

บทความปริทัศน์

การปฏิบัติที่ดีสำหรับการตรวจอัลตราซาวนด์ช่องท้อง

The Good Performance of Abdomen Ultrasonography

สุริย์ พึ่งผลงาม วท.บ. (รังสีเทคนิค)

บทคัดย่อ

การตรวจอัลตราซาวนด์ช่องท้องต้องกำกับพารามิเตอร์ในการตรวจเพื่อให้ได้มาตรฐานในการดูแลผู้ป่วย มาตรฐานสามารถยืดหยุ่นได้ และมีได้เป็นกฎระเบียบที่เขียนขึ้นตามกฎหมาย หากแต่เป็นแนวทางในการปฏิบัติที่ผู้ปฏิบัติงานทุกฝ่ายสามารถประยุกต์หลักการไปตามความรับผิดชอบและแตกต่างกันได้ภายใต้วิจรรย์ญาณของรังสีแพทย์และนักรังสีการแพทย์ที่ปฏิบัติงานร่วมกัน ทั้งนี้ต้องพิจารณาสภาพผู้ป่วย ข้อจำกัดในทรัพยากร อุปกรณ์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดศาสตร์และศิลป์ในการบริการทางการแพทย์ที่ดี

บทนำ

อัลตราซาวนด์ (Ultrasound) ได้แก่ การตรวจวินิจฉัยโรคโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงสะท้อนให้เกิดภาพซึ่งสามารถตรวจเนื้อเยื่อ/อวัยวะ (เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ) ต่างๆ ทำให้เห็น ความปกติและความผิดปกติ จึงสามารถช่วยในการวินิจฉัยโรคของแพทย์ได้

แนวคิดการใช้เสียงนับเริ่มจากทฤษฎีบทของปีทาโกรัส (Pythagoras, 570-495 BC) เรื่องสามเหลี่ยมทำให้

เกิดการคิดค้น sonometer สำหรับการวัดเสียงดนตรี ต่อมา โบธิอุส (Boethius, 481-525) ได้เปรียบเทียบคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ โดยสร้างภาพคลื่นในน้ำ ต่อมาการค้นพบหลักการว่าผลึกของแร่บางชนิดสามารถให้กำเนิดไฟฟ้าได้เมื่อมีแรงกดกระทำต่อผลึก (piezoelectricity) ในปี 2420 ของ Pierre Curie (2402-2449) ต่อมาในปี 2445 จึงได้สร้างภาพอัลตราซาวด์ภาพแรกได้ โดย Paul Langevin (2415-2432) ศาสตราจารย์ทางฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส ต่อมาได้มีความพยายามในการพัฒนาหัวตรวจอัลตราซาวนด์ (probe) และหลักการสำหรับขอบเขตการวินิจฉัย เหตุการณ์สำคัญในระหว่าง

ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล

นั้นคือการจมองของเรือโทเทนิกในปี 2455 ทำให้มีความต้องการที่จะตรวจจับวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ Constantin Chilowsky เพื่อนร่วมงานของ Paul Langevin ได้เสนอแนวคิดในการใช้ระบบตรวจจับทางเสียง (ultrasonic detection system) ด้วยการสร้างสัญญาณใต้น้ำและการกำหนดตำแหน่งวัตถุใต้น้ำและพัฒนามาจนสำเร็จในปี 2460 ต่อมา ในปี 2471 Sergei Sokolov นักฟิสิกส์ชาวรัสเซียได้แนะนำให้ใช้อัลตราซาวด์ในการตรวจหารอยร้าวของโลหะในระดับอุตสาหกรรม ระหว่างปี 2463-2443 อัลตราซาวด์ได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อ (sterilization) วัคซีนและใช้ในการรักษามะเร็งร่วมกับการฉายแสง และได้ถูกนำไปใช้เพื่อรักษาต่างๆ เช่น อาการปวดจากข้ออักเสบ มะเร็งกระเพาะอาหาร ภาวะผิวน้ำหนักอักเสบ เป็นต้น

