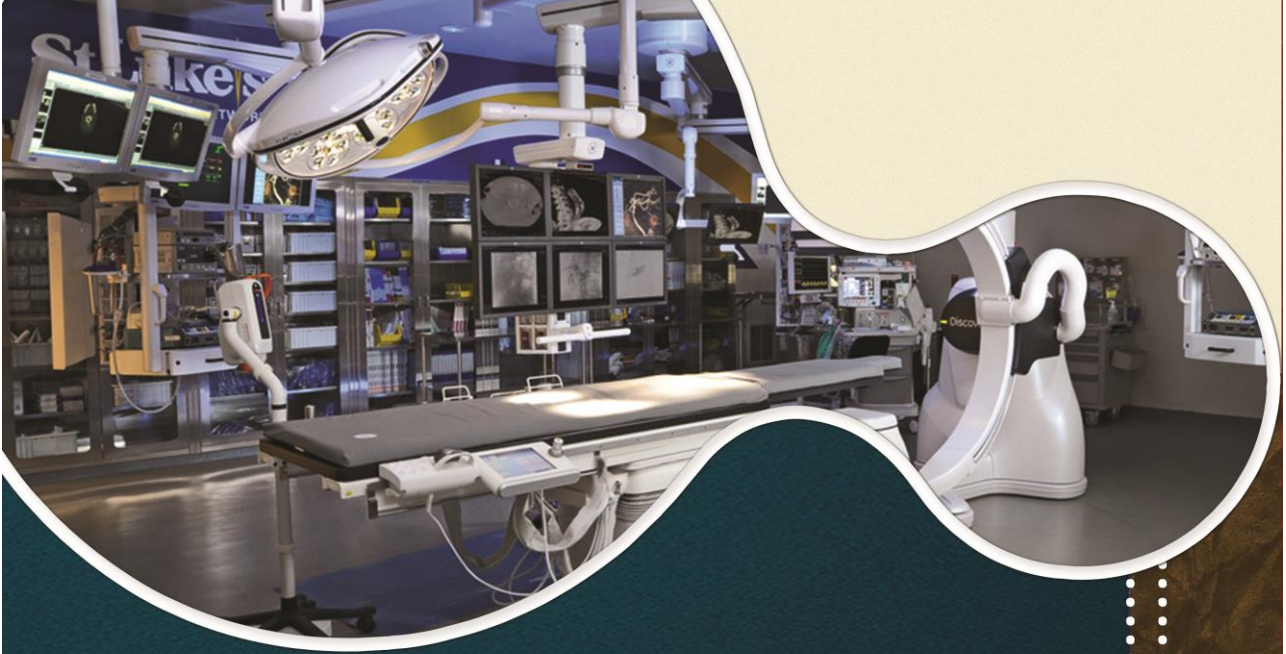


تجهیزات عمومی بیمارستانی و کلینیک های پزشکی

مطابق سرفصل شورای برنامه ریزی آموزشی
ویژه درس تجهیزات عمومی بیمارستانی و کلینیک های پزشکی

مسلم بگل
یزدان خواجه علی
مجید قشونی
علی خالقی

چاپ چهارم

GENERAL MEDICAL EQUIPMENT AND MEDICAL CLINICS

نحوه تهیه نسخه چاپی کتاب

لینک خرید اینترنتی کتاب از سایت انتشارات فدک ایساتیس:

www.fadakbook.ir

آدرس انتشارات فدک ایساتیس، دفتر مرکزی تهران:

تهران: میدان انقلاب، خیابان شهید منیری جاوید، بین خیابان لبافی‌نژاد و خیابان جمهوری، ساختمان ۱۰

فهرست مطالب

فصل اول: تجهیزات و لوازم پزشکی (تقسیم‌بندی تجهیزات پزشکی) ۱۳

فصل دوم: آشنایی با نحوه عملکرد و استانداردهای دستگاه‌های اتاق عمل..... ۱۹

چراغ اتاق عمل (چراغ سیالتیک) ۲۱

الکتروکوتر (الکتروسرجری) ۲۷

ابزار جراحی ۳۵

تخت اتاق عمل ۴۰

ساکشن ۴۳

پمپ سرنگ ۴۹

پمپ سرم ۵۳

فصل سوم: آشنایی با دستگاه‌های قلبی و تنفسی ۶۱

الکتروشوک (قلبی) ۶۲

ونتیلاتور ۷۱

ماشین بیهوشی ۸۲

فصل چهارم: آشنایی با دستگاه دیالیز و بیمارهای خونی مرتبط..... ۹۱

ماشین دیالیز ۹۵

دیالیز صفاقی ۱۰۵

فصل پنجم: آشنایی با دستگاه های تصویربرداری..... ۱۰۷

تصویر برداری مبتنی بر اشعه ایکس ۱۰۹

اصول اشعه ایکس ۱۰۹

دستگاه رادیولوژی ۱۱۲

دستگاه رادیولوژی پرتابل ۱۱۷

رادیوگرافی پانورکس ۱۱۸

دستگاه پروسسور رادیولوژی ۱۲۰

فلوروسکوپی ۱۲۰
آنژیوگرافی ۱۲۱
ماموگرافی ۱۲۳
دستگاه سی تی اسکن ۱۲۴

تصویر برداری مبتنی بر میدان‌های مغناطیسی ۱۳۷

اصول میدان مغناطیسی ۱۳۷
دستگاه MRI ۱۳۹
تصویربرداری FMRI ۱۴۶

تصویربرداری مبتنی بر امواج فراصوت ۱۴۸

اصول امواج اولتراسوند ۱۴۸
دستگاه سونوگرافی ۱۴۹
دستگاه اکوکاردیوگرافی ۱۵۹
دستگاه جنین یاب ۱۶۰

روشهای تصویربرداری مبتنی بر تکنیکهای هسته ای ۱۶۳

دوربین گاما ۱۶۳
دستگاه تصویربرداری SPECT ۱۶۵
تصویربرداری PET ۱۶۷

فصل ششم: آشنایی با ساختار لیزرها و انواع لیزرهای موجود ۱۷۳

ماهیت اشعه لیزر ۱۷۳
تقسیم‌بندی انواع لیزرها ۱۷۸
کاربردهای لیزر در پزشکی ۱۸۵
موارد ایمنی کار با لیزر ۱۸۸

فصل هفتم: آشنایی با انواع دستگاه‌های مانیتورینگ ۱۹۱

انواع دستگاه‌های مانیتورینگ ۱۹۱

دستگاه ثبت سیگنال‌های قلبی (ECG) ۱۹۱

دستگاه ثبت سیگنال‌های مغزی (EEG) ۱۹۹

دستگاه ثبت سیگنال‌های ماهیچه‌ای (EMG) ۲۰۶

دستگاه پالس اکسی‌متر (PULSE OXIMETERY) ۲۱۲

دستگاه مانیتورینگ عمق بیهوشی (BIS) ۲۱۹

دستگاه مانیتورینگ حجم‌های تنفسی (SPIROMETER) ۲۲۰

دستگاه کاپنوگراف (CAPNOGRAPH) ۲۲۲

دستگاه مانیتورینگ علائم حیاتی (MONITORING) ۲۲۴

فصل هشتم: آشنایی با ابزارها و وسایل دندان‌پزشکی ۲۳۷

یونیت و صندلی دندان‌پزشکی ۲۳۷

بزاق‌کش ۲۴۰

کمپرسور ۲۴۱

تابوره‌ها ۲۴۱

میز پزشک یا تابلت ۲۴۲

دستگاه آمالگاماتور ۲۴۲

دستگاه لایت کیور (Light Cure) ۲۴۳

دستگاه کاویترون (Cavitron) ۲۴۴

دستگاه رادیوگرافی دندان ۲۴۶

فصل نهم: آشنایی با ابزار احیاء مریض (CPR) ۲۵۱

اینتوباسیون ۲۵۳

تراکئوستومی ۲۵۴

تجهیزات بخش CPR ۲۵۵

تخت CPR ۲۵۶

آمبوبگ ۲۵۶

فصل دهم: کنترل کیفی تجهیزات پزشکی ۲۶۱

کالیبراسیون ۲۶۱
فواید کنترل کیفی تجهیزات پزشکی ۲۶۱
شرح آزمون کنترل کیفی برخی دستگاههای عمومی بیمارستانی ۲۶۲
فواصل کنترل کیفی ۲۶۹
تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه (PM) ۲۷۰
پیاده سازی مدیریت PM در بیمارستان ۲۷۰

پیوست

فصل یازدهم: تجهیزات معاینه عمومی ۲۷۳

گوشی پزشکی (استتوسکوپ) ۲۷۳
فشارسنج (SPHYGMOMANOMETER) ۲۷۸
اتوسکوپ (OTOSCOPE) ۲۸۲
لارنگوسکوپ (LARYNGOSCOPE) ۲۸۴
افتالموسکوپ (OPHTHALMOSCOPE) ۲۸۸
چراغ پیشانی (HEAD LIGHT) ۲۹۴

فصل دوازدهم: تجهیزات آزمایشگاهی ۲۹۹

فور یا OVEN ۲۹۹
اتوکلاو ۳۰۰
سانتریفوژ ۳۰۱
دستگاه‌های اسپکتروفتومتر ۳۰۲
اتوآنالایزر ۳۰۲
سل کانتر (CELL COUNTER) ۳۰۴
بلادگز ۳۰۵
بن ماری ۳۰۵
میکروسکوپ آزمایشگاهی ۳۰۶

فصل سیزدهم: دستگاه‌های فیزیوتراپی ۳۱۱

دیاترمی ۳۱۱
دستگاه TENS ۳۱۱
اولتراسوند ۳۱۲
کاربرد تشخیصی (سونوگرافی) ۳۱۳
سونوتراپی ۳۱۳

فصل چهاردهم: سایر تجهیزات پزشکی و بیمارستانی ۳۱۹

انکوباتور ۳۱۹
دستگاه اندوسکوپی ۳۲۱
دستگاه فیکو ۳۲۳
دستگاه لاپاروسکوپی ۳۲۵
دستگاه سنگ شکن کلیه ۳۲۶
دستگاه پمپ قلب ۳۲۷
پیس میکر ۳۲۸
دستگاه شنوایی سنجی(ادیومتری) ۳۳۰
نگاتوسکوپ ۳۳۱
نبولایزر ۳۳۱
تردمیل ۳۳۲
تورنیکت ۳۳۳
فتوتراپی ۳۳۴
وارمر نوزاد ۳۳۵
ونوسکوپ ۳۳۵
پمپ تشک مواج ۳۳۶
گان و شان ۳۳۷
ابسلانگ ۳۳۸
سیستم گازهای طبی ۳۳۹
ترانسدیوسر فشار خون ۳۴۱

۱

فصل اول

سینا درمان
www.DEZMED.com

تجهیزات و لوازم پزشکی

(تقسیم‌بندی تجهیزات پزشکی)

تجهیزات و لوازم پزشکی (تقسیم‌بندی تجهیزات پزشکی)

تجهیزات پزشکی به تجهیزاتی اطلاق می‌شود که در مراکز درمانی شامل خانه‌های بهداشت، درمانگاه‌های خصوصی و دولتی، کلینیک‌ها، بیمارستان‌های عمومی، تخصصی و فوق‌تخصصی و با هدف تشخیص و درمان بیماری‌ها و یا با اهداف آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تجهیزات پزشکی را می‌توان به دو دسته تجهیزات تهاجمی و غیرتهاجمی تقسیم نمود.

تجهیزات تهاجمی (Invasive Device)

در این نوع تجهیزات نیاز است به منظور تشخیص یا درمان بیماری بخشی از دستگاه به داخل بدن وارد شود.

مانند الکتروکوتر، فشار خون تهاجمی(IBP)، دیالیز و ...

تجهیزات غیرتهاجمی (Non Invasive Device)

تجهیزاتی که برای کاربردهای تشخیص و درمان نیازی به وارد کردن بخشی از دستگاه به داخل بدن وجود ندارد.

مانند پالس اکسی‌متر، الکتروکاردیوگراف، دستگاه نوار قلب (EEG).

تجهیزات پزشکی از منظری دیگر قابل تفکیک به دو گروه تجهیزات تشخیصی و درمانی هستند.

تجهیزات تشخیصی

این تجهیزات در تشخیص بیماری‌ها به پزشک کمک می‌کنند. از جمله این تجهیزات می‌توان به دستگاه‌های زیر اشاره کرد :

اسپیرومتر، الکترونسفالوگرام، تجهیزات فراصوتی (اولتراسونیک)، تجهیزات پرتوپزشکی، تجهیزات پزشکی هسته‌ای، شنوایی‌سنج (ادیومتر)، الکتروکاردیوگرام، سی تی اسکن، ثبت نوار عصب و عضله.

تجهیزات درمانی

تجهیزاتی که نقش درمانی داشته و در درمان بیماری‌ها به‌کار گرفته می‌شوند. مانند: الکتروکوتر، الکتروشوک، لیگاشور و ...

در ادامه فهرستی از دستگاه‌ها و تجهیزات پزشکی مورد استفاده در بیمارستان‌ها بر حسب بخش‌های مختلف آورده شده است.

تجهیزات معاینه عمومی

تجهیزاتی که در معاینه عمومی بیماران مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دستگاه‌ها شامل : فشارسنج جیوه‌ای، فشارسنج عقربه‌ای، فشارسنج دیجیتال، گوشی پزشکی، لارینگوسکوپ، افتالموسکوپ، اتوسکوپ، رتینوسکوپ، ترازو، چراغ قوه، آبسلانگ و دماسنج طبی هستند.

تجهیزات عمومی بیمارستان

این وسایل جزء تجهیزات پایه‌ای هر بیمارستان هستند و در بیشتر مراکز درمانی دیده شده و استفاده می‌شوند.

مانند: الکتروکاردیوگراف، مانیتورینگ، الکتروشوک، ونتیلاتور، ماشین بیهوشی، پالس اکسی متر، پمپ سرنگ، پمپ سرم و ...

تجهیزات بخش گوش و حلق و بینی (ENT)

این بخش شامل تجهیزاتی همچون اتوسکوپ، لارینگوسکوپ، استتوسکوپ، گوشی پزشکی و ... می‌باشد.

تجهیزات بخش نوزادان و اطفال

بخش اطفال شامل تجهیزات بخش‌های ویژه نوزادان (NICU) و ویژه اطفال (PICU) و همچنین بخش‌های عمومی نوزادان و اطفال می‌باشد. از جمله تجهیزات این بخش می‌توان انکوباتور، فتوتراپی، ترازو، وارمر، ونتیلاتور را نام برد.

تجهیزات بخش مغز و اعصاب

یکی از تجهیزات مهم و تخصصی این بخش دستگاه الکتروانسفالوگرم (EEG) می‌باشد که با هدف ثبت فعالیت‌های مغز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تجهیزات بخش جراحی

شامل ابزار جراحی و تجهیزات تخصصی جراحی می‌باشد.

تجهیزات بخش اورژانس

از جمله تجهیزات مورد استفاده در این بخش می‌توان ترالی اورژانس، الکتروشوک، پالس اکسی‌متر، ونتیلاتور پرتابل، ست معاینه عمومی، مانیتورینگ و تخت احیاء را نام برد.

تجهیزات بخش داخلی

این بخش شامل تجهیزات بخش داخلی عمومی، بخش دیالیز، بخش عفونی، بخش قلب، بخش CCU و بخش ICU می‌باشد.

تجهیزات آزمایشگاهی

بن ماری آزمایشگاهی، دستگاه آنالیزور، فلیم فوتومتر، الکترولیت آنالایزر، دستگاه سانتریفوژ، سل کانتر، دستگاه فتومتر (طیف سنج مواد تشکیل دهنده خون)، اتوآنالایزر، کیت‌های آزمایشگاهی تشخیص طبی تجهیزاتی هستند که در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تجهیزات تصویربرداری

بخش تصویربرداری از بخش‌های درآمدزای بیمارستان بوده و تجهیزات آن از جمله رادیولوژی، MRI، آنژیوگرافی، ماموگرافی، فلوروسکوپی و سی تی اسکن جزو وسایل سرمایه‌ای و گران‌قیمت بیمارستان‌ها محسوب می‌شوند.

وسایل زنان و زایمان

به عنوان نمونه‌ای از تجهیزات تخصصی موجود در بخش زنان و زایمان می‌توان فتال مانیتورینگ (جنین‌یاب (سونی کید)) و دستگاه سونوگرافی را نام برد.

تجهیزات اتاق عمل

این بخش شامل دستگاه بیهوشی، چراغ سیالتیک، مانیتورینگ، گازهای بیهوشی، دستگاه ساکشن (مکش)، الکتروکوتر، گان جراحی و لباس اتاق عمل، شان‌ها، تورنیکه، کاپنوگراف ابزارهای جراحی و ... می‌باشد.

تجهیزات دندانپزشکی

از جمله تجهیزاتی که در یک مطب دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به یونیت دندانپزشکی، آمالگاماتور، لایت کیور، کویترون، فورسپس اشاره نمود.

تجهیزات مصرفی

تجهیزات مصرفی که در بخش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند بسیار متنوع و گسترده می‌باشند، برخی از این گونه تجهیزات عبارتند از: نخ جراحی، کاغذهای مختلف، دستکش جراحی، کیسه ادرار، باند و گاز، سوزن‌های بیوپسی، باند گچی، فیلم رادیولوژی، سرنگ، داروی ظهور و ثبوت، فیلترهای مختلف آزمایشگاهی، ماسک‌های ضدگاز، مواد ضدعفونی کننده، کیت‌های تشخیص طبی، سوزن فیستولا، سوند فولی، سوزن بخیه، ست تزریق خون، الکترودهای آزمایشگاهی و ...

۲

سینا درمان
www.DEZMED.com

فصل دوم

آشنایی با نحوه عملکرد و استانداردهای دستگاه‌های اتاق عمل

آشنایی با نحوه عملکرد و استانداردهای دستگاه‌های اتاق عمل

اتاق عمل قسمتی از بیمارستان یا مرکز درمانی است که برای انجام جراحی در نظر گرفته می‌شود. اتاق عمل به عنوان یکی از مراکز مهم تولید درآمد بیمارستان، قلب تپنده بیمارستان نام گرفته است به گونه‌ای که ادامه کار اتاق عمل به طور منظم و مؤثر می‌تواند باعث حفظ بقای اقتصادی بیمارستان شود.

شکل ۱- فضای داخل یک اتاق عمل

اتاق عمل در بیمارستان فضایی کاملاً استریل است و لازم است تجهیزات پزشکی و تمامی ابزارهای لازم جهت عمل ضد عفونی شده باشند. کوچک‌ترین آلودگی در این محیط منجر به بروز خطرات جبران ناپذیری برای کادر درمان و مخصوصاً بیماران می‌شود. لذا لزوم استریل و بهداشتی بودن فضای اتاق عمل امری اجتناب ناپذیر است.

