

جزوه آموزشی دستگاه سونوگرافی مرداد ماه ۱۴۰۰

معاونت غذا و دارو اهواز

اداره تجهیزات و ملزومات پزشکی

مقدمه ای درباره دستگاه سونوگرافی:

کلمه سونوگرافی از لفظ لاتین sono به معنی صوت و نیز لفظ زبان یونانی «گرافیا» به معنی ترسیم گرفته شده و ultrasound از ultra به معنی ماورا و نیز sound به معنی صوت یا صدا گرفته شده است.

تاریخچه سونوگرافی:

از امواج سونو یا امواج صوتی برای اولین بار در زمان جنگ جهانی اول و برای مقاصد نظامی و صنعتی استفاده شده است.

پس از آشنایی دانشمندان و متخصصین با روش کار با این امواج در سال ۱۹۳۷ میلادی اولین دستگاه پزشکی سونوگرافی با فرکانس امواج فراصوتی ساخته شد.

پس از آن سیستم‌های سونوگرافی به دلیل ویژگی‌های خوبی مانند ایمنی بالا، حمل و نقل آسان و امکان ارائه تصاویر زنده به یکی از کاربردی‌ترین روش‌های تشخیصی و درمانی در پزشکی مدرن تبدیل شدند. البته بر اساس آمارهای موجود، روش‌های سی. تی. اسکن

(CT) و ام. آر. آی (MRI) و پس از آن تصویربرداری هسته‌ای، به ویژه روش مقطع نگاری پوزیترون (PET) روش‌هایی هستند که کاربرد بیشتری نسبت به روش سونوگرافی دارند. محدودیت عبوری و بازتاب زیاد این امواج از برخی از موانع (مانند مغز استخوان، مایعات و گاز درون بدن) جزء ضعف‌های این روش به حساب می‌آیند.

اما در عین حال می‌توان ادعا کرد که امواج فراصوتی یا اولتراساند یکی از بی‌ضررترین امواجی هستند که می‌توانند در روش‌های تصویربرداری از بدن کارایی داشته باشند.

اصول فیزیکی و روش کار دستگاه سونوگرافی

امواج فراصوت

موج در فیزیک به آشفتگی‌های مکانیکی‌ای گفته می‌شود که در محیط‌های جامد، مایع و گازی، با سرعت یکنواخت و معینی از طرف چشمه صوتی (بدون انتقال هیچ ماده‌ای) به بیرون حرکت می‌کنند. گوش انسان قادر است امواج بین ۲ تا ۲۰ هزار هرتز را بشنود. به این رنج از امواج، امواج صوتی گفته می‌شود. امواج فراصوت (Ultrasonic)، امواجی با طول موج بالاتر از حد شنوایی انسان اطلاق می‌شود.

امواج بنا بر جهت ارتعاشاتشان به دوسته طولی و عرضی تقسیم بندی می شوند. امواجی که در پزشکی مورد استفاده قرار می گیرند از نوع امواج طولی بوده و معمولاً فرکانسی بین ۲ تا ۲۰ مگاهرتز دارند. اما در تحقیقات و روش های آزمایشگاهی، بیشتر از فرکانس های بالاتر از ۲۰ مگاهرتز استفاده می شود.

در صنعت پزشکی، برای تولید امواج فراصوتی از یکی از دو روش زیر استفاده می شود:

روش پی ای زوالکتریک: در این روش از مواد پیزوالکتریک برای تولید امواج اولتراسوند (امواج مکانیکی) از انرژی الکتریکی استفاده می شود. معمولاً در مصارف پزشکی از کریستال ها (مبدل ها) ی پیزوالکتریک استفاده می شود که سرامیکی بوده و به صورت مصنوعی تهیه شده اند. برای مثال کریستال های تهیه شده از مخلوط زیرکونیت و تیتانیت سرب، یکی از مبدل های کاربردی ای به شمار می روند که به شدت دارای خاصیت پیزوالکتریسیته می باشند. بوسیله دستگاه سونوگرافی، امواج فراصوت تولید شده توسط مبدل، به داخل بافت بدن نفوذ می کنند. در مرحله بعدی، انرژی فراصوت انعکاس یافته به علامت های الکتریکی، و سپس به یک تصویر از داخل بافت تبدیل می شوند.

روش مگنتو استریکسیون: در این روش از خاصیت مگنتو استریکسیون در مواد فرومغناطیسی، برای تولید امواج فراصوتی استفاده می شود. البته شدت (اینتنسیته) امواج بدست آمده از این مواد به شدت پایین بوده و طول موج آن ها در پزشکی کاربردی ندارند.

کاربردهای مختلف سیستم های فراصوتی:

از سیستم های فراصوتی در صنایع و موقعیت های مختلفی استفاده می شود. این کاربردها عبارتند از:

کاربردهای پزشکی در تشخیص بیماری ها : دستگاه سونوگرافی یکی از پرکاربردترین دستگاه های آزمایشگاهی برای تشخیص عارضه، تومور، اختلالات در بافت های داخلی، کیست ها، بررسی بیماری های کلیوی، کبدی، بررسی قلب، عروق و ... به شمار می آید.

کاربردهای درمانی : برای سوزاندن تومورها، تحریک نورون ها در بیماری های نورولوژیکی و نیز فیزیوتراپی برخی از دردها می توان از امواج فراصوتی استفاده نمود.

کاربردهای صنعتی : آزمون بررسی ساختاری فراصوت، یکی از روش های غیر مخرب برای بررسی ضخامت، ساختارهای درونی و عیوب غیر سطحی در قطعات صنعتی به حساب می آیند. برای

مثال، آزمون های UT برای بررسی کیفیت قطعات ریخته گری و یا جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرند. با این روش می توان عیوب بسیار کوچک را نیز تشخیص داد.

سیستم های فراصوتی در سامانه های امنیتی اماکن و :کاربردهای امنیتی خودروها کاربردهای فراوانی دارند. برای مثال دوربین های تشخیص سرعت خودرو از همین تکنولوژی استفاده می نمایند

سیستم های التراسونیک در رادار کشتی ها:

کاربردهای نظامی سیستم شهای هوایی استفاده می شوند. تعیین جسم پرنده، موانع موجود در زیر آب و عمق دریا از جمله کاربردهای سیستم های رادار فراصوتی به شمار می روند.

✓ کاربرد در صنایع غذایی و آزمایشگاهی سازی، پاک سازی و تولید محلول های ویسکوز و کلوئیدی استفاده می شود. هموژنایزهای التراسونیک با خرد کردن و جدا سازی ذرات ماکرو (یا حتی نانو) سایز می توانند محلول های بسیار یکنواختی را تولید نمایند.

روش کار دستگاه سونوگرافی چگونه است؟

تصویربرداری این دستگاه به روش تصویربرداری سیستم های سونار است. در این روش امواج فراصوتی به سمت هدف ارسال، و اکو (بازخورد) امواج فراصوت پس از بازگشت، اندازه گیری می شوند. با

اندازه گیری موج‌های اکو می‌توان فاصله، اندازه، شکل و پایداری اجسام هدف و نیز جنس آنها را ارزیابی و ترسیم نمود.

در صنعت پزشکی از سونوگرافی برای مشاهده جنین در رحم، دریچه‌ها و دیواره‌های قلب، شناسایی ناهنجاری‌های کبد، کیسه صفرا، کیست‌ها و سنگ‌های مجاری ادراری و کلیه‌ها، رگ‌های وریدی و ... استفاده می‌شوند. به بیان بهتر، در صنعت پزشکی از دستگاه سونوگرافی برای نمایش تغییرات ظاهری در بافت‌ها، ارگان‌ها، عروق و توده‌های داخلی استفاده می‌شود. در دستگاه‌های پزشکی سونوگرافی، پروب نقش فرستنده و گیرنده امواج را برعهده دارد. زمانی که پروب روی پوست بدن کشیده می‌شود (و یا در مواردی داخل بدن می‌شود)، امواج فراصوتی به داخل بدن ارسال می‌شود.

