Ultrasound Introduction and Overview

Unlike light and X-ray, sound ***requires a medium*** which propagate through it such as water or soft tissue and it consists of ***longitudinal vibrations*** in much the same way as a ***compression*** can be seen to travel along the length of a spring as shown in figure 8.1. على عكس الضوء والأشعة السينية، يتطلب الصوت وسطًا ينتشر من خلاله مثل الماء أو الأنسجة الرخوة ويتكون من اهتزازات طولية بنفس الطريقة التي يمكن بها رؤية الضغط ينتقل على طول الزنبرك كما هو موضح في الشكل 8.1.

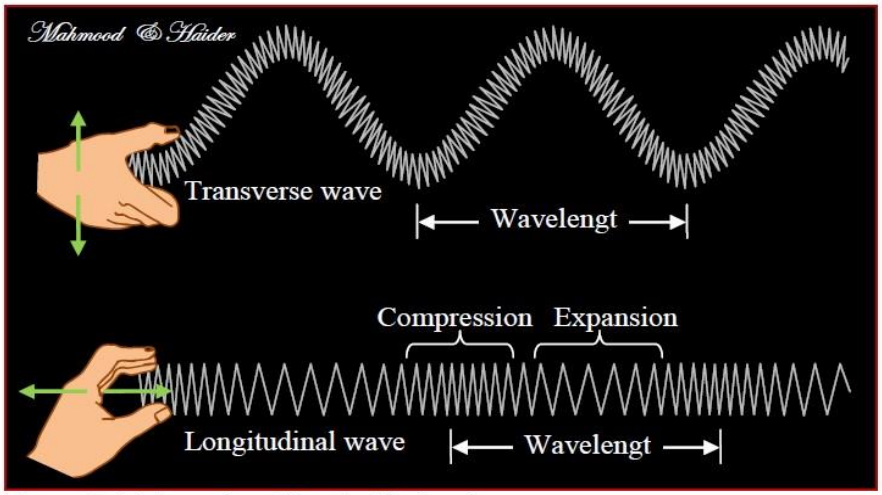

Figure 8.1: Examples of longitudinal and transverse waves.

Diagnostic Ultrasound (ultrasonography) is an ***ultrasound-based diagnostic imaging technique used for visualizing subcutaneous and examination of different parts of human body structures*** including tendons, muscles, joints, vessels and internal organs for possible pathology or lesions ***using high frequency sound waves***, which are emitted from a ***probe and directed into the body***. Ultrasonography commonly used ***during pregnancy*** and usually ***recognized widely by the public***. الموجات فوق الصوتية التشخيصية (التصوير بالموجات فوق الصوتية) هي تقنية تصوير تشخيصي تعتمد على الموجات فوق الصوتية تستخدم لتصور ما تحت الجلد وفحص أجزاء مختلفة من هياكل جسم الإنسان بما في ذلك الأوتار والعضلات والمفاصل والأوعية والأعضاء الداخلية بحثًا عن أمراض أو آفات محتملة باستخدام موجات صوتية عالية التردد، والتي يتم تنبعث من مسبار وتوجه إلى الجسم. يُستخدم التصوير بالموجات فوق الصوتية بشكل شائع أثناء الحمل وعادةً ما يتم التعرف عليه على نطاق واسع من قبل الجمهور.

All the various techniques of diagnostic ultrasound involve ***the detection and display the acoustic energy reflected off different tissues in the body***. Different body structures have different ***characteristics that scatter and reflect sound energy*** in predictable ways, making it possible to identify these structures in ***the two-dimensional images***, ***gray-scale scanners produced by ultrasound***. تتضمن جميع التقنيات المختلفة للموجات فوق الصوتية التشخيصية اكتشاف وعرض الطاقة الصوتية المنعكسة عن الأنسجة المختلفة في الجسم. تتميز هياكل الجسم المختلفة

بخصائص مختلفة تبعثر وتعكس الطاقة الصوتية بطرق يمكن التنبؤ بها، مما يجعل من الممكن التعرف على هذه الهياكل في الصور ثنائية الأبعاد، الماسحات الضوئية ذات التدرج الرمادي التي تنتجها الموجات فوق الصوتية.

There are many variables involved in the production, detection and treatment of ultrasound data, which are, for the most part, under the control of the operator. All the different imaging techniques, ***ultrasound is the most affected by the skill and experience of the operator***, both in the ***acquisition and interpretation*** of images. هناك العديد من المتغيرات المشاركة في إنتاج بيانات الموجات فوق الصوتية وكشفها ومعالجتها، والتي تكون في معظمها تحت سيطرة المشغل. جميع تقنيات التصوير المختلفة، الموجات فوق الصوتية هي الأكثر تأثراً بمهارة وخبرة المشغل، سواء في الحصول على الصور أو تفسيرها.

