

I-131 MIBG Scintigraphy Localization of Pheochromocytoma ในโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา: รายงานผู้ป่วย 1 ราย และทบทวนวารสาร

สมพร ประเสริฐศิลป์, พ.บ.*

บทคัดย่อ

Pheochromocytoma เป็นเนื้องอกที่พบได้น้อย พบเป็นสาเหตุของความดันโลหิตสูงน้อยกว่าร้อยละ 1 และการผ่าตัดสามารถรักษาความดันโลหิตสูงและอาการข้างเคียงให้หายขาดได้ถึงร้อยละ 90 ของผู้ป่วยกลุ่มนี้ ในรายที่ไม่ได้รับการรักษามักเสียชีวิตด้วยอาการแทรกซ้อนจากผลของ catecholamine ที่หลั่งจากเนื้องอก เช่น malignant hypertension, heart failure, myocardial infarction, stroke, ventricular arrhythmia หรือ metastasis รายงานนี้ นำเสนอผู้ป่วย 1 ราย ที่ได้รับการวินิจฉัยเป็น Pheochromocytoma ในผู้ป่วยชายไทยอายุ 51 ปี มีประวัติความดันโลหิตสูงและมีอาการปวดศีรษะใจสั่น และเหงื่อออก ผู้ป่วยไปรักษาหลายแห่ง และไม่พบสาเหตุ จนกระทั่งมาด้วยอาการแทรกซ้อนใน 4 ปีต่อมาจึงได้รับการวินิจฉัยและรักษา

Abstract: I-131 MIBG Scintigraphy Localization of Pheochromocytoma in Maharat Nakhon Ratchasima Hospital: a Case Report and Literatures Review
Somporn Prasertsil, M.D.
Nuclear Medicine Division, Department of Radiology, Maharat Nakhon Ratchasima Hospital.
Nakhon Ratch Med Bull 2006; 30:S87-94.

Pheochromocytoma is unusual and rare tumor of the adrenal gland. It accounts for less than 1% of patients with hypertension. Early detection and removal of the tumor can cure the hypertension and its associated symptoms in about 90 % cases, while the untreated patient is likely to be fatal due to catecholamine-induced malignant hypertension, heart failure, myocardial infarction, stroke, ventricular arrhythmia or metastasis. This report showed a case of Pheochromocytoma that occurred in 51 year-old male with history of hypertension and frequent symptoms of headache, palpitation and sweating. He has not been diagnosed until he developed complications in 4 years later. Then, he was diagnosed and treated.

ภูมิหลัง

Pheochromocytoma เป็นเนื้องอกของต่อมหมวกไต ซึ่งพบได้น้อยอุบัติการณ์ในประชากรทั่วไปประมาณร้อยละ 0.001-0.01 พบเป็นสาเหตุของความดันโลหิตสูงไม่ถึงร้อยละ 1 พบในเพศชายและหญิงเท่ากัน พบบ่อยในช่วงอายุ 30-50 ปี ในเด็กพบน้อยและมักมีประวัติครอบครัว จากการตรวจผู้เสียชีวิตที่มี Pheochromocytoma พบว่ามากกว่าร้อยละ 50 ไม่เคยได้รับการวินิจฉัยหรือสงสัยว่าเป็น Pheochromocytoma การผ่าตัดสามารถรักษาความดันโลหิตสูงหายขาดได้ถึงร้อยละ 90 ในกลุ่มที่มีความดันโลหิตสูง ในรายที่ไม่ได้รับการวินิจฉัยและรักษามักเสียชีวิตด้วยอาการแทรกซ้อนจากผลของ catecholamine ที่หลั่งจากเนื้องอก เช่น malignant hypertension, heart failure, myocardial infarction, stroke, ventricular arrhythmia หรือ metastasis⁽¹⁻³⁾

