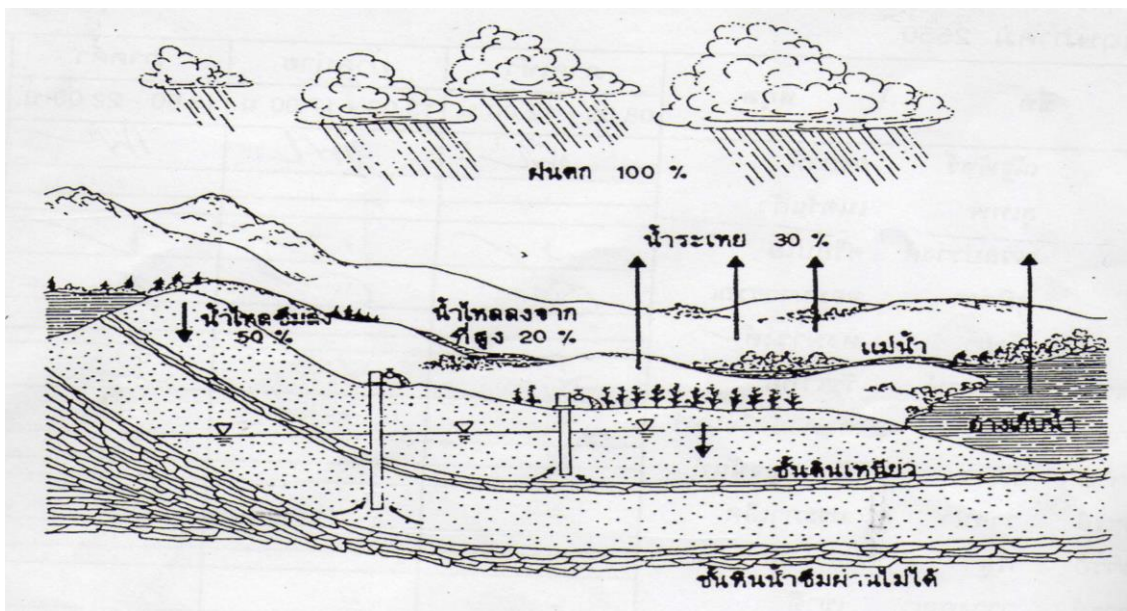


บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัฏจักรของน้ำ (water cycle) [5]

วัฏจักรของน้ำ หมายถึง วงจรการหมุนเวียนของน้ำในธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างไม่มีที่สิ้นสุด เริ่มจากโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้น้ำบริเวณผิวโลกระเหยกลายเป็นไอลอยขึ้นไปในบรรยากาศ เมื่อไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น อุณหภูมิจะลดลงเปลี่ยนแปลงสภาวะกลายเป็นเมฆ เมฆส่วนหนึ่งจะกลายเป็นฝนหรือหิมะตกลงมาพื้นผิวโลก น้ำฝนที่ตกลงมาพื้นผิวโลกส่วนหนึ่งจะซึมลงไปดินซึ่งดินชั้นบนหรือชั้นผิวน้ำจะอุ้มน้ำได้จำนวนหนึ่ง ซึ่งช่วยทำให้พืชเจริญงอกงามและน้ำที่พืชดูดขึ้นมาไว้ในลำต้นและใบ ส่วนหนึ่งจะระเหยออกจากทางปากใบกลายเป็นไอลอยขึ้นสู่บรรยากาศ น้ำฝนบางส่วนที่ซึมผ่านดินชั้นบนลงสู่ดินชั้นล่างลึกลงไปเรื่อยๆ ถ้าเป็นดินทราย กรวด ดินเหนียว ดินดาน ดินพวกนี้จะกักขังน้ำไว้กลายเป็นน้ำใต้ดิน น้ำอีกส่วนหนึ่งจะไหลลงสู่ลำธาร คลอง แม่น้ำอ่างเก็บน้ำ ทะเล มหาสมุทร ในที่สุดน้ำเหล่านี้จะระเหยกลับไปเป็นไอลีกครั้งหนึ่งหมุนเวียนอยู่เช่นนี้ ไม่มีวันสิ้นสุด



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ

2.2 ประเภทของแหล่งน้ำธรรมชาติ

จากปรากฏการณ์ของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ สามารถแบ่งประเภทของแหล่งน้ำได้เป็น 3 ประเภท [18] คือ

2.2.1 น้ำจากบรรยากาศ

หมายถึง น้ำที่ได้จากบรรยากาศซึ่งอยู่ในรูปลักษณะต่างๆ กัน เช่น น้ำฝน หิมะ ลูกเห็บ น้ำค้าง เป็นต้น

2.2.2 น้ำผิวดิน (surface water) [25]

หมายถึง ส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำลำธาร คลอง แม่น้ำ หนอง บึง ทะเล มหาสมุทร ทะเลสาบ น้ำผิวดินนี้รวมถึงน้ำที่ไหลล้นจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย ดังจะเห็นได้จากลำธารหรือลำห้วยที่มีน้ำไหลผ่านตลอดปี ไม่ว่าจะฝนนตกหรือไม่ จำนวนน้ำที่ไหลในลำห้วยหรือลำน้ำ ในระหว่างฤดูแล้งเรียกว่า dry weather flow (D.W.F) น้ำนี้เป็นน้ำที่สะสมไว้ใต้ดิน และซึมขึ้นมาตลอด เวลาที่ฝนไม่ตก

2.2.3 น้ำใต้ดิน (underground water) [5]

หมายถึง น้ำฝนและน้ำทุกประเภทที่ไหลซึมลึกลงไปในดินด้วยอำนาจและแรงดึงดูดของโลกโดยไหลผ่านช่องว่างของดินชั้นต่างๆ ลงไปจนถึงชั้นดิน ซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้ น้ำจะถูกขังอยู่บนดินชั้นนี้ เรียกน้ำนี้ว่า น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดิน แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ โชนสัมผัสอากาศ และโชนอึดตัวด้วยน้ำ ซึ่ง โชนอึดตัวด้วยน้ำ มักประกอบด้วย ชั้นกรวด ทราย หรือหินพรุนน้ำซึมได้ หรือที่ว่าง, รอยแตก หรือโพรงในหิน น้ำที่เก็บอยู่ในโชนอึดตัวด้วยน้ำเรียกว่า น้ำบาดาล น้ำใต้ดินต่างจากน้ำบาดาลตรงที่น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำทุกประเภทที่ซึมผ่านชั้นดินลงมาอยู่ในระดับชั้นดินลงมาอยู่ในระดับชั้นดินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ ระดับน้ำใต้ดินสามารถสังเกตและหาได้ง่ายจากระดับน้ำนิ่งในบ่อขุด หรือบ่อที่เจาะลึกลงไปถึงชั้นน้ำบาดาล

2.2.4 น้ำบาดาล (ground water)

หมายถึง น้ำที่เกิดอยู่ในชั้นหินที่เป็นโชนอึดตัวด้วยน้ำ ซึ่งประกอบด้วยชั้นกรวด ทราย ชั้นหินเนื้อพรุนในที่ว่าง รอยแตก หรือโพรงในชั้นหินอย่างใดอย่างหนึ่ง และชั้นน้ำบาดาล เหล่านี้จะรองรับด้วยหินเนื้อแน่น ไม่ยอมให้น้ำไหลซึมลงไปข้างล่างได้อีก

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าน้ำบาดาลจะไม่สามารถไหลซึมลงไปข้างล่างได้อีกแต่น้ำบาดาล ก็ยังมีการเคลื่อนไหว และไหลล้นอยู่ตลอดเวลา การไหลของน้ำบาดาลมักจะมีทิศทาง การไหลเหมือนน้ำในแม่น้ำลำธาร กล่าวคือจะไหลไปสู่ที่ซึ่งมีระดับต่ำกว่า ซึ่งมีทะเลเป็นจุดสุดท้าย ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และชั้นต่างๆ ของดิน ที่สามารถกักและเก็บน้ำได้

2.3 คุณภาพหรือคุณสมบัติของน้ำ [2, 3, 18, 26, 43,60]

คุณสมบัติหรือคุณภาพของน้ำขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำ จากปริมาณคุณสมบัติหรือคุณภาพของน้ำขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำ จากปริมาณและชนิดของสิ่งเจือปนเหล่านี้ ทำให้สามารถแบ่งคุณสมบัติของน้ำออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.3.1 สมบัติทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ เป็นสมบัติที่สามารถทราบได้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์เกิดจากสารบางชนิด ซึ่งสารเหล่านี้สามารถกำจัดออกจากน้ำได้ด้วยวิธีสามัญ และมักเป็นอันตรายน้อยกว่าสารในน้ำประเภทอื่น สมบัติทางกายภาพของน้ำแบ่งตามสาเหตุได้ดังนี้

2.3.1.1 กลิ่นและรสของน้ำ (odour and taste) [3, 5, 25] กลิ่นของน้ำเกิดจากสารอินทรีย์ เป็นส่วนใหญ่และเกิดจากสารอนินทรีย์บางชนิด เช่น เหล็ก, คลอรีน นอกจากนี้ยังเกิดจากพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งจุลินทรีย์บางตัวสามารถสร้างน้ำมันที่ระเหยได้ และน้ำเป็นตัวทำให้น้ำมันนั้นมีกลิ่น เป็นผลให้แหล่งน้ำมันมีกลิ่นด้วย ส่วนรส (taste) ของน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายรส คือ รสเค็ม เปรี้ยว หวาน ขม ซึ่งรสเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากมีปริมาณของเกลือแร่ที่ละลายได้ละลายปนอยู่ในน้ำ หรือเกิดจากจำนวนสารประกอบของกรดและด่าง หรือสารประกอบของเหล็กละลายปนอยู่ในน้ำจึงทำให้รสของน้ำเปลี่ยนไป

2.3.1.2 สี (color) [25] เกิดจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งมี lignin เป็นองค์ประกอบ ที่เกิดจากต้นหญ้า ใบไม้เน่าเปื่อยนั้น โดยมากมักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำชาทั้งนี้เพราะเกิดจาก สารประกอบพวก tannin, humic acid และ humate ส่วนสีที่เกิดจากน้ำที่จากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีสีตามน้ำที่ทิ้งนั้นๆ สารที่ทำให้เกิดสีในน้ำมักเป็นพวก colloidal ที่มีประจุลบ ซึ่งสามารถกำจัดได้ โดยใช้เกลือของธาตุที่มีวาเลนซ์บวกสาม (+3) เช่น Al^{+++} และ Fe^{+++} เพื่อไปจับไอออนลบ ทำให้สีที่เป็นพวก colloidal หดไป โดยมากน้ำผิวดินจะมีสีสูงมาก ทั้งนี้เพราะสารที่ทำให้น้ำมีสีสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ และอีกประการหนึ่งคือน้ำผิวดินมีโอกาสถูกปนเปื้อนได้มากกว่าน้ำใต้ดิน [5] นอกจากนี้ ไอออนของโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก แมงกานีส ก็ทำให้น้ำมีสี สีของน้ำมี 2 ประเภท คือ

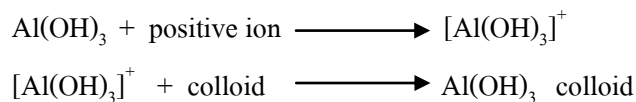
- 1) สีที่แท้จริง (true color) ซึ่งเกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ
- 2) สีที่ปรากฏ (apparent color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำหรือไม่ก็อาจเกิดจากการสะท้อนของท้องฟ้า

สารละลายที่ทำให้เกิดสีแท้จริง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต และส่วนประกอบทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว ส่วนสิ่งที่แขวนลอยซึ่งทำให้เกิดสีที่ปรากฏ ได้แก่ พืชเล็กๆ ในน้ำ เช่น phytoplankton และ zooplankton รวมทั้งสิ่งไม่มีชีวิตบางประเภท เช่น เกล็ดของซากพืชและสัตว์ต่างๆ ตะกอนของดินและทราย [18]

สีของน้ำมีความสัมพันธ์กับ pH มาก U.S. public health service กำหนดว่า น้ำที่ใช้บริโภคได้ไม่ควรมีสีเกิน 15 หน่วย

2.3.1.3 ความขุ่น (turbid) [3, 25] หมายถึง น้ำที่มีสารพวกสารแขวนลอย ซึ่งขัดขวางการเดินทางของแสงที่ผ่านน้ำ สารเหล่านั้นสามารถทำให้แสงเกิดการกระเจิงหรืออาจดูดแสงเอาไว้มิให้ทะลุผ่านไปได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นมีลักษณะขุ่น สารแขวนลอยเหล่านั้น ได้แก่ ดินโคลน จุลินทรีย์ สาหร่ายเซลล์เดียว แพลงตอน ไดอะตอม นอกจากนี้ สารเคมีบางชนิดก็สามารถทำให้เกิดความขุ่นได้ เช่น เหล็ก แมงกานีส ซึ่งพบมากในน้ำบ่อตื้น น้ำบาดาล น้ำเหล่านี้เมื่อตักขึ้นมาใหม่ๆ จะใส แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศจะเกิดความขุ่นขึ้นเพราะออกซิเจนจากอากาศไปรวมตัว (ออกซิไดส์) สารเหล่านี้ให้ไปอยู่ในรูปซึ่งเป็นตะกอน ที่ไม่ละลายน้ำ เช่น Fe^{2+} จะถูกเปลี่ยนเป็น $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ซึ่งเป็นตะกอนสีเหลืองหรือสีน้ำตาลแดง นอกจากนี้แบคทีเรีย ซึ่งอาศัยสารเคมี เช่น เหล็ก (Fe) กำมะถัน (S) และแมงกานีส (Mn) เป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิต เมื่อมีธาตุเหล่านี้อยู่ในน้ำก็จะเจริญเติบโต ทำให้น้ำขุ่นได้เช่นกัน [2]

เราสามารถกำจัดความขุ่นได้โดยการให้น้ำสัมผัสกับอากาศ และใส่สารเคมีบางชนิดซึ่งเป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำ เช่น สารส้ม ($\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) หรือ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ซึ่งสารเหล่านี้จะไปจับ colloid แล้วได้เป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น และตกตะกอน ซึ่งสามารถกรองทิ้งได้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ



2.3.1.4 อุณหภูมิ (temperature) [3, 25] หมายถึง ระดับความร้อน อุณหภูมิของน้ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำ น้ำธรรมชาติมักมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงปกติ ถ้าอุณหภูมิสูง จะทำให้ความหนาแน่นของน้ำน้อยลง (ตามปกติ น้ำจะมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ 4°C) แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำจะทำให้น้ำมีความหนืดมาก และมีความต้านทานด้วย นอกจากนี้ น้ำที่มีอุณหภูมิสูงๆ จะทำให้สารต่างๆ ในน้ำถูกทำลายได้ดี และทำให้การละลายของออกซิเจนลดลง ซึ่งมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่น อุณหภูมิของน้ำเป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์และการเจริญเติบโต

ไฟฟ้าเพิ่มแสดงว่ามีสารที่แตกตัวได้ในน้ำเพิ่มขึ้น ถ้าค่าความนำไฟฟ้าลดลงแสดงว่ามีสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง

ค่าความนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถ้าอุณหภูมิของน้ำเพิ่ม (อัตราการเพิ่ม ประมาณ $2\% \text{ } ^\circ\text{C}$) ดังนั้นจึงควรมีเทอร์โมมิเตอร์ ที่อ่านได้ในช่วง $23 - 27 \text{ } ^\circ\text{C}$ และอ่านได้ละเอียด $0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$

