จังหวัด เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน ตาก สุโขทัย ชัยนาท พิจิตร เพชรบูรณ์ นครปฐม กระบี่ สงขลา ปัตตานี สาเหตุของฟันตกกระในประเทศไทยเกิดจากการบริโภคน้ำใต้ดินที่มีฟลูออไรด์สูงตามธรรมชาติ

ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการเฝ้าระวังฟันตกกระของประเทศอย่างเป็นระบบ โดยความชุกของอาการนี้ในพื้นที่เสี่ยงเพื่อทราบถึงขนาดและความรุนแรงของปัญหาซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการวางแผนจัดการปัญหา
- ควรมีการสำรวจระดับฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำต่างๆอย่างครบถ้วน เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการแก้ปัญหาฟลูออไรด์
- กรมอนามัยควรสนับสนุนให้มีการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของฟลูออไรด์ในประเด็นต่างๆที่ยังไม่มีข้อมูลยืนยันชัดเจน เช่น การเกิดฟันตกกระ การลดระดับไอคิวเด็กในประเทศไทย และผลกระทบต่อกระดูก และอวัยวะภายในอื่นๆ เช่น ไต ต่อมไทรอยด์ เป็นต้น
- ถึงแม้ความสัมพันธ์ระหว่างฟลูออไรด์กับการเกิดกระดูกแตก จะยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน แต่มีหลักฐานสนับสนุนจากหลายการศึกษา ดังนั้นเพื่อความรอบคอบ ควรได้ทบทวนแนวคิดเรื่องการเสริมฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค หรือ ในอาหารอื่นๆ กันใหม่ โดยเชิญผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาร่วมพิจารณา

ระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

จากการศึกษาระบาดวิทยา การคำนวณเทียบเคียงจากระดับที่ร่างกายได้รับ และจากประสบการณ์จากประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทย อาจสรุปได้ว่าระดับฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคที่เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดฟันตกกระจนเป็นปัญหาของชุมชน สำหรับประเทศไทยควรอยู่ที่ประมาณ 0.5 มก/ล

ข้อเสนอแนะ

- กรมอนามัยในฐานะผู้ดูแลสุขภาพป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากสิ่งแวดล้อม ควรประสานงานกับทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อทบทวนความเหมาะสมของมาตรฐานฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม

- เมื่อได้ข้อยุติเรื่องระดับมาตรฐานใหม่แล้วควรเร่งวางแผนแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่มีฟลูออไรด์เกินมาตรฐาน(ใหม่) โดยเฉพาะน้ำประปาของกรมอนามัยซึ่งกำลังมีความพยายามยกระดับให้เป็นประปาดื่มได้ ควรมีระดับฟลูออไรด์ไม่เกินมาตรฐานใหม่นี้

ความเหมาะสมของการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาในประเทศไทย

การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาอาจไม่ใช่ทางแก้ปัญหาที่มีความจำเป็นต้องดำเนินการในขณะนี้ เนื่องจากสถิติปัญหาฟันผุของประเทศยังไม่อยู่ในขั้นวิกฤต และไม่มี ความจำเป็นเร่งด่วนในการดำเนินการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปา นอกจากนี้การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาจะทำให้เกิดความเสียดผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากความเป็นพิษของฟลูออไรด์ โดยเฉพาะปัญหาฟันคุดกระที่จะต้องเพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

- การเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาเพื่อป้องกันฟันผุ นอกจากจะต้องพิจารณาความเสียดผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงสิทธิของประชาชนในการเลือกตัดสินใจ และการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมด้วย
- ผลการวิจัยถึงประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุของการเติมฟลูออไรด์ในน้ำประปาสันับสนุนการการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ (topical application) มากกว่าการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกาย กรมอนามัยควรเร่งรณรงค์การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ ซึ่งเป็นแนวทางแก้ปัญหาฟันผุที่มีความเป็นไปได้สูงสำหรับประเทศเรา เนื่องจากคนไทยส่วนใหญ่มีการแปรงฟันเป็นประจำ
- กรมอนามัยควรเร่งปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้สุขศึกษา เพื่อแก้ปัญหาฟันผุที่เกิดจากการที่เด็กหัดคาขวดนม การไม่กำหนดระยะเวลาที่แน่นอนในการเลิกลืมมือถือ และการบริโภคของหวานที่เพิ่มมากขึ้นของคนไทย