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยชายไทย อายุ 51 ปี เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเอกชน เดือน กรกฎาคม 2548 ด้วยอาการเจ็บแน่นหน้าอกและปวดศีรษะอย่างรุนแรง ผู้ป่วยมีโรคประจำตัวคือ ความดันโลหิตสูง, dyslipidemia ได้รับการรักษาต่อเนื่อง มาประมาณ 5 ปี และรับการรักษาโรคเบาหวานประมาณ 1 ปีที่คลินิกชุมชน ระหว่างรักษาในโรงพยาบาล วินิจฉัยเป็นกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดชนิด Non-ST-

elevated myocardial infarction (NSTEMI) ได้รับการตรวจสวนหัวใจ (Cardiac catheterization) พบ left anterior descending coronary artery (LAD) stenosis 50 เปอร์เซ็นต์ และมีภาวะ hypertensive crisis (ความดันโลหิตสูงถึง 260/120 มิลลิเมตรปรอท) ระหว่างรักษาพบความดันโลหิตสูงแกว่งขึ้นลงเป็นระยะๆ และมีประวัติปวดศีรษะ จึงสงสัย Pheochromocytoma ได้ทำการตรวจ urine vanillylmandelic acid (VMA) และอัลตราซาวด์ในช่องท้องเบื้องต้นไม่พบความผิดปกติ ผู้ป่วยได้รับยากลุ่ม alpha และ beta blocker เพื่อรักษาอาการและได้ทำการตรวจหาสาเหตุอีกครั้งจึงวินิจฉัย Pheochromocytoma

จากบันทึกการรักษาที่คลินิกชุมชน ผู้ป่วยมีประวัติที่น่าสงสัยเช่น ปวดศีรษะอย่างรุนแรง, ใจสั่น, เหงื่อแตกเป็นระยะ 2-3 เดือนครั้ง ร่วมกับความดันโลหิตสูงเป็นระยะๆ (paroxysmal hypertension) ตลอดระยะ 4-5 ปี อาการแต่ละครั้งไม่นาน กินยาแก้ปวดสักครู่ก็หายปวดศีรษะ ส่วนใหญ่ได้รับการรักษาแบบ anxiety, tension headache มาตลอด ระยะเวลาหลังผู้ป่วยมีอาการบ่อยทุกเดือน ตั้งแต่ต้นปี 2548 ร่วมกับอาการ วิงเวียน เป็นลม ผู้ป่วยไม่มีประวัติครอบครัวเป็น Pheochromocytoma มีพี่สาว 1 คน เป็นความดันโลหิตสูง

ผู้ป่วยได้รับการตรวจอีกครั้งที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ในเดือนสิงหาคม 2548 โดยอัลตรา

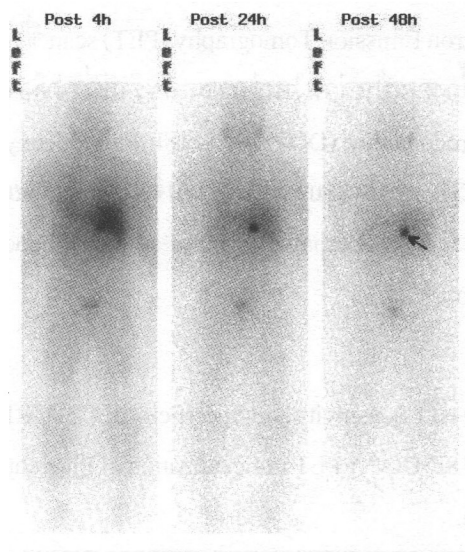
ชายในช่องท้องพบ right adrenal mass ขนาด 4 เซนติเมตรและทำการตรวจ 131I-Metaiodobenzylguanidine (MIBG) และเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องพบ right adrenal mass 4.5 cm with central necrosis ไม่พบ extra-adrenal mass หรือ metastasis (รูปที่ 1) ผลการตรวจ urine metanephrines (HPLC method)=16,765 nmol/day (ค่าปกติ 264-1,729)

ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดในเดือนตุลาคม 2548 ผลทางพยาธิวิทยาเป็น Pheochromocytoma การติดตามหลังผ่าตัด ผู้ป่วยไม่มีอาการปวดศีรษะ ใจสั่น โรคนิ่ว หวานหายเป็นปกติโดยไม่ต้องใช้ยา ความดันโลหิตสูงคุมได้ด้วยยา 2 ชนิด กลุ่ม alpha และ beta blocker (Doxazosin mesylate, Carvedilol) ผลการตรวจติดตาม urine VMA (4.7 mg/day) และ metanephrines (296 nmol/day) หลังผ่าตัด 2 เดือนอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ผู้ป่วยยังมีภาวะ dyslipidemia และเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลอีกครั้งด้วยอาการเจ็บหน้าอกและตรวจพบเส้นเลือดหัวใจ