แนวความคิดในการนำอัลตราซาวด์มาใช้ทางการแพทย์เริ่มในช่วงพุทธศักราชที่ 2483 Karl Dussik (1908-68) ประสาทแพทย์และจิตแพทย์เป็นแพทย์ท่านแรกที่ใช้อัลตราซาวด์เพื่อการวินิจฉัยตำแหน่งของมะเร็งสมอง โดยเรียกว่า hyperphonography ต่อมา George Ludwig (1922-73) อายุรแพทย์ได้พัฒนาอัลตราซาวด์ในการวินิจฉัยนิ่วในถุงน้ำดี ในปี 2492 Douglas Howry (1920-69) รังสีแพทย์ได้พัฒนา B-mode equipment โดยเปรียบเทียบภาพตัดขวางกับพยาธิวิทยาจริงของมนุษย์ และพัฒนาเป็น pulse-echo ultrasonic scanner ในช่วงเดียวกัน John J. Wild (1914-2009) แพทย์ชาวอังกฤษที่มาทำงานที่ประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาอุปกรณ์สแกนอัลตราซาวด์ linear B-mode instrument เพื่อการวินิจฉัยโรคของร่างกายส่วนลำตัว (body imaging) ในการตรวจมะเร็งเต้านม และในปีพ.ศ. 2494 Wild ได้ร่วมกับ Joseph Holmes (1902-82) ร่วมกับ Douglas Howry และวิศวกรได้ผลิต 2D B-mode linear compound scanner เพื่อจะทำการตรวจคัดกรองมะเร็งเต้านม แต่ต้นสังกัดไม่สนับสนุนการทำ ultrasound screening สำหรับเต้านมจึงถูกระงับไปในปี 2503 อย่างไรก็ตาม John J. Wild ได้รับ

การยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งอัลตราซาวด์ทางการแพทย์ (father of medical ultrasound)

Wolf D. Keidel ได้ใช้อัลตราซาวด์ในการตรวจหัวใจ ในขณะที่ Inge Edler (1911-2001) อายุรแพทย์หัวใจ และ Carl Hellmuth Hertz (1920-90) นักฟิสิกส์ ชาวสวีเดนได้เริ่มทำในปี 1953 ต่อมาทั้งคู่ได้รับยกย่องได้เป็น fathers of echocardiography และในปี 1956 Robert Rushmer (1915-2001) กุมารแพทย์ชาวอเมริกาได้พัฒนาอุปกรณ์สำหรับตรวจระบบหลอดเลือดโดยทดลองในสุนัข ในปี 1966 Don Baker, Dennis Watkins และ John Reid ได้พัฒนาระบบ pulsed Doppler เพื่อตรวจการไหลของเลือดในระดับต่างๆ กันของหัวใจ ซึ่งต่อมาได้พัฒนามาเทคโนโลยีมาเป็น Doppler Ultrasound และ Duplex Ultrasound

Joseph Holmes, W. Wright, และ R. Meyerdirk ได้ร่วมกันพัฒนาเครื่องตรวจอัลตราซาวด์ทางการแพทย์สำเร็จและสามารถผลิตออกจำหน่ายได้ในปี 2506 ต่อจากนั้น เครื่องอัลตราซาวด์ก็ได้พัฒนาในระดับอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องทั้งในประสิทธิภาพและขนาดของเครื่อง เช่น ประมาณปี 2523 ได้พัฒนา real time ultrasound เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือในการวินิจฉัย ประมาณปี 2533 ได้พัฒนาระบบการสร้างภาพ 3 มิติ และ 4 มิติ และเครื่องมีขนาดเล็กลงมาก ทั้งนี้ ยิ่งเทคโนโลยีพัฒนาเร็วเท่าใดก็ทำให้การอ่านภาพอัลตราซาวด์มีความซับซ้อนและต้องใส่ใจกับความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

อัลตราซาวด์มีผลข้างเคียงจากกระบวนการตรวจน้อยกว่าเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และการตรวจด้วยเครื่องสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพราะไม่ใช่รังสีเอกซ์ คลื่นแม่เหล็กหรือคลื่นวิทยุ และไม่ได้ฉีดสารทึบรังสี อย่างไรก็ตาม มียกเว้นในผู้ที่แพ้ น้ำยาเจล (Gel) ที่ใช้ทาผิวหนังในตำแหน่งตรวจโรคเพื่อเป็นตัวกลางส่งผ่านคลื่นเสียงจากหัวตรวจสู่ร่างกาย การแพ้เป็นกลุ่มผื่นคันซึ่งหายได้เอง หากมีอาการแพ้มากก็อาจทายาแก้แพ้ เช่น ยาแอนติฮีส

