جهاز الموجات فوق السمعية

إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

جهاز الموجات فوق السمعية (Altrasound) عبارة عن تقنية تصوير طبية تستخدم موجات سمعية عالية التردد وصداها. تشبه هذه التقنية إلى حد كبير الظاهرة الطبيعية التي تستخدمها بعض الحيوانات، مثل: الخفافيش والحيتان والدلافين لمعرفة طريقها وتحديد المسافات، كما تشبه السونار المستخدم في أعماق البحار.

في حالة جهاز الموجات فوق السمعية النموذجي ترسل ملايين النبضات وتستقبل ملايين الموجات المرتدة في كل ثانية، إضافة إلى أن المجس يمكن تحريكه في أنحاء مختلفة من الجسم، وبشكل مائل لرؤية الجزء المراد فحصه من جهات مختلفة.

آلية عمل الجهاز

تتمثل آلية عمل الجهاز فيما يلي:

١- يرسل الجهاز نبضات سمعية عالية التردد تتراوح ما بين ١إلى ٥ ميجاهيرتز من خلال مجس إلى داخل الجسم.

٢- تنتقل الموجات السمعية داخل الجسم حتى تصطدم بالحد الذي يفصل الأنسجة، مثل الأنسجة الرخوة والسوائل، أو بين الأنسجة الرخوة والعظام.

٣- ترتد بعض الموجات فوق السمعية نحو المجس بينما يستمر بعضها إلى مسافة أبعد حتى تصل إلى حد آخر، ثم تنعكس.

٤- يلتقط المجس الموجات المنعكسة، ثم يرسلها إلى الجهاز.

٥- يقوم الجهاز بحساب المسافة من المجس إلى النسيج أو العضو، مستخدماً سرعة الصوت في الأنسجة والتي تقدر بـ ١,٥٤٠ متر/ث، ووقت عودة كل صدى، وهو عبارة عن أجزاء من مليون من الثانية.

٦- تعرض شاشة الجهاز مسافات وشدات الأصداء، مكونة صورة ثنائية الأبعاد.

مكونات الجهاز

يتكون الجهاز من الأجزاء التالية:

● المجس الناقل

يعد المجس الجزء الرئيسي في الجهاز حيث يقوم بإصدار الموجات فوق السمعية واستقبال الموجات المرتدة (الصدى)، وبذلك فإنه يمثل الفم والأذن في الجهاز. يولد المجس الموجات السمعية ويستقبلها باستخدام مبدأ يطلق عليه ظاهرة الكهروإجهادية (Piezoelectric effect) التي إكتشفت بواسطة العالمين **بيير وجاكوس كوري** عام ١٨٨٠م. يوجد في المجس بللورة أو أكثر تسمى البللورة الإجهادية، تقوم هذه البللورة بتغيير شكلها حينما يؤثر عليها تيار كهربائي، وبالتالي يولد هذا التغير السريع في الشكل أو الاهتزاز موجات سمعية تنتقل خارج البللورات. وبشكل عكسي فإنه حينما يصطدم الصوت أو الموجات الضاغطة بالبللورة فإنها تطلق تياراً كهربائياً ، ولهذا فإن نفس البللورات يمكن استخدامها مرسلة ومستقبلة للموجات السمعية في آن واحد. كما أن المجس لديه مادة لامتصاص الصوت للتخلص من الانعكاسات الخلفية من المجس نفسه، وعدسات سمعية للمساعدة في تركيز موجات الصوت المنبعثة.

● المجس الناقل.

يوجد للمجس أشكال وأحجام عديدة، حيث يحدد شكل المجس مجال المنظر، بينما يحدد تردد موجات الصوت المنبعثة قدرة الموجات فوق السمعية على اختراق الجسم ودقة الصورة، فقد يحتوي المجس على بللورة واحدة أو أكثر، وفي حالة وجود أكثر من بللورة فإن لكل منها دائرتها المستقلة.

تتميز المجسات متعددة البللورات بإمكانية توجيه حزمة الموجات فوق السمعية عن طريق تغيير الوقت الذي تحصل فيه كل بللورة على نبضة، ويكون توجيه الحزمة هاماً في حالة فحص القلب، إضافة إلى أن المجس يمكن أن يتحرك على سطح الجسم فإن بعض المجسات يمكن أن تدخل مع فتحات ـ المهبل والمستقيم والمريء ـ الجسم لتكون قريبة من العضو المراد فحصه، مثل الرحم، وغدة البروستاتا، والمعدة، لأنه كلما اقترب المجس من العضو المراد فحصه كانت التفاصيل أوضح.

