

کاربرد اولتراسون در تشخیص بیماریها

دکتر علی اکبر خدادوست - دکتر حسن عسکری شیرازی*

مجله نظام پزشکی

سال پنجم، شماره ۱، صفحه ۴۷، ۲۵۳۵

وراء صوتی که برای تشخیص بکاره رود از ۱۰ تا ۱۵ مگاهرتز (میلیون سیکل در ثانیه) است.

معمولاً امپولسیونها یا ضربانهای از امواج وراء صوتی بمدت يك تا ۵ میلیونیم ثانیه را به تعداد ۲۰۰ مرتبه در ثانیه بکار می‌برند. بمحض اینکه ضربانی از امواج وراء صوت از بلور منتشر شد بلور را طوری تنظیم می‌کنند که اثر عکس در آن ظاهر شود یعنی اکو یا امواج منعکس که به آن بلور برخورد می‌کند در دو سطح آن اختلاف پتانسیل الکتریکی با فرکانسی برابر امواج وراء صوتی ایجاد شود و بدون برقراری تداخل بین امواج تابش و منعکس، بین دو سطح آن اختلاف پتانسیل الکتریکی متناوب با فرکانسی مساوی فرکانس امواج وراء صوتی تولید نماید.

ثبت ارتعاشات وراء صوتی منعکس شده را اکوگرافی (Echography) نامند. روش‌های مختلفی برای انجام این عمل وجود دارد:

اول: اکوگرافی A- در این روش ارتعاشات منعکسه را که بوسیله بلور تبدیل به اختلاف پتانسیل الکتریکی نموده‌اند به دو صفحه انحراف دهنده عمودی اسیلوسکوپ (Oscilloscope) وارد می‌کنند و روی صفحه اسیلوسکوپ تغییرات ارتعاشات قائم را بر حسب زمان ملاحظه می‌کنند. مزایای این روش سرعت انجام آزمایش است و برای بیمار تولید هیچ نوع مزاحمتی نمی‌نماید.

دوم: اکوگرافی B- امپولسیونها یا ضربانهای الکتریکی را که توسط ارتعاشات منعکس شده حاصل می‌شود ابتدا یکسو نموده سپس به قسمتی از اسیلوسکوپ که بنام استوانه وهلت (Wehnelt) موسوم است وارد می‌کنند. این استوانه نقش شبکه لامپ‌های الکترونی سه قطبی را بعهده دارد یعنی شدت دسته اشعه الکترونی

مقدمه - امواج وراء صوت یا اولتراسون، ارتعاشاتی در محیط‌های مادی هستند که فرکانس آنها از ۲۰۰۰۰ سیکل در ثانیه یا هرتز (Hertz) بیشتر است. فرکانس ۲۰۰۰۰ حد فوقانی ارتعاشات مکانیکی است که توسط گوش انسان شنیده می‌شود. بعضی از حیوانات می‌توانند ارتعاشاتی با فرکانس بیشتر از ۲۰۰۰۰ سیکل در ثانیه را نیز بشنوند مثلاً سگ تا فرکانس ۴۰۰۰۰ سیکل در ثانیه و موش کور یا خفاش تا فرکانس ۸۰۰۰۰ سیکل در ثانیه و پروانه تا فرکانس ۱۷۵۰۰۰ سیکل در ثانیه را می‌شنود. تولید ارتعاشات وراء صوت بیشتر با استفاده از خاصیت پیزو الکتریسیت (Piezoelectricité) کوادرتز انجام می‌گیرد، بدین معنی که اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی پرفرکانس را به دو سطح يك بلور کوادرتز که بطرز خاصی تراشیده شده‌اند برقرار کنیم این بلور با همان فرکانس شروع به ارتعاش می‌نماید و ارتعاش مزبور در محیط‌های مادی منتشر می‌شود. حال اگر این ارتعاشات به فصل مشترك دو محیط برسد قسمتی از انرژی آنها از محیط اول وارد محیط دوم شده ولی قسمتی دیگر از آن در فصل مشترك دو محیط منعکس می‌شود. این انعکاس را اکو (Echo) یا پژواک می‌نامند و با این انعکاس یا اکو در فصل مشترك دو بافت یا دو عضو مختلف میتوان محل و موقع و ابعاد آنها را تعیین نمود. معمولاً يك بلور کوادرتز را در عین حال هم بعنوان مولد و هم بعنوان گیرنده امواج وراء صوتی بکار می‌برند. بدین طریق که کوادرتز ابتدا به ارتعاش درآمده و امواج وراء صوتی را به عضو میفرستد و سپس ارتعاش آن قطع شده و امواج منعکس شده از عضو را گرفته و آنرا تبدیل به اختلاف پتانسیل الکتریکی پرفرکانس می‌نماید. فرکانس امواج

* گروه بیوفیزیک دانشکده علوم پایه پزشکی، دانشگاه تهران.

