

اولتراسون (۱)

امواج یا ارتعاشات و راء صوتی - وزیر صوتی

نگارش

دکتر ذبیح اله عزیزی

استادی کرسی فیزیک پزشکی

ارتعاشات امواج صوتی قابل درک برای گوش انسان بین ۱۶ ارتعاش تا ۲۰۰۰۰ ارتعاش در ثانیه اندازه گیری شده و محقق گشته است بدین معنی که ارتعاشاتی که فرکانس آنها در این حدود باشد انسان میتواند صوت را درک کند و کمتر یا بیشتر از آنرا قادر بدرک و تشخیص نیست.

ارتعاشاتی که فرکانس آنها کمتر از ۱۶ در ثانیه باشد به امواج زیر صوتی (۲) مشهور شده اند بیشتر از ۲۰۰۰۰ ارتعاش در ثانیه را امواج و راء صوتی نام گذاری نموده اند. امواج اولتراسون (۳) امواج اولتراسون یعنی امواجی که فرکانس آنها بیشتر از ۲۰۰۰۰ در ثانیه میباشد در زمان اخیر بخصوص در ایام جنگ بین المللی اول و دوم مورد استفاده های ارتشی قرار میگرفت و بخصوص در دریانوردی برای تشخیص موانع سر راه کشتی ها و زیر دریائی ها و یا استفاده از وجود زیر دریائی دشمن و همچنین برای اندازه گیری عمق دریاها مورد استفاده داشت ولی با پیدایش رادار کم کم مورد استفاده آن کمتر شد.

از آنجائی که پزشکان سعی دارند از هر گونه اختراع و اکتشافی در صنعت بنفع پزشکی و خدمت به نوع بشر استفاده کنند و در معالجات و تشخیص امراض بکار برند با استفاده از یک واقعه که شرح داده میشود این امواج را مورد مطالعه دقیق قرار داده اند و اثرات آنرا برای تسکین بعضی از دردهای مزمن و سهج و تسریع در التیام

۱- Ultrason

۲- Infrason

۳- Les ondes ultrason

زخمهای مزمن و غیره آشکار نمودند و هنوز هم دامنه تحقیقات و مطالعات خود را کامل نموده و روزی نیست که یک مقاله علمی در این خصوص انتشار نیابد. اثرات بیولوژیکی اولتراسون اولین بار در سال ۱۹۱۷ بوسیله لانگوین (۱) که بر حسب اتفاق بآن برخورد نموده بود کشف و منتشر شد. نامبرده ملاحظه نمود در مواقعی که امواج اولتراسون بوسیله زیر دریائی فرستاده میشود ماهی های کوچکی که در سر راه امواج وجود دارند فلج موقتی پیدا میکنند. بلافاصله پس از کشف لانگوین مطالعات علمی در باره اثرات اولتراسون در کشورهای مختلفه شروع گردید و مقالات بیشماری در این باره منتشر شد تا جایی که بعضی حتی راه اغراق را پیش گرفتند ولی چون عده ای از مطالب و نتایج اغراق آمیز و آنطور که لازم بود نتیجه ای نگرفتند در بعضی از ممالک استفاده از امواج و راء صوتی در پزشکی مورد بی علاقگی پزشکان قرار گرفت تا جایی که آنرا مضر تشخیص دادند.

در نتیجه مطالعات دامنه دار و عمیق عده ای از پزشکان بر حوصله در سالهای اخیر مجدداً خواص این امواج مورد توجه واقع شد تا جایی که در عده از بیمارستان ها در معالجه بعضی از بیماریها استفاده میشود و تا آنجائی که نگارنده اطلاع دارد دامنه این تحقیقات هنوز ادامه دارد و بخصوص در آلمان و آمریکا به اولتراسون توجه خاصی دارند این سروصدای له و علیه برای اولتراسون در تاریخ پزشکی اولین بار نبوده بلکه نظیر همین تحول برای رادیوتراپی نیز پیش آمده است بطوریکه پس از دوران جنب و جوش اولیه از برای رادیوتراپی در حدود سالهای ۱۹۲۰ بعد تامدتی (البته محدود و کوتاه) ضرر آنرا بیش از فوایدش قلمداد می کردند ولی در حال حاضر دیگر کسی منکر مفید بودن آن نیست بشرط آنکه بجا و بموقع و بمقدار متناسب بکار برده شود.

ترس بیموردی که از مضرات امواج و راء صوتی در بعضی حاصل شده بود نیز

بسیب تأثیرات نامطلوبی بود که در آزمایشگاهها و تجربیات روی حیوانات مشاهده شده بود و همچنین در بعضی موارد معالجه مقدار آنرا بیش از حد لازم بکار برده بودند و یا برای بیماریهایی که اصولاً بکار بردن آن مضر بوده است بدان متوسل شده اند امروز بعلت کامل نمودن اسباب های اولتراسون و مطالعات بیشتر و دقت در موارد استعمال آن اولتراسون تراپی فصل مبسوطی را در پزشکی باز نموده است.

برای فهم و درک کامل دستگاه و طرز کار کردن لازمست باز کر مقدماتی بیشتر طرز تولید و بکار بردن امواج اولتراسون را بخوانند گان عزیز گوشزد نمائیم .
منابع تولید امواج و رواج صوتی :

برای تولید امواج و رواج صوتی از خواص مانیتوستریکسیون (۱) یا از خواص پیزوالکتریسیته (۲) کوارتز استفاده مینمایند .

۱ - مانیتوستریکسیون - مانیتوستریکتور (۳) از يك هسته مغناطیسی نیکل تشکیل شده است که بصورت ورقه های خیلی نازک در آمده و در محور يك سیم پیچ (سولنوئید) که از آن جریان متناوب بافرکانس زیاد میگنرد قرار گرفته است تغییرات حالت مغناطیسی هسته سولنوئید یا تغییر طول آن در نتیجه جریان کثیرالتناوب سبب ارتعاشاتی میشود که امواج و رواج صوتی را بوجود میآورد .
در این دستگاه قدرت را میتوان بالا برد ولی فرکانس معمولاً کم و بزحمت به ۲۰۰ هزار میرسد و چون فرکانس عمل عمده ای را دارد از این دستگاه استفاده چندانی نمیشود .

۲ - خاصیت پیزوالکتریسیته برای توضیح و بیان این خاصیت لازمست مقدماتی ذکر شود از جمله بلور کوارتز چون از این بلور استفاده میشود .

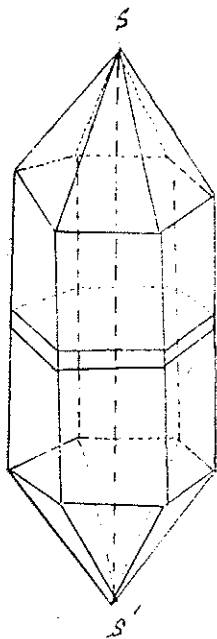
بلور کوارتز - هر بلور طبیعی کوارتز بشکل منشور مسدس القاعده منظمی میباشد که بر روی هر قاعده اش هر می مسدس القاعده قرار گرفته است خطی که مطابق شکل رأس این دو هرم را بهم مربوط میکند یعنی خط 'SS' را محور نوری بلور کوارتز

۱ - Magnétostriction

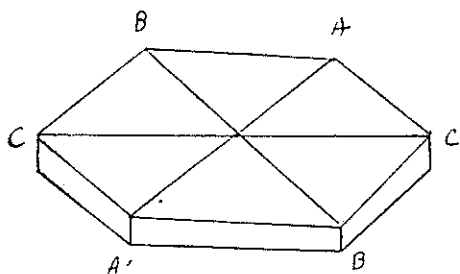
۲ - Piezo-electrique

۳ - Magnetostricteur

میگویند و بلور نسبت به این محور دارای تقارن درجه ششم است.