- **تجهیزات موجود در اتاق عمل**

تخت جراحی در مرکز اتاق قرار می‌گیرد و باید قابلیت‌هایی همچون امکان تنظیم ارتفاع و یا متمایل شدن به جهتی خاص را دارا باشد و به راحتی با موقعیت‌های مختلف مورد نیاز برای جراحی هماهنگ

باشد. نوری که چراغ‌های اتاق عمل(چراغ سیالتیک) ایجاد می‌کنند باید نور روشن و بدون سایه باشد.

ماشین بیهوشی در بالای قسمت سر تخت جراحی قرار می‌گیرد. این ماشین توسط لوله‌هایی با بیمار در ارتباط است و به فرایند تنفس بیمار در طول جراحی کمک می‌کند. مانیتورها در فرایند اندازه‌گیری علائم حیاتی بیمار در طول بیهوشی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ابزارهای جراحی استریل مورد استفاده در طول عمل، بر روی یک میز استریل قرار می‌گیرند.

وجود دستگاه الکتروکوتر در اتاق عمل این امکان را فراهم می‌آورد که بافت بیمار توسط جریان الکتریکی برش داده شده و جهت به حداقل رساندن میزان خونریزی، امکان بند آمدن همزمان خون نیز مهیا باشد. دستگاه ساکشن نیز باید در اتاق موجود باشد تا ترشحات بیمار را از ناحیه عمل خارج سازد.

- **محیط اتاق عمل**

افراد حاضر در اتاق جراحی باید لباس مخصوص اتاق عمل را بر تن داشته باشند تا از رساندن عامل عفونت به محل عمل، جلوگیری نمایند. این لباس شامل اجزای زیر می‌باشد:

- لباس مخصوص اتاق عمل که گان نام دارد.
- کلاه مخصوص برای سر که موها را به طور کامل بپوشاند.
- ماسک جراحی که جلوی انتشار بخار دهانی را بگیرد.
- وجود دستکش استریل برای افرادی که با بیمار تماس مستقیم دارند.

- **محدوده‌های اتاق عمل**

- منطقه غیراستریل یا آلوده: به وسیله خط قرمز از منطقه استریل مجزا می‌شود.
- منطقه تمیز
- منطقه استریل: فقط پرسنل اتاق عمل و کلیه کسانی که لباس مخصوص اتاق عمل بر تن دارند و در حالی که ماسک بر دهان دارند، می‌توانند در این مکان حضور داشته باشند.

در ادامه به شرح تجهیزات مهم و رایج اتاق عمل پرداخته خواهد شد.

چراغ اتاق عمل (چراغ سیالتیک)

ایده طراحی چراغ اتاق عمل، ایجاد نوری مشابه نور روز (نور خورشید) و بدون حرارت و با عمق نفوذ زیاد است به نحوی که جراح وجود چراغ را حس نکرده و پس از اولین تنظیم چراغ، تمام توجه خود را به بیمار و جراحی معطوف نماید. بر مبنای چنین طرحی برای اولین بار در اواخر قرن نوزدهم توماس ادیسون برای انجام یک عمل جراحی، نور یک روز آفتابی را با استفاده از ۱۵ عدد شمع و تعدادی آینه شبیه‌سازی کرد. امروزه با فراهم آوردن فن‌آوری فیلترهای نوری، لامپ‌های با طیف نور اصلاح شده و رفلکتورهایی با طراحی بسیار دقیق، امکان به دست آوردن نوری ایده‌آل برای اعمال جراحی مختلف به وجود آمده است. در شکل زیر نمونه‌ای از چراغ سالتیک را مشاهده می‌نمایید.

شکل ۲- چراغ سیالتیک در اتاق عمل

ویژگی‌های چراغ اتاق عمل

مهم‌ترین ویژگی‌های چراغ اتاق عمل را می‌توان به صورت زیر عنوان نمود:

- **برخورداری از نور کافی، متناسب با هر نوع عمل جراحی**

متناسب با هر نوع عمل جراحی خاص، شدت روشنایی و سطح روشنایی خاصی مورد نیاز می‌باشد. در چراغ‌های مختلف، این دو پارامتر با دو مقدار شدت روشنایی (بر حسب Lux) و قطر میدان روشنایی (بر حسب سانتی‌متر) بیان شده و بر اساس استانداردهای مختلف برای شرایط خاص به دست می‌آیند.

- **برخورداری از نوری مشابه نور روز**

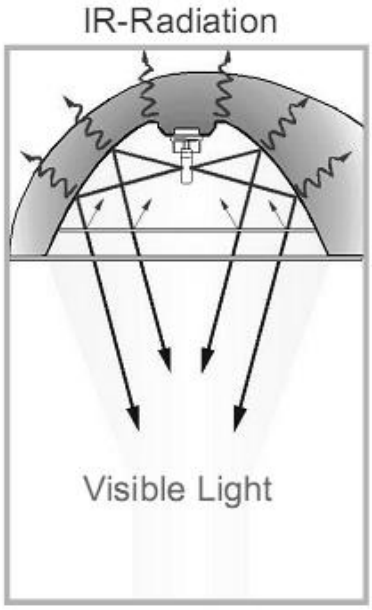
نور خورشید، ترکیبی از کلیه نورهای طیف مرئی و محدوده وسیعی از طیف‌های نامرئی (مادون قرمز و فرابنفش) است که به رنگ سفید متمایل به زرد کم‌رنگ دیده می‌شود. در نظر گرفتن طیفی مشابه با طیف نور مرئی خورشید در چراغ‌های سیالتیک، حداقل خستگی چشم و خطای تشخیص رنگ را موجب خواهد شد.

این امر با فیلتر مناسب طیف نور متصاعد شده از یک لامپ هالوژن و به خصوص نورهای مربوط به محدوده مادون قرمز به همراه بخشی از طیف نور قرمز تحقق خواهد یافت.

- **ایجاد نور سرد با استفاده از فیلترهای نوری مناسب**

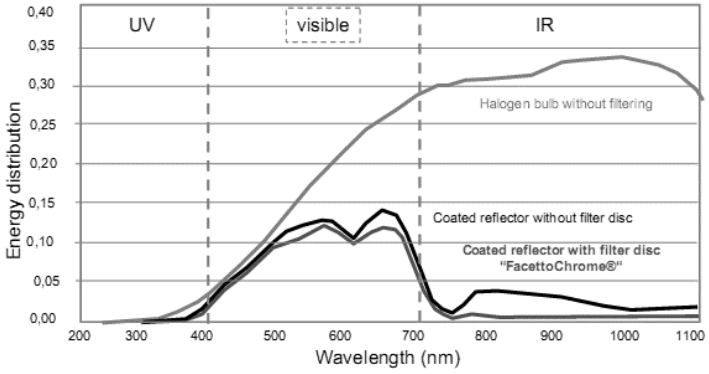
در عمل‌های جراحی و به ویژه در جراحی‌های طولانی، کاهش عمده حرارت در اطراف سر و گردن جراح و همچنین در منطقه عمل ضروری به نظر می‌رسد. حداکثر افزایش دما در اطراف سر جراح و منطقه عمل بر اساس استانداردهای خاص تعیین می‌شود.

به طور کلی ساختمان اپتیکی یک چراغ اتاق عمل از یک لامپ هالوژن (که طیف وسیعی از نور مرئی و مادون قرمز ایجاد می‌کند)، یک رفلکتور (جهت بازتاب نور و فیلتر کردن بخشی از نورهای ناخواسته) و یک فیلتر مادون قرمز (در مسیر نورهای بازتاب شده از رفلکتور) تشکیل شده است.

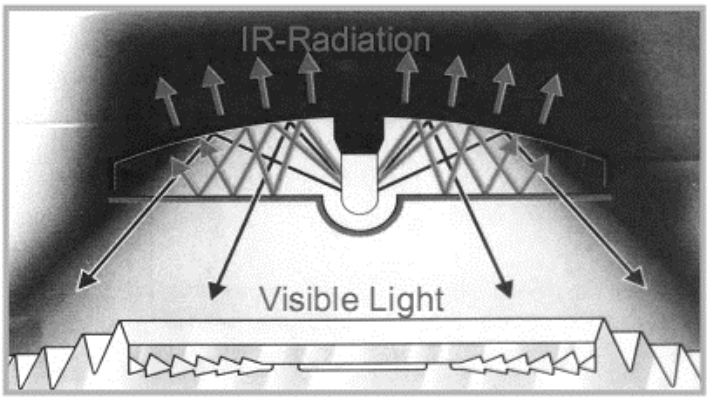


شکل ۳- نحوه تشکیل نور سرد در چراغ سیالتیک

به منظور به دست آوردن کیفیت مناسب نور در چراغ سیالتیک ترکیب مناسبی از هر سه قسمت فوق ضروری است. در شکل‌های زیر می‌توان ساختمان داخلی و نحوه جذب حرارت یک چراغ سیالتیک را که به صورت شماتیکی نمایش داده شده است، مشاهده کرد.



شکل ٤- نمودار توزیع انرژی در طول موج‌های مختلف در چراغ سیالتیک



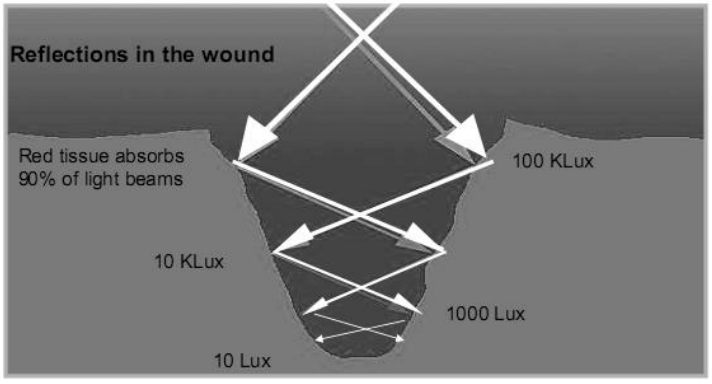
شکل ۵- ساختار داخلی یک چراغ سیالتیک

- **قابلیت نفوذ نور در منطقه عمل**

برخورداری از چنین ویژگی به دو دلیل اصلی در چراغ‌های اتاق عمل مورد نیاز می‌باشد:

- نیاز به روشن نمودن داخل منطقه عمل که ممکن است دارای عمق زیادی باشد.
- عدم نیاز به جابجایی چراغ یا تنظیم مجدد آن در صورت تغییر ارتفاع تخت جراحی

در حالت عادی در رفلکتورهایی که به صورت یک سطح بیضی شکل ساخته شده باشند عمق نفوذ در حدود چند سانتی‌متر است. برای وضوح دید در عمق منطقه عمل نیاز به تغییر متوالی فوکوس چراغ وجود دارد.



شکل ٦- قابلیت عمق نفوذ در بافت در چراغ‌های سیالتیک

- **ایجاد حداقل سایه در منطقه عمل**

به دلیل موقعیت قرارگیری چراغ در بالای سر جراح و امکان قرار گرفتن شانه و یا سر جراح در مسیر نور در طراحی منبع نور و رفلکتورها روش‌هایی برای کاهش سایه به کار برده می‌شوند که شامل موارد زیر هستند:

الف) افزایش اندازه رفلکتور و طراحی آن به شکل سطح بیضی شکل به منظور همگرا کردن نورهای منعکس شده. این روش به عنوان ابتدایی‌ترین روش به کار رفته، مانع از ایجاد سایه‌های پررنگ در منطقه عمل می‌شود. به طور کلی به چنین چراغ‌هایی (تک نور) Single light و یا (تک کانون) Mono focal گفته می‌شود.

ب) استفاده از منابع نور متعدد با زاویه‌های مناسب به طوری که نقاط کانونی آن‌ها در منطقه عمل بر یکدیگر منطبق شوند.

چنین روشی علی‌رغم هزینه بیشتر ساخت، که مستلزم بکارگیری تعداد بیشتری رفلکتور و لامپ می‌باشد، موجب از بین رفتن بهتر اثر سایه می‌شود. در این روش چند نقطه‌ای بودن منبع نور موجب می‌شود که علاوه بر عدم ایجاد سایه در منطقه عمل، یکنواختی نور حفظ شود. به طور کلی به چنین چراغ‌هایی تک نور (Multi Star) و یا تک کانون (Multi focal) گفته می‌شود.

- **طراحی مناسب و کاربردی چراغ**

در این طراحی نکات زیر در نظر گرفته می‌شود:

۱) بهره‌مندی از یک طراحی بهینه جهت تغییر وضعیت و تنظیم چراغ و همچنین استفاده از بازوهای خاص برای ایجاد حالت بی‌وزن، درجات آزادی و زوایای چرخش بیشتر.
۲) استفاده از حداقل تکنولوژی الکترونیکی برای اجتناب از پیچیدگی و آسیب‌پذیری.
۳) سهولت سرویس دستگاه و تعویض لامپ‌ها.
۴) امکان جداسازی اجزایی که با دست در تماس می‌باشند (مانند دسته تنظیم چراغ) با هدف سهولت در انجام عملیات استریل و نظافت.

۵) عدم وجود درز و شکاف‌هایی که ممکن است موجب انباشتگی آلودگی و عفونت شود.

۶) فرم آیرودینامیک هدلایت برای ممانعت از ایجاد اغتشاش هوا در اطراف سر جراح در مواردی که تهویه از سقف انجام می‌شود.

- **تنوع هدلایت‌ها و مدولار بودن چراغ اتاق عمل**

وجود انواع مختلف هدلایت با قطر میدان روشنایی و شدت نورهای مختلف امکان انتخاب مناسب بر حسب کاربرد را برای عمل‌های جراحی متفاوت فراهم می‌آورد.

الکتروکوتر (الکتروسرجری)

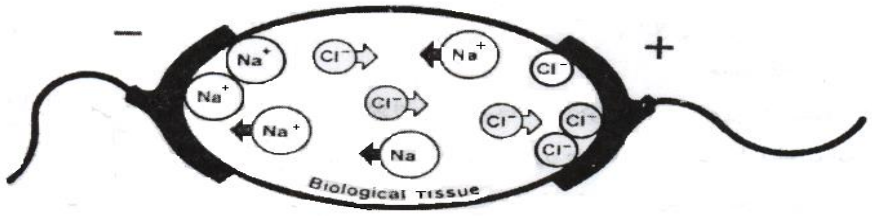
در انجام عمل‌های جراحی، ایجاد برش در بافت به وسیله تیغ‌های جراحی منجر به پاره شدن بافت‌ها، مویرگ‌ها و رگ‌ها در نواحی غیر مرتبط و مجاور با منطقه مورد نظر می‌شد و گاهاً انعقاد خون پس از اتمام عمل غیرممکن بود. در بسیاری از جراحی‌های ساده بیمار با کمبود خون مواجه می‌شد و گاهی نیز در اثر پارگی شریان‌های بزرگ قرار گرفته در مسیر جراحی، بیمار خون زیادی را از دست می‌داد که در برخی موارد منجر به مرگ وی می‌شد. این خونریزی‌های اضافه حین عمل سرعت کار را در سیستم برش با تیغ (چاقوی) جراحی پائین می‌آورد و بعد از عمل بیمار تا مدت‌ها خونریزی داشت و به خون نیاز داشت. دستگاه کوتر بر تمام این مشکلات فائق آمده و با مدهای مختلف، باعث ایجاد برش‌هایی دقیق و با خونریزی بسیار کمتر شده است.

اثرات عبور جریان از بدن

بافت‌های حیاتی دارای ویژگی هدایت الکتریکی قابل ملاحظه‌ای هستند و جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور می‌دهند. عبور جریان بسته به نوع و فرکانس آن اثرات متعددی را در بافت به وجود می‌آورد.

- **اثر الکترولیتی (جریان‌های DC)**

هنگام استفاده از جریان DC یون‌های مثبت به سمت قطب منفی و یون‌های منفی به سمت قطب مثبت حرکت می‌کنند. جریان DC به خاطر اثرات حرارتی و الکترولیتی روی بافت برای استفاده در جراحی الکتریکی نامناسب است. این جریان در محل الکترودها ایجاد اسید و باز می‌کند. این اثر در یونتوفورز استفاده می‌شود؛ اما امکان استفاده از آن در جراحی الکتریکی، به علت آسیب الکترولیتی به بافت وجود ندارد.

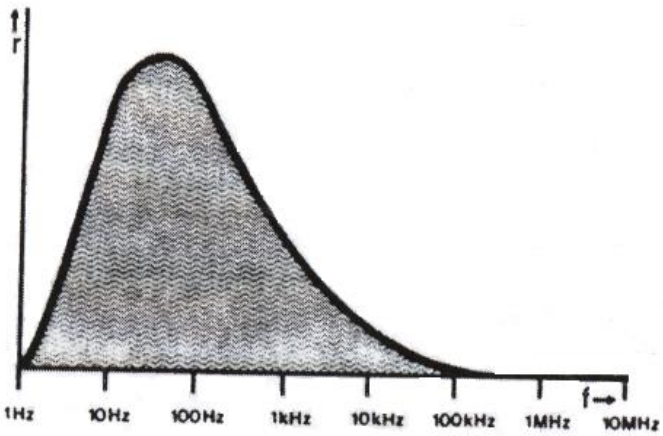


شکل ۷- اثر الکترولیتی در جریان‌های مستقیم (DC)

- **اثر فارادیک (جریان‌های AC)**

بکارگیری جریان متناوب با فرکانس تا حدود ۲۰۰۰ هرتز منجر به ایجاد اثر فارادیک در بافت‌ها می‌شود. این جریان، اثرات حرارتی دارد. به علاوه این فرکانس‌ها اثر فارادیک دارند که باعث تحریک عصبی عضلانی می‌شود. از اثر فارادیک در درمان و تشخیص تحریک الکتریکی (مثلاً برای درمان ضعف ماهیچه‌ای) استفاده می‌شود.

همان‌گونه که در شکل زیر مشاهده می‌کنید بیشترین تأثیر فارادیک در فرکانس‌های زیر ۲ کیلوهرتز می‌باشد.



شکل ۸- منحنی اثرات فارادیک در جریان‌های AC

- **اثر حرارتی**

عبور جریان الکتریکی منجر به ایجاد انرژی حرارتی در بافت‌ها می‌شود.

اگر مقدار انرژی حرارتی را با Q (j) نشان دهیم، شدت جریان الکتریکی I (A)، مقاومت الکتریکی بافت R (Ohm) و زمان عبور جریان t (Sec) باشد، خواهیم داشت:

$$Q = I^2.R.t$$

از اثر حرارتی به وجود آمده در بافت جهت ایجاد برش و انعقاد استفاده می‌شود.