عضو مورد معاینه را بهتر نشان می دهد و در نتیجه تفسیر و تصویرها بمراتب آسان تر است که با اطلاع از ساختمان تشریحی اعضا بهتر میتوان تصاویر قسمتهای مختلف را تشخیص داد و از مقاطع مختلف عضو عکس گرفت ولی در ضمن، این روش دارای معایبی نیز هست. از جمله آنکه مدت آزمون طولانی تر است و بایستی بین بلور کوآرتز و پوست یک ماده هموژن یا یکنواخت و بدون هوا از قبیل پارافین یا آب قرار دهند بطوریکه این ماده ارتعاشهای و راء صوت را بمقدار ناچیزی جذب کند.

بطور خلاصه می توان تشخیص با امواج و راء صوتی را بسته به طرز کاربرد بلور کوآرتز بدون نوع تقسیم کرد:

۱- معاینه از داخل بوسیله وارد کردن سوند، یعنی بلور کوآرتز در یک عضو یا در یکی از عروق یا مجرایی از قبیل مجرای ادرار و رکتوم و غیره.

۲- معاینه از خارج که سوند را روی پوست قرار می دهند.

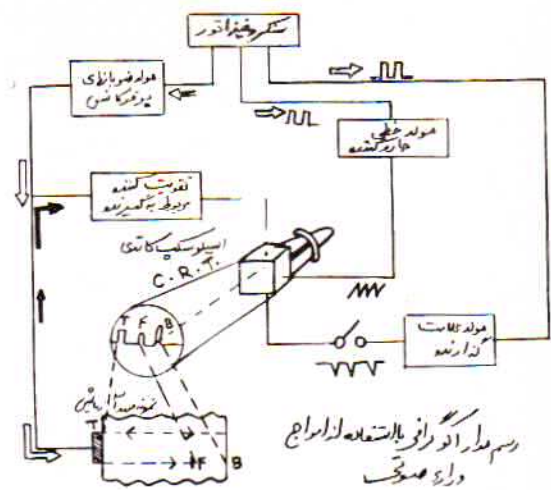
پس از این مقدمه، اکنون به اصل موضوع یعنی کاربرد اولتراسون در تشخیص بیماریها می پردازیم.

وراء صوت نگاری (Ultrasonography) مانند کشف اشعه ایکس از پیشرفت های مهم علم پزشکی است که بیدن هیچگونه آسیبی نمیرساند و تنها روش فیزیکی است که با بکار بردن آن بی دخالت مواد ایجاد کننده سایه روشن (Contrast) و یا عمل جراحی میتوان از بافت های نرم درون بدن، مقاطع عرضی تشریحی تهیه نمود. با استفاده از امواج و راء صوتی بفرکانس ۱۵ میلیون هرتز و با این روش میتوان در تحت شرایط مناسب ساختمانهایی به کوچکی ۰/۱ میلیمتر را مشاهده نمود.

امواج و راء صوتی که در و راء صوت نگاری بکار میروند در سطوح انرژی و زمانهایی که بدن بمنظور تشخیص در معرض آنها قرار میگیرد یونساز نمیشوند. در تحت این شرایط، فیزیولوژی بافت مورد معاینه تغییر نمیکند و پس از ۱۵ سال از کاربرد و راء صوت در تشخیص بیماریها هنوز موردی از آثار زیان بخش فوری یا دیررس یا تجمعی (Cumulative) در سطوح انرژی بکاررفته دیده نشده است.