2.3.2.4 ออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen; DO) [8, 9, 43] หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำซึ่งเป็นรูปที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำเพื่อการดำรงชีพ และปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในน้ำ นอกจากนี้ยังป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนแต่อาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอีกด้วย โดยปกติน้ำที่อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ จะมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำประมาณ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำและเกลือรละลายในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพจะมีค่า DO อยู่ประมาณ 5 – 7 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3.2.5 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand; BOD) [3, 9] ค่า BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ชนิดย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน [3] ค่า BOD นอกจากจะบอกถึงความสกปรกของน้ำแล้ว ยังมีความสำคัญในการควบคุมความสกปรกของน้ำในแหล่งน้ำอีกด้วย ปกติการย่อยสลายจะใช้เวลาาน แต่ตามมาตรฐานได้กำหนดไว้ให้ใช้เวลาการย่อยสลายในขวด BOD ในที่มีมือที่อุณหภูมิ $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 5 วัน

ค่า BOD มีความสำคัญมากในการควบคุมมลพิษทางน้ำเพราะเป็นข้อมูลที่แท้จริงที่บอกถึงความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำด้วยขบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้ แม่น้ำลำคลองหรือแหล่งน้ำ ถ้ามีค่า BOD สูงเกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าน้ำนั้นจะเน่าเสียได้เพราะจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในน้ำหมด

2.3.2.6 สารประกอบไนเตรต (nitrate; NO_3^-) ไนไตรท์ (nitrite; NO_2^-) และแอมโมเนีย (ammonia; NH_3) หรือแอมโมเนียม (ammonium; NH_4^+) [9, 26, 27, 39, 43] อีอนทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถเปลี่ยนแปลงจากรูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่งในธรรมชาติได้ โดยจุลินทรีย์ ไนเตรท สามารถป็นเปื้อนโดยได้มาจากการชะล้างปุ๋ยในดินโดยน้ำ แล้วไหลลงไปในแหล่งน้ำจากการนำเปื้อนของเสียที่ปล่อยออกมาจากชุมชน จากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ น้ำส่วนใหญ่จะพบปริมาณไนไตรท์และแอมโมเนียไม่มากนัก สำหรับการพบในปริมาณที่มาก แสดงให้เห็นถึงสภาวะของน้ำที่อยู่ระหว่างการเปลี่ยนแปลงหรือการป็นเปื้อนที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น การป็นเปื้อนจากปุ๋ยหรือสิ่งขับถ่ายในคนและสัตว์ น้ำถ้ามีปริมาณไนเตรทสูงเกินกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยเฉพาะทารก ทั้งนี้เนื่องจากไนเตรท เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนไป

เป็นรูปไนเตรต แล้วไนเตรตจะทำให้ฮีโมโกลบินที่มีอยู่ในเลือดไม่สามารถนำเอาออกซิเจนไปสู่เซลล์ของร่างกายได้ ทำให้เกิดการขาดออกซิเจน นอกจากนี้ไนเตรตยังเป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชเมื่อมีไนเตรตปริมาณสูงในน้ำสูงจะเกิดปัญหาทำให้พืชน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

สำหรับแอมโมเนียในน้ำถ้ามีปริมาณมากกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรจะมีผลต่อสัตว์น้ำโดยจะเกิดการระคายเคืองและเร่งการหายใจ ทำให้เกิดการขาดออกซิเจน ถ้าพบในปริมาณมากแสดงว่าเป็นผลมาจากการปนเปื้อนจากของเสียจากชุมชนหรือปศุสัตว์

2.3.2.7 ฟอสเฟต (phosphate; PO_4^{3-}) [3, 25, 33, 43, 61] ฟอสเฟตพบในน้ำมี 3 รูปแบบ (form) คือ ในรูปแบบของออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate : $\text{O} - \text{PO}_4^{3-}$) รูปเมตาฟอสเฟต หรือ โพลีฟอสเฟต (metaphosphate or polyphosphate) และในรูปของฟอสเฟตที่เชื่อมต่อกับอินทรีย์สาร ซึ่งแต่ละชนิดประกอบด้วยฟอสเฟตที่มีสูตรเคมีแตกต่างกัน รูปแบบออร์โธ (ortho forms) ถูกสร้างขึ้นโดยกระบวนการตามธรรมชาติและพบในสิ่งโสโครก (sewage) รูปแบบโพลี (poly forms) ถูกใช้ในการบำบัด หม้อต้มน้ำ (boiler waters) และในผงซักฟอก เมื่ออยู่ในน้ำรูปแบบฟอสเฟตต่างๆ จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแบบออร์โธ ส่วนฟอสเฟตอินทรีย์สาร (organic phosphates) มีความสำคัญในธรรมชาติ การเกิดของมันเป็นผลมาจากการแตกหักของสารฆ่าแมลง (organic pesticides) ชนิดที่มีฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบอยู่ นอกจากนี้ ในน้ำธรรมชาติได้มาจากการสลายของหินฟอสเฟต หรือจากการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ ส่วนการปนเปื้อนของฟอสเฟตในน้ำมีได้หลายทาง เช่น น้ำทิ้งจากชุมชนที่มีฟอสเฟต จากผงซักฟอก การละลายออกมาจากปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรกรรม จากมูลสัตว์ จากโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ

ปรกติฟอสเฟตเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ แต่ถ้ามีปริมาณสูงเกินไปจะทำให้สาหร่ายหรือวัชพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำมีสีเขียวคล้ำไม่อาจใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ยังทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง (โดยเฉพาะในตอนกลางคืนที่ไม่เกิดการสังเคราะห์แสง) ทำให้สัตว์น้ำเกิดการขาดออกซิเจน ปรกติปริมาณฟอสเฟตที่ละลายได้ในน้ำจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ และสิ่งแวดล้อมของน้ำ โดยทั่วไปปริมาณฟอสเฟตในน้ำไม่ควรมีเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตสามารถวัดได้ด้วยไอออนโครมาโทกราฟี แต่วิธีที่มีความไวสูงและราคาต่อหน่วย (cost) ต่ำ คือวิธีวัดเทียบสี (colorimetric methods) ซึ่งวัดในรูปของออร์โธฟอสเฟตที่ละลายในน้ำ ส่วนฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำ และฟอสเฟตอินทรีย์สารอื่นสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต ละลายน้ำได้โดยให้ความร้อน การวัดในรูปของฟอสเฟตทั้งหมด (total phosphate) ทำโดยย่อน้ำตัวอย่างด้วยกรดและสารออกซิไดซ์ (oxidizing agent) บน

แผ่นความร้อน (hot plate) เพื่อเปลี่ยนทุกๆ รูปแบบของฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของออร์โทฟอสเฟต แล้วจึงวัดด้วยเทคนิคการเทียบสี [59]

2.3.2.8 ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total dissolved solids; TDS) [33, 43] คือ ปริมาณเกลือแร่ทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำเป็นค่าหนึ่งที่สามารถใช้บอกคุณภาพน้ำได้ อย่างคร่าวๆ ถ้าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้สูง แสดงว่ามีเกลือแร่ละลายอยู่มากซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรือเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่ต้องอาศัยในน้ำนั้น โดยทั่วไป น้ำสำหรับใช้บริโภคจะกำหนดให้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3.2.9 ตะกอนแขวนลอย หรือสารแขวนลอย (suspended solids; SS) ตะกอนแขวนลอยเป็นอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเช่น เม็ดดิน โคลน ทรายละเอียด ตลอดจนสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กๆ ตะกอนแขวนลอยมีผลทำให้น้ำขุ่นมีลักษณะไม่น่าบริโภคและกั้นแสงสว่างไม่ให้ส่องผ่านทะลุลงไปใต้น้ำทำให้สิ่งมีชีวิตใต้น้ำขาดแสงสว่าง นอกจากนี้ยังมีผลต่อสัตว์น้ำที่หายใจทางเหงือกโดยตะกอนแขวนลอยจะเข้าไปติดที่เหงือก ทำให้ไม่สามารถหายใจได้

2.3.2.10 ปริมาณมวลสารทั้งหมด (total solids ; TS) [33, 43] จะเป็นผลรวมของปริมาณตะกอนแขวนลอย กับปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ถ้ามีปริมาณสูงจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ทำให้น้ำไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ทางด้านบริโภค อุปโภค เกษตรกรรม หรืออุตสาหกรรม ในน้ำดื่มจะกำหนดให้ปริมาณมวลสารทั้งหมดในน้ำดื่มไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3.2.11 ตะกั่ว (lead; Pb) และ (cadmium; Cd) [9, 33, 43] ทั้งสองธาตุเป็นโลหะหนัก ปรกติจะพบในปริมาณที่น้อยมากในแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าพบในปริมาณสูง แสดงว่ามีการปนเปื้อนจากการปล่อยน้ำจากอุตสาหกรรม จากยาปราบศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง ฯลฯ ธาตุโลหะทั้งสองชนิดนี้สามารถสะสมได้ในร่างกาย จนอยู่ในปริมาณที่เป็นอันตรายได้ ในน้ำบริโภคจะกำหนดไว้ไม่ให้มีตะกั่วเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3.2.12 แมงกานีส (manganese; Mn) [9, 19] แมงกานีสที่ละลายน้ำจะมีผลทำให้น้ำมีกลิ่น สี และรสไม่ชวนดื่มโดยเฉพาะถ้ามีเหล็กละลายอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังเกิดรอยคราบสีคล้ำบนเสื้อผ้าหรือเครื่องสุขภัณฑ์ หุ่นข้าวทำให้ข้าวเหลือง บุคเร็ว นอกจากนี้ยังทำให้ท่ออุดตันได้ สำหรับในพืชนั้น ถ้าได้รับแมงกานีสมากเกินไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของใบและรากลดลง พืชจะขาดธาตุสำคัญชนิดอื่นๆ ปรกติในน้ำดื่มจะกำหนดให้มีปริมาณแมงกานีสไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3.2.13 ทองแดง (copper; Cu) [9, 19] เป็นธาตุที่จำเป็นของมนุษย์ แต่มนุษย์ต้องการทองแดงน้อยมาก ถ้าร่างกายได้รับมากเกินไปจะถูกขับออกไปจากร่างกายโดยไม่มีอาการสะสม เหมือนตะกั่วหรือปรอท การบริโภคทองแดงประมาณ 60 – 100 มิลลิกรัม อาจทำให้เกิดการผิดปกติกับกระเพาะอาหาร การใช้ CuSO_4 ในการป้องกันสาหร่ายในแหล่งน้ำ อาจทำให้ระดับทองแดงในแหล่งน้ำสูงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ โดยทั่วไปน้ำดื่มหรือน้ำประปาไม่ควรมียทองแดงสูงเกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3.2.14 เหล็ก (iron; Fe) [9, 18, 19, 25, 40] ในธรรมชาติส่วนใหญ่ โดยเฉพาะในน้ำใต้ดินจะพบเหล็กอยู่ด้วยเสมอในทำนองเดียวกันกับทองแดง เหล็กเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์แต่เป็นสารที่ก่อให้เกิดปัญหาผู้บริโภค คือทำให้น้ำมีสีแดงและมีกลิ่น ทำให้เกิดคราบสนิมขึ้นกับสุขภัณฑ์ และเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรีย (iron bacteria) การเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าวทำให้น้ำมีกลิ่นเป็นที่น่ารังเกียจ ในน้ำดื่มไม่ควรมีเหล็ก เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร แม้ว่าเหล็กเป็นธาตุอาหารของมนุษย์แต่ถ้าร่างกายได้รับเหล็กมากเกินไป และไม่สามารถขับถ่ายออกได้หมด เหล็กจะถูกสะสมไว้ที่ตับ ทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับตับได้

2.3.2.15 สังกะสี (Zinc; Zn) [19, 20, 25] สังกะสีเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของสิ่งมีชีวิตแต่ถ้าร่างกายรับเข้าไปมากเกินไป เช่น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดอาการคลื่นเหียน และเป็นลมได้ ตามมาตรฐานน้ำดื่มของประเทศไทยกำหนดให้มีสังกะสีในน้ำดื่มได้ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้ามากกว่านี้จะทำให้น้ำมีรสไม่ชวนดื่ม เพราะสังกะสีอาจรวมอยู่กับคลอไรด์และซัลเฟต ทำให้กลายเป็นสารละลายที่มีรสไม่ชวนดื่ม [25]

2.3.2.16 ซัลเฟต (sulphate; SO_4^{2-}) [9, 19] เป็นอนุมูลลบของกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) สามารถรวมตัวกับโลหะได้สารประกอบไอออนิก เรียกว่า เกลือซัลเฟตหรือเกลือซัลเฟตของโลหะซึ่งละลายน้ำได้ ซัลเฟตของโลหะที่มีขนาดเล็กละลายน้ำได้ดีกว่าซัลเฟตของโลหะที่มีขนาดใหญ่ เช่น K_2SO_4 และ Na_2SO_4 ละลายในน้ำได้ดีกว่า MgSO_4 ส่วน CaSO_4 ละลายในน้ำได้ดีพอใช้ SrSO_4 และ BaSO_4 ละลายในน้ำได้เพียงเล็กน้อยมาก BaSO_4 มีค่า Ksp เพียง 1×10^{-10} ซึ่งต่ำมาก เกลือซัลเฟตเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุบวกและประจุลบ และสามารถนำไฟฟ้าได้ ถ้าในน้ำมีเกลือซัลเฟตของโลหะละลายอยู่มากจะส่งผลให้ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำสูงขึ้น เกลือซัลเฟตของโลหะส่วนใหญ่เกิดในแร่ธรรมชาติ เช่น แร่เฟลสปา แร่ยิปซัม และแร่แบไรท์ เป็นต้น มีประโยชน์ทั้งในด้านการแพทย์ และอุตสาหกรรม เช่น โรงกระดาษ, ฟอกหนัง เป็นต้น ในน้ำประปามีซัลเฟตได้ไม่เกิน 250 mg/L แบคทีเรีย desulfobivrio สามารถเปลี่ยนซัลเฟตให้เป็นก๊าซไข่เน่า (H_2S) [25] ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น

2.3.2.17 โซเดียม (sodium; Na) [19, 30] เป็นโลหะเนื้ออ่อนจัดอยู่ในหมู่ IA ของตารางธาตุ เรียกว่า โลหะอัลคาไล พบในธรรมชาติมากที่สุดอยู่ในรูปของเกลือแกง (NaCl) นอกจากนี้ยังอยู่ในรูปของไนเตรต เรียกว่า เรียกว่า ซิลิไนเตรต (NaNO_3) และมีในบอร์แรก ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) สารประกอบของโลหะโซเดียมมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมมาก เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ใช้ในการทำสบู่ ทำกระดาษ สิ่งทอ ฟิล์มที่ทำด้วยเซลลูลอยด์ ส่วนโซเดียมไฮไดรด์ (NaH) ใช้เป็นตัวจัดออกไซด์ออกจากเหล็กกล้าหรือโลหะอื่น โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) เรียกทั่วไปว่า baking-soda ใช้เป็นตัวทำให้ขมมฟู โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) มีประโยชน์นี้ในทางการแพทย์และใช้ในการผลิตแก้ว โซเดียมไนเตรต (NaNO_3) พบมากในภาคเหนือของประเทศชิลี เรียกว่า “chile – saltpeter” โซเดียมไนเตรตใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมกรดไนตริก (HNO_3) เป็นต้น