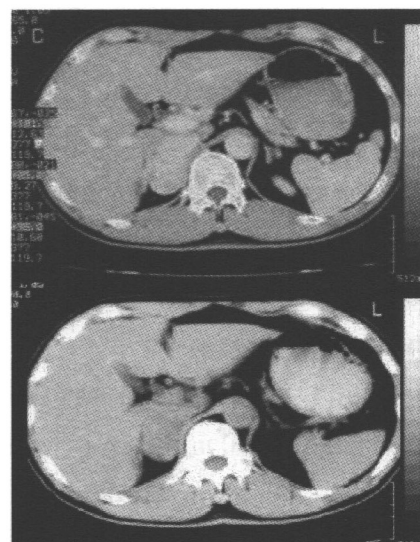
ตีบมากขึ้น LAD stenosis (90 เปอร์เซ็นต์) และได้รับการขยายหลอดเลือดหัวใจด้วยบอลลูนเมื่อ มิถุนายน 2549 ที่ผ่านมาหลังการรักษาไม่มีภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ไม่มีความดันโลหิตสูง ปวดศีรษะ หรือใจสั่นอีก

วิจารณ์และบททบทวนวารสาร

Pheochromocytoma เป็นเนื้องอกของ Chromaffin cells ส่วนใหญ่ร้อยละ 80-90 พบได้ที่ adrenal medulla ส่วนน้อยร้อยละ 10 พบนอกต่อมหมวกไต (extra-adrenal) โดยพบตามบริเวณที่มี Chromaffin cells ได้แก่ ตามทางของ sympathetic nerve chain ตั้งแต่ช่องท้องถึงคอ, organ of Zuerkandl (บริเวณ bifurcation of aorta) และกระเพาะปัสสาวะ ส่วนใหญ่ extra-adrenal Pheochromocytoma พบในช่องท้อง⁽¹⁾ ในรายที่แพร่กระจายไปบริเวณอื่นที่ไม่มี Chromaffin cells เช่น กระดูก ต่อมน้ำเหลือง ปอด จะวินิจฉัยเป็น Malignant pheochromocytoma (พบประมาณร้อยละ 10-20) ซึ่งมัก



(a)



(b)

รูปที่ 1 (a) MIBG (Posterior view) showed right adrenal mass (more intense than liver) without extra-adrenal mass or metastasis. (b) CT (contrast and non-contrast) abdomen showed concordant adrenal mass size 3.2x4.5 cm. with central necrosis.

มีประวัติครอบครัวถึงร้อยละ 24 และส่วนหนึ่งเป็น Multiple endocrine neoplasm (MEN) type 2 ในปัจจุบัน พบความผิดปกติของพันธุกรรม 6 ยีนคือ RET gene ใน MEN type 2, VHL gene ใน Von Hippel-Lindau Disease, NF1 gene ใน neuro-fibromatosis Recklinghausen (neurofibromatosis type 1), SDHB, SDHC, SDHD genes ใน paraganglioma syndromes type 4, type 3, และ type 1⁽⁴⁾

Pheochromocytoma จะหลั่ง catecholamines ทำให้มีความดันโลหิตสูง ปวดศีรษะ ใจสั่น มือสั่น และเหงื่อออกมาก อาการมักเป็นแบบทันทีทันใดเมื่อเนื้ออกหลั่งฮอร์โมนออกมา โดยมีสิ่งกระตุ้น เช่น ท่าบางท่า การออกกำลังกาย การถ่ายปัสสาวะ ความเครียด หรือแม้กระทั่งการตรวจคลำก้อน ในระหว่างตรวจร่างกายและผ่าตัด เมื่อเกิดอาการแล้วมักเป็นอยู่ระยะสั้น ๆ 10-30 นาที หรืออาจหลายชั่วโมง บางครั้งอาจไม่พบสิ่งกระตุ้นชัดเจน อาการอาจเกิดซ้ำทุก 2-3 เดือน ผู้ป่วยมักได้รับวินิจฉัยเป็น anxiety, nervousness, panic attack บางครั้งผู้ป่วยมาด้วยไข้สูงไม่ทราบสาเหตุจากภาวะ hypermetabolism หรือท้องผูก

การวินิจฉัย Pheochromocytoma ได้จากอาการและการตรวจเลือดหรือปัสสาวะ เพื่อหาปริมาณ metanephrines หรือ catecholamines หรือตรวจหา VMA ในปัสสาวะ พบว่าการตรวจ metanephrines ในเลือดและปัสสาวะมีความไวสูงถึงร้อยละ 100 ส่วน VMA มีความจำเพาะสูงถึงร้อยละ 97