امواج فراصوت توسط بافت‌ها و مایعات داخلی، و در جایی که تراکم بافت‌ها متفاوت بوده، یا بافت در کنار مایعات قرار گرفته است، بازگشت داده می‌شود. به عبارت ساده‌تر، فصل مشترک بین دو بافت، بافت‌ها و مایعات، و یا گازها بازتاب دهنده امواج سونو به حساب می‌آیند. پس از آن، پروب با دریافت اکو میزان تغییرات آنها را ضبط نموده، و با ارسال به کامپیوتر و سیستم مانیتور این داده‌ها به تصویر تبدیل می‌شود. این تصاویر مرتب در حال تغییر هستند، و می‌توانند به صورت عکس و یا به صورت در لحظه (real time)

نمایش داده شوند. در سیستم سونوگرافی داپلر، حرکت سلول‌های خونی باعث تغییر در تن صدای امواج صوتی اکو می‌شود. با این روش پزشک می‌تواند مسیر و سرعت سلول‌های خونی در حال حرکت در عروق خونی را بررسی نماید.

اجزاء دستگاه سونوگرافی پزشکی:

دستگاه‌های سونوگرافی از دو بخش اصلی پروب و مانیتور تشکیل می‌شوند. پراب ابزاری برای تولید امواج فراصوتی، و ارسال و دریافت آن به داخل بدن بیمار است. پروب معمولاً به شکل یک میکروفون طراحی شده که توسط یک سیم به قسمت مانیتور متصل است. در حقیقت پروب امواج فراصوتی را به داخل بدن بیمار ارسال کرده و اکوی این امواج را دریافت و به سیستم مانیتورینگ و اسکنرها ارسال می‌نماید. سپس اکوی دریافتی توسط سیستم کامپیوتری به تصاویر قابل تشخیصی تبدیل می‌شوند، که می‌توان از آن عکس یا فیلم تهیه کرد. اصول کار این دستگاه، مانند دستگاه‌های سونار در سیستم‌های نظامی و دریایی است.

انواع دستگاه سونوگرافی پزشکی:

دستگاه‌های سونوگرافی از جهت ظاهری به دو نوع مبله (Stationary) و یا پرتابل (قابل حمل) تقسیم می‌شوند. از لحاظ تکنولوژی امواج نیز این دستگاه در سه نوع اولتراسوند سه بعدی،

چهاربعدی (تصویر سه بعدی به همراه حرکت در زمان) و سونوگرافی داپلر گروه بندی شده است.

در روش های مختلف سونوگرافی، از انواع مختلفی از پروب استفاده می گردد. پروب های Linear، Convex، Trans-vaginal، Volume و Phase Array در روش های مختلف سونوگرافی ترانس واژینال، سونوگرافی معمولی، سونوگرافی رنگی یا کالر داپلر مورد استفاده قرار می گیرند.

انواع پروب سونوگرافی:

پروب های سونوگرافی بر اساس شکل، کاربرد و سایز آن به گروه های مختلفی تقسیم می شود. تقسیم بندی پروب ها بر اساس کاربرد آنها عبارت است از:

پروب قلبی: از این پروب در تست اکوکاردیوگرافی استفاده می شود.

پروب عروقی: این پروب به طور رایج برای تصویربرداری از شریان های کاروتید و رگ ها از جمله در پاها به کار گرفته می شود.

پروب های شکمی: این پروب ها برای تصویربرداری از اندام هایی مانند کلیه، کبد، طحال و معده مورد استفاده قرار می گیرند.

پروب های واژینال: پروب های ترانس واژینال در مراحل مختلف بارداری از طریق ورود به واژن از جنین و اندام های درونی بیمار و کودک، تصویربرداری انجام می دهند.

پروب‌های اندورکتال: پروب اندورکتال ابزاری است که به طور معمول برای چکاپ سرطان رکتوم (مقعد) توسط ارولوژیست‌ها استفاده می‌شود.

پروب‌های مختص غدد درون ریز: **(endocavity)** این پروب‌ها ابزاری هستند که شانس تصویربرداری داخلی (اینترنال) را فراهم می‌کنند.

پروب‌های مدادی **Pencil** یا پروب‌های داپلر: **CW** از این پروب‌ها به منظور اندازه‌گیری جریان خون و سرعت صدا در خون استفاده می‌شود.

دسته بندی دیگر پروب‌ها بر اساس سه ویژگی آرایش کریستال‌های پیزوالکتریک، پرینتر و فرکانس آنها صورت می‌پذیرد. در این دسته بندی پروب‌ها شامل گروه‌های زیر می‌شوند:

پروب خطی یا لینیر: پروب خطی تصاویری با کیفیت و رزولوشن بالا از اندام‌های نزدیک به سطح بدن (پوست) ایجاد می‌نماید. این امر پروب را برای تصویربرداری از عروق و برخی پروسه‌های پیچیده مانند تعیین خط مرکزی مناسب می‌گرداند.

پروب منحنی شکل یا کانوکس: این مدل پروب‌ها برای تصویربرداری‌های عمقی مناسب می‌باشند. از این پروب برای

تصویربرداری‌های مقاطع عرضی، شکمی و تشخیص اندام‌ها استفاده می‌شود.

پروب آرایه فازی: کاربرد این پروب‌ها در آزمون‌های قلبی، شکمی و مغزی می‌باشد.

پروب‌های داخل مری (transesophageal) TEE و پروب‌های مختص غدد درون ریز (endocavity) نیز از انواع دیگر پروب‌ها به حساب می‌آیند.

نکات مهم و اساسی در انتخاب دستگاه سونوگرافی

چه نوع دستگاهی (دستگاه‌های مبله و یا پرتابل) برای محیط کاری شما مناسب است؟ سعی کنید دستگاهی را تهیه کنید که متناسب با نیاز و تخصص شما کارایی داشته باشد.

میزان استفاده از دستگاه در کلینیک شما چقدر خواهد بود؟ طراحی دستگاه‌هایی که برای مراکز پر تردد مورد استفاده هستند با دستگاه‌های مختص مطب‌ها، کاملاً متفاوت است. سعی کنید دستگاه خود را متناسب با تعداد مراجعین‌تان انتخاب نمایید.

حتماً کیفیت دستگاه و سابقه برند را مطالعه کنید. همچنین میزان رضایت مشتریان قبلی این برند از خدمات پس از فروش

آن نیز نکته بسیار حائز اهمیتی در طول زمان کار برای شما خواهد بود

قابلیت به روزرسانی دستگاه یکی از مهمترین ویژگی‌هایی است که هزینه‌های بعدی شما را به شدت کاهش خواهد داد.

دقت تصاویر دستگاه، از ویژگی‌های اصلی و مهم یک دستگاه سونوگرافی به حساب می‌آید. در هنگام خرید به دقت تصاویر در مدهای مختلف تصویری توجه نمایید. به یاد داشته باشید که تصویر مانیتور و عکس چاپ شده شما باید یکنواخت و شبیه به هم باشند.

پروب‌های همراه دستگاه و محل قرارگیری آنها باید متناسب با نیاز کاری شما باشد. این اشکال ساده در بسیاری از موارد کار عملی شما را تحت الشعاع قرار خواهد داد.