เอกสารอ้างอิง

- Baelum V, Fejerskov O, Manji F & Larsen MJ. (1987). Daily dose of fluoride and dental fluorosis. *Tandlaegebladet*, 91, 452-6.
- Brouwer ID, Backer Dirks O, De. Bruin A & Hautvast JGAJ. (1988). Unsuitability of World Health Organization guidelines for fluoride concentrations in drinking water in Senegal. *Lancet*, 30, 223-5.
- Bucher JR, Hejtmancik MR, Toft II JD, Persing RL, Eustis SL & Haseman JK. (1991). Results and conclusions of the National Toxicology Program's rodent carcinogenicity studies with sodium fluoride. In: National Research Council. (1993). *Health Effects of Ingested Fluoride*. Washington, D.C.: National academy press.
- Burt BA & Fejerskov O. (1996). Water fluoridation. In: Fejerskov O, Ekstrand J & Burt BA. (Eds). *Fluoride in dentistry*, (2nd ed). Denmark: Fr. Martin, Christiansfeld.
- Burt BA, Keels MA, Heller KE. (2000). The effects of a break in water fluoridation on the development of dental caries and fluorosis. *J Dent Res* 79(2): 761-9.
- Burt BA. (1992). The changing patterns of systemic fluoride intake. *J Dent Res*, 71, 1228-37.
- Butler WJ, Segreto V & Collins E. (1985). Prevalence of dental mottling in school-aged lifetime residents of 16 Texas communities. *Am J Public Health*, 75: 1408-12.
- Carvalho JC, Van Nieuwenhuysen JP & D'Hoore W. (2001). The decline in dental caries among Belgian children between 1983 and 1998. *Community Dent Oral Epidemiol* 29: 55-61
- Cauley JA, Murphy PA, Riley T & Black D. (1991). Public health bonus of water fluoridation: Does fluoridation prevent osteoporosis and its related fractures? (abstract) *Am. J. Epidemiol.* 134: 768.

10. Chilvers C & Conway D. (1985). Cancer mortality in England in relation to levels of natural occurring fluoride in water supplies. *J Epidemiol Comm Health* 39: 44-47.
11. Cohn. (1992). Association of Drinking Water Fluoridation and the Incidence of Osteosarcoma Among Young Males. *Environmental Health Service New Jersey*. Nov. 8.
12. Collins TF., et al. (1995). Developmental toxicity of sodium fluoride in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 33(11), 951-60.
13. Colquhoun J. (1994). Is there a dental benefit from water fluoride? *Fluoride*, 27(1), 13-22.
14. Cook-Mozaffari P & Doll R. (1981). Fluoridation of water supplies and cancer mortality and Mortality trends after fluoridation. *J Epidemiol Comm Health* 35, 33-38
15. Cooper C, Wickham CAC, Lacey RF & Barker DJP. (1990). Water fluoride concentration and fracture of the proximal femur. *J Epidemiol Community Health* 44, 17-19.
16. Cooper, C, Wickham CAC, Barker DJR & Jacobsen SJ. (1991). Water fluoridation and hip fracture [letter]. *JAMA* 266, 513-514.
17. Danielson, C, Lyon JL, Egger M & Godenough GK. (1992). Hip fractures and fluoridation in Utah's elderly population. *JAMA* 268, 746-748.
18. Daston GP, Rehnberg BF, Carver B & Kavlock RJ. (1985). Toxicity of sodium fluoride to the postnatally developing rat kidney. *Environ. Res.* 37, 461-74.
19. Day TK & Powell-Jackson PR. (1972). Fluoride, water hardness, and endemic goitre. *Lancet*, 1135-1138.
20. Desai VK, Solandi DM & Bansal RK. (1993). Epidemiological study of goitre in endemic fluorosis district of Gujarat. *Fluoride*, 26(3), 187-190.
21. Diesendorf M. (1986). The mystery of declining tooth decay. *Nature* 322, 125-29
22. Dote T, Kono K, Usuda K, Nishiura H & Tagawa T. (2000). Acute renal damage dose response in rats to intravenous infusion of sodium fluoride. *Fluoride* 33(4), 210-17.

