บทฟื้นฟูวิชาการ

คลื่นเสียงความถี่สูงในทางสูติ-นรีเวชวิทยา

ธีระพงศ์ เจริญวิทย์*
กมล สังขวาสี*

Charoenvidhya T, Sangkhavasi K. Ultrasonography in Obstetrics and Gynecologist. Chula Med J 1984 May ; 28 (5) : 545–553

Ultrasonography has been used for the past 30 years and had been a very valuable non–invasive diagnostic tool especially for obstetric patients, without the risk associated with the radiological method. In future, ultrasonography seems certain to be more useful in the field of medical services than the previous reports.

* ภาควิชาสูติศาสตร์–นรีเวชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิวัฒนาการของเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง

ในปี พ.ศ. 2495 Donald ได้เริ่มใช้คลื่นเสียงความถี่สูงแบบ A mode ในการตรวจผู้ป่วยทางสูติ–นรีที่มีถุงน้ำรังไข่, น้ำในช่องท้อง และครรภ์แฝดน้ำ ต่อมาในปี พ.ศ. 2500 Donald และ Brown ได้ใช้เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงชนิด B mode[1] แทนชนิด A mode

ในปี พ.ศ. 2508 Buschmann ได้สร้างเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงระบบ Real time ขึ้นมาได้และ 2 ปีต่อมา สามารถนำออกมาจำหน่ายได้โดยทั่วไป

ในปี พ.ศ. 2512 Kossoff ได้สร้างเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงระบบ Gray scale ได้ เครื่องระบบนี้สามารถแยกเนื้อเยื่อที่มีความหนาแน่นต่างกันโดยทำให้เห็นเป็นความเข้มที่แตกต่างกันออกไป

วิวัฒนาการของการนำคลื่นเสียงความถี่สูง ได้ก้าวหน้าต่อมาตามลำดับโดยในปัจจุบันนี้ ได้นำเครื่องสมองกลเข้ามาใช้ร่วมด้วย จึงทำให้การจัดระบบงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

พื้นฐานทางฟิสิกส์ของคลื่นเสียงความถี่สูง

คลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasound) จะมีความถี่สูงกว่าคลื่นเสียงที่หูคนทั่วไปสามารถได้ยินได้ (ปกติหูคนเราจะได้ยินที่ความถี่ระหว่าง 16–20,000 Hertz)[2] ส่วนคลื่นเสียงความถี่สูงที่นำมาใช้ในการวินิจฉัยโรคจะมีความถี่อยู่ในช่วงระหว่าง 1,000,000 ถึง 15,000,000 Hertz หรือเท่ากับ 1–15 Megahertz (MHz) ขนาดความถี่ที่ใช้ในทางสูติ–นรีเวช จะใช้ขนาดประมาณ 2.5 ถึง 5.0 MHz ขึ้นกับความลึกของอวัยวะที่จะตรวจหรือความชัดเจนที่ต้องการ คลื่นเสียงความถี่สูงนี้เกิดจากกระแสไฟฟ้าสลับซึ่งมีขนาดสูง 300–700 Volts ผ่านเข้าไปในผลึกซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นคลื่นเสียงหรือคลื่นเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ คุณสมบัตินี้เราเรียกว่า Piezoelectric Property[2] ผลึกเหล่านี้ได้จากธรรมชาติเรียกว่า Quartz และที่สังเคราะห์ขึ้นมาได้แก่ Barium titanate และ Lead Zirconate.

คลื่นเสียงความถี่สูง ที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคต่างๆ มี 2 ระบบ คือ

1. Pulsed–echo technique

เป็นวิธีที่ใช้มากที่สุด คลื่นเสียงที่ออกจากหัวตรวจที่เรียกว่า transducer จะออกเป็นช่วงๆ สลับกันไปอย่างเร็วมากและเมื่อไปกระทบกับเนื้อเยื่อที่มีความหนาแน่นต่างกัน ก็จะสะท้อนกลับไปแสดงที่จอภาพ แบ่งเป็น

A mode (amplitude modulation) คลื่นเสียงเมื่อผ่านไปกระทบเนื้อเยื่อ จะสะท้อนกลับเป็นสัญญาณ แสดงบนจอภาพเป็นแบบเส้น

B mode (Brightness modulation) ลักษณะที่แสดงเป็นภาพ 2 มิติ โดยสัญญาณเป็นจุดสว่าง คล้ายๆ ภาพบนจอโทรทัศน์