Diagnostic ultrasound offers ***advantages*** over other imaging modalities, and the most important of these advantages ***do not use ionizing radiation***, making it ***safer***, especially in imaging during pregnancy. The other important feature is its ability to ***image in real time***, making it simple to perform live ***active and passive range of motion studies***, in addition to the ***low cost***. In summary, the ***feature of ultrasound***: توفر الموجات فوق الصوتية التشخيصية مزايا مقارنة بوسائل التصوير الأخرى، وأهم هذه المزايا عدم استخدام الإشعاعات المؤينة، مما يجعلها أكثر أمانًا، خاصة في التصوير أثناء الحمل. الميزة المهمة الأخرى هي قدرتها على التصوير في الوقت الفعلي، مما يجعل من السهل إجراء مجموعة حية وسلبية من دراسات الحركة، بالإضافة إلى التكلفة المنخفضة. باختصار، ميزة الموجات فوق الصوتية:

1) Uses no ionizing radiation لا يستخدم
أي إشعاعات مؤينة
2) Safe in pregnancy آمن أثناء الحمل
3) Has no known side effects ليس له آثار جانبية معروفة
4) Inexpensive غير مكلفة
5) Portable محمول
6) Minimal preparation of patients الحد الأدنى من إعداد المرضى
7) Painless غير مؤلم
8) Gives direct vision for biopsies يعطي رؤية مباشرة للخزعات

Some problems with ultrasound imaging are that the diagnostic images ***sometimes cannot be obtained because of the <u>size of the patient</u>***, or because the ultrasound beam ***cannot traverse the areas of <u>air-filled or bone</u>*** in such cases, the cross-sectional imaging with ***CT or MRI can be used instead***. بعض مشاكل التصوير بالموجات فوق الصوتية هي أنه في بعض الأحيان لا يمكن الحصول على الصور التشخيصية بسبب حجم المريض، أو لأن شعاع الموجات

فوق الصوتية لا يستطيع اجتياز مناطق مليئة بالهواء أو العظام في مثل هذه الحالات، يتم إجراء التصوير المقطعي باستخدام التصوير المقطعي أو التصوير بالرنين المغناطيسي يمكن استخدامها بدلا من ذلك.

Medical treatment can be given after a proper diagnosis or identify the disease properly. After the first use of ionizing radiation (X-ray) by Roentgen in 1895 to visualize the interior of the body has been the only way for decades. However, during the ***second half of the twentieth century*** was the discovery of new imaging methods are quite different from those of the X-rays. One of the most important of these ways is ***ultrasound***, which showed the particular potential and greater benefit of imaging which relies on X-rays. ويمكن إعطاء العلاج الطبي بعد التشخيص السليم أو التعرف على المرض بشكل صحيح. وبعد الاستخدام الأول للإشعاع المؤين (الأشعة السينية) بواسطة رونتجن عام 1895، أصبح تصوير الجزء الداخلي من الجسم هو الطريقة الوحيدة لعقود من الزمن. ومع ذلك، خلال النصف الثاني من القرن العشرين تم اكتشاف طرق تصوير جديدة تختلف تماماً عن تلك الخاصة بالأشعة السينية. ومن أهم هذه الطرق الموجات فوق الصوتية التي أظهرت الإمكانات الخاصة والفائدة الأكبر للتصوير الذي يعتمد على الأشعة السينية.

During the ***last decade of the twentieth century***, the use of ***ultrasound in medical practice and hospitals were increasingly common in all parts of the world***. Proved much the scientific research the benefit of ultrasound and sometimes superiority in many cases commonly used X-ray techniques, resulting in ***significant changes in diagnostic imaging procedures***. خلال العقد الأخير من القرن العشرين، أصبح استخدام الموجات فوق الصوتية في الممارسة الطبية والمستشفيات شائعًا بشكل متزايد في جميع أنحاء العالم. أثبتت الكثير من الأبحاث العلمية فائدة الموجات فوق الصوتية وتفوقها في بعض الأحيان في كثير من الحالات على تقنيات الأشعة السينية الشائعة الاستخدام، مما أدى إلى تغييرات كبيرة في إجراءات التصوير التشخيصي.

Sound is a physical phenomenon that carries energy from one point to another. In this respect is ***similar to radiation***, but differs from the radiation that ***does not pass through the vacuum*** and that means it ***needs to matter*** in order to transfers from one place to another. This is because the sound waves are actually ***vibrations that pass through the material***. If there is no substance, nothing can vibrate and sound cannot exist. الصوت ظاهرة فيزيائية تنقل الطاقة من نقطة إلى أخرى. وهو في هذا الصدد مشابه للإشعاع ولكنه يختلف عن الإشعاع الذي لا يمر عبر الفراغ وهذا يعني أنه يحتاج إلى مادة حتى ينتقل من مكان إلى آخر. وذلك لأن الموجات الصوتية هي في الواقع اهتزازات تمر عبر المادة. إذا لم تكن هناك مادة، فلا شيء يمكن أن يهتز ولا يمكن أن يوجد الصوت.

