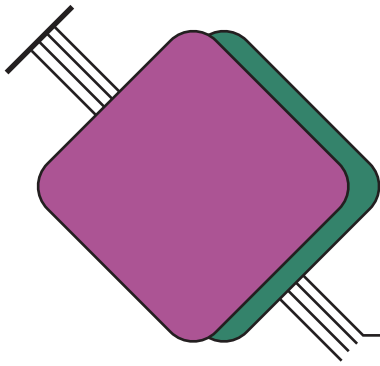
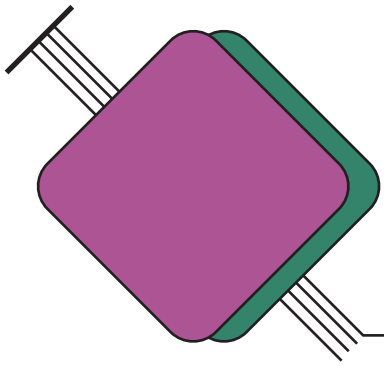


فهرست

پیشگفتار ۷
فصل ۱: مقدمات ۹
فصل ۲: شانه ۲۳
فصل ۳: آرنج ۳۵
فصل ۴: مچ دست ۴۹
فصل ۵: هیپ ۶۱
فصل ۶: زانو ۷۳
فصل ۷: مچ پا ۸۷
واژه‌یاب ۱۰۲



پیشگفتار

باتوجه به پیشرفت‌های روزافزون تکنولوژی در حیطه پزشکی، نیاز به توسعه روش‌های غیرتهاجمی تشخیصی در تمامی رشته‌های تخصصی بیش از پیش احساس می‌شود. همانند سایر رشته‌های تخصصی، در رشته طب فیزیکی و توانبخشی نیز سونوگرافی در تشخیص ضایعات سیستم اسکلتی-عضلانی کاربرد فزاینده‌ای یافته است.

کتاب موجود ترجمه گایدلاین‌های[1] انجمن اروپایی رادیولوژی اسکلتی-عضلانی[2] می‌باشد و جهت درک بهتر مفاهیم، تصاویری از کتاب آناتومی سونوگرافیک نرمال سیستم اسکلتی-عضلانی[3] نیز به آن افزوده شده است. در این کتاب تلاش شده است تا با بیانی ساده و تصاویری گویا، سونوگرافی سیستم اسکلتی-عضلانی به نحوی کاربردی آموزش داده شود.

امید است که اثر موجود گامی موثر درجهت آموزش بهتر دستیاران طب فیزیکی و توانبخشی باشد.

درپایان خداوند متعال را سپاس می‌گوییم که مارا یاری نمود این اثر را به اتمام برسانیم و این امر جز با تلاش مستمر دستیاران و اساتید طب فیزیکی و توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش میسر نمی‌شد؛ جا دارد از دستیاران طب فیزیکی و توانبخشی به ویژه آقای دکتر سید مرتضی طباطبایی که در ترجمه و تدوین این اثر تلاش فراوان نمودند، تقدیر و تشکر نمایم.

از آنجایی که هیچ اثری خالی از اشکال نیست، آماده دریافت انتقادات، پیشنهادات و نظرات علمی خوانندگان این اثر هستیم و امیدوارم که با بیان نظرات خود از طریق پست الکترونیکی[4] با ما در ارتباط باشید.