M mode (Motion modulation) ใช้ใน Cardiology เป็นส่วนใหญ่โดยลักษณะที่แสดงจากการตรวจ ใช้ดูสิ่งที่มีการเคลื่อนไหว

2. Doppler technique

ใช้ในการตรวจอวัยวะที่มีการเคลื่อนไหวว่ายังทำงานดีหรือไม่ ข้อมูลที่ได้เปลี่ยนออกมาเป็นเสียงอย่างเช่น เครื่องฟังหัวใจเด็กในครรภ์

ในปัจจุบัน เสียงความถี่สูงที่สะท้อนกลับออกมาจะแสดงสัญญาณภาพเป็นลักษณะสีเทาต่างระดับบนจอภาพ เช่น ภาพบนจอโทรทัศน์ขาวดำ ส่วนใหญ่จะสร้างให้มีสีเทาซึ่งจะมีความเข้มต่างระดับกัน ทำให้ภาพบนจอภาพดูคล้ายของจริงและสามารถบอกความแตกต่างของเนื้อเยื่อได้ค่อนข้างถูกต้องแน่นอน เราเรียกว่า Gray scale ultrasound นอกจากนี้ยังสามารถเห็นการเคลื่อนไหวของอวัยวะต่างๆ เราเรียกว่า Real time Scanner ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากในทางสูติกรรม

สิ่งที่อาจก่อความกังวลให้แก่ผู้รับการตรวจ รวมทั้งแพทย์ผู้ตรวจบางท่านก็คืออันตรายที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะตรวจเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้ง เนื่องจากเกรงว่าคลื่นเสียงความถี่สูงอาจมีผลเสียตามมาภายหลังเช่นเดียวกับการถ่ายภาพรังสีจึงได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับอันตรายจากคลื่นเสียงความถี่สูงในระยะ 30 ปีที่ผ่านมา และสามารถสรุปได้ว่าไม่พบข้อเสียหรือความผิดปกติที่เกิดขึ้นทั้งในคนและสัตว์ทดลอง แม้แต่ต่อเนื้อเยื่อที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลง เช่น เนื้อเยื่อของอวัยวะสืบพันธุ์ ทั้งของเด็กในครรภ์และรังไข่ของมารดา[3,4] ดังนั้นการตรวจในทางการแพทย์ด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงจึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการตรวจทางสูติศาสตร์และนรีเวชนั้น ผู้ป่วยจะต้องเตรียมตัว ให้กระเพาะปัสสาวะโป่ง ซึ่งหากต้องการตรวจโดยด่วน ก็สามารถใช้วิธีฉีดน้ำเข้าไป ทั้งนี้เพื่อให้กระเพาะปัสสาวะช่วยดันลำไส้ให้พ้นจากอุ้งเชิงกรานช่วยยกมดลูกให้พ้นจากกระดูกหัวเหน่า เมื่อคลื่นเสียงความถี่สูงผ่านน้ำจะทำให้เห็นอวัยวะที่อยู่ใต้ลงไปได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังใช้เปรียบเทียบกับอวัยวะข้างเคียงว่ามีความหนาแน่นเป็นอย่างไร

การบันทึกภาพสามารถทำได้โดยใช้ถ่ายรูปแบบโปลารอยด หรือถ่ายรูปบนแผ่นฟิล์มรังสี หรือบันทึกภาพบนแถบวีดีโอได้ด้วย

การใช้เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงในการวินิจฉัยผู้ป่วยทางสูติศาสตร์

1. สามารถวินิจฉัยการตั้งครรภ์ได้อย่างแม่นยำ เพราะจะเห็นถุงน้ำคร่ำได้ตั้งแต่อายุครรภ์ 5 สัปดาห์

2. สามารถวินิจฉัย และพยากรณ์การตั้งครรภ์ที่มีความผิดปกติว่าเป็นการแท้งค้าง หรือเป็นการตั้งครรภ์ที่ไม่มีเด็ก (Blighted Ovum) โดยสามารถดูจากลักษณะของถุงน้ำคร่ำ

3. สามารถวินิจฉัยครรภ์ไข่ปลาอุกได้ โดยพบลักษณะของ Snow storm ภายในโพรงมดลูก และอาจพบร่วมกับ lutein cyst ซึ่งการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงนี้เป็นวิธีที่วินิจฉัยได้แม่นยำ[5] แต่ต้องแยกจากการแท้งค้างเน่าของอกมดลูกที่มีการเสื่อมสลาย หรือแม้แต่รกในการตั้งครรภ์ปกติก็สามารถให้ภาพเหมือนที่พบในครรภ์ไข่ปลาอุกได้