ในผู้ป่วยทั่วไปควรเลือกใช้การตรวจปัสสาวะ และใช้การตรวจเลือดในผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเนื่องจากพบผลบวกปลอม (false positive) สูงในการตรวจปัสสาวะ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีภาวะไตวาย⁽⁵⁻⁷⁾

ในรายที่ผลไม่ชัดเจนอาจใช้ Glucagon stimulation หรือ Clonidine suppression test โดยวัด plasma norepinephrine ก่อนและหลังให้ Glucagon หรือ Clonidine

ถ้า plasma norepinephrine 2 นาที หลังให้ Glucagon เพิ่มมากกว่า 3 เท่า หรือ plasma norepinephrine 3 ชั่วโมง หลังให้ Clonidine ซึ่งเป็นยาขับยั้งการหลั่ง catecholamine จากระบบประสาท sympathetic ลดลงน้อยกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าเป็น Pheochromocytoma ในรายที่ผลตรวจทางเคมีให้ผลบวก จะตรวจหาตำแหน่งของเนื้องอกต่อไปเพื่อวางแผนการผ่าตัดและตรวจหา extra-adrenal Pheochromocytoma หรือ metastasis

การตรวจหาตำแหน่งที่ noninvasive มีหลายวิธีคือ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT scan), เอกซเรย์แม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) และ ¹³¹I MIBG ซึ่งจะกล่าวต่อไป และในปัจจุบันเครื่องมือ CT, MRI มีความชัด (spatial resolution) ดีขึ้นมาก การตรวจ CT scan, MRI จึงมีความไวสูงกว่า MIBG (มากกว่าร้อยละ 95) โดยเฉพาะในกลุ่ม intra-adrenal tumors แต่ในกลุ่ม extra-adrenal tumors และ metastasis MIBG จะมีความไวมากกว่าเนื่องจาก MIBG มีความจำเพาะสูง (มากกว่าร้อยละ 95-100) จึงนิยมใช้ตรวจ ร่วมกับ CT scan และ MRI และสามารถเห็น metastasis ได้ดีกว่า (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังมีการตรวจ Positron Emission Tomography (PET) scan ซึ่งใช้ตรวจหาเนื้องอกเป็นส่วนใหญ่ สารเภสัชรังสีที่ใช้คือ ⁶-[¹⁸F]-Fluorodopamine (DOPA) และ ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose (FDG) ซึ่งมีความไวและความจำเพาะถึงร้อยละ 100 ทั้งใน intra-adrenal และ extra-adrenal Pheochromocytoma^(3, 8-11)

ตารางที่ 1 Sensitivity and Specificity of CT/MRI, MIBG and ¹⁸F-DOPA PET in Localization of Pheochromocytoma.

	CT/MRI	MIBG	¹⁸ F-DOPA PET
sensitivity	>95%	78-83%	100%
specificity	65-75%	95-100%	100%

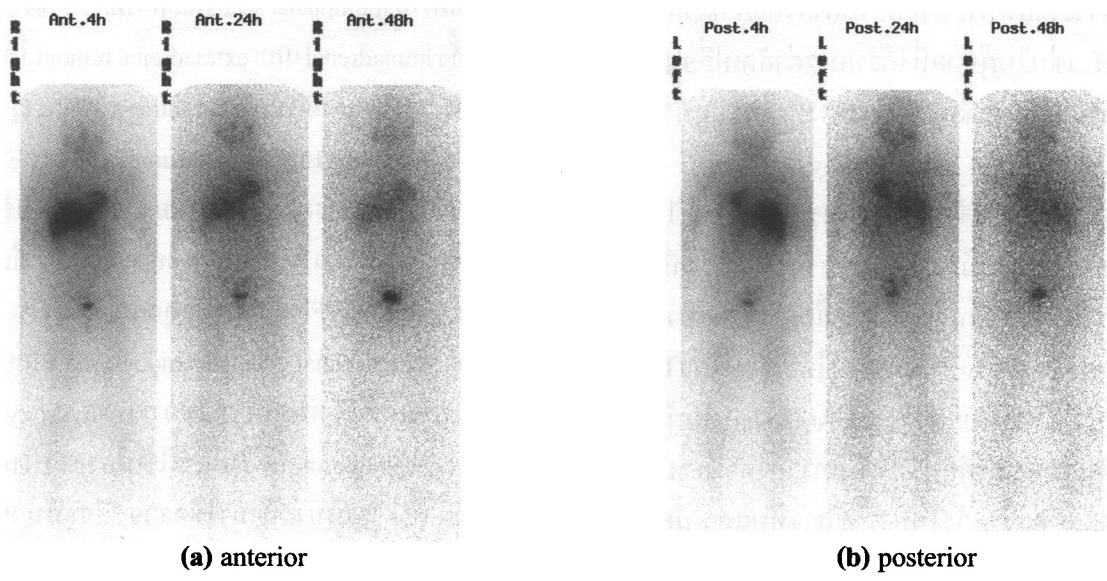
1. 131I-Metaiodobenzylguanidine (MIBG)