2.3.2.18 โพแทสเซียม (potassium; K) [19, 22, 30] เป็นโลหะเกิดในธรรมชาติอยู่ในรูปของคลอไรด์ เรียกว่า โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) สารประกอบที่สำคัญ คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับ NaOH ส่วนเกลือของโลหะโพแทสเซียมที่สำคัญ คือ โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) โพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) และโพแทสเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (KHCO_3) ประโยชน์ของธาตุโพแทสเซียมใช้เป็นส่วนประกอบของปุ๋ยทำให้พืชเจริญงอกงาม ได้แก่ ปุ๋ยโพแทส ซึ่งมีโพแทสเซียมซัลเฟตผสมอยู่ โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักของพืชทำให้ผลไม้มีรสหวาน นอกจากนี้โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) ใช้เป็นส่วนผสมในการทำดินปืน ทำดอกไม้เพลิง ทำพลุ ทำปุ๋ย และใช้เป็นส่วนผสมในแหมม กุนเชียง ทำให้เนื้อมีสีแดง

2.3.2.19 แมกนีเซียม (magnesium; Mg) [19, 25, 30, 39] เป็นโลหะที่เกิดในธรรมชาติมากเป็นอันดับ 6 ของโลหะทั้งหมด เกิดในแร่หลายชนิด เช่น ในรูปของเกลือแกงซึ่งมีอยู่ในน้ำทะเล มีสูตรเป็น MgSO_4 และ MgCl_2 ในแร่สไปเนล คือ $(\text{MgAlO}_2)_2$ แร่โซฟิตอน ($\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4$) แร่แอสเบสตอส คือ $\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$ แร่แมกนีไซต์ (MgCO_3) แร่โดโลไมท์ ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) แร่กีเซอร์ไรท์ ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) และแร่คาร์แนลไลต์ ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) นอกจากนี้ยังพบในสารสีเขียวของพืช คือ คลอโรฟิลล์ แมกนีเซียมติดไฟได้ในอากาศให้แสงสีขาวมีประกายสุกใส จึงใช้ในการทำดอกไม้เพลิง พลุ ถ้านำแมกนีเซียมมาละลายน้ำ เรียกว่า “milk of magnesia” ใช้ประโยชน์ในการลดกรดในกระเพาะอาหารส่วนแมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) หรือ epsom salt ใช้เป็นยาระบาย นอกจากนี้ยังพบในน้ำกระด้าง ทำให้น้ำมีรสไม่ชวนดื่ม [25]

2.3.2.20 แคลเซียม (calcium; Ca) [19, 25, 30, 39] แคลเซียมเกิดในธรรมชาติมากเป็นอันดับสามของโลหะอื่นๆ ในรูปของแร่ต่างๆ ได้แก่ แร่ยิปซัม (gypsum; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) แร่แอนไฮไดรต์ (anhydrite; CaSO_4) แร่ฟลูออไรต์ (fluorite; Ca_2F) แร่อาพาไตต์ (apatite; $\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) แร่โดโลไมต์ (dolomite; $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) แร่การ์เนต ($\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$) นอกจากนี้ยังพบในหินปูนและหินอ่อน ซึ่งเป็นรูปของ CaCO_3 แคลเซียมเป็นโลหะที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิต เช่น ในกระดูกของมนุษย์และสัตว์ เป็นธาตุอาหารรองของพืชจึงพบมีในพืช ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตในการสร้างกระดูกและเนื้อเยื่อต่างๆ และพบในหินงอกหินย้อย สำหรับประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ใช้เป็นตัวขจัดก๊าซออกซิเจนออกจากเหล็กและเหล็กกล้า และใช้เป็นตัวรีดิวซึ่งเอเจนต์ในการเตรียมโลหะอื่นๆ ในน้ำกระด้างจะพบมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ในรูปของ $\text{Ca}(\text{HCO})_2$, CaSO_4 ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาขุ่นยากในอุตสาหกรรม เนื่องจากจะเกิดเป็นตะกอนของ CaCO_3 ในหม้อต้มน้ำ (boiler) ทำให้หม้อน้ำระเบิดได้ ปริมาณสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในน้ำประปา คือ 75 mg/L และแคลเซียมในน้ำประปาเป็นต้นเหตุของความกระด้าง การบริโภคน้ำกระด้างอาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้ [25] ร่างกายต้องการแคลเซียมประมาณ 0.1 – 1.0 กรัม/วัน

2.3.2.21 แบเรียม (barium; Ba) และสตรอนเซียม (strontium; Sr) [19, 30] พบในธรรมชาติโดยโลหะสตรอนเซียมพบในแร่ celestite (SrSO_4) ซึ่งมีสีน้ำเงินคล้ายท้องฟ้า แต่สารประกอบสตรอนเซียมซัลเฟตกลับไม่มีสี นอกจากนี้ยังพบ Sr ในแร่ strontianite (SrCO_3) ส่วนโลหะแบเรียมพบมากที่สุดในแร่ barite ในรูปของแบเรียมซัลเฟต (BaSO_4) และพบในแร่ witherite (BaCO_3) แบเรียมซัลเฟตใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ คือ ใช้ทำเป็นแป้ง กลิ่น และฉีดเข้าทางทวารหนัก เพื่อถ่ายภาพเอ็กซเรย์ คุณภาพผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร (กระเพาะลำไส้) และลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมขุดเจาะน้ำมัน และอุตสาหกรรมทำกระดาษถ่ายเอกสาร เกลือแบเรียมจัดเป็นสารกระตุ้นกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อหัวใจและเป็นต้นเหตุที่ทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากแบเรียมสามารถบีบเส้นเลือด [25] ในน้ำประปาไม่ควรมีแบเรียม แต่อาจมีได้ไม่เกิน 100 mg/L

2.3.3 คุณสมบัติทางชีวภาพหรือสมบัติทางด้านแบคทีเรียของแหล่งน้ำ [1, 3, 15, 17, 25, 38]

คุณสมบัตินี้ถือว่าสำคัญเพราะเป็นจุดอันตรายที่จะทำให้เกิดโรคนิ่วใช้เจ็บขึ้นได้ เชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำอาจแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

2.3.3.1 พวกที่สามารถทำให้เกิดโรคในคน เป็นแบคทีเรียชนิดที่เป็นอันตราย และมีอยู่ในลำไส้คน ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37 °C และดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นาน

การตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียพวกนี้มีวิธีที่ละเอียดยุ่งยากมากดังนั้น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียจึงไม่นิยมตรวจเชื้อพวกนี้

2.3.3.2 แบคทีเรียพวกที่อยู่ในลำไส้คนและสัตว์มากที่สุดมีชื่อเรียกว่า โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) พวกนี้จะอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นทุกชนิด ถึง 95% มีอยู่ในดินเพียง 5% ในอุจจาระคนปกติ 1 กรัม จะมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียประมาณ 100,000 ถึง 1,000,000,000 ตัว แบคทีเรียพวกนี้ไม่ก่อให้เกิดโรค แต่เมื่อถ่ายออกมากับอุจจาระลงไปปนเปื้อนในแหล่งน้ำจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นาน และตรวจวิเคราะห์ง่ายจึงนิยมใช้การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำ จึงเป็นเครื่องชี้ให้ทราบว่าน้ำมีความสกปรก มากน้อยเพียงใด มีการปนเปื้อนจากอุจจาระของคนหรือสัตว์อยู่แน่นอน และอาจจะมีเชื้อโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วจะปะปนออกมาพร้อมกับอุจจาระเสมอ เช่น โรคบิด โรคไทฟอยด์ เป็นต้น [25]

2.4 การตรวจวิเคราะห์ คุณภาพน้ำ [2, 3, 26, 43]

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นวิธีการติดตามสภาพหรือความเป็นไปของแหล่งน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพของน้ำจะเป็นค่าบ่งชี้ว่าน้ำเกิดมลพิษขึ้นหรือไม่ ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนจัดการเกี่ยวกับแหล่งน้ำให้มีคุณภาพเหมาะสมและจัดการคุณภาพน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านต่างๆ แล้วยังสามารถนำไปใช้ในการทำนายแนวโน้มคุณภาพน้ำและประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่ถูกทิศทาง นอกจากนี้จะมีประโยชน์ในการจัดการคุณภาพน้ำ การจัดการแหล่งน้ำจะต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ของน้ำในแหล่งควบคู่ไปด้วย ซึ่งการจัดการดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของน้ำทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านต่างๆ เช่น น้ำสำหรับอุปโภคบริโภค น้ำใช้ในอุตสาหกรรม น้ำใช้ทางเกษตรกรรม ฯลฯ โดยมีหน่วยงานต่างๆ ที่รับผิดชอบกำหนดเกณฑ์คุณภาพน้ำสำหรับการใช้ประโยชน์ เช่น น้ำบริโภค และน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน แม่น้ำลำคลอง น้ำบาดาล เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าว แสดงให้เห็นความสำคัญของการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาเปรียบเทียบ ประเมินสภาพการณ์ด้านคุณภาพน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผล ทำให้ได้ประโยชน์จากการใช้น้ำอย่างคุ้มค่า และหลีกเลี่ยงโรคที่เกิดจากน้ำ

2.5 ดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพน้ำ [16, 17, 18, 44]

การศึกษาคุณภาพน้ำ ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำผิวดิน ซึ่งกำหนดให้ครอบคลุมคุณภาพน้ำ สำหรับการใช้ประโยชน์ เพื่อการอุปโภคบริโภคโดยยึดตามมาตรฐานน้ำผิวดิน ตามประกาศ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537 และสำหรับน้ำใต้ดินยึดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ตามประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542) เรื่องการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์ และมาตรการในทาง วิชาการสำหรับป้องกันด้านสาธารณสุขและป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ติพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 29 ง ลงวันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2542

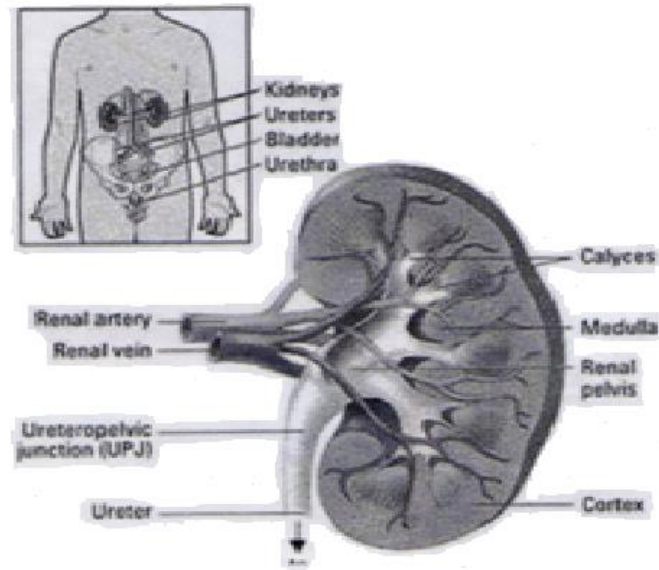
2.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไต [13, 29, 31]

ไต (kidney) เป็นอวัยวะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับชีวิตมาก ไตทำหน้าที่ผลิตปัสสาวะ เพื่อนำเอาของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการออกไปจากร่างกายนอกจากนี้ไตยังมีหน้าที่ขับถ่ายสิ่งที่เป็นพิษต่อร่างกายออกทางปัสสาวะด้วย ไตจะทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำ เกลือแร่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ของร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุล ทำให้เลือดสะอาด ส่งผลให้เซลล์ต่างๆ ในร่างกายปฏิบัติหน้าที่ได้ เป็นปกติ

ไตของคนเราทำหน้าที่อยู่ตลอดเวลา ไม่มีการหยุด ไตจึงต้องมีเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก เช่น ในเวลา 1 นาที จะมีเลือดไหลผ่านไตมากถึง 1300 ซีซี. โดยเลือดดังกล่าวจะนำเอาของเสียใน ร่างกายมาไว้ที่ไต ซึ่งไตทำหน้าที่กรองของเสียที่วุ่นๆ แล้วขับออกทางปัสสาวะ ถ้าไตเกิดไม่ทำหน้าที่ ตามปกติจะเกิดของเสีย อยู่ในเลือด ส่งผลให้ระบบต่างๆ ของร่างกายเกิดอาการผิดปกติ การกรอง ผิดปกติ เกิดน้ำและเกลืออยู่ในร่างกายมาก จะเกิดอาการบวม ไม่ว่าจะบวมที่ใบหน้า เท้า หรือบวม ทั้งตัว มีอาการอ่อนเพลีย ไม่มีแรง เกิดอาการซีด ปวดหลัง ปัสสาวะ ผิดปกติ และอาการอื่นๆ ตามมา

ไตของคนมีอยู่ 2 อันตั้งอยู่ข้างๆ กระดูกสันหลังข้างละอันมีรูปร่างและ โถงคล้ายๆ เมล็ด ถั่วแดงขนาดใหญ่ยาวประมาณ 3 นิ้ว กว้าง 2 นิ้วหนา 1 นิ้ว มีน้ำหนักประมาณ 150 กรัม ในไตแต่ละข้างจะประกอบไปด้วยหน่วยทำงานหน่วยเล็กๆ ข้างละประมาณ 1,000,000 หน่วย ทำหน้าที่กรอง

ของเสีย และสารพิษออกจากเลือดชั่วของไต คือ “กรวยไต” ซึ่งต่ออยู่กับท่อเล็กๆ จากหน่วยทำงาน แล้วไปรวมกันเป็นท่อใหญ่ ลงมาที่ท่อไต ผ่านไปที่กระเพาะปัสสาวะแล้วจึงขับถ่ายปัสสาวะออกไปจากร่างกาย น้ำปัสสาวะในคนปกติธรรมดา โดยทั่วไปจะมีสีเหลืองอ่อน ใส. อาจจะมีตะกอนบ้างเล็กน้อยไม่มีกลิ่น



ภาพที่ 2.2 แสดงรูปร่างและตำแหน่งของไต

ที่มา : นวัตกรรมไต. 2542 : เข้าถึงได้จาก

http://www.siamhealth.net/public_html_disease/renal/renal_calculi.htm วันที่ 2 มิถุนายน 2552.