4. สามารถคะเนอายุครรภ์ในรายที่จำประจำเดือนไม่ได้ โดยสามารถคะเนวันครบกำหนดคลอดได้ใกล้เคียง โดยพบว่าร้อยละ 95 ของหญิงมีครรภ์จะคลอดภายใน ± 12 วัน โดยคำนวณอายุครรภ์จากการวัดระยะจากศีรษะเด็กถึงก้นเด็ก (Crown–Rump Length)[6] และถ้าใช้ร่วมกับการตรวจวัดขนาดศีรษะ BPD (Biparietal diameter) แล้วก็จะเพิ่มความแม่นยำยิ่งขึ้น

ตารางแสดงความแม่นยำในการคำนวณอายุครรภ์จากการวัด BPD[7,8]

จะเห็นได้ว่าการตรวจวัด BPD เพียงครั้งเดียวก่อนอายุครรภ์ 26 สัปดาห์จะสามารถคำนวณอายุครรภ์ได้ คลาดเคลื่อน ± 11 วัน (ความเชื่อมั่นร้อยละ 95) แต่ถ้าวัด BPD ในระยะตั้งครรภ์ในไตรมาสที่ 3 พบว่าคลาดเคลื่อนถึง ± 3 สัปดาห์

นอกจากนี้ถ้าเราไม่ตรวจ BPD ซ้ำในช่วง 30–33 สัปดาห์ ก็จะไม่สามารถวินิจฉัยเด็กที่มีอายุครรภ์น้อยแต่ BPD โตเร็ว เช่น ลูกของมารดาที่เป็นเบาหวาน หรือเด็กที่มีอายุครรภ์มากแต่ BPD เล็ก เช่น เด็กที่มีการเจริญช้ากว่าปกติ (Intrauterine Growth Retardation)[5]

ช่วงสัปดาห์ของอายุครรภ์ขณะที่วัด BPD	ความคลาดเคลื่อนเป็นวัน
16	± 7
17–26	± 10–11
27–28	± 14
29–40	± 21

การวัด BPD ซ้ำในช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ

1. ช่วง 20–24 สัปดาห์
2. ช่วง 30–33 สัปดาห์
3. ช่วง 35–38 สัปดาห์

การวัด BPD ในช่วง 20–24 สัปดาห์ และช่วง 30–33 สัปดาห์ จะช่วยบอกว่าการทำ BPD เป็นระยะ ๆ ดังกล่าว จะช่วยเพิ่มความแม่นยำขึ้นจากที่คลาดเคลื่อน ± 11 วัน เป็น ± 1–3 วัน[5]

การวัด BPD เพียงอย่างเดียวไม่ควรจะนำมาใช้ในการทำนายน้ำหนักเด็กที่จะคลอด[5]

5. สามารถวินิจฉัยการตั้งครรภ์นอกมดลูกได้โดยจะตรวจพบถุงน้ำคร่ำอยู่นอกตัวมดลูก และเห็นคล้ายมีถุงน้ำซึ่งเกิดจาก เนื้อเยื่อบุโพรงมดลูกที่หนาขึ้นขณะตั้งครรภ์และมีก้อนเลือดค้างอยู่ ถุงน้ำคร่ำที่เห็นอยู่ภายนอกตัวมดลูกอาจมีลักษณะของเด็กด้วย นอกจากนี้อาจพบเลือดอยู่ใน Cul–de–sac.

6. เมื่ออายุครรภ์เกิน 28 สัปดาห์แล้ว สามารถวินิจฉัย ตำแหน่งรกได้ถูกต้องได้ถึงประมาณร้อยละ 95[9,10,11,12]

ในการวินิจฉัยรกเกาะต่ำจะต้องหาตำแหน่งส่วนล่างของมดลูก และปากมดลูกด้านในให้ได้ ซึ่งในระยะไตรมาสที่ 3 ส่วนล่างของตัวมดลูกจะเป็นบริเวณใต้เส้นสมมุติที่เชื่อมระหว่าง Symphysis pubis และ Sacral promontary.