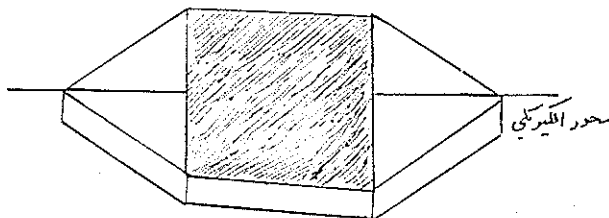


حال اگر بلور کوارتز را بوسیله دو سطح عمود بر این محور نوری قطع کنیم متوازی-السطوحی بدست میآید که محیطش ۶ ضلعی و مقطع بلور کوارتز است.

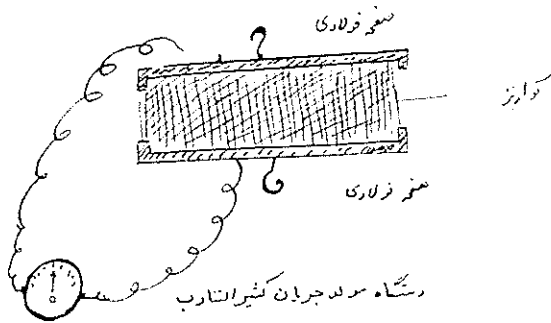


در این مقطع خطوط AA' و BB' و CC' را محورهای الکتریکی بلور مینامند و بلور نسبت به این محورها دارای تقارن درجه دوم است.

چنانچه از یک بلور کوارتز تیغه متوازی السطوحی درست کنیم که یک سطح آن بر محور نوری عمود باشد و سطح مجاورش بر یکی از محورهای الکتریکی



و این تیغه متوازی السطوح که در شکل قبل مجسم شده و تصورش آسان میباشد در گیره ای فولادی بگذاریم بطوریکه صفحات گیره فولادی بر روی سطح کوارتز قرار گرفته باشد و این دو صفحه فولاد را بدو قطب یک الکترومتر متصل کنیم .



ملاحظه میشود چنانچه بر صفحات فولادین فوق الذکر فشاری وارد آید که در نتیجه فشار به تیغه کوارتز منتقل شود فوراً الکترومتر وجود جریانی را نشان میدهد که این اختلاف پتانسیل متناسب با شدت فشاری است که بر سطح کوارتز وارد میشود و اگر بعکس تجربه قبل بوسیله ای دو صفحه فولادین را که اتصال کامل بر تیغه متوازی السطوح داشته باشد در جهت مخالف یکدیگر بکشیم یعنی بجای تراکم و فشار اول عکس آنرا عملی نمائیم و وسیله انبساط تیغه کوارتز را فراهم کنیم باز هم ملاحظه میشود که الکترومتر بین دو سطح فولادی وجود اختلاف سطحی را نشان میدهد که جهت آن عکس تجربه قبل میباشد .

در این مورد نیز شدت اختلاف پتانسیل متناسب با قوه کششی است که بدو سطح تیغه مزبور وارد می آید اگر عکس تجربه فوق را عمل نمائیم یعنی بتیغه های فولادین اختلاف پتانسیل الکتریکی وارد کنیم سبب تراکم و یا انبساط ورقه کوارتز خواهد شد و این فشار تراکم و یا انبساط بستگی تام به اختلاف پتانسیل وارده بتیغه های فولادین دارد و چنانچه اختلاف پتانسیلی که بین دو ورقه فولادین برقرار میشود متناوب باشد مسلم است که ورقه کوارتز با همان دوره تناوب تراکم و انبساط

پیدا میکند.

از این خاصیت برای تولید ارتعاشات صوتی استفاده میکنند و با تغییر دوره تناوب جریان تولید ارتعاشات زیر صوتی و وراصوتی مینمایند.

طرز عمل بدین ترتیب است که تیغه های فولادین را بیک منبع جریان کثیر - التناوب متصل مینمایند و در نتیجه تیغه کوارتز بافرکانسی مساوی فرکانس جریان کثیرالتناوب ارتعاش درمیآید و برای آنکه دامنه ارتعاشات کافی باشد اختلاف پتانسیل زیادی در حدود یکصد هزار ولت لازم است.

اگر سطح وضخامت کوارتز را طوری اختیار کنیم که بافرکانس جریان کثیرالتناوب رزونانس داشته باشد میتوان با سطح کمتری ارتعاشات با شدت بیشتری بوجود آورد و در نتیجه ارتعاشات وراصوتی بادامنه کافی تولید نمود.

بدست آوردن تیغه کوارتز بضخامت کافی و قابل برای رزونانس بسیار مشکل است ولی چون سرعت ارتعاشات وراصوتی در کوارتز و فولادمساوی است و در حدود ۵۰۰۰ متر در ثانیه است.

از دستگاهی موسوم به تریبله (۱) کوارتز استفاده میکنند که در آن يك ورقه کوارتز بین دو ورقه فولادی قرار گرفته و ضخامت مجموعشان برای آزمایش با فرکانس جریان کثیرالتناوب کافی باشد و در عمل بدین وسیله ضخامت ورقه کوارتز به $\frac{1}{4}$ ضخامت تقلیل مییابد

ضخامت دیسک کوارتز باید متناسب بانصف طول موج باشد و چون:

$$\lambda = \frac{v}{N}$$

و در کوارتز چنانچه گذشت $v = 5 \times 10^5$ سانتیمتر در ثانیه است اگر N مساوی ۱۰۰۰۰۰ باشد ضخامت کوارتز $\frac{2}{5}$ سانتیمتر میشود.

معمولا در صنعت برای تولید امواج وراصوتی کوارتز بزرگی لازمست که در طبیعت باشکال یافت میشود و بلکه اغلب غیر ممکن میشود لذا از موزائیک کوارتز

استفاده میکنند بدین ترتیب که قطعات کوارتز را (البته بایستی مطابق قاعده مذکور در بالا تهیه شده باشد) پهلوی یکدیگر قرار داده (با ضخامت مساوی) و بر روی مجموعه آنها صفحات پولادین قرار میدهند.

کوارتز تنها ماده‌ای نیست که خاصیت پیزوالکتریسیته داشته و میتوان بوسیله آن امواج ماوراء صوتی را بوجود آورد بلکه املاح دیگری نیز هستند که دارای این خاصیت میباشد، از جمله فسفات دورویدیم و فسفات سدیم و سیلیکات دوزنگ را میتوان نامبرد.

ولی باید دانست که تنها بوسیله موزائیک‌های کوارتز است که در صنعت برای ساختن منابع امواج و راء صوتی استفاده میکنند.

دستگاههای مولد اولتراسون را باشکال مختلف میسازند و در پزشکی مورد استفاده قرار میدهند عضوی را که بایستی در معرض امواج اولتراسون قرار گیرد مستقیماً در مقابل امواج قرار نمیدهند بلکه بطور غیر مستقیم عضو در مقابل امواج قرار میگیرد مثلاً امواج را در داخل آب پراکنده نموده و سپس عضو را داخل آن قرار میدهند و یاروی بدن را بوسیله ماده چربی (اغلب وازلین) آغشته نموده و الکترود را روی آن قرار میدهند.

بجای الکترود نازک تحناتی عموماً یک الکترود کلفت با ضخامت متناسب (چند میلیمتر) انتخاب مینمایند که با کوارتز فاصله بسیار کوتاهی داشته باشد و بطور دقیق قابل تنظیم باشد.

دستگاههایی که اخیراً میسازند عملی‌تر بوده و سهولت می‌توان با آن کار کرد قطر دیسک‌ها در حدود ۳/۸ سانتیمتر و کلفتی آنها در حدود ۳ میلیمتر ($N = 960 \times 10^3$) جریان کثیرالتناوب محرك دستگاه دارای اختلاف سطح ۵ هزار ولت و در صورتی که قدرت دستگاه کثیرالتناوب حدود ۵۰۰ ولت باشد انرژی صوتی حاصل از آن در حدود ۱۰۰ وات میشود.