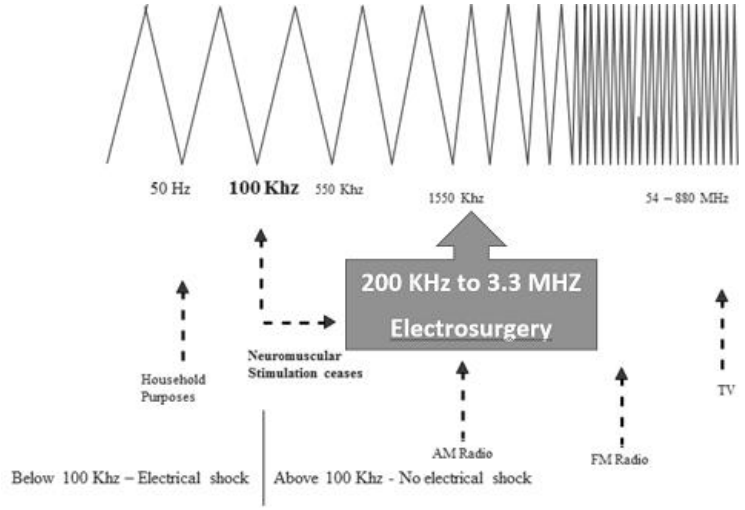
- **فرکانس مورد استفاده در دستگاه الکتروکوتر**

جریان مناسب برای استفاده در جراحی الکتریکی جریان متناوب با فرکانس بالای ۳۰۰ کیلوهرتز است. چنین جریانی مانع از تحریک عصبی عضلانی و ایجاد اسید و باز در بافت‌ها می‌شود.

- **مزایای جراحی الکتریکی نسبت به جراحی عادی با بکارگیری ابزارهای مکانیکی**
  - امکان توقف خونریزی
  - استریل بودن الکترود به واسطه حرارت موضعی
  - بهبودی سریع و عدم ایجاد عفونت
  - حفاظت بافت از پارگی و یا کوفتگی
  - جلوگیری از پخش شدن ذرات خون به اطراف

دستگاه الکتروکوتر

دستگاه الکتروکوتر با توجه به مد استفاده شده از یک قلم تک قطبی و یا دو قطبی استفاده کرده و توسط جریان‌های فرکانس دار باعث ایجاد برش‌های مختلف می‌شود. برش‌هایی که می‌توانند منجر به انعقاد خون شده و مانع از خونریزی شوند. همچنین این دستگاه دارای یک مد به نام انعقاد است که اختصاصاً برای منعقد کردن خونریزی بافت‌ها استفاده می‌شود. توضیحات دقیق هر کدام از مدهای دستگاه در ادامه بیان خواهد شد.



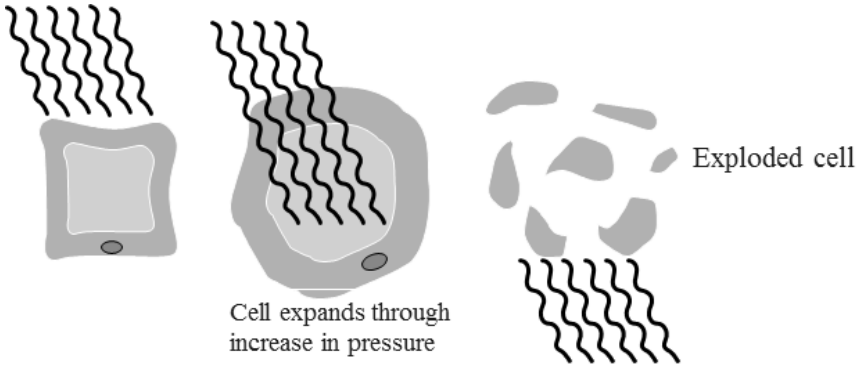
شکل ۹- فرکانس کاری دستگاه الکتروکوتر

مدهای الکتروکوتر

از اثرات حرارتی جریان‌های فرکانس بالا به منظور برش و یا انعقاد بافت‌ها همراه با توقف خونریزی استفاده می‌شود.

- **مد برش (Cut)**

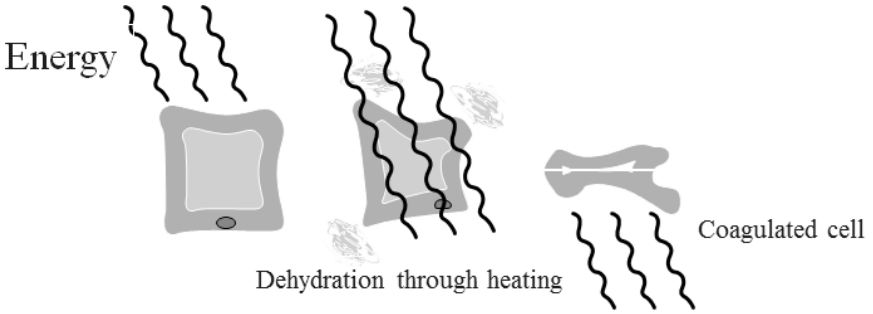
در صورتی که چگالی جریان گذرنده از بافت به مقدار کافی زیاد باشد، مایعات درون سلولی به سرعت گرم و تبخیر شده و فشار بخار درون سلول‌ها باعث ترکیدن و پاره شدن غشاء آن‌ها می‌شود، این پدیده منجر به باز شدن یا برش بافت می‌شود.



شکل ۱۰- رفتار سلول در مد برش دستگاه الکتروکوتر

- **مد انعقاد (Coagulation)**

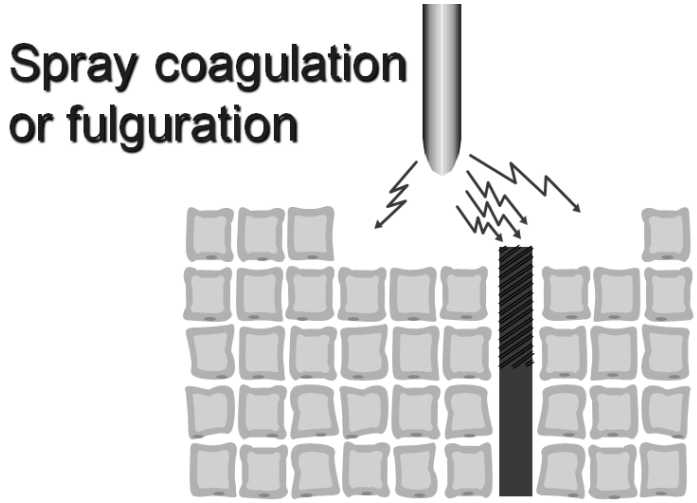
در تمام جراحی‌ها استفاده از انعقاد الکتریکی به منظور جلوگیری از خونریزی‌هایی که به دنبال برش بافت ایجاد می‌شوند، ضروری است. در اثر اعمال جریان با چگالی جریان کمتر از حالت برش، انرژی حرارتی سلول‌های بافت به تدریج افزایش یافته و موجب تبخیر آب موجود در داخل و خارج سلول می‌شود. این عمل منجر به جمع شدن بافت شده و بدین ترتیب عمل انعقاد صورت می‌گیرد.



شکل ۱۱- رفتار سلول در مد انعقاد دستگاه الکتروکوتر

- **مد انعقاد غیر تماسی (Fulguration/non contact coagulation/ Spray coagulation)**

این نوع انعقاد با جریان فرکانس بالا، ولتاژ زیاد و مدولاسیون قوی انجام می‌شود و نیاز به تماس الکترود با بافت ندارد. در این روش معمولاً از الکترودهای باریک و کوچک استفاده می‌شود و بین بافت و الکترود فاصله هوایی وجود دارد. از این روش جهت توقف خونریزی عروق خونی که مستقیماً نمی‌توان به آن‌ها دسترسی پیدا کرد استفاده می‌شود.



شکل ۱۲- مد انعقاد غیر تماسی و تأثیر آن بر روی بافت

- **مد ترکیبی (Blend)**

در این مد دو عملکرد برش و انعقاد به طور همزمان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

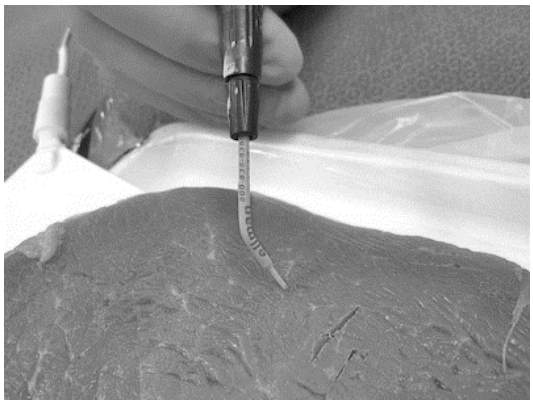
اجزاء دستگاه الکتروکوتر

- قلم تک قطبی
- الکترودهای قلم تک قطبی مخصوص برش و انعقاد
- صفحه بیمار با کابل اتصال به دستگاه
- پدال پایی دوگانه مخصوص برش و انعقاد که پدال زرد رنگ آن مخصوص برش و پدال آبی رنگ مخصوص انعقاد است.
- پنست دو قطبی و کابل اتصال آن به دستگاه

روش تک الکترود فعال یا Monopolar

در این روش جریان فرکانس بالا از الکترود فعال در دست جراح (چاقوی جراحی) وارد بدن شده و سپس به الکترود دیگر که دارای سطح مقطع بزرگ است و نامیده می‌شود می‌رود. این مسیر نباید

از قسمت‌های حساس بدن عبور کند و در صورت استفاده همزمان از ECG باید بین الکترود فعال و لیدهای ECG فاصله‌ای وجود داشته باشد.



شکل ۱۳- نمایی از برش در حالت منوپولار

تکنیک دو قطبی یا Biopolar

در این روش الکترود زمین (plate) حذف شده و از دو الکترود که در یک پروب دوقطبی (Biopolar) به طور مجتمع قرار دارند استفاده می‌شود. جریان از یک سر به بافت وارد شده و از سر دیگر به دستگاه بازمی‌گردد و از این رو به بخش‌های پیرامونی که مورد نظر جراحی نیستند، وارد نخواهد شد.

نکات مهم در هنگام استفاده از الکترود برگشتی

- عدم اتصال صحیح الکترود برگشتی به بدن بیمار می‌تواند باعث سوختگی شدید و یا عدم کارآیی صحیح دستگاه شود. همواره جوری قرار دهید که حداکثر تماس را با بیمار داشته باشد، زیر کتف یا زیر ران.
- محل قرار گرفتن الکترود برگشتی باید جایی باشد که حداقل عبور جریان از بیمار را نتیجه دهد. می‌بایست در کوتاه‌ترین فاصله ممکنه از عمل جراحی قرار داشته باشد. همچنین محل الکترود به گونه‌ای انتخاب گردد که حتی‌الامکان جریان از قفسه سینه و یا الکترودهای مانیتورینگ عبور ننماید.

- مدار باید طوری بسته شود که کوتاه‌ترین مسیر را در بدن طی نماید و از قفسه سینه عبور نکند. در اعمال جراحی شکمی برای نیل به این منظور، الکترود برگشتی روی پا نصب می‌شود تا جریان از قفسه سینه عبور نکند. اگر جراحی از کتف به بالا صورت گیرد، بر روی کتف بسته می‌شود و اگر محدوده جراحی از زیر شکم تا پایین پا است، به ران بسته می‌شود.

- **نحوه استفاده صحیح**

۱- تمامی سطح الکترود خنثی به بدن بیمار و حتی‌المقدور نزدیک به محل جراحی بسته شده باشد.

۲- برای جلوگیری از سوختگی، بیمار با قطعات فلزی همچون پایه تخت تماس نداشته باشد.

۳- محل‌هایی که در معرض تعرق هستند، با پارچه خشک جدا گردند.

۴- در صورت استفاده از مانیتور، حداکثر فاصله بین مانیتور تا الکترود رعایت شود.

۵- به علت ایجاد جرقه در الکترودها، از به کار بردن مواد بیهوشیِ قابل اشتعال در مواردی که فاصله عمل در نزدیکی سر بیمار است، اجتناب گردد.

۶- در بیمارانی که pacemaker قلبی دارند، تداخل فرکانس ممکن است موجب خطرآفرینی شود.

۷- قبل از عمل جراحی فرکانس بالا، باید مواد پاک کننده که خاصیت اشتعال‌پذیری دارند، از محل به طور کامل تبخیر شوند.

۸- بیمار با کابل‌های دستگاه اتصال نداشته باشد.

۹- کیفیت و عملکرد صحیح لوازم جانبی کنترل و بررسی شود.

ابزار جراحی

انجام عمل جراحی بدون استفاده از ابزار جراحی تقریباً ناممکن است. جراح در هنگام جراحی باید بافت‌ها را برش دهد، بدوزد، وسایلی را داخل بدن بکارد و یا اینکه اندامی را پس از برش دادن از بدن خارج کند. وسایل جراحی ممکن است کوچک یا بزرگ، کوتاه یا بلند، راست یا خمیده، تیز و یا کُند باشند. کلیه وسایل جراحی را می‌توان بر حسب کاربردشان طبقه‌بندی کرد.

طبقه‌بندی وسایل جراحی

- **وسایل بریدن و جدا کردن**

شامل:

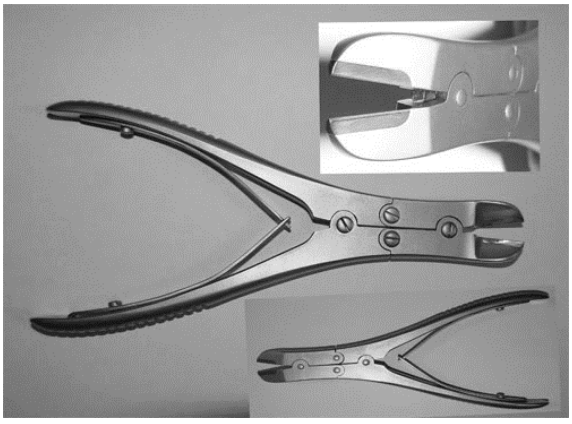
۱- **چاقوهای جراحی:** از تیغه‌ها با اشکال و زوایای متفاوت جهت انجام جراحی‌های مختلف تشکیل شده است که این تیغه‌ها بر روی دسته‌های مخصوص خود سوار می‌شوند.

شکل ۱٤- تیغ‌های بیستوری در مدل‌ها و سایزهای مختلف

۲- **قیچی‌های جراحی:** تیغه‌های قیچی ممکن است صاف، زاویه‌دار، خمیده، نوک تیز و یا کُند باشند. دسته قیچی ممکن است بلند یا کوتاه باشد. قیچی‌ها برای بریدن و جدا کردن بافت‌های بدن، بریدن نخ‌های بخیه و یا بریدن پانسمان استفاده می‌شوند.

شکل ۱۵- قیچی‌های جراحی

۳- **ابزارهای برش استخوان و برداشتن توده‌ها:** بسیاری از این وسایل دارای تیغه‌های مناسب جهت بریدن استخوان و غضروف می‌باشند. این ابزارها شامل: قلم، تیغه برش استخوان، مته و سوهان‌های درشت و ریز می‌باشد.



شکل ۱۶- ابزاری جهت بریدن استخوان‌ها

وسایل نگه‌دارنده

شامل:

۱- پنس‌ها: از پنس‌ها جهت گرفتن، نگه داشتن و بلند کردن بافت‌های نرم و رگ‌های خونی استفاده می‌شود. پنس‌ها دارای تنوع زیادی هستند که هر کدام از آن‌ها برای انجام کاری ساخته شده‌اند و شامل: پنس صاف، پنس دندانه‌دار، پنس آلیس، پنس ببکاک، پنس سنگی، پنس تناکولوم، کلامپ‌ها، پنس نگه‌دارنده استخوان، پنس هموستات (یا رگ‌گیر جهت بستن رگ‌های خونی) و پنس فشاری است.

شکل ۱۷- نمونه‌ای پنس جراحی

۲- رتراکتورها: در هنگام جراحی بافت‌های نرم، ماهیچه‌ها و دیگر قسمت‌های بدن باید به یک طرف کشیده شوند تا موضع جراحی به طور کامل نمایان شود. این کار توسط رتراکتورها انجام می‌شود و شامل: رتراکتور دستی، رتراکتور انعطاف‌پذیر، هوک، رتراکتور خودکار است.

شکل ۱۸- نمونه‌ای از چند رکتاتور دستی

وسایل بخیه زدن

شامل:

- **سوزن‌گیر:** از سوزن‌گیر جهت محکم نگهداشتن سوزن‌های جراحی استفاده می‌شود. سوزن‌گیرها می‌توانند بدون آنکه آسیبی به سوزن و یا نخ وارد کنند، آن‌ها را محکم نگه دارند و شامل: سوزن‌گیر با آرواره‌هایی از جنس کربید تنگستن، سوزن‌گیر شیاردار، سوزن‌گیر بدون شیار است.

شکل ۱۹- سوزن گیر

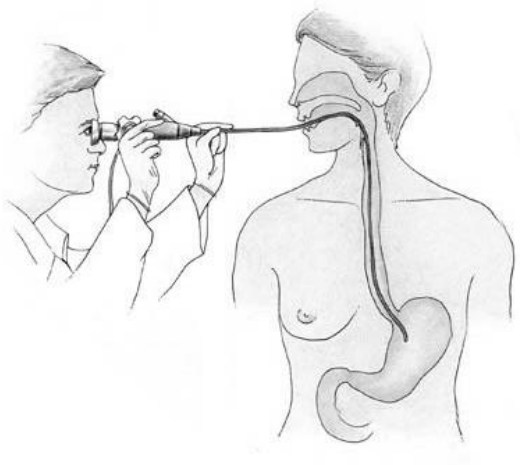
وسایل معاینه

جراحان می‌توانند با استفاده از یک سری وسایل، قسمت‌های مختلف بدن بیمار از جمله حفره‌های بدن و اعضای توخالی را مورد معاینه قرار دهند. همچنین با استفاده از این وسایل می‌توانند بسیاری از جراحی‌های مهم را انجام دهند. این وسایل عبارتند از:

۱- اسپوکلوم: تیغه‌های متحرک اسپوکلوم در مواقع لزوم باز شده و می‌توانند مسیرهایی مثل واژن و رکتوم را باز نگه دارند. همچنین بعضی از اسپوکلوم‌ها می‌توانند حفره‌هایی مثل حفره بینی را باز نگه دارند.

شکل ۲۰- چند نمونه اسپکولوم

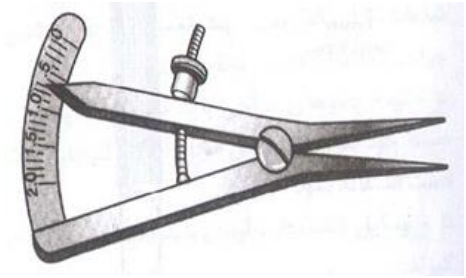
۲- اندوسکوپ‌ها جهت معاینه درون بدن استفاده می‌شوند که از طریق یکی از راه‌های ورودی طبیعی (دهان، بینی، مقعد و ...) وارد بدن بیمار می‌شوند.



شکل ۲۱- آندوسکوپی معده

وسایل اندازه‌گیری

- از خط‌کش‌ها، مقیاس‌های عمقی و وسایل اندازه‌گیری بالینی جهت اندازه‌گیری قسمت‌های مختلف بدن بیمار استفاده می‌شود.
- بعضی از این وسایل برای تعیین اندازه دقیق قسمت‌های مختلف بدن جهت انجام پیوند و انتخاب پروتزهای مختلف از جمله پروتزهای مفصل به کار می‌روند.