ก่อนอายุครรภ์ 30 สัปดาห์ มักจะพบรกเกาะต่ำชนิด Low lying ซึ่งถ้าตรวจติดตามต่อไปจะพบว่ารกอยู่ในตำแหน่งปกติได้ ซึ่งดูคล้ายกับรกเคลื่อนที่ได้ดังนั้นจึงควรทำการตรวจซ้ำอีกในช่วงอายุครรภ์ 32–34 สัปดาห์[5]

ในกรณีของรกลอกตัวก่อนเวลา จะพบมีก้อนเลือดอยู่หลังรก เป็นลักษณะของช่องว่างระหว่างรกกับผนังมดลูก

7. สามารถวินิจฉัยการตั้งครรภ์แฝดได้โดยดูจากจำนวนถุงน้ำคร่ำ จำนวนศีรษะและหัวใจของเด็ก

8. สามารถวินิจฉัยเด็กตายในครรภ์ได้โดยจะตรวจพบศีรษะเด็กเป็นลักษณะ 2 ขอบ หรือยุบลงไป ไม่พบหัวใจเด็กเต้น หรือ เด็กเคลื่อนไหวเลย

9. สามารถวินิจฉัย ความพิการต่าง ๆ ของเด็กได้ เช่น เด็กหัวบาตร เด็กที่ไม่มีกะโหลก เด็กบวมน้ำ ถุงน้ำของเยื่อหุ้มสมองโป่ง เด็กท้องมาน และ เด็กที่ไม่มีไต เป็นต้น

10. ความสามารถอื่น ๆ เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงมีประโยชน์มากในการช่วยเจาะถุงน้ำคร่ำ ทำให้มีความปลอดภัยต่อมารดาและเด็กในครรภ์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงยังสามารถตรวจเพศได้แม่นยำร้อยละ 86 ซึ่งถ้าทำซ้ำอีกจะมีความแม่นยำได้ถึงร้อยละ 95

การใช้เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงในการวินิจฉัยผู้ป่วยทางนรีเวช

ทางด้านนรีเวชนั้น กระเพาะบัสสาวะที่โป่งเป็นสิ่งจำเป็นมากโดยประมาณ 2 ชั่วโมงก่อนเวลาตรวจให้ผู้ป่วยดื่มน้ำประมาณ 2–3 แก้ว (500–750 มล.)

เมื่อกระเพาะบัสสาวะโป่งแล้ว เริ่มการตรวจตามแนวยาว (longitudinal lie) ภาพที่เห็นจะเสมือนกับมองจากด้านข้างขวาของคนไข้ การตรวจในแนวนี้ช่วยให้เห็นลักษณะของมดลูกได้ดี ส่วนภาพที่ได้จากการตรวจในแนวขวางจะเป็นภาพที่มองจากปลายเท้าของคนไข้โดยตรวจไล่ขึ้นมาจากช่องคลอด จะช่วยให้เห็นปีกมดลูกได้ดี

ลักษณะอวัยวะและพยาธิสภาพที่พบในการตรวจทางนรีเวชที่สำคัญ มีดังนี้

มดลูก ขนาดปกติ 7.5 × 5 × 2.5 ซม. แต่ขึ้นกับจำนวนบุตรและอายุของผู้ป่วย ถ้าวัดได้ขนาดความยาวมากกว่า 9.5 ซม. ถือว่าโตผิดปกติ ซึ่งในภาวะปกติที่ไม่มีพยาธิสภาพในโพรงมดลูก เราจะเห็นเส้นสีขาวในโพรงมดลูก ซึ่งเกิดจากเสียงสะท้อนที่ได้จากเยื่อบุโพรงมดลูก

ช่องคลอด จะเห็นลักษณะเป็นเส้นสีขาว อาจเห็นกล้ามเนื้อ หรือเนื้อเยื่อรอบ ๆ เป็นสีดำ

ปีกมดลูก จะเห็นส่วนของ Isthmic portion ของหลอดมดลูกยาว 2–3 ซม. เราจะเห็นบริเวณ Ampulla ต่อเมื่อบริเวณ Ampulla โป่งพองขึ้น ซึ่งผู้ตรวจต้องเริ่มจากการตรวจตำแหน่งกระเพาะบัสสาวะ และมดลูกก่อนแล้วค่อยหาตำแหน่งของ รังไข่ ปีกมดลูก ลำไส้ และกล้ามเนื้อต่าง ๆ