آزمایشهای تکراری را میتوان بی آنکه برای بیمار خطری داشته باشد انجام داد. با و راء صوت میتوان تومورهای بافت نرم را بدون توجه به کیفیت تمرکز مواد ایزوتوپ رادیواکتیو در آنها یا محل قرار گرفتنشان مرعی ساخت. همچنین میتوان اجسام خارجی شفاف نسبت به اشعه ایکس را مرعی نمود و رابطه آنها را نسبت به بافت های نرم بدقت تعیین کرد و نیز ممکن است بافت های نرم را بدون استعمال وسائل نشان کننده داخلی یا خارجی اندازه گرفت.

را تنظیم می کند. دسته اشعه الکترونی در حالت عادی بقدری ضعیف است که در حین برخورد با صفحه فلوروسان اسیلوسکوپ هیچگونه اثری ایجاد نمی کند ولی با دریافت اکو دسته اشعه زبور بحد کافی تقویت می شود بطوریکه در روی صفحه فلوروسان اسیلوسکوپ خطی کوتاه و نورانی تولید می کند. دستگاه الکترونی مخصوصی وجود دارد که می توان آنرا طوری تنظیم کرد که فقط شروع خط نورانی را بصورت یک نقطه نشان دهد و در نتیجه قابلیت تفکیک اجزاء مختلف تصویر بهتر شود. هر چه اکو شدیدتر باشد این نقطه نورانی پرنرنگ تر است. اگر چندین اکو یا انعکاس از ارتعاشات امواج و راء صوتی داشته باشیم در روی صفحه اسیلوسکوپ چندین نقطه نورانی خواهیم داشت. در این روش بکمک یک پتانسیومتر می توان اختلاف پتانسیل الکتریکی موجود بین صفحات انحراف دهنده عمودی اسیلوگراف را برای نشان دادن تغییر مکان بلور کوآرتز که معمولاً بموازات فصل مشترک دو محیط حرکت می کند بکار برد. وضع این فصل مشترک در روی صفحه اسیلوسکوپ بصورت یک خط نورانی یا یک سری از نقاط نورانی که تشکیل خطی را می دهند نشان داده می شود. اگر عضوی ایجاد اکوهای متعددی بنماید، اثر آن روی صفحه اسیلوسکوپ بصورت لکه نورانی مشاهده می شود که کم و بیش یکنواخت است. این روش را اولتراسونوتوموگرافی (Ultrasonotomography) می نامند.



$T =$ فشار برق تار سلف
 $B =$ فشار صوتی
 $F =$ نیروی اعمال از زمینه

با این روش یک تصویر دوبعدی از عضو در صفحه ای که محور دستگاه و راء صوت روی آن را جازو می کند بدست می آید. اکوگرافی B براکوگرافی A مزایای زیادی دارد از جمله آنکه

تشخیص داد. فشار و خمیدگی عصب بینایی را نیز می توان حتی در مواردی که تغییرات سوراخ کاسه چشم بوسیله اشه ایکس مشهود نیست مشاهده نمود.

علاوه بر تشخیص ضایعات کاسه چشم، وراء صوت تنها وسیله است که با آن میتوان درون چشم را که در اثر وجود لکوم (Leukoma) قرنیه یا آب مروارید یا خونریزی و نظایر آنها در مقابل نور کدر شده است مرئی ساخت. همچنین وراء صوت تنها عاملی است که بوسیله آن امکان دارد بی آنکه چشم را از کاسه اش بیرون آوریم مقاطع عرضی تشریحی از تومورهای درون آن تهیه نمود و باین وسیله اجسام خارجی شفاف نسبت به اشعه ایکس و وضع و عوقبت هر نوع جسم شفاف یا کدر در برابر این اشعه را نسبت به بافت های چشم یا نسبت به بافت های هر عضو دیگر میتوان به دقت تعیین کرد. وجود و محل اجسام خارجی را در داخل چشم حتی در خونریزی زجاجیه و یا سایر ضایعاتی که باعث کدورت در مقابل نور میشود، میتوان تعیین نمود. اندازه گیری دقیق چشم و قسمت های وابسته را نیز میتوان به آسانی انجام داد.