ตามีน (Antihistamine) อาการจะหายได้ภายใน 2-3 วัน กระจกนั้น อัลตราซาวนด์ก็ยิ่งปลอดภัยกว่าการตรวจอื่น ๆ เมื่อพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังได้กล่าวแล้ว และค่าใช้จ่ายในการตรวจก็ยิ่งถูกกว่ามาก ผลการตรวจที่รวดเร็วกว่าจึงเหมาะสมที่จะตรวจโรคที่ไม่ซับซ้อน ทั้งในการตรวจเบื้องต้น การตรวจคัดกรอง (Screening) และการตรวจเพื่อติดตามโรคและติดตามผลจากการรักษา

การปฏิบัติที่ดีสำหรับการตรวจอัลตราซาวนด์

การปฏิบัติที่ดีสำหรับการตรวจอัลตราซาวนด์จึงเข้ามามีบทบาทโดยในระดับสากลถึงไปยัง ACR-AIUM-SPR-SRU Practice parameter for the performance of an ultrasound examination of the abdomen and /or retroperitoneum ในชุด ACR Practice Parameter ที่ประกาศโดย The American College of Radiology ฉบับปี 2560 เพื่อแสดงให้เห็นว่าการบริการทางการแพทย์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ในการดูแลผู้ป่วยและคำนึงถึงความแตกต่างและความซับซ้อนของร่างกายมนุษย์ซึ่งเป็นปัจจัยเอื้ออำนวยหรือปัจจัยขัดขวางการตรวจวินิจฉัย เพื่อให้ได้รับผลการตรวจที่เพียงพอต่อการพยากรณ์โรค สิ่งสำคัญที่นักรังสีการแพทย์จะต้องรู้คือ practice parameters ที่จะต้องกำกับให้มีความเที่ยงตรงอันจะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีของกระบวนการตรวจรักษาผู้ป่วย การกำกับตัวแปรในการปฏิบัติต่างๆ ต้องอาศัยความรู้ ทรัพยากร และการเข้าใจความต้องการของผู้ป่วยซึ่งจะทำให้การจัดกระบวนการตรวจวินิจฉัยอัลตราซาวนด์นั้นมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยแก่ผู้ป่วยอย่างแท้จริง

ตัวแปรในการปฏิบัติเหล่านี้ได้พัฒนาขึ้นสำหรับการตรวจอัลตราซาวนด์ในส่วนต่างๆ ทั้งนี้ ตัวแปรในการปฏิบัติที่ต้องสนใจคือ ตัวแปรในการปฏิบัติสำหรับการตรวจอัลตราซาวนด์ช่องท้องและท้องน้อย (ultrasound studies of abdomen and/or retroperitoneum) เพื่อตรวจ

ดูอวัยวะในช่องท้อง ซึ่งมุ่งเป้าประเมินโครงสร้างของอวัยวะภายในช่องท้อง การสร้างภาพอัลตราซาวนด์จะขึ้นกับตำแหน่งที่สแกน เช่น ช่องท้องส่วนบน (upper abdomen) ช่องท้องส่วนบนขวา (right upper quadrant) หรือตรวจดูหน้าที่ของอวัยวะ เช่น ระบบทางเดินน้ำดี ระบบไต ขึ้นกับเทคนิคในการตรวจจำเพาะ เช่น spectral doppler, color doppler และ power doppler เป็นต้น

การประสานบริการ

การประสานบริการสำหรับการตรวจอัลตราซาวนด์ช่องท้องเริ่มกระบวนการจากผู้ป่วยนำไปส่งตรวจอัลตราซาวนด์จากหน่วยตรวจมานัดหมายที่เคาน์เตอร์นัดหมาย เจ้าหน้าที่จะนัดหมายผู้ป่วย โดยกำหนดวัน เวลา และวิธีการเตรียมตัวในการตรวจ เมื่อถึงวันนัดหมาย ผู้ป่วยมาที่เคาน์เตอร์ลงทะเบียน เจ้าหน้าที่เคาน์เตอร์ทำการลงทะเบียนการตรวจ แล้วแนะนำให้ผู้ป่วยมารอที่หน่วยบริการการเงินเพื่อชำระค่าบริการ การตรวจ ใบส่งตรวจจะถูกส่งเข้ามาในห้องตรวจอัลตราซาวนด์ซึ่งนักรังสีผู้ปฏิบัติการจะทำการเตรียมความพร้อมและจัดท่าของผู้ป่วย และเป็นผู้ช่วยรังสีแพทย์ในการควบคุมเครื่องอัลตราซาวนด์ในระหว่างการตรวจและจัดส่งข้อมูลภาพทางรังสีเก็บลงสู่ระบบฐานข้อมูลเพื่อให้รังสีแพทย์เรียกดูประกอบการรายงานผล ส่วนผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่จะให้ใบยืนยันการตรวจพร้อมทั้งแนะนำผู้ป่วย ให้นำใบยืนยันการตรวจไปยื่นที่หน่วยตรวจโรค ในวันที่มีนัดตรวจ