23. Farkas CS & Farkas EJ. (1974). Potential effect of food processing on the fluoride content of infant foods. *Science Total Environment*, 2, 399-405.
24. Fejerskov O, Baelum V & Richards A. (1996). Dose-response and dental fluorosis. In: Fejerskov O, Ekstrand J & Burt BA. (ed). *Fluoride in dentistry*, 2 ed. Denmark: Fr. Martin, Christainsfeld.
25. Freni, SC & Gaylor DW. (1992). International Trends in the Incidence of Bone Cancer Are Not Related to Drinking Water Fluoridation. *Cancer* 70 (3), 611-18
26. Galagan DJ & Vermillion JR. (1957). Determining optimum fluoride concentrations. *Public Health Rep.*, 72, 491-93.
27. Geever EF, Leone NC, Guser P & Leiberman J. (1958). Pathologic studies in man after prolonged ingestion of fluoride in drinking water. I. Necropsy findings in a community with a water level of 2.5 ppm. *J. Am. Dent. Assoc.* 56, 499-507.
28. Gelberg KH, Fitzgerald EF, Hwang SA & Dubrow R. (1995). Fluoride Exposure and Childhood Osteosarcoma. A Case-Control Study. *Am J Public Health* 85, 1678-83
29. Goggin, JE, Haddon W. Jr, Hambly GS & Hoveland JR. (1965). Incidence of femoral fractures in postmenopausal women. *Public Health Rep.*, 80, 1005-1012.
30. Griffith GW. (1985). Fluoridation and cancer mortality in Anglesey. *J Epidemiol Comm Health* 39, 224-26
31. Guan ZZ, Wang YN, Xiao KQ, Dai DY, Chen YH, Liu JL, et al. (1998). Influence of chronic fluorosis on membrane lipids in rat brain. *Neurotoxicol Teratol*, 20, 537-42
32. Hillier S, Cooper C, Kellingray S, Russell G, Hughes H & Goggon D. (2000). Fluoride in drinking water and risk of hip fracture in the UK: a case-control study. *Lancet*, 355, 265-269.
33. Hodge HC. (1950). The concentration of fluorides in the drinking water to give the point of minimum caries with maximum safety. *J Am Dent Assoc*, 40, 436-39.

34. Hoover RH, McKay FW, Fraumeni JF. (1976). Fluoridated drinking water and the occurrence of cancer. *J Natl Cancer Inst*, 57, 757-68
35. Isaacson RL, Varner JA, Jensen KF. (1997). Toxin-induced blood vessel inclusions caused by the chronic administration of aluminium and sodium fluoride and their implications for dementia. *Neuroprotective Agents. Ann NY Acad Sci*, 825, 152-664
36. Jacobsen, SJ, Goldberg J, Cooper C & Lockwood SA. (1992). The association between water fluoridation and hip fracture among white women and men aged 65 years and older: A national ecologic study. *Ann Epidemiol.*, 2, 617-26.
37. Jacobsen, SJ, Goldberg J, Miles TP, Brody JA, Stiers W & Rimm AA. (1990). Regional variation in the incidence of hip fracture: U.S. white women aged 65 years and older. *JAMA* 264, 500-502.
38. Jacobsen, SJ, O'Fallon WM & Melton (III) LJ. (1993). Hip fracture incidence before and after fluoridation of the public water supply, Rochester, Minnesota. *Am. J. Public Health* 83, 743-45.
39. Jacqmin-Gadda H, Cumming D & Dartigues J-F. (1995). Fluorine concentration in drinking water and fractures in the elderly. *JAMA* 273, 775-76.
40. Jowsey J, Riggs BL, Kelly PJ & Hoffman PL. (1972). Effects of combined therapy with sodium fluoride, vitamin D and calcium in osteoporosis. *American Journal of Medicine*, 53, 43-9.
41. Keller C. (1991). Fluorides in Drinking Water. In: NRC, *Health Effects of Ingested Fluoride*. Washington, D.C.: National Academy Press.
42. Kinlen L. (1975). Cancer incidence in relation with fluoride levels in water supplies. *Br Dent Ass J*, 138, 221-24

