

7-1-1974

## Diagnostic Ultrasound

เจลีญา ธิยะชน

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjjournal>



Part of the [Medicine and Health Sciences Commons](#)

---

### Recommended Citation

ธิยะชน, เจลีญา (1974) "Diagnostic Ultrasound," *Chulalongkorn Medical Journal*: Vol. 19: Iss. 3, Article 6.  
Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjjournal/vol19/iss3/6>

This Review Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn Medical Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact [ChulaDC@car.chula.ac.th](mailto:ChulaDC@car.chula.ac.th).

## บทนำและประวัติ

Ultrasound คือคลื่นเสียงความถี่สูงกว่าที่คนสามารถได้ยินได้ มีความถี่สูงกว่า 20,000 ครั้งต่อวินาที<sup>10,19,29</sup> ในธรรมชาติสัตว์บางชนิด เช่น ค้างคาว และปลาบางชนิด ได้ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงนี้เพื่อช่วยบอกตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในวิถีของคลื่นเพื่อช่วยในการเดินทาง ในสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีผู้ใช้คลื่นเสียงนี้ (naval sona) เพื่อค้นหาวัตถุใต้น้ำ เช่น เรือดำน้ำ<sup>5</sup> ทางทหารแพทย์ได้นำมาใช้เพื่อการวินิจฉัยเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1937 โดย Dussik<sup>11</sup> ในระยะต่อมาได้นำมาใช้ในการตรวจอวัยวะต่าง ๆ มากขึ้น เช่น ตรวจสมอง หัวใจ และหลอดเลือด จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1952 Howry และ Bliss<sup>16,17</sup> Wild และ Ried<sup>31</sup> ได้ประสบความสำเร็จในการใช้คลื่นความถี่สูงกว่าเสียงตรวจร่างกาย และสามารถแสดงภาพส่วนตัดของร่างกายได้ บนจอภาพ oscilloscope (cathode ray tube) ต่อมา Holmes<sup>14</sup> Donald และ Brown<sup>3</sup> เริ่มนำมาใช้ในการตรวจผู้ป่วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจช่องท้องและทางสูตินรีเวช ความเจริญในสาขาวิชานี้เป็นผลจากการวางรากฐานและหลักการของ Howry และ Donald<sup>11</sup> ในระยะ 10 กว่าปีที่ผ่านมา มีผลงานทางสาขา

วิชานี้ตีพิมพ์มากมาย<sup>25</sup> เป็นข้อพิสูจน์อย่างคั่งคั่งประโยชน์ของคลื่นความถี่สูงกว่าเสียงในการวินิจฉัยโรค และช่วยในการรักษาผู้ป่วย

## ฟิสิกส์และคุณสมบัติ

Ultrasound ที่นำมาใช้เพื่อการวินิจฉัยนั้น มีความถี่สูงประมาณ 2-5 MHz<sup>\*\*5</sup> เสียงความถี่สูงเช่นนี้มีคุณสมบัติต่างจากเสียงที่เราได้ยิน คือสามารถส่งเป็นลำคลื่น (beam) ได้ไกลกว่าและสะท้อนเมื่อกระทบวัตถุแม้ว่ามีขนาดเล็ก<sup>19</sup> คลื่นเสียงเป็นพลังงานชนิดหนึ่งซึ่งจะเดินทางผ่านได้เมื่อมีสสารเป็นสื่อกลาง จะเดินทางผ่านแก๊สหรืออากาศได้เร็วมาก คลื่นอัตราความถี่ที่เหมาะสมในการผ่านเนื้อจะผ่านกระดูกได้ไม่ดีเพราะมีความหนาแน่นต่างกันมาก<sup>5,11</sup> พลังงานชนิดนี้เดินทางผ่านสสารได้โดยส่งคลื่นแรงกดสลับกับการพ่นขยายตัวในเนื้อของสสาร ซึ่งจะทำให้คลื่นเคลื่อนที่จนผ่านตลอด<sup>19</sup> อัตราของการกดและขยายตัวต่อวินาทีคือ ความถี่ (f) ระยะระหว่างช่องของการกดการขยายตัวคือช่วงของคลื่น ( $\lambda$ ) ฉะนั้นความเร็วของคลื่นเสียง (v) คือ  $f\lambda$  จะเห็นได้ว่าถ้ามีความถี่สูง ช่วงคลื่นจะสั้นเมื่อความเร็วคงที่ความเร็วของคลื่นเสียงขึ้นอยู่กับสื่อกลางที่เสียงผ่าน คลื่นเสียงความถี่สูงผ่านได้ดีในของเหลวและเนื้อ