مزایای روش سونوگرافی:

تا قبل از ابداع روش‌های سونوگرافی، اسکن و تصویربرداری به وسیله اشعه ایکس بسیار مرسوم بود. این روش، به دلیل استفاده از اشعه x برای مادران و زنان حامله تا حدود زیادی مضر بوده و محدودیت‌هایی را ایجاد می‌نمود.

اما با ورود دستگاه‌های سونوگرافی، این مشکل تا حد زیادی رفع شد. امواج سونو، امواجی کاملاً بی‌خطر برای انسان و جنین هستند

و به بافت‌های بدن هیچ آسیبی نمی‌رسانند. از ویژگی‌های اصلی
روش‌های سونوگرافی می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

✓ بی خطر و بدون ریسک هستند

✓ در اغلب آزمایشات سونوگرافی، بیمار به بیهوشی و یا سری

هیچ نیازی نخواهد داشت

✓ تست‌های سونوگرافی بدون درد و آزار هستند

✓ در همه مراحل بارداری امکان انجام تست سونوگرافی وجود
دارد

✓ سونوگرافی جزء روش‌های ارزان قیمت در تشخیص پزشکی
به حساب می‌آید

✓ دستگاه سونوگرافی ایمنی بالایی دارند

✓ حمل و نقل آسان دستگاه سونوگرافی آسان است

✓ محدودیت‌های روش سونوگرافی

محدودیت عبوری و بازتاب زیاد این امواج از برخی از موانع مانند
مغز استخوان، مایعات و گاز درون بدن، محدودیت‌هایی را برای روش
سونوگرافی بوجود می‌آورد. امواج فراصوت توسط گازها و هوا جذب
می‌شوند. به همین دلیل نیز این روش برای بررسی مشکلات و
بیماری‌های روده و اعضای که به وسیله روده‌ها پوشیده شده‌اند،
کارایی لازم را ندارند. همچنین بررسی بافت‌های داخلی در بدن
بیماران بسیار تنومند به وسیله این روش کار ساده‌ای نخواهد بود.

انواع سونوگرافی در تشخیص پزشکی:

همانطور که بیان شد، سونوگرافی و تصویربرداری با امواج فراصوتی انواع مختلفی دارد که در این قسمت به شرح بیشتر آنها خواهیم پرداخت:

سونوگرافی بیرونی: در این سونوگرافی از پروب‌های میکروفونی شکل استفاده می‌شود. پزشک قسمتی را که قصد دارد تا مورد آزمایش قرار دهد را با ژل مخصوص آغشته نموده و پروب را روی بدن بیمار قرار می‌دهد.

سونوگرافی درونی یا داخلی: در این حالت پروب به صورت واژینال و یا مقعدی در درون بدن بیمار قرار می‌گیرد و قسمت‌های درونی، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سونوگرافی اندوسکوپیک:

نوعی تصویربرداری از قسمت‌های داخلی بدن مانند مری، غدد لنفاوی، قفسه سینه یا معده است. در این روش پروب از طریق دهان وارد بدن بیمار می‌شود. در این روش بیمار را سر و یا بی‌هوش می‌کنند.

سونوگرافی شکم و دستگاه گوارش:

این نوع سونوگرافی برای بررسی اعضای خالی، اعضای مملو از گاز و هوا، اعضای توپر مانند کبد، طحال، و اعضا توخالی دارای مایعات مانند مثانه، کیسه صفرا استفاده می‌شود. البته از روش سونوگرافی

بیشتر برای بررسی اعضاء توپر و توخالی حاوی مایع استفاده شده و در این بین مهم‌ترین کاربرد آن در تشخیص بیماری‌های کیسه صفرا است. در حالت کلی هوا یا گاز درون اعضاء توخالی، مانند معده با انعکاس امواج صوتی مزاحمت ایجاد نموده، و مانع از انجام سونوگرافی به روش معمول می‌شوند. همچنین از سونوگرافی می‌توان برای تشخیص مواردی مانند آپاندیسیت (التهاب آپاندیس) نیز بهره جست.

سونوگرافی‌های دستگاه ادراری:

مشکلات و بیماری‌های دستگاه ادراری مربوط به کلیه، مثانه و مجاری ادراری می‌باشد. بیماری‌هایی مانند بزرگ شدن کلیه‌ها به علت پس زدن ادرار ناشی از انسداد با سنگ یا دیگر توده‌ها، بررسی تومورها، کیست‌ها و آبسه‌های کلیوی، بررسی اندازه کلیه در بیمارانی که پیوند کلیه انجام داده‌اند، ارزیابی پروستات، مثانه و .. همگی از طریق سونوگرافی دستگاه ادراری میسر می‌باشد.

سونوگرافی عناصر سطحی:

دستگاه‌های جدید با فرکانس‌های بالا امکان سونوگرافی عناصر و بافت‌های سطحی (مانند پوست، غده تیروئید در گردن، غدد بزاقی و ...) را بوجود آورده‌اند.

سونوگرافی پستان:

پستان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل شده‌اند که حاوی چربی، غدد و مجاری شیری می‌باشند. از سونوگرافی در کنار روش‌های دیگر معاینه مانند ماموگرافی برای تشخیص برخی از تومورها و بیماری‌های پستان استفاده می‌شود. کاربرد اصلی سونوگرافی پستان در تشخیص کیست‌ها یا حفرات توخالی آن است.

سونوگرافی غده تیروئید:

سونوگرافی تیروئید اغلب به منظور تشخیص تومورهای حاوی کیست و تشخیص مکان دقیق غدد تیروئید انجام می‌پذیرد. گاهی ممکن است غدد تیروئید تا گردن، سینه و یا پشت جناغ نیز کشیده شده باشند.

سونوگرافی چشم:

این سونوگرافی گاهی از روی پلک، و گاهی نیز به صورت مستقیم از روی قرنیه انجام می‌شود. هدف از انجام سونوگرافی چشم بررسی قطر چشم، وجود تومورهای داخل چشمی و پشت کره چشم، وضعیت عروقی چشم و... می‌باشد.

سونوگرافی در ارتوپدی:

همانطور که قبلاً نیز بیان شد، سونوگرافی روشی برای تشخیص عارضه در بافت‌های نرم است و با این روش نمی‌توان استخوان‌ها را بررسی نمود. در سونوگرافی ارتوپدی نیز هدف بررسی بافت‌های نرم

اندام‌ها (مانند وترها و رباط‌ها، مفاصل و عضلات) و قسمت‌های غضروفی است. با انجام این روش بیماری‌هایی مانند گرفتگی مادرزادی مفصل ران، پارگی تاندون آشیل، پارگی عضلات چرخاننده شانه، خونریزی داخلی عضلات، تومورها و کیست بافت‌های نرم و مینیسک‌های زانو قابل تشخیص می‌باشند.

سونوگرافی داپلر عروق:

به وسیله سونوگرافی داپلر می‌توان مشکلات و بیماری‌هایی مانند تنگی‌های عروقی، توده‌های کم خون از پر خون، انسداد و گرفتگی عروق اندام در افراد سیگاری را بررسی نمود. همچنین می‌توان تومورهای بدخیم را از تومورهای خوش خیم جداسازی کرد.

سونوگرافی بیضه‌ها:

از سونوگرافی برای بررسی و تشخیص مشکلاتی مانند واریکوسل (گشادی و اتساع سیاهرگ‌های بیضه)، هیدروسل (آب آوردن کیسه بیضه) و بیضه‌های پایین نیامده (بیضه‌هایی که پایین نیامده یا به داخل کانال کشاله ران و شکم کشیده شده اند)، پیچش بیضه‌ها و ... استفاده کرد.