MIBG เป็น noradrenaline analogue เริ่มพัฒนาที่ มหาวิทยาลัยมิชิแกน โดย Wieland และคณะ โดยวิธีเชื่อม benzyl group ของ bretylium กับ guanidine group ของ guanethidine ซึ่งเป็นยารักษาโรคความดันโลหิตสูงทั้ง 2 ตัว จะมีการดูดซึมที่เจาะจงโดย adrenal medulla, sympathetic nervous system และเนื้องอกที่เกิดจาก neural crest

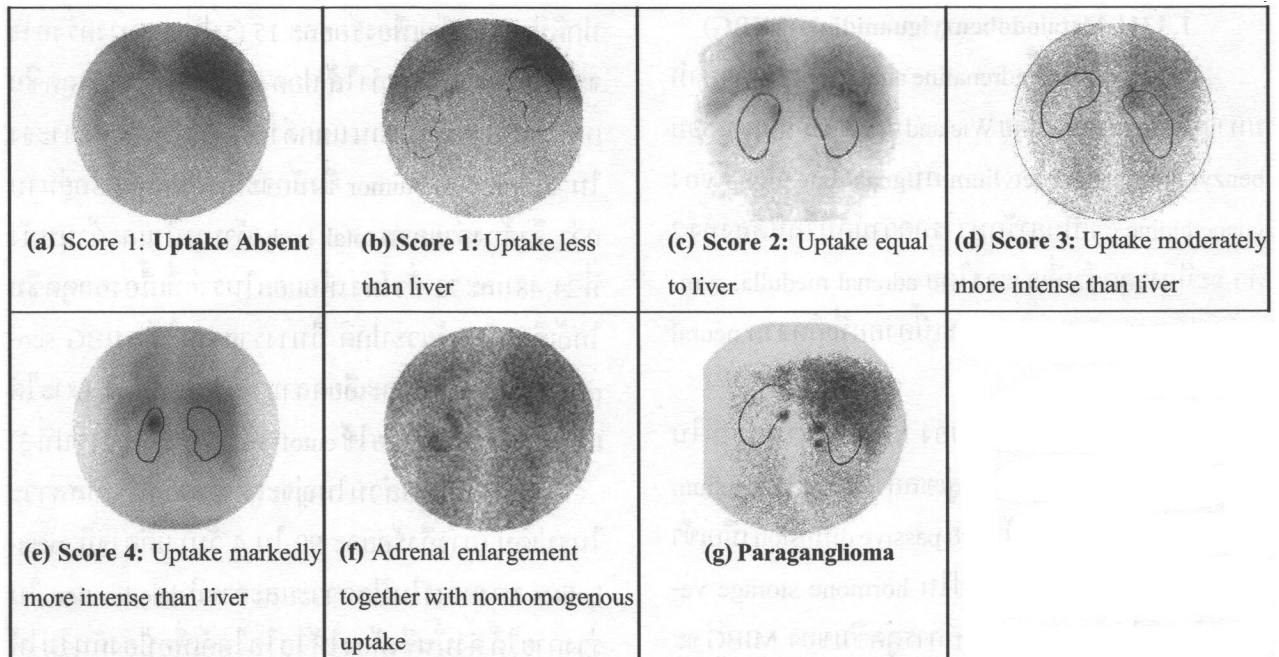
กลไกของการดูดซึมของ MIBG เท่าที่ทราบในปัจจุบันคือ ส่วนใหญ่จะเข้าสู่เซลล์โดย active sodium transport ส่วนน้อยจะเข้าโดย passive diffusion เมื่อเข้าสู่ cytoplasm แล้ว จะเข้าไปใน hormone storage vesicles โดยวิธี active transport การดูดซึมของ MIBG จะแสดงถึงการดูดซึม catecholamine และการสะสมของ sympathoadrenal system ใน 131I-MIBG ปกติจะมีการดูดซึมที่ adrenal medulla และตาม sympathetic neuronal innervation ของหัวใจ ม้าม และ ต่อมไทรอยด์, nasopharynx, ตับและกระเพาะปัสสาวะ ที่ต่อมหมวกไต