One of the most important features in the sound is ***frequency, defined as the rate of vibration source of sound*** and material that passes through it. Sound ***frequency is measured in a basic unit called the hertz***, and defines the ***hertz as one vibration, or cycle, per second***. ***Pitch*** is the term commonly used as a ***synonym for sound frequency***. من أهم سمات الصوت هو التردد، والذي يعرف بأنه معدل اهتزاز مصدر الصوت والمادة التي تمر عبره.

يتم قياس تردد الصوت بوحدة أساسية تسمى الهرتز، ويُعرف الهرتز بأنه اهتزاز أو دورة واحدة في الثانية. الملعب هو المصطلح الشائع الاستخدام كمرادف لتردد الصوت.

Medical imaging uses ***high-frequency sound waves to look inside the body***. These sound waves are ***too high for the human ear can hear***. There is a specific extent of the frequencies in the human ear can hear or respond to them. The human ear in young adults ***can hear the frequency extent from 20 Hz to 20,000 Hz***. The extent of frequencies ***greater than this limit is called ultrasonic frequencies (Ultrasound)***. يستخدم التصوير الطبي موجات صوتية عالية التردد للنظر داخل الجسم. هذه الموجات الصوتية عالية جدًا بحيث لا تستطيع الأذن البشرية سماعها. هناك مدى محدد للترددات التي تستطيع الأذن البشرية سماعها أو الاستجابة لها. يمكن للأذن البشرية عند الشباب أن تسمع مدى التردد من 20 هرتز إلى 20000 هرتز. ويسمى مدى الترددات الأكبر من هذا الحد بترددات الموجات فوق الصوتية (الموجات فوق الصوتية).

Frequencies in the extent of ***2 MHz (million cycles per second) to 20 MHz*** are used in ***diagnostic ultrasound*** which is too high for the human ear can hear. Where, ultrasound is used as a diagnostic tool because ***it can be focused into small***, well-defined beams that can probe the human body and interact with the tissue structures to form images. Acoustic waves are shed on the internal organs through a small scanner called ***transducer*** of hand-holding which is placed in ***direct contact with the patient's skin to be imaged***. Transducer has a ***crystal vibrate*** and a scanner unlike the sound or echo to form an image. يتم استخدام الترددات في حدود 2 ميجا هرتز (مليون دورة في الثانية) إلى 20 ميجا هرتز في الموجات فوق الصوتية التشخيصية وهي عالية جدًا بحيث لا تستطيع الأذن البشرية سماعها. حيث يتم استخدام الموجات فوق الصوتية كأداة تشخيصية لأنه يمكن تركيزها في أشعة صغيرة محددة جيدًا يمكنها فحص جسم الإنسان والتفاعل مع هياكل الأنسجة لتكوين صور. يتم تسليط الموجات الصوتية على الأعضاء الداخلية من خلال ماسح ضوئي صغير يسمى محول طاقة اليد والذي يتم وضعه على اتصال مباشر مع جلد المريض المراد تصويره. يحتوي محول الطاقة على اهتزاز كريستالي وماسح ضوئي بخلاف الصوت أو الصدى لتكوين صورة.

The transducer (probe) is the ***small hand-held component of the ultrasound imaging equipment*** that resembles a microphone and it performs several functions as will be described in detail later. Its ***first function is to produce and send the ultrasound pulses when electrical pulses are applied to it***. A short time later, ***receives the echoing waves when the transducer is pressed against the skin and converted back into electrical pulses*** that are then processed by the system and ***formed into an image***. محول الطاقة (المسبار) هو المكون الصغير المحمول باليد من معدات التصوير بالموجات فوق الصوتية والذي يشبه الميكروفون ويقوم بعدة وظائف كما سيتم وصفها بالتفصيل لاحقًا. وتتمثل وظيفتها الأولى في إنتاج وإرسال نبضات الموجات فوق الصوتية عند تطبيق نبضات كهربائية

عليها. وبعد وقت قصير، يستقبل موجات الصدى عندما يتم الضغط على محول الطاقة على الجلد وتحويلها مرة أخرى إلى نبضات كهربائية تتم معالجتها بعد ذلك بواسطة النظام وتشكيلها في صورة.

