کاربردهای اولتراسون در شنوایی شناسی

« قسمت اول »

* مقدمه :

اولتراسون تشخیصی در علم طب، از جمله در ارزیابی جنین(Sahn وهمکاران ۱۹۸۰ ، Devore و Hobbins ۱۹۸۲- Kleinman ۱۹۸۲)معده(Gronvale و همکاران ۱۹۸۲)، کلیه (Ellenbogen و همکاران ، ۱۹۷۸)، کبد، طحال، لوزالمعده، رگها(Niederov و همکاران ، ۱۹۸۳)ولگن(Abuyousef و همکاران ۱۹۸۵)کاربردهای بسیاری یافته است ۰ در زمینهٔ گوش و حلق و بینی، اولتراسون تشخیصی به صور مختلف و به منظور ارزیابی حنجره(Kitamura و همکاران ۱۹۶۹)، تارهای صوتی (Minifie و همکاران ۱۹۶۹) دیواره حلق (Kelsey و همکاران ۱۹۶۸) و کشف تومورهای غدهٔ تیروئید (Hassani و همکاران ۱۹۷۷)به کار می رود ۰

گزارشات جدید حاکی از کاربردهای این تکنیک در حوزهٔ شنوایی شناسی است و بر مسائلی تمرکز یافته که برای متخصصین این رشته جالب توجه می باشد ۰ ترسیم و تصویر سازی ساختارهای گوش میانی و ارزیابی شریان قاعده ای به منظور بررسی بیماران مبتلا به Dizziness ، از این موارد است ۰ در همین راستا ، اخیراً « آلورد »(۱) و« فاین»(۲) تجسم و تصویر سازی از گوش میانی و ساختارهای مربوطه را به کمک مقطع گیری B(B-Scan) گزارش نموده اند۰

تحقیقات قبلی ، استفاده از اولتراسون روش(A- mode) را به منظور ارزیابی وجود مایعات در گوش میانی و میزان رتراکسیون پرده صماخ ، گزارش کرده اند۰ (Abramson و همکاران ، ۱۹۷۲ - Ba- rone و همکاران a ۱۹۸۰ - Barone و همکاران b ۱۹۸۰)۰

در ارزیابی سرگیجه هائی با منشاء عروقی ناک(۳) (۱۹۸۹)، اصول کالبدشناسی و تکنیکهای عملی بررسی جریان خون در عروق قاعده ای و مهره ای را با استفاده از Trans Cranial D. Ultraso- nography مورد بحث قرار داده است ۰ توجهات اخیر در این زمینه به همراه گسترش و پیشرفت وسایل و تکنیکها، بی شک راهگشای کاربردهای آتی اولتراسون در قلمرو شنوایی شناسی خواهد بود ۰ شنوایی شناسان با توجه به آموزشهای خود در حوزه صدا و آکوستیک، آناتومی ساختارهای گوش و حلق و بینی و آشنایی با وسایل و تجهیزات مربوطه، به خوبی مستعد مطالعه در زمینه اولتراسون می باشند ۰هدف از این بحث، فراهم نمودن اصول تئوریک و عملی به منظور استفاده از اولتراسون تشخیصی در کاربردهای شنوایی شناختی است ۰

اصول تئوریک

قبل از آغاز این مبحث ابتدا به بررسی اجمالی تاریخچهٔ اولتراسون می پردازیم۰

در سال ۱۹۲۷ ، «وود»(۴) و «لومیس»(۵) چگونگی شکسته شدن فیلامانهای Spirogyra و کشته شدن ماهیهای کوچک و قورباغه ها را در نتیجه بمباران توسط اصوات ماوراء صوت با بسامد ۳۰۰ کیلوهرتز و شدت ۱۰ وات بر سانتی متر مربع بررسی کردند ۰ یک سال پس از آن ، هاروی و لومیس (۱۹۲۸)، ارگانیسمهای کوچک را در معرض تشعشعات ماوراء صوت قرار دادند، آنان با استفاده از بسامد ۴۰۶ کیلوهرتز، اثرات این تشعشعات را به کمک میکروسکوپ مورد بررسی قرار داده و وجود جریاناتی در سلولها و تخریب احتمالی آنها و نیز افزایش حرارت را مشاهده نمودند ۰