اندازه گیری امواج و راء صوتی :

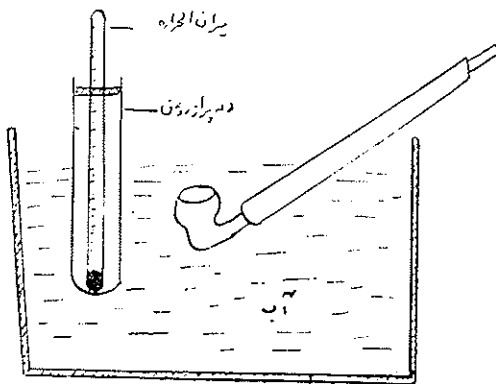
چنانچه امواج و راء صوتی را وارد در یک ظرف آب نمایند و جهت امواج از

پائین بیایا باشد در مایع جریان و حرکاتی بوجود میآید که در سطح مایع بصورت برجستگی‌هایی بنظر میرسد و درست شبیه جوشیدن و بیرون آمدن مایع از زیر در یک چشمه آب میباشد و در مرکز این جریان و حرکات حبابهای حفره‌ای شکلی بوجود میآید که بدان کاویتاسیون (۱) گویند .

از خاصیت ایجاد حفره استفاده نموده و فرکانس جریان کثیرالتناوب را با فرکانس مخصوص کوآرتز بطور خیلی دقیق تطبیق و تنظیم مینمایند ولی این تنظیم برای همیشه باقی نماند و بایستی گاهگاهی کنترل کرد این روش بسیار پیچیده و علمی است و بکار پزشک که روزمره با اسباب کار دارد نمی آید .

پزشکان از روش معمولی و ساده تری استفاده میکنند که مطمئن تر بوده ولی حساسیت و دقت آن کمتر است و آن روش متکی بر مشاهده آثار حرارتی امواج و راء صوتی است .

طرز عمل بشرح زیر است که یک لوله امتحانی پر شده از روغن را که بوسیله چوب‌پنبه‌ای در آن محکم گشته است و از وسط چوب‌پنبه میزان‌الحراره دقیقی را عبور میدهند گرفته این لوله پراز روغن را در حمامی یا ظرفی که امواج و راء صوتی را در آن هدایت میکنند و ایجاد حفره مینمایند قرار میدهند با بالا رفتن درجه حرارت روغن انرژی امواج و راء صوتی را تعیین میکنند بنا بر اصل بالا و استفاده از گرمای



حاصله از اثرات امواج و راء صوتی میتوان از طریق دقیق تر و حساس تری استفاده نموده

و آن اندازه گیری حرارت بوسیله پیل ترموالکتریک است .

یکی از دوسر کویل ترموالکتریک را آزاد نگاه میدارند و یا در يك شیشه‌ای محفوظ نگاه میدارند و سردیگر آن را در يك گلوله كوچك پی‌سین (۱) و یا صمغ و بالاک جای میدهند این اجسام امواج و راء صوتی را بخوبی جذب مینماید حال اگر این سر را بجای میزان الحرارة مزبور در ظرف حمام و محیط ارتعاشی امواج و راء صوتی قرار دهیم قوه الکتروموتوری ترموالکتریک حاصله نتیجه انرژی امواج و راء صوتی جذب شده خواهد بود .

در درمان شناسی معمولاً از حس مخصوص فشار داخلی (۲) استفاده مینمایند زکراً این نکته در این قسمت ضروری است که در داخل يك محیط مرتعش بوسیله امواج و راء صوتی شدت در تمام محیط يك سان و یکنواخت نیست و در مقابل صفحه فرستنده و مسیر امواج و راء صوتی شدت زیادتر است تا در اطراف و در سطح مایع که امواج بدان میرسند و منعکس میگرددند نیز شدت زیاد است .

سرعت - انتشار - استهلاك امواج و راء صوتی

سرعت امواج و راء صوتی در کلیه اجسام یکسان نیست و جدول زیر بطور تقریب سرعت انتشار امواج را در چند محیط مختلف نشان میدهد .

فولاد - شیشه - کوارتز در حدود ۵۰۰۰ متر در ثانیه

عاج ۳۰۰۰

آب ۱۵۰۰

پارافین ۱۴۰۰

بنزین ۱۱۷۰

هوا ۳۳۱

کائوچو ۳۰

چنانچه از جدول بالا ملاحظه میشود تفاوت سرعت و انتقال امواج و راء صوتی

در کوارتز و فولاد از هوا بمقدار قابل ملاحظه‌ای بیشتر است و این خود بهترین دلیل

میباشد که نمیتوان امواج و راء صوتی را بدون واسطه یعنی از راه هوا وارد بدن نمود و تجربیات علمی نیز نظریه بالا را تأیید میکند بدین معنی که برای انتقال و انتشار امواج و راء صوتی یک محیط یکنواخت لازم است .

آب و روغن عالی ترین رابط بین یک کوارتز مرتعش و پوست بدن میباشد .
انتشار امواج و راء صوتی نیز در نسوج مختلف کامل و یکنواخت نیست زیرا عدم تجانس انساج و طبقات مختلفه نسوج و اعضاء مانعی برای انتقال یکنواخت امواج و راء صوتی میباشد که گاه سبب انعکاس کم و بیش پراکنده امواج و راء صوتی نیز میگردد (۱) .

در تجربیات متعدد و مختلفی که عملاً نموده اند بخصوص بن کانی و دو گنون (۲) مشاهده نموده اند که بعضی از نسوج مانند کبد - مغز و چربی بدن در محیط خارج (۳) خیلی بیشتر از آب یا ژله گرم میشوند و این بعلت جذب شدید است و با روش اندازه گیری دقیق مقدار حرارت ثابت شده است که ارتعاشات و راء صوتی در استخوانها و بین مفاصل نیز منتقل میشود مقدار جذب امواج و راء صوتی در نسوج مختلف که تا کنون توسط علماء متعدد مانند ریشر و پولمن و پارو (۴) مطالعه و محاسبه شده است بشرح زیر میباشد .

| | |
|--|--------------------------------|
| بافر کانس ۸۰۰ کیلو سیکل در بافتهای چربی + ماهیچه | با ضخامت در حدود ۹ر۴ |
| « ۸۰۰ کیلو سیکل در بافتهای چربی تنها | سانتیمتر برای جذب نصف انرژی |
| « ۸۰۰ کیلو سیکل در بافتهای ماهیچه تنها | با ضخامت در حدود ۳ر۶ |
| | سانتیمتر برای جذب نصف انرژی |

۱- این نکته فعلاً مورد استفاده و مطالعه علمای آمریکائی برای تعیین حدود تومورهای مغزی میباشد .

۲- Biancani, Dognon

۳- in vitro

۴- Parow, pohlman, Richter

بافر کانس ۰.۲۴ کیلو سیکل در بافتهای چربی + ماهیچه با ضخامت در حدود ۱۰ سانتیمتر برای جذب

نصف انرژی

چنانچه ملاحظه میشود چربی کمتر از ماهیچه جاذب امواج و راء صوتی است و شاید علت آن حالت فیزیکی چربی است که يك محیط جامد و مایع را تشکیل میدهد ولی تا کنون این مطلب کاملاً تحقیق نشده و بثبوت نرسیده است .