● وحدة المعالجة المركزية

وحدة المعالجة المركزية هي مخ جهاز الموجات فوق السمعية، وهي عبارة عن حاسب آلي يتكون من معالج وذاكرة ومضخم للقدرة الكهربائية. ترسل وحدة المعالجة المركزية التيار الكهربائي إلى المجس الناقل لإطلاق الموجات السمعية، وفي نفس الوقت استقبال النبضات

● غرفة الجهاز.

الكهربائية من المجسات الناشئة من ارتداد الموجات السمعية (الصدى). يعمل الحاسب الآلي جميع الحسابات اللازمة لمعالجة البيانات، وحالما تتم معالجة صف من البيانات فإن وحدة المعالجة المركزية تكوِّن صورة على شاشة العرض، لتخزن في ذاكرة الحاسب أو على قرص مرن.

● منظمات نبضات الناقل

تسمح أدوات التحكم بناقل الطاقة للمشغِّل – يسمى كاشف الأشعة فوق السمعية– بتعديل التردد والفترات الزمنية الفاصلة بين النبضات بالإضافة إلى دقة الجهاز. تترجم الأوامر المعطاة من قبل المشغِّل إلى تيارات كهربائية مترددة تسلط على بللورات الإجهاد الكهربائي (Piezoelectric crystals) في المجس الناقل للطاقة.

● شاشة العرض

شاشة العرض عبارة عن شاشة

● شاشة العرض.

حاسب آلي تظهر عليها البيانات المعالجة من قبَل الوحدة المركزية، وهذه الشاشة قد تكون ملونة أو بالأسود والأبيض بحسب موديل الجهاز.

● لوحة المفاتيح والمزلقة

يزود جهاز الموجات فوق السمعية بلوحة مفاتيح ومزلقة (Cursor) تسمح للمشغل بإضافة الملاحظات وأخذ المقاييس من البيانات.

● قرص التخزين

يمكن تخزين البيانات المعالجة أو الصور على أقراص قد تكون صلبة، أو مرنة، أو مضغوطة، أو رقمية. وفي العادة تخزن نتائج المسح الطبي لجسم المريض بواسطة الموجات فوق السمعية على قرص مرن وتحفظ في ملفه الطبي للرجوع إليها عند الحاجة.

● الطابعة

تزود كثير من أجهزة الموجات فوق السمعية بطابعات حرارية للحصول على صورة ورقية من المشهد المعروض على الشاشة.

أنواع الجهاز

يعطي جهاز الموجات فوق السمعية الذي تم استعراضه صور ثنائية الأبعاد أو شرائح لأجسام ثلاثية الأبعاد مثل الرحم. بالإضافة إلى ذلك يوجد نوعان آخران من الأجهزة، هما:

● ثلاثي الأبعاد

تم خلال السنوات القليلة الماضية تطوير جهاز للموجات فوق السمعية قادر على إعطاء صور ثلاثية الأبعاد، يتم فيها أخذ العديد من الصور ثنائية الأبعاد عن طريق تحريك المجس عبر سطح الجسم أو إدارة المجس الموجود داخل أحدى فتحات الجسم، ثم يتم دمج الصور ثنائية الأبعاد عن طريق برنامج حاسوبي خاص لتكوين مشاهد ثلاثية الأبعاد.

● موجات دوبلر فوق السمعية

تعتمد موجات دوبلر فوق السمعية على مبدأ تأثير دوبلر (Doppler effect) عندما يتحرك الجسم العاكس للموجات فوق السمعية فإنه يغير من تردد الصدى معطياً تردداً عالياً عند اقترابه من المجس وتردداً منخفضاً عند ابتعاده ، ويعتمد هذا التغير على سرعة حركة الجسم. تقيس موجات دوبلر فوق السمعية التغير في تردد الصدى لحساب سرعة حركة الجسم. ولذا فإنها تستخدم لقياس معدل جريان الدم في القلب والأوعية الدموية الرئيسية.

استخدامات الجهاز

تستخدم أجهزة الموجات فوق السمعية في العديد من الأغراض الطبية، حيث تتميز بأنه من خلالها يمكن مشاهدة تركيبات معينة دون الحاجة لاستخدام الإشعاع، إضافة إلى أنها تعطي نتائج أسرع من التصوير بالأشعة السينية أو بالأشعة الأخرى، ومن أهم استخداماتها ما يلي:

● أمراض النساء والولادة

تستخدم أجهزة الموجات فوق السمعية في عدد من أمراض النساء والولادة، منها:

١– التعرف على حجم الجنين وتقدير موعد الولادة، وتحديد وضعه.

٢– فحص المشيمة للتأكد من أنها لا تنمو بطريقة خاطئة على فتحة الرحم.

٣– ملاحظة عدد الأجنة في الرحم.

● صورة للجنين باستخدام الموجات فوق السمعية.

● نماذج للجهاز.

٤- التعرف على نوع الجنين.

٥- مراقبة معدل نمو الجنين بعمل القياسات في كل مرة يصور فيها.