دکتر زهرا رضاسلطانی

مدیر گروه طب فیزیکی و توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش

1. Musculoskeletal Ultrasound Technical Guidelines
2. European Society of MusculoSkeletal Radiology (ESSR)
3. Normal Ultrasound Anatomy of the Musculoskeletal System
4. Smt.1368@gmail.com

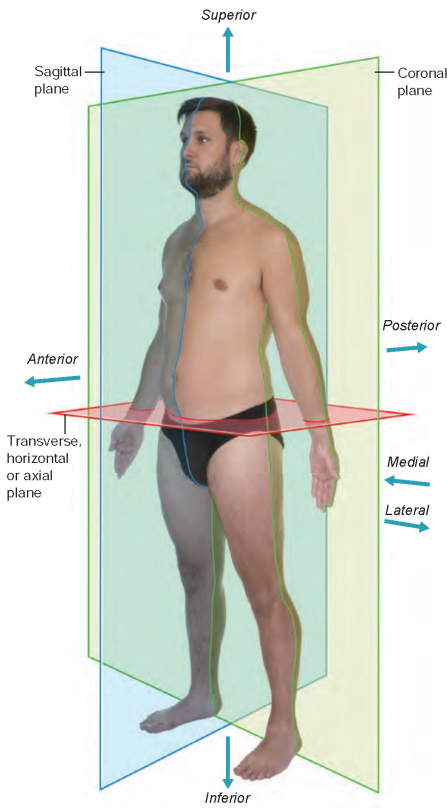
فصل ۱

مقدمات

۱. موقعیت‌های آناتومیکی و پلان‌ها[1]

در وضعیت آناتومیکی پایه، فرد به صورت ایستاده، بازوها در کنار و کف دست‌ها رو به جلو است. دهان بسته شده و چهره هیچ‌گونه حالتی ندارد. چشم‌ها به جلو دوخته شده‌اند؛ در این وضعیت آناتومیکی سه پلان از بدن عبور می‌کنند:

- ساژیتال[2]
- کرونال[3]
- عرضی (آگزیال یا هوریزنتال)[4] (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱

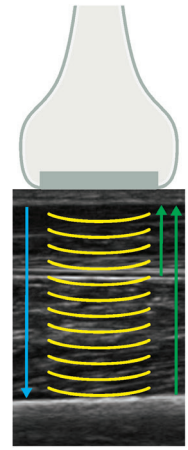
1. planes
2. sagittal
3. coronal
4. transverse (horizontal or axial)

پلان ساژیتال بدن را از خط میانی[1] به دو طرف راست و چپ تقسیم می‌کند. اگر ساختاری در کنار این خط وسط باشد، به آن پاراساژیتال[2] گفته می‌شود. پلان کرونال بدن را به دو قسمت قدامی و خلفی تقسیم می‌کند. صفحه عرضی بدن را به دو قسمت فوقانی و تحتانی تقسیم می‌کند.

۲. نظریه سونوگرافی

در تشخیص پزشکی، دستگاه سونوگرافی از امواج صوتی با فرکانس بالا برای تولید تصاویری از بافت‌های زیرین استفاده می‌کند. ترانسدیوسر[3] اولتراسوند (پروب[4]) از عناصر پیزوالکتریک[5] تشکیل شده است که در واکنش به جریان الکتریکی مرتباً ارتعاش می‌کنند. ارتعاشات باعث ایجاد پالس‌های اولتراسونیک در محدوده فرکانس‌های بین ۲ مگاهرتز تا ۲۰ مگاهرتز شده که وارد بافت‌های زیر پروب می‌شوند.