ปกติมีการดูดซึมเพียงร้อยละ 15 (รูปที่ 2) บางครั้งอาจจะมี activity ใน ลำไส้ ปอด และสมอง แต่การดูดซึมเหล่านี้มักจะอยู่ไม่นาน แตกต่างจากการดูดซึมที่เจาะจงใน neural crest tumor ซึ่งมักจะมีมากกว่าและอยู่นานกว่า จึงต้องถ่ายภาพ total body ด้านหน้าและด้านหลังที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เพื่อแยกในรายที่เนื้องอกดูดซึมใกล้เคียงกับอวัยวะปกติ มีบางรายงานใช้ MIBG scoring⁽¹²⁾ ช่วยแยกรายละเอียดสามารถเพิ่มความจำเพาะได้เกือบร้อยละ 100 โดยใช้ cutoff value ที่ score 2 (รูปที่ 3)

131I-MIBG ส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ ในรูปเดิม (อาจถึงร้อยละ 90 ใน 4 วัน) แต่อาจมี metabolites บางอย่างในปัสสาวะและอาจมี deiodination ในร่างกายได้ ดังนั้นจึงต้องให้อิโอดีนเพื่อป้องกันไม่ให้ต่อมไทรอยด์ได้รับรังสีมากเกินไป โดยให้ผู้ป่วยรับประทาน SSKI 1 หยด วันละ 3 เวลา ก่อนทำการตรวจ 1 วัน และรับประทานต่อไปอีกจนครบ 7 วัน (หรือให้ Lugol's solution วันละ 6 หยด) เพื่อป้องกันการดูดซึมอิโอดีนรังสีของต่อมไทรอยด์ มียาบางอย่างขัดขวางการ



รูปที่ 2 Normal biodistribution of I-131 MIBG demonstrated in the nasopharynx, salivary glands, liver, spleen, and urinary bladder. The uptake in liver mainly clear in 48 hours. Less uptake in myocardium, lung kidney and normal adrenal gland.



รูปที่ 3 MIBG Scintigraphic Scoring System

ดูดซึมของ MIBG ได้แก่ tricyclic antidepressants, cocaine, reserpine และ phenylpropanolamine ส่วนยาพวก alpha- และ beta- adrenergic blocking agent มักไม่มีผล (ตารางที่ 2) ในภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ MIBG จะถูกขับออก และในภาวะที่เส้นประสาทถูกทำลายไปแล้วจะมีการดูดซึมลดลง เช่นในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนหัวใจ จะพบว่าไม่มีการดูดซึมของ MIBG ที่กล้ามเนื้อหัวใจ

2. Computed Tomography (CT scan)

CT scan มีที่ใช้บ่อยและแพร่หลาย ราคาไม่แพง เครื่องมือในปัจจุบันมีความชัดสูงสามารถตรวจเนื้ออกขนาดเล็กถึง 0.5-1 เซนติเมตรได้ เนื่องจากในช่องท้องมี perinephric fat ทำให้เห็นเนื้ออกได้ชัดเจนโดยไม่ต้องจำเป็นต้องใช้สารทึบแสง (contrast media) ในผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงที่คุมไม่ได้ มีภาวะไตวาย หรือแพ้อาหารทะเล ควรระวังในการใช้สารทึบแสงเนื่องจากอาจกระตุ้นให้เกิด hypertensive crisis ได้ ปัจจุบันนิยมใช้ CT scan เพื่อตรวจดูรายละเอียดร่วมกับ MIBG ในบริเวณที่ตรวจพบเนื้ออก (รูปที่ 1)