اسمیت (۷) و همکاران به سال ۱۹۲۸ Protozoa را تحت الشعاع بسامد ۷۵۰ کیلوهرتز قرار دادند، اکثر گونه ها نابود شده و فقط گونه های محدودی باقی ماندند۰ در آن زمان چنین تصور شد که این اثر ناشی از تغییر ماهیت (Denaturation)پروتئین ها در نتیجه فشار بیش از حد بوده است ۰ در سال ۱۹۲۹ جانسون (۸) گلبولهای قرمز خون و Protozoa را تحت تأثیر اصوات ماوراء صوت با بسامدی مابین ۰/۷۵ و ۱ مگاهرتز قرار داد۰ وی به تشکیل حبابهای کوچک گاز در حین اعمال تشعشع ، اهمیت زیادی داده و این پدیده را با تلاشی سلول مربوط دانست۰ وقتی که این حفره سازی (Cavitation)به کمک افزایش فشار خارجی یا استفاده از مایع بدون گاز (Gas- free liquid) حذف گردید ، هیچگونه تلاشی یا خرابی مشاهده نشد۰

استفاده از اولتراسون در طب تشخیصی به برهه پس از جنگ جهانی دوم باز می گردد که این خود نتیجه مستقیم گسترش و توسعه کاربرد رادارهای سونار (Sonic Radars) در ارتش بود ۰ (در این نوع رادارها از اصوات ماوراء صوت تکانه ای (Pulsative) در ردیابی زیر دریائیها و سایر اجسام زیر دریا استفاده می شد)۰ به منظور فهم بهتر اصول اساسی اولتراسون تشخیصی ، به اختصار چگونگی انتشار امواج ماوراء صوت در بافت را بررسی می کنیم ۰

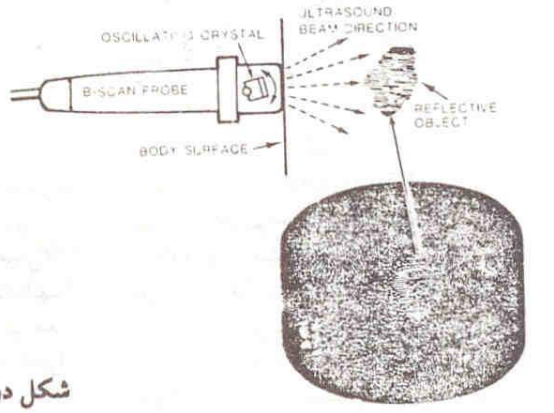
مقطع نگار اولتراسون (Ultrasound Scanner) بر اساس پردازش امواج صوتی منعکس شده، تصاویری را مشابه با اشعه مجهول حاصل می آورد ۰ در ساده ترین شکل (شکل ۱) مبدل پیزوالکتریک (Probe)امواج صوتی را تولید می نماید ۰ این امواج در درون بافت سیر نموده تا اینکه به جسم یا بافتی با امپدانس آکوستیک متفاوت برخورد نمایند۰ قسمتی از اصوات به طرف پروب و در نهایت پردازشگر منعکس می شوند ۰ سپس این سیگنال به پیامهای الکتریکی تبدیل گردیده و بر روی صفحه لامپ کاتدی به نمایش در می آید ۰ این تصویر یا به شکل نمایش یک بعدی فاصله و شدت انعکاس (A-mode)(شکل ۱) و یا

۱- Alvord ۲- Fine ۳- Tock ۴- Wood ۵- Loomis
۶- Harvey ۷- Schmitt ۸- Johnson

به صورت برشهای دو بعدی (B-Scan) (شکل ۲) است ۰

از آنجا که امواج ماوراء صوت در بافت با سرعت ثابت و معینی سیر می کنند، پردازشگر به سادگی فاصله زمانی مابین تولید صوت و دریافت انعکاسات را به شکل فاصله بر روی مقیاس افقی تبدیل می نماید ۰ در عین حال اطلاعات مربوط به چگالی نیز دریافت و نمایش داده می شود ۰ ساختارهائی با چگالی بیشتر انعکاس افزونتری را باعث می شوند که نمود آن در شیوه A(A- mode) به صورت قللی با ارتفاع بیشتر و در مقطع گیری B(B-Scan) (مقیاس خاکستری gray-Scale) به صورت افزایش سفیدی تصویر خواهد بود۰