Produces echo by ***the surfaces or the boundaries between the two different types of tissue*** in the form of ***bright white spots*** in the image. Many surfaces in general produce a ***white or gray background*** can be seen in the image. And the ***absence of reflecting surfaces within the fluid, such as the cyst, dark spots*** appear in the image. For this reason, the ultrasound image, sometimes called a ***Brightness modulation "B mode"*** image, which is a display of echo producing sites within the anatomical area. وينتج الصدى عن طريق الأسطح أو الحدود بين نوعين مختلفين من الأنسجة على شكل بقع بيضاء ناصعة في الصورة. تنتج العديد من الأسطح بشكل عام خلفية بيضاء أو رمادية يمكن رؤيتها في الصورة. وعدم وجود أسطح عاكسة داخل السائل مثل الكيس تظهر في الصورة بقع داكنة. ولهذا السبب، فإن صورة الموجات فوق الصوتية، والتي تسمى أحيانًا صورة "وضع تعديل السطوع"، هي عبارة عن عرض لمواقع إنتاج الصدى داخل المنطقة التشريحية.

Another physical characteristic that can be imaged with ultrasound devices are processes the echoes produced ***by blood flowing and blood vessels***. That is a special application of ultrasound uses the ***Doppler principle***, which the ***measures the direction and speed of blood cells as they move through vessels***. A computer collects and processes the sounds and graphs or constitutes images with ***different colors representing the different flow velocities and directions*** that represent the flow of blood through the blood vessels. ومن الخصائص الجسدية الأخرى التي يمكن تصويرها بأجهزة الموجات فوق الصوتية هي عمليات الأصداء الناتجة عن تدفق الدم والأوعية الدموية. وهذا تطبيق خاص للموجات فوق الصوتية يستخدم مبدأ دوبلر، الذي يقيس اتجاه وسرعة خلايا الدم أثناء تحركها عبر الأوعية. يقوم الكمبيوتر بجمع ومعالجة الأصوات والرسوم البيانية أو تكوين صور بألوان مختلفة تمثل سرعات واتجاهات التدفق المختلفة التي تمثل تدفق الدم عبر الأوعية الدموية.

Definition of Ultrasound تعريف الموجات فوق الصوتية

Physical Definition; Ultrasound (ultrasonic) is the term used to describe ***sound of frequencies above 20 000 Hertz (Hz), beyond the range of human hearing***. The term "ultrasonic" applied to sound refers to anything above the frequencies of audible sound. التعريف المادي؛ الموجات فوق الصوتية (الموجات فوق الصوتية) هو المصطلح المستخدم لوصف الصوت بترددات أعلى من 20000 هرتز (هرتز)، خارج نطاق السمع البشري. يشير مصطلح "الموجات فوق الصوتية" المطبق على الصوت إلى أي شيء أعلى من ترددات الصوت المسموع.

Medical Definition; Diagnostic Medical Ultrasound is the ***use of high frequency sound to aid in the diagnosis and treatment of patient***s and the frequency ranges used in medical ultrasound imaging are ***2 -***

التعريف الطبي؛ الموجات فوق الصوتية الطبية التشخيصية هي استخدام الصوت عالي التردد للمساعدة في تشخيص وعلاج المرضى ونطاقات التردد المستخدمة في التصوير الطبي بالموجات فوق الصوتية هي 2 – 15 ميجا هرتز. ***15 MHz***.

Properties of Ultrasound خصائص الموجات فوق الصوتية

Sound is a ***pressure disturbance (vibration) transmitted through all forms of matter***: ***gases, liquids, solids, and plasmas as mechanical pressure waves that carry kinetic energy***. A medium must therefore be present for the propagation of these waves, since ***cannot travel through a vacuum***. الصوت هو اضطراب في الضغط (اهتزاز) ينتقل عبر جميع أشكال المادة: الغازات، والسوائل، والمواد الصلبة، والبلازما كموجات ضغط ميكانيكية تحمل طاقة حركية. ولذلك يجب أن يكون هناك وسط لانتشار هذه الموجات، إذ لا يمكن أن تنتقل عبر الفراغ.

Type of Waves Depends on the Medium نوع الموجات يعتمد على الوسط

Ultrasound and sound waves propagates in a fluid (gases and liquids) as longitudinal waves, in which the particles of the medium vibrate to and from along the direction of propagation, alternately ***compressing and rarefying the material***. تنتشر الموجات فوق الصوتية والموجات الصوتية في السائل (الغازات والسوائل) كموجات طولية، حيث تهتز جزيئات الوسط من وإلى على طول اتجاه الانتشار، مما يؤدي إلى ضغط المادة وتخلخلها بالتناوب.

In hard tissues like bone, ultrasound can be transmitted as both ***longitudinal (compression) and transverse (shear) waves***; in the latter case, ***the particles move perpendicularly to the direction of propagation***. في الأنسجة الصلبة مثل العظام، يمكن أن تنتقل الموجات فوق الصوتية على شكل موجات طولية (ضغط) وعرضية (قص)؛ وفي الحالة الأخيرة، تتحرك الجزيئات بشكل عمودي على اتجاه الانتشار.