اگر يك دسته امواج و راء صوتی را که شدت آن در آستانه قابلیت تحمل حس درد باشد از قسمتی از نسج عضلانی عبور دهند بوسیله پیل تر مو الکتریک میتوان تا عمق ۱۰ سانتیمتری آنرا تشخیص داد . همین عمل وسیله ای شده که در عمق های مختلف نسوج شدت و مقدار حرارت حاصله از امواج و راء صوتی را اندازه گیری نمایند و چون عموماً امواج و راء صوتی متباعدند وسیله برای متمرکز کردن امواج بکار میبرند که معمولاً در چند سانتیمتری جلوی کوارتز قرار داده و بدین طریق در نسج حرارت های قابل ملاحظه ای پیدا میشود . لازمست که این نکته مهم تذکر داده شود که امواج و راء صوتی مانند امواج کوتاه الکتریکی درجه حرارت وضعی را از حرارت عمومی خیلی بالاتر میبرد که بایستی مواظب بود و بهمین علت است که گاهگاهی بواسطه عدم رعایت اندازه گیری ناراحتی هایی ایجاد میشود نکته دیگر آنست که هر گاه در سر راه امواج و راء صوتی مانعی قرار دهند بانوجه به جنس آن مانع ممکن است امواج را جذب و یا منعکس نماید هر دو عمل باهم نیز صورت میگیرد . هر وقت بین دو محیط تفاوت فاحشی از لحاظ سرعت امواج و وزن مخصوص باشد انعکاس صورت میگیرد و در عمل نیز ثابت گشته که وقتی یک دسته از امواج و راء صوتی بسطح فاصل مایع و هوا برخوردند انعکاس پیدا میشود و چنانچه در میان يك مایع که امواج و راء صوتی را در آن انتقال داده اند مانعی از قبیل فلز - یا شبه فلز (با ضخامت کافی) یا چنانچه عضوی در مایع وجود داشته باشد استخوان آن عضو سبب انعکاس امواج و راء صوتی میشود و در عضو انسان انعکاس شدید و گاهی دردناک است .

با استفاده از خاصیت انعکاس امواج و راء صوتی میتوان بسهولة امواج را تغییر جهت داده و در يك نقطه متمرکز ساخت انعکاس رابطه مستقیم با ضخامت مانع دارد ولی هر گاه ضخامت مساوی يك یا ضرایبی صحیح از طول نیم موج باشد انعکاس صفر است و هم چنین موقعی که ضخامت نسبت به λ (طول موج) کوچک باشد در این صورت انعکاس ضعیف خواهد بود.

آثار فیزیکی امواج و راء صوتی در محیطهای مختلف

امواج و راء صوتی در سطح حدفاصل دو محیط مختلف فشاری قابل ملاحظه ایجاد میکند که در نتیجه آن حرکت شدیدی در ذرات معلق آن محیط بوجود میآورد مثلاً در آب و یا هر مایع دیگری تولید الواسیون (۱) بر جستگیهای موضعی در سطح مایع مینماید که گاهی به چند سانتی متر نیز میرسد این فشار با انرژی امواج تابنده متناسب بوده بطوریکه میتوان آنرا وسیله ای برای اندازه گیری انتخاب کرد.

ایجاد حفره (۲) - این خاصیت امواج و راء صوتی مقام اول را حائز است زیرا نماینده کلیه خواص اولتراسون باستانی آنرا حرارتی آن میباشد.

در اثر فشار موضعی حبابهای کوچکی بعلت وجود گازهای محلول در مایع پیدا میشود که در حرکت میباشند و میتوان کاملاً بچشم مشاهده نمود و گاهی این عمل بطوری صورت میگیرد که بنظر میرسد آب میجوشد در صورتیکه چنین نیست و زمانی بصورت فوران مایع از چشمه ای بنظر میآید.

اگر بوسیله حرارت گاز محلول در مایعی را کم کنند این اثر کمتر بنظر میرسد یا در سوسپانسیون غلیظ این اثر پیدایش حفره ممکن است از بین برود.

در کلوئیدها امواج و راء صوتی سبب رسوب ذرات معلق در آن میگردد و همچنین در آئروسولها (آئروسول یک نوع کلوئیدی است مرکب از ذرات جامد و مایع که آزادانه در هوا حرکت میکنند مانند دود) امواج و راء صوتی سبب رسوب ذرات معلق و منتشر در هوا میگرددند.

حرارت امواج و راء صوتی پس از برخورد به اجسام و جذب در آنها تبدیل به حرارت میشود بدین معنی که هر شئی که در معرض امواج و راء صوتی قرار گیرد در آن حرارتی بوجود میآید که میزانش متناسب با جذب آن امواج میباشد.

ذرات معلق در آب یا هر مایعی و بخصوص ذراتی که در سطح مایع طبق خاصیت کشش سطحی باقی میمانند درجه حرارت بیشتری دارند تا خود مایع مثلاً يك پیل - ترموالکتریک که از غلاف شیشه ای پوشیده شده باشد خیلی بیشتر از محیطی که در آن غوطه و راست گرم میشود و گرما را نشان میدهد این خاصیت زمانی بیشتر و بهتر انجام میگیرد که خاصیت ایجاد حفره در کار نباشد یا کمتر وجود داشته باشد.

چسبندگی و پراکندگی - دو مایع مخلوط نشدنی مانند آب و بنزین - روغن و حیوه را میتوان بوسیله امواج و راء صوتی مخلوط نموده و امولسیون بوجود آورد و این خاصیت در اثر پراکندگی ذرات آن در مایع مخلوط نشدنی است.

محلولات فلزی مختلف که در اثر الکترولیز ممکن است رسوب دهند میتوان بوسیله امواج و راء صوتی آنها را بصورت کلونیدی آن فلزات در آورد و از طرف دیگر وجود يك حوزة و راء صوتی سبب ایجاد کششی بین ذرات موجود در بعضی از محلولها میشود که میتوان بوسیله آن خاصیت گسیختگی و یا چسبندگی را مشاهده نمود (۱).

آثار شیمیائی امواج و راء صوتی در محیطهای مختلف

تعداد کثیری از خواص شیمیائی اولتراسون امروزه شناخته شده است که عمده و مهم آن خاصیت اکسیداسیون (۲) و دپلی مریزاسیون (۳) میباشد که این خواص در نتیجه تولید حفره پیدا میشود.

۱- از این خاصیت جناب آقای دکتر میردامادی استاد محترم سرمشناسی برای خورد

کردن ترپونم برای تهیه سوش تحقیقی خود نیز استفاده میفرماید

من باب مثال آزاد شدن ید از یدورها و بی رنگ شدن بعضی از مواد رنگی و تشکیل و پیدایش آثار آب اکسیژنه و شاید هم آب سنگین (۱) را میتوان ذکر کرد.

عده زیادی از نمیدروکربورهای هالوژنه هالوژن خود را از دست میدهند و تعدادی از پلی ستروها و نیتروسلولوز و صابون ها بعلت پائین آمدن ویسکوزیته آنها دپولیمریزه (۲) میشوند.

عمل امواج و راء صوتی در روی پرتئین ها (۳) با انتشار امواج و راء صوتی در محلول او آلبومین (۴) در صورتی که عمل ایجاد حفره یعنی کاویتاسیون (۵) بوجود آید.

و O_2 و یا H_2 ایجاد شود او آلبومین حالت طبیعی خود را از دست میدهد و اگر انرژی کافی باشد با ازت هم همین نتیجه حاصل میشود.

اخیراً در روی پرتئین سرم اسب مطالعات مشروحی نیز بعمل آمده است و بعلاوه توسط عده از علماء نتایج زیر در صورت شدید بودن امواج و راء صوتی (کیلو سیکل $N=980$) بدست آمده است.

۱- پرتئین هاد گراداسیون (۵) (نوعی از تجزیه شدن) پیدانمیکند.

۲- ترا سب سولفات و آمونیاک بشدت افزوده میشود.

۳- عمل ترا سب آب عقیم شده را بشدت افزایش میدهد.

۴- تغییراتی در ترا سب نسبت بعامل PH.