در مقایسه با اشعه مجهول، تصاویر حاصل از امواج ماوراء صوت نتیجه انعکاسات صوتی است ۰ بنابر این ، اولتراسون تا حدی محدود به عمق نفوذ می باشد ۰ عیب دیگر اولتراسون ، محدودیت توانایی مقطع گیری در استخوان یا منفذها یا حفره های پر از هواست ۰ از محاسن اولتراسون در مقایسه با اشعه مجهول ، قدرت زیاد آن در تمایز انواع مختلف بافتهای نرم است ۰ پس از این توضیح مختصر، به اصول اساسی انتشار اولتراسون می پردازیم ۰



شکل دو

انتشار اولتراسون در بافت :

محدوده بسامدی اولتراسون تشخیصی، بین ۰/۵ تا ۲۵ مگاهرتز قرار دارد ۰ در این میان معمولترین بسامدهای مورد استفاده بین ۱ تا ۱۵ مگاهرتز می باشند۰ توان این اصوات برحسب وات بر سانتی متر مربع بیان شده و معمولاً کمتر از ۱۰ مگاوات بر سانتی متر مربع است۰ همانگونه که قبلاً نیز شرح داده شد در اولتراسون تشخیصی ، به دلیل انعکاس زیاد اصوات و توانایی محدود آنها در عبور از هوا و استخوان ، عمق نفوذ محدود می شود۰

اصوات بم تر میزان نفوذ بیشتری دارند اما این حالت باعث ایجاد اختلال در وضوح تصاویر می شود ۰ مثلاً در مقطع گیری معده معمولاً از بسامد ۳ مگاهرتز استفاده می شود، چرا که این عضو بزرگتر بوده و به عمق نفوذ بیشتری احتیاج دارد ۰ ولی در مورد چشم به لحاظ نیاز به وضوح بیشتر تصاویر و عمق نفوذ کمتر ، اصوات زیرتر(۱۰ مگاهرتز) مورد استفاده قرار می گیرد ۰ افزایش توان، بر قدرت نفوذ اصوات نمی افزاید ، چرا که انعکاس امواج اولتراسون ، حاصل عدم تطابق امپدانسی دو محیط (یا دو بافت) است۰ بنابر این مناسبترین متغیر برای تغییر عمق نفوذ و مقدار وضوح تصاویر، بسامد می باشد۰

انعکاس (Reflection) :

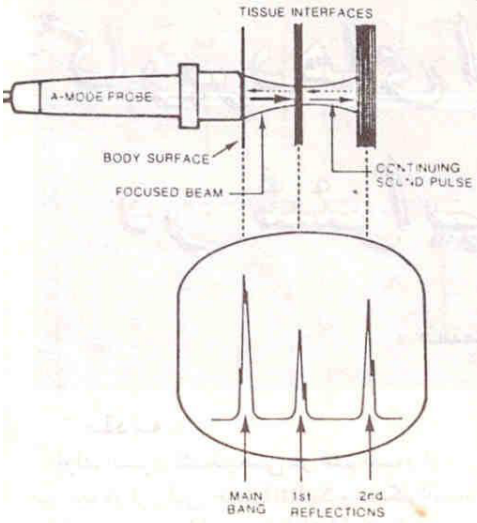
صدا به صورت امواج مسطح و با زاویه ۹۰۰نسبت به سطح پروب منتشر می شود ۰ وقتی که پرتو (تابه) به محیط حد واسطی با امپدانس آکوستیک متفاوت برخورد کند ، انعکاس رخ دهد ۰ امپدانس آکوستیک در یک عضو ، محصول چگالی بافت (P)و سرعت سیر صوت (C) در آن می باشد :

$$Z = P.C$$

از آنجا که سرعت صوت در اکثر بافتهای نرم (Soft tissue) نسبتاً ثابت است (حدود ۱۵۴۰متر بر ثانیه) ، امپدانس بطور عمده نشانگر چگالی جسم مورد برخورد خواهد بود۰ اولتراسون وسیله بسیار خوبی برای نمایش اتصال مابین بافتهای مختلف است ، حتی اگر این بافتها تفاوت امپدانسی ناچیزی داشته باشند ، چرا که طبق فرمول زیر عدم تطبیق بسیار کم امپدانسی منجر به اختلاف بسیار زیادی در میزان انعکاس خواهد شد :

$$R = \frac{Z_2 - Z}{Z_2 + Z}$$

در فرمول فوق R نمایانگر میزان انعکاس و z نشانگر امپدانس آکوستیکی محیط دوم است۰ نقطه ضعف اولتراسون تشخیصی ، عدم توانایی آن در مقطع گیری از استخوان یا حفره های هواست ۰ این موضوع به دلیل عدم تطبیق امپدانسی زیاد مابین بافت نرم مورد نظر