3. Magnetic Resonance Imaging (MRI)

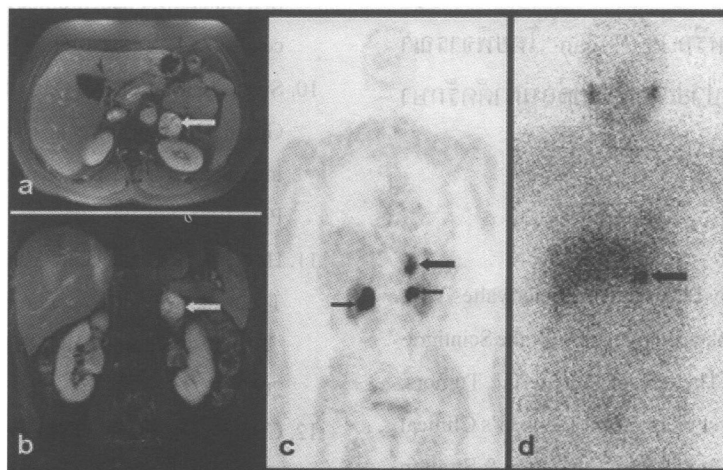
MRI ใช้ตรวจในกรณีที่ไม่มี MIBG สามารถใช้ตรวจในหญิงตั้งครรภ์เพราะไม่มีข้อจำกัดเรื่องอันตรายจากรังสีเช่นใน MIBG และ CT scan นอกจากนี้ MRI มีข้อเด่นด้าน multiplanar scan และความไวสูงจึงใช้ตรวจหาได้ทั้ง intraadrenal และ extraadrenal tumors โดยก้อนที่เห็นใน MRI จะมีลักษณะ brightness ใน T2 (รูปที่ 4)

4. Positron Emission Tomography (PET)

PET เป็นการตรวจที่มีความไวและความจำเพาะสูงเกือบร้อยละ 100 ขึ้นกับสารเภสัชรังสีที่ใช้ คือ 18F-DOPA และ 18F-FDG ซึ่งการดูดซึมได้ทั้งใน intraadrenal, extraadrenal pheochromocytoma และ metastasis สารเภสัชรังสีอื่นที่ใช้ เช่น 11C-hydroxyephedrine, 11C-epinephrine แต่ไม่นิยมใช้เนื่องจาก 11C มีค่าครึ่งชีวิตสั้น ไม่เหมาะนำมาใช้ตรวจ ปัจจุบัน PET ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทยเนื่องจากข้อจำกัดในด้านเครื่องมือราคาแพงและขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง (รูปที่ 4)

ตารางที่ 2 Drugs that interfere I-131 MIBG Uptake

Drugs	Mechanism of interference	Suggested withdrawal prior to MIBG scan
Opioids, Cocaine, Tramadol	Uptake inhibition	7-14 days
<u>Tricyclic antidepressants</u>		
- amitriptyline, imipramine, loxapine, etc.	Uptake inhibition	7-21 days
<u>Sympathomimetics</u>		
- Phenylpropanolamine, pseudoephedrine, phenylephrine, amphetamine, dopamine, isoproterenol, salbutamol, terbutaline.	Depletion of granules	7-14 days
<u>Antihypertensive/cardiovascular agents</u>		
- Labetalol, metoprolol, amiodarone	Inhibition uptake and depletion	21 days
- Reserpine		
- Bretylium, guanethidine	Depletion and transport inhibition	14 days
- Calcium channel blockers: nifedipine, nicardipine, amlodipine	Increased uptake and retention	14 days
<u>ACEI:</u>		
- Captopril, Enalapril	Increase uptake and retention	14 days
<u>Antipsychotics</u>	Uptake inhibition	21-28 days
- Phenothiazines (CPZ, fluphenazine, etc.)		
- Thioxanthenes (maprotiline, trazolone)		
- Butyrophenones (droperidol, haloperidol)		



รูปที่ 4 Pheochromocytoma of the left adrenal gland (large arrow) in 44-year-old woman Transverse (a) and coronal (b) contrast-enhanced MRI, coronal ^{18}F DOPA PET (c), and planar MIBG scintigraphy (d) image show concordant findings. The small arrows in (c) point to the normal accumulation of ^{18}F DOPA in the renal collecting system.