การเตรียมความพร้อมของเครื่องและ การควบคุมเครื่องตรวจอัลตราซาวด์

ก่อนตรวจนักรังสีผู้ปฏิบัติงานมีบทบาทและเทคนิคหลัก ที่สำคัญในการเตรียมความพร้อมของเครื่องควบคุมเครื่องตรวจอัลตราซาวด์ ดังนี้ คือ

1. ควบคุมการเปิด - ปิด เครื่องตรวจอัลตราซาวด์

(Start On / Off)

2. กำหนดรายชื่อผู้ป่วยและการจัดทำผู้ป่วย (Patient identification)

3. เลือกหัวตรวจ ให้ถูกต้องและเหมาะสม กับส่วนที่ตรวจ (Probe selection)

4. เลือกโปรแกรมการตรวจให้ถูกต้อง (Protocol selection)

5. ช่วยรังสีแพทย์ในการควบคุมเครื่อง และการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ (Adjust parameter)

6. ส่งภาพการตรวจเข้าสู่ระบบจัดเก็บภาพทางการแพทย์ (Send to PACS)

วิธีการตรวจอัลตราซาวนด์

วิธีการตรวจอัลตราซาวนด์ ขั้นตอนหลักในการสแกนภาพที่ต้องคำนึงถึงคือ

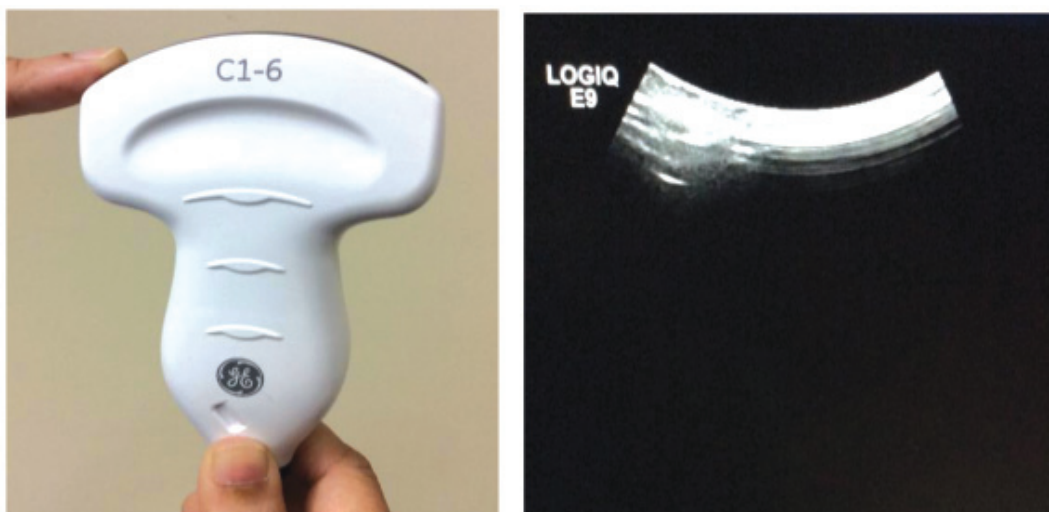
1. การวางหัวตรวจ โดยทั่วไปในแต่ละหัวตรวจจะมีเครื่องหมายแสดงให้ทราบถึงทิศทางของหัวตรวจ ฉะนั้นจะต้องตรวจสอบให้ถูกต้องก่อนตรวจ ในการตรวจแนวขวาง (Transverse) จะวางหัวตรวจให้เครื่องหมายอยู่ทางขวามือของผู้ป่วย ภาพของผู้ป่วยด้านขวา จะอยู่ด้านซ้ายของจอภาพ และในการตรวจ

แนวแบ่งซ้าย ขวา (Sagittal) จะวางหัวตรวจให้เครื่องหมายอยู่ทางด้านศีรษะของผู้ป่วยภาพด้านศีรษะของผู้ป่วยจะปรากฏอยู่ด้านซ้าย ภาพด้านเท้าจะปรากฏทางด้านขวาของจอภาพ ส่วนการแบ่งหน้าหลัง (Coronal) ให้วางหัวตรวจในลักษณะเดียวกับแนวแบ่งซ้ายขวา