اکوکاردیوگرافی یا سونوگرافی قلب و عروق:

از این روش متخصصین برای تشخیص و درمان عملکرد و وضعیت مناطق دریچه قلب، ناهنجاری‌های بین سمت چپ و راست قلب، نارسایی دریچه

قلب (نشت خون از دریچه)، و همچنین بررسی وضعیت پمپ های قلب برای خارج کردن خون استفاده می کنند.

سونوگرافی برای تشخیص بیماری های مختلف زنان:

سونوگرافی یکی از ارزشمندترین و پرکاربردترین روش های معاینه در معاینات و بیماری های زنان به حساب می آید. مشکلات و بیماری هایی مانند فیبروم و سایر توده های رحم، کیست های طبیعی و غیرطبیعی تخمدان، تومورهای تخمدان، عفونت های لگن و بیماری های سیستم ادراری از جمله امراضی هستند که به وسیله سونوگرافی به سادگی قابل تشخیص می باشند.

سونوگرافی های دوران بارداری:

اغلب مردم سونوگرافی را به عنوان روشی برای تشخیص جنسیت فرزندشان می شناسند. اما در دوران بارداری، مادر سالم، دست کم چهار بار مورد معاینه پزشک متخصص به وسیله دستگاه سونوگرافی قرار می گیرد. سونوگرافی مادر بار اول در ابتدای بارداری، بار دوم در هفته ۱۲، بار سوم از هفته ۱۶ به بعد و بار چهارم در هفته ۳۲ صورت می پذیرد. سونوگرافی تعیین جنسیت در هفته ۱۶ به بعد صورت می پذیرد.

البته متخصصین توصیه می کنند تا خانم هایی که قصد بارداری دارند، قبل از اقدام به بارداری، یک سونوگرافی از رحم و تخمدان ها

داشته باشند تا از وضع سیستم باروری خود مطلع شوند. این معاینه اطلاعات خوبی را پیرامون وضعیت سلامت رحم (از نظر ناهنجاری ها)، وجود فیبروم‌ها یا پولیپ، کیست‌های تخمدانی و بسیاری از مشکلات رحمی دیگر به بیمار خواهد داد.

سونوگرافی سه بعدی و چهار بعدی:

سونوگرافی سه بعدی یکی از روش‌های سونوگرافی است که بیشتر در مورد سونوگرافی حاملگی شناخته شده است، و تصاویر سه بعدی جنین را برای مادر نمایش می‌دهد. در سونوگرافی سه بعدی امواج از زوایای مختلف تابانده شده و دریافت می‌گردند. به همین جهت نیز تصاویر سه بعدی و دقیق‌تری از جنین به دست می‌آید که علاوه بر طول و عرض، عمق هم دارد.

هرچند کاربرد علمی این روش سونوگرافی عمدتاً در مورد تحقیقات پزشکی روی جنین است، اما از آنجا که در این روش مادر می‌تواند عکس‌العمل‌هایی مثل خمیازه کشیدن، سکسکه یا مکیدن شست جنین را ببیند، حس نزدیکی و عاطفی بهتری را خواهد داشت. به همین جهت نیز اخیراً این روش کاربرد بسیار محبوب و متداولی در بین خانم‌های باردار پیدا کرده است.

دستگاه سونوگرافی چهار بعدی، در حقیقت همان تصاویر سه بعدی را با سرعت بالاتری به نمایش در می‌آورد. به گونه‌ای که تصاویر تاخیر ندارند و زمان فعلی حرکت جنین را نشان می‌دهند. به عبارت

ساده تر در سونو چهار بعدی، بعد زمان نیز به تصاویر اضافه می شود. در این سونوگرافی حرکات جنین مثل باز و بسته کردن دهان و حرکت دادن دست ها و پاها کاملاً دیده می شود. مهم ترین زمان انجام سونوگرافی سه و چهار بعدی در بارداری، بین هفته های ۲۴ تا ۳۲ ام حاملگی است. در این دوره پزشک می تواند مشکلات مادرزادی جنین از قبیل لب شکری، شکاف کام، اسپاینا بیفیدا (نقایص ستون فقرات و نخاع جنین) و مشکلات مادرزادی قلب جنین و نقایص اندام جنین را تشخیص دهد.

دستگاه سونوگرافی یک دستگاه تصویربرداری است که؛ اغلب برای خانم های باردار استفاده می شود. این دستگاه تصویر برداری با استفاده از امواج فراصوت که دارای فرکانس بسیار بالایی هستند؛ از اندام های داخلی بدن مانند قلب، کبد، رگ، جنین و ... تصویربرداری میکند.

در مهندسی پزشکی، ساخت این دستگاه تغییر و تحولات بزرگی در دنیای تصویربرداری ایجاد کرد. اکثر افراد این دستگاه را برای تشخیص و بررسی وضعیت جنین در شکم مادر می دانند؛ اما می توان اشاره کرد که این دستگاه کاربرد های بسیاری را در بر دارد.

علاوه بر استفاده این دستگاه برای بررسی وضعیت جنین، میتوان از آن به عنوان دستگاهی برای تشخیص، بررسی و درمان بسیاری از بیماری ها استفاده کرد.

اغلب دستگاه سونوگرافی برای بررسی وضعیت جنین در ماه های بارداری می باشد.

اجزای تشکیل دهنده دستگاه سونوگرافی:

اگر بخواهیم اجزای دستگاه سونوگرافی را معرفی کنیم؛ می توان گفت که به طور کلی این دستگاه از دو بخش اصلی تشکیل شده است.

پروب دستگاه:

پروب دستگاه همان بخشی است که بر روی بدن فرد قرار میگیرد و تصاویر را بر روی مانیتور به نمایش میگذارد. نام دیگر این بخش، مبدل می باشد که از اساسی ترین و اصلی ترین بخش های دستگاه های سونوگرافی می باشد.

این بخش در دستگاه های سونوگرافی دارای انواع مختلفی هستند که هر کدام دارای کاربردهای مختلفی می باشند.

۱. پروب لینیر

۲. پروب آرایه فازی

۳. پروب کانوکس

همچنین در مهندسی پزشکی برای هر بخشی از بدن، پروب مخصوص به خود طراحی و ساخته شده است.

پروب قلب:

این نوع از پروب معمولاً در دستگاه اکوکاردیوگرافی و بررسی وضعیت قلب کاربرد دارد.

پروب عروق:

این نوع از پروب برای بررسی و تصویربرداری از عروق و شریان ها استفاده می شود.

پروب شکم:

از این نوع پروب ها برای دریافت تصاویر از اندام های داخلی شکم مانند کبد، کلیه، معده و ... استفاده می شود.

پروب واژینال:

با کمک این نوع پروب ها واژن و دستگاه تناسلی خانم ها را در زمان بارداری و ... بررسی می کنند.

پروب های اندورکتال:

این نوع پروب ها برای بررسی وضعیت مقعد و تشخیص سرطان مقعد می باشند.

مانیتور دستگاه

دومین بخش مهمی و اصلی که در دستگاه های سونوگرافی وجود دارد؛ بخش مانیتور آن می باشد. تصاویری که توسط پروب در دستگاه دریافت می شود، بر روی مانیتور منعکس می شود.

کاربرد و اصول عملکرد دستگاه:

به طور کلی سونوگرافی و دستگاه آن، یک روش تشخیصی است که در بسیاری از امور و موارد مختلف کاربرد دارد. اما اکثر افراد کاربرد دستگاه های سونوگرافی را برای زنان باردار و جنین می دانند. که این امر کاملاً صحیح است؛ در واقع اصلی ترین کاربردی که دستگاه های سونو دارند این است؛ که با استفاده از آن وضعیت مادر، جنین، سلامت آن و ... را می توان بررسی نمود.