\* หน่วยรังสีวินิจฉัย แผนกรังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\* 1 MHz (mega Hertz) = 1 MC (megacycle) = ความถี่  $10^6$  รอบ/วินาที

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและความยืดหยุ่นของสื่อกลาง<sup>5</sup> ความเร็วของคลื่นเสียงในเนื้ออ่อนข้างจะคงที่ประมาณ 1540 เมตรต่อวินาที<sup>9, 24</sup> ถ้าเสียงผ่านสสารที่มีความหนาแน่นต่าง ๆ กัน หรือมีรอยต่อของแต่ละอวัยวะ จะเกิดการสะท้อนเสียงขึ้น แต่บางส่วนก็ยังผ่านไปได้ แต่ถ้าผ่านวัตถุที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอเท่า ๆ กัน จะไม่เกิดการสะท้อน และวิ่งเป็นเส้นตรง<sup>5</sup> คุณสมบัตินี้ได้นำมาเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัย

คลื่นเสียงความถี่สูง (มีช่วงคลื่นสั้น) จะสะท้อนเสียงจากวัตถุเล็กๆ ได้ดีกว่า และมีทิศทางเป็นแนวตรงได้ดีกว่าคลื่นที่มีความถี่ต่ำ แต่ผ่านวัตถุได้ลึกน้อยกว่า<sup>22, 27</sup> คุณสมบัติอีกชนิดหนึ่งคือเมื่อสะท้อนกลับจากวัตถุที่เคลื่อนไหวความถี่ของคลื่นจะเปลี่ยน โดยสัมพันธ์กับความเร็วของการเคลื่อนไหวของวัตถุนั้น ๆ เรียกว่า Doppler effect<sup>29</sup> คุณสมบัตินี้มีประโยชน์ในการตรวจและค้นหาอวัยวะที่เคลื่อนไหวเช่น หัวใจ และหลอดเลือด

### การกำเนิด

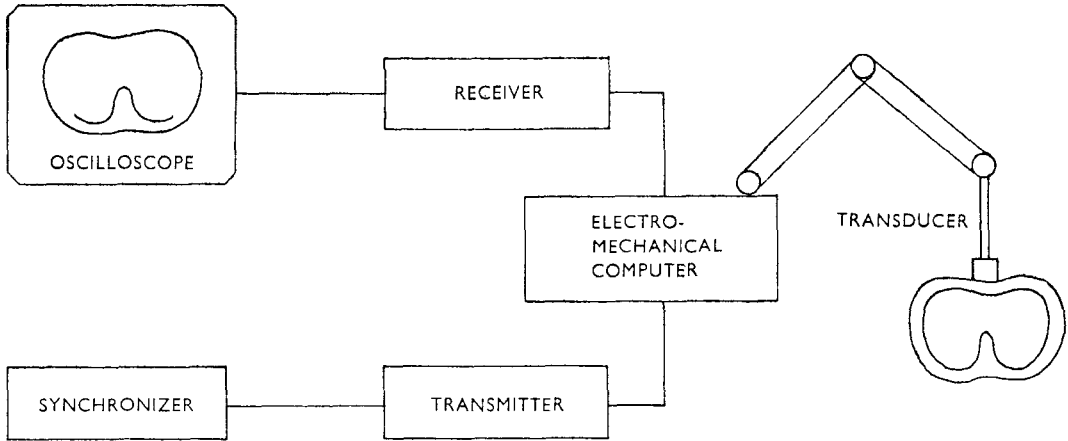
คลื่นเสียงความถี่สูงสามารถทำให้เกิดได้โดยการส่งกระแสไฟฟ้าสลับไปยัง transducer ซึ่งใช้วัสดุ piezoelectric เช่น crystalline quartz, lithium sulphate ด้วยการเปลี่ยนขั้วของสนามไฟฟ้าสลับจะทำให้ piezoelectric ถูกกดและขยายตัวเกิดเป็นคลื่นเสียงความถี่สูงขึ้น<sup>18, 20</sup> ในทำนองเดียวกัน คลื่นที่สะท้อนกลับมาจะทำให้ผลึกใน transducer ถูกกดสลับกับการขยายตัว เกิดกระแส