شکل ۲۲-Caliper

تخت اتاق عمل

تخت اتاق عمل در هنگام جراحی، فضا و سطحی مناسب برای انجام فرآیند جراحی و تثبیت وضعیت بدن بیمار فراهم می‌آورد. تخت‌های جدید اتاق عمل طوری طراحی شده‌اند که بیمار در حین جراحی بتواند در موقعیت‌های مورد نیاز جراح قرار گیرد. از جمله می‌توان ارتفاع آن‌ها را تنظیم و یا در جهت مطلوب و مورد نظر خم نمود. این تخت‌ها همچنین دارای چرخ و ترمز هستند که قابلیت جابجایی را برای آن‌ها فراهم می‌آورد.

شکل ۲۳- نمایی از یک نمونه تخت اتاق عمل

انواع تخت اتاق عمل

تخت‌های اتاق عمل در دو نوع مکانیکی و الکتریکی موجود می‌باشند. در تخت مکانیکی ساز و کار کنترل تخت مکانیکی بوده و تنظیم وضعیت بیمار به وسیله اهرم‌های دستی امکان‌پذیر است. در نوع الکتریکی، الکتروموتورها وظیفه تنظیم تخت را بر عهده دارند. برخی نمونه‌ها این امکان را با استفاده از کنترل از راه دور فراهم می‌آورند.

- **بخش‌های مختلف تخت اتاق عمل و اتصالات آن**

تخت‌های اتاق عمل زمانی که به حالت صاف قرار دارند، از سه قسمت اصلی سر، تنه و پا تشکیل شده‌اند. بر روی هر کدام از این سه قسمت تشک‌هایی قرار گرفته‌اند که دارای قابلیت جداسازی هستند. در بخش کناری تخت شیارهایی وجود دارد که اتصالات مورد نیاز از جمله جادستی و جاپایی را می‌توان به آن‌ها متصل نمود. تخت‌های جدید به گونه‌ای طراحی شده‌اند که رادیولوسنتیک بوده و امکان تصویربرداری از بیمار را در طول عمل جراحی فراهم می‌آورند.

شکل ۲۴- تخت اتاق تشکیل شده از سه قسمت سر، تنه و پا

جنس روکش و تشک در تخت جراحی

تشک‌های تخت جراحی باید دارای ویژگی‌های خاصی باشند. این تشک‌ها باید بادوام، اشتعال‌ناپذیر، مقاوم در برابر رشد میکروارگانیسم‌ها، دارای قابلیت پرتودهی با اشعه X، مقاوم در برابر وسایل گرم و سرد کننده، پوشیده شده با روکش غیرآلرژیک، آنتی‌استاتیک و راحت باشد. مواد داخل تشک باید در مقابل رشد قارچ‌ها و باکتری‌ها مقاوم باشند. روکش‌های تشک باید از جنس محکمی ساخته شوند اما باید انعطاف‌پذیر باشند تا به راحتی شستشو شوند و در مقابل محلول‌های شوینده‌ی مختلف مقاوم باشند. روکش‌ها باید در برابر گرما مقاوم باشند و ایجاد اصطکاک نکنند، همچنین باید ضدآب باشند تا از نفوذ محلول‌های مختلف به داخل تشک جلوگیری کنند.

کاهندگی فشار از جمله مسائل اولیه‌ای می‌باشد که باید در ساخت تشک‌های تخت عمل در نظر گرفته شود. در طول عمل نه تنها نمی‌توان بیمار را جابجا کرد بلکه مدت زمان قرارگیری بیمار بر روی تخت عمل را نیز نمی‌توان کاهش داد. بنابراین استفاده از تشک‌هایی که فشار وارده به بیمار را کاهش می‌دهند، روشی منطقی برای جلوگیری از ایجاد زخم بستر در طول عمل جراحی می‌باشد.

از مواد مختلفی جهت کم کردن این فشار در ساخت تشک‌های تخت جراحی استفاده می‌شود. این مواد عبارتند از: فوم استاندارد، روکش فومی، فرآورده‌های ژلی، سطح محافظ هوایی

ساکشن

امروزه ساکشن یکی از پر کاربردترین تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌ها است. ساکشن در لغت به معنی مکش بوده و وظیفه اصلی دستگاه ساکشن جلوگیری از تجمع خون و خلط و دیگر مایعات در اطراف بافت آسیب‌دیده است. به عنوان مثال در جراحی قلب باز که تجمع خون در اطراف بافت منجر به عدم دسترسی کافی به تمامی قسمت‌های قلب می‌شود و در دیگر موارد مشابه می‌توان به اهمیت وجود ساکشن پی برد.

شکل ۲۵- نمایی از ساکش‌های بیمارستانی

انواع ساکشن

- **پرتابل (ساکشن آمبولانسی)**

یکی از انواع ساکشن، ساکشن‌های اورژانس و آمبولانسی هستند که به دلیل طراحی خاص بدنه و تجهیزات اختصاصی به کار گرفته شده، بیشترین استفاده را در موارد اورژانسی و داخل آمبولانس دارند. باطری‌های پرتوان داخلی این ساکشن‌ها در وضعیت شارژ کامل می‌توانند دستگاه را در

محدوده‌های زمانی متفاوتی (۴۵ تا ۹۰ دقیقه) از منابع الکتریسیته خارجی مانند برق شهر و باطری اتومبیل بی‌نیاز سازند. این باطری‌ها قابلیت شارژ توسط برق اتومبیل را نیز دارا می‌باشند.

بدنه این نوع ساکشن‌ها مستحکم و سبک و ظرف‌ها از جنس نشکن و قابل اتوکلاو هستند و به سادگی قابل نصب در آمبولانس هستند.

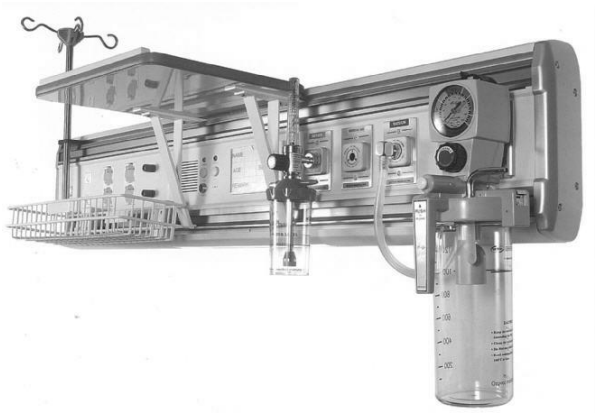
از دیگر خصوصیات این ساکشن‌ها نمایش‌دهنده‌ها و تنظیم‌کننده‌های میزان خلاء و همچنین محفظه فیلتر آنتی باکتریال هستند. نمایشگر و هشداردهنده‌های صوتی و تصویری دستگاه، میزان توان باطری را در شرایط کاری مختلف به کاربر اطلاع می‌دهند.

شکل ۲۶- نمایی از ساکش پرتابل

- **سانترال (ساکشن دیواری)**

نوع دیگری از ساکشن‌ها وجود دارند که در تمام بخش‌های بیمارستان مورد استفاده قرار گرفته و به سیستم خلاء مرکزی متصل می‌شوند. این ساکشن‌ها دارای رگولاتورها و گیج‌های خلاء، فیلترهای آنتی باکتریال و تیوپ‌های سیلیکونی هستند. بر حسب نیاز بخش‌های مختلف از ظرفیت‌های مختلف ساکشن استفاده می‌شود. استفاده از سیستم خلاء مرکزی در اتاق عمل، مشکل صدای ایجاد شده توسط ساکشن‌های موتوردار را برطرف می‌سازد. ساکشن‌های جراحی موتوردار

در اتاق عمل ایجاد سر و صدا می‌نمایند. در صورت استفاده از سیستم خلا، مرکزی این مشکل نیز مرتفع خواهد شد. همچنین از کپسول اکسیژن نیز در اتاق‌ها استفاده نمی‌شود، بلکه از سیستم اکسیژن مرکزی استفاده می‌شود. دریل‌های جراحی (استراکر) که برای بریدن استخوان جمجمه در اتاق‌های عمل از آن‌ها استفاده می‌شود، از هوای فشرده استفاده می‌کنند که به سیستم سانترال بیمارستان وصل است.



شکل ۲۷- نمایی از کنسول موجود در بخش‌های بیمارستانی

ساختمان و طرز کار کلی ساکشن

ساختمان و روش کار انواع مختلف ساکشن‌ها مشابه است و فقط از لحاظ سیستم به کار رفته در پمپ خلاء با یکدیگر تفاوت دارند. قسمت‌های مختلف یک دستگاه ساکشن عبارتند از: ۱) موتور ۲) پمپ خلاء ۳) گیج خلاء ۴) لوله‌های رابط ۵) پیچ تنظیم ساکشن ۶) شیشه ساکشن

- **موتور**

وظیفه موتور به حرکت درآوردن پمپ خلائی است که به آن متصل شده است. بسته به نوع پمپ، موتورهایی با قدرت‌های متفاوت بکار گرفته می‌شوند. که نوع روغنی آن قدرت موتور بالایی دارد.

شکل ۲۸- موتور دستگاه ساکشن

- **پمپ خلاء**

این قسمت مهم‌ترین قسمت ساکشن است که اساس کار آن ایجاد خلاء در پمپ است. پمپ خلاء دارای سه مدل پیستونی، دیافراگمی و روغنی است.

- **گیج خلاء**

برای نشان دادن فشار مکش ساکشن در نظر گرفته شده و درجه‌بندی آن بر اساس دو معیار اندازه‌گیری فشار (mmHg و bar) تنظیم می‌شود.

- **لوله‌های رابط**

لوله‌ها به دو دهانه اصلی پمپ متصل هستند که یکی به منظور مکش (فشار منفی و ایجاد خلاء) و دیگری دمش (فشار مثبت هوا) در نظر گرفته شده‌اند، و خود به چند شاخه فرعی تقسیم می‌شوند.

- **پیچ تنظیم ساکشن**

از آنجایی که بر حسب کاربرد نیاز است عملیات اجرایی ساکشن گاهی در میزان بالای خلاء و گاهی در خلاء پایین صورت پذیرد، این پیچ با هدف تنظیم مقدار خلاء ایجاد شده بر روی بدنه ساکشن تعبیه می‌شود.

شکل ۲۹- پیش تنظیم فشار منفی ساکشن

- **شیشه ساکشن**

محفظه‌ای شیشه‌ای است که با ظرفیت‌های مختلفی ساخته می‌شود. درب ظرف دارای دو ورودی است که یکی برای اتصال به پمپ واکیوم و دیگری برای اتصال به شلنگ ساکشن در نظر گرفته شده‌اند. یک توپ کنترلی نیز درون آن قرار گرفته که با بالا آمدن مقدار مایع درون شیشه مانع از ورود آن به لوله‌های رابط و ادامه عملیات پمپ کرده می‌شود.

- **ساختمان پمپ خلا مکانیکی پره‌ای – روغنی**

با توجه به تفاوت انواع پمپ‌ها از نظر کاربرد، قدرت ایجاد خلاء و ...، ساختمان عملکرد آن‌ها با هم متفاوت است. در اینجا به عنوان نمونه به ساختمان پمپ خلا مکانیکی پره‌ای – روغنی اشاره می‌کنیم.

- **بدنه پمپ**

بدنه پمپ قسمت اصلی آن را تشکیل داده و سایر اجزا روی آن نصب می‌شوند. جنس بدنه معمولاً از چدن مقاوم در برابر سایش بوده و با روش ریخته‌گری در ماسه ساخته می‌شود. سیلندر استوانه‌ای شکلی که درون بدنه قرار گرفته، استاتور نامیده می‌شود.

- **روتور**

استوانه شکاف‌داری است که نیم‌صفحه‌های مستطیل شکل (پره) درون شکاف‌های آن جای می‌گیرند. بین نیم‌صفحه‌ها فنرهای تراکمی قرار گرفته‌اند که لبه‌های آن‌ها را در به طرفین سیلندر متکی می‌سازند. محوری که روتور روی آن قرار گرفته است و نحوه اتصال قسمت‌های مختلف روتور محور و قرارگیری آن‌ها روی بدنه بسیار حائز اهمیت است.

- **پره‌ها**

پره‌ها صفحاتی مستطیل شکل هستند که روی روتور نصب می‌شوند.

- **ساکشن روغنی**

پمپ‌های روغنی که در گذشته در ساکشن‌ها به کار گرفته می‌شدند، این مشکل اساسی را داشتند که در حین کار ذرات روغن بر اثر کارکرد موتور داغ شده و تبخیر می‌شدند و این امر برای پرسنل اتاق عمل مشکل و ناراحتی به همراه داشت. این مسئله پس از گذشت مدت زمانی منجر به سوختن موتور نیز می‌شد. برای جلوگیری از چنین مشکلاتی امروزه پمپ‌های فاقد روغن (که به پمپ خشک موسومند) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- **ساکش‌های جراحی**

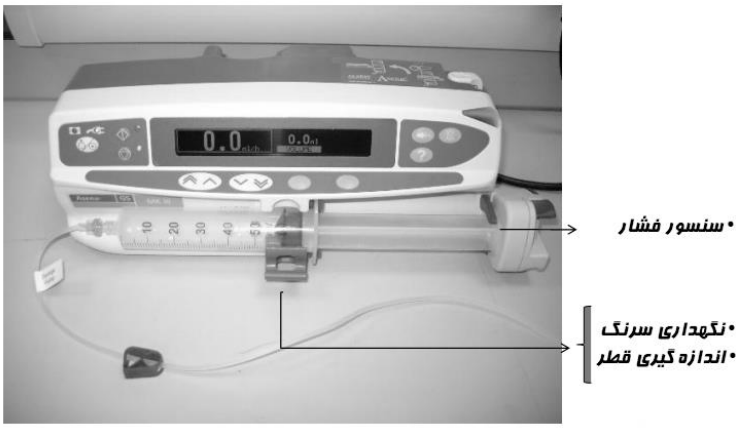
معمولاً ساکشن‌های جراحی با ظرفیت‌های مختلفی موجود هستند. در اتاق عمل و بخش‌های ویژه از ساکشن‌هایی دارای دو یا چهار شیشه ساکشن استفاده می‌شود با این هدف که با پر شدن یکی، بقیه مورد استفاده قرار گیرند. در مدل‌های قدیمی در صورتی که کاربر متوجه پر شدن ظرف‌ها نمی‌شد و مایع به داخل پمپ نفوذ می‌کرد، پمپ ساکشن از کار می‌افتاد ولی در حال حاضر با بکارگیری سیستم‌های قطع الکترونیکی که در دستگاه تعبیه شده‌اند، با وارد شدن مایع به داخل پمپ (در برخی مدل‌ها حدود ۲۰ سی سی مایع می‌تواند داخل پمپ نفوذ کند)، مدار قطع‌کننده آلارم داده و دستگاه را متوقف می‌سازد و به این ترتیب کاربر از پر شدن ظرف‌ها آگاهی می‌یابد.

پمپ سرنگ

پمپ سرنگ پمپی است که برای تزریق مایعات به بدن (همانند داروها، غذای مایع، گلوکز، محلول نمک و ...) به صورت هوشمند با حجم مشخص و در زمان مشخص استفاده می‌گردد. بر روی پمپ سرنگ امکان نصب سرنگ‌های مختلف با اندازه‌های متفاوت (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سی سی) وجود دارد. سرعت تزریق مایعات به بدن را می‌توان با سرعت حرکت پیستون تنظیم نمود. یک سنسور فشار که فشار انتهای سرنگ را اندازه می‌گیرد، اتصال صحیح سرنگ را نشان خواهد داد.

شکل ۳۰- دستگاه پمپ سرنگ

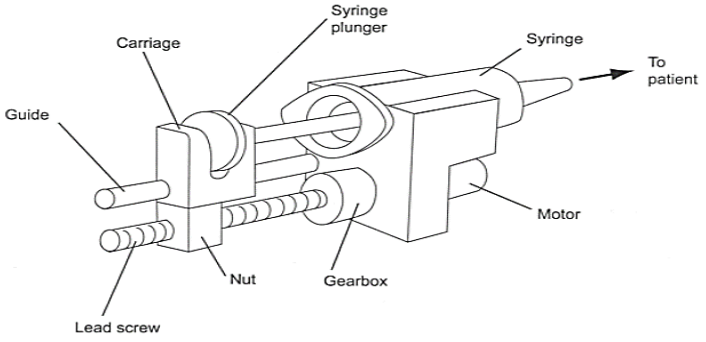
سیستم‌های تزریق با این هدف بکار گرفته می‌شوند که تزریق را با سرعت معین و میزان مشخصی از ماده تزریقی بر حسب تعریف کاربر انجام دهند. این دستگاه حجم معینی از یک ماده را در بازه زمانی مشخص و با فشار کنترل شده برای اهداف تشخیص، پیش درمان و یا درمان تزریق می‌کند. ثابت نگه داشتن پارامترهای خون همچون PH خون، فشار، ویسکوزیته و قند خون از اهمیت برخوردار است. برخی داروها دارای تأثیر ناگهانی بر پارامترهای خون هستند که تغییر آن‌ها بر کل سیستم بدن تأثیر می‌گذارد. به عنوان نمونه می‌توان داروهای فشار و آنتی‌بیوتیک‌ها را نام برد که بر سرعت انعقاد خون تأثیر می‌گذارند. چنین داروهایی به دقت و کنترل بالا بر روند تزریق نیاز دارند.



شکل ۳۱- نحوه قرارگیری سرنگ بر روی دستگاه

اصول عملکرد

سرنگ پلاستیکی حاوی مایع تزریقی در قسمت نگهدارنده قرار داده می‌شود، یک تیوب به همراه ست نگهدارنده توسط یک سوزن یا کانولا (Cannula) به رگ بیمار متصل می‌گردد. پس از تعیین نرخ جریان مایع، سرنگ توسط پمپ تحت فشار قرار گرفته و مایع جریان پیدا می‌کند. سرعت تزریق وابسته به قطر سرنگ و نرخ جریان تنظیم شده پمپ است. در طول زمان کارکرد پمپ، میزان نرخ جریان، حجم و فشار مایع به طور مرتب اندازه‌گیری شده و با رخ دادن هرگونه خطایی، آلارم دستگاه اپراتور را آگاه خواهد نمود.



شکل ۳۲- نمایی از اجزاء داخلی دستگاه پمپ سرنگ

پارامترهای پمپ تزریق

۱) (Volume) حجم (Liter و CC)

VI (Volume Infused) حجم تزریق شده: پارامتری است که نشان می‌دهد تا آن لحظه از زمان، چه حجمی از دارو تزریق شده است.

VTBI (Volume To be Infused) حجم تزریقی: حجمی از داروی درون سرنگ که برای تزریق به بیمار در نظر گرفته شده است. این پارامتر جنبه اطلاعاتی و کنترلی دارد. میزان تزریق هیچ‌گاه بیش از VTBI تنظیمی نخواهد بود.