۵- تغییرات طبیعی و از بین رفتن باند اختصاصی پرتئین هاد ۲۸۰۰ انگستریم

۶- فلورسانس شدیدتر نسبت به روشنائی وود (۶) [نور وود شامل کمی از بنفش

مرئی و و راء بنفش بلند که از اکران وود بگذرد (اکران وود شیشه ایست از اکسید

دونیکل)]

۱- L'eau lourde

۲- Depolymerise

۳- Action sur les protéines

۴- Ovalbumin en solution

۵- Cavitation

۶- Degradation

۷- Wood

- ۷- منفی شدن عکس العمل رنگی تیروزین و تریتوفان (۱) .
 ۸- محفوظ ماندن خواص اختصاصی در مقابل سرم ضداست .
 ۹- تجربیات مختلفی روی مخمرهای مختلف شده که هنوز مورد مطالعه است .

۱۰- محلول پپسین در اثر امواج ووزاء صوتی بشرط وجود حفره ها و اکسیدان یا هوا ممکن است بی اثر شده و عصاره های گلیسیرینی مخاط معده ممکن است تا ۰.۰/۴ فعال تر شوند .

۱۱- تجربیات روی اولترا ویروسها - ویروس آبله ممکن است بی اثر شود ولی معذالك بعضی از خواص واکنشی خود را حفظ میکند و همچنین برای ویروس پلیومیلیت هم این خاصیت را کاراها را (۲) ذکر نموده است و بعضی از علمایم برای موزائیک توتون مشاهده نموده اند .

ذرات موزائیک توتون که بوسیله میکروسکپ الکترونیک اندازه گیری شده اند از ۳۲۰ مو در اثر امواج اولتراسونی به ۴۰۰m μ مو تنزل نموده اند عده از علما چنین تصور میکنند که عکس این خواص ممکن است در عده از ویروسها مشاهده شود یعنی عمل دو جانبه (۳) در مقابل نتایج فوق و نتایجی که بعداً شرح داده میشود باید بخاطر داشت که عمل اولتراسیون رابطه کاملی با شرایط و اوضاع تجربه دارد که تعیین آن شرایط بطور دقیق بسیار مشکل است و تصور نمیشود که فرکانس ارتعاشات اهمیت قابل ملاحظه ای داشته باشد .

اثرات امواج ووزاء صوتی روی سلولها بافتها و اعضاء مختلف

سلولها - از ابتداء اثر امواج ووزاء صوتی را روی پروتوزئرها و گلبولهای خون مشاهده نموده اند و میدانند که این امواج حتی با انرژی خیلی کم سبب ترکیدن این سلولها میشوند .

ولی در سایر انواع سلولها و باکتریها نتایج اثر امواج ووزاء صوتی بسیار مشکل

بوده و اغلب خیلی مختلف و متفاوت است .

مثلاً در میکرب پنوموک میتوان بوسیله التراسون قسمتی از جزئیات میکرب رالیز نموده (۱) و یاسرم آنتی پنومو کو کسپیک (۲) آنرا ته نشین نمود تا پس از عبور از صافی بختر گوش تزریق نمایند ملاحظه میشود که در بدن حیوان پس از تزریق فوق آنتی کور (۳) پیدانمیشود اما معدالک خاصیت مخصوص نسبی و غیر عادی در بدن حیوان بعلت آنتی رآکسیون (۴) پیدا میشود .

هم چنین با باسیل ابرت و استرپتو کک همولیتیک محلولی با خواص آنتی ژنی بخصوص بدست آورده اند از طرف دیگر عده دیگر توانسته اند با دستگاههای قوی اولتراسون و وسائل تجربی اختصاصی خود عده زیادی از باکتریهای مختلف را ازین برده و محیط را کاملاً ضد عفونی و استریلزه (۵) نمایند.

تعیین اثر اولتراسون روی سلولهای مجزا و منفرد عملی ساده نیست یعنی با وجود آنکه با این امواج بسهولت و تقریباً فوری در گلبولهای قرمز خون همولیز پیدا میشود معدالک در شرایط زیر میتوان مانع آن شد .

۱- در لوله های موئی در حدود میلیمتر و یا قطر ه های پهن (۶)

۲- در صورتی که گلبولها در پلاسمای خون بحالت تعلیق باشند (۷) .

۳- در سوسپانسیون های غلیظ - در نتیجه مطالعات و تجربیات متعدد یک آستانه

و یا یک حد خیلی واضح و دقیق غلظت برای همولیز یافته اند که در حدود تقریبی خیلی نزدیک به $\frac{1}{50}$ میباشد.

۴- در موقعی که امواج اولتراسون در آن محیط نتواند ایجاد حفره کند این نکته

اهمیت قابل توجهی دارد چه توانسته اند در محیط پلاسمای در غلظت های بالاتر با تولید حفره همولیز را بوجود آورند و عدم همولیز در بدن انسان در موقع بکار بردن امواج اولتراسون صرفاً در نتیجه عدم پیدایش کاویتاسیون است.

۱- Lyse

۳- Anticorps

۵- Steriliser

۷- en suspension

۲-Anti pneumococcique

۴- Antireaction

۶- Goutte plate

اثر اولتراسون روی حیوانات چند سلولی

چنانچه چند حیوان چند سلولی مانند ماهی - قور باغه و بچه های قور باغه (تتار قور باغه) و حیوانات چند سلولی پست تر را در يك ظرف آب قرار دهند و امواج اولتراسون را بآن منتقل کنند مشاهده میشود که حیوان در ابتدا بشدت مضطرب میشود و سپس بی حس و حرکت شده و بالاخره میمیرد.

در بچه فور باغهها تنها ضایعه عبارت است از گسیختگی (۱) بافت ماهیچه ای که فقط در حیوان زنده و آنهم در اثر وجود کالویتاسیون پیدا میشود (محتمل است که این عارضه در نتیجه رفلکس بوده و نقطه شروع آن از پوست باشد).

در مقاطعی از کبد - کلیه - طحال در محیط خارج از بدن (۲) نقصان شدید تنفس حتی در مقابل قدرت های کم امواج اولتراسونی مشاهده شده است.

اما در بدن (۳) هر گاه کبد در معرض امواج اولتراسون واقع شود در خونی که از کبد خارج میشود اسیدلاکتیک کم شده و در عوض گلوکز زیاد میشود چنانچه موش را در مدت دوازده دقیقه در معرض امواج و راء صوتی باشد سه وات در سانتیمتر مربع و فرکانس ۸۰۰ کیلوسیکل در ثانیه قرار دهند مقدار اسید پیروویک (۴) خون حیوان چهل تا هشتاد درصد بالا میرود چنانچه امواج اولتراسون را بوسیله یک کوارتز مقعر در یک نقطه متمرکز کنند و بنقطه ای مانند سریا اعضای دیگر بتابانند گاهی ضایعاتی عمقی نیز مشاهده میشود و در پوست و بافت سلولی تحت جلدی نیز ضایعاتی از قبیل قرمزی و حتی سوختگی و طاول دیده شده است که هیچکدام از ضایعات مذکور اعم از عمقی و سطحی حتمی نبوده و اغلب نیز یکسان و یکجور هم نیستند.

اثر امواج اولتراسون روی تومورهای بدخیم

اولین مرتبه در سال ۱۹۳۴ توسط علمای ژاپونی گزارشی از اثرات امواج اولتراسون روی تومورهای بدخیم در جهان منتشر شد و بعداً نتایج حاصله در روی تومورهای مختلفه و اثرات آن بوسیله علمای مختلف متناقض بوده ولی بنظر چنان میآید

۱- Dilaceration

۳- in vivo

۲- in vitro

۴- Acide Pyruvique

اگر پوست را قبل از پیوند در معرض تابش امواج و راء صوتی قرار دهند نمو پیوند بهتر میشود و از طرف دیگر نمو تو مورهای زیر پوستی در نتیجه تابش مستقیم امواج بطئی تر پیشرفت میکند (در سار کوم و والتر (۱) با امواج اولتراسون با فرکانس ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ سیکل در ثانیه در محیط خارج از بدن اثر منهدم کننده و از بین برنده سلولهای انساج سرطانی را در مایع اسیت مشاهده نموده اند در صورتی که در همان محیط هیچ گونه اثری روی گلبولهای قرمز خون ظاهر نشده این اثر انهدامی ابتدا روی هسته سلولهای سرطانی و سپس روی پروتوپلاسم و بعداً جدار سلولها نمایان میشود.