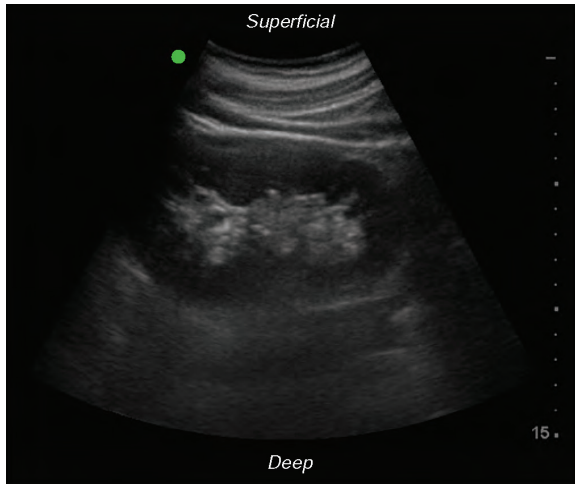
امپدانس آکوستیک[6] معیاری از مقاومت موج‌های اولتراسونیک در هنگام عبور از بافت است که به چگالی بافت و سرعت موج صوتی وابسته است. هرگاه تغییری در امپدانس صوتی ایجاد شود، برخی از امواج صوتی به پروب باز می‌گردند، که توسط عناصر پیزوالکتریک واقع در پروب نمایان می‌شوند. تغییرات امپدانس آکوستیک در سطوح بین بافتی رخ می‌دهد. هرچقدر این تفاوت در امپدانس آکوستیک بیشتر باشد (مثل تفاوت بین بافت نرم و استخوان)، پژواک‌های قوی‌تری ایجاد می‌کند (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱ امواج فراصوت از پروب ساطع می‌شوند (فلش آبی). هر زمان که تغییری در امپدانس صوتی (مثل سطح بافت) ایجاد شود، اکوهایی تولید شده که توسط پروب دریافت می‌شود (فلش‌های سبز).

1. midline
2. parasagittal.
3. transducer
4. probe
5. piezoelectric
6. Acoustic impedance

امواج اولتراسوند با سرعت نسبتاً ثابتی از طریق بافت نرم (۱۵۴۰ متر بر ثانیه) حرکت می‌کنند، بنابراین مسافت طی شده توسط پژواک‌های دریافتی را می‌توان به طور دقیق اندازه گیری کرد. از شدت و تأخیر در دریافت اکو توسط عناصر پیزوالکتریک، برای تولید یک تصویر اولتراسوند دو بعدی به نام نمای B-Mode استفاده می‌شود (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱

وضوح تصویر متناسب با فرکانس امواج اولتراسوند ساطع شده است. پروب‌های با فرکانس بالاتر وضوح لترال[1] و آگزیال[2] بهتری تولید می‌کنند. وضوح لترال توانایی نمایش ساختارها در نسبت ۹۰ درجه با پرتو اولتراسوند است. اما وضوح آگزیال توانایی نمایش ساختارها در امتداد خط پرتو اولتراسوند است. با این حال، امواج اولتراسوند با فرکانس بالاتر به علت کاهش شدت آن امواج در طول مسیرشان، به بافت‌های عمقی نفوذ نمی‌کنند. بنابراین، یک توازن مناسب بین فرکانس پروب و عمق مورد بررسی وجود دارد. پروب‌های فرکانس بالاتر برای تصویربرداری از ساختارهای سطحی مانند سیستم اسکلتی عضلانی بهتر هستند، در حالی که پروب‌های فرکانس پایین برای ساختارهای عمیق مانند شکم مناسب‌تراند.

۳. داپلر[3]

سونوگرافی داپلر برای بررسی حرکت، مانند جریان خون در بافت، عروق و قلب استفاده می‌شود. این نوع تصویربرداری بر اساس اصل داپلرشیفت[4] می‌باشد. براساس این اصل فرکانس یک موج اولتراسوند منعکس

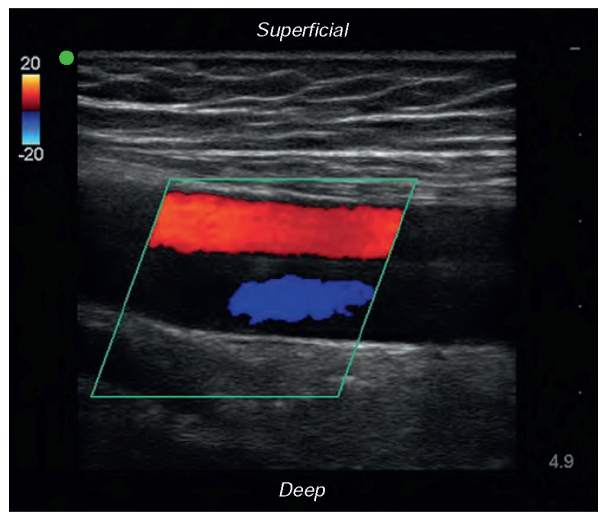
1. Lateral resolution
2. Axial resolution
3. Doppler
4. Doppler shift principle