حال علاوه بر کاربرد سونو برای زنان باردار، به کاربردهای دیگر آن می پردازیم. برای مثال میتوان به کاربرد این دستگاه در بررسی مواردی مانند دستگاه گوارش، ادراری، چشم ها، بیضه ها، غدد تیروئید، پستان و ... اشاره کرد.

مشکلات معمول دستگاه:

انجام فرایند سونوگرافی با دستگاه های سونوگرافی نیازمند دقت و مهارت فراوان می باشد. از این اهمیت ها اطلاع می یابید. اگر بی دقتی کوچکی در حین انجام کار با این دستگاه ها وجود داشته باشد؛ ممکن است مشکلاتی توسط این دستگاه ها برای بیمار و افراد به وجود آید.

۱. در هنگام کار با دستگاه های سونوگرافی و بخش پروب آن باید، آن را بچرخانید و در ناحیه مورد نظر تکان دهید. اگر این کار انجام نشود؛ امواج در یک جا متمرکز شده و سبب سوختگی می شود.

۲. اگر از دستگاه های سونوگرافی در مدت زمان طولانی و با شدت امواج بالا استفاده کنید؛ مشکلات کروموزومی رخ خواهد داد. به این علت که امواج بر رشته های دی ان آ (DNA) افراد تاثیر گذاشته و سبب پارگی آنها می شود.

۳. میزان نامناسب امواج دستگاه های سونوگرافی، بر روی بافت های بدن انسان تاثیر گذاشته و در موارد شدید سبب به وجود آمدن حفره در آن ناحیه می شود.

از دستگاه سونوگرافی برای تصویر برداری از سایر بخش های بدن نیز استفاده می شود



نحوه استفاده و نحوه نگهداری از دستگاه:

بر اساس اصول و دستورالعمل های مهندسی پزشکی، دستگاه ها و تجهیزات پزشکی نیازمند مراقبت و نگهداری هستند. از آنجاییکه بخش پروب در دستگاه های سونوگرافی دارای اهمیت بسیار زیاد می باشد؛ به این ترتیب باید در حفظ و نگهداری آنها مراقبت های لازم را اجرا کرد. ZALBME یک تیم قدرتمند و موفق در زمینه مهندسی پزشکی و تجهیزات پزشکی می باشد؛ که راهکارهایی را برای حفاظت و نگهداری این دستگاه ارائه می دهد.

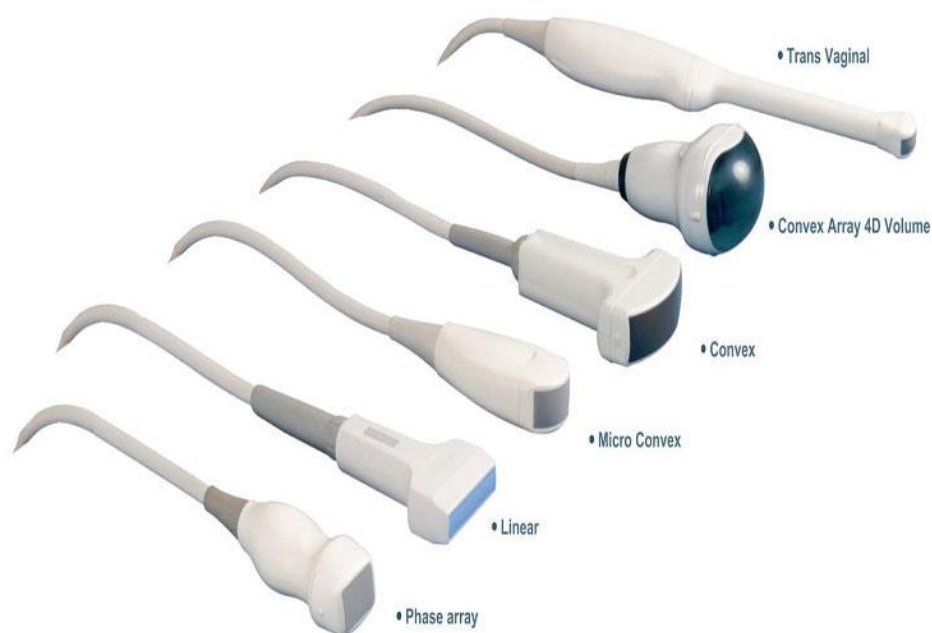
✓ اولین نکته که باید در مورد این بخش از دستگاه در نظر داشت این است که؛ مراقب باشید به پروب ضربه نخورد.

۱. بهتر است پس از هر بار استفاده از پروب، آن را با دستمال مرطوب تمیز کنید. و همچنین از موادی که دارای الکل هستند؛ برای تمیز کردن آنها استفاده نکنید. برای جلوگیری از استفاده از مواد الکلی، بهتر است که از پوشش و کاورهای یکبار مصرف استفاده کنید.

۲. کابل و سیم هایی که رابط بین پروب و مانیتور دستگاه می باشند؛ بسیار حساس هستند. مراقب باشید که این سیم ها به یکدیگر نیچند و گره نخورند و همچنین اجسام سنگین بر روی آنها نیفتد.

۳. نکات مهمی که باید به آن توجه کنید؛ آن است که پس از پایان کار با دستگاه، حتما آن را فریز نمایید.

نگهداری و مراقبت از بخش پروب دستگاه سونوگرافی دارای اهمیت بسیار بالایی است.



انواع دستگاه سونوگرافی

دستگاه های سونوگرافی دارای انواع مختلفی هستند. تفاوت در نوع دستگاه های سونوگرافی، اغلب مربوط به بخش پروب آن می شود. که هر پروب خاص دارای ویژگی منحصر به خود می باشد.

سونوگرافی به روش داپلر:

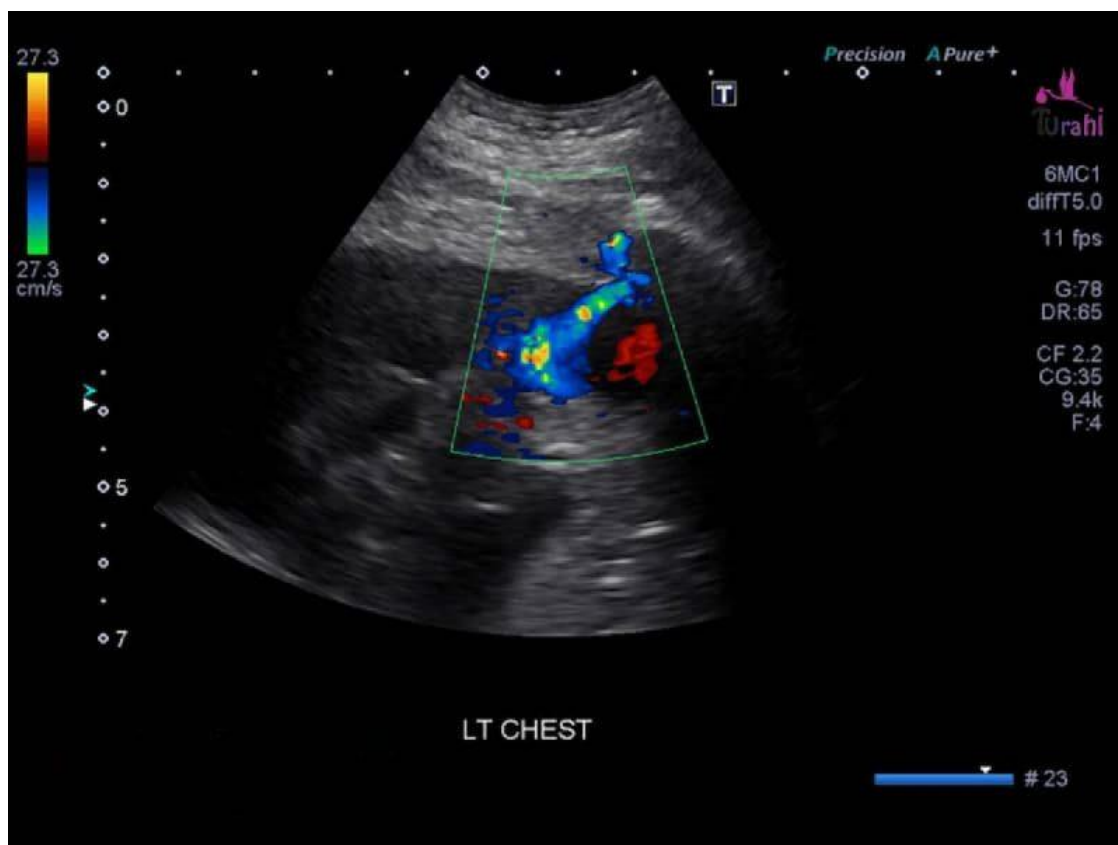
می توان گفت که در روش سونوگرافی به روش داپلر، شباهت زیادی با سونوگرافی معمولی وجود دارد. تفاوت داپلر با معمولی در این است که؛ در داپلر فرکانسی که در رگ های خونی وجود دارد؛ نیز تشخیص داده می شود و این موضوع مربوط به پروب دستگاه می باشد، که مجهز به این