ไฟฟ้าไหลเข้าเครื่องรับ และแสดงเป็นสัญญาณที่จอ oscilloscope เครื่องส่งคลื่นเสียง (transmitter) จะควบคุมความถี่และระยะเวลาของการส่งซึ่งจะส่งคลื่นเป็นจังหวะ (pulse) ในอัตรา 500-1000 ครั้ง ต่อวินาทีใช้เวลาส่งประมาณร้อยละ 1 เวลาที่เหลืออีกร้อยละ 99 เป็นเวลาที่รับเสียงสะท้อน<sup>23</sup> เสียงสะท้อนซึ่งเกิดจากความหนาแน่นที่ต่างกันของอวัยวะต่าง ๆ หรือพยาธิสภาพที่เกิดขึ้น จะมีแรงหรือขนาดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นนั้น ๆ เมื่อความเร็วของคลื่นเสียงในร่างกายคงที่และรู้เวลาที่ใช้ไปก็สามารถรู้ระยะทางจากจุดสะท้อนเสียงต่างๆ ได้<sup>23</sup> เสียงสะท้อนอาจแสดงเป็นสัญญาณบนจอ oscilloscope ได้แบบต่างๆ เช่น ขนาดความสูงของคลื่น (amplitude) ความสว่างมากน้อย (brightness) และการเคลื่อนไหว (motion) ซึ่งเรียกร้อยละว่า A, B หรือ M mode

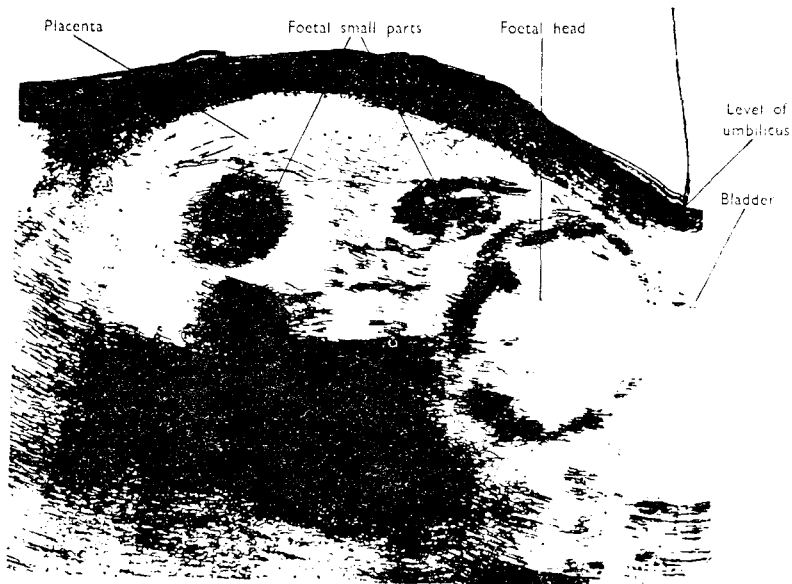
B-scanning ทำได้โดยเคลื่อน transducer ไปบนผิวหนังของร่างกายส่วนที่จะตรวจ และใช้น้ำมันทาเพื่อให้มีการสัมผัสดี ประกอบกับการมีเครื่อง electro-mechanical เช่น computer ช่วย จุดสะท้อนเสียงจากตำแหน่งต่างๆ จะถูกปรับให้สัมพันธ์โดยตรงกับทิศทางของคลื่นเสียงที่ผ่านร่างกายส่วนที่ตรวจ เกิดเป็นภาพส่วนตัดของร่างกายส่วนนั้น ๆ ได้<sup>29, 5, 17</sup> (รูปที่ 1)