اخیراً تجربیاتی بوسیله هوروات (۲) روی يك متاستاز پوستی سار کومر تیکولو آندوتلیال روی انسان انجام شده و مشاهده شده که تو مور بطور قابل ملاحظه ای کوچک نشده است.

مطالعات بافت شناسی ثابت نموده است که انهدام سلولهای سرطانی در اثر امواج و راء صوتی تفاوت کلی با سلولهای که در نتیجه اشعه ایکس از بین میروند ندارد.

در اثر امواج و راء صوتی در قسمت سطحی ایندرم تا اولهائی بدون نکرورز پیدا میشود که مایع تاول شفاف باقی میماند در قسمت های عمقی تریک ورم مختصر و تجمع خونی ظاهر میشود.

سلولهای سرطانی تغییر شکل یافته و دراز میشوند و در رنگ آمیزی هسته آنها کمرنگتر میشود و هسته هائی که در حال تقسیم هستند مانند سایر سلولها تغییری نمیکند و پس از ۴۸ ساعت تعداد زیادی از سلولها از هسته خالی شده و پس از سه روز تمام آنها کاملاً تکه تکه شده و از بین میروند.

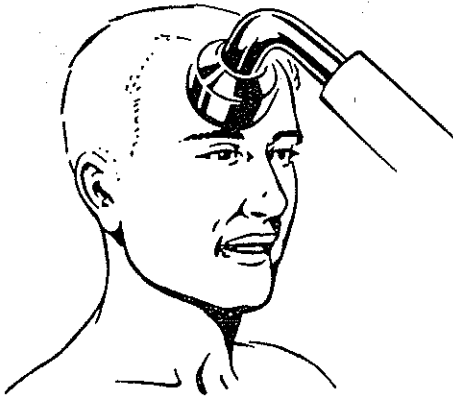
سج ملتحمه در مقابل امواج و راء صوتی تغییراتی نشان نمیدهد و از بین رفتن سلولهای سرطانی در نسوج با آنچه در سلولهای مجزا دیده میشود متفاوت است بهمین علت انهدام سلولها در نتیجه ضایعه مکانیکی ابتدائی هسته و یا يك نوع تغییرات فیزیکی و شیمیکی و با در اثر حرارت موضعی میداندند.

استفاده از امواج و راء صوتی در درمان شنناستی

چنانچه مشروحاً گذشت امواج اولتراسون از نسوج عبور مینمایند و بنا بر این موارد استعمال درمانی برای آن پیش بینی نموده و نتایجی هم بدست آمده است .

اثر امواج و راء صوتی نه تنها سطحی - مستقیم یا انعکاسی است بلکه اثر عمقی هم دارد . برای استفاده از امواج و راء صوتی برای معالجات طرق مختلفی میتوان در نظر گرفت مثلاً حمام عمومی که تا کنون اطلاعات کاملی راجع به آن در دست نیست و یا حمام های موضعی و محدود که تا اندازه ای عملی میباشد ولی مشکل است و بنظر بعضی چندان مؤثر نیست .

اما طریق عملی و راحت آنست که کوارتز مرتعش را که بدسته ای نصب شده در ناحیه مورد نظر قرار دهند و طرز استفاده از این طریق در ممالک مختلف فرق مینماید



در حالی که اصول یکسان میباشد در آلمان معالجات با اولتراسون و تجربیات حاصله از آن بیش از سایر ممالک بوده و پیشرفت بیشتری نموده است الکترو دستگاہهای تولید کننده اولتراسون های آلمانی عموماً بصورت دسته ای است که میتوان آنها را در دست گرفته و روی تمام سطح عضو مورد معالجه حرکت داد .

در این دستگاہها انرژی مصرفی خیلی زیادتر است و عموماً بجای يك وات در سانتیمتر مربع سوات و بلکه گاهی بیشتر باشد .

یکی از نکات بسیار مهم آنست که امواج اولتراسون با فرکانسی که مورد استعمال دارد بوسیله طبقه کوچکی از هوا متوقف شده منعکس میگردد بنابراین برای انتقال امواج و راء صوتی به بدن نباید فاصله هوا وجود داشته باشد و برای رفع این نقیصه عموماً طبقه ای نازک از وازلین بین پوست و الکترو مرتعش کوارتز قرار دارد .

عده ای بجای وازلین از ورقه های ژله - ژلوز - ژلاتین - ژله های خمیری و



سلولوزی استفاده میکنند برای اندازه گیری و تنظیم دستگاههای اولتراسون برای فرکانس ورزفانس کوارتز و هم چنین انرژی اولتراسون از میلی آمپر H.F و ولت متر و آمپر متر H.F استفاده میکنند ولی راهنمای بهتر و دقیق تر همان حس بیمار مورد معامله میباشد. این احساسات از نیش زدن ساده (۱) شروع شده و سپس به مور مور مختصر و انقباض و درد شدید منتهی میشود که قابل تحمل نیست.

عموماً در آستانه درد قابل تحمل با استفاده مکرر و طولانی امواج ضایعه‌ای پیش نمی‌آید و فقط قرمزی مختصر و بعداً ورم و بندرت طاوول سطحی که روی آن پوسته می‌بندد دیده میشود که بسرعت بهبود می‌یابد.

طریقه دیگر استفاده از امواج و راء صوتی حمام‌های موضعی است بدین طریق که عضو مورد معامله را مثل آرنج و یا پارا در ظرف آبی قرار میدهند و الکترومولد امواج و راء صوتی را داخل آب میگذارند در اینجا آب عمل وازلین را داشته و عامل انتقال امواج و راء صوتی به عضو میباشد این وسیله بیشتر مورد نظر علما بوده ولی چون در کلیه اعضا بدن قابل اجرا نیست طریقه قبل را نیز بکار میبرند و یا آنکه ظروف مخصوصی مانند قیف تهیه میکنند که دو سر آن باز میباشد و یک سر آن را روی عضو مربوطه گذاشته و سر دیگر را که گشادتر است الکتروم مربوطه را داخل میکنند و قیف را پر از آب مینمایند و امواج و راء صوتی را بداخل عضو هدایت مینمایند.

در حمام‌های موضعی دیگر طاوول پیدا نمیشود و فقط موقعی که سطح کوارتز مستقیماً روی سطح پوست قرار گیرد طاوول پیدا میشود و علت آنرا عده‌ای در اثر مالش ذکر کرده‌اند.

برای درمان بیمار بهای درد اعصاب - ورم اعصاب - روماتیسم اولین مرتبه در سال ۱۹۳۹ توسط پارو - پیچر - بلن (۲) مطالعات و تجربیات دقیقی صورت گرفت که خلاصه و نتیجه مشاهدات آنها در زیر بنظر میرسد.