43. Kunzel W, Fischer T, Lorenz R & Bruhmann S. (2000). Decline of caries prevalence after the cessation of water fluoridation in the former East Germany. *Community Dent Oral Epidemiol*, 28(5), 382-89
44. Kurtio P, Gustavsson N, Vartiainen T & Pekkanen J. (1999). Exposure to natural fluoride in well water and hip fracture: a cohort analysis in Finland. *Am. J. Epidemiol.* 150(8), 817-24.
45. Kuznetsova LS. (1969). Effects of industrial factors in superphosphate production on the genitalia of female worker [in Russian]. *Gig. Tr. Prof. Zabol.*, 13(5), 21-25.
46. Lee JR. (1996). Fluoride exposure and childhood osteosarcoma, A case-control study. Review of report. *Fluoride*, 29 (4), 237-40.
47. Lee JR. (2000). Hip fractures and fluoride revisited: a critique.[Editorial] *Fluoride*, 33(1), 1-5.
48. Lee, JR. (1993). Fluoridation and Hip Fracture according to the national research council report: "Health Effects of Ingested Fluoride" (research review). *Fluoride* 26(4), 274-277.
49. Leverett DH. (1991). Appropriate uses of systemic fluoride: considerations for the '90s. *Journal of Public Health Dentistry*, 51(1), 42-47.
50. Li XS, Zhi JL & Gao RO. (1995). Effect of fluoride exposure on intelligence of children. *Fluoride*, 28 (4), 189-92.
51. Louw AJ & Chikte UME. (1997). Fluoride and fluorosis: The status of research in South Africa. In: Dahi E & Bregnhøj H. (Eds), *Proceeding of the 2nd International Workshop on Fluorosis and Defluoridation of Water*. Nazareth, Ethiopia. November 19-25, 1997. New Zealand: The International Society for Fluoride Research.
52. Lu, Y, Sun Zr, Wu LN, Wang X, Lu W & Liu SS. (2000). Effect of high-fluoride water on intelligence in children. *Fluoride* 33(2), 74-8.

53. Mahoney MC, Philip CN, William SB & James MM. (1991). Bone Cancer Incidence Rates in New York State: Time Trends and Fluoridated Drinking Water. *Am J Public Health* 81, 475-79.
54. Maupome G, Clark DC, Levy SM & Berkowitz J. (2001). Patterns of dental caries following the cessation of water fluoridation. *Community Dent Oral Epidemiol* 29, 37-47.
55. May DS & Wilson MG. (1991). Hip Fractures in Relation to Water Fluoridation. In: NRC, *Health Effects of Ingested Fluoride*. Washington, D.C.: National Academy Press.
56. McClure FJ. (1943). Ingestion of fluoride and dental caries, quantitative relations based on food and water requirements of children 1 to 12 years old. *Am J Dis Child*, 66, 362-9.
57. McLaren JR. (1969). Fluoride and the thyroid gland (editorial). *Fluoride*, 2, 192-194.
58. Mullenix PJ, Denbesten PK, Schunior A & Kernan WJ. (1995). Neurotoxicity of sodium fluoride in rats. *Neurotoxicol Teratol*, 17, 169-77.
59. National Research Council (NRC). (1993). *Health effects of ingested fluoride*. Washington, D.C.: National academy press.
60. Ophaug RH, Singer L, et al. (1980). Fluoride Intake of 6-month-old Infants in Four Dietary Regions of the United States. *Am J Clin Nutr*, 33(2), 324-7.
61. Pashley DH, Allison NB, Easmann RP, et al. (1984). The effect of fluoride on the gastric mucosa of the rat. *Journal of Oral Pathology*, 13, 535-45.
62. PHS (U.S. Public Health Service). (1991). Review of fluoride Benefits and Risks. Report of the ad hoc subcommittee on fluoride of the committee to coordinate environmental health and related programs public health service.
63. Poonam K. (1985). Studies on the effect of fluoride ingestion in excess on parafollicular cells of rabbit thyroid gland. In: Desai VK, Solandi DM & Bansal RK, Epidemiological study of goitre in endemic fluorosis district of Gujarat. *Fluoride*, 26(3), 187-90.

