

การศึกษาโครงสร้างของนิ่วชนิดต่าง ๆ ของประชากรในภาคใต้ ตอนล่างด้วยเทคนิคเอ็กซเรย์ดิฟแฟรคชัน

มุสดี มุหะหมัด¹ บุญสิทธิ์ วัฒนไทย² เสียร บัวแก้ว³ และ ดวงฤดี หมวกทอง²

Abstract

Muhamud, P., Wattanathai, B., Baukaew, S., and Muakthong, D.
Investigation of kidney stones by X-ray diffraction method
Songklanakar J. Sci. Technol., 2005, 27(1) : 147-152

An investigation of 39 male kidney stone samples and 11 female kidney stone samples obtained from Songklanakarind Hospital, Hat Yai, Songkhla was carried out. Most samples were obtained from patients ages over 40 years. By means of X-ray diffraction (XRD), kidney stones can be classified according to their structure and composition into 3 groups is 1. uric acid ($C_5H_4N_4O_3$) and ammonium acid urate ($C_5H_7N_5O_3$) 2. oxalates; whewellite ($C_2CaO_4 \cdot H_2O$ $CaC_2O_4 \cdot H_2O$) and weddellite ($C_2CaO_4 \cdot 2H_2O$) 3. phosphates; struvite ($NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$) and calcium phosphate hydrate ($Ca_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$). External and internal environments such as occupation, dietary habits, lack of water-drinking etc. are the major factors for kidney stone formation. Results from this study are very useful for the patients to prevent recrystallization of kidney stones by avoiding some elements or some organic compounds which are main components of kidney stones formed in the human urinary system.

Key words : X-ray diffraction (XRD), kidney stones, uric acid, oxalate, phosphate

Central Equipment Division, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand.

¹วทม.(เคมี), นักวิทยาศาสตร์, ²วท.บ.(เคมี), นักวิทยาศาสตร์, ³อศ.บ.(อุตสาหกรรมศิลป์), นายช่างเทคนิค หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail: mputsade@ratree.psu.ac.th

รับต้นฉบับ 13 พฤษภาคม 2547 รับลงพิมพ์ 11 สิงหาคม 2547

บทคัดย่อ

ผุสดี มุหะหมัด บุญสิทธิ์ วัฒนไทย เตียร บัวแก้ว และ ดวงฤดี หมวกทอง
การศึกษาโครงสร้างของนิ่วชนิดต่าง ๆ ของประชากรในภาคใต้ตอนล่าง
ด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชัน

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2548 27(1) : 147-152

การวิจัยนี้ในระบบทางเดินปัสสาวะ จากผู้ป่วยเพศชาย 39 ราย และเพศหญิง 11 ราย ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ส่วนใหญ่คนจะเริ่มเป็นนิ่วเมื่ออายุ 40 ปีขึ้นไป การวิเคราะห์ก่อนนิ่วด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray diffraction; XRD) โดยอาศัยหลักการเบี่ยงเบนของรังสีเอ็กซ์ ของระบบผลึกในตัวอย่างนี้ พบว่านิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามโครงสร้าง และองค์ประกอบของก้อนนิ่ว คือ กลุ่มนิ่วประเภทกรดยูริก และเกลือยูริก เช่น uric acid ($C_5H_4N_4O_3$) และ ammonium acid urate ($C_5H_7N_5O_3$) กลุ่มนิ่วประเภทออกซาเลต เช่น แคลเซียมออกซาเลต (whewellite; $C_2CaO_4 \cdot H_2O$ $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ หรือ weddellite; $C_2CaO_4 \cdot 2H_2O$) และกลุ่มนิ่วประเภทฟอสเฟต เช่น แอมโมเนียมแมกนีเซียมฟอสเฟต (struvite; $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$) หรือ calcium phosphate hydrate ($Ca_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$) การเป็นนิ่วจะมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน ทั้งสภาพแวดล้อมภายในร่างกายและภายนอก เช่น พฤติกรรมการกินอาหาร การดื่มน้ำน้อย อากาศร้อน ขาดแคลนอาหาร ขาดแคลนน้ำดื่ม เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์นี้ และองค์ประกอบของนิ่ว ทำให้มีประโยชน์ต่อผู้ป่วยในการป้องกันมิให้เกิดนิ่วซ้ำอีก โดยการหลีกเลี่ยงการกินอาหารที่มีธาตุ และอินทรีย์สารที่เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้ตกผลึกเป็นก้อนนิ่วในระบบปัสสาวะได้