ถ้าพบพยาธิสภาพ จะต้องดูว่าพยาธิสภาพที่พบนั้นอยู่ในโพรงมดลูก เป็นส่วนหนึ่งของมดลูก หรืออยู่นอกตัวมดลูก ขอบเขต รูปร่าง เส้นเลือดที่มาเลี้ยง การจับของหินปูน การเคลื่อนไหวของพยาธิสภาพนั้น และรวมทั้งความผิดปกติอย่างอื่นด้วย เช่น น้ำในช่องท้อง หรือใน Cul–de–sac เป็นต้น ความแม่นยำในการบอกพยาธิสภาพดังกล่าวมาแล้วนี้มีได้ถึงร้อยละ 91[13]

1. เนื้องอกมดลูก

จะพบลักษณะของมดลูกโตขึ้น ผิวขรุขระ และเนื้อมดลูกหยาบ เนื้อเยื่อที่มีการเสื่อมสภาพลง ทำให้คลื่นเสียงผ่านได้ดี นอกจากนี้อาจพบภาพที่มีลักษณะของหินปูนมาเกาะอยู่ด้วย

2. การอักเสบของปีกมดลูก

ในระยะแรกของการอักเสบภาพของหลอดมดลูกจะชัดขึ้นเพราะมีลักษณะของเหลวรอบ ๆ หลอดมดลูก หรือภายในหลอดมดลูก ถ้าพยาธิสภาพเป็นรุนแรงจะพบปีกมดลูกกว้างขึ้น ส่วนในรายที่เป็นเรื้อรัง ภาพจากหลอดมดลูกจะมีลักษณะเป็นแท่งชัดเจน

3. ถุงน้ำรังไข่

แยกจาก Parovarian cyst ได้ยาก Follicle ของรังไข่ปกติอาจมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตได้ถึง 3 ซม. ถ้ามากกว่านี้ จึงจะเรียกว่าเป็นถุงน้ำ follicle มักจะมีขนาดเล็กกว่า 6 ซม. แต่อาจโตได้ถึง 10 ซม. ส่วนถุงน้ำที่ fimbria และที่เป็นข้าง ๆ รังไข่ อาจมีขนาดโตได้ถึง 18 ซม. และมักมีลักษณะเป็นถุงเดียว

4. เนื้องอกของรังไข่

Kobayashi[14] ได้บรรยายลักษณะที่พบ 4 อย่างที่ทำให้สงสัยมะเร็งของรังไข่ คือ

1. ก้อนมีขนาดใหญ่
2. ก้อนมีผนังหนา
3. ก้อนขรุขระ
4. มีเสียงสะท้อนภายในก้อน กระจายตามผนังชั้นในไปทั่วทุกแห่งและมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

5. Dermoid Cyst

ร้อยละ 75 จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ซม. มักจะอยู่หน้าต่อตัวมดลูก ภายในอาจเห็นลักษณะที่เป็น ของเหลว และของแข็ง[15]

6. Adenomyosis

ร้อยละ 75 จะพบมดลูกโตสม่ำเสมอ และในบริเวณที่เป็น Adenomyosis อาจพบมีเสียงสะท้อนที่เกิดจากเลือดไปขังอยู่

7. Endometriosis

เห็นมีลักษณะของเหลวหรือของแข็งอยู่ภายใน ในก้อนนี้อาจเห็นแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ภาพที่เห็นจะวินิจฉัยแยกโรคจาก การอักเสบที่ปีกมดลูก เนื้องอกมดลูกและ Adenomyosis ได้ยาก

8. ห่วงอนามัย

ลักษณะที่พบขึ้นกับชนิดของห่วง ถ้าเป็น Lippes Loop จะเห็นเป็นจุด 2–5 จุด หรือเป็นเส้นสั้น ๆ ถ้าเป็น Copper 7 จะเห็นเป็นเส้นยาวในการตรวจตามยาวของมดลูก ส่วน Dalkon shield จะมีภาพที่บอกลักษณะได้ลำบาก

หลังไตรมาศแรกของการตั้งครรภ์แล้ว การตรวจหาห่วงอนามัยจะทำได้ยาก

แนวโน้มในอนาคตของเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง

ถ้ามีการปรับปรุงหัวตรวจให้มีความถี่สูงขึ้นก็จะสามารถทำให้ตรวจอวัยวะที่อยู่ลึกลงไปได้ดี นอกจากนี้ยังเชื่อว่าแม้แต่ความพิการที่มีขนาดเล็ก ๆ ที่เกิดกับเด็กในครรภ์เราก็คงจะเห็นได้ เครื่องสมองกลจะช่วยทำให้การคำนวณค่าต่าง ๆ แม่นยำยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับปริมาณของน้ำคร่ำ นอกจากนี้ยังได้มีการนำระบบ Real time มาตรวจการเคลื่อนไหวของเด็กในครรภ์เพื่อให้คะแนน Apgar ในระยะก่อนเจ็บครรภ์ ซึ่งจะช่วยทำนายคุณภาพของเด็กตอนแรกคลอดได้[16] การติดตามดูการเคลื่อนไหวของเด็กในครรภ์ยังสามารถที่จะบอกความเจริญทางด้านระบบประสาทที่อยู่ในเกณฑ์ของความสมบูรณ์ได้[17]