بیماریهای قلب:

کاربرد وراء صوت در تشخیص ضایعات قلبی وضع اطمینان بخشی در ارزشیابی بالینی تعداد زیادی از بیماریهای قلبی بوجود آورده است. دریچه میترال از همه بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است. تنگی دریچه میترال، پرولاپس (Prolapse) دریچه میترال، کاردیومیوپاتی (Cardiomyopathies)، و میکسومهای دهلیزی (Atrial Myxomas) را میتوان به آسانی با آزمایش دریچه میترال و بدون وارد کردن آسیبی به قلب بوسیله وراء صوت تشخیص داد. سایر دریچه های قلب را نیز میتوان بوسیله وراء صوت مورد بازرسی قرارداد و هم اکنون مطالعات فراوانی درباره تشخیص این نوع ضایعات بوسیله مراکز مختلف پزشکی صورت میگیرد. اندازه حفره های قلب و حرکت دیواره های قلب را نیز میتوان ارزیابی نمود. یکی از آموزنده ترین و مطمئن ترین طریقه مطالعه قلب با وراء صوت، عبارت از تشخیص وجود مایع در حفره پریکارد است. با استفاده از این وسیله یک متخصص با تجربه میتواند دقت تشخیصی را به پای دقت سایر روشهای معمولی آسیب رسان و روشهای ایزوتوپی (Isotopic) برساند. بیماریهای مادرزادی قلب با استفاده از وراء صوت مورد بررسی های دقیقی قرار گرفته است.

وراء صوت نگاری تقریباً کاربرد زیادی در تشخیص بیماریها در تمام قسمتهای بدن پیدا کرده است ولی در اینجا ما بحث خود را بمواردی اختصاص میدهم که مزایای آزمایش با وراء صوت منحصر بفرد باشد. بنابراین بقیه این مقاله را به استعمال وراء صوت نگاری

آزمایش با وراء صوت دردی ایجاد نمی کند، بطوریکه هیچ نوع بیهوشی یا آمادگی مخصوص بیمار لازم نیست. باروش های جدید وراء صوت نگاری ممکن است حرکت ساختمان های داخلی مانند دیواره قلب، عروق خونی و جریان خون را مورد مطالعه قرارداد. امروزه این ویژگیها، وراء صوت را یکی از پر تحرک ترین و مهیج ترین روشها در تشخیص پزشکی نموده است و کاربرد وسیع آنرا توجیه مینماید.

معاینه بیمار با وراء صوت نگاری یک روش خاص و محدود به آزمایشگاه. های تحقیقاتی مراکز بزرگ پزشکی نیست، معاینه وراء صوت. نگاری را میتوان با یکانهای کوچک قابل حمل در کنار بستر بیمار یا در مطب پزشک انجام داد.

معاینه را میتوان با پوشاندن پوست بوسیله هر ماده سیالی که قابلیت انتقال صوت را داشته و هوا را در آن محل خالی نماید انجام داد. این ماده را جفت کننده (Couplant) نامند و معمولاً یک روغن معدنی یا ژل (Gel) های مخصوص است که در دسترس همگان قرار دارد. ترانسدوسر (Transducer) کوچکی را در محل مورد معاینه قرار میدهند و آنرا با حرکات قوسی شکل و نوسانی روی پوست حرکت میدهند. در اینجا ترانسدوسر اسپای است که انرژی الکتریکی را به انرژی صوتی تبدیل میکند. انرژی صوتی منعکس شده توسط بافتها مجدداً بوسیله همان ترانسدوسر به علائم الکتریکی تبدیل میشود سپس آنرا تقویت نموده بر روی صفحه اسیلوگراف کاندی نمایش میدهند. تصویر حاصل، مقطع عرضی تشریحی از بافت مورد معاینه است. این تصاویر را ممکن است دید، سپس آنرا پاك نمود و تصویر جدیدی را روی دستگاه اسیلوگراف کاندی قرار داد، یا قبل از پاك کردن تصویر بمنظور ثبت و یا بایگانی از آن عکس گرفت. این عکس مقطع عرضی اسیلوگراف را اولتراسونوگرام می نامند.

کاربردها:

خواص منحصر بفرد اولتراسون این امکان را فراهم میکنند که بتوان تغییرات بافت نرم را که ممکن است بوسیله بهترین روش آزمایش با اشعه ایکس قابل کشف نباشد مشاهده نمود.

چشم پزشکی:

نخستین محل برای نشان دادن موارد استعمال وراء صوت در چشم پزشکی کاسه چشم است. در کاسه چشم تعداد زیادی از بیماران اکزوفاثالمیک (Exophthalmic) تومورهای وجود دارد که نسبت به اشعه ایکس شفاف میباشد و بهمین مناسبت وجود تومورها را برای سالهای متمادی تشخیص نداده اند. با آزمایش وراء صوت. نگاری کاسه چشم می توان وجود این قبیل تومورها را به آسانی

در بیماریهای زنان و زایمان و بیماریهای اعضاء داخل شکم و واء صوت نگاری دوپلر (Doppler) اختصاص میدهم.