64. Public Health Service (PHS). (1962). *Public Health Service Drinking Water Standards, Revised 1962*. PHS Publ. No. 956. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
65. Public Health Service (PHS). (1991). *Review of fluoride: benefits and risks*, report of the ad hoc committee on fluoride of the committee to coordinate environmental health and related program.
66. Richards LF, Westmoreland WW, Tashiro M, McKay CH & Morrison JT. (1967). Determining optimum fluoride levels for community water supplies in relation to temperature. *J Am Dent Assoc*, 74, 389-97.
67. Riggs BL, Hodgson SF, O'Fallon W, et al. (1990). Effect of fluoride treatment on the fracture rate in postmenopausal women with osteoporosis. *New England Journal of Medicine*, 322, 802-9.
68. Roholm K. (1937). *Fluorine intoxication: a clinical-hygienic study with a review of the literature and some experimental investigations*. London: HK Lewis. p. 281.
69. Rolla G, Ogaard B & De Almeida Cruz R. (1993). Topical application of fluorides on teeth. New concepts of mechanisms of interaction. *J Clin Periodontol*, 20, 105-8.
70. Schenker M, Beaumont J, Eskenazi B, Gold E, Hammond K, Lasley B, McCurdy S, Samuels S & Swan S. (1992). Final Report to the Semiconductor Industry Association: Epidemiologic Study of Reproductive and Other Health Effects Among Workers Employed in the Manufacture of Semiconductors. In: NRC, *Health Effects of Ingested Fluoride*. Washington D.C.: National Academy Press.
71. Shashi A. (1993). Nucleic acid levels in thyroid gland in acute and chronic fluoride intoxication. *Fluoride*, 26(3), 191-196.
72. Shashi. (1988). Biochemical effects of fluoride on thyroid gland during experimental fluorosis. *Fluoride*, 21(3), 127-130.

73. Sowers MFR, Clark MK, Jannausch ML & Wallace RB. (1991). A prospective study of bone mineral content and fracture in communities with differential fluoride exposure. *Am. J. Epidemiol.*, 133, 649-60.
74. Spak CJ, Sjostedt S, Eleborg L, et al. (1989). Tissue response of gastric mucosa after ingestion of fluoride. *British Medical Journal*, 298, 1686-87.
75. Sprando RL, et al. (1997). Testing the potential of sodium fluoride to affect spermatogenesis in the rat. *Food and Chemical Toxicology*, 35(9), 881-90.
76. Sprando RL. (1996). Effect of intratesticular injection of sodium fluoride on spermatogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 34(4), 377-84.
77. Susheela AK & Das TK. (1988). Chronic fluoride toxicity: A scanning microscopic study of duodenal mucosa. *Clinical Toxicology*, 26, 467-76.
78. Susheela AK, Taposh K Das, Gupta IP, Tandon RK, Kacker SK, Ghosh P & Deka RC. (1992). Fluoride ingestion and its correlation with gastrointestinal discomfort. *Fluoride*, 25(1), 5-22.
79. Susheela AK, Kumar A, Bhatnagar M & Bahadur R. (1993). Prevalence of endemic fluorosis with gastrointestinal manifestations in people living in some north-Indian villages. *Fluoride* 26(2), 97-104.
80. Tokar VI & Savchenko ON. (1977). Effect of inorganic fluorine compounds on the functional condition of the hypophysis-testes system [in Russian]. *Probl. Endokrinol.* 23, 104-107.
81. Varner JAA, Jensen KF, Horvath W & Isaacson RL. (1998). Chronic administration of aluminium-fluoride or sodium-fluoride to rats in drinking water: alterations in neuronal and cerebrovascular integrity. *Brain Res*, 784, 284-98