شکل یک

(که مبدل روی آن قرار دارد) و هوا یا استخوان است ۰

تقریباً ۷۰٪ انرژی صوتی در حد فاصل بافت - استخوان و ۹۹٪ این انرژی در حد فاصل بافت -هوا منعکس می گردد۰ (Bartrum، Crow، ۱۹۷۷)۰ لذا در محل تماس پروب با سطح عضو به یک مایع یا ژل احتیاج خواهد بود ۰ به اجمال، در سطوح تشخیصی، انعکاس زیاد امواج ماوراء صوت توسط هوا و استخوان به شکل قللی با ارتفاع بیشتر در شیوه A و یا افزایش رنگ سفید در مقطع گیری B تجسم می یابد ۰ (شکل۱و۲) ۰ سیر امواج اولتراسون از طریق مایع یا بافتهای نرم، سهلتر و بهتر است که نمود آن به صورت مناطق تیره تر می باشد ۰

سخت افزار (Hardware)

یک وسیله اولتراسون متشکل از دو جزء است : پروب(مبدل) و مبدل مقطع نگار(Scanner Converter) ۰ مبدل ، هم فرستنده و هم گیرنده پیام (Signal) است۰ تولید و دریافت تکانه های اولتراسون بر پایه اثر پیزوالکتریک استوار است ۰ بر اساس این خصوصیت کریستالهای بخصوص دراثرفشردگی ، جریان الکتریکی صادر می کنند۰ البته عکس این روند نیز صادق است۰ مبدلها، می توانند تمرکزی (Focused) یاغیر تمرکزی (Unfocused) ایستا (Stationary)(A-mode) یا چرخنده (B-Scan) باشند ۰ از دیگر خصوصیات مبدل ها می توان طول کانونی

بقیه در صفحه ۱۸

بقیه از صفحه ۱۰

(Focal length) و وضوح (Resolution) را نام برد.

مقطع نگار، متشکل از مولد یا گیرنده تکانه (پردازشگر) و سیستم نمایشگر است. سیستم نمایشگر از یک موج نگار (اسیلوسکوپ) یا مبدل مقطع گیر (Converter Scanner) تشکیل شده و پردازشگر مقطع نگار دو عمل عمده دارد:

۱- تقویت و پردازش اطلاعاتی با ولتاژ کم و تبدیل آنها به صورت قابل استفاده.

۲- احتساب زمان مابین تولید و دریافت تکانه و تبدیل آن به اطلاعات فاصله ای.

دسی بل در اغلب مقطع نگارها مرجع ولتاژ داشته و هیچگونه بستگی مستقیمی به سطح فشار صوتی ندارد. قسمت نمایشگر مقطع نگار معمولاً از یک اسیلوسکوپ یا صفحه تلویزیون تشکیل شده است. علاوه بر وجود کنترلهای Contrast ، سه کنترل اضافی نیز در این سیستم وجود دارد.

۱- Time Compensated Gain (TCG): که روشنی ساختارهای عمقی تر را تعدیل می کند.

۲- Near Gain Suppression (NGS): که انعکاسات مربوط به فواصل نزدیک (تاحدودچند سانتیمتر) راکاهش میدهد. (هنگام بررسی های اتولژیک باید خاموش باشد).

۳- Reject: که حداقل سطح دامنه را مشخص ساخته و انعکاسات پائینتر ازآن حد را نمایش نمی دهد (اغلب باید خاموش باشد).

دنباله دارد ...

ترجمه و تألیف : فرزاد رحیمی
عضو کادر آموزشی دپارتمان
شنوایی شناسی دانشگاه
علوم پزشکی تهران

****
****
*****
****
*