الف- سیاتیک

| تعداد جلسات چند دقیقه‌ای | نتیجه | سن | بیمار | |
|-----------------------------|-------|----|-------|---|
| ۵ | +++ | ۳۵ | زن | ۱ |
| ۱۹ | + | ۴۶ | مرد | ۲ |
| ۱۸ | + | ۶۲ | مرد | ۳ |
| ۷ | ++ | ۲۹ | « | ۴ |
| ۴ | +++ | ۳۷ | زن | ۵ |
| ۷ | +++ | ۵۴ | مرد | ۶ |
| ۴ | ++ | ۳۳ | زن | ۷ |
| ۹ | +++ | ۴۳ | مرد | ۸ |
| ۵ | ۰ | ۳۸ | زن | ۹ |
| ب-روماتیسم | | | | |
| ۲۷ | ۰ | ۲۹ | مرد | ۱ |
| ۲۰ | + | ۳۹ | « | ۲ |
| ۴ | - | ۶۴ | « | ۳ |
| ۳ | ۰ | ۳۴ | « | ۴ |
| ج-درد اعصاب بازویی | | | | |
| ۷ | ++ | ۳۸ | زن | ۱ |
| ۳ | +++ | ۴۲ | « | ۲ |
| ۵ | + | ۴۸ | « | ۳ |
| ۱ | +++ | ۳۰ | « | ۴ |
| ۵ | ۰ | ۳۸ | « | ۵ |

چنانچه ملاحظه میشود نتیجه معالجات درد اعصاب قابل ملاحظه است و حتی با جلسات خیلی کم نتیجه عالی بدست می‌آید علامت +++ برای بیمارانی است که بهبودی کاملی یافته‌اند در صورتی که سایر معالجات در آنها بی‌اثر بوده است.

شولتز (۱) توانسته است با گذرانیدن امواج و راء صوتی از جدار سینه نتایجی نسبتاً خوب برای بیماران مبتلا به آسم و آمفیژم بگیرد و نامبرده بخصوص معتقد است

که این نتیجه در آسپهای شدید آلرژیک همراه با آمفیژم بیشتر و بهتر میباشد. در نتیجه امواج و راه صوتی تنگی نفس و برنشیت سریعاً مرتفع میشود و دامنه تنفس افزایش می یابد و برای اطمینان و نتیجه کلی معمولاً تعداد جلسات را به ۵۰ میرسانند.

تجربیات قبل بخصوص معالجات در اعصاب و خاصه سیاتیک و اعصاب شبکه بازویی و محدود و توسط سایر دانشمندان و متجسین نیز تأیید و تأکید گردیده همچنین انکیلوز فیروز بهبودی قابل ملاحظه ای می یابد. هم درر بنسبت فوق العاده کم میشود و هم حرکت مفصل زیادتر میشود و بعضی از سردردهای ناشی از سینوزیت ها توسط اولتراسون نیز قابل معالجه میباشد.

امواج اولتراسون موجب تحریک نواحی رفلکس زای مجاور پوست میگردد و عده ای از این خاصیت استفاده مینمایند و این اثر را مفیدتر میدانند.

مثلاً در معالجه آسم که قبلاً ذکر شد امواج اولتراسونی را بولین اعصاب سرویکال بمدت سه دقیقه میرسانند و نتیجه بهتری عاید میگردد و هیچ احتیاج به آن نیست که طبق طریقه شولتز امواج را از جدار صدی عبور دهند.

و هم چنین بوسیله انتقال امواج اولتراسون به ناحیه مربوط بعضوی میتوان انقباض و اسپاسم آن را از بین برد و نیز با فرستادن امواج در طول مسیرشان هر عضو میتوان اختلالات گردش خون آن عضو را نیز معالجه کرد معالجات با اولتراسون مانند تمام معالجات جدید نتایج مختلفی در بیماریهای گوناگون نشان میدهد که گاهی اغراق و مبالغه وجود دارد و همیشه در چنین مواردی بایستی منتظر تجربیات و نتایج جدید بود خاصه آنکه هنوز معالجات با اولتراسون خیلی کم و نادر است و واضح است که شناسائی بیشتر و مطالعات عمیق تری احتیاج دارد تنها کنگره ای که تا کنون تشکیل شده کنگره ای است که در ماه مه سال ۱۹۴۹ تشکیل شده که فقط از بیست مرکز معالجه ای مختلف گزارش شده و البته چنین آماری دقیق و قطعی نمیتواند باشد معذک در آن کنگره از اثر عمومی و قابل ارزش امواج اولتراسون در معالجات بحث فوق العاده ای شده است و رص در آلمان برای امواج اولتراسون ارزش قابل زکری

در نظر گرفته اند.

گاو ش بدن بوسيله امواج اولتراسون:

با استفاده از خاصیت امواج اولتراسون با فرکانس کم برای تشخیص موانع که در ابتدا بوسیله زیردریائی ها بکار میرفت میتوان اعضاء و محتویات آن را نیز کاوش نمود. اساس این عمل عبارت است از فرستادن يك علامت یا موج جهت دار توسط کوارتز مرتعش فرستنده بعمق دریاها و بعد بوسیله انعکاس همان موج و یا علامت در روی يك کوارتز گیرنده و با اندازه گیری زمان بین فرستادن و گرفتن علامت با موج جهت دار محل و فاصله مانع را حساب مینمایند.

برای استفاده از همین روش برای تشخیص موانع موجود در بدن مثلا وجود اعضاء فشرده و یا گازدار مواجه با اشکال میشویم چون فاصله بسیار کم و زمان بسیار کوتاه میباشد.

معدالتك این مسئله مورد توجه دقیق قرار گرفته و جزء برنامه کارهای علمی فعلی است میتوان از اندازه گیری امواج اولتراسون و ضعیف شدن ارتعاشات در نسوج بوسیله اسیو گراف کاتوديك نیز استفاده نمود چه وزن مخصوص فشرده گی نسوج و تغییرات آنها سبب استهلاك امواج میشود و از روی این خاصیت میتوان شکندگی استخوانها را نیز مورد مطالعه قرار داد و سیله دیگر برای تشخیص ضعیف شدن يك دسته از امواج اولتراسونيك در بافتها عبارتست از اندازه گیری شدت آنها بوسیله دستگاههای مخصوصی که در مقابل دستگاه فرستنده امواج قرار میدهند و باین طریق میتوان حتی منحنیها و سایهها را رسم کرد که موسوم بسایه های صوتی میباشدند (۱) اخیراً با حذف دستگاه آمپلیفیکاتور گیرنده و قرار دادن دستگاه فرستنده مثلاً در مجاورت برجستگی استخوان تروکانتر میتوان ارتعاشات اولتراسونيك را در فواصل زیاد از بدن هم کشف نمود و با اندازه گیری شدت این امواج محیط يك عضو فشرده یا يك تومور یا يك جسم خارجی و یا نسوج تغییر شکل داده را در عمق بدن (مغز- کبد- طحال) و غیره با دقت تعیین نمود.

طریقه دیگر آنست که کوارتز فرستنده امواج اولتراسونیک در محازات عضو مورد امتحان و کوارتز گیرنده را در همان سطح تاحدممکن نزدیک بعضو قرار میدهند بعلت انعکاس روی عضو مقدار معینی از انرژی حاصل میشود که باتغییر دادن محل فرستنده در جهات مختلف عضو و نقصان انرژی یا ازدیاد آن و تغییر مقدار فاصله در دستگاه گیرنده میتوان محل ضایعه را معین نمود.

باقبول آنکه میتوان بوسیله روش انعکاسی و یا طریقه های دیگری ببدن انسان امواجی فرستاده و سپس آنرا دریافت نمود میتوان بخوشی و بکوش و جستجوی داخل اعضاء پرداخت و نتایج قابل ملاحظه و کاملاً دقیق و غیر قابل انکاری بدست آورد.

امروزه در آمریکا در باره کاوش و تشخیص تومورهای مغزی بوسیله امواج اولتراسون پیشرفت های قابل توجهی نموده اند سرراتراشیده در آب وارد میکنند و فرستنده را که قادر است یک دسته امواج باریک بفرستند طوری روی سر تغییر مکان میدهند که تمام سطح آنرا کاوش میکند و در عین حال بوسیله یک دستگاه گیرنده در جهت مقابل که حرکت آن کاملاً مشابه حرکت دستگاه فرستنده است دسته امواج فرستاده شده گرفته میشود و به لامپی که درخشنده گی و نور آن باتغییر شدت امواج تغییر میکند منتقل مینمایند و در مقابل لامپ کاغذ عکاسی قرار داده که فوراً متأثر شده و بدین وسیله میتوان بخوبی وقت فوق العاده از سرمطالعانی نموده و از واتریکولها (۱) عکس برداری نمود و در صورت وجود تومور اطلاع دقیق و کاملی پیدانمورد.