ویژگی است. در این نوع از دستگاه های سونوگرافی این امکان وجود دارد که؛ میزان ضربان قلب، میزان قطر و مقاومت رگ ها، میزان فشار خون و هر آنچه مربوط به رگ های بدن و خون می باشد؛ تشخیص داده شود.

سونوگرافی به روش چهار بعدی:

در این نوع دستگاه و سونوگرافی، ویژگی چهار بعدی و سه بعدی بودن تصاویر مربوط به پروب می باشد. در واقع ویژگی متحرک بودن کریستال های بخش پروب سبب شده است که تصاویر ۳ یا ۴ بعدی به وجود بیایند. در واقع تصاویر سه یا چهار بعدی واضح تر و شفاف تر هستند. از این نوع دستگاه اغلب برای بررسی و تشخیص وضعیت جنین در ماه های مختلف بارداری استفاده می کنند. در بیماری و موقعیت های حساس تر، پیشنهاد پزشکان استفاده از این روش می باشد.

نحوه نمایش تصاویر در دستگاه سونوگرافی داپلر



شرکت های برتر تولید کننده خارجی و داخلی دستگاه سونوگرافی

تولیدکننده های بزرگ خارجی و همچنین ایرانی بسیاری در زمینه ساخت انواع دستگاه های سونوگرافی در دنیا مطرح شده اند. تیم موفق و که از مهندسان پزشکی بسیاری تشکیل شده است، درباره [ZALBME](#) قدرتمند انواع برندهای داخلی و خارجی تولید شده دستگاه های سونوگرافی اطلاعاتی را جمع آوری کرده است.

کشور ایران در زمینه تولید و ساخت دستگاه ها و تجهیزات پزشکی بسیار خوش درخشیده است. ایران سالیان سال است که در زمینه تولید [دستگاه های تصویربرداری](#) مانند [دستگاه سونوگرافی](#) بسیار موفق بوده است.

تجهیزات و لوازم پزشکی مانند انواع دستگاه های تصویربرداری و سونوگرافی در دنیا حرفی برای گفتن دارند.

شرکت های معتبر و متفاوتی در ایران و خارج از ایران وجود دارند که، تولید کننده انواع دستگاه های سونوگرافی می باشند



تفاوت دستگاه سونوگرافی با سایر دستگاه های تصویر برداری:

می دانیم که دستگاه ها و تجهیزات تصویر برداری متفاوتی مانند دستگاه رادیولوژی، دستگاه سی تی اسکن، دستگاه اکوکاردیوگرافی و دستگاه ام آر آی وجود دارد. این دستگاه ها مانند دستگاه های سونوگرافی عمل تصویربرداری از قسمت های مختلف اعضای بدن را انجام میدهند. این دستگاه در بخش هایی، دارای تفاوت هایی نیز می باشند.

در ادامه به تفاوت دستگاه سونوگرافی با سایر دستگاه های تصویر برداری پزشکی می پردازیم. دانستیم که از دستگاه های سونوگرافی اغلب برای بررسی جنین و وضعیت او استفاده می کنند.

در دستگاه رادیولوژی و سایر دستگاه های تصویر برداری پزشکی و برای بررسی بدن بیمار و اعضای آن از اشعه ایکس استفاده می کنند؛ اما در دستگاه های سونوگرافی از اشعه فراصوت استفاده می کنند؛ که کاملاً بی خطر می باشد. همچنین از دستگاه های رادیولوژی برای قسمت های سخت و محکم بدن مانند استخوان و جمجمه استفاده می کنند.

دستگاه سی تی اسکن تصاویری که تولید می کند، همگی سه بعدی می باشند، اما برخی از دستگاه ها و روش های سونوگرافی تصاویر سه یا چهار بعدی تولید می کنند.

دستگاه ام آر آی همانند سونوگرافی از اشعه های بی خطر استفاده می کند. اشعه مورد استفاده در ام آر آی امواج رادیویی می باشد.

اشعه ای که از دستگاه سونوگرافی ایجاد می شود کاملاً بی خطر است

راهنمای نگهداشت پروب های دستگاه سونوگرافی:

یکی از سوالاتی که همیشه می شود این هست که پروب های دستگاه سونوگرافی و یا پروب دستگاه اکوکاردیوگرافی را چگونه نگهداری کنیم با چه محلولی تمیز کنیم که خراب نشود خلاصه کلی سوال دیگر که همگی برای بالا بردن طول عمر پروب می باشد.

نکته اول که باید خدمت شما عرض کنم : پروب های سونوگرافی یا دستگاه های اکوکاردیوگرافی بسیار حساس به ضربه می باشند و به اگر از دست شما به زمین بیافتد امکان شکستن و یا آسیب دیدن جدی کریستال های پیزوالکتریک هست پس بسیار مراقب باشید که پروب ضربه نخورد.

نکته دوم : برای تمیز کردن پروب از یک دستمال مرطوب نرم استفاده کنید و از محلول های الکلی استفاده نکنید چون آسیب جدی به پروب وارد می شود ، اما گاهی اوقات پیش می آید که بیماری مراجعه می کند و دچار بیماری خاصی است و برای جلوگیری از انتقال بیماری به مراجعه کنندگان دیگر یا باید پروب را ضدعفونی کنید که اگر این اتفاق کم می افتد زیاد مشکلی پیش نمی آید اما اگر همیشه کاور پروب داشته باشید که خیلی عالی می شود و با استفاده از کاور پروب دیگر نیازی به استفاده از مواد ضدعفونی کننده نیست چون این کاور ها یکبار مصرف هستند و بعد از استفاده آن را بیرون می اندازید.

نکته سوم : خیلی از مراکز که مراجعه می کردم مشاهده می کردم سیم پروب های دستگاه های سونوگرافی در هم پیچیده و یا زیر چرخ دستگاه گیر کرده و با هر حرکت پزشک این پروب و سیم آن هم کشیده می شود و موجب خراب شدن پروب خواهد شد پس مراقب این موضوع هم باشید

نکته چهارم : در پایان هر سونوگرافی حتما دستگاه را فریز کنید تا آسیب به کریستال ها وارد نشود.