بیماریهای زنان و زایمان

مرئی نمودن جنین و جفت و دیگر اعضاء شکم بوسیلهٔ يك روش بی خطر و غیر یونماز بطوریکه برای جنین و مادر بی زیان باشد دارای اهمیت حیاتی است. با استفاده از واء صوت نگاری در مراحل زودرس یعنی از هفته پنجم بعد از قطع آخرین قاعدگی و قبل از اینکه آزمایشهای اسناندار آستنی مثبت شوند میتوان بطور معمول آستنی داخل رحمی را نشان داد. ثابت شده است که تعیین بزرگی جنین بوسیلهٔ واء صوت نگاری و همچنین تعیین میزان نمو آن دره مقایسه با سنی که داراست نشانهٔ قابل اعتمادی از سلامتی و رشد جنین بدست می دهد. ناقص الخلقه بودن جنین از قبیل آنانسفالی (Anencephalus) و هیدروسفالی (Hydrocephalus) و مرگ جنین و هیدرامنیوس (Hydramnios) و ناهنجاریهای رحم را میتوان با واء صوت نگاری تشخیص داد. وضع جنین و کیسه آمنیوتیک را میتوان با این روش به آسانی تشخیص داد و راهنمایی برای کشیدن مایع آمنیوتیک (Amniocentesis) فراهم نمود.

این روشها اکنون در کلینیک جزء امور عادی است. نمایان کردن آستنی های چند قلو، آستنی های خارج رحمی (Ecotpic) و مول هیداتیفرم (Hydatiform mole) همگی نمونه هایی از تشخیص بوسیله واء صوت نگاری هستند.

همچنین اندازه، محل، موقعیت و طرز کار جفت را میتوان به آسانی مشخص ساخت، بطوریکه تشخیص زودرس پلاسنتا پرویا (Placenta Previa) ممکن میگردد. بدین طریق با استفاده از واء صوت نگاری در بیماریهای زنان و زایمان، میتوان بطور قابل ملاحظه ای نیاز به پرتوگیری با اشعهٔ ایکس برای جنین و مادر در سن بچه دار شدن را کاهش داد و محتملاً آنرا حذف نمود.

اعضای داخل شکم:

اندازه و شکل و موقعیت کبد، طحال، کلیه ها، عروق خونی عمده، سرطان لوزالمعده و ارتباط سایر توده های داخل شکمی را نسبت به این اعضاء میتوان دقیقاً با واء صوت نگاری تعیین کرد. نوع ضایعه تومورال و کیستیک (Cystic) را معمولاً میتوان تعیین نمود و آسیتها (Ascites) را از مایعات داخل کیستی نیز بدین وسیله میتوان تشخیص داد.

سرطان سر لوزالمعده، عقده های لنفاوی متورم پشت پرده صفاق باروشهای واء صوتی نمایان گردیده اند (در حالیکه رادیوگرافی قادر به تشخیص آنها نبوده است) و وجود عقده های مزبور بعداً با اعمال جراحی تأیید شده است. آنوریسمهای (Aneurysms) آئورت و

تنگی های آنرا با واء صوت به آسانی میتوان تعیین نمود. متاسنازهای سرطانی و سروزهای (Cirrhosis) کبدی را نیز به آسانی با واء صوت می توان تشخیص داد. بیماریهای پولی-کیستیک کلیه ها و درجهٔ ضایعات کبدی حاصل از آنها نیز بدین وسیله قابل تشخیص است. مرئی کردن با واء صوت راهنمای دقیقی برای بافت برداری از کبد بوسیلهٔ سوزن است و با استعمال ترانس دوسرهای مخصوص میتوان بطور مستقیم محل سوزن و خود سوزن را در داخل بافتها نمایان کرد و بدین وسیله عمل اسپیراسیون (Aspiration) را انجام داد.