۲) زمان (s و m و h): مدت زمان تزریق دارو

۳) (Rate) نرخ: $\left(\frac{\mathbf{cc}}{\mathbf{min}}, \frac{\mathbf{lit}}{\mathbf{h}}, \frac{\mathbf{ml}}{\mathbf{h}}, \mathbf{...}\right)$: سرعت تزریق دارو یا حجم ماده تزریقی در واحد زمان

برخی پارامترها را کاربر وارد می‌کند و بقیه پارامترها توسط دستگاه محاسبه می‌شوند.

$$\boldsymbol{Rate = \frac{Volume}{Time}} \begin{cases} \boldsymbol{VTBI = 100cc} \\ \boldsymbol{Time = 20min \rightarrow Rate = \frac{100cc}{20min} = 5\frac{cc}{min}} \text{ یا } \boldsymbol{5\ ml/min} \end{cases}$$

۴) (Dose) دوز: مقدار ماده مؤثر در واحد حجم تزریقی $\left(\frac{\mathbf{mg}}{\mathbf{cc}}, \frac{\boldsymbol{\mu}\mathbf{g}}{\mathbf{cc}}, \frac{\mathbf{gr}}{\mathbf{lit}}, \mathbf{...}\right)$

این پارامتر در کاربردهای مربوط به داروهای شیمی درمانی و بیهوشی اهمیت پیدا می‌کند. با توجه به دوز، پارامترهای حجم، زمان و نرخ قابل تغییر هستند.

۵) فشار تزریق: برآیند فشارها در مسیر تزریق که شامل فشار سوزن انتقال دارو به رگ، و فشار خون بیمار می‌شود. این پارامتر توسط دستگاه نمایش داده می‌شود و به طول مسیر، نوع و ویسکوزیته دارو، فشار خون بیمار و وضعیت عروقی بیمار بستگی دارد.

۶) Occlusion (انسداد): میزان فشاری است که بسته به فشار خون بیمار و شرایط او، نوع دارو، نوع ست مورد استفاده توسط کاربر تعریف می‌شود. دستگاه تزریق را تا رسیدن به این فشار ادامه می‌دهد و به محض رسیدن فشار درون مسیر به این حد آن را متوقف می‌سازد. از جمله عواملی

که باعث به وجود آمدن چنین وضعیتی می‌شوند، می‌توان به ایجاد گرفتگی در آنژیوکت، گرفتگی مسیر و وضعیت قرارگیری نامناسب بیمار اشاره کرد.

۷) تزریق سریع با دکمه bolus: تزریق دارو با حجم زیاد و در مدت زمان اندک، blous نامیده می‌شود. این حالت در زمان‌هایی استفاده می‌شود که نیاز به تزریق ناگهانی دارو به بیمار وجود دارد. به عنوان مثال در اتاق عمل زمانی که بیمار در حین عمل هشیاری خود را به دست می‌آورد، برای بیهوشی سریع و دوباره از blous استفاده می‌شود.

خاصیت Anti blous (پیشگیری از blous ناخواسته): زمانی که فشار تزریق به فشار انسداد رسد، تزریق متوقف می‌شود و دستگاه از فشار درون مسیر به قدری می‌کاهد که به مقدار فشار عادی از پیش تعریف شده برسد.

۸) تزریق سریع با دکمه Purge: به تزریق حجمی از محلول با سرعت زیاد گفته می‌شود و یا تزریق حجم بالای دارو با سرعت زیاد و در زمان کم برای پر کردن مسیر تزریق.

در ابتدا قبل از اتصال به بیمار شلنگ انتقال دارو از هوا پر است و باید با دارو پر شود و سپس به بیمار وصل شود. در این حالت از دکمه purge جهت هواگیری استفاده می‌شود.

تنها تفاوت blous و purge با هم این است که در تزریق سریع توسط blous حجم تزریقی به حجم تزریقی کل اضافه می‌شود ولی در purge به حجم تزریقی کل اضافه نمی‌شود و عدد VTBI تغییر نخواهد کرد.

به عنوان مثال چنانچه حجم تزریقی توسط دستگاه ۵ cc باشد و ۱ cc هم توسط blous اعمال شود، در کل ۶ cc به مریض تزریق شده، ولی اگر این ۱cc توسط تزریق سریع purge انجام شود، حجم تزریقی همان ۵ cc نشان داده خواهد شد.

۹) KVO (Keep Vain Open): یکی از مسائلی که باعث می‌شود فشار تزریق به فشار انسداد برسد گرفتگی و بسته شدن آنژیوکت داخل رگ است که علت آن می‌تواند انعقاد و یا لخته شدن خون باشد، که عامل آن پلاکت‌ها هستند که در تماس با هوا یا اغتشاش در مسیر انتقال خون باعث می‌شود انعقاد رخ دهد. حال اگر تزریق ما تمام شود و جریان تزریقی دارو نداشته باشیم

در محل آنژیوکت و رگ امکان ایجاد لخته را داریم. برای جلوگیری از این اتفاق قابلیت KVO را به دستگاه‌ها اضافه کرده‌اند. زمانی که تزریق دستگاه به اتمام رسید، آلارم stop نمایش داده می‌شود. در این حالت تزریق داره پایان می‌یابد ولی به دلیل وجود قابلیتی به نام KVO حجمی از دارو سرعت بسیار کم در حد ۱ cc/h به بیمار تزریق می‌شود. این نرخ از لحاظ دارویی اثری بر بیمار ندارد اما جریان مایع را در آنژیوکت برقرار نگاه می‌دارد و نمی‌گذارد مسیر آنژیوکت بسته شود.

۱۰) TIVA (Total intravenous anaesthesia) (بیهوشی درون وریدی کامل): بیهوشی در اتاق عمل با تزریق ماده بیهوشی انجام می‌شود و سپس با بکارگیری گازهای بیهوشی توسط دستگاه بیهوشی، این حالت در بیمار حفظ می‌شود. با این حال گازهای بیهوشی اثرات منفی بر سیستم تنفس خواهند داشت. به منظور اعمال داروی بیهوشی تزریقی از دستگاه پمپ تزریق استفاده می‌شود. دستگاه بر مبنای نوع دارو و وزن بیمار، دوز دارو را محاسبه نموده مشخص می‌سازد برای هر یک از حالت‌های بیهوشی سریع و یا حفظ حالت بیهوشی پیوسته چه حجمی از دارو باید تزریق شود. در چنین کاربردهایی نیاز است تزریق با دقت بسیار بالا در حد $\pm ۰.۱cc$ انجام پذیرد.

پمپ سرم

پمپ سرم دستگاهی مشابه با پمپ سرنگ است با این تفاوت که در آن از ست سرم استفاده می‌شود. دستگاه دارای ابعادی کوچک و با وزنی حدود ۲ کیلوگرم بوده و قابلیت نصب روی پایه‌ی مخصوص را داراست. این دستگاه قادر است دارو را از مقادیر بسیار کم حدود ۱ ml/hr تا ۴۵۰ ml/hr با دقت تزریق کند. دستگاه به رایانه هوشمندی مجهز است که با کاهش یا افزایش فشار می‌تواند جریان پیوسته‌ای برقرار نماید. تغییر فاصله بیمار تا پمپ و یا کاهش ارتفاع ستون مایع، تغییری در جریان و سرعت تزریق ایجاد نمی‌کند.

شکل ۳۳- دستگاه پمپ سرم

مکانیزم عمل

کیسه سرم در بالای پمپ آویخته شده و به انتهای آن یک تیوب متصل می‌شود. این تیوب درون پمپ بر روی مجموعه‌ای از دنده‌های کوچک و یک غلتک ثابت می‌شود. حرکت غلتک و دنده‌ها منجر به انتقال مایع از تیوب به بیمار می‌شود. نرخ جریان مایع و حجم مورد نیاز آن توسط کاربر تنظیم می‌شوند دنده‌ها و غلتک بر اساس سرعت تنظیم شده شروع به حرکت می‌کنند. پس از تزریق حجم مورد نظر و تعیین شده مایع، یک آلارم هشداردهنده به صدا درآمده و جریان مایع متوقف می‌شود. یک سنسور آشکارساز هوا که در کنار تیوب قرار گرفته، با تشخیص عبور حباب هوا این آلارم را فعال می‌سازد. پمپ‌های تزریق میزان فشار مایع را مانیتور می‌کنند و باعث کنترل فشار مایع تزریقی و ممانعت از آسیب رسیدن به رگ بیمار حین افزایش احتمالی بیش از حد فشار تزریق

می‌شوند. با افزایش بیش از حد فشار، آلارم‌های مربوط به بسته شدن و انسداد (Occlusion) تیوب تزریق، فعال می‌شوند.

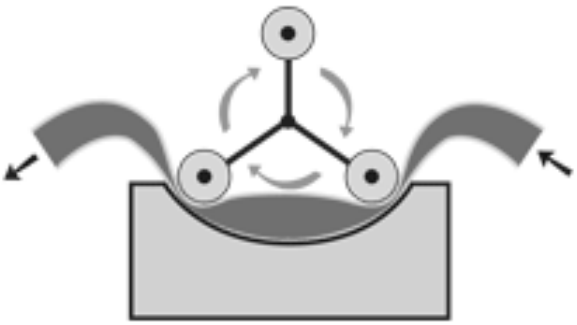
شکل ۳٤- نحوه قرارگیری ست سرم

تکنولوژی Rotary Pump

این روش بیشتر برای تزریق قطرهای بالا مثلاً در پمپ‌های قلب و دیالیز استفاده می‌شود. در محل اتصال غلطک‌ها به بدنه ست سرم تحت فشار است، اگر غلطک‌ها بچرخند حجم محلول بین ۲ غلطک درگیر، جابجا می‌شود. حجم بین غلطک‌ها مشخص و ثابت است.

طبق رابطه زیر حجم محبوس شده که مشخص است و معلوم چون شلنگ قطرش معلوم است.

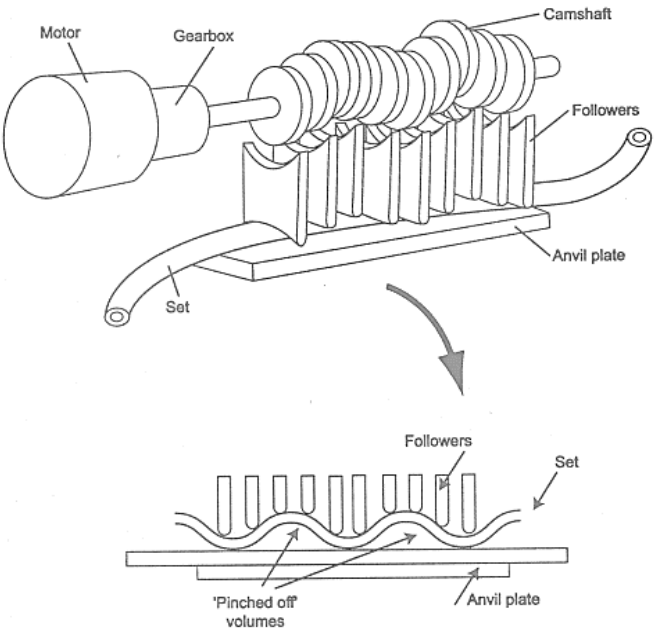
کل $V = V_{Pa.v} \times RPM$



شکل ۳۵- جابجایی حجم محبوس شده توسط Rotary Pump

تکنولوژی پمپ پریستالتیکی یا انگشتی Peristaltic Pump

این روش در دستگاه پمپ سرم استفاده شده و پس از عبور ست سرم از دستگاه از روی غلطک‌های مشابه شکل زیر عبور کرده و باعث جابجایی مایعات موجود در ست می‌شود. سرعت تزریق مایعات در پمپ سرم به سرعت حرکت این غلطک‌ها مربوط است.

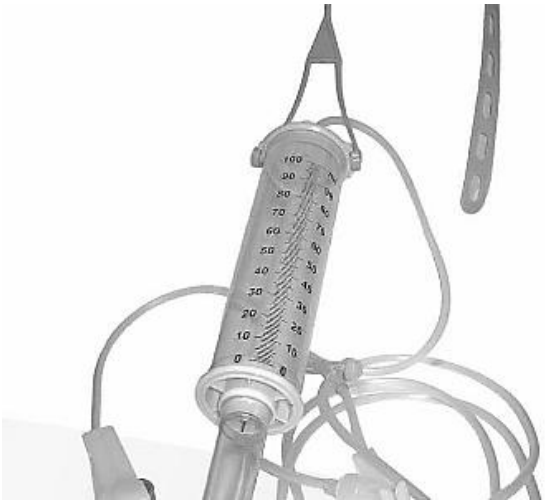


شکل ۳۶- پمپ پریستالتیک یا انگشتی

انواع ست سرم

در دستگاه پمپ سرم از دو نوع ست استفاده می‌شود که به با توجه به اینکه از کدام یک از این ست‌ها استفاده شود نحوه محاسبه تعداد قطرات متفاوت خواهد بود. لذا در دستگاه پمپ سرنگ ابتدا نوع ست سرم که به دستگاه متصل می‌شود باید تعیین گردد. از انواع ست‌هایی که در دستگاه پمپ سرم قابل استفاده است می‌توان به Macro set (چمبر بزرگ) و Micro set (چمبر کوچک) اشاره کرد.

در شکل زیر می‌توانید تصویر نوع میکروست مشاهده نمایید.



شکل ۳۷- میکروست مورد استفاده در پمپ سرم

- در Macro set هر ۱۵ قطره ۱ سی‌سی است.
- در Micro set هر ۶۰ قطره ۱ سی‌سی است.

حجم تزریقی نیز در دستگاه پمپ سرم به دو روش اندازه‌گیری می‌شود: شمارش قطرات ست سرم و یا اندازه‌گیری حجم بر اساس Rate تزریقی.

قسمت‌های جانبی پمپ سرم

ست مورد استفاده در دستگاه می‌تواند عمودی یا افقی باشد. سنسور Air in line: جهت تشخیص حباب هوا در ست سرم بکار می‌رود تا پیش از رسیدن هوا به بیمار از آن ممانعت به عمل آید. تشخیص حباب‌های هوا در مسیر با استفاده از سنسورهای التراسوند صورت می‌گیرد. مبنای کار بر اساس این اصل است که ضریب بازگشت امواج US از محلول و دیواره با ضریب بازگشت آن از حباب متفاوت است. سنسور free flow: اگر درب دستگاه باز شود مسیر را می‌بندد. اگر آلارم Air in line داشته باشیم نیز مسیر بسته و تزریق را متوقف می‌کند.

مزایای استفاده از پمپ تزریق

- قابلیت تنظیم دقیق مقادیر از ۱ تا ۴۵۰۰ cc/hr
- توانائی تزریق حجم مشخصی از مایع در دوره زمانی معین و اعلام پایان تزریق
- قابلیت کالیبره شدن با مایع‌های مختلف
- اعلام وجود هوا در ست تزریق
- اعلام انسداد مسیر خروجی مایع
- قابلیت کار با باطری در هنگام انتقال بیمار

۳

فصل سوم

آشنایی با دستگاه‌های قلبی و تنفسی

آشنایی با دستگاه‌های قلبی و تنفسی

الکتروشوک

قلب از طریق انقباض بخشی از فیبرهایی که عضله قلب را تشکیل می‌دهند قادر است خون را از طریق دستگاه گردش خون پمپ کند. گروهی از سلول‌ها به نام گره سینوسی/ دهلیزی (SA) روی دیواره عقبی دهلیز راست قرار دارند که به عنوان یک ضربان‌ساز طبیعی برای قلب عمل می‌کنند. گره SA پالس الکتریکی تولید می‌کند که این پالس در عرض دهلیزها پخش شده و باعث انقباض آن‌ها می‌شود. این عمل منجر به انتقال خون با فشار بالا از دهلیزها به بطن‌ها می‌شود. پالس تولید شده توسط گره SA به بطن‌ها نیز وارد شده و با اندک تأخیری گره دهلیزی/ بطنی (AV) را فعال می‌کند و باعث انقباض بطنی می‌شود. این تأخیر به این سبب به وجود می‌آید که فرصت کافی برای پر شدن فضاهای بطنی از خون دهلیزی فراهم آید. در حالت طبیعی، فیبرهای عضلات قلبی منظم منقبض می‌شوند یعنی ابتدا سلول‌های عضلانی دهلیزها و سپس سلول‌های عضلانی بطن‌ها منقبض می‌شوند. در تمام بازه زمانی که فیبرهای عضلانی دهلیزی یا بطنی به طور همزمان منقبض می‌شوند، قلب به عنوان یک پمپ خون مؤثر عمل خواهد کرد. اما برخی مشکلات ممکن است باعث از بین رفتن این همزمانی شوند. یکی از این مشکلات آریتمی‌های فیبریلاسیون نامیده می‌شود، که در آن انقباضات فیبرهای عضله‌ی قلب همزمان نبوده و به صورت اتفاقی و تصادفی روی می‌دهند. چنانچه بخش دهلیزی قلب دچار فیبریلاسیون شود، این حالت فیبریلاسیون دهلیزی، و در صورتی که بطن‌ها در فیبریلاسیون باشند، فیبریلاسیون بطنی نامیده می‌شود.

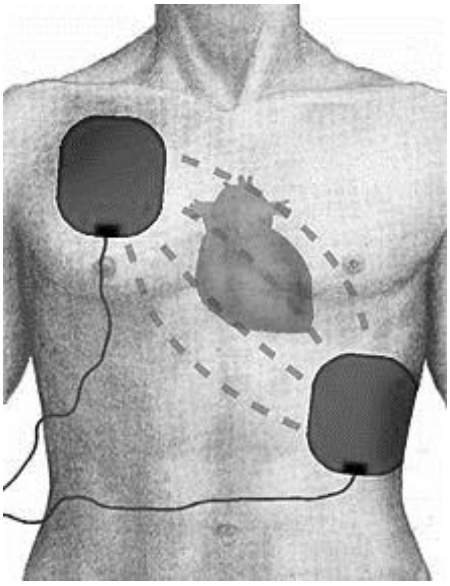
زمانی که فیبریلاسیون دهلیزی رخ می‌دهد، با توجه به اینکه بطن‌ها همچنان قادر به انقباض هستند، مقداری خون پمپ خواهد شد، ولی در زمان فیبریلاسیون بطنی، قلب توانایی پمپاژ خود را از دست داده و مرگ در عرض چند دقیقه اتفاق خواهد افتاد. اثر فیبریلاسیون دهلیزی یا بطنی به طور واضح در شکل موج ECG قابل شناسایی است که این شکل موج‌ها را می‌توان به وسیله اعمال یک شوک الکتریکی به قلب اصلاح نمود. شوک الکتریکی باعث خواهد شد که همه فیبرهای عضلانی قلب به طور همزمان منقبض شوند و قلب به ریتم طبیعی خودش برگردد.

به منظور جلوگیری از انقباضات نامنظم رشته‌های عضلانی توسط شوک الکتریکی، از الکترودهای متصل به قلب و یا الکترودهایی با سطح زیاد که بر روی بخش قدامی قفسه سینه قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود.

الکتروشوک (قلبی)

دفیبریلاتور که با نام الکتروشوک شناخته می‌شود، دستگاهی است که فیبریلاسیون بطنی را از بین می‌برد. فیبریلاسیون بطنی زمانی رخ می‌دهد که فیبرهای عضله قلب به صورت نامنظم منقبض می‌شود.