82. Warnakulasuriya KAAS, Balasuriya S, Perera PAJ & Peiri LCL. (1992). Determining Optimal Levels of Fluoride in Drinking Water for Hot, Dry Climates- a case study in SriLanka. *Community Dent Oral Epidemiol*, 20, 364-67.
83. WHO (1986). Appropriate use of fluorides for human health. Geneva: WHO.
84. WHO (1994). *Fluorides and Oral Health*, Report of a WHO Expert Committee on oral health status and fluoride use. WHO Technical Report Series 846. Geneva: WHO.
85. WHO (1996). Guideline for drinking-water quality, 2nd ed. Geneva: WHO.
86. Yiamouyiannis JA & Dean Burk. (1977). Fluoridation and Cancer: Age Dependence of Cancer Mortality Related to Artificial Fluoridation. *Fluoride*, 10(3), 102-23.
87. Yiamouyiannis JA. (1993). Fluoridation and cancer: the biology and epidemiology of bone and oral cancer related to fluoridation. *Fluoride*, 26(2), 83-96.
88. Zhao LB, Liang GH, Zhang DN & Wu XR. (1996). Effect of a high fluoride water supply on children's intelligence. *Fluoride* 29 (4), 1990-92
89. Ziegelbecker R. (1981). *Fluoride*, 14, 123-28.
90. กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย. (2538). รายงานผลการสำรวจสถานะทันตสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 4 พ.ศ. 2537 ประเทศไทย.
91. จุฬารัตน์ ตั้งกบดี และชาญชัย ลิ้มขจรเจริญ. (2540). ความชุกของโรคฟันผุและฟันตกรรใน กลุ่มเด็กนักเรียนอายุ 6 และ 12 ปี จำแนกตามฟลูออไรด์ในพื้นที่ย่านนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี. รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข.
92. ทพญ. สุรัตน์ มงคลชัยอรัญญา จันทนา อึ้งชูศักดิ์ และ จุฬารัตน์ เหลืองอร่ามรัตน์. (2543). การศึกษาสถานะฟันตกรรในเด็กอายุ 12 ปี อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มบรรจุขวด วันที่ 28-29 มีนาคม 2543 ณ สวนสามพราน จังหวัดนครปฐม.

93. ประทีป พันธุมวนิช ยุพิน ส่งไพศาล สุพรรณิ หาญสวัสดิ์ พชรินทร์ เล็กสวัสดิ์ และ Schamschula, RG. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคกับสภาวะฟันตกกระในจังหวัดเชียงใหม่. ใน *เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการระดับชาติ เรื่องการปรับระดับฟลูออไรด์ในน้ำประปา* วันที่ 17-18 พฤษภาคม 2532 ณ ห้องประชุมลี สิทธิสিং คณะทันตแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
94. ปิยะดา ประเสริฐสม และ ศรีสุตา ลีละสิริ. (2542). รายงานผลโครงการศึกษาสถานการณ์และแนวโน้มของปัญหาตลอดจนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทันตสาธารณสุขในระดับอำเภอ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
95. ปิยะดา ประเสริฐสม. (2543). สรุปโครงการปรับระดับฟลูออไรด์ในน้ำประปา. กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย.
96. มณี แก้วปลั่ง. (2532). ฟลูออไรด์เป็นพิษเรื้อรังในภาคเหนือบางพื้นที่. ใน *เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการระดับชาติ เรื่องการปรับระดับฟลูออไรด์ในน้ำประปา* วันที่ 17-18 พฤษภาคม 2532 ณ ห้องประชุมลี สิทธิสিং คณะทันตแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
97. ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต 10 และศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต10. (2544). *ปัญหาและการแก้ไขปัญหาการได้รับฟลูออไรด์มากเกินไปสำหรับบุคลากรสาธารณสุข*.
98. สุรัตน์ มงคลชัยธัญญา. (2541). ยาลีฟันผสมฟลูออไรด์. ใน: กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย. *การใช้ฟลูออไรด์ในระดับชุมชน*.
99. สุรางค์ เมธูปถุณท์ นนทิณี ตั้งเจริญดี มัลลิกา ตันจุลเวศม์ และ กัญญลักษณ์ ศักรางกูร. (2543). ปริมาณการบริโภคน้ำและเครื่องดื่มของเด็กไทยอายุ 18-47 เดือนกลุ่มหนึ่ง ในจังหวัดนนทบุรี. *วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, 23(3), 76-83.