شده از جسمی که از پروب دور یا به آن نزدیک می‌شود، دچار تغییر می‌شود. این تغییر فرکانس متناسب با سرعت و جهت جسم متحرک است. هنگام بررسی جریان خون، امواج اولتراسوند از گلبول‌های قرمز خون با فرکانس متفاوتی نسبت به امواج تابیده شده، منعکس می‌شوند. سرعت نمایش داده شده از جریان خون مستقیماً با داپلرشیفت ارتباط دارد.

توجه به این نکته ضروری است که زاویه پرتو سونوگرافی نسبت به جریان خون بسیار مهم است. اگر رگ خونی عمود بر پرتو اولتراسوند باشد، هیچ داپلرشیفتی وجود ندارد. پس بهتر است از یک جسم متحرک تا حد امکان نزدیک به پرتو آگزیال تصویر برداری شود. در بالین زاویه‌ای بین ۴۵ تا ۶۰ درجه نسبت به پرتو آگزیال کافی است.

انواع مختلفی از تصویربرداری داپلر وجود دارد، مثل داپلر طیفی(اکسپکترال)[1] و رنگی (کالرداپلر)[2]. با داپلر اسپکترال، که شامل داپلر موج پیوسته[3] و موج پالسی[4] است، سرعتها به صورت گرافیکی در طول زمان اندازه‌گیری می‌شوند. اما در کالرداپلر، شدت داپلرشیفت روی یک تصویر B-Mode انداخته می‌شود.

پیکسل‌ها نسبت به جهت (قرمز = به سمت پروب ؛ آبی = دور از پروب) و قدرت جریان، رنگ می‌شوند. توجه به این نکته ضروری است که این رنگ‌ها لزوماً با رنگهایی که معمولاً برای به تصویر کشیدن شریان و ورید استفاده می‌شود، هماهنگ نیستند (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱ تصویر داپلر رنگی: داده‌های داپلر روی یک تصویر B-Mode انداخته شده است. (تصویر اولتراسوند از شریان (قرمز) و ورید (آبی) فمورال در ران راست)

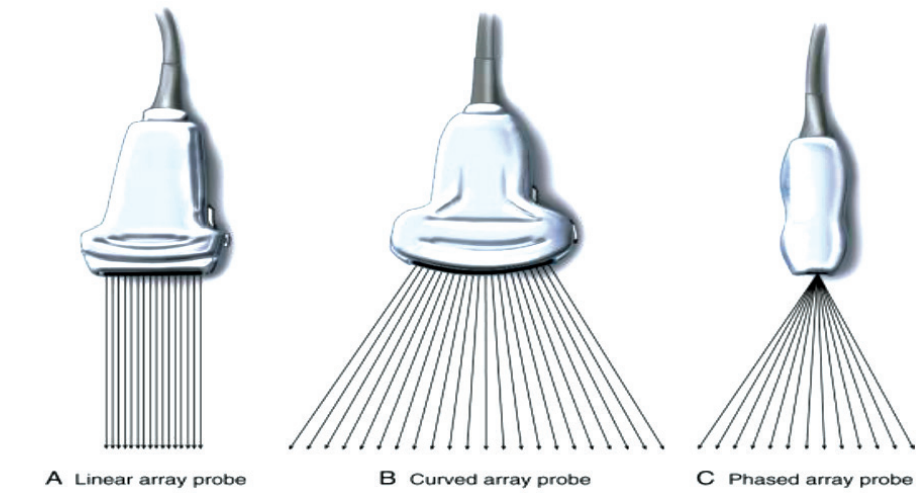
1. spectral Doppler
2. color Doppler
3. continuous-wave
4. pulsed-wave