دیفیبریلاتور یا الکتروشوک جهت اصلاح این وضعیت به کار می‌رود. شوک اعمال شده به عضله قلب تمام فیبرها را به طور هم‌زمان منقبض می‌کند و در نتیجه همه فیبرها به حالت اولیه می‌روند و امید است که بعد از آن به ریتم طبیعی خود بازگردند.



شکل ۳۸- نحوه قرارگیری الکترودهای دستگاه الکتروشوک بر روی بدن

اصول عملکرد

دفیبریلاتور دستگاهی است که شوک الکتریکی را به عضله قلب می‌رساند. تا پیش از سال ۱۹۶۰، عملکرد این سیستم با جریان‌های متناوب AC بود که جریان ۵ تا ۶ آمپر با فرکانس ۶۰ هرتز را در

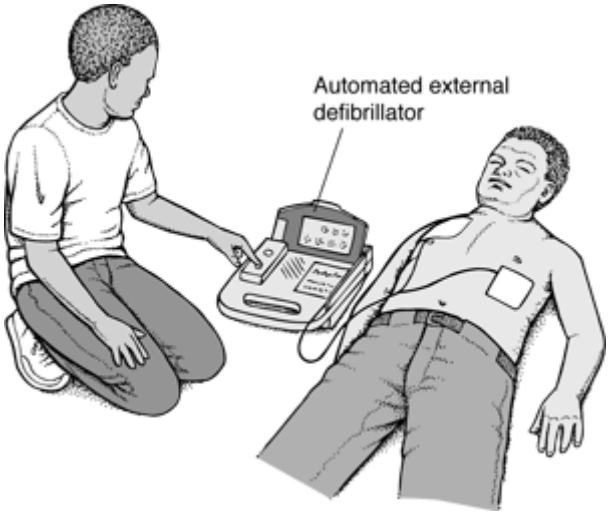
مدت ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه در عرض قفسه سینه بیمار اعمال می‌کردند. این روش عملاً موفقیت چندانی در اصلاح فیبریلاسیون دهلیزی نداشت و اغلب آریتمی‌های جدیدتری ایجاد می‌کرد. از ۱۹۶۰ به بعد، دفیبریلاتورهای جریان ثابت DC مختلف ساخته شد. این سیستم‌ها شارژ DC را ذخیره کرده و روی بدن بیمار دشارژ می‌شوند.

شکل ۳۹- دشارژ دستگاه بر روی بدن بیمار

از مانیتور ECG این دستگاه برای تشخیص ریتم و هماهنگی سیکل قلب در شوک اعمالی استفاده می‌شود.

الکتروشوک قلبی خارجی خودکار (Automated External Defibrillators (AED

نوع جدیدتری از دفیبریلاتورهای خارجی هستند که دارای قابلیت عملکرد خودکار می‌باشند. این نوع خاص از دفیبریلاتورها (AEDها) از آن جهت خودکار خوانده می‌شوند که می‌توانند سیگنال قلبی را پردازش کرده و در صورت لزوم شوک الکتریکی مناسبی اعمال کنند. از این رو الزامی ندارد که کاربران این سیستم با اصول تفسیر سیگنال ECG آشنایی داشته باشند. این ویژگی بسیار مهم موجب می‌گردد طیف بسیار وسیعی از افراد همچون تکنسین‌های اورژانس، آتش‌نشانان، بهیاران و پرستاران بتوانند از این دستگاه استفاده کنند. در این نوع دفیبریلاتور، تنها نیاز به این است که کاربر الکترودهای دستگاه را بر روی سینه بیمار قرار داده و سیستم را روشن کند.



شکل ٤٠- نمایی از دستگاه الکتروشوک قلبی خودکار یا AED

بدین ترتیب دستگاه سیگنال‌های ECG را از طریق الکترودهای قابل دسترس دفیبریلاتور دریافت کرده و تعیین می‌کند که آیا نیازی به شوک‌های متوالی هست یا خیر. در صورت نیاز، سیستم به صورت خودکار عملیات شارژ و دشارژ (اعمال شوک) را انجام می‌دهد.

این دستگاه را می‌توان به عنوان یک دستگاه پزشکی قابل حمل در هتل‌ها، درمانگاه‌ها، مراکز ورزشی، ادارات، کارخانه‌ها، وسایل نقلیه عمومی و نیز به هنگام بروز حوادث و بلایای طبیعی مورد استفاده قرار داد.

الکتروشوک مونو فیزیک (تک فاز) Monophasic Cardiac Defibrillator

این نوع از الکتروشوک‌ها دارای پالس تک فاز هستند و در آن‌ها جریان الکتریسیته در یک مسیر، بین پدال‌ها جریان پیدا می‌کند. در این نوع که در واقع نسل قدیمی‌تر الکتروشوک‌ها هستند، برای اعمال شوک از انرژی بیشتری نسبت به سیستم دو فاز استفاده می‌شود.

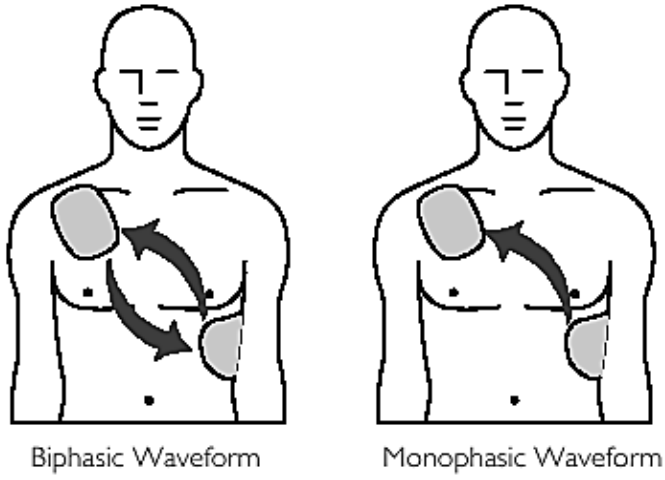
الکتروشوک بای فیزیک (دو فاز) Biphasic cardiac defibrillator

این نوع از الکتروشوک‌ها دارای پالس بای فیزیک هستند. دفیبریلاتورهای بایوفیزیک به طور متناوب جهت پالس را عوض می‌کردند و یک سیکل را در تقریباً ۱۰ میلی ثانیه انجام می‌دادند.

دفیبریلاتورهای خارجی که از موج بای فیزیک استفاده می‌کردند به طور قابل توجهی به انرژی کمتری برای موفقیت در دفیبریلاسیون نیاز داشتند و همچنین این باعث کاهش در سوختگی و آسیب به میوکارد می‌شد. فیبریلاسیون بطنی VF با استفاده در دفیبریلاتورهای تک فازی در ۶۰ درصد افراد به ریتم نرمال سینوسی برمی گردد در حالی که بیشتر دفیبریلاتورهای بای فیزیک اولین شوک الکتریکیشان موفقیتی بیش از ۹۰ درصد دارد.

تفاوت الکتروشوک‌های تک فاز و دو فاز

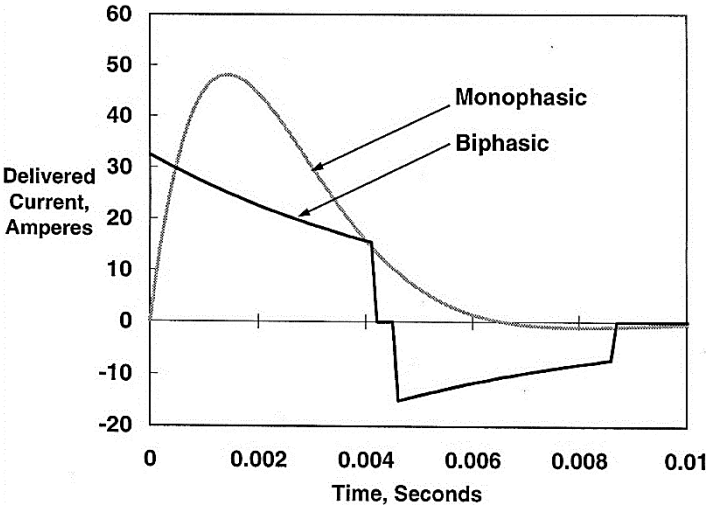
در دستگاه‌های تک فاز جریان الکتریسته بین الکترودها فقط در یک مسیر جریان می‌یابد، در حالی که در مدل‌های دو فاز جریان الکتریکی ابتدا در یک مسیر جریان یافته سپس به سمت دیگر بازمی‌گردد و در حقیقت جریان الکتریسته به صورت دو طرفه در طی دو فاز بین پدال‌ها برقرار می‌شود.



شکل ٤١- نحوه شک دهی در الکتروشوک نوع بای فاز یک و مونوفازیک

دستگاه‌های دو فاز با مقدار انرژی کمتر (نسبت به تک فاز) دارای اثر بخشی بیشتر هستند. نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که میزان انرژی بالا در حین شوک دادن، ممکن است باعث آسیب سلول‌های

قلب شود. با توجه به اینکه میزان انرژی مورد نیاز در دفیبریلاتورهای دو فاز کمتر از تک فاز است، خطر صدمه به سلول‌های قلبی و اختلال عملکرد قلبی بعد از احیاء کاهش یافته و باعث افزایش امید به زندگی بیماران می‌شود.



شکل ۴۲- شکل موج الکتروشوک‌های بای فاز یک و مونوفازیک

الکترودهای الکتروشوک

الکترودها باید به خوبی با پوست در تماس باشند به گونه‌ای که انرژی دفیبریلاتور به قلب برسد و انرژی در سطح تماس الکترود- قلب (پوست) تلف نشود. در غیر این صورت موجب سوختگی شدید بیمار شده و شرایط دشواری را به وجود می‌آورند.

شکل ۴۳- الکترودهای دستگاه الکتروشوک

در کاربردهای عملی هنگام کار با الکترود نیاز به استفاده از مقدار کافی ژل الکترولیتی (از نوع ژل الکترودهای ECG) وجود دارد. میزان ژل مورد استفاده باید به حدی باشد که الکترودها اتصال کاملی با بدن داشته و بین الکترود و بدن حبابی به وجود نیاید. به طور معمول سوئیچ‌های فعال‌شونده با فشاری روی الکترودها قرار می‌گیرد و تا فشار کافی به الکترودها وارد نشود مدار قطع بوده و امکان بکارگیری پالس دفیبریلاتور وجود نخواهد داشت. یک سوئیچ کنترلی نیز در دستگیره تعبیه شده است و زمانی که الکترودها در جای خود قرار گرفتند، اپراتور می‌تواند آن را جهت راه‌اندازی پالس فشار دهد. از موارد مهم دیگری که باید در نظر گرفته شود، جنبه ایمنی الکترودها است. الکترودها باید به خوبی عایق‌کاری شده باشند تا مانع از عبور خروجی دیفیبریلاتور از طریق دست اپراتور شوند.

الکترودها در یک دستگیره عایق که بین الکترود و دست واقع شده و دارای شیارهای حفاظتی است، قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب مایعات بدن به طور تصادفی نمی‌توانند مدار بین دست اپراتور و الکترود را کامل کنند.

در شکل زیر یک نوع الکترود داخلی نشان داده شده است. این الکترودها در جراحی قلب مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل الکترودهای فلزی قاشقی شکل هستند.

شکل ٤٤- نمایی از الکترودهای داخلی دستگاه الکتروشوک

شکل زیر یک نوع از الکترود خارجی را نشان می‌دهد. که هم برای اطفال مورد استفاده است و هم برای بزرگ‌سالان.

شکل ٤٥- الکترودهای خارجی قابل استفاده برای بزرگ‌سالان و نوزادان

این الکترود شامل صفحه‌ای بزرگ و دیسک مانند به قطر ۱۰۰ میلی‌متر است که درون محفظه عایقی قرار گرفته است. دسته آن مشابه با الکترود داخلی است اما بخش‌های عایق واسط بین الکترود و دست به دلیل نیاز به اعمال ولتاژ بیشتر دارای قطر بیشتری هستند.

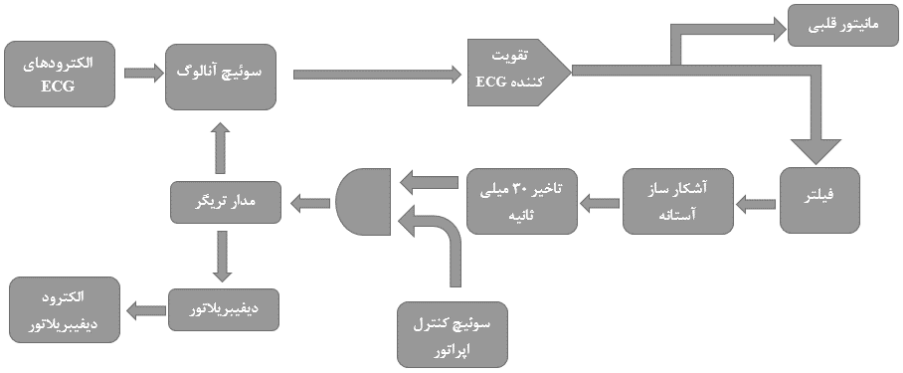
نمونه دیگری از الکترودها انواع یک بار مصرف آن‌ها هستند. مثالی از این نوع الکترود، نمونه مشابه با الکترودهای ECG است که سطح مقطع بزرگی داشته و از پیش دارای ژل کافی و مورد نیاز برای یک بار استفاده هستند. سطح پشتی آن‌ها با ابعاد ۵۰ سانتی‌متر مربع از فوم ساخته شده و جهت نگهداری در محل، در آن‌ها از فشار و مواد چسبناک حساس استفاده می‌شود.

کاردیوورتر (Cardioverter)

در برخی آریتمی‌ها (مانند فیبریلاسیون دهلیزی)، بطن‌های بیمار توانایی خود در پمپاژ خون را حفظ می‌کنند. در چنین حالتی یک موج R در شکل موج ECG ثبت می‌شود.

چنین آریتمی‌هایی، توسط شوک الکتریکی به قلب قابل اصلاح می‌باشند، ولی در مواردی همچون رپولاریزاسیون بطنی (موج T شکل موج ECG) ضروری است که از اعمال شوک اجتناب شود. زیرا در غیر این صورت شوکی که با هدف رفع مشکل وارده شده، آریتمی‌های بسیار جدی‌تری نظیر فیبریلاسیون بطنی را به وجود خواهد آورد. شوک معمولاً برای به طور تقریبی ۳۰ برای میلی‌ثانیه بعد از رخ دادن موج R زمان‌بندی می‌شود. در زمان‌بندی صحیح شکل موج ECG اپراتورهای انسانی قابل اطمینان نیستند. از این رو دفیبریلاتورهای خاصی ساخته شده‌اند که دارای مدار همزمانی بوده و خروجی پس از یک موج R و پیش از آنکه موج T ظاهر شود، به وجود می‌آید. شکل زیر بلوک دیاگرام چنین دفیبریلاتوری را نشان می‌دهد که به عنوان کاردیوورتر شناخته می‌شود.

یک کاردیوورتر به طور کلی مجموعه‌ایست شامل مانیتورینگ قلبی و دفیبریلاتور و در دستگاه‌های الکتروشوک با دکمه‌ای به نام Sync قابل استفاده خواهد بود.



شکل ٤٦- بلوک دیاگرام یک کاردیوورتر

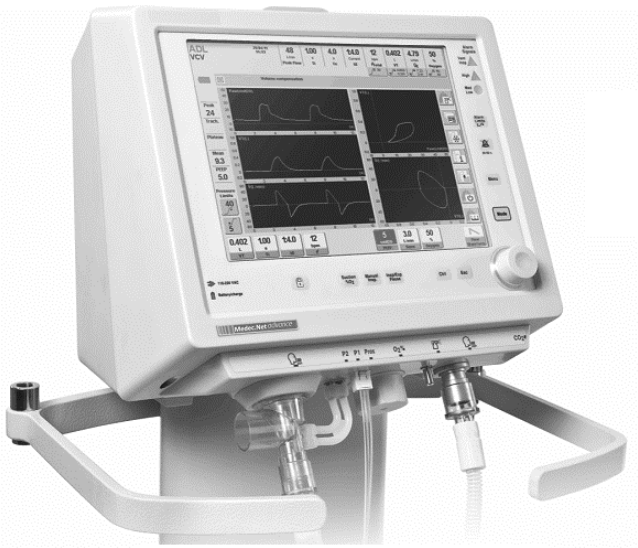
الکتروشوک مغزی Electroconvulsive Therapy Units

دستگاه الکتروشوک مغزی تحت عنوان دستگاه ECT شناخته می‌شود و با اعمال جریان الکتریکی از طریق الکترودهای قرار گرفته بر روی پوست سر، تشنج شدیدی را بر روی بیمارانی که دچار دیوانگی یا شیزوفرنیا هستند، اعمال می‌کند. عموماً برای بیمارانی که تمایل به خودکشی دارند و باید عکس‌العمل سریع‌تری نسبت به درمان دارویی برای آن‌ها اتخاذ کرد و یا در زمانی‌هایی که درمان دارویی مشخصی وجود ندارد و یا با ریسک همراه است از این سیستم استفاده می‌شود.

شکل ٤٧- اعمال شک به مغز توسط دستگاه ECT

ونتیلاتور

ونتیلاتور دستگاهی است که کار تنفس مصنوعی را برای بیمارانی که به طور موقت یا دائم دچار مشکلات تنفسی هستند، انجام می‌دهد. به طور کلی هر بیماری که سیستم تنفسی وی نتواند پاسخگوی نیازهای تنفسی‌اش باشد، نیازمند سیستم کمک تنفسی است. چنین سیستمی عمدتاً در بیماری‌های قلبی- ریوی مورد نیاز واقع می‌شود و این دستگاه معمولاً در بخش‌های ICU, CCU, NICU و اورژانس وجود دارد.



شکل ۴۸- نمایی از ونتیلاتور MEDECnet شرکت احیاء درمان پیشرفته

تاریخچه تنفس مصنوعی به حدود ۸۷۰ سال قبل از میلاد مسیح بازمی‌گردد. در سال ۱۵۳۰ پاراسلوس با استفاده از دم آهنگری و قرار دادن آن در دهان بیمار و دمیدن هوا، موجب رساندن هوا به ریه‌ها شد. امروزه انواع متنوعی از ونتیلاتورها در دسترس می‌باشند. انتخاب نوع ونتیلاتور بستگی به شدت روند بیماری، طول مدت حمایت تهویه‌ای، سطح هوشیاری بیمار، امکانات بیمارستان و... دارد.

فیزیولوژی

جایگزینی اکسیژن و خارج شدن دی‌اکسیدکربن توسط ریه‌ها صورت می‌گیرد. اکسیژن موجود در هوای فرو برده شده به درون ریه‌ها به خون منتقل شده و دی‌اکسیدکربن از طریق سیستم گردش خون به ریه‌ها باز گردانده می‌شود تا از آنجا دفع شود.