นอกจากนี้แล้ว ยังมีผู้พยายามจะบอกถึงการทำงานของรก จากการใช้ Doppler techniques โดยดูจากปริมาณของเลือดที่ไหลผ่านสายสะดือ[18]

สรุป

เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง หรือที่เรียกว่า Ultrasound เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ได้นำมาใช้ในทางการแพทย์มาเป็นเวลาประมาณ 30 ปีแล้ว ให้ประโยชน์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในการตรวจผู้ป่วยทางสูติกรรม เพราะไม่พบอันตรายเหมือนตรวจด้วยการถ่ายภาพรังสี เชื่อว่าในอนาคตเครื่องมือนี้จะมีประโยชน์ในด้านบริการทางการแพทย์มากกว่าที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

อ้างอิง

1. Donald I, Macvicar J, Brown TJ. Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. Lancet 1958 Jun 7 ; 1 (7032) : 1188
2. Sander RC, James AE Jr. Ultrasonography in obstetrics and Gynecology. New York : Appleton-Century-Grofits, 1980
3. Abdulla U, Campbell S, Dewhurst J. Effect of diagnosis Ultrasound on maternal and fetal chromosomes, Lancet 1971 Oct 16 ; 2 (7729) : 829
4. Dewhurst CJ. The safety of ultrasound. Proc R Soc Med 1971; 64 : 996-998
5. Sabbagha RE. Diagnostic ultrasound applied to obstetrics and Gynecology. Hagerstown : Harper & Row, 1980
6. Drumm JE. The prediction of delivery date by ultrasonic measurement of fetal crown-rump length. Br J Obstet Gynecol 1977 Jan ; 84 (1) : 1-5

7. Sabbagha RE, Barton FB, Barton BA. Sonar biparietal diameter. I. Analysis of percentile growth differences in two normal populations using same methodology. Am J Obstet Gynecol 1976 Oct 15 ; 126 (4) : 479-484
8. Sabbagha RE, Turner JM, Rockette M, Mazer J Orgill J. Sonar BPD and fetal age : definition of the relationship. Obstet Gynecol 1974 Jan ; 43 (1) : 7-14
9. Kobayashi M, Hellman LM, Fillisti L. Placental localization by ultrasound. Am J Obstet Gynecol Jan 15 ; 106 (2) : 279-285
10. Kossoff G, Garrett WJ, Radovanovich G. Gray scale echography in obstetrics and gynecolgy. Australia Radilo 1974 Mar ; 18 (1) : 63, 1974
11. Dunster GD, Davis ER, Ross FG, JOHN AM. Placental localization : a comparison of isotopic and ultrasonic placentography. Br J Radiol 1976 Nov ; 49 (587) : 940-943
12. Russell JGB. Radilolgy in Obstetrics and Anteparum Paediatrics. London : Butterworth, 1973
13. Lawson TL, Albarelli JN. Diagnosis of gynecologic pelvic masses by gray scale ultrasonography : analysis of specificity and accuracy. AJR 1977 Jun ; 128 (6) : 1003-1006
14. Kobayashi M. Illustrated Manual of Obstetrics and Gynecology. Philadelphia : JB Lippincott, 1974. 90
15. Guttman PH Jr. In search of the elusive benign cystic ovarian teratoma : application of the ultrasound "tip of the iceberg" sign. JCU 1977 Dec ; 5 (6) : 403-406
16. Platt LD, Manning FA, Lemay M, Sipos L. Human fetal breathing : relationship to fetal condition. Am J Obstet Gynecol Nov ; 132 (5) : 514-518
17. Birnholtz JC, Stephens JC, Fahir M. Fetal movement patterns : a possible means of defining neurologic developmental milestones in utero. AJR 1978 Mar ; 130 (3) : 537-540
18. Kossoff G : Advances in ultrasound instrumentation. Presented at Radilolgy meeting, Aspon, USA, 1979

จุฬาลงกรณ์เวชสารได้รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527