۴. انواع پروب

رایج‌ترین انواع پروب‌های اولتراسوند عبارتند از: پروب خطی[1]، خمیده [2] و فیزدآرای[3]. پروب‌های خطی امواج فراصوت با فرکانس بالاتر، معمولاً در محدوده ۱۸-۵ مگاهرتز ساطع می‌کنند. این پروب وضوح لترال بهتری را ارائه داده اگرچه عمق نفوذ اغلب به کمتر از ۵ سانتی‌متر محدود می‌شود. از پروب خطی در تصویربرداری عروق، سیستم اسکلتی عضلانی، تیروئید و پستان استفاده می‌شود.

پروب‌های خمیده، امواج فراصوت با فرکانس پایین‌تر در محدوده ۹-۲ مگاهرتز ساطع می‌کنند. از آنها برای بررسی ساختارهای عمیق‌تر استفاده می‌شود. طراحی منحنی آنها باعث ایجاد دید وسیع‌تر همراه با عمق بیشتر می‌شود. این پروب‌ها در تصویربرداری از شکم، قلب و مامایی کاربرد دارند.

پروب‌های فیزدآرای دارای محدوده تماسی کمتری نسبت به پروب‌های خطی و خمیده هستند. این اندازه کوچک محدوده تماسی، منجر می‌شود که بتوان از این پروب برای ارزیابی بین دنده‌ها برای معاینه قلب استفاده کرد. این پروب‌ها امواج اولتراسوند با فرکانس پایین‌تر منتشر می‌کنند و برای نمایش ساختارهای عمیق استفاده می‌شوند. مشابه پروب کانوکس، میدان دید وسیع‌تری با اعماق بیشتر ارائه می‌دهند. پروب فیزدآرای عمدتا در تصویربرداری قلب استفاده می‌شود (شکل ۵-۱).

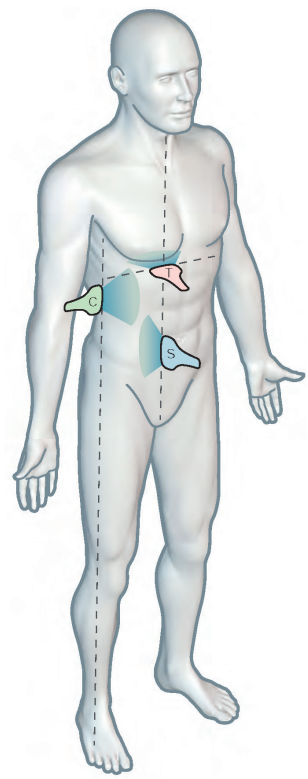


شکل ۵-۱

1. linear
2. curved (curvilinear or convex)
3. phased array

۵. پلان‌های تصویربرداری

پلان‌های سونوگرافی همان پلان‌های آناتومیک هستند. پلان‌های اصلی عبارتند از عرضی (آگزیال)، ساژیتال و کرونال. اصطلاح "ابلیک[1]" هنگامی استفاده می‌شود که پروب در زاویه نسبت به پلان قرار دارد (مثلا ابلیک کرونال) (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱ T: پلان عرضی (آگزیال)، C: پلان کرونال، S: پلان ساژیتال