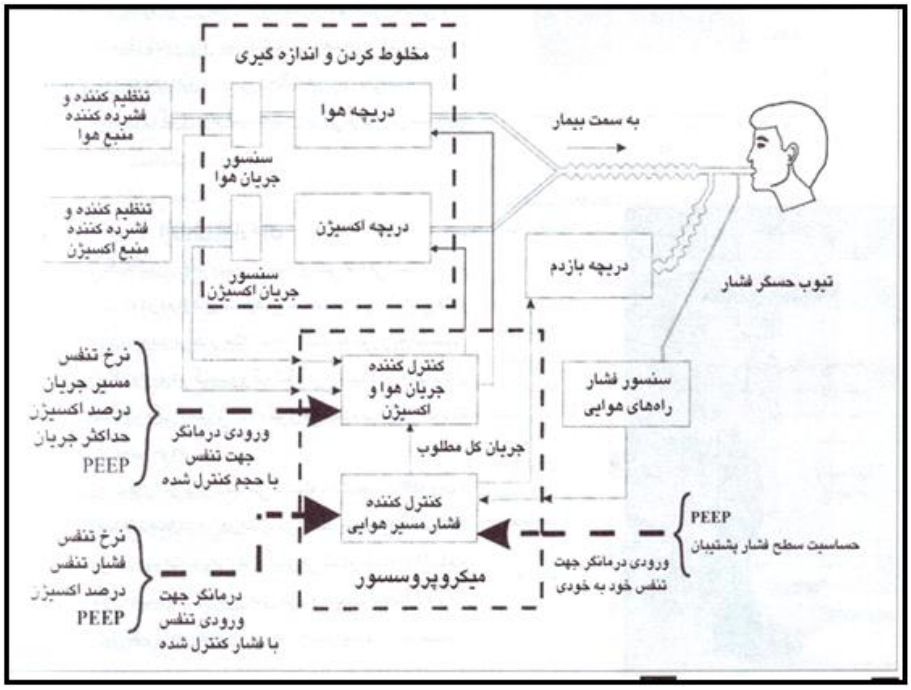
ریه دارای ساختاری ارتجاعی است که هرگاه نیرویی برای پرباد نگاه داشتن آن وجود نداشته باشد، دیواره‌های آن مانند یک بادکنک روی هم خوابیده و تمام هوای خود را از طریق نای خارج خواهد نمود. ریه هیچ اتصالی با دیواره‌های قفسه سینه نداشته و فقط در قسمت ناف خود از میان سینه آویزان می‌شود. این عضو تنفسی در حفره سینه شناور است و توسط لایه بسیار نازکی از مایع جنبی که با عمل لغزنده‌سازی خود حرکات آن ر درون سینه تسهیل می‌کند احاطه شده است.

نحوه عملکرد ونتیلاتور

ورودی دستگاه ونتیلاتور دو گاز هوا و اکسیژن تحت فشار است. هوای فشرده یا از طریق کمپرسور دستگاه و یا از طریق سانترال (هوای فشرده مرکزی بیمارستان) تأمین شده و اکسیژن نیز به صورت فشرده یا توسط کپسول اکسیژن و یا از طریق اکسیژن مرکزی بیمارستان تأمین می‌شود. دستگاه ونتیلاتور اکسیژن و هوا را به میزان مورد نیاز بدن با هم ترکیب نموده و سپس توسط تیوب‌های مخصوصی تحت عنوان "مدار تنفسی" به بیمار تحویل می‌دهد. گاز (هوا و اکسیژن) موجود در ونتیلاتور قبل از تحویل به بیمار تبدیل با بخار آب مرطوب شده و سپس از طریق مدار تنفسی منتقل می‌شود. بخار آب توسط بخشی دستگاهی به نام مرطوب کننده (Hemudifier) تولید شده و وارد مدار تنفسی یا همان "ست ونتیلاتور" می‌شود.

ونتیلاتور به منظور وارد کردن هوا به درون ریه‌ها جهت انجام عمل دم، فشار موجود در مدار تنفسی را افزایش می‌دهد. همچنین با کم کردن فشار باعث می‌شود هوای بازگردانده شده از ریه‌ها یا هوای بازدم، به بیرون از بدن (هوای بیرون) منتقل گردد.

در زیر می‌توان بلوک دیاگرام دستگاه را مشاهده نمود.



شکل ۴۹- بلوک دیاگرام دستگاه ونتیلاتور

انواع ونتیلاتور

انواع ونتیلاتورهای مکانیکی شامل:

- **ونتیلاتورهای قابل حمل (پرتابل)**

این ونتیلاتور کوچک و در عین حال بسیار قوی است و می‌تواند به صورت پنوماتیکی (با پمپ هوا) یا از طریق برق AC یا منبع برق DC نیرو بگیرد.

شکل ۵۰- ونتیلاتور پرتابل RESMED, Elisee از شرکت احیاء درمان پیشرفته

- **ونتیلاتور ICU**

این ونتیلاتورها بزرگ‌تر بوده و معمولاً به طور پیوسته به برق AC متصل هستند و همچنین دارای باتری جهت سهولت حمل و نقل‌های داخلی می‌باشد. این مدل از ونتیلاتورها اغلب دارای تنوع مد زیادی هستند به طوری که برای هر نوع شرایط بیمار در ICU قابل استفاده هستند. همچنین این نوع ونتیلاتورها قابلیت نمایش پارامترهای مختلف تنفسی بیمار را دارند از جمله نرخ تنفس بیمار، حجم بازدمی بیمار، میزان حجم دقیقه‌ای و در بعضی مدل‌ها میزان دی‌اکسیدکربن بازدمی بیمار (مشابه دستگاه کاپنوگراف) نیز نمایش داده می‌شود. البته در بعضی ونتیلاتورهای قابل حمل (پرتابل) پیشرفته نیز این قابلیت‌ها تا حد زیادی دیده می‌شوند.

شکل ۵۱- نمایی از یک ونتیلاتور ICU مارک MEDECnet از شرکت احیاء درمان پیشرفته

- **ونتیلاتور NICU**

ونتیلاتورهای مخصوص نوزادان زودرس زیرمجموعه‌های مخصوصی از ونتیلاتورهای ICU هستند که به منظور تحویل حجم و فشارهای بسیار دقیق و کوچک هوای مورد نیاز برای تنفس‌دهی به این بیماران کوچک طراحی شده‌اند. این ونتیلاتورها همانند ونتیلاتورهای ICU بوده با این تفاوت که دقت آن‌ها در حجم‌های پایین بیشتر بوده و قادرند حجم‌های کم تنفسی را برای نوزادان فراهم کنند. در این نوع ونتیلاتورها از مدهایی استفاده می‌شود که تخصصی برای نوزادان بوده و لازم است دستگاه‌های ونتیلاتور این بخش به این نوع مدها مجهز باشند. (مدهایی نظیر (PCV,TCPL,SIMV(PCV),PRVC , …

- **ونتیلاتورهای فشار مثبت**

این ونتیلاتورها مخصوص تنفس غیرتهاجمی (NIV) طراحی شده‌اند و شامل ونتیلاتورهای قابل استفاده در منزل، به منظور درمان وقفه‌های تنفسی در خواب هستند. در این ونتیلاتورها یک فشار مثبت پیوسته از طریق ماسک به ریه اعمال شده و برای بیمارانی که دچار وقفه‌های تنفسی در حین خواب هستند باعث باز نگه داشته شدن مسیر تنفسی می‌شوند تا از توقف‌های تنفسی جلوگیری نماید.

همچنین از این دستگاه می‌شود در آی‌سی‌یوها هم جهت جداسازی بیمار از دستگاه (weaning) استفاده کرد.

روش‌های تنفس دهی به بیمار

۱- اینتوباسیون: در این حالت توسط لارینگوسکوپ درون ریه لوله گذاری انجام شده و حجم‌های تنفسی از این طریق به بیمار داده می‌شوند.

۲- تراکئوستومی: در این حالت یک جراحی کوچک در گلو ایجاد شده و لوله گذاری مستقیماً در مسیر نای انجام می‌شود.

۳- ماسک: این روش در تهویه غیر تهاجمی انجام می‌شود و شرط آن این است که بیمار هوشیاری لازم را جهت استفاده از این روش داشته باشد.

پارامترهای تنظیمی در دستگاه ونتیلاتور

- **حجم جاری یا TV (Tidal Volume):** حجمی که در یک دم و بازدم عادی وارد ریه می‌شود و بر روی دستگاه قابل تنظیم است.
- **تعداد تنفس (Frequency) یا RR (Respiratory Rate)**: تعداد تنفس در دقیقه را گویند.
- **Fio۲(Fractional Inspired Oxygen) :** درصد اکسیژن دمی که در دستگاه ونتیلاتور از ۲۱ تا ۱۰۰ درصد قابل تنظیم است.
- **Ti (Time Inspiration):** زمان دم
- **I:E (Inspiratory:Expiratory Ratio) :** نسبت دم به بازدم توسط این دکمه در دستگاه تنظیم می‌شود. به عنوان مثال چنانچه زمان دم ۲ ثانیه و نسبت دم به بازدم نیز ۱:۲ باشد، زمان بازدم ۴ ثانیه خواهد شد.
- **PEEP(Positive End of Expiratory Pressure) :** فشار مثبت انتهای بازدمی را گویند که جهت جلوگیری از کلاپس ریه بر روی دستگاه تنظیم می‌شود.

مدهای ونتیلاتور

به روش‌های مختلف می‌توان با استفاده از ونتیلاتور به تنفس بیمار کمک نمود. حالت و نوع تنفس مورد استفاده برای بیمار، مُد تنفسی نامیده شده و شامل موارد زیر است:

۱) مد تهویه کنترل شده حجمی (CMV: Control Mechanical Ventilation)
۲) مد تهویه کنترل شده فشاری (PCV: Pressure Control Ventilation)
۳) مد کنترل کمکی (ACMV: Assist Control Ventilation)
۴) مد تهویه متناوب اجباری (IMV: Intermittent Mandatory Ventilation)
۵) مد تهویه متناوب اجباری هماهنگ شده (SIMV: Synchronized IMV)
۶) مد تهویه دقیقه‌ای اجباری (MMV:Mandatory Minute Ventilation)
۷) مد تهویه ارادی (Spontaneous Ventilation)
۸) مد تهویه حمایتی فشاری خودبخودی (PSV: Pressure Support Ventilation)
۹) فشار مثبت مداوم راه هوایی (CPAP: Continues Positive Airway Pressure)

۱- مُد تهویه کنترل شده حجمی (CMV: Control Mechanical Ventilation)

در این مد دستگاه ونتیلاتور یک حجم از پیش تعیین شده‌ای را به بیمار می‌دهد. تعداد تنفس و حجم آن از پیش تعیین شده و بیمار کنترلی روی شروع و سیکل تنفسی ندارد. چنانچه بیمار تنفسی داشته باشد، دستگاه تنفس‌های بیمار را بلوکه کرده و به صورت اجباری در زمان‌های مشخص حجم دهی را انجام می‌دهد.

این مد در بیماران دچار آپنه (توقف تنفس) و یا بیمارانی که دلیل اختلال در سیستم اعصاب مرکزی دارای حداقل کوشش تنفسی هستند کاربرد دارد. در این مد اگر بیمار تلاشی برای تنفس داشته باشد، جنگ بیمار با دستگاه (Fighting) اتفاق می‌افتد.

از این مد بخصوص در زمان بیهوشی و توسط دستگاه بیهوشی استفاده می‌شود و در طول عمل تنفس‌های بیمار توسط مد CMV کنترل می‌شود.

۲- مد تهویه کنترل شده فشاری (PCV: Pressure Control Ventilation)

این مد نیز مشابه مد CMV یک مد اجباری می‌باشد با این تفاوت که به جای رسیدن به حجم جاری دستگاه تلاش می‌کند تا فشار ریه را به حد از پیش تعیین شده‌ای برساند لذا بر روی این مد به جای تنظیم پارامتر TV پارامتر دیگری به نام P یا PIP (Peak Inspiratory Pressure) تنظیم می‌شود.

۳- مد تهویه کنترل کمکی (ACMV: Assist Control Mechanical Ventilation)

در این مد ونتیلاتور نسبت به کوشش دمی بیمار برای نفس کشیدن حساس است. این مد به صورتی تنظیم شده است که هر کوشش تنفسی بیمار با فشار منفی مشخص باعث آزاد شدن حجم هوای از پیش تعیین شده‌ای به ریه بیمار می‌شود. در صورتی که بیمار کوشش تنفسی نداشته باشد، دستگاه مشابه مد CMV عمل کرده و حجم مشخص را در فواصل زمانی تعیین شده به داخل ریه‌ها می‌فرستد.

این مد در بیمارانی استفاده می‌شود که روی تعداد و الگوی تنفسی خود کنترل دارند ولی به علت ضعف عضلات تنفسی، توانایی تنفس کامل را ندارند.

٤- مُد تهویه متناوب اجباری (IMV: Intermittent Mandatory Ventilation)

در این مد بیمار از مسیر ونتیلاتور به تنفس ارادی خود ادامه می‌دهد ولی در فواصل معین ونتیلاتور حجم مشخصی از هوا را با تعداد از پیش تعیین شده و بدون توجه به دم و بازدم ارادی بیمار، به وی می‌رساند.

این مد مشابه مد CMV می‌باشد با این تفاوت که بیمار در فواصل تنفس‌های اجباری قادر به انجام تنفس‌های عادی (Spontaneous) خود نیز هست.

حجم تنفس ارادی بیمار بستگی به کوشش عضلات تنفسی و قدرت آن‌ها دارد. مثلاً اگر تعداد تنفس دهی دستگاه در این مد، ۶ بار در دقیقه باشد دستگاه هر ۱۰ ثانیه یک تنفس با حجم و فشار تعیین شده آزاد و اجازه می‌دهد در فواصل ۱۰ ثانیه بیمار می‌تواند تنفس خودبخودی داشته باشد.

این مد برای بیمارانی که تنفس ارادی دارند ولی به علت ضعف عضلات تنفسی کفایت تنفس لازم را جهت جدایی کامل از دستگاه به دست نیاورده‌اند، به کار می‌رود و برای شروع جدایی از ونتیلاتور مناسب است.

مشکل اصلی این مد در این است که چون بیمار در فواصل بین تنفس‌های اجباری، قادر به تنفس‌های ارادی خودش است، در بعضی مواقع اتفاق می‌افتد که بازدم بیمار با دم اجباری دستگاه تداخل پیدا کرده و دستگاه آلارم high pressure می‌دهد. که برای رفع این مشکل مد کاربردی SIMV طراحی شد.

۵- مُد تهویه متناوب اجباری هماهنگ شده (SIMV: Synchronized IMV)

این مد مشکل مد IMV حل شد و دستگاه در زمان تداخل تنفسی قادر به تنظیم خود با شرایط بیمار را دارد.

در این مد ونتیلاتور در فواصل از قبل تنظیم شده به کوشش تنفسی بیمار حساس می‌شود.

در فواصل این سیکل‌های کمکی، بیمار به صورت ارادی با حجم و تعداد تنفس خود نفس می‌کشد و ونتیلاتور فقط هوای اکسیژن‌دار مرطوب در اختیار او قرار می‌دهد و صبر می‌کند زمان از پیش تعیین شده دستگاه برای دادن تنفس فرا برسد و در آن زمان با اولین کوشش تنفسی بیمار خود را تنظیم کرده و مانع ایجاد تداخل تنفسی می‌شود. در این مد اگر بیمار دچار وقفه تنفسی گردد ونتیلاتور در زمان مناسب تعداد و حجم جاری لازم را به بیمار می‌رساند.

٦- مُد تهویه دقیقه‌ای اجباری (MMV:Mandatory Minute Ventilation)

در این مد ونتیلاتور بر تنفس بیمار نظارت می‌کند. در صورتی که تهویه دقیقه‌ای (حجم هوایی که در یک تنفس معمولی در مدت یک دقیقه با عمل دم وارد و با بازدم خارج می‌شود) مورد نظر که در ونتیلاتور تنظیم شده است توسط بیمار به وجود نیاید، ونتیلاتور حجم خود را که از پیش تعیین شده آزاد می‌کند.

در واقع چنانچه بیمار توانایی حفظ تهویه دقیقه‌ای در حد تنظیم شده را داشته باشد ونتیلاتور عملاً کاری انجام نمی‌دهد. تفاوت MMV با SIMV این است که اگر بیمار قادر به حفظ تهویه دقیقه‌ای

باشد تهویه اجباری به بیمار داده نمی‌شود.

۷- مُد تهویه ارادی (Spontaneous Ventilation)

در این مد بیمار کل عملیات تنفس از قبیل تعداد تنفس در دقیقه و حجم جاری را تعیین کرده و ونتیلاتور هیچ‌گونه کمکی به بیمار نمی‌کند و فقط در طول دوره دم اکسیژن آزاد می‌کند. دستگاه وضعیت تنفسی بیمار (حجم، تعداد تنفس، فشار راه هوایی) را کنترل می‌کند و در قبال هر گونه اختلالی، سیستم هشدار دستگاه فعال می‌گردد.

۸- مُد تهویه حمایتی فشاری خودبخودی (PSV: Pressure Support Ventilation)

در این نوع تهویه دستگاه تنفس خودبخودی بیمار را با میزانی از فشار مثبت راه هوایی که توسط دستگاه از پیش تعیین شده است، افزایش می‌دهد.

با شروع دم توسط بیمار، جریانی از گاز با فشار مثبت از پیش تنظیم شده، در لوله دمی ونتیلاتور جریان پیدا می‌کند. این جریان در کل سیکل دم ارادی ثابت مانده و حجم جاری بیمار را تقویت می‌نماید. در نتیجه با هر دم ارادی جریان بیشتری از گاز وارد ریه‌های بیمار می‌گردد. میزان فشار مثبت معمولاً توسط پزشک تعیین می‌شود.

۹- مُد فشار مثبت مداوم راه هوایی (CPAP: Continues Positive Airway Pressure)

این مد برای بیمارانی به کار گرفته می‌شود که دارای تنفس خودبخودی می‌باشند. در سراسر سیکل تنفسی فشار مثبت حفظ شده و بیمار برای دریافت هوا مجبور به ایجاد فشار منفی در راه هوایی نمی‌باشد و کار تنفسی کمتر می‌گردد. این مد در هنگام جداسازی بیمار از ونتیلاتور به کار گرفته می‌شود.

آلارم‌های دستگاه ونتیلاتور

آلارم‌ها از نظر نقش حفاظتی و ایمنی برای بیمارانی که با دستگاه ونتیلاتور تنفس می‌کنند دارای اهمیت هستند.

مجموعه آلارم‌هایی که در یک دستگاه ونتیلاتور وجود دارند را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱) آلارم مربوط به کاهش فشار

- این آلارم هنگام جدا شدن بیمار از دستگاه، جدا شدن لوله‌ها و نشت هوا از لوله‌ها فعال می‌شود.