การศึกษาโครงสร้างส่วนประกอบของก้อนนิ่วจะเป็นประโยชน์ในการป้องกันมิให้เกิดนิ่วซ้ำอีก เพราะโดยทั่วไปผู้ป่วยที่เป็นนิ่วจะมีโอกาสที่นิ่วก่อตัวขึ้นมาใหม่อีก 50% ใน 5 ปี และ 70% ใน 10 ปี (หมอนิ่ว, 2531) และมักจะเป็นนิ่วชนิดเดียวกับที่เคยเป็นอยู่ก่อนแล้ว ดังนั้นการป้องกันมิให้เกิดนิ่วขึ้นมาใหม่ จึงเป็นสิ่งสำคัญมาก และมีวิธีง่าย ๆ คือ ควรรู้จักหลีกเลี่ยงอาหารที่เป็นต้นเหตุของการเกิดนิ่ว เช่น ถ้าเป็นนิ่วประเภทแคลเซียมและออกซาเลต ก็ควรลดอาหารที่มีแคลเซียมและออกซาเลตสูง พร้อมๆ กับลดอาหารเค็มจัด หรือถ้าเป็นนิ่วประเภทยูริก ก็ควรลดอาหารที่มีสารพิวรีน (purine) สูง ถึงแม้ว่าในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ สามารถรักษาได้โดยผู้ป่วยมีบาดแผลน้อยลง หรือไม่มีบาดแผลเลย เช่น การใช้เครื่องสลายก้อนนิ่วจากภายนอกให้ป่นเป็นผงแล้วหลุดออกมากับปัสสาวะ แต่อย่างไรก็ตามการรักษาโดยสลายนิ่วก็มีข้อจำกัด เช่น คนไข้ต้องไม่มีการอุดกั้นที่ท่อไต ต้องไม่มีเลือดออกง่าย ไม่เป็นคนไข้ที่เป็นโรคหัวใจ หรือต้องใช้เครื่องกระตุ้นหัวใจ เด็กต่ำกว่า 8 ขวบ หญิงมีครรภ์ ปอดบวมกะบังลมต่ำ น้ำหนักเกิน 135 กก. หรือสูงเกิน 2 เมตร ผู้ที่มีรูปร่าง

บิดเบี้ยวคดไปคดมา ผู้ที่มีตำแหน่งไตต่ำ พวกนี้จะสลายนิ่วไม่ได้ ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบของก้อนนิ่ว เพราะทำให้ทราบว่านิ่วนั้นเป็นนิ่วชนิดใด สามารถให้การรักษาหรือยับยั้งการสร้างก้อนนิ่วขึ้นมาใหม่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และที่สำคัญจะได้หาทางป้องกันการก่อตัวขึ้นมาใหม่ของนิ่ว ให้ได้ผลเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของประชาชน และเป็นประโยชน์ต่อวงการแพทย์ไทยด้วย (दारंगพันธ์, 2531)

นิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะ (Figure 1) สามารถจำแนกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ (หมอนิ่ว, 2531) คือ

1. นิ่วประเภทแคลเซียม (calcium stone) นิ่วประเภทแคลเซียมพบได้บ่อยที่สุดคือ 75% ของนิ่วทั้งหมดที่เกิดจะเป็นนิ่วประเภทนี้ ส่วนผสมของนิ่วพบว่าเป็นแคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate) 40% เป็นนิ่วประเภทแคลเซียมออกซาเลต (calcium oxalate) 25% และเป็นส่วนผสมแคลเซียมฟอสเฟต และออกซาเลต 10% ส่วนใหญ่ผู้ป่วยที่เป็นแคลเซียมจะเป็นความผิดปกติที่ถ่ายทอดจากกรรมพันธุ์
2. นิ่วชนิดกรดยูริก (uric acid stone) พบประมาณ