نکته پنجم : همیشه در پایان شیفت کاری پروب ها را به صورت منظم سیم هایش را تفکیک کرده و سطح پروب را بایک دستمال مرطوب نرم تمیز می کنیم.

نوع دستگاه سونوگرافی مناسب انتخاب نوع یک دستگاه سونوگرافی از جنبه عملکرد، تعداد مدهای کاری و... به پارامترهای زیر بستگی دارد:

✓ میزان استفاده از دستگاه سونوگرافی در هر مرکز:

حجم بیمارانی که قرار است در یک بازه زمانی مشخص توسط دستگاه سونوگرافی تحت عکسبرداری قرار گیرند. یکی از عواملی که باید به آن توجه شود چرا که دستگاه سونوگرافی که برای یک مطب شخصی نسبت به یک بیمارستان با تعداد مراجعه کنندگان زیاد بسیار متفاوت است. (

نوع فعالیت و تخصص پزشک:

در صورتی که یک پزشک متخصص بخواهد فقط در زمینه اکوکاردیولوژی فعالیت نماید ، بهتر است که مبادرت به خرید سیستمی نماید که صرفاً مجهز به نرم افزار های مناسب برای اکوکاردیولوژی و پروب های الزم برای این کار است و یا برای یک متخصص مامایی یا اورولوژی باید دستگاه سونوگرافی خریداری شود که دارای جداول مربوط به زمینه های فوق در حافظه سیستم و حداقل دو پروب یکی از نوع ۵ CONVEX 3 MHz و دیگری از نوع 5.7 LINEAR MHz و یک چاپگر الزم است . وجود یک دوربین (VCR) می تواند برای بازبینی مجدد و آنالیز دقیق تر در تشخیص های بهتر به متخصص کمک نماید

قابلیت ارتقاء دستگاه سونوگرافی:.

قابلیت ارتقاء دستگاه سونوگرافی در زمان خرید دستگاه سونوگرافی باید به قابلیت ارتقاء دستگاه از نظر سخت افزاری (پروب های جدید و ...) و نرم افزاری (قابلیت نصب نرم افزارهای جدید) در آینده راهنمایی های الزم گرفته شود چرا که معمول شرکت های شناخته شده و معتبر به این مسائل توجه کافی دارند

کیفیت دستگاه سونوگرافی:

در کشور هایی نظیر آمریکا سازمان هایی نظیر کالج رادیولوژی (ASR) _ و انستیتوی اولتراسوند در پزشکی (AIUM) وجود دارند که در صورت درخواست پزشک به طور داوطلبانه دستگاه سونوگرافی مورد نظر او را چک می کنند. باید توجه داشت که کیفیت یک دستگاه سونوگرافی ممکن است به مرور زمان کاهش یابد. لذا باید هر ۶ ماه یکبار دستگاه سونوگرافی بررسی

شود و 077 Archive of SID www.SID.ir میزان رزولوشن تصویر و صحت عملکرد آن مورد بررسی قرار گیرد. اما در هنگام خرید دستگاه سونوگرافی اطلاع از سایر مراکزی که دستگاه مورد نظر را خریداری کرده اند می تواند تجربه ای ارزنده در انتخاب دستگاه سونوگرافی داشته باشد

در هنگام خریداری دستگاه سونوگرافی به موارد زیر دقت نمائید:

دقت تصویر دستگاه سونوگرافی در حالت‌های مختلف:

باید در حین خرید دستگاه سونوگرافی مورد نظر را در حالت مختلف از نظر مدهای کاری شرایط محیطی و تصویر برداری های معمول مورد بررسی قرار داد. (دپارتمان

یکنواخت بودن تصویر مانیتور دستگاه سونوگرافی:

باید بررسی نمود که تصویری که در مانیتور دستگاه سونوگرافی نشان داده می شود با تصویر چاپی مطابقت داشته باشد چرا که در برخی سیستم ها به سبب کیفیت پایین سیستم چاپ دستگاه سونوگرافی و عدم توجه به این مطلب در حین خرید موجبات تشخیص های غیر قطعی و اشتباه در آینده فراهم می شود

مناسب بودن محل قرارگیری پروب ها:

یکی از مشکلات هرچند ساده محل قرارگیری و شکل پروب های دستگاه های سونوگرافی است که این مسئله حتما در حین خرید باید مورد نظر قرار گیرد

شرایط فروش دستگاه سونوگرافی و خدمات متعهد شده:

یکی از مهمترین پارامترهایی که در هنگام خرید دستگاه سونوگرافی باید به آن توجه شود، شرایط فروش و مدت و کیفیت قرارداد خدمات پس از فروش از نظر قسمت ها و شرایط تحت گارانتی دستگاه سونوگرافی می باشد. قیمت خرید اولیه دستگاه سونوگرافی در اغلب موارد شامل ضمانت یک ساله، نصب و آموزش کار با دستگاه می باشد. البته باید به این نکته توجه داشت که برخی شرکتها هزینه نصب و آموزش را به صورت جداگانه مطالبه می کنند. در حال حاضر طبق قوانین وزارت بهداشت تمام شرکت های تجهیزات پزشکی موظف به گارانتی یک ساله و خدمات پس از فروش ۳۱ ساله هستند. برخی شرکت ها پس از اتمام مدت ضمانت جهت سرویس و بازدید منظم دستگاه سونوگرافی، قراردادی با مراکز درمانی منعقد می نمایند که مبلغ آن متناسب با قیمت، نوع و تعداد دستگاههای موجود در مرکز می باشد. همچنین در قرارداد فروش دستگاه سونوگرافی بهتر است فروشنده را موظف نمائید در صورتی که نرم افزار جدیدی که قابلیت نصب بر روی دستگاه خریداری شده را داشته باشد و در طی یک سال ضمانت به بازار عرضه شود

توجیه اقتصادی در خرید دستگاه سونوگرافی:

در هنگام خرید دستگاه سونوگرافی باید به توجیه اقتصادی (Effectiveness Cost) نیز از دیگر عوامل مهمی است که در هنگام خرید دستگاه سونوگرافی مورد توجه قرار گیرد. در حقیقت قیمت دستگاه سونوگرافی خیلی بیشتر از قیمت اولیه خرید آن می باشد و برای محاسبه قیمت واقعی باید مخارج دستگاه سونوگرافی را در طول عمر مفید آن که

مطابق استاندارد های امروزی برابر ۵ سال می باشد، به قیمت اولیه دستگاه سونوگرافی اضافه کرد

مخارج دستگاه

مخارج دستگاه سونوگرافی در طی ۵ سال را با توجه را با توجه به تخمین تعداد بیماری که در روز توسط دستگاه مورد بررسی قرار می گیرند را بصورت زیر می توان محاسبه کرد

قیمت مواد مصرفی دستگاه سونوگرافی نظیر ژل GEL، (۱) کاغذ پرینتر سیاه و سفید و در صورت مجهز بودن به داپلر رنگی، کاغذ رنگی پرینتر، کاغذ و پاکت جهت گزارشات در طی مدت ۵ سال

(۲) مخارج پرسنلی شامل کلیه حقوق و مزایای پرسنل که حداقل از یک نسبتی تشکیل می شود در مدت ۵ سال

(۳) هزینه های مربوط به قراردادهای سرویس و نگهداری دستگاه سونوگرافی از سال دوم تا پنجم) در طی سال اول خرید دستگاه سونوگرافی، معمولاً سرویس دستگاه سونوگرافی توسط ضمانت یکساله پوشش داده می شود