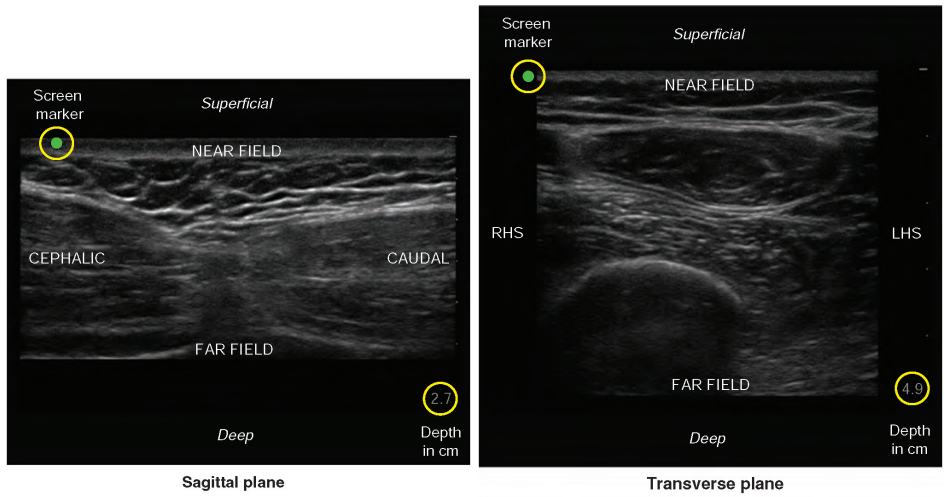
۶. اورینتیشن صفحه نمایش[2] و ارگونومی[3]

برای اکثر انواع تصویربرداری، نشانگر صفحه[4] باید در سمت چپ تصویر باشد. استثنا در تصویربرداری قلب است، جایی که نشانگر معمولاً در سمت راست قرار دارد. پزشک در مقابل بیمار مورد نظر نشسته و دستگاه

1. oblique
2. SCREEN ORIENTATION
3. ERGONOMICS
4. screen marker

سونوگرافی در پشت بیمار قرار دارد. در حین تصویربرداری از سطح عرضی، نشانگر جهت روی پروب باید در همان جهت نشانگر روی صفحه نمایش باشد.

این بدان معناست که نشانگر صفحه (که در سمت چپ قرار دارد)، در صورتی که بیمار روبه روی پزشک است در سمت راست بیمار باشد و در صورتی که بیمار پشت به اپراتور باشد،این نشانگر با سمت چپ سوژه مطابقت داشته باشد(مطابقت سمت چپ بیمار با سمت چپ تصویر نمایش شده روی نمایشگر سونوگرافی). برای تصویربرداری ساژیتال یا کرونال، روش استاندارد این است که سمت چپ تصویر سفالیک و سمت راست آن کودال باشد (یعنی نشانگر پروب به سمت پروگزیمال اندام باشد).



شکل ۷-۱ اورینتیشن صفحه نمایش. تصویر راست: عضله کوادری سپس ران راست تصویر چپ:عضله رکتوس ابدامینیس در قدام شکم

قسمت بالای تصویر نمایش داده شده در نمایشگر سونوگرافی، میدان نزدیک[1] نامیده می‌شود و چسبیده به پوست است. قسمت پایین تصویر نمایش داده شده در نمایشگر هم قسمت دور[2] بوده که عمیق‌ترین قسمت تصویر است. هنگام تصویربرداری، عمق سونوگرافی را طوری تنظیم کنید که منطقه مورد نظر صفحه را پر کند (شکل ۷-۱).

بایدحین تصویربرداری هم پزشک و هم بیمار راحت باشند. پزشکی که تصویربرداری را انجام می‌دهد باید روی یک صندلی تنظیم شده در ارتفاع مناسب بنشیند. همچنین بهتر است از صندلی‌ای استفاده کنید که قابل چرخش باشد. دستگاه سونوگرافی باید در مقابل پزشک قرار گیرد و مانیتور در "ارتفاعی" تنظیم شود یا به زاویه‌ای کج شود که برای مشاهده راحت است. مطمئن شوید که کابل پروب محدودیتی برای شما ایجاد نکند.

1. Near Field
2. Far Field

شکل ۸-۱ وضعیت صحیح نگه‌داشتن پروب. به نشانگر اورینتیشن در کناره پروب (با دایره نمایش داده شده) توجه کنید.