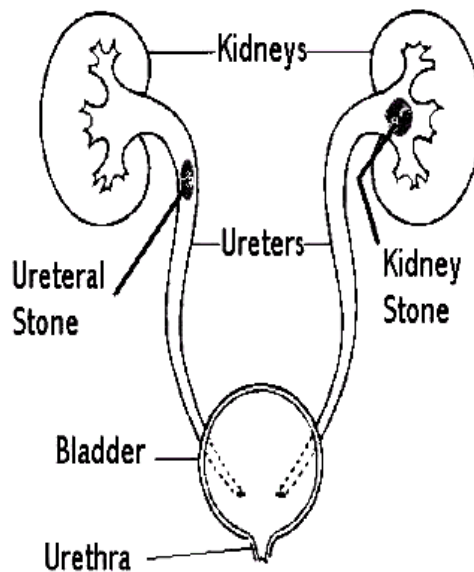


Figure 1. Ureteral stone and kidney stone occurring in the human urinary system

5% ของนิ่วทั้งหมด ผู้ป่วยที่เป็นโรคนิ่วชนิดนี้ส่วนใหญ่ สาเหตุมาจากโรคเก๊า และในผู้ป่วยที่ปัสสาวะเป็นกรดผิดปกติ (pH ต่ำกว่า 5.5)

3. นิ่วประเภทแมกนีเซียม (magnesium ammonium phosphate stone) นิ่วประเภทนี้พบได้ประมาณ 20% ของนิ่วที่ไตและทางเดินปัสสาวะ นิ่วประเภทนี้มีสาเหตุการติดเชื้อมากกว่าร้อยละ 50 และทางเดินปัสสาวะ เป็นนิ่วที่รักษาลำบากเพราะโตเร็ว อุดตันกรวยไต และทำลายเนื้อไต นอกจากนี้ยังผ่าตัดได้ยากด้วย ปัจจุบันรักษาโดยการสลายนิ่ว

4. นิ่วประเภทอื่นๆ พบได้น้อยกว่า 1% เช่น นิ่วประเภทซิสทีน (cystine stone) ซึ่งอาจเกิดจากกรรมพันธุ์ และนิ่วประเภทแซนทีน (Xanthine stone) ฯลฯ

การศึกษาหาองค์ประกอบของนิ่วสามารถทำได้หลายวิธี เช่น X-ray diffraction, Infrared spectroscopy, thermogravimetry, polarization microscope และ wet chemical procedures ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน และวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ X-ray diffraction และ Infrared spectroscopy ซึ่งได้มีการศึกษาองค์ประกอบของนิ่วระบบทางเดินปัสสาวะจากผู้ป่วยที่โรงพยาบาล สงขลานครินทร์ โดยวิธี Infrared spectroscopy (ชูศักดิ์, 2539) ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาโครงสร้างเพื่อจำแนก

ประเภทของก้อนนิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะ นิ่วถือเป็นแร่หรือหินที่เกิดการก่อตัวของอินทรีย์สารและแร่ธาตุต่างๆ ดังนั้นในการศึกษาหาโครงสร้างของก้อนนิ่วจึงสามารถทำได้ง่าย โดยใช้เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ ซึ่งอาศัยหลักการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (diffraction) เมื่อตกกระทบบนระนาบ (plane) ของโครงสร้างในระบบผลึกแล้วใช้สมการของแบรคก์ (Bragg Equation) คำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างระนาบผลึก (d-spacing) เพื่อหาลักษณะการเรียงตัวของอะตอมภายในโครงสร้างผลึกนั้น ทำให้ทราบโครงสร้างผลึก และเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ก็สามารถทราบถึงชนิดของสารประกอบนั้น ซึ่งก็คือชนิดของนิ่วนั่นเอง เช่น นิ่วประเภทแคลเซียม อาจจะเป็น calcium oxalate monohydrate (whewellite), calcium oxalate dihydrate (weddelite) หรือ magnesium hydrogen phosphate hexahydrate (struvite) ซึ่งสารประกอบแต่ละชนิดเหล่านี้ สามารถวิเคราะห์ได้ง่ายด้วย X-ray diffraction

อุปกรณ์และวิธีการ

1. แหล่งที่มาของตัวอย่างนิ่ว ตัวอย่างนิ่วจากผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา ณ โรง-

พยาบาลสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยการรวบรวมของศูนย์สลายนิวต์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 50 ตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างนิวต์ด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชัน

นำตัวอย่างนิวต์ที่ล้างสะอาดและแห้งแล้ว มาบดให้ละเอียด อัดตัวอย่างลงในเบ้า วิเคราะห์ด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ บริษัทฟิลลิปส์ (ประเทศไทย) จำกัด รุ่น PW3710 mpd Control ใช้หลอดรังสีเอ็กซ์ชนิดเป้าทองแดง, 40 kV, 30 mA, ขนาดสลิต (slit) 0.01 nm, มุม 2θ ระหว่าง 5-80 องศา