٦- اكتشاف الحمل خارج الرحم الذي يشكل خطراً على صحة الأم نتيجة لنمو الجنين في قناة فالوب بدلاً من الرحم.

٧- تحديد كمية السائل الأميوني الذي يحيط بالجنين.

٨- مراقبة الطفل خلال بعض الإجراءات الخاصة كما في حالة أخذ عينة من السائل الأميوني للفحص الوراثي، وقد أدى هذا إلى التقليل بشكل حاد من الأخطار التي يتعرض لها في السابق.

٩- اكتشاف الأورام في كل من المبيض والصدر.

● القلب

يتم عن طريق أجهزة الموجات فوق السمعية رؤية القلب من الداخل لتحديد التركيبات أو الوظائف غير الطبيعية، كما يمكن عن طريقها قياس سرعة جريان الدم في القلب والأوعية الدموية الرئيسية.

● الجهاز البولي

تستخدم أجهزة الموجات فوق السمعية في قياس جريان الدم في الكليتين، ورؤية الحصوات فيهما، واكتشاف سرطان البروستاتا.

● الطوارىء

إضافة لما سبق ذكره من استخدامات لأجهزة الموجات فوق السمعية فإنه في الآونة الأخيرة بدأ استخدامها في أقسام الطوارىء في المستشفيات بشكل ملحوظ لتشخيص الحالات الاسعافية لأنها تعطي نتائج سريعة.

طريقة الفحص

في حالة الفحص بالموجات فوق السمعية يدخل المريض مع الفني إلى غرفة الفحص، ويقوم بالخطوات التالية:-

١- إزالة جميع الملابس أو على الأقل الملابس التي تغطي المناطق المراد فحصها.

٢- يسحب الفاحص قماش (شرشف) لتغطية أي منطقة مكشوفة من الجسم وليس لها علاقة بمنطقة الفحص.

٣- يضع الفاحص مادة جيلاتينية على الجلد في المنطقة المراد فحصها، وذلك للتخلص من الهواء بين المجس والجلد، للمساعدة في مرور الموجات السمعية إلى داخل الجسم.

٤- يغطي الفاحص رأس المجس بغطاء من البلاستيك.

٥- يمرر الفاحص المجس فوق الجلد للحصول على الصور المطلوبة، وبناءً على نوع الفحص فإن المجس قد يدخل إلى داخل الجسم.

٦- قد يطلب الفاحص من المريض تغيير وضعه ليتمكن من الحصول على رؤية أفضل للعضو المراد فحصه.

٧- بعد الحصول على الصورة والقياسات المطلوبة، وتخزين البيانات على قرص، فإنه يمكن الحصول على نسخة من تلك الصور على ورق.

٨- بعد ذلك يمكن الحصول على مناديل ورق لمسح الجلاتين من الجسم.

٩- وأخيراً يلبس المريض ملابسه.

أضرار الجهاز

هناك قلق كبير حول نواحي الأمان من استخدام الموجات فوق السمعية. ولأنها عبارة عن طاقة فإن السؤال الذي يطرح دائماً من قبل المريض هو: ماذا تعمل هذه

● وضع المجس على الجزء المراد تصويره.

الموجات في أنسجة الجسم أو في الجنين؟

هناك بعض التقارير تشير إلى أن الأجنة الذين يولدون ناقصي الوزن يولدون لأمهات تكرر فحصهن بالموجات فوق السمعية أثناء فترة الحمل.

ومن أكثر الأضرار المحتمل حدوثها ما يلي:

١- ارتفاع حرارة الأنسجة أو امتصاص الماء لطاقة الموجات فوق السمعية، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأنسجة موضعياً.

٢- تكوِّن فقاعات عندما تخرج الغازات الذائبة من المحلول نتيجة للحرارة المحلية بسبب الموجات فوق السمعية.

ومع أنه لا توجد آثار مرضية مثبتة علمياً بدراسات موثقة ومعتمدة نتيجة لاستخدام الموجات فوق السمعية سواءً في الإنسان أم الحيوان، إلا أنه يجب أن لا تستخدم إلا في الحالات الضرورية.

المستقبل

مع تطور تقنيات الحاسب الآلي فإن أجهزة الموجات فوق السمعية ستصبح أكثر سرعة وذات قدرة تخزينية عالية، وقد يصبح المجس أقل حجماً وأكثر قابلية للإدخال في فتحات الجسم للحصول على صور أكثر دقة للأعضاء الداخلية، والأكثر احتمالاً أن الصور ثلاثية الأبعاد ستكون أكثر تطوراً وأكثر قبولاً، وأن أجهزة الموجات فوق السمعية ستكون أصغر حجماً، بحيث يمكن حملها باليد، واستخدامها في الميدان.