آمار زیر نتایجی است از درمان با اولتراسون که چندی قبل توسط یکی از دانشکده های پزشکی در آلمان انتشار یافته است.

| مشکوک P | نتیجه به نسبت % | | | | تعداد بیماران نحت درمان | نوع بیماری |
|------------|-----------------|------|--------------------|------|----------------------------------|----------------------------------|
| | شدت یافته | هیچ | نتیجه رضایت بخش | | | |
| | | | + | ++ | | |
| ۱۶ | - | ۵/۵ | ۲۴/۵ | ۵۴/۵ | ۲۳۷ | دمل |
| - | - | - | ۲۵ | ۷۵ | ۸ | ورم ضمايم زخمی |
| ۱۵/۲ | ۲/۷ | ۱۴/۶ | ۲۹/۱ | ۳۸/۴ | ۴۵۳ | ورم مفصل |
| ۷/۶ | ۰/۷ | ۱۷/۴ | ۴۰/۳ | ۳۴ | ۸۸۹ | آرتروز |
| ۴/۲ | ۰/۹ | ۳۷/۲ | ۴۱/۱ | ۱۶/۶ | ۴۰۷ | آسم برونشيك |
| ۱۷/۸ | ۷/۱ | ۲۸/۶ | ۴۲/۹ | ۳/۶ | ۲۸ | برولاپسوس مقعد |
| ۳/۶ | ۶/۶ | ۴۰ | ۴۳/۴ | ۶/۶ | ۳۰ | لنگیدی-تناوب |
| ۶/۲ | - | ۳۷/۵ | ۵۰ | ۶/۲۵ | ۳۲ | بیماری Dupuytren |
| ۱۶/۳ | - | ۱۶/۳ | - | ۶۷/۴ | ۸۰ | دیفتري و ناقلين ميكرب |
| - | - | ۲۹/۴ | ۴۱/۲ | ۲۹/۴ | ۱۷ | اتساع برو نشها |
| ۰/۳ | - | ۵۰/۸ | ۳/۱ | ۴۵/۸ | ۳۲۱ | عدم توانائی در نگهداری ادرار |
| ۴/۲ | ۰/۲ | ۱۴/۱ | ۷۷/۵ | ۴ | ۵۳۶ | Spondylarthrose Ankylo- sante |
| ۹/۳ | - | ۵۱/۲ | ۱۳/۹ | ۲۵/۶ | ۸۶ | اگزما |
| ۶/۶ | ۲/۲ | ۳۰/۴ | ۴۵/۷ | ۱۵/۲ | ۴۶ | آرتريت Obliterante |
| ۶ | ۳ | ۴۸/۵ | ۱۸/۳ | ۲۴/۲ | ۳۳ | ورم اپی کنديل |
| ۴/۶ | ۳/۹ | ۶۰/۸ | ۱۶/۹ | ۱۳/۸ | ۱۳۰ | سرطان پوستی |
| ۲ | - | ۲۳/۵ | ۱۹/۶ | ۵۵ | ۵۱ | تب خال |
| ۵ | ۵ | ۶۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۲۰ | سختی آلت تناسلی |
| ۲۰/۴ | ۰/۵ | ۲۳/۸ | ۴۲/۳ | ۱۳ | ۱۷۷ | ورم پروستات |
| ۵/۴ | ۱/۲ | ۱۴/۵ | ۴۲/۵ | ۳۶/۶ | ۱۷۲ | ورم اطراف مفصل شانه |
| ۷/۱ | ۷/۱ | ۴۳ | ۲۷/۴ | ۲۱/۴ | ۱۴۰ | ورم پاروتيد |
| ۰/۶ | - | ۴۸/۴ | ۵۱ | - | ۱۵۱ | اسکلروز گوش |
| ۱۶/۷ | - | ۵۰ | ۳۳/۳ | - | ۶ | ورم استخوان |
| ۳۷/۵ | - | ۲۱/۸ | ۲۸/۲ | ۱۳/۵ | ۳۲ | استئومیلیت |
| ۳۶/۱ | - | ۱۳/۲ | ۲۸/۶ | ۲۲/۲ | ۱۲۲ | دردهای رماتیسمی |
| ۷ | ۴/۷ | ۲۳/۲ | ۳۰/۲ | ۳۴/۹ | ۴۳ | رادبودر میت |
| ۱/۷ | - | ۲۳/۱ | ۶۴/۱ | ۱۱/۱ | ۵۶ | اسکلرودرمی (سختی پوست) |
| ۲/۶ | ۲/۲ | ۹/۱ | ۴۹/۵ | ۳۶/۶ | ۲۷۳ | اسپندیلوز تغییر شکل دهنده |
| ۱۳/۶ | - | ۹/۱ | ۶/۸ | ۸۰/۵ | ۴۴ | مسمومیت از غده تیروئید |
| ۱۲/۳ | ۲/۷ | ۳۵/۶ | ۰ | ۴۹/۴ | ۷۳ | واریس |

| مشکوک P | نتیجه به نسبت /۰ | | | | تعداد بیماران تحت درمان | نوع بیماری |
|------------|-------------------|----------|--------------------|------|----------------------------------|------------------------|
| | شدت یافته - | هیچ ۰ | نتیجه رضایت بخش | | | |
| | | | + | ++ | | |
| ۸/۶ | ۰/۴ | ۱۶ | ۱۹/۲ | ۵۵/۸ | ۲۵۶ | زخم معده و اثنی عشر |
| ۱۳/۴ | - | ۲۶ | ۲۰ | ۴۰ | ۱۵ | فیستول سلی |
| ۲۸ | - | ۴ | ۵۲ | ۱۶ | ۲۵ | سل غدد لنفاوی |
| ۷/۹ | - | ۱۷/۳ | ۲۷/۸ | ۵۹ | ۱۲۷ | درد اعصاب بین دنده ای |
| ۵ | - | ۱۱/۶ | ۲۳/۵ | ۵۹/۹ | ۱۳۷۲ | سیاتیک |
| ۸/۹ | - | ۴/۷ | ۱۸/۴ | ۶۸ | ۲۱۲ | کمر درد (لمبا کو) |
| ۱۱/۱ | - | ۱۱/۱ | ۳۸/۹ | ۳۸/۹ | ۱۸ | ورم غدد لنفاوی |
| ۲/۸ | ۲/۸ | ۴۹/۱ | ۴۲/۵ | ۲/۸ | ۱۰۶ | اسکلروزهای میعد |
| ۱۸/۸ | ۶/۷ | ۵۷/۶ | ۱۵/۸ | ۱/۵ | ۱۳۳ | غده های سرطانی |
| ۲۹/۶ | - | ۱/۹ | ۱۵/۸ | ۵۳/۷ | ۲۰۳ | ورم پستان |
| ۵ | ۱ | ۵ | ۴۹/۵ | ۳۹/۵ | ۹۹ | درد عضلات |
| ۶/۷ | - | ۲۱/۷ | ۳۷/۸ | ۳۷/۸ | ۳۷ | سیکاتریس فیروز جمع شده |
| ۱۶/۷ | - | ۲۱/۴ | ۲۱/۴ | ۴۰/۵ | ۴۲ | سینوزیت |
| ۶/۹ | ۰/۶ | ۱۰/۲ | ۲۱/۵ | ۶۰/۸ | ۸۲۴ | دردهای عصبی |



منابع

- L. Delherm .
Electro _raclio _therapie 58
- G.E Donovan
Medical electronics 58
- Ultrachall_ therapie
Technik . Siemens 58
- Ultrasonie- Therapy
Indication and technique 58
- André strobl precis of physique medicale 58