2.6.1 โรคของไต [31] ที่พบบ่อยในปัจจุบัน ได้แก่

- 1) โรคของเครื่องกรอง
- 2) โรคของท่อไต
- 3) โรคของหลอดเลือดที่เลี้ยงไต
- 4) โรคของเซลล์ที่พองให้ป็นรูปร่าง หมายถึงเซลล์ที่ทำหน้าที่เชื่อมหน่วยของไต

ทุกอันให้คงรูปร่างไว้นั่นเอง ถ้าไตเสียไม่สามารถทำงานได้ตามปกติจะมีของเสียมาคั่งที่ไตมากมาย ซึ่งน้ำปัสสาวะสามารถบอกได้ว่าสุขภาพของไตเป็นอย่างไร

2.6.2 สาเหตุของการเกิดโรคไตโดยทั่วไปเกิดจากหลายสาเหตุดังนี้ [31]

- 1) เป็นโรคไตมาตั้งแต่กำเนิด เช่น เกิดมามีไตข้างเดียวหรือมีไตเล็กผิดปกติ ไตหย่อนยาน ไม่มีเนื้อไตมีแต่เซลล์ที่เป็นถุงน้ำ เป็นต้น
- 2) เกิดอุบัติเหตุ เช่น รถยนต์ทับหรือ ทำให้ถูกกระแทกอย่างรุนแรงที่ช่วงเอว บริเวณตำแหน่งของไต การถูกยิง ถูกแทง เป็นต้น ทำให้ไตเสียหายไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ
- 3) เกิดอาการอักเสบ จากเชื้อโรคและเกิดอักเสบจากสาเหตุอื่นๆ ที่ไม่ใช่เชื้อโรค
- 4) เกิดไตวายจากสารที่มีพิษ ได้แก่ ยาที่หมดอายุ เช่น เตตราไซคลิน ที่หมดอายุ จะเป็นอันตรายต่อไตอย่างมาก นอกจากนี้สารที่เป็นอันตรายต่อไตถึงขั้นไตวายได้ยังรับเข้าไปในปริมาณมาก นั่นคือ โลหะหนัก เช่น ตะกั่ว และปรอท สารเหล่านี้มีผลต่อระบบประสาท ดับและไตซึ่งอันตรายต่อไตมีทั้งภาวะไตวาย และไตวายเรื้อรัง นอกจากนี้ ฝุ่นควันดำจากท่อไอเสีย คือ ไฮโดรคาร์บอน ก็เป็นอันตรายต่อไต [28]
- 5) เป็นมะเร็ง มะเร็งที่ไตพบได้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่
- 6) โรคนี้ว โรคนี้วินไตส่วนใหญ่เกิดจากอาหารที่กินเข้าไป โดยเฉพาะพืชผักที่มีเกลือแร่ที่มีฟอสเฟตกับออกซาเลต ไม่ได้สัดส่วน หรือกินเครื่องในสัตว์มากเกินไป เกิดมีกรดยูริกในเลือดสูง เกิดอาการปวดตามข้อ ทั้งข้อมือและข้อเท้า ที่เรียกกันว่า “โรคเก๊าท์” บางทีไปเกาะกระดูกสันหลังทำให้เกิดอาการปวดหลัง หรือไปเกาะอยู่ที่ไตเกิดเป็นก้อนนี้วินไตขึ้นมา
- 7) สาเหตุอื่นๆ เช่น ผู้ป่วยเบาหวาน, ท้องร่วง สูญเสียน้ำมากเกินไป ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะผ่านไตไม่มีเหมือนเดิม เนื้อไตจะเสื่อมและตายทันที

2.6.3 การป้องกันโรคของไต [31]

เป็นการสร้างวินัยในการปฏิบัติตัวอย่างเคร่งครัด เพื่อหลีกเลี่ยงการเป็นโรคไต โดยพิจารณาดังต่อไปนี้

- 1) ควรออกกำลังกายเป็นประจำ
- 2) ระวังเรื่องการกินยา ถ้าจำเป็นต้องปรึกษาแพทย์เสมอ
- 3) นอนพักผ่อนอย่างเพียงพอ
- 4) ดื่มน้ำสะอาดให้พอเหมาะอย่างน้อยวันละ 8 – 10 แก้ว
- 5) ทำจิตใจให้สบาย ระวัง ระวัง ระวัง
- 6) ลดอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เครื่องในสัตว์ และไข่
- 7) งดอาหารที่มีรสเค็มจัด
- 8) ร่างกายจะต้องแข็งแรงสมบูรณ์เสมอจึงจะป้องกันโรคไตได้มาก

- 9) รักษาความสะอาดทางเดินปัสสาวะให้คืออยู่เสมอ
- 10) ไม่สำส่อนทางเพศ
- 11) รักษาสุขภาพอนามัยให้ดี เป็นสิ่งที่ป้องกันโรคไตได้ดี

2.6.4 น้ำปัสสาวะมีความหมายชี้สาระแห่งโรคไตได้ [31, 49]

น้ำปัสสาวะเป็นของเหลวที่ถูกขับออกมาจากร่างกายคน เนื่องจากไตกรองของเสียและสิ่งที่ไม่ต้องการ (มากเกินไป) ออกมาจากเลือด แล้วขับออกทางปัสสาวะ เมื่อเกิดอาการผิดปกติของไตก็จะมีสิ่งบ่งชี้ได้จากน้ำปัสสาวะ สิ่งสังเกตได้จากน้ำปัสสาวะ มีดังนี้

2.6.4.1 สี น้ำปัสสาวะของคนปกติจะมีสีเหลืองอ่อน ใส หรือขุ่นเล็กน้อย ถ้าน้ำปัสสาวะเกิดเป็นสีแดงหรือสีน้ำตาลเนื้อคือ แดงอ่อนๆ อาจเป็นสีของเลือดซึ่งออกจากบาดแผลส่วนใดส่วนหนึ่งของทางเดินปัสสาวะ หรือบางทีอาจเกิดจากการเป็นนิ่ว และถ้าปัสสาวะออกมาครั้งละเล็กน้อยและขุ่น เวลาถ่ายปัสสาวะมีอาการปวดท้องน้อยมาก อาจจะเป็นนิ่วในทางเดินปัสสาวะได้

2.6.4.2 กลิ่น น้ำปัสสาวะของคนปกติที่ถ่ายออกมาใหม่ๆ จะมีกลิ่นแบบกำยาน ถ้าทิ้งไว้ค้างคืนก็จะเปลี่ยนเป็นกลิ่นแอมโมเนีย

- 1) ถ้าถ่ายปัสสาวะออกมา มีกลิ่นคล้ายน้ำนมแมว ส่วนมากจะเป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอาการมากแล้ว และพบว่าไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้อง
- 2) ถ้าถ่ายปัสสาวะออกมา มีกลิ่นเหม็นเน่าๆ อาจเกิดจากการติดเชื้อ น้ำปัสสาวะมีหนองปนออกมาด้วย
- 3) อย่างกลิ่นปัสสาวะเอาไว้นานๆ จะเกิดอาการอักเสบที่กระเพาะปัสสาวะได้ นานๆ เข้าอาการอักเสบจะลุกลามไปจนถึงกรวยไตและไตได้ ซึ่งเป็นอันตรายมาก เพราะจะเกิดเป็นโรคไตขึ้นมาแน่นอน

2.7 ความรู้เกี่ยวกับโรคนี้

นิ่วเป็นโรคที่พบบ่อยในประเทศไทย โดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ นิ่วในทางเดินปัสสาวะเป็นโรคที่พบได้ทั้งในคนและในสัตว์ และพบได้ทุกตำแหน่งของทางเดินปัสสาวะ

2.7.1 การแบ่งประเภทของนิ่ว [13, 28, 52, 56] แบ่งตามตำแหน่งที่เกิดโรคนิ่ว เป็น 6 ชนิด คือ

- 2.7.1.1 โรคนิ่วทางเดินปัสสาวะ
- 2.7.1.2 โรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ
- 2.7.1.3 โรคนิ่วในท่อปัสสาวะ
- 2.7.1.4 โรคนิ่วในไต
- 2.7.1.5 โรคนิ่วในท่อไต
- 2.7.1.6 โรคนิ่วในถุงน้ำดี

ถ้าแบ่งตามชนิดของก้อนนิ่วในไต แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1) นิ่วแคลเซียมออกซาเลต (calcium oxalate stone) ซึ่งพบมากถึง 80% ของนิ่วในไตและพบมากในผู้ชายช่วงอายุ 30 – 40 ปี นิ่วแคลเซียมออกซาเลตเกิดจากการมีแคลเซียมในปัสสาวะมากผิดปกติ ซึ่งอาจเกิดจากการรับประทานอาหาร หรือมีภาวะผิดปกติอื่นๆ เช่น ต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไป หรือเกิดจากการผิดปกติเกี่ยวกับการกรองของไตไม่สมบูรณ์ เป็นต้น คนที่ชอบรับประทานอาหารที่มีออกซาเลตสูง ก็มีความเสี่ยงต่อการเป็นนิ่วแคลเซียมออกซาเลตมากกว่าคนปกติทั่วไป

2) นิ่ว MAP (magnesium ammonium phosphate stone) พบ 10-15% ของนิ่วในไต นิ่ว MAP เกิดจากการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะมักพบในผู้หญิง นิ่ว MAP จัดเป็นนิ่วที่มีอันตรายสูง เนื่องจากขนาดของก้อนนิ่วสามารถเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนเต็มพื้นที่ของกรวยไต และก้อนนิ่วมีลักษณะรูปทรงคล้ายเขากวาง ซึ่งยากต่อการสลายและการขับออก ส่งผลให้ทางเดินปัสสาวะอุดตันจนเนื้อไตเสียหาย กลายเป็นไตวายเรื้อรังในที่สุด ผู้ที่เคยเป็นนิ่ว MAP มักจะเป็นซ้ำอีกเนื่องจากแบคทีเรียฝังตัวอยู่ในก้อนนิ่วทำให้ยาปฏิชีวนะยากที่จะเข้าถึง

3) นิ่วผลึกกรดยูริก (uric acid stone) พบประมาณ 5 – 10% ของนิ่วในไต มักพบในผู้ชายวัยกลางคนโดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเก๊าต์ ผู้ที่เคยเป็นนิ่วกรดยูริกมักจะเป็นซ้ำอีก

4) นิ่วซิสทีน (cystine stone) พบประมาณ 1% ของนิ่วในไต ซึ่งเกิดจากความผิดปกติทางโครงสร้างของไตที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

นิ่วบางชนิดเกิดในภาวะที่ปัสสาวะเป็นกรด เช่น uric acid stone นิ่วบางชนิดเกิดในภาวะที่ปัสสาวะเป็นด่าง เช่น calcium phosphate stone แต่บางชนิดเกิดในภาวะที่ปัสสาวะเป็นกลาง เช่น calcium oxalate stone ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ของการพบโดยประมาณแตกต่างกัน

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของนิ่ว และ pH ของปัสสาวะที่นิ่วเกิด และเปอร์เซ็นต์ที่พบ

Type of stone	pH	% ที่พบ (โดยประมาณ)
calcium oxalate stone	normal range of urine pH	60 – 70 %
calcium phosphate stone	Alkaline	5 – 10 %
magnesium ammonium phosphate stone	very alkaline	15 -20 %
uric acid stone	acid	5 – 10 %
cystine stone	acid	1 %

2.7.2 กลไกการเกิดนิ่ว [28, 31, 35, 51,56]

เริ่มจากการเกิดนิ่วเคลือบของก้อนนิ่ว เช่น การจับกลุ่มกันของแบคทีเรีย เมื่อมีการติดเชื้อหรือเนื้อเยื่อที่เน่าตายและลอกหลุดออกมารวมกันเป็นกลุ่มก้อน หรือการตกผลึกของสารที่ละลายยาก หลังจากนั้นสารต่างๆ ในน้ำปัสสาวะซึ่งอยู่ในสภาพอิ่มตัวยิ่งยวดจะเกาะพอกพูนที่ก้อนนิ่วเคลือบมีขนาดโตขึ้นเรื่อยๆ เกิดเป็นก้อนนิ่ว (stone growth)

สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเกิดนิ่วมีหลายประการ ได้แก่ อาหาร การดูดซึม การขับถ่ายปัสสาวะ การกลั่นปัสสาวะ เมตาบอลิซึม และการติดเชื้อซึ่งทำให้ปัสสาวะมี pH เปลี่ยนแปลง เป็นต้น

2.7.2.1 สารก่อก้อน หมายถึง สารที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารที่มีประจุบวก สารก่อก้อนตัวสำคัญคือ แคลเซียม เป็นสารที่มีประจุบวก ในภาวะที่มีสารประจุบวกปริมาณมากในปัสสาวะและสารก่อก้อนที่มีประจุลบ คือ ออกซาเลต หรือ ฟอสเฟต และกรดยูริก จะเกาะกลุ่มรวมตัวกันเป็นก้อนผลึกและมีขนาดใหญ่มากจนกลายเป็นนิ่วในที่สุด สาเหตุที่ทำให้มีสารก่อก้อนมากในปัสสาวะ ยกตัวอย่างเช่น แคลเซียม มีปริมาณสูงขึ้นในปัสสาวะได้ เนื่องจากการรับประทานแคลเซียมมากเกินไป พบได้ในผู้ใหญ่ที่ได้รับยาเม็ดแคลเซียมโดยไม่มีเหตุอันควร และอาจได้รับร่วมกับการรับประทานวิตามินดีที่ช่วยส่งเสริมการดูดซึมแคลเซียมทางลำไส้ ทำให้ร่างกายได้รับแคลเซียมสูงเกินความต้องการ จึงขับแคลเซียมออกทางปัสสาวะเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การรับประทานเนื้อสัตว์มากๆ การดื่มน้ำน้อยทำให้ปัสสาวะเข้มข้นขึ้น ภาวะผิดปกติของฮอร์โมนที่สลายแคลเซียมออกจากกระดูกมากขึ้น ล้วนแล้วแต่ทำให้มีแคลเซียมสูงขึ้นในปัสสาวะ และส่งเสริมให้เกิดโรคนิ่วได้เช่นกัน

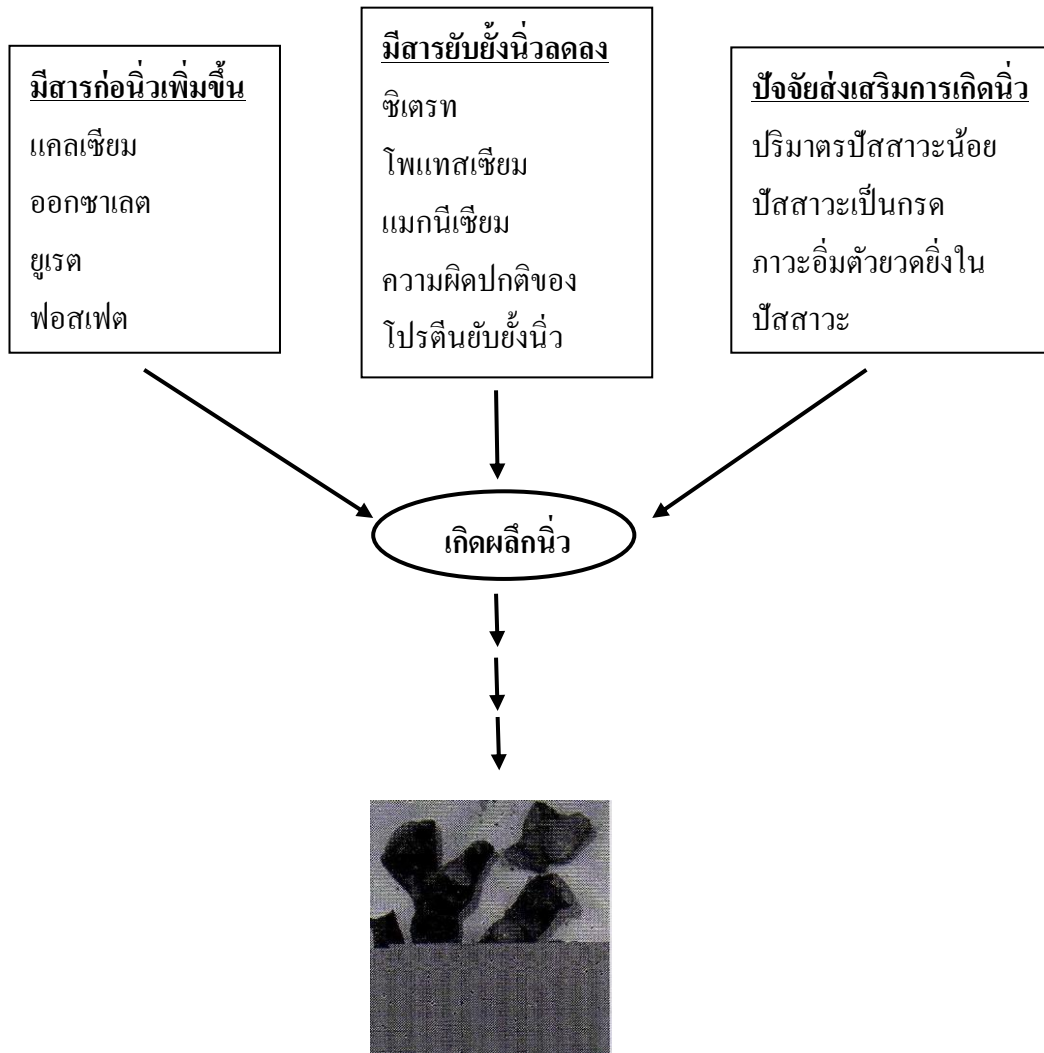
2.7.2.2 สารยับยั้งนิ้ว คือสารที่สามารถจับกับสารก่อนนิ้ว แล้วทำให้สารก่อนนิ้วไม่สามารถรวมตัวกันได้ และถูกขับถ่ายไปกับปัสสาวะ จึงทำให้การเกิดนิ้วถูกยับยั้ง สารเหล่านี้มีประจุลบอยู่มาก จึงจับกับสารก่อนนิ้วที่มีประจุบวกได้ดี ได้แก่ ซิเทรต โปแทสเซียมและแมกนีเซียม สารยับยั้งนิ้วที่สำคัญ ได้แก่ ซิเทรต ซึ่งมีมากในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น มะนาว ส้ม มะขามสุก และยังพบในมะละกอสุก และกล้วย พบว่าผู้ป่วยโรคนิ้วมีซิเทรตในปัสสาวะต่ำกว่าคนปกติมาก จึงทำให้สารก่อนนิ้วรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนได้ง่าย เมื่อปี พ.ศ. 2549 แพทย์โรงพยาบาลศิริราชได้ค้นพบโปรตีน “เทร-ฟอยล์-แฟคเตอร์-วัน” (trefoil factor 1: TFF1) ในปัสสาวะของคนปกติซึ่งสามารถยับยั้งการโตของผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่เป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดก้อนนิ่วไต โปรตีน “เทร-ฟอยล์-แฟคเตอร์-วัน” มีโครงสร้างแบบโดเมอร์ คือ ในหนึ่งก้อนโปรตีนประกอบด้วยโครงสร้างที่เหมือนกัน 2 โครงสร้าง และมีบริเวณที่เป็นแอ่งของประจุลบจำนวนมากสามารถจับแคลเซียมได้ดี ทำให้ปริมาณแคลเซียมที่จะไปรวมกับออกซาเลตลดน้อยลงจึงลดการเกิดผลึกแคลเซียมออกซาเลตเป็นก้อนนิ่วลงไป