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิจัยนิวต์ของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา จำนวน 50 ราย ที่ระบบทางเดินปัสสาวะ พบว่า เป็นผู้ชาย จำนวน 39 ราย และผู้หญิง จำนวน 11 ราย และผู้ป่วยที่เป็นโรคนี้ในระบบทางเดินปัสสาวะส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป และมักจะเริ่มเป็นนิวต์เมื่ออายุมากกว่า 40 ปีหรือเริ่มเข้าวัยกลางคน นั่นคือ สามารถสรุปได้ว่าโอกาสการเป็นนิวต์ของผู้ชายมากกว่าผู้หญิง เนื่องจากโดยปกติแล้วโดยปกติแล้วอัตราการเสี่ยงภายในของผู้ป่วยที่เป็นผู้ชายมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหาร ดื่มน้ำน้อย โรคเก๊าต์ ทางเดินปัสสาวะอักเสบ หรือทางเดินปัสสาวะอุดตัน เป็นต้น (ดำรงพันธ์, 2531) นอกจากนี้ปัจจัยความเสี่ยงภายในแล้ว ปัจจัยเสี่ยงภายนอก หรือสภาพแวดล้อมก็มีส่วนที่ทำให้เกิดนิวต์ได้เหมือนกัน เช่น อากาศร้อน

ขาดแคลนน้ำดื่ม พืช ผัก อาหาร หรืออาชีพเกษตรกรรม ทรายกรวด ก็มีโอกาสดังกล่าวได้เหมือนกัน เพราะปัจจัยเสี่ยงพวกนี้ จะทำให้เกิดความเสี่ยงในระบบปัสสาวะคือ ถ้าในน้ำปัสสาวะ มีสารแคลเซียมสูง ออกซาเลตสูง ยูริกสูง ซิสทีนสูง สารยับยั้ง เช่น ซิเตรต และโพโรฟอสเฟตต่ำ จำนวนปัสสาวะต่อวันน้อย หรือภาวะกรด-ด่างของปัสสาวะเปลี่ยนแปลง เช่น ถ้าปัสสาวะมีภาวะเป็นกรด จะทำให้เกิดกรดยูริก หรือออกซาเลต ในขณะที่ถ้าปัสสาวะเป็นด่าง จะพบนิวต์ประเภทฟอสเฟต เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดผลึกของสารในปัสสาวะ เกิดเป็นก้อนนิวต์ได้

ผลการศึกษาด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของนิวต์ในระบบทางเดินปัสสาวะ พบว่านิวต์ทั้งหมด 50 ตัวอย่าง มีโครงสร้างทางเคมี จำแนกเป็น 6 ชนิด คือ weddellite, whewellite, uric acid, struvite, ammonium acid urate และ calcium phosphate hydrate (Table 1) และมีตัวอย่างผลการวิเคราะห์นิวต์เลขที่ 736945 ซึ่งเป็นผู้ป่วยเพศชาย อายุ 42 ปี เป็นนิวต์ชนิดกรดยูริก ตรงกับสารมาตรฐานหมายเลข 311982 แสดงผลของสเปกตรัมตาม Figure 2-3

จากการศึกษาโครงสร้างของนิวต์ และองค์ประกอบของนิวต์ด้วยเครื่อง XRD นั้น จะเห็นว่าประกอบด้วยอินทรีย์สาร เช่น กรดยูริก และเกลือของยูริก พวกแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งตกตะกอนในปัสสาวะก่อนนิวต์จะมีขนาดและสีแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสารที่เป็นองค์ประกอบ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถนำผลการศึกษาร่วมประกอบของก้อนนิวต์ ไปป้องกันไม่ให้เกิดนิวต์ขึ้นซ้ำอีกในผู้ป่วย เพราะว่าโดยทั่วไป 50% ของผู้ที่เป็นนิวต์นั้น จะมีนิวต์เกิดซ้ำใหม่ภายใน 5 ปี และ 70% จะเกิดนิวต์ซ้ำภายใน

Table 1. Chemical name, mineral name and chemical formula of kidney stone, matching with reference material number in JCPDS card from XRD.