### ประโยชน์ทางการวินิจฉัย

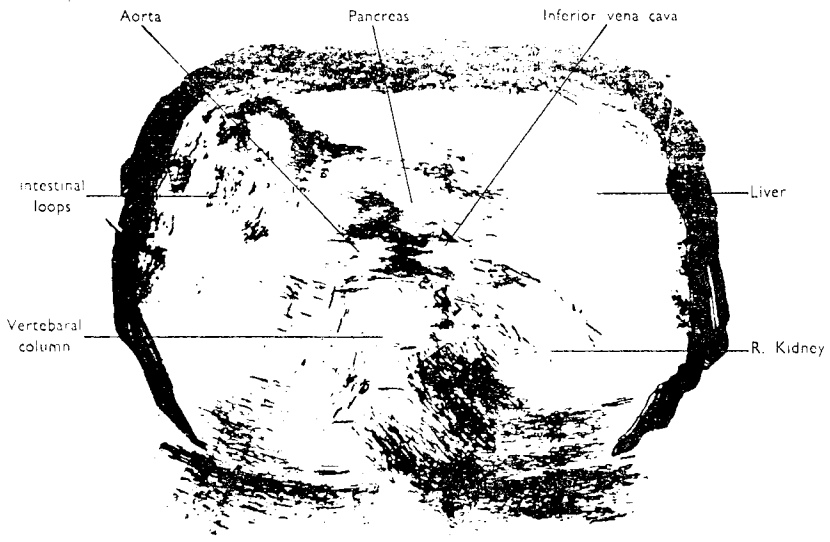
อวัยวะของร่างกายประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ชนิดกัน ทำให้คลื่นเสียงความถี่สูงสะท้อนกลับมีขนาดและตำแหน่งต่าง ๆ กัน ซึ่งมีประโยชน์ใน



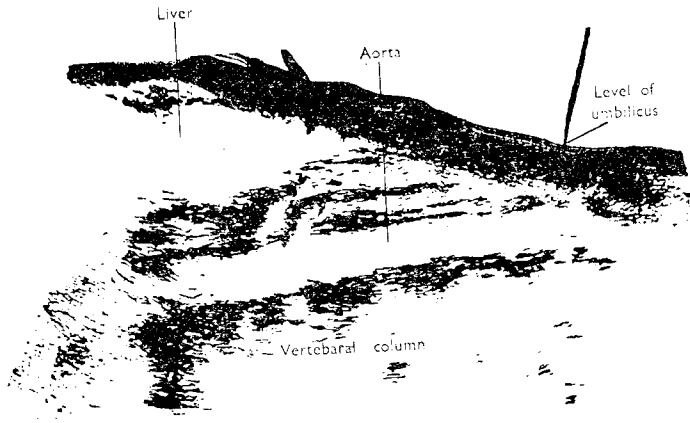
รูปที่ 1 แผนภาพระบบเครื่องมือ ultrasound



รูปที่ 2 ภาพตัดตามแนวตั้งได้จากการสะท้อนของคลื่นเสียง แสดงทารกในครรภ์



ก.



ข.

รูปที่ 3 ภาพตัดบริเวณท้อง  
 ก. ตามแนวขวาง ข. ตามแนวตั้ง  
 แสดงความสัมพันธ์ของอวัยวะต่าง ๆ

การบอกขนาด ระยะ ความสัมพันธ์ และสภาพของอวัยวะ หรือพยาธิสภาพได้ คลื่นเสียงจะผ่านสื่อกลางที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอได้ดี เช่นของเหลวคือจะไม่เกิดเสียงสะท้อนจากตัวของเหลวเอง แต่ถ้าเป็นเนื้อก็จะให้เสียงสะท้อนภายในเนื้อ (internal echo) บ้าง<sup>6, 8, 21, 22, 26</sup> ถ้ามีพยาธิสภาพเกิดขึ้นในอวัยวะหนึ่งอาจทำให้มีความหนาแน่นเท่ากั้อวัยวะข้างเคียง เสียงสะท้อนระหว่างอวัยวะทั้งสองจะไม่มี (echo silhouette sign)<sup>6</sup>

คลื่นความถี่สูงกว่าเสียงจะสะท้อนกลับมาเป็นสัดส่วนกับการเคลื่อนไหวของอวัยวะนั้น ๆ เช่น ลิ้นหัวใจ ทำให้สามารถบอกระยะและชนิดของการเคลื่อนไหวเหล่านั้นได้ ลักษณะการสะท้อนเสียงเหล่านี้เป็นผลโดยตรงที่เกิดจากคุณสมบัติของคลื่นเสียงดังกล่าวมาแล้วแต่ต้น