2.7.2.3 ปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะซิเทรตในปัสสาวะต่ำมีดังนี้

- 1) การรับประทานอาหารที่มีซิเทรตน้อยปัจจัย ข้อนี้ไม่ใช่สาเหตุหลักการเกิดนิ่วในคนไทย เนื่องจากคนไทยส่วนใหญ่ รับประทานผลไม้เป็นจำนวนมาก
- 2) ร่างกายนำซิเทรตไปใช้มากขึ้น ทำให้ซิเทรตในร่างกายต่ำและขับถ่ายทางปัสสาวะลดลง สาเหตุที่สำคัญคือการรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตสูง เช่น ข้าว, แป้ง, น้ำตาล แต่รับประทานอาหารประเภทไขมันต่ำ ในภาวะปกติร่างกายต้องการคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญส่วนไขมันนอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานแล้วยังมีความจำเป็นในการเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ใช้สร้างฮอร์โมน รวมทั้งเป็นแหล่งของวิตามินที่ละลายในไขมันด้วย อาหารแต่ละวันควรประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน คิดเป็นประมาณร้อยละ 60, 20 และ 20 ตามลำดับ ของพลังงานทั้งหมดที่ได้รับจากอาหาร ถ้าร่างกายได้รับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตมากเกินไปและขาดไขมัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของซิเทรตไปเป็นไขมันมากขึ้น ทำให้ซิเทรตในเลือดและปัสสาวะลดลง ส่งผลให้เกิดนิ่วได้ง่ายขึ้น
- 3) การดูดกลับซิเทรตจากปัสสาวะกลับเข้าสู่เซลล์ท่อไตเพิ่มมากขึ้น ในภาวะปกติเมื่อซิเทรตถูกกรองออกมากับปัสสาวะ ซิเทรตในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะถูกดูดกลับเข้าสู่เซลล์ท่อไตเพื่อนำไปใช้สร้างไขมันหรือส่งกลับสู่กระแสเลือด แต่ในภาวะผิดปกติเช่นร่างกายได้รับไขมันไม่เพียงพอ ภาวะขาดโพแทสเซียม หรือ ภาวะขาดแมกนีเซียม จะทำให้เกิดการดูดกลับซิเทรตมากขึ้น ซิเทรตในปัสสาวะจึงลดลง

ภาวะขาดโพแทสเซียมทำให้ซิทรตในปัสสาวะต่ำลง เนื่องจากจะกระตุ้นให้เซลล์ท่อไตดูดกลับซิทรตแล้ว การขาดโพแทสเซียมยังเพิ่มการเปลี่ยนแปลงซิทรตไปเป็นไขมันมากขึ้นด้วย มีรายงานการวิจัย พบว่า ประชากรส่วนหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีภาวะขาดโพแทสเซียม เนื่องจากบริโภคอาหารที่มีโพแทสเซียมต่ำเป็นประจำทุกวัน เช่น ข้าวเหนียวหนึ่ง ขนมหิน แต่บริโภคอาหารที่มีโพแทสเซียมสูงเพียงเล็กน้อย เช่น ถั่ว เมล็ดแห้ง ถั่วเหลือง ผลิตภัณฑ์ต่างๆ จาก ถั่ว เนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้บางชนิด นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียโพแทสเซียมไปทางเหงื่อสูงกว่าประชากรในภาคอื่นร่วมด้วย แต่เมื่อประชากรที่มีภูมิลำเนาเดิมในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออพยพโยกย้ายมาทำงานในกรุงเทพฯ เป็นเวลานานและเปลี่ยนแปลงการบริโภคมารับประทานอาหารคล้ายคลึงกับคนกรุงเทพฯ ภาวะโพแทสเซียมต่ำจะลดลงจนหายไปเป็นเช่นเดียวกับคนปกติ

ภาวะขาดแมกนีเซียมร่วมกับภาวะขาดโพแทสเซียมจะส่งเสริมให้เกิดความผิดปกติรุนแรงขึ้น เนื่องจากแมกนีเซียมเองสามารถจับกับออกซาเลตซึ่งเป็นสารก่อนิ่วที่ละลายน้ำได้ และขับถ่ายออกมาในปัสสาวะ ทำให้ลดการเกิดนิ่วได้โดยตรง มีการวิจัยพบว่า ประชากรส่วนหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีภาวะแมกนีเซียมต่ำในร่างกายและในปัสสาวะ โดยเฉพาะในผู้ที่อาศัยอยู่ในท้องที่ชนบทจะพบได้บ่อยกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในเมือง ทั้งนี้เนื่องจากบริโภคอาหารที่มีโพแทสเซียมต่ำ เช่น ข้าวเหนียวหนึ่ง ขนมหิน นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียโพแทสเซียมทางเหงื่อสูงกว่าประชาชนภาคอื่นขณะเดียวกันคนอีสานก็รับประทานอาหารที่มีโพแทสเซียมสูง เช่น ถั่ว เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้บางชนิดในปริมาณน้อย



ภาพที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของการเกิดนี้ว

2.7.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคนีว [23, 24,28, 42, 53, 54]

การเกิดนี้วในทางเดินปัสสาวะพบว่ามีสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุภายในร่างกายของผู้ป่วยเอง และสภาพแวดล้อมตัวผู้ป่วย

2.7.3.1 สาเหตุความผิดปกติที่เกี่ยวกับภายในตัวผู้ป่วยเอง (ปัจจัยภายใน)

1) กรรมพันธุ์ ผู้ป่วยที่พ่อแม่เป็นโรคนีวในทางเดินปัสสาวะก็มีโอกาสที่จะเป็นโรคนีวเช่นเดียวกันได้

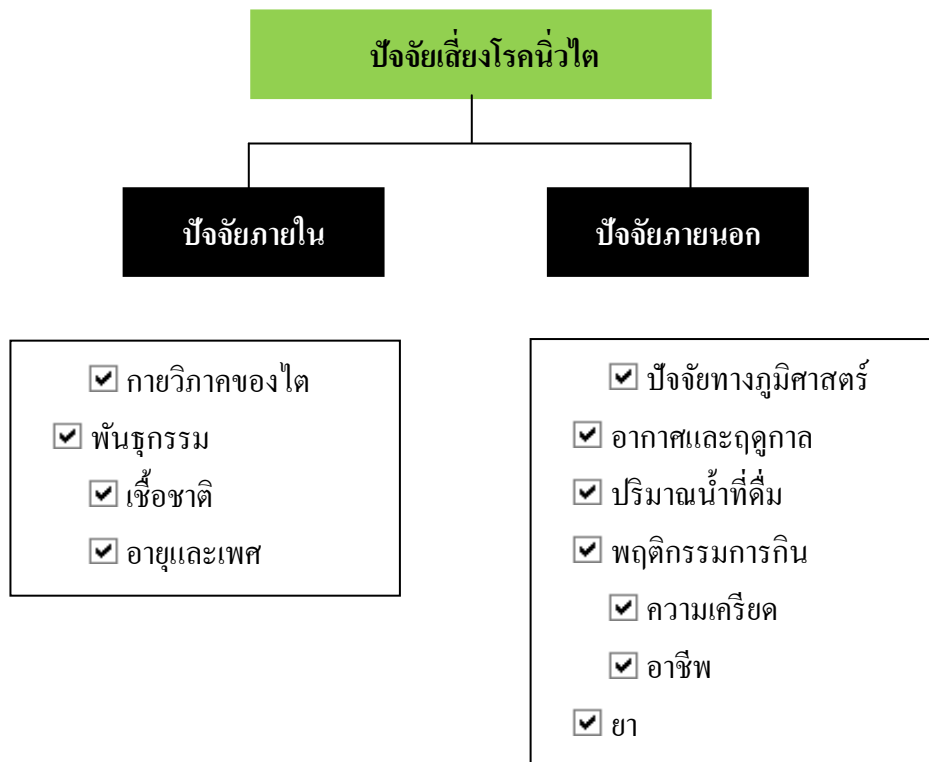
2) อายุและเพศ นี้วในไต พบในเพศชายมากกว่าหญิงถึง 2 ต่อ 1 พบมากในผู้ใหญ่มากกว่าเด็ก ส่วนนี้วในกระเพาะปัสสาวะพบในชายมากกว่าหญิงถึง 7 ต่อ 1 และพบมากในเด็กชายอายุน้อยกว่า 7 ปี และในผู้ใหญ่ในช่วงอายุมากกว่า 30 ปี ขึ้นไป

- 3) ความผิดปกติในการทำงานของต่อม พาราไทรอยด์ ซึ่งหลั่ง hormone ที่ควบคุมสาร calcium ออกมามากกว่าปกติ
- 4) การตีบแคบของระบบทางเดินปัสสาวะ ทำให้น้ำปัสสาวะคั่งค้าง การตีบแคบนี้อาจมีมาตั้งแต่กำเนิด หรือเกิดขึ้นภายหลัง
- 5) ความเข้มข้นของน้ำปัสสาวะ อันเกิดจากมีสารต่างๆ ถูกขับออกมาในน้ำปัสสาวะมากกว่าปกติ หรือเกิดจากผู้ป่วยดื่มน้ำน้อยกว่าปกติ หรือสูญเสียน้ำจากร่างกายทางด้านอื่นมาก เมื่อน้ำปัสสาวะมีความเข้มข้นสูง โอกาสที่สารละลายในน้ำปัสสาวะจะตกผลึกก็จะมีมากขึ้น
- 6) ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำปัสสาวะ ปัสสาวะที่มีฤทธิ์เป็นกรดมาก จะเกิดการตกผลึกของกรดยูริก, ซีสดีน, ส่วนปัสสาวะที่มีฤทธิ์เป็นด่าง จะเกิดการตกตะกอนของผลึกสารจำพวก oxalate, phosphate และ carbonate
- 7) การอักเสบติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ
- 8) วัตถุแปลกปลอมที่หลุดเข้าไปในทางเดินปัสสาวะ
- 9) ยาบางอย่าง ทำให้เกิดนิ่วได้ ยาลดกรดที่กินอยู่เป็นเวลานานๆ ทำให้น้ำปัสสาวะมีฤทธิ์เป็นด่าง จะเกิดนิ่วพวก phosphate ได้ง่าย

2.7.3.2 สาเหตุร่วมที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมตัวผู้ป่วย (ปัจจัยภายนอก)

- 1) สภาพภูมิศาสตร์ ผู้ป่วยเป็นโรคนิ่วในทางเดินปัสสาวะมักอยู่ในบริเวณที่ราบสูง ประเทศไทยเรา พบมากในภาคอีสานและภาคเหนือ
- 2) สภาพอากาศและฤดูกาล ในฤดูร้อนจะพบว่า ผู้ป่วยเป็นโรคนิ่วในทางเดินปัสสาวะมา โรงพยาบาลกันมาก อาจเนื่องจากเสียเหงื่อมากทำให้น้ำปัสสาวะเข้มข้นทำให้นิ่วโตเร็วขึ้นจึงเกิดอาการขึ้น แต่ในฤดูหนาวเสียเหงื่อน้อย ปัสสาวะเจือจาง และปัสสาวะมีจำนวนน้อย
- 3) ปริมาณน้ำดื่ม ซึ่งจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของน้ำปัสสาวะ ถ้าดื่มน้อย และยังอาจเกี่ยวกับเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำของแต่ละท้องถิ่น
- 4) สภาพโภชนาการ การบริโภคอาหารนานาชาติ และการดื่มน้ำเป็นผลให้มีการเพิ่ม/ลด ของสารต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของก้อนนิ่ว เช่น การกินอาหารเครื่องในสัตว์ ยอดผัก, สาหร่าย, จะทำให้เกิดกรดยูริกได้ การกินอาหารจำพวกผักที่มีสารออกซาเลตสูง เช่น ผักโขม, ผักแพว, หน่อไม้, ชะพลู ก็จะมีโอกาสเกิดนิ่ว พวกออกซาเลต เด็กเล็กที่ขาดอาหารพวกโปรตีนจะเกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะมาก การขาดวิตามิน เอ หรือ ได้รับวิตามินดี มากเกินไป ก็ทำให้เกิดนิ่วได้

5) อาชีพ ผู้มีอาชีพเกษตรกร ทำงานกลางแจ้ง ก็จะมีการเสียเหงื่อมาก ทำให้ปัสสาวะมีความเข้มข้น และการกลั้นปัสสาวะก็อาจเกิดการตกผลึกของสารละลายในน้ำ ปัสสาวะเกิดนิ่วขึ้นได้ ผู้ที่มีรายได้ต่ำ ก็จะบริโภคอาหารพวกแป้งและผักมากโปรตีนน้อย ทำให้เกิดนิ่วจำพวกออกซาเลตได้ง่าย ผิดกันกับผู้ที่มีรายได้สูงมีการบริโภค อาหาร โปรตีน ไขมันมากกว่าปกติ ทำให้เกิดพวกกรดยูริก และนิ่วแคลเซียมสูง อาหารที่มีกรดยูริกสูง ได้แก่ เครื่องในสัตว์ทุกชนิด กะปิ เนื้อสัตว์ น้ำสุก น้ำซุปรองจากกระดูก กุ้ง หอย กุ้งแห้ง ไข่กรอก เนื้อเป็ด เนื้อไก่ ปลาซาร์ดีน ไข่แมงดา ชะอม กระถิน แดงกวา หน่อไม้ ดอกกะหล่ำ เห็ด ถั่วต่างๆ ถั่วงอก ยอดแค ดอกสะเดา สาหร่าย ยอดผักต่างๆ ฯลฯ นอกจากนี้ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการกินและการดำเนินชีวิตมีความสำคัญมากในการสร้างเสริมสุขภาพของผู้ป่วยโรคนี้ไว้ในไตซึ่งเป็นการป้องกันเกิดนิ่วซ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว



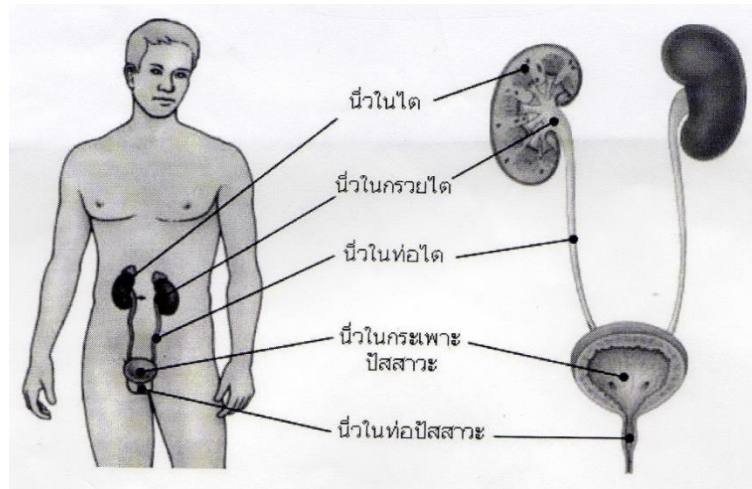
ภาพที่ 2.4 ปัจจัยเสี่ยงของโรคนิ่วไต

2.7.4 นิ่วไตหรือนิ่วในไต (renal calculus/kidney stone) [13, 28, 31, 45, 50, 52, 54, 56, 59] พบในประเทศอุตสาหกรรมมากกว่าประเทศเกษตรกรรม พบบ่อยในทุกเพศทุกวัย แต่พบในผู้ชายมากกว่าผู้หญิง และพบมากในช่วงอายุ 30 – 40 ปี ในประเทศไทยพบนิ่วไตมากทางภาคเหนือและภาคอีสาน จากสถิติพบว่าเมื่อเป็นนิ่วโอกาสที่จะเกิดเป็นซ้ำประมาณครึ่งหนึ่งในเวลา 10 ปี อาการของนิ่วไต จะขึ้นกับขนาดของนิ่ว และตำแหน่งที่นิ่วนั้นอุดอยู่

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งและอาการของนิ่ว

ตำแหน่งที่นิ่วอุดอยู่	อาการ
นิ่วที่อุดท่อไตกับกรวยไต	ผู้ป่วยจะมีอาการปวดเอว โดยที่ไม่มีอาการปวดร้าวไปบริเวณที่ขาหนีบ
นิ่วอุดท่อไต	ผู้ป่วยจะมีอาการปวดท้องอย่างทันที ปวดอย่างรุนแรง ปวดบิดเหมือนกลอดลูก บางคนปวดเอวและปวดร้าวลงมาบริเวณอวัยวะเพศอาจมีอาการคลื่นไส้อาเจียน
นิ่วอุดที่ท่อไตกับกระเพาะปัสสาวะ	ผู้ป่วยจะมีอาการระคายเคืองเวลาปัสสาวะ
นิ่วอยู่ในกระเพาะปัสสาวะ	อาจไม่มีอาการหรืออาจมีอาการปัสสาวะขัด

2.7.4.1 สาเหตุของโรคนิ่วไตและทางเดินปัสสาวะ เกิดจากหลากหลายปัจจัยเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อม เมแทบอลิซึม พันธุกรรม พฤติกรรมการดำเนินชีวิต และอุปนิสัยการกินอาหาร การดื่มน้ำน้อย เสียเหงื่อมากทำให้ปัสสาวะเข้มข้นมีโอกาสเกิดก้อนนิ่วได้ง่าย



ภาพที่ 2.5 แสดงน้ำในทางเดินปัสสาวะ

ที่มา : โรคทางเดินระบบปัสสาวะ โรคนี้ไว้ในไต

http://www.siamhealth.net/public_html/disease/renal/renal_caculi.htm

วันที่ 2 มิถุนายน 2552

2.7.4.2 อาการของผู้ป่วยที่มีน้ำในไต อาการของผู้ป่วยที่มีน้ำในไต อาจไม่มีอาการอะไรเลยก็ได้ ถ้าหากมีอาการต่อไปนี้อาจให้สงสัยว่าเป็นโรคไต หรือมีน้ำในไต ผู้ป่วยจะมีอาการปวดเอวข้างใดข้างหนึ่ง ลักษณะปวดตื้อๆ หรือปวดแบบแสบๆ อาจปวดเป็นพักๆ หรือปวดอย่างต่อเนื่อง อาการจะเป็นมากขึ้นหลังจากยืนนานๆ หรือทำงานหนัก ปัสสาวะขุ่น ปัสสาวะเป็นเลือด หรือสีน้ำตาลเลือด หากมีการอักเสบ ติดเชื้อร่วมด้วยก็จะมีไข้สูง หนาวสั่น ปัสสาวะเป็นหนอง กลิ่นเหม็นคาว หากมีการอุดตันร่วมด้วยก็จะมีก้อนในท้องส่วนบนซ้ายหรือขวาที่มีน้ำอยู่หากมีที่ไต 2 ข้างและประสิทธิภาพในการทำงานเสื่อมไป ผู้ป่วยก็จะมีอาการ ปัสสาวะน้อยลง บวม โลหิตจาง ผิวหนังแห้งคล้ำและคัน ผู้ป่วยอาจซึม หรือไม่รู้สึกรู้สึกร่างกาย ถ้ามีของเสียค้างอยู่ในกระแสเลือดมาก

2.7.4.3 การรักษาโรคนี้ไว้ในไต

1) การรักษาโดยการผ่าตัด ภาวะที่ไม่มีอาการและมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 1 เซนติเมตร จะติดตามโดยการตรวจปัสสาวะว่ามีการติดเชื้อหรือไม่จะทำการติดตามโดย x-ray เป็นระยะ ดูการเปลี่ยนแปลงในขนาดของนิ่ว การทำงานของไต และการเปลี่ยนรูปร่างของไต

2) การรักษาโดยการใส่ยา นิ่วที่ได้ทำการวิเคราะห์ว่าเป็นนิ่วชนิดใดแล้วก็อาจใส่ยาละลายนิ่วได้ นิ่วยูริกแอซิดก็ให้ยาที่ทำให้ปัสสาวะเป็นด่าง หรือ ร่วมให้ยาลดระดับยูริก-แอซิด, หรือ ซีสดีนในเลือด, อาจใส่ยาระงับความเจ็บปวดและยาปฏิชีวนะร่วมด้วย

3) การรักษาโดยการผ่าตัดเอาเนื้องอกเมื่อนี้วมีขนาดใหญ่, ไตมีการอักเสบ, ไตโป่งพอง หรือไตไม่ทำงานแล้ว

4) การรักษาโดยการใช้เครื่องสลายนิ่วด้วยพลังเสียงเหมาะสมสำหรับนิ่วที่มีขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3 เซนติเมตร

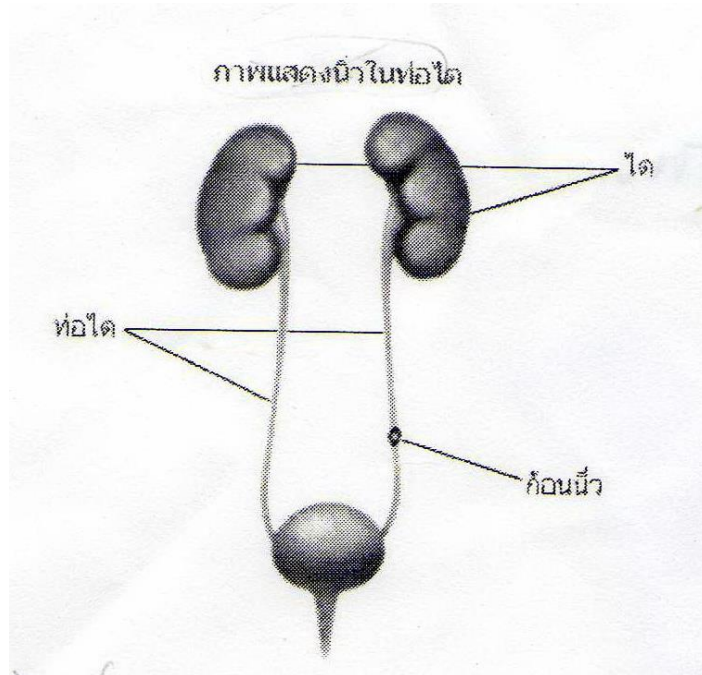
5) การรักษาโดยใช้เครื่องส่องไตโดยผ่านรูระบายน้ำปัสสาวะจากไต ที่เปิดออกบริเวณบั้นเอวโดยใช้คลื่นเสียง ultrasonic หรือ laser ทำให้การสลายนิ่วมีขนาดเล็กลงแล้ว คีบออก

2.7.4.4 การป้องกันโรคนิ่ว

- 1) ให้ดื่มน้ำมากกว่าวันละ 8 แก้ว
- 2) ให้ดื่มน้ำชา กาแฟ เบียร์หรือไวน์จะป้องกันการเกิดนิ่ว
- 3) การดื่มน้ำมะนาววันละแก้วจะเพิ่มระดับ citric ซึ่งป้องกันนิ่วที่เกิดจากเกลือแคลเซียม
- 4) การรับประทานแอปเปิลและน้ำองุ่น น้ำ cranberry juice ทุกวันจะทำให้เกิดนิ่วได้
- 5) ควรหลีกเลี่ยงเครื่องดื่ม cola เนื่องจากไปลดกรด citric
- 6) ผู้ป่วยที่มีนิ่วเป็นชนิดอาหารเค็มที่มีเกลือแคลเซียมควรลดเกลือโซเดียมเนื่องจากโซเดียมไปเพิ่มการขับแคลเซียมทำให้มีปริมาณแคลเซียมในปัสสาวะมาก
- 7) ผู้ป่วยที่มีนิ่วเป็นเกลือแคลเซียมควรรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมอย่างพอเพียง เนื่องจากแคลเซียมในอาหารจะไปจับกับ oxalate ในอาหาร
- 8) ผู้ที่มีนิ่วควรรับประทานอาหารที่มีไขมัน
- 9) ให้ลดอาหารโปรตีนเนื่องจากอาหารโปรตีนจะเพิ่มการขับแคลเซียมยูริก และ oxalate ในปัสสาวะทำให้เกิดนิ่วได้ง่าย
- 10) ลดอาหารที่ให้สาร purine สูง เช่น เครื่องใน สัตว์ปีก เบียร์ ถั่ว
- 11) ให้ลดอาหารที่มี oxalate สูง เช่น ถั่ว, chocolate, strawberries, apples, beets, plums, cranberries, raspberries, asparagus, beer, berries (various, e.g., cranberries, strawberries), black pepper, broccoli, cheese, chocolate, cocoa, coffee, cola drinks, collards, figs, grapes, ice cream, milk, oranges, parsley, peanut butter, pineapples, spinach, Swiss chard, rhubarb, tea, turnips, vitamin C, yogurt และ Ascorbic acid (vitamin C) ถ้ายังมี oxalate ในปัสสาวะสูงก็ให้วิตามิน B6

2.7.5 นิ่วในท่อไต (ureteral stone) [35, 55, 56, 58]

เกิดจากก้อนนิ่วที่ไตที่มีขนาดเล็กเท่าหัวไม้ขีดไฟ (เล็กกว่า 6 มิลลิเมตร) เคลื่อนตกลงมาติดอยู่ที่ท่อไตซึ่งเป็นสาเหตุให้ท่อไตเกิดการบีบรัดตัว เพื่อขับก้อนนิ่วออกมาทำให้ผู้ป่วยมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง นิ่วในท่อไตเป็นโรคที่พบบ่อยในคนทั่วไป



ภาพที่ 2.6 แสดงนิ่วในท่อไต

ที่มา : เอนเวย์ ผู้นำเวชภัณฑ์สมุนไพรจีน. 2552. นิ่วไต, นิ่วท่อไต และนิ่วกระเพาะปัสสาวะ : เข้าถึงได้จาก <http://www.enwei.co.th/3c.html> วันที่ 2 มิถุนายน 2552.

2.7.5.1 สาเหตุของนิ่วในท่อไต อาจเกิดจากหินปูน (แคลเซียม) รวมตัวกับสารอื่น เช่น ออกซาเลต กรดยูริก เป็นต้น เกิดเป็นก้อนนิ่ว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการกินอาหารที่มีแคลเซียมสูง หรือความผิดปกติของต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไปซึ่งทำให้มีแคลเซียมในเลือดสูง และชอบกินอาหารที่มีออกซาเลตสูง เช่น ใบชะพลู ใบกระเจี๊ยบ ใบขมิ้น ผักบัว ยอดแค ยอดพริก ชี้อั่ว ผักแพ้ว ยอดมะม่วง-อ่อน ผักโขม แครอท หน่อไม้ กระเทียม ผักชีฝรั่ง หัวไชเท้า ผักสะเม็ด ผักกระเฉด มันฝรั่ง มันสำปะหลัง เป็นต้น คนที่กินวิตามินซีสูงๆ ซึ่งสามารถกลายเป็นสารออกซาเลตได้ นอกจากนี้คนที่เสียน้ำหนักมาก คนที่ดื่มน้ำน้อยก็มีโอกาสเป็นโรคนิ่วได้มากกว่าคนปกติ เพราะปัสสาวะเข้มข้นมากกว่า โอกาสที่จะเกิดผลึกก้อนนิ่วก็มีสูง

2.7.5.2 อาการของนิ่วในท่อไต อาการของนิ่วในท่อไต จะมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง ปวดบิดเป็นพักๆ ตรงบริเวณท้องน้อยข้างใดข้างหนึ่งนานเป็นชั่วโมงหรือเป็นวัน อาการปวดร้าวไปที่หลังหรือต้นขาด้านใน (ปวดไปที่อวัยวะหรือช่องคลอดด้านเดียวกับที่ปวด) ผู้ป่วยมักจะปวดจนดิ้นไปมา ถ้าใช้มือกดไว้จะรู้สึกดีขึ้น บางรายปวดจนมีเหงื่อออกเต็มตัว ใจสั่น คลื่นไส้ อาเจียน แต่ผู้ป่วยจะไม่มีอาการขัดเบา และปัสสาวะใสเช่นปกติ ไม่ขุ่น และอาการปวดท้องจะหายเป็นปกติทั้งเมื่อน้ำหลุดออกมาจากท่อไต แต่ก็อาจเกิดนิ่วก้อนใหม่ได้อีกในภายหลัง

2.7.5.3 การป้องกัน การดื่มน้ำสะอาดมากๆ อย่างน้อยวันละ 8 แก้ว และลดการบริโภคผักและอาหารที่มีออกซาเลตสูง ตลอดจนอาหารที่กรดยูริกสูง เช่น ในเครื่องในสัตว์ หน่อไม้ คือทานให้น้อยลงและไม่ทานเป็นประจำทุกวัน และที่สำคัญต้องดื่มสะอาดให้มาก เพื่อป้องกันปัสสาวะขุ่น และเมื่อมีอาการผิดปกติต้องรีบไปหาหมอ รักษาให้ทันท่วงที ต่อเนื่องอย่าปล่อยให้จนเป็นอันตรายส่งผลให้เกิดความเสียหายกับไต ทำให้เกิดไตวายเรื้อรังได้

2.7.5.4 การรักษา นิ่วในท่อไต

1) การรักษาโดยการเฝ้าติดตามอย่างใกล้ชิด นิ่วที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 0.5 เซนติเมตร มักจะหลุดออกมาภายนอกได้เอง ซึ่งสามารถทราบได้โดยการตรวจทางรังสี x-ray เป็นระยะๆ ดูการเคลื่อนที่ของก้อนนิ่วลงต่ำลงจากเดิมหรือไม่อาจใช้ขยายยาท่อไตให้กว้างขึ้น และดื่มน้ำมากๆ