مرئی کردن سنگهای کلیه و کیسه صفرا که نسبت به اشعه ایکس شفاف می باشند بوسیله واء صوت نگاری گزارش شده است. سرنوشت پیوند کلیه را می توان با تعقیب کردن تغییرات اندازه آن پس از عمل، بتوسط واء صوت نگاری های مکرر مشخص ساخت. بزرگ شدن کلیه ها، هیدرونفروز (Hydronephrosis) و کیستهای (Cysts) کلیه را با واء صوت نگاری میتوان رؤیت نمود.

مطالعهٔ کار مثانه از قبیل تعیین حجم ادرار (Residual urine) باقیمانده و وجود تومورها یا سنگ های آن بدون استفاده از رنگهای حاجب با واء صوت امکان پذیر است. در بیماران مبتلا به آنوری نیاز به استعمال کانتر ممکن است مرتفع شود.

استفاده از اثر دوپلر (Doppler) در واء صوت:

علاوه بر بدست آوردن تصاویر مقاطع عرضی خاصیت دیگر واء صوت آنست که میتوان با آن سرعت جریان خون و جهت آنرا تعیین نمود. این امر بوسیله تغییر فرکانس دوپلر که بوسیله هر جسم متحرک مثلاً اجزاء خون ایجاد میشود انجام میگردد.

هر کس که در ایستگاه راه آهن ایستاده باشد و قتیکه قطار به ایستگاه نزدیک میشود یا اینکه ایستگاه را ترک میکند تغییر فرکانس دوپلر را میتواند درک نماید بدین معنی که اگر قطار در حالیکه به ایستگاه نزدیک میشود سوت آن بصدا در آید ارتفاع صوت حاصل افزایش می یابد یعنی صدای سوت زیر میشود و برعکس هنگامیکه قطار ایستگاه را ترک میکند پدیده مخالف یعنی کم شدن ارتفاع اتفاق می افتد یعنی صدای سوت بم میشود.

بطریق مشابهی گلبوهای قرمز در داخل دستگاه گردش خون نیز ارتفاع يك دسته واء صوتی را که به آنها تابیده میشود افزایش یا کاهش میدهند. تغییر فرکانس حاصل را ممکن است باروشهای الکتریکی آشکار نمود چون نزدیک شدن خون فرکانس را بالا میبرد و خونیکه از ترانس دوسر (Transducer) دور می شود فرکانس را پائین می آورد، امکان دارد تعیین کنیم که آیا خون بطرف ناظر حرکت می کند و یا از وی دور میشود. اختلاف در سرعت

طحال و لوزالمعده میتوان نتایج مشابهی بدست آورد. قدرت تشخیص منحصر بفرد و راء صوت بویژه در موارد استعمال وسیع آن، بطور قابل ملاحظه میتواند میزان هزینه و نحوه مواظبت و درمان را به سود بیمار تغییر دهد.

بنابراین دلائل راههای چندی را برای تضمین توسعه سریع آن باید تعقیب نمود.

نخستین نیاز عبارتست از برنامه‌های آموزشی جهت پزشکان و کارمندان حرفه پزشکی که آنها را به‌دنبال جدیدی از راء صوت نگاری تشخیصی وارد می‌سازد. در مورد پزشکان بخصوص باید آموزش تکنولوژی و راء صوت و تفسیر کلیشه‌های و راء صوتی را در دسترس آنها قرار داد. و راء صوت نگاری مستلزم وجود تکنیسین‌هایی است که آموزشهای مخصوصی را دیده باشند زیرا این طریقه شامل یک کیفیت جدید فیزیکی است. اسباب‌های آن منحصر بفرد است و تصویر آن برای هر دو دسته تکنیسین‌ها و پزشکان غیراً نوس می‌باشد.

اگر بنا باشد تکنولوژی و راء صوتی کاربردهای وسیع‌تری داشته و با هزینه‌های کمتری انجام یابد بایستی اسبابها و روشهای معاینه تکامل یافته‌ای را که ساده و استاندارد شده‌اند توسعه داد. این عمل زمان آزمایش و راء صوت نگاری را تقلیل خواهد داد بقسمی که تعداد بیشتری از بیماران را میتوان در واحد زمان دید.

عقیده بر این است که هزینه توسعه و ارزشیابی این برنامه‌ها احتیاج به پشتیبانی دولت و یا بعضی از مؤسسات را دارد. ذخیره و صرفه‌جویی در وجوه پزشکی بوسیله کاهش تعداد اعمال آزمایشگاهی و در بعضی از موارد با اجتناب از اعمال جراحی که به‌منظور تشخیص انجام می‌گرفته می‌راست.