โดยการใช้ B-scanning (compound or two dimensional scanning) ก็สามารถใช้ภาพส่วนตัดของร่างกายส่วนนั้นๆ เพื่อการวินิจฉัยและบอกความสัมพันธ์ของอวัยวะและพยาธิสภาพต่างๆ ได้โดยอาศัยหลักการของ Doppler การค้นหาสิ่งเคลื่อนไหว เช่น หัวใจทารกในครรภ์ย่อมทำได้

คลื่นความถี่สูงกว่าเสียงที่นำมาใช้เพื่อการวินิจฉัยนั้นสะดวก ไม่ทำให้ผู้ถูกตรวจเจ็บ และไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย หรือทารกในครรภ์<sup>11</sup> การนำมาใช้ ในทางสูตินรีเวชจึงมีประโยชน์อย่างยิ่ง โดยเหตุที่คลื่นเสียงผ่านได้ดีในของเหลว กระเพาะปัสสาวะเมื่อมีปัสสาวะเต็มจึงทำให้คลื่นเสียงผ่านได้ดีทำให้การตรวจอวัยวะที่ติด

กันและใกล้เคียง เช่น มดลูก เป็นไปได้โดยง่าย ภาพเสียงสะท้อนส่วนตัดของการตั้งครรภ์ระยะต่างๆ เช่น ทารกในครรภ์ซึ่งมีถุงน้ำอยู่รอบจึงชัดเจน<sup>18</sup> (รูปที่ 2) มีประโยชน์มากในการวินิจฉัยการตั้งครรภ์ทั้งปกติและที่มีพยาธิสภาพชนิดต่างๆ รวมทั้งหาระยะของการตั้งครรภ์ เช่น เดียวกันก็มีประโยชน์ในการวินิจฉัยทางนรีเวชด้วย<sup>2, 18</sup>

ประโยชน์ของการใช้ B-scanning เพื่อการวินิจฉัยสภาพของช่องท้องมีมาก อวัยวะเกือบทุกชนิดสามารถตรวจได้ เช่น ตับ ไต ตับอ่อน หลอดเลือดต่างๆ ถุงน้ำดี การมีก้อนในช่องท้องและพยาธิสภาพของ retroperitoneal space โดยเฉพาะเพื่อการแยกก้อนเนื้อจากถุงน้ำ<sup>6, 8, 13, 21, 22, 26</sup> (รูปที่ 3)

คลื่นความถี่สูงกว่าเสียงยังนำมาใช้ตรวจสภาพการไหลเวียนของเลือด การสร้างภาพหลอดเลือด การเปลี่ยนแปลงทาง dynamic ของอวัยวะ เช่น หัวใจ และนำมาใช้เพื่อช่วยในการแทงเข็มเพื่อการดูดของเหลว หรือตัดชิ้นเนื้อเพื่อนำมาตรวจทางพยาธิจากอวัยวะต่าง ๆ หรือสิ่งที่เป็นพยาธิสภาพได้<sup>1, 12, 15, 28, 30</sup> นอกจากนี้ได้นำมาใช้เพื่อการวางแผนการรักษาโดยรังสีรักษา<sup>1, 25</sup>

ความเจริญทางด้านเทคนิค ทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยและช่วยการรักษายังมีมากขึ้น และกำลังวิวัฒนาการเรื่อย ๆ เป็นที่ยอมรับว่าคลื่นเสียงความถี่สูงมีประโยชน์มากในการวินิจฉัยโรคในทุกระบบของร่างกาย<sup>25</sup>

### สรุป

คุณสมบัติของคลื่นความถี่สูงกว่าเสียงสามารถ

นำมาใช้เพื่อการวินิจฉัยพยาธิสภาพ และการเปลี่ยนแปลงทาง dynamics ของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายได้ การสร้างภาพส่วนตัวของอวัยวะต่างๆ โดย B-scanning นับว่ามีประโยชน์มาก นอกจากช่วยในการวินิจฉัยแล้ว ยังช่วยบอกตำแหน่งของพยาธิสภาพและความสัมพันธ์กับอวัยวะข้างเคียงอีกด้วย เนื่องจากการตรวจโดยวิธีการนี้ไม่มีอันตรายและรบกวนต่อผู้ป่วยน้อยมากจึงเป็นวิธีวินิจฉัย และช่วยการรักษาที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง

### เอกสารอ้างอิง

- Bronson NR : Localization and extraction of foreign bodies by ultrasound. Edited by Grossman CC, Holmes JH, Joyner C, Purnell EW. Diagnostic ultrasound : Proceeding of the first international conference. New York, University of Pittsburgh, Plenum Press, 1966
- Donald I, Abdulla U : Ultrasonics in obstetrics and gynaecology. Br J Radiol 40:604-11,67
- Donald J, MacVicar J, Brown TG : Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. Lancet 1: 1188-94, 58
- Eule J, Bockenstedt F, Salzman E : Diagnostic ultrasound scanning; a valuable aid in radiation therapy planning. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 117: 139-45, 73
- Feigenbaum H ; Echocardiography. Philadelphia, Lea & Febiger, 1973 pp 1-6
- Freimanis AK, Asher WM : Development of diagnostic criteria in echographic study of abdominal lesions. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 108: 747-55, 70
- Frimanis AK : Echographic exploration of abdominal structures. Critical Reviews in Radiological Sciences 1: 207, 70
- Goldberg BB, Ostrum BJ, Isard HJ : Nephrosonography: ultrasound differentiation of renal masses. Radiology 90: 1113-8, 68
- Goldman DE, Hueter TF : Tabular data of the velocity and absorption of high frequency sound in mammalian tissue. J Acoust Soc Am 28:35, 56
- Hernberg J, Weiss B, Keegan A : The ultrasonic recording of aortic valve motion. Radiology 94 : 361-8, 70
- Hill CR : Medical ultrasonics: An historical review. Br J Radiol 46:899-907, 73
- Hokanson DE, Mozersky DJ, Sumner DS, et al : Ultrasonic arteriography a noninvasive method of arterial visualization. Radiology 102:435-6, 72
- Holm HH : Ultrasonic scanning in the diagnosis of space-occupying lesion of the upper abdomen. Br J Radiol 44:24-36, 70
- Holmes JH, Howry DH : Ultrasonic diagnosis of abdominal disease. Am J Dig Dis 8:12-32 63
- Holm HH, Kristensen JK, Rasmussen SN, et al : Ultrasound as a guide in percutaneous puncture techniques ultrasonics 10:83-6
- Howry DH, Bliss WR : Ultrasonic visualization of soft tissue structures of the body. J Lab Clin Med 40:579-92, 52
- Howry DH : A brief atlas of diagnostic ultrasonic radiologic results. Radiol Clin North Am 3:433-52, 65
- Kobayashi M, Hellman LM, Cromb E : Atlas of ultrasonography in obstetrics and gynecology. New York, Appleton-Century-Crafts, 1972
- Kossoff G : Diagnostic applications of ultrasound in cardiology. Aust Radiol 10:101-6, 66
- Lehman J : Ultrasound in the diagnosis of hepatobiliary disease. Radiol Clin North Am 4:605, 66
- Leopold GR : A review of retroperitoneal ultrasonography. J Clin Ultrasound 1:82-7, 73
- Leopold GR, Asher WM : Diagnosis of extraorgan retroperitoneal space lesion by B-scan ultrasonography. Radiology 104:133-8, 72
- Leopold GR, Solloff : Ultrasonic scanning in the diagnosis of biliary disease. Surg Clin North Am 53:1043-52, 73
- Lodwig GO : The velocity of sound through tissue and the acoustic impedance of tissue. J Acoust Soc Am 22:862, 50
- McQuown DS : A diagnostic ultrasound reference bibliography. First edition. Cleveland, Picker Corporation, 1973
- Ostrum BJ, Goldberg BB, Isard HJ : A-Mode ultrasound differentiation of soft-tissue masses. Radiology 88:745-9,67
- Reid J : A review of some basic limitations in ultrasonic diagnosis edited by Grossman CC, Holmes JH, Joyvaer C, Purnell EW. Diagnostic ultrasound; proceeding of the first international conference. New York, University of Pittsburgh, 1966
- Smith EH, Bartrum RJ Jr : Ultrasonically guided precutaneous aspiration of abscess. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 122:308-12, 74
- Well PNT : Physical principles of ultrasonic diagnosis. London and New York, Academic Press, 1969
- Wells PNT : Ultrasonics and its use in medicine. Br J Radiol 46:811-41, 73
- Wild JJ, Reid JM : Application of echo-ranging techniques to the determination of structure of biological tissues. Science 115:226-30, 52