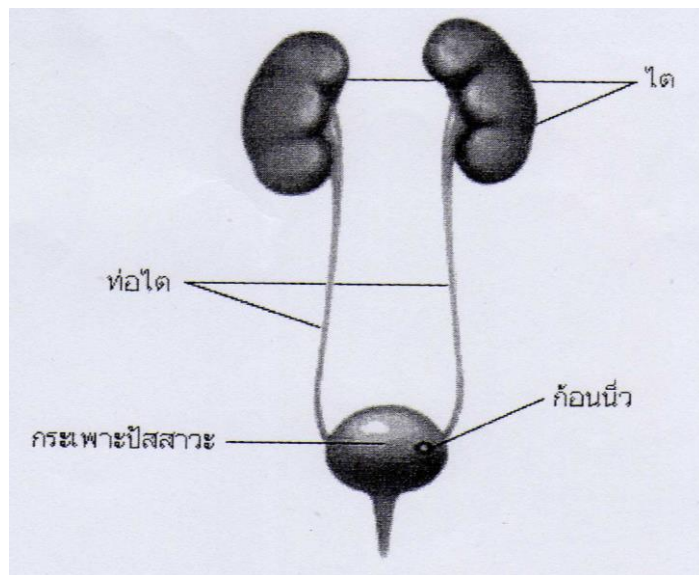
2) การรักษาโดยใช้เครื่องส่องท่อไตเข้าไปทำการฉีกหรือคล้อง หรือใช้คลื่นเสียง ultrasonic และ laser กระแทกสลายนิ่ว ให้มีขนาดเล็กลง หรือใช้เครื่องสลายนิ่วด้วยพลังเสียง ถ้านิ่วอยู่ในท่อไตส่วนบนหรือส่วนล่างหรือ หรือหลังจากนิ่วในท่อไตถูกดันกลับเข้าไปอยู่ในกรวยไต

3) การรักษาโดยการผ่าตัด จะทำเมื่อนิ่วไม่มีการเคลื่อนที่ ไตมีการอักเสบ ไม่มีปัสสาวะไหลออก เช่น กรณีที่มีไตข้างเดียว หรือเป็นนิ่วในท่อไต 2 ข้าง หรือให้การรักษาโดยใช้เครื่องส่องท่อไต หรือ สลายนิ่วแล้ว ไม่ประสบผลสำเร็จ

2.7.6 นิ่วกระเพาะปัสสาวะ (vesical calculus/bladder stone) [28, 31, 36, 54, 55, 58]

นิ่วกระเพาะปัสสาวะหรือนิ่วในกระเพาะปัสสาวะเป็นโรคที่พบได้บ่อยทางภาคอีสานและภาคเหนือ พบได้ในคนทุกวัยมีสาเหตุจากการขาดฟอสเฟตซึ่งมีมากในอาหารประเภทโปรตีนร่วมกับการกินผักที่มีสารออกซาเลต (oxalate) สูง เช่น ใบชะพลู ใบกระเจี๊ยบ ใบข่อย ผักบัว ยอดแค ยอดพริกชี้ฟ้า ผักแพ้ว ยอดมะม่วง-อ่อน ผักโขม แครอท หน่อไม้ กระเทียม ผักชีฝรั่ง

หัวไชเท้า ผักสะเม็ด ผักกระเฉด มันฝรั่ง มันสำปะหลัง เป็นต้น และดื่มน้ำน้อยเกินไปทำให้มีการสะสมของผลึกของสารแคลเซียมออกซาเลตในกระเพาะปัสสาวะจนกลายเป็นก้อนนิ่วในที่สุด นิ่วในกระเพาะปัสสาวะอาจมีขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่ขนาดเท่าเม็ดทรายจนถึงส้มโอ นอกจากนี้สาเหตุดังกล่าวแล้ว ในคนยังอาจพบนิ่วกระเพาะปัสสาวะร่วมกับภาวะอุดกั้นของท่อปัสสาวะ ต่อมลูกหมาก กระเพาะปัสสาวะหย่อน กระเพาะปัสสาวะไม่ทำงานเนื่องจากเป็นอัมพาต



ภาพที่ 2.7 แสดงนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ

ที่มา : เอนเวย์ ผู้นำสมุนไพรจีน วันที่ 2 มิถุนายน 2552 มาตรฐานสากล ISO 9001 : 2000 &

GMP <http://www.enwei.co.tj/3c.html>

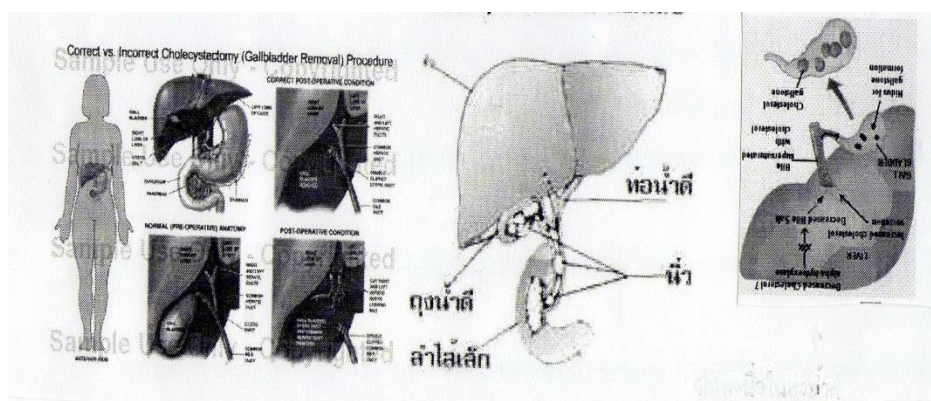
2.7.6.1 อาการของโรคนิ่วกระเพาะปัสสาวะ เนื่องจากก้อนนิ่วลงไปอุดกั้นท่อปัสสาวะ ทำให้มีอาการขัดเบา ปัสสาวะกะปริดกะปรอย ปวดเบ่งคล้ายยังถ่ายไม่สุด ปัสสาวะสะดุดและออกเป็นหยด บางรายอาจปัสสาวะออกมาเป็นเลือดหรือสีน้ำตาลแดงหรืออาจถ่ายเป็นก้อนนิ่วหรือเม็ดกรวดทรายเล็กๆ หรือปัสสาวะพุ่งขาวเหมือนมีผงแป้งปน และถ้าก้อนนิ่วตกลงไปอุดกั้นท่อปัสสาวะ ผู้ป่วยจะมีอาการปวดท้องน้อยมาก ปัสสาวะไม่ออกและมีปัสสาวะคั่งอยู่ในกระเพาะปัสสาวะ นิ่วในกระเพาะปัสสาวะจะทำให้เกิดอาการอักเสบของกระเพาะปัสสาวะ ซึ่งถ้าปล่อยไว้เรื้อรังอาจเป็นกรวยไตอักเสบและไตวายได้ อาการขัดเบาหรือปัสสาวะเป็นเลือดนอกจากนิ่วในกระเพาะปัสสาวะแล้วยังอาจมีสาเหตุอื่นๆ เช่น กระเพาะปัสสาวะอักเสบ ต่อมลูกหมากโต เนื้องอกหรือมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น

2.7.6.2 วิธีการป้องกันโรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ ควรรับประทานอาหารประเภทโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นม ไข่ ถั่วต่างๆ ซึ่งมีปริมาณของสารฟอสเฟตสูง และลดการกินผักที่มีสารออกซาเลตสูงๆ เป็นประจำ เช่น ผักแพว ผักโขม ใบชะพลู ผักสะเม็ด ผักกระโดน ฯลฯ เป็นต้น

2.7.6.3 การรักษาโรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ หากสงสัยว่าเป็นนิ่วในกระเพาะปัสสาวะควรส่งโรงพยาบาล อาจต้อง x-ray ตรวจ ultrasound หรือใช้เครื่องส่องตรวจกระเพาะปัสสาวะ การรักษาอาจใช้เครื่องมือคีบหรือขบเอาก้อนนิ่วออก โดยสอดเครื่องมือขบนิ่วผ่านท่อปัสสาวะเข้าไป แต่ถ้าก้อนนิ่วมีขนาดใหญ่ หรือนิ่วที่แข็งมากไม่สามารถขบหรือคีบออกได้ หรือมีการอุดตันทางเดินปัสสาวะส่วนล่างทำให้ไม่สามารถสอดเครื่องมือเข้าไปทำการขบก้อนนิ่วได้ ก็ต้องใช้วิธีผ่าตัดหน้าท้องเพื่อเอาก้อนนิ่วออก

2.7.7 นิ่วในถุงน้ำดี (kidney stone/gall stones) [47, 53, 57]

นิ่วในถุงน้ำดีคือสารที่ตกผลึกแข็งตัวภายในถุงน้ำดี ถุงน้ำดีมีลักษณะเป็นถุงอยู่ใต้ตับภายในช่องท้องใต้ชายโครงข้างขวา ซึ่งน้ำดีประกอบด้วยน้ำ โคลเลสเตอรอล ไขมัน เกลือ และ บิลิรูบิน (ของเสียจากการทำลายเม็ดเลือดแดง) ถ้าปริมาณ โคลเลสเตอรอล เกลือ และ บิลิรูบิน ไม่สมดุลกัน คือมีสารใดสารหนึ่งมากเกินไปจะเสี่ยงต่อการเกิดนิ่วในถุงน้ำดีได้ง่าย หรืออาจเกิดการติดเชื้อของทางเดินน้ำดี นอกจากนี้ผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานมีระดับ โคลเลสเตอรอล ในเลือดสูง ชาติสซีเมีย หรือโลหิตจางจากเม็ดเลือดแดงแตกจะมีโอกาสเป็นนิ่วในถุงน้ำดีมากกว่าคนทั่วไป



ภาพที่ 2.8 แสดงนิ่วในถุงน้ำดี

ที่มา : นิ่วในถุงน้ำดี <http://watpo.com/archive/index.php/t-10312.html> วันที่ 2 มิถุนายน

1) นีวที่เกิดจากโคเลสเตอรอล เกิดจากโคเลสเตอรอลในน้ำดีสูง มีลักษณะเป็นนิ่วสีเหลือง-เขียว คล้ายสีของน้ำดี

2) นีวที่เกิดจากบิลิรูบิน จะมีขนาดเล็กสีเข้ม ผู้ป่วยชาลัสซีเมีย เม็ดเลือดแดงจะถูกทำลายง่ายกว่าปกติ ทำให้บิลิรูบินมากขึ้น ดังนั้นผู้ป่วยชาลัสซีเมียจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดนิ่วในถุงน้ำดีได้ง่าย

2.7.7.1 สาเหตุของนิ่วในถุงน้ำดี เชื่อว่าเกิดจากน้ำดีที่มีปริมาณโคเลสเตอรอลสูง หรือบิลิรูบินสูง หรือถุงน้ำดีบีบตัวไม่พอ ทำให้มีการตกตะกอนขึ้น

2.7.7.2 ปัจจัยเสี่ยงของนิ่วในถุงน้ำดี

1) เพศ เพศหญิงเป็นนิ่วในถุงน้ำดีมากกว่าเพศชายในอัตราส่วน 4 : 1 ส่วนประเทศ ในแถบตะวันตก พบว่าเพศหญิงมีความเสี่ยงประมาณ 2 เท่าของเพศชาย

2) พันธุกรรม พบบ่อยถ้ามีคนในครอบครัวเคยเป็นนิ่วในถุงน้ำดี

3) น้ำหนักตัวเกิน (อ้วน) จะมีเกลือน้ำดีที่ไม่สมดุล มีโคเลสเตอรอลสูง จะทำให้เกิดนิ่วในถุงน้ำดีได้

4) อาหาร อาหารที่มีไขมันสูง และใยอาหารต่ำจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นนิ่วในถุงน้ำดี

5) อายุ ผู้ที่มีอายุ 40 ปี ขึ้นไปมีความเสี่ยงสูงมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อย เนื่องจากมีแนวโน้มที่จะมีโคเลสเตอรอลในน้ำดีสูง

2.7.7.3 อาการของนิ่วในถุงน้ำดี มีอาการปวดท้องด้านขวาบริเวณใต้ชายโครง หรือลิ้นปี่ ซึ่งมักเป็นหลังรับประทานอาหารมันๆ อาจปวดร้าวไปสะบักขวาหรือหลัง อาการท้องอืด แน่นท้อง โดยเฉพาะหลังรับประทานอาหารมันๆ ซึ่งอาการแบบนี้อาจเกิดจากโรกระบบทางเดินอาหารอื่น เช่น โรคระเพาะอาหารหรือโรคของลำไส้ใหญ่ก็ได้

2.7.7.4 วิธีการป้องกันและรักษานิ่วในถุงน้ำดี แพทย์อาจแนะนำให้ผ่าตัดเอาถุงน้ำดีออก ซึ่งปัจจุบันมีวิธีการผ่าตัดเอาถุงน้ำดีออกโดยใช้กล้องส่องผ่านหน้าท้อง ส่วนการป้องกัน อาจป้องกันได้ด้วยควบคุมระดับโคเลสเตอรอลในเลือด และรักษาโรคเบาหวานให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ส่วนอาหารที่ช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในถุงน้ำดี ได้แก่ อาหารจำพวกแป้งที่ไม่ขัดสี ผักและผลไม้สด รำข้าวโอ๊ต และถั่ว อาหารที่ควรงดเว้น ได้แก่ อาหารทอด อาหารมันๆ เป็นต้น

2.8 การป้องกันการเกิดนิ่ว [23, 24, 35, 36, 46, 48, 50, 54]

เนื่องจากโรคนิ่วไตในคนไทยมีสาเหตุที่สำคัญ คือ การมีสารก่อนิ่วมาก และมีสารยับยั้งนิ่วน้อย จึงควรส่งเสริมให้ผู้ป่วย และผู้ที่มีความเสี่ยงต่อโรคนิ่วไต ในการป้องกันที่สาเหตุดังกล่าวคือ

2.8.1 การดื่มน้ำ

ร่างกายคนปกติต้องการน้ำอย่างน้อย วันละ 2 ลิตร (คิดเป็นปริมาณน้ำประมาณ 8 แก้ว ซึ่งมีขนาดโดยเฉลี่ย) ในคนที่เสียเหงื่อมากกว่าปกติ หรือผู้ป่วยโรคนิ่ว ควรดื่มน้ำเพิ่มขึ้นเป็นวันละ 2.5 – 3 ลิตร ยกเว้นในผู้ป่วยที่จำเป็นต้องจำกัดน้ำ

2.8.2 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

การรับประทานอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคนิ่วไต ที่พบในคนไทยควรแนะนำให้แก้ไขดังนี้

2.8.2.1 อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทยในแถบตะวันออกเฉียงเหนือ ควรเลือกรับประทานอาหารบางชนิดให้น้อยลง เช่น ข้าวเหนียวหนึ่ง ขนมน้ำตาล และการเปลี่ยนแปลงวิธีการเตรียมอาหาร โดยทำให้สูญเสียปริมาณโพแทสเซียม และซิเตรตที่มีอยู่ในอาหารให้น้อยที่สุด เช่น หลีกเลี่ยงการแช่น้ำ หรือการทิ้งจากการประกอบอาหาร ควรนึ่งผักแทนการลวกผัก เป็นต้น

2.8.2.2 อาหารไขมัน ควรสนับสนุนให้รับประทานไขมันให้มากขึ้น แต่ควรเลือกชนิดของไขมัน เช่น น้ำมันจากพืช น้ำมันจากปลา น้ำมัน เป็นต้น ไม่จำเป็นต้องรับประทานไขมันชนิดที่ขายในรูปของอาหารเสริม เพราะมีราคาแพง และไม่มีความแตกต่างในด้านคุณค่าของอาหารแต่อย่างใด