2. ใช้เจลทาบริเวณที่ตรวจ เพื่อป้องกันการสูญเสียของคลื่นเสียงและช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างหัว



รูปที่ 1 เครื่องหมายแสดงทิศทางของหัวตรวจ



รูปที่ 2 การตรวจสอบตำแหน่งภาพกับหัวตรวจ

ตรวจกับผิวของผู้ป่วย

3. เลือกหัวตรวจให้เหมาะสมกับการตรวจนั้น โดยพิจารณาจากขนาดและลักษณะลำตัวผู้ป่วย ขนาดหัวตรวจ และคลื่นความถี่ของหัวตรวจ ในผู้ป่วยที่มีลักษณะลำตัวบางและลำตัวหนา อวัยวะใดจะอยู่ตำแหน่งลึก ต้องเลือกหัวตรวจที่มีขนาดหน้าตัดกว้างมาก เพื่อให้สามารถวางหัวตรวจบนตำแหน่งที่ตรวจได้ดี และต้องมีความถี่ในขนาดที่พอเหมาะเพื่อให้คลื่นเสียงสามารถทะลุทะลวงลำตัวได้ดี แต่ขณะเดียวกันต้องไม่ทำให้ Resolution ของภาพลดลงด้วย โดยปกติจะเลือกใช้หัวตรวจ Convex ที่มีความถี่ในช่วง 3.5 HMz ซึ่งเป็นหัวตรวจที่ส่งคลื่นเสียงในแนวส่วนของวงกลมมีความถี่ต่ำเหมาะสำหรับการตรวจอวัยวะช่องท้อง ที่ให้ภาพตามจริง (Realtime)

4. เลือกโปรแกรมการตรวจ (Protocol) ให้ถูกต้อง การเลือกโปรแกรมการตรวจ มีความสำคัญมาก กับคุณภาพของภาพและการคำนวณค่าต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ในการตรวจนี้เลือกเป็น Protocol Abdomen และ Sub protocol เป็น kidney

5. เมื่อเริ่มตรวจจะต้องปรับภาพให้เหมาะสมตามลักษณะการตรวจเพื่อให้ได้ภาพที่คมชัด

6. นักรังสีการแพทย์ผู้ปฏิบัติงานช่วยปรับ Over all gain ใน B-mode ปรับ Time gain Compensate (TGC) โดยการเลื่อนปรับที่ปุ่ม ข้าย ขวา เพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดเจน ตลอดความลึก ปรับศูนย์กลางให้ตรงกับตำแหน่งไตที่กำลังตรวจ โดยการหมุน หรือโยกปุ่มขึ้น - ลง โดยหากต้องการปรับตำแหน่งศูนย์กลาง ให้ปรับตำแหน่งศูนย์กลาง Pos ขึ้น - ลง ถ้าต้องการปรับจำนวนโฟกัสให้ปรับ หมุนตำแหน่ง Focus Num ปรับความถี่ (Frequency) ให้สูงขึ้นทำให้เห็นภาพที่มีความละเอียดมากขึ้นพร้อมทั้งปรับปุ่มความลึก (Depth) ให้ครอบคลุมบริเวณส่วนที่รังสีแพทย์สแกนภาพ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยผู้ป่วยแต่ละคนมีรูปร่างที่หนา บาง แตก

ต่างกัน การปรับค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวจะช่วยทำให้รังสีแพทย์สแกนภาพได้ละเอียด ชัดเจน ย่นระยะเวลาในการตรวจ

ขณะที่รังสีแพทย์สแกนภาพตรวจดูไตต้องปรับขยายภาพในส่วนที่ตรวจเมื่อเกิดความสงสัยไม่แน่ใจ ภาพที่กำลังแสดงในขณะตรวจก็กดปุ่ม CF (color) เพื่อแยกตำแหน่งเส้นเลือดกับเนื้อเยื่อออกให้ชัดเจนยิ่งขึ้นในการตรวจ

7. เมื่อต้องแบ่งภาพการตรวจเป็นสองภาพบนจอแสดง กดปุ่ม เพื่อเลือกให้ การแสดงภาพด้านซ้ายและกดปุ่มขวาหากต้องการให้แสดงภาพด้านขวา จะต้องสแกน ภาพให้ได้ทั้งสองด้านก่อนจึงจะ วัดค่า และเขียนระบุชื่อได้และถ้าต้องการแสดงภาพเป็นหนึ่งภาพให้กดปุ่ม B - mode เมื่อได้ภาพที่ชัดเจนตามต้องการแล้ว กดปุ่ม Freeze หยุดภาพ