(۴) درآمد مناسب و منطقی طی مدت ۵ سال برای پزشک متخصص

(۵) کاهش ارزش پول با توجه به نرخ تورم سالانه طی ۵ سال

چنانچه درآمد حاصله طی ۵ سال توسط دستگاه سونوگرافی با توجه به تخمین تعداد بیماران و تعرفه خدمات سونوگرافی حداقل برابر با قیمت اولیه دستگاه سونوگرافی بعالوه مخارج ۵ ساله دستگاه باشد می توان گفت که خرید دستگاه سونوگرافی از نظر اقتصادی موجه است

با توجه به اختالف قیمت بارزی که میان دستگاه های سونوگرافی مجهز به Doppler و (Color mapping سونوگرافی Duplex و Triplex و دستگاه سونوگرافی که صرفا قادر به انجام time real scale gray Imaging mode-B می باشند وجود دارد. اقدام به خرید دستگاه سونوگرافی با چنین توانمندی هایی زمانی توجیه پذیر خواهد بود که حجم کافی کار در این زمینه وجود داشته باشد

دستگاه چگونه کار میکند؟

در سونوگرافی، تصاویر با استفاده از امواج فراصوت (امواج صوتی با بسامد بالا و غیر قابل شنیدن) ایجاد میشوند. در این روش، وسیله‌ای به نام مبدل را بر روی پوست حرکت میدهند (در برخی موارد آن را به داخل منافذ بدن و راست روده وارد میکنند) و با آن امواج فراصوت را به داخل بدن ارسال میکنند. هر کجا که بافتهای با تراکم مختلف به هم میرسند یا هر جا که بافت کنار مایع قرار دارد، امواجی منعکس میشوند

مبدل، این امواج را دریافت و آنها را به رایانه منتقل میکند تا تصاویری بر روی نمایشگر ایجاد شود. این تصاویر مرتب در حال تغییر هستند و از این رو میتوان حرکت را هم مشاهده کرد. پزشکان اغلب از سونوگرافی برای مشاهده جنین در رحم یا دیواره ها و دریچه های قلب یا شناسایی ناهنجاری هایی همچون مشکلات کبد و کیسه صفرا و کیست و سنگ ادراری استفاده میکنند. کامپیوتر صوت ها را جمع آوری کرده و مورد پردازش قرار می دهد و تصاویر رنگی ویا نوشتاری را که نمایانگر سرعت جریان خون است به نمایش می گذارد.

1. دکتر همایون مصلحی مقدم ۳۱۸۱ سونوگرافی شکم.
2. نشریه مهندسی پزشکی شماره ۳۳۱ نوشته شده توسط دکتر علی بهشتی.
3. دپارتمان مرکزی مهندسی پزشکی.
4. Parija S.C., Trematode Infection, Electronic Medicine, last updated April 10, 2003, 1-20
5. Boray J C. Experimental Fascioliasis in Australia . Adv Parasitol 1969; 7:95-210
6. Acosta – Ferreira W, Vercelli-Retta J, Falconi L M. Fasciola Hepatica Human Infection. Histopathological . Study of Sixteen Cases; Virchows Arch A Pathol Anat Histol 1979; 383(3):319-27
7. Totev T, Georgiev E. Fascioliasis, a cause of Mechanical Jaundice. Khirurgiia (Sofiia) 1979; 32(4): 3578.
8. Chitchang S, Mitarnum W, Ratananikom N. Fasciola Hepatica M Human pancreas. A Case Report. J Med Assoc That 1982; 65(6): 345-9.
9. Garcia- Rodriguez J A, et al. Fascioliasis in Spain: A Review of the Literature and Personal Observafions. Eur J Epidemiol 1985; 1(2): 121-6

10.Espino A M, Millan JC, Finlay C M. Detection of Antibodies and Circulating Excretory-Secretory Antigen

for Assessing Cure in Patients with Fascioliasis. Trans R Soc Trop Med Hyg 1992; 86(6): 649

11.Arjona R, Riancho JA, Aguado JM, Salesa R, Gonzalez- Macias J: Fascioliasis in Developed Countries: A

.Review of Classic and Aberrant Forms of the Disease Medicine (Baltimore) 1995; 74:13-23

12.Kabaalioglu A, et al. Fascioliasis: US,CT and MRI Findings with New Observations. Abdom Imaging 2000;

.25:400-404

13.Jimenez C, Jimenez FJ, Hoyos ML, Monllau A. Hepatic Fascioliasis: the Usefulness of C.T and U.S. Rev Esp

Enferm Dig 1995; 87:397-398

14.Bassily S, et al. Sonography in Diagnosis of Fascioliasis. Lancet 1989; 1(8649):1270-1

15.Mas-Coma S. Human Fascioliasis. A Review of Pathology Symptomatology, Clinical Manifestation,

Diagnosis and Treatment Presented on 2001, June. Guilan Province . Iran. GLDRC

16.Ruiz Rebollo ML, et al. Echography in the Diagnosis of Fascioliasis. Rev ESP Enferm Dig 1991; 79(4):297-8

17.Tobias-Machado M, Verotti MY, Arago AY, Rodrigues AO, Borelli M, Wroklawski ER. Prospective randomized controlled trial comparing three different ways of anesthesia in transrectal ultrasound-guided prostate biopsy. Int Braz J Urol 2006; 32:172-179

18.Kariotis I, Philippou P, Volanis D, Serafetinides E, Delakas D. Safety of ultrasound-guided transrectal .extended prostate biopsy in patients receiving low-dose aspirin. Int Braz J Urol 2010; 36:308-316

19.Bulbol MA, Hout R, Shaar A, Madi A. The distribution of non malignant conditions in patients referred for .prostate biopsy. A J Urol 2000; 4; 45-47

20.Galetti TP, Dalmoro F, Bulbol MA, Hout R, Shaar A, Madi A. The distribution of non malignant conditions in patients referred for prostate biopsy. A J Urol 2004; 4:45-47

21.Eisenberg ML, Davies BJ, Cooperberg MR, Cowan JE, Carroll PR. Prognostic Implications of an Undetectable Ultrasensitive Prostate-Specific Antigen Level after Radical Prostatectomy. Eur Urol 2010;

57:622-630

22. Novelline, Robert (1997). *Squire's Fundamentals of Radiology* (5th ed.). Harvard University Press. pp. 34–

35. ISBN 0-674-83339-2

23. "Acoustic chatter". *economist.com*. 2015-07-11. Retrieved 2015-07-23

24. Merritt, CR (1989). "Ultrasound safety: What are the issues?". *Radiology*. 173 (2): 304– .

6.doi:10.1148/radiology.173.2.2678243. PMID 2678243.[dead link]

25. "Training in Diagnostic Ultrasound: essentials, principles and standards" (PDF). WHO. 1998. p. 2

Archive of SID

www.SID.ir

077

26. American Academy of Orthopaedic Surgeons (February 2013), "Five Things Physicians and .

Patients Should Question", *Choosing Wisely: an initiative of the ABIM Foundation*, American Academy of

Orthopaedic Surgeons, retrieved 19 May 2013, which cites

Members of 2007 and 2011 AAOS Guideline Development Work Groups on PE/VTED Prophylaxis; Mont, M;

Jacobs, J; Lieberman, J; Parvizi, J; Lachiewicz, P; Johanson, N; Watters, W (Apr 18, 2012). "Preventing venous

thromboembolic disease in patients undergoing elective total hip and knee arthroplasty.". The Journal of bone

and joint surgery. American volume. 94 (8): 673–4. doi:10.2106/JBJS.9408edit. PMC 3326687 . PMID

22517384

27. Bruno Pollet Power Ultrasound in Electrochemistry: From Versatile Laboratory Tool to Engineering

Solution John Wiley & Sons, 2012 ISBN 1119967864, chapter 1

28.2007. ISBN 978-0-387-30446-5 , M. Schroeder. Handbook of Acoustic. Springer