2.8.2.3 ผักและผลไม้ ควรรับประทานเป็นประจำโดยเฉพาะอย่างยิ่ง มะนาว ส้ม มะขามสุก มะละกอสุก มะเขือเทศ และกล้วย นอกจากจะมีสารยับยั้งนิ่ว เช่น ซิเตรต และแมกนีเซียม โพแทสเซียม ในปริมาณสูงแล้ว ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระร่วมหลายชนิดอีกด้วย

2.8.2.4 สมุนไพร ยังไม่มีการศึกษาที่น่าเชื่อถือที่พอจะบอกได้อย่างแน่ชัดว่าสมุนไพรชนิดใดป้องกัน หรือรักษาโรคนิ่วได้ แต่พบว่าการรับประทานหญ้าหนวดแมว เป็นระยะเวลาานสามารถลดขนาดของนิ่วลงได้

2.8.2.5 ยา เนื่องจากยาทุกชนิดมีทั้งผลดี และผลเสีย การใช้ยาโดยไม่มีเหตุผลสมควร สามารถก่อให้เกิดโรคต่างๆ ได้ สำหรับโรคนิ่วยาที่ควรหลีกเลี่ยง ได้แก่ แคลเซียม วิตามินดี ยาขับกรดจุก เป็นต้น ยาที่ใช้ป้องกันนิ่วแนะนำให้เฉพาะผู้ที่มีประวัติเกิดนิ่วซ้ำบางรายเท่านั้น ยาชนิดอื่นที่อาจมีประโยชน์ในการป้องกัน และรักษาคือวิตามินซี และวิตามินอี ซึ่งเป็นสาร

ด้านอนุมูลอิสระ แต่ยังไม่มีการศึกษาอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามก่อนใช้ยาใดๆ ควรปรึกษาแพทย์เสมอ

2.8.2.6 อาหารเสริม ไม่มีหลักฐานทางการแพทย์ยืนยันว่า อาหารเสริมที่โฆษณาสรรพคุณในการรักษาโรคนี้ว่าได้นั้นสามารถรักษาโรคได้จริง จึงไม่แนะนำให้รับประทานอาหารเสริมใดๆ

2.8.3 การดูแลสุขภาพ

หมั่นดูแลสุขภาพ และสังเกตอาการผิดปกติด้วยตนเองเป็นประจำ และควรตรวจร่างกายกับแพทย์อย่างน้อยปีละครั้ง เพื่อชำระไว้เพื่อสุขภาพ และทำให้วินิจฉัยและรักษาโรคได้อย่างรวดเร็ว

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จารย์ ยาสุมุทร และคนอื่นๆ (2530) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำบ่อในจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2530 เก็บตัวอย่างน้ำบ่อในเขตอำเภอต่างๆ 7 อำเภอ จำนวน 132 ตัวอย่าง อาศัยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธี probably proportional to size ผลการตรวจวิเคราะห์ทางด้านแบคทีเรียพบว่า มีตัวอย่างบ่อน้ำที่เข้าเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มเพียง 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.8) ที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานมีมากถึง 123 ตัวอย่าง (ร้อยละ 93.2) ตรวจพบเชื้อ *E. coli* สูงถึง 100 ตัวอย่าง (ร้อยละ 75.5) นอกจากนี้ยังตรวจพบเชื้อ *Samonella* group B หนึ่งตัวอย่าง (ร้อยละ 0.8) ในปีเดียวกัน มาลี สุทธรังสี ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความกระด้าง ไนเตรด และปริมาณเหล็กในน้ำบ่อและน้ำบาดาล ในเขตอำเภอเมือง จังเชียงใหม่ จำนวน 18 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2539 และมกราคม พ.ศ. 2540 ผลการศึกษาพบว่าน้ำบ่อมีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 อยู่ในช่วง 0 – 356 mg/L วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรดในน้ำบ่อพบว่าอยู่ในช่วง 1.284 – 23.720 mg/L และน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 2.258 – 326.0 mg/L ต่อมาในปี พ.ศ. 2533 ธีรทรัพย์ ปฐมรังษิยังกุล ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม และแมงกานีส ในน้ำธรรมชาติ โดยเก็บตัวอย่างน้ำ จากแหล่งน้ำอินทนนท์และแม่ปิงในเดือนสิงหาคม และธันวาคม พ.ศ. 2533 รวมทั้งหมด 21 ตัวอย่าง ตรวจพบปริมาณ เหล็ก ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม และแมงกานีส ในน้ำตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.76 – 3.34, 1.02 – 4.76, 0.84 – 7.02, 0.70 – 15.6, 0.42 – 5.01 และ 0.89- 18.0 $\mu\text{g/L}$ (ppb) ตามลำดับ และตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรดและฟอสเฟตจากน้ำแม่กวง จังหวัดลำพูน เก็บตัวอย่างน้ำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2533 รวมทั้งหมด 8 จุด พบปริมาณไนเตรดและฟอสเฟต อยู่ในช่วง 0.80 – 1.30 และ 0.005 – 0.022 mg/L ตามลำดับ ซึ่งพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่มของกระทรวงอุตสาหกรรม ในปี

เดียวกัน **วิจิตร รัตนพานิ, สายสุณี เหลียวเรืองรัตน์ และเสาวนีย์ รัตนพาที** ได้ศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำของน้ำจากแหล่งน้ำแม่ปิงและน้ำแม่กลาง โดยเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน (สิงหาคม พ.ศ. 2531) ฤดูแล้ง (ธันวาคม พ.ศ. 2531) และฤดูร้อน (เมษายน พ.ศ. 2532) พบว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 10.0 – 35.2 °C ความนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 10.0 – 499.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH 5.8 – 8.5, สารแข็งละลายรวม (TDS) อยู่ในช่วง 7.5 – 500.0 mg/L, BOD อยู่ในช่วง 0.08 – 3.44 mg/L, และไนเตรต ฟอสเฟต ไนโทรต์ อยู่ในช่วง 0 – 1.90, 00 – 5.3 และ 0 -9.0 mg/L ตามลำดับ ปี พ.ศ. 2537 **สุดารัตน์ เสือทองคำ** ศึกษาคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความกระด้าง ความนำไฟฟ้า และปริมาณเหล็ก ของน้ำตัวอย่างจากอ่างแก้ว (ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่) น้ำบ่อและน้ำบาดาลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บน้ำในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2536 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2537 จำนวน 102 ตัวอย่าง พบว่าความกระด้างของน้ำอ่างแก้ว อยู่ในช่วง 12.0 - 22.0 mg/L CaCO_3 และน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 12.0 – 300.0 mg/L CaCO_3 ต่อมาในปี พ.ศ. 2538, **วรลณี เกษสุวรรณ** ได้ศึกษาคุณภาพน้ำในจังหวัดเชียงใหม่ เขตอำเภอต่างๆ 10 อำเภอ จำนวน 100 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พบว่ามี pH อยู่ในช่วง 6.63 – 8.92 ผลการวิเคราะห์ทางด้านแบคทีเรียพบว่าตัวอย่างทั้งหมด 100 ตัวอย่าง มี 52 ตัวอย่างมีค่า standard plate count สูงกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และ 98% ของตัวอย่างพบว่า MPN/100 cm^3 ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากกว่า 3 และ 89% ของตัวอย่างตรวจพบ *E. coli* ต่อมาในปี พ.ศ. 2541, **สุรัชย์ อังครสายัณห์, เหลียวเพชรทอง และพลยุทธ สุขสมบัติ** ได้ศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคในเขตตำบลหนองบัว อำเภอเมืองจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 32 จุด พบปริมาณไนเตรตอยู่ในช่วง 0.001 – 57.27 mg/L ในปี พ.ศ. 2543, **มิ่งขวัญ ด่านกิตติภาณุ** ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำธรรมชาติกวนพะเยา จังหวัดพะเยา รวมทั้งหมด 10 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างฤดูฝน (เดือนกันยายน) พ.ศ. 2543 และฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน) พ.ศ. 2543 พบว่าอุณหภูมิ ความเป็นกรดเบส ค่าความนำไฟฟ้า และค่าความขุ่นอยู่มาตรฐาน สำหรับค่า BOD และ COD อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม ทองแดง และนิกเกิล ใช้วิธี AAS (air – C_2H_2 flame) ศึกษาร้อยละการกลับคืนได้ 96.8, 75.7 และ 64.1 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์ RSD ได้ 1.3, 1.2 และ 0.98 ตามลำดับ ความเข้มข้นของโลหะพบมีดังนี้ ในฤดูฝนตรวจพบ แคดเมียม ทองแดง นิกเกิล อยู่ในช่วง 0.007 – 0.028 mg/L, 0.030 – 0.20 mg/L และ ND – 0.22 mg/L ตามลำดับ ส่วนในฤดูหนาวพบอยู่ในช่วง 0.003 – 0.021 mg/L, ND – 0.065 mg/L และ ND – 0.019 mg/L ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2544, **พัฒนดา เนตรนภกร** ได้ศึกษาคุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ วิทยาเขตสะลวง จี้เหล็ก อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ค่า pH, BOD และ DO เท่ากับ 3.30, 6.79 และ

28.42 mg/L ตามลำดับ และในปีเดียวกัน **สุกัญญา ตามาลี** ได้ศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ วิทยาเขตสะลวง จี้เหล็ก อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง เช่นกัน พบว่าค่าความขุ่น ความนำไฟฟ้า และของแข็งรวม (TS) มีค่าเท่ากับ 165.1 NTU 43.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 114.99 mg/L ตามลำดับ ต่อมาในปี พ.ศ. 2546, **ณัฐพัชร ลงกานี และคณะ** ได้ศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณฝิวพื้นและใต้ฝิวพื้นในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณพื้นที่ 2 ฝั่ง ของลุ่มน้ำปิง ตั้งแต่อำเภอเชียงดาวลงมาถึงอำเภอหางดง รวม 7 อำเภอ 25 อบต. รวม 75 ตัวอย่าง แบ่งออกเป็นตัวอย่างน้ำใต้ดิน 27 ตัวอย่าง ตัวอย่างน้ำผิวดิน 48 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2542) พบว่ามีค่าความกระด้างและค่าการนำไฟฟ้าส่วนใหญ่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ผลการศึกษาคุณภาพน้ำสอดคล้องกับลักษณะทางธรณีวิทยา ซึ่งมีสภาพการเป็นภูเขาหินปูนในตอนเหนือของอำเภอเชียงดาว ส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์พบว่าความกระด้างของน้ำสูง ในปี พ.ศ. 2535 **พจน์ ศรีบุญลือ, วิฑูรย์ ประสงค์วัฒนา และเกรียง ตั้งสง่า** ทำการวิจัยเรื่องการบริโภคผักที่มีออกซาเลตสูง เพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นนิ่วจริงหรือโดยศึกษารูปของออกซาเลตในพืชผักที่นิยมรับประทานกันในหมู่บ้านของจังหวัดขอนแก่น และเพื่อตรวจสอบควารูปของออกซาเลตเมื่อเข้าสู่ร่างกายเมื่อให้อาสาสมัครรับประทานผักเหล่านี้ ผลการศึกษาพบว่า จากผัก 10 ชนิด มีถึง 9 ชนิดที่ออกซาเลตส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือแคลเซียมที่ละลายยาก ส่วนหน่อไม้เป็นผักชนิดเดียวที่มีออกซาเลตประมาณครึ่งหนึ่งอยู่ในรูปของกรดออกซาลิก และเกลือที่ละลายง่าย (เกลือ Na และ K) ผลการตรวจปัสสาวะเมื่อให้อาสาสมัครรับประทานใบชะพลู คือ ไม่พบการเพิ่มขึ้นของออกซาเลตในปัสสาวะแสดงให้เห็นว่า ออกซาเลตจากใบชะพลูไม่สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ ในขณะที่เมื่อรับประทานหน่อไม้กลับพบออกซาเลตที่เพิ่มขึ้นในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า รูปของออกซาเลตในพืชผัก หรืออาหารมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับความสามารถในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย โดยเมื่ออยู่ในรูปของเกลือแคลเซียมออกซาเลตไม่สามารถดูดซึมหรือดูดซึมได้น้อยมาก ในขณะที่เมื่ออยู่ในรูปของกรดออกซาลิก หรือเกลือโซเดียมหรือเกลือโปแตสเซียม จะดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ผักชนิดเดียวกันแต่ปลูกในสถานที่ต่างกันจะมีปริมาณออกซาเลตแตกต่างกัน และในปี พ.ศ. 2549 **สุทธิรา ขุมกระโทก, คมกริช วงศ์ภักดิ์, อุษา กลิ่นหอม และพจนีย์ ไม้หอม** ได้ตรวจหาผลึกแคลเซียมออกซาเลตในผักพื้นบ้านที่นำมาบริโภค 20 ชนิด เช่น กระถินไทย, กระสัง, ขลุ้, ถุน, ตำลึง, เนียมหูเสือ, บัวบก, ผักกระเฉด, ผักคราด, ผักบุ้ง, ผักส้มผั้ว, ผักแว่น, พริกม้า, ขอบ้าน, แว่นแก้ว, สะเดา, หางปลาช่อน และเหมือดแอ โดยศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ผิวน้ำและลำต้นอ่อน โดยการลอกผิวใบ และภาคตัดขวางด้วยมือ และตรวจหาผลึก

แคลเซียมออกซาเลต และตำแหน่งเนื้อเยื่อที่สะสมของผลึกภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบผลึกที่ไม่สะสมผลึก 3 ชนิด คือ ตำลึง, ผักส้มฝัว, และแวนแก้ว และผลึกที่มีการสะสมผลึกแคลเซียมออกซาเลต 17 ชนิด รูปร่างของผลึกส่วนใหญ่ที่พบเป็นรูปดาว รูปเม็ดทราวย รูปแท่ง รูปเข็ม มีการกระจายอยู่ในเนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อพื้น และ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง ในปี พ.ศ. 2550 **วิฑูรย์ ประสงค์วัฒนา, พจน์ ศรีบุญลือ, ปิยะรัตน์ โตสุโขวงศ์ และสุนทร สุวรรณไศรย์** ทำการวิจัยเรื่อง ผลของสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ในปัสสาวะต่อการรวมกลุ่มกันของผลึกแคลเซียมออกซาเลต โดยเก็บตัวอย่างปัสสาวะและเลือดของอาสาสมัครประชากรเพศชาย 3 กลุ่ม คือ กลุ่มปกติไม่เป็นนี้่ว 8 คน กลุ่มมีประวัติเคยเป็นนิ่วชนิดนี้่วูริกแอซิก 6 คน และนี้่วแคลเซียม 12 คน วิเคราะห์หาค่าของ Ca, K และ Na ในพลาสมา และนำปัสสาวะไปตรวจวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางชีวเคมีต่างๆ ที่สัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงโรคนิ่ว และวัดระดับความอึดตัวของเกลือแคลเซียมออกซาเลต และค่า upper limit of metastability ของ oxalate ส่วนที่เหลือนำไปแยกเอาสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่โดยการ dialyze เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ด้วย membrane ขนาด 3500 dalton แล้วทำให้แห้งด้วย lyophilizer จากนั้นนำไปทดสอบผลต่างๆ ดังกล่าว ผลการยับยั้งการโตขึ้นของผลึกแคลเซียมออกซาเลต พบว่า สารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่จากปัสสาวะของกลุ่มปกติให้ผลดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นบทบาทของสารยับยั้งนี้่วที่เป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ในปัสสาวะที่มีส่วนร่วมในการยับยั้งการเกิดนี้่วทางเดินปัสสาวะ ควรมีการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับโครงสร้าง และชนิดต่างๆ ของสารชีวโมเลกุล เหล่านี้