Reference no.	Mineral name	Chemical name	Chemical formula
17-541	Weddellite	Calcium Oxalate Hydrate	$C_2CaO_4 \cdot 2H_2O$
20-231	Whewellite	Calcium Oxalate Hydrate	$C_2CaO_4 \cdot H_2O$
31-1982	Uric acid	-	$C_5H_4N_4O_3$
15-762	Struvite	Ammonium Magnesium Phosphate Hydrate	$NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$
21-1518	-	Ammonium Acid Urate	$C_5H_7N_5O_3$
18-303	-	Calcium Phosphate Hydrate	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$

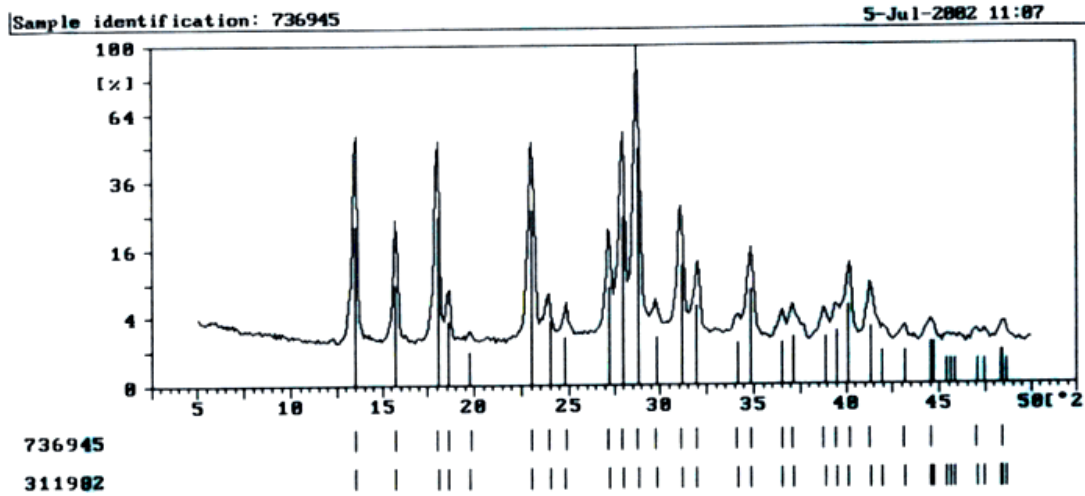


Figure 2. Diffractogram of kidney stone no.736945 matching with reference standard no. 311982; Uric acid.

Card no. 31-1982

s

C ₅ H ₄ N ₄ O ₃ Uric Acid						
Hanawalt : 3.10/x 3.86/6 4.91/5 3.19/5 6.54/5 2.87/3 5.63/2 3.28/2 2.57/2 2.80/1						
Lamda ; 1.540598	d	int	h k l	d	int	h k l
Sys. Monoclinic	6.540	45	2 0 0	3.098	100	-1 2 1
SG. P21/n PS mP 64.00	5.633	18	-1 0 1	2.994	4	4 1 0
a 13.102 b 7.416 c 6.225	4.913	50	2 1 0	2.868	25	-2 2 1
α β 90.37 γ	4.769	7	0 1 1	2.801	11	1 1 2
	4.485	2	-1 1 1	2.623	3	2 1 2
A 1.7667 C 0.8394 Z 4	3.860	55	-2 1 1	2.570	16	3 2 1
Dx 1.846 Dm V 604.84	3.706	7	0 2 0	2.456	3	4 2 0
F(N) 29.5 M(20) 27.6 I/Ic 0.94	3.587	4	-3 0 1	2.421	4	-5 0 1
d-sp Not given	3.276	17	4 0 0	2.312	4	2 3 0
int Diffractometer	3.185	50	0 2 1	2.280	5	4 2 1
Total d's 36						
Color Colorless						
Temp Pattern at 25 C.						

Figure 3. JCPDS card of reference standard no. 311982; Uric acid.

10 ปี เนื่องจากโรคนิ่วเป็นโรคที่เจ็บปวด และทรมาณมาก บางครั้งอาจทำให้ไตเสื่อมได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาทาง ป้องกันไม่ให้นิ่วเกิดขึ้นอีก โดยการวิเคราะห์ถึงกระบวนการรวมกันของอินทรีย์สาร และธาตุต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว ขึ้นเป็นก้อนนิ่วแต่ละชนิด

สรุปผลการทดลอง

จากผลของการวิเคราะห์นิ่วด้วยเครื่อง XRD พบว่า ถ้าจะจำแนกแล้ว นิ่วที่พบในผู้ป่วยแต่ละราย จะจำแนกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่มนิ่วประเภทกรดยูริก และเกลือยูริก เช่น uric acid ($C_5H_4N_4O_3$) และ ammonium acid urate ($C_5H_7N_5O_3$) ส่วนใหญ่ที่พบจะมีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลดำ ผิวเรียบ