8. เมื่อจะวัดขนาดของไตให้กดที่ปุ่ม Measurement แล้วใช้ Track ball ควบคุมทิศทางการวัดพร้อมกัน กด ปุ่ม Set ข้าง Trackball เริ่มวัดจากมุมขวาสุดของไต เป็นตำแหน่งที่ 1 ลากไปจนถึงมุมซ้ายสุดของไตพร้อมกับกดปุ่ม Measurement อีกครั้ง เพื่อวัดตำแหน่งที่ 2 โดยเริ่มจากจุดบนสุดของไตลากมายังจุดต่ำสุดของไต จะได้ค่าขนาดของไตตามแนวยาวและแนวกว้างตามลำดับ

ปัญหาอุปสรรค

นักรังสีการแพทย์ต้องตรวจสอบและพิจารณาที่แถบสัญญาณลักษณะหรือข้อความเตือนว่าระบบขึ้นเตือนปัญหาใดบ้าง โดยปัญหาที่มักพบในการตรวจอัลตราซาวนด์ไตสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ปัญหาของเครื่องตรวจอัลตราซาวนด์ เช่น ปุ่มไม่ทำงาน ภาพที่ปรากฏไม่ real time ภาพมี artifact เป็นต้น
2. ปัญหาคุณภาพของภาพอัลตราซาวนด์ เช่น ภาพขาดความคมชัด
3. ปัญหาเกี่ยวกับผู้ป่วยในระหว่างการตรวจกับ

จัดตำแหน่ง เช่น นอนราบไม่ได้ นอนไม่นิ่ง ผู้ป่วยลำตัวหนา

ดังนั้นการตรวจสอบและการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสมจึงเป็นบทบาทสำคัญอีกด้านหนึ่งของนักรังสีการแพทย์ตามมาตรฐานวิชาชีพ

สรุป

อัลตราซาวนด์ คือ การตรวจวินิจฉัยโรคโดยการใช้อคลื่นเสียงความถี่สูงสะท้อนให้เกิดภาพนำมาใช้ทางการแพทย์เริ่มในช่วงพุทธศักราชที่ 2483 เครื่องตรวจอัลตราซาวนด์ทางการค้าผลิตออกจำหน่ายได้ในปี 2506 และได้พัฒนาในระดับอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องทั้งในประสิทธิภาพและขนาดของเครื่อง ตั้งแต่ ปี 2523 ปัจจุบัน การปฏิบัติที่ดีสำหรับการตรวจอัลตราซาวนด์จึงมีการกำหนดตามมาตรฐาน ACR-AIUM-SPR-SRU Practice parameter for the performance of an ultrasound examination of the abdomen and /or retroperitoneum เพื่อให้ได้การปฏิบัติเชิงเทคนิคในการตรวจวินิจฉัยที่ดีและได้ภาพการตรวจที่มีคุณภาพ นักรังสีการแพทย์มีบทบาทสำคัญในการประสานบริการ การเตรียม

ความพร้อมของเครื่องและการควบคุมเครื่องอัลตราซาวนด์ รวมถึงการแก้ไขปัญหาของเครื่องอัลตราซาวนด์ ปัญหาคุณภาพภาพอัลตราซาวนด์และปัญหาเกี่ยวกับการจัดทำผู้ป่วยระหว่างการตรวจอัลตราซาวนด์ ซึ่งต้องการความเข้าใจและทักษะเพื่อการปฏิบัติที่เป็นเลิศอยู่เสมอ

บรรณานุกรม

1. ACR-AIUM-SPR-SRU Practice parameter for the performance of an ultrasound examination of the abdomen and /or retroperitoneum. ACR Practice Parameter, The American College of Radiology, 2017. Retrieve on 10 May 2017 from www.acr.org/guidelines.
2. Nazeian P., Tozzetti C., Vanni S. et al. Accuracy of abdominal ultrasound for the diagnosis of pneumoperitoneum in patients with acute abdominal pain: a pilot study. Crit Ultrasound J. 2015; 7:15. doi: 10.1186/s13089-015-0032-6.
3. Orenstein BW. Ultrasound history. Radiology Today. 2008; 9(24): p.28.
4. In memoriam. Inge Edler: the father of echocardiography. Eur J Echocardiography, 2001; 2 : 1-2.
5. World Health Organization. Manual of diagnostic ultrasound. 2nd Ed. 2011. Retrieve on 10 may 2017 from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43881/1/9789241547451_eng.pdf.