۷. مانورهای حرکتی با پروب

ژل اولتراسوند کافی را روی پروب قرار دهید. این ژل برای اتصال صوتی بین پروب و پوست مورد نیاز است. استفاده از ژل ناکافی ممکن است منجر به آرتیفکت‌های ناشی از وجود هوا شود. با سه انگشت اول پروب را نزدیک سطح تماسی آن نگه‌دارید (شبیه به نگه‌داشتن قلم). پروب را روی پوست ناحیه مورد بررسی قرار دهید. قرار دادن کناره دست روی پوست بیمار به تثبیت پروب کمک می‌کند (شکل ۸-۱).

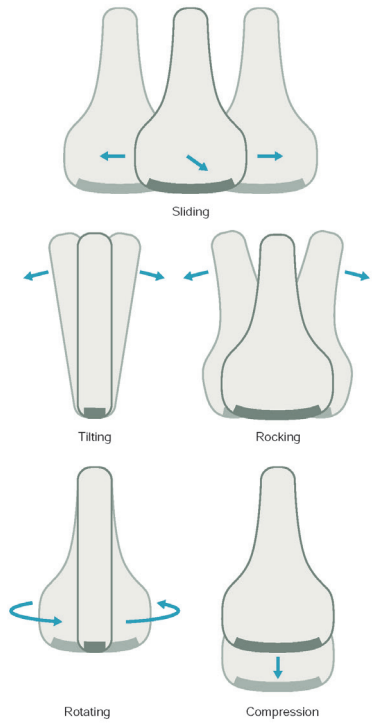
اعمال فشار یکنواخت با پروب به سطح پوست بسیار مهم است. هنگام تصویربرداری از ساختارهای سطحی باید از فشار سبک استفاده کرد، زیرا افزایش اندک فشار می‌تواند رگ‌های سطحی را کلاپس کرده یا اینکه باعث ناپدید شدن سینوویوم تاندون یا افیوژن بورس شود. بهترین تصاویر در هنگامی که پروب عمود (۹۰ درجه) بر ساختار مورد نظر باشد، به دست می‌آید. همیشه نمی‌توان پروب را مستقیماً بر روی ساختار مورد نظر قرار داد. گاهی لازم باشد پروب را طوری کج کنید که پرتو به سمت ساختار مورد نظر هدایت شود. مثلا کبد تا حدی توسط دنده‌ها پنهان شده است. با قرار دادن پروب بلافاصله در زیر حاشیه دنده‌ها و کج کردن پروب به سمت بالا، می‌توان به راحتی از کبد تصویربرداری کرد (شکل ۹-۱).

مانورهای حرکتی با پروب عبارتند از:

- اسلاید ینگ[1]: اسلایدینگ زمانی است که پروب بر روی سطح پوست حرکت می‌کند. این حرکت برای مکان‌یابی ساختارها ضروری است.

1. Sliding

- تیلت ینگ[1]: تیلت کردن زمانی است که پروب را در محور کوتاهش (از یک طرف به طرف دیگر) بصورت زاویه دار حرکت می‌دهیم. این حرکت برای گسترش میدان دید استفاده می‌شود.
- راک ینگ[2]: راک ینگ زمانی است است که پروب را بر روی محور بلندش (به سمت نشانگر جهت و یا دور از آن) بصورت زاویه دار حرکت می‌دهیم. این حرکت نیز برای گسترش میدان دید استفاده می‌شود.
- روتیت ینگ[3]: روتیت یتگ زمانی است که پروب را مثلا از حالت عرضی به حالت ساژیتال منتقل می‌کنیم. این چرخش برای انتقال از محور کوتاه به محور بلند یک ساختار ضروری است.
- کامپرشن[4]: کامپرشن یا فشرده‌سازی جایی است که فشار عمودی بر پروب را کم یا زیاد می‌کنیم. می‌توان از آن برای تمایز ورید از شریان استفاده کرد. به این صورت که وریدها به راحتی فشرده می‌شوند، در حالی که شریان‌ها قابل فشرده‌سازی نیستند.



شکل ۹-۱

1. Tilting
2. Rocking
3. Rotating
4. Compression