2. กลุ่มนิ่วประเภทออกซาเลต เช่น แคลเซียมออกซาเลต (whewellite; $C_2CaO_4 \cdot H_2O$ $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ หรือ weddellite; $C_2CaO_4 \cdot 2H_2O$) มีลักษณะค่อนข้างแข็ง ผิวขรุขระ สีเหลืองอ่อน หรือสีครีม ค่อนข้างขาว

3. กลุ่มนิ่วประเภทฟอสเฟต เช่น แอมโมเนียมแมกนีเซียมฟอสเฟต (struvite; $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$) หรือ calcium phosphate hydrate ($Ca_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$) มีลักษณะเป็นสีขาว หรือสีครีมอ่อนๆ ผิวจะเรียบกว่านิ่วกลุ่มออกซาเลต เพราะ แตกง่าย

จะเห็นว่า XRD ก็เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ชนิดหนึ่ง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ได้ โดยเฉพาะการตรวจวิเคราะห์นิ่ว ผลการวิเคราะห์ได้ผลดี และมีประโยชน์มหาศาล เพราะสามารถจำแนกและแจกแจงองค์ประกอบของนิ่วได้อย่างเด่นชัด การวิเคราะห์นิ่วด้วย XRD นั้นมีข้อดีหลายอย่าง เช่น มีการเตรียมตัวอย่างที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ไม่มีการทำลายสารตัวอย่าง สามารถนำไปศึกษาอย่างอื่นได้อีก แต่ XRD ก็มีข้อเสียก็คือ ต้องใช้สารตัวอย่างปริมาณมากพอสมควร คือต้องมากกว่า 1 กรัม ซึ่งทำให้ไม่สะดวกสำหรับผู้ป่วยที่เป็นนิ่วปริมาณไม่มากนัก เพราะส่วนใหญ่ การเป็นนิ่วนั้น ก็ไม่ใหญ่โตมากอยู่แล้ว นอกจากนี้ ถ้าผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาโดยใช้เครื่องสลายนิ่ว (shock wave litho tripter) ที่สามารถทำลายนิ่วได้ โดยอาศัยคลื่นเสียง (shock wave) ที่มีความเร็วสูงผ่านร่างกาย เข้าไปทำลายนิ่ว ให้แตกเป็นผงแล้วให้หลุดออกนอกร่างกายทางปัสสาวะ ซึ่งนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน นิ่วที่หลุดออกมานั้น จะเป็นผงละเอียด และมีปริมาณน้อย ซึ่งบางครั้งทำให้ยากต่อการเตรียมตัวอย่าง

เพื่อวิเคราะห์ด้วย XRD นอกจากนี้ XRD ก็เป็นเครื่องมือที่มีราคาแพง ไม่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมือน infrared spectrometer (IR) แต่น่าจะใช้ประโยชน์ในเชิงวิเคราะห์เปรียบเทียบผลกับ IR และสรุปโดยรวม XRD ก็เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่น่าจะเลือกใช้ในการตรวจวิเคราะห์นิ่ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ แพทย์หญิง มณฑิรา มฤคทัต และบุคลากร ของศูนย์สลายนิ่ว โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมืออย่างดี ในการเก็บตัวอย่างนิ่ว รวมทั้งให้ความรู้เกี่ยวกับนิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะ และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนจากเงินรายได้คณะในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชูศักดิ์ ปริพัฒนานนท์ และ มณฑิรา มฤคทัต. 2539. Identification of Urinary Tract Stones in Songklanagarind Hospital by Infrared Spectroscopy, ยูโร, 17, 20, 38-46.
- ดำรงพันธุ์ วัฒนะโชติ. 2531. นิ่ววิธีการรักษาและป้องกัน, หมอชาวบ้าน, 10, 115, 22-30.
- สุวิทย์ อารีกุล. 2520. โรคนิ่วกับอาหารสำหรับคนเป็นโรคนิ่ว, ว. สุขภาพ, 6, 1, 87-90.
- สุนทรี บัฒมสุต. 2535. การตรวจแร่ช่วยรักษาโรคนิ่วได้อย่างไร, ข. การธรณี, 37, 5, 14-19.
- หมอนิว, ไกล้หมอ. 2531. นิ่วในทางเดินปัสสาวะ, 12, 5, 30-32.
- <http://www.uro.org.stone.htm> (Kidney stones)