สรุป

Pheochromocytoma เป็นเนื้องอกที่พบน้อย แต่เป็นสาเหตุหนึ่งของความดันโลหิตสูงที่สามารถรักษาให้หายขาดได้ด้วยการผ่าตัด จึงควรตระหนักในการวินิจฉัยและรักษาโดยเร็ว เพื่อลดอัตราการตายและอาการแทรกซ้อนจากผลของ catecholamines ที่หลั่งจากเนื้องอก ซึ่งส่วนใหญ่สามารถวินิจฉัยได้จากประวัติและอาการ หรือพบก่อนเนื้องอกโดยบังเอิญ การตรวจหาตำแหน่งเนื้องอกและ metastasis ก่อนการผ่าตัดเพื่อวางแผนการรักษาและติดตามหลังการผ่าตัดมีความจำเป็น แม้ว่า MIBG จะนิยมใช้เพราะมีความไวและความจำเพาะสูงในการวินิจฉัย Pheochromocytoma อย่างไรก็ดีตามคำแนะนำใช้สำหรับการตรวจเบื้องต้นในผู้ป่วยความดันสูงทุกราย แต่จะใช้ในรายที่สงสัย Pheochromocytoma จากประวัติและการตรวจร่างกาย และพบมีระดับ metanephrines, catecholamines ในเลือดหรือปัสสาวะ หรือ VMA ในปัสสาวะ สูงผิดปกติ ในรายที่ MIBG ตรวจพบเนื้องอก ควรตรวจ CT scan หรือ MRI ในตำแหน่งที่พบเพิ่มเติม เนื่องจากความชัดสูง ถ้า MIBG ตรวจไม่พบความผิดปกติ (พบในรายที่ก้อนขนาดเล็ก หรือมี tumor necrosis) แต่ยังสงสัย Pheochromocytoma ควรพิจารณา MRI หรือ PET scan โดยพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละรายก่อนผ่าตัดรักษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Mc Ewan AJ, Shapiro B, Sisson JC, Beierwaltes WH, Ackery DM. Radio-iodobenzylguanidine for the Scintigraphic Localization and Therapy of Adrenergic Tumors. In: Freeman LM, editor. Freeman and Johnson's Clinical Radionuclide Imaging. 3rd ed. Florida: Grune & Stratton Inc; 1986. p.2028-57.
2. วัชรินทร์ รัตนมาศ. เวชศาสตร์นิวเคลียร์คลินิก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์; 2540.
3. Moreira SG, Jr, Pow-Sang JM. Evaluation and Management of Adrenal Masses. *Cancer Control* 2002; 9: 326-34.
4. Neumann HPH, Cybulla M, Shibata H, Oya M, Naruse M, Higashihara E, et al. New genetic causes of pheochromocytoma. *Keio J Med* 2005; 54:15-21.
5. Stewart MF, Reed P, Weinkove C, Moriarty KJ, Ralston AJ. Biochemical diagnosis of pheochromocytoma: two instructive case reports. *J Clin Pathol* 1993; 46: 280-2.
6. Lenders JWM, Pacak K, Walther MM, Linehan M, Mannelli M, Friberg P, et al. Biochemical diagnosis of pheochromocytoma. Which test is best? *JAMA* 2002; 287: 1427-34.
7. Sawka AM, Jaeschke R, Singh RJ, Young WF. A comparison of biochemical tests for pheochromocytoma: measurement of unfractionated plasma metanephrines compared with the combination of 24-hour urinary metanephrines and catecholamines. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 553-8.
8. Graaf JS de, Klooster NJJ, Lange WE de, Piers DA, Zwierstra RP. Comparison of Metaiodobenzylguanidine Scintigraphy and Computed Tomography for Localization of Pheochromocytoma. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* 1991; 135: 2383-7.
9. Radin DR, Ralls PW, Boswell WD, Jr, Colletti PM, Lapin SA, Halls JM. Pheochromocytoma: detection by unenhanced CT. *AJR* 1986; 146: 741-4.
10. Swensen SJ, Brown ML, Sheps SG, Sizemore GW, Gharib H, Grant CS, et al. Use of ¹³¹I-MIBG scintigraphy in evaluation of suspected pheochromocytoma. *Mayo Clin Proc* 1985; 60: 299-304.
11. Hoegerle S, Nitzsche E, Althoefer C, Ghanem N, Manz T, Brink I, et al. Pheochromocytomas: Detection with ¹⁸F DOPA Whole-Body PET-Initial Results. *Radiology* 2002; 222: 507-12.
12. Cecchin D, Lumachi F, Marzola MC, Opocher G, Scaroni C, Zucchetto P, et al. A meta-iodobenzylguanidine Scintigraphic Scoring System Increases Accuracy in the Diagnostic Management of Pheochromocytoma. *Endocrine-Related Cancer* 2006; 13: 525-33.