راء صوت نگاری تشخیصی یک وسیله با ارزش بالینی است. این عمل بکوشش‌های ما برای بهبود کیفیت مواظبت‌های پزشکی بعد تازهای میدهد و بالاخره باعث کاهش هزینه‌های درمانی میگردد.

REFERENCES:

- 1- Feigenbaum H. Echocardiography. Philadelphia. Lea & Febiger Publishers, 1972.
- 2- Rushmer RF, Baker DW, Stegall HF: Transcutaneous Doppler flow detection as a non-destructive technique. J. Appl. Physiol. 21: 554-556, 1966.
- 3- Baum G.: Fundamental of medical ultrasonography. New York, GP Putnam's Sons Publishers, 1974.
- 4- Wainstock M A: Ultrasonography and ophtalmology. Int ophtalmol. Clin. 9: 745-58, 1969.
- 5- Kobayashi M, Hellman LM, Cromb E.: Atlas of Ultrasonography in obstetrics and Gynecology. New York, Appleton-century-Crofts, 1972.
- 6- Proceeding of the second world congress on ultrasonics in medicine. Amsterdam, Excerpta Medica, to be published.
- 7- Hyman BN: Doppler Sonography. Amer. J. ophtalmol. 77: 227, 1974.
- 8- King DL (ed): Diagnostic ultrasound. St. Louis, CV Mosby Co, Publishers, to be published, chap. 15.
- 9- Baum G.: Detection of breast tumors by ultrasonic methods, In Proceeding of the 18th Annual Clinical Conference, Radiological and Other Biophysical methods of Tumor Diagnosis. Houston, M.D. Anderson Hospital and Tumor Institute, 1974.
- 10- Taylor JKW, et al: Echography in diagnosis of Intrahepatic disease. J. Clin. Ultrasound 1:274-287, 1973.

جریان خون شریانی و وریدی تغییرات کلاسیک فرانکس دوپلر را تولید مینماید، قسمی که اصوات حاصله از جریان ازانعکاس‌های و راء صوتی که مبداء آنها جریان خون وریدی است تمیز داده میشود. اعمال الکترونیکی اضافی می‌توانند حرکت دیواره عروق را نشان دهند.

جریان خون :

فایده‌ای که از این پدیده حاصل میشود تعیین وضع جریان خون در درون شرایین و وریدهاست. این روش اجازه میدهد فشار خون افراد را در داخل هواپیمای نظامی پرسر و صدا در نقاط مختلفه در مورد عروق خونی عمده ثبت نمائیم. روش مزبور از حساس‌ترین بازرسی‌های جریان خون جفت و جنین میباشد و این طریق در حال حاضر برای کشف و بازرسی ناراحتی جنین در داخل رحم مادر بکار میرود.

جایگاه انسداد حاد یا مزمن شریانی یا وریدی، جریان جانبی در اطراف انسدادها، دریچه تراوش‌کننده (Valve) یک ورید واریسی و نتایج جراحی بر روی عروق خونی را با درستی و صحت زیاد میتوان بوسیله اثر دوپلر در و راء صوت کنترل نمود. دستگاه‌های جهت‌یابی دوپلر که اخیراً توسعه یافته‌است تعیین رسائی (کفایت) شرایین کاروتید را در رساندن خون به مغز امکان‌پذیر می‌سازد.

روش‌های جدید و ملاحظات آینده

دستگاه‌ها و تکنولوژی جاری و راء صوت نگاری در تشخیص‌های و راء صوتی مهم سهم کوچکی را به‌عهده دارند. روش‌ها و اسباب‌های جدید از قبیل مقیاس خاکستری (Grey Scale) و ایزوفوتودانسیتو-متری با کد رنگی (Color Cod Isophotodensitometry) که در آزمایشگاه توسعه یافته‌است نشان میدهند که در ۹۰٪ موارد امکان تشخیص خوش‌خیمی یا بدخیمی یک ضایعه پستان قبل از انجام عمل وجود دارد.

ماموگرافی (Mamography) و راء صوتی در تشخیص کیستهای پستانی و راهنمائی بمنظور کشیدن مایع از آزمون با اشعه ایکس بهتر است. بالاخره در امتحان پارانشیم اعضائی مانند کبد، کلیه،