۲) آلارم مربوط به افزایش فشار

- این آلارم جهت آگاهی از افزایش فشار راه‌های هوایی به مقادیری بیشتر از حد مورد نظر تنظیم می‌گردد.
- برخی علل فعال شدن این آلارم افزایش ترشحات، خم شدن لوله‌ها، گاز گرفته شدن لوله تراشه به وسیله بیمار، افزایش مقاومت راه هوایی و جنگ با ونتیلاتور می‌باشد.

۳) آلارم مربوط به تهویه جاری و دقیقه‌ای

- در صورتی که به دلیل نشت دستگاه میزان تهویه جاری یا دقیقه‌ای از حدی کمتر شود و یا به دلیل افزایش تعداد تنفس یا حجم جاری از حد مجاز بیشتر شود، آلارم این بخش به صدا درمی‌آید.

٤) آلارم مربوط به کاهش فشار اکسیژن

- به علت قطع یا کاهش فشار اکسیژن در سیستم می‌باشد و لازم است ارتباطات با اکسیژن مرکزی کنترل شود.

۵) آلارم مربوط به وقفه تنفسی (آپنه)

- در صورت وقفه تنفسی (معمولاً حدود ۲۰ ثانیه) این آلارم فعال می‌شود.
- دستگاه‌های جدید مجهز به سیستم Backup هستند که در زمان ایجاد وقفه تنفسی به صورت اتوماتیک بر روی یک مد اجباری مانند CMV یا PCV تنظیم می‌شوند.

٦) آلارم مربوط به مشکلات دستگاه

- در صورتی که به دلایل خارجی یا داخلی دستگاه قادر به ایجاد تنفس در سیکل تنفسی نباشد، سیستم اعلام خطر فعال شده و در اکثر ونتیلاتورها دریچه ایمنی ونتیلاتور بازمی‌گردد تا بیمار از هوای اتاق برای تنفس استفاده کند.

ماشین بیهوشی

اصول بیهوشی

منظور از بیهوشی کاهش سطح هوشیاری بیمار است تا حدی که حواس (به خصوص حس درد) فعالیتی نداشته باشد. بصورت کلی دو نوع بیهوشی عمومی و بیهوشی منطقه‌ای داریم. در بیهوشی عمومی بیمار کاملاً هشیاری خود را از دست می‌دهد و چیزی به خاطر ندارد ولی در بیهوشی منطقه‌ای مانند بیهوشی نخاعی با تزریق داروهای بیهوشی در ناحیه نخاع بخش از بدن بی حس می‌شود و سایر حواس بیمار مانند شنوایی و بینایی فعال است. انتخاب نوع بیهوشی به نوع عمل و شرایط بیمار بستگی دارد.

داروهای بیهوشی عموماً به صورت استنشاقی و به همراه اکسیژن تنفسی از طریق دستگاه بیهوشی وارد سیستم تنفسی بیمار می‌شوند. داروهایی که معمولاً به عنوان داروهای بیهوشی استنشاقی استفاده می‌شوند شامل یک گاز (نیتروس اکسید N_2O) و یکی از چند نوع گاز بیهوشی (هالوتان ـ ایزوفلوران ـ دزفلوران و سئوفلوران) می‌باشند.

سیستم بیهوشی ترکیبی از ماشین بیهوشی و سیستم تنفس بیهوشی می‌باشد که اجازه رسیدن اکسیژن و گازهای بیهوشی استنشاقی را به بیمار داده و در عین حال دی‌اکسیدکربن بازدمی را خارج می‌کند. مواد بیهوشی باعث کاهش نسبی تنفس و کم تحرکی عضلات شخص شده و به همین علت ضروری است برای رساندن گازها، عملیات تنفس مصنوعی توسط سیستم تنفس بیهوشی (که شامل یک ونتیلاتور اتوماتیک یا آمبوبگ دستی است) صورت گیرد.

در حالت تنفس دهی اتوماتیک از یک ونتیلاتور استفاده می‌شود که دارای مدهای اجباری CMV و PCV می‌باشد (مدها به تفصیل در بخش ونتیلاتور توضیح داده شده است) و در برخی نمونه‌های پیشرفته دستگاه بیهوشی از مدهای پیشرفته تر نظیر SIMV و ... نیز استفاده می‌گردد.

شکل ۵۲- نمایی از دستگاه بیهوشی MEDEC از شرکت احیاء درمان پیشرفته

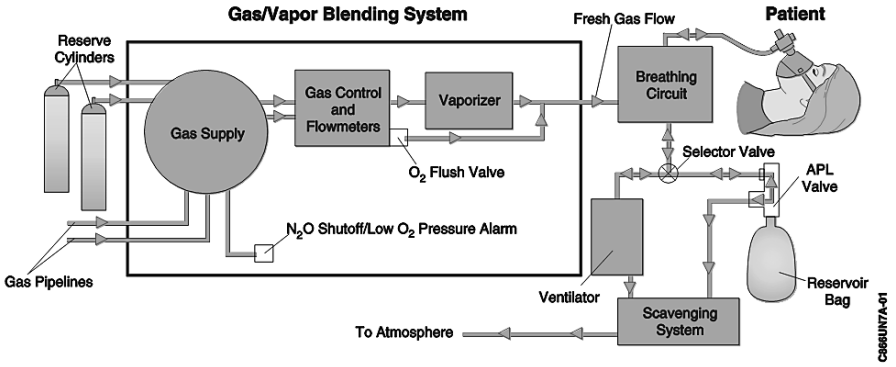
اجزای ماشین بیهوشی

ماشین‌های بیهوشی صرف نظر از کارخانه سازنده دارای اجزاء اصلی مشابهی هستند. این اجزاء شامل:

۱) منشأ گازهای فشرده شده (شامل اکسیژن، هوا و N۲O)

۲) فلومترها جهت تنظیم میزان گازهای N۲۰ و O۲ و Air

۳) تبخیر کننده‌ها یا وپورایزرها جهت تبخیر مایع داروی بیهوشی که به عنوان داروی بیهوشی استنشاقی استفاده می‌شود.



شکل ۵۳- بلوک دیاگرام دستگاه بیهوشی

بلوک دیاگرام دستگاه

در شکل فوق بلوک دیاگرامی از دستگاه بیهوشی را مشاهده می‌کنید که در ادامه به معرفی بخش‌هایی از آن می‌پردازیم:

Reserve Cylinders: ورودی دستگاه بیهوشی از گازهای فشرده تشکیل شده است که این گاز می‌تواند هم از سانترال و هم از طریق سیلندر تأمین شود. در زمانی که از گازهای فشرده سانترال استفاده می‌شود سیلندرها به عنوان رزرو و پشتیبان به کار می‌روند.

Gas Pipeline: ورودی سانترال گازهای فشرده به دستگاه می‌باشد که در فضایی خارج از اتاق عمل تأمین می‌شود.

Gas Supply: مخزن گازهای ورودی دستگاه است که پس از ورود گازها توسط قسمتی به نام رگولاتور، فشارهای ورودی دستگاه تنظیم می‌شوند تا از حد مجاز کم یا زیاد نشود.

N۲O Shutoff/ Low O۲ Pressure Alarm: این قسمت مربوط به بررسی ایمنی‌های لازم در دستگاه بیهوشی است و مربوط می‌شود به زمانی که فلوی اکسیژن از مقدار خاصی (۲۰۰ ml/min) کمتر شود. در این حالت به جهت ایمنی و جلوگیری از ایجاد مشکل در گازهای تنفسی به بیمار، دستگاه بیهوشی به طور موقت و تا تأمین شدن فشار لازم برای اکسیژن متوقف می‌شود.

Gas Control and Flowmeter: تنظیم کننده فلوی گازهای ورودی دستگاه (N۲O, O۲, Air) دستگاه است و واحد آن لیتر بر دقیقه می‌باشد. در این قسمت دستگاه گازهای ورودی به نسبتی که مد نظر پزشک است با هم ترکیب شده و وارد قسمت تبخیر کننده می‌شوند.

O۲ Flush Valve: از طریق این قسمت می‌توان به صورت مستقیم فلویی با سرعت مشخص (معمولاً ۳۵ لیتر بر دقیقه) به بیمار داد. و معمولاً در مواقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که لازم است اکسیژن بیشتری به بیمار داده شود.

Vaporizer: تبخیر کننده مایعات بیهوشی می‌باشند که با عبور گازهای ترکیبی فلومتر از آن، میزان مشخصی از گاز بیهوشی تبخیر می‌شود.

Fresh Gas Flow: گازهای ترکیب شده از فلومتر و قسمت تبخیر کننده را Fresh Gas Flow گویند.

Breathing Circuit: مدار تنفسی بیمار را گویند که شامل دم، بازدم و قسمت CO۲ Absorber می‌باشد. وظیفه‌ی CO۲ Absorber جذب دی اکسی کربن بازدمی از بیمار است. به دلیل اینکه در دستگاه بیهوشی بازدم بیمار وارد محیط نمی‌شود لذا لازم است تا گاز CO۲ بازدمی توسط این قسمت جذب شود.

Ventilator: به دلیل اینکه بیمار در طول عمل تنفس نداشته و عضلات تنفسی شل هستند لذا لازم است تنفس‌های بیمار به صورت اتوماتیک کنترل شود که این کار توسط قسمت ونتیلاتور دستگاه بیهوشی انجام می‌شود.

Selector Valve: از این قسمت زمانی استفاده می‌شود که می‌خواهیم حالت تنفس دهی دستی یا اتوماتیک را انتخاب کنیم. تنفس دهی دستی توسط Reservoir Bag انجام می‌شود و تنفس دهی اتوماتیک نیز توسط ونتیلاتور دستگاه.

Reservoir Bag: از این قسمت زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم به صورت دستی به بیمار تنفس دهیم. از این حالت معمولاً در انتهای عمل استفاده می‌شود.

APL Valve: پیچ تنظیم فشار دستگاه می‌باشد و زمانی که بخواهیم از حالت دستی دستگاه استفاده کنیم توسط APL Valve فشار اعمالی بر روی ریه بیمار تنظیم می‌شود.

Scavenging System: توسط این سیستم می‌توانیم گازهای اضافی موجود در مسیرهای تنفسی را به بیرون از فضای اتاق عمل و در فضای اتمسفر هدایت کنید. Scavenging System دارای فشار منفی زیر ۰,۵ بار می‌باشد که می‌تواند با مکش محدود خود مانع انتشار گازهای بیهوشی در فضای اتاق عمل می‌شود.

گازهای فشرده دستگاه

گازهای استفاده شده در بیهوشی (اکسیژن(O۲)، نیتروس اکسید (N۲o) و هوا(Air)) غالباً از طریق منبع مرکزی در بیمارستان به دستگاه ماشین بیهوشی می‌رسد. گازهایی که از منبع مرکزی فراهم می‌شوند باید دارای فشار نسبی حدود ۵۰Psi باشند تا فلومتر روی ماشین بیهوشی عمل خود را به درستی انجام دهد.

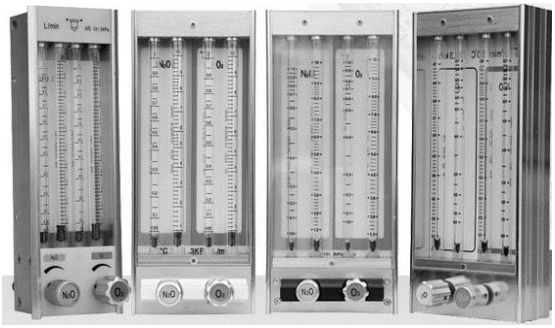
ماشین بیهوشی توسط کپسول اکسیژن و کپسول نیتروس اکسید (به خصوص در موارد اختلال در رسانیدن گازهای منبع مرکزی بیمارستان) نیز پشتیبانی می‌شود.

فلومترها (جریان‌سنج‌ها)

فلومترهای تعبیه شده روی ماشین بیهوشی با کنترل دقیقی میزان جریان گاز را اندازه‌گیری می‌کنند.

اندازه‌گیری جریان یک گاز بر اساس این قانون است که با گذشتن جریان از منطقه‌ای دارای مقاومت، در برابر این مقاومت فشاری به همان نسبت ایجاد می‌شود. جریان گاز به انتهای لوله شیشه‌ای که در وضعیت قائم قرار گرفته وارد می‌شود و توپی شناور را به سمت بالا هدایت می‌کند.

خط وسط شناور به عنوان واحدی از جریان گاز بر حسب cc/min یا liter/min می‌باشد. نسبت بین فشار و جریان بر اساس شکل لوله و خواص فیزیکی گاز تعیین می‌شود. در ابتدا فلومترها در کارخانه برای گازهای موجود تنظیم می‌شوند. از آنجایی که هر گاز دارای چگالی و چسبندگی مشخص است، فلومتر برای دیگر گازها قابل استفاده نمی‌باشد.



شکل ٥٤- نمایی از چند نمونه فلومتر دستگاه بیهوشی

تبخیرکننده‌ها (Vaporizer)

داروهای بیهوشی تبخیری در درجه حرارت اتاق و فشار جو به فرم مایع هستند. تبخیر که تغییر شکل مایع به بخار می‌باشد در محفظه بسته‌ای تحت عنوان تبخیرکننده صورت می‌گیرد. باید دقت و پیش‌بینی‌های لازم برای غلظت بخار ناشی از تبخیر ماده بیهوشی که به بیمار می‌رسد صورت گیرد. در تبخیرکننده‌ها اغلب از فلزی (مس - برنز) استفاده می‌شود که جهت کم کردن اتلاف حرارت دارای بیشترین هدایت حرارتی جریان باشد. در نتیجه خروجی تبخیرکننده تقریباً به صورت خطی بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند.

شکل ٥٥- وپورایزر (تبخیرکننده‌های) دستگاه بیهوشی

۴

سینا درمان
www.DEZMED.com

فصل چهارم

آشنایی با دستگاه دیالیز و بیمارهای خونی مرتبط

آشنایی با دستگاه دیالیز و بیمارهای خونی مرتبط

وظایف یک کلیه طبیعی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱) تصفیه خون:

مواد سمی چون اوره، اسید اوریک و کریتینین در حین فعالیت‌های متابولیسمی بدن ایجاد می‌شوند و باید از طریق ادرار دفع شوند. در غیر این صورت منجر به مسمومیت در شخص و در نهایت مرگ می‌شود. بسیاری از مواد سمی دیگر همچون داروها، کافئین و نیکوتین که از محیط خارج به بدن وارد می‌شوند نیز باید توسط کلیه‌ها از بدن خارج شوند.

۲) برقرار کردن تعادل مایعات بدن:

کمبود بیش از حد مایعات در بدن باعث تشنگی، گیجی و اغماء خصوصاً در افراد مسن می‌شود و زیاد بودن بیش از حد آن باعث تهوع، بی‌اشتهایی، استفراغ، خواب‌آلودگی و حملات صرعی می‌شود.

۳) حفظ تعادل یون‌های حیاتی بدن:

کمبود سدیم منجر به سردرد و استفراغ می‌شود و افزایش آن باعث تشنگی، تب و افزایش تحریک‌پذیری عصبی می‌گردد. همچنین وجود غلظت‌های مشخصی از پتاسیم برای کارکرد طبیعی بدن لازم است و کمبود آن سبب ضعف عضلانی، خستگی و فلج عضلانی می‌گردد که مختل شدن عمل قلب نیز از آن جمله است.

۴) حفظ PH خون:

PH خون باید در حدود ۷/۴ ثابت باشد. رژیم غذایی در تغییر PH خون مؤثر است و کلیه یکی از عوامل تصحیح کننده وضعیت اسیدی و بازی در خون است.

همودیالیز

همودیالیز فرآیندی است که در طی آن، خون از بدن بیمار مبتلا به نارسایی کلیه، خارج می‌شود و پس از تصفیه شدن در دستگاه دیالیز، به بدن بازگردانده می‌شود. دستگاه دیالیز یا کلیه مصنوعی، ماشینی است که می‌تواند مواد زائد را از خون جدا کند، یا مواد لازم را به آن بیفزاید. دستگاه دیالیز با انجام این عمل، تعادل اسید و باز و مقدار آب و مواد محلول موجود در بدن را کنترل می‌کند.

در همودیالیز، خون به تدریج از بدن خارج می‌شود، از میان یک فیلتر مخصوص که مواد زائد و مایعات اضافی را جدا می‌کند، می‌گذرد و خون تصفیه شده دوباره به بدن بازگردانده می‌شود. خروج مواد زائد مضر و نمک و مایعات اضافی از بدن، فشار خون را کنترل کرده و تعادل مواد شیمیایی مانند پتاسیم و سدیم را حفظ می‌کند.

هدف از انجام دیالیز

هدف از دیالیز خارج کردن مواد اضافی بدن، ثبات مایعات داخلی بدن و خارج کردن فوری سمومی است که باعث ضایعات و صدمات دائمی یا مهلک می‌شوند.

عمل دیالیز برای کسانی که کلیه خود را از دست داده‌اند، معمولاً هفته‌ای دو الی سه بار و در هر مرحله به مدت سه الی شش ساعت به طول می‌انجامد. مدت زمان دیالیز به مقدار مواد زائد حاصل از متابولیسم، ظرفیت تصفیه دیالیزور و مقدار مایعاتی که باید دفع شوند، بستگی دارد. دستگاه دیالیز معمولاً حدود ۱۲۰ لیتر خون را در هفته تصفیه می‌کند، در حالی که برای کلیه طبیعی این مقدار حدود ۱۲۰۰ لیتر خون در هفته است.

اصول دیالیز

- به طور کلی دیالیز بر سه اصل استوار است:

۱) انتشار (Diffusion)

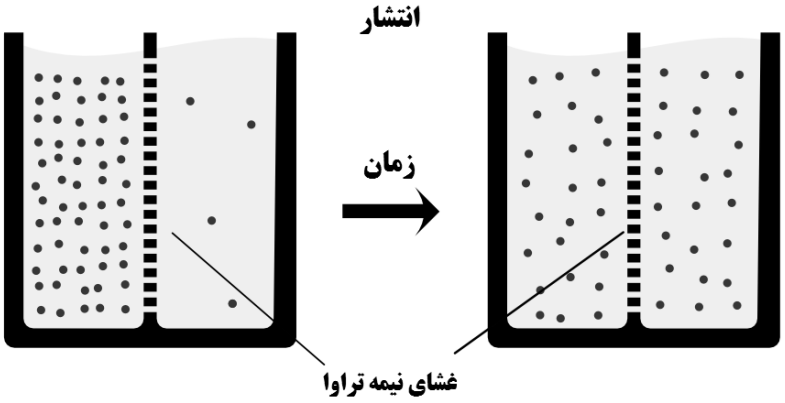
۲) اسمز (Osmosis)

۳) اولترافیلتراسیون (Ultra Filtration)

- **انتشار (Diffusion)**

در مایعات هرگاه غلظت ماده در یک سمت غشاء نیمه تراوا بیشتر از سمت دیگر باشد، ذرات آن به طرف محل با غلظت کمتر حرکت می‌کنند تا زمانی که غلظت هر دو طرف متعادل شود. بر مبنای این پدیده الکترولیت‌های اضافی خون مانند پتاسیم، سدیم، فسفر و منیزیم از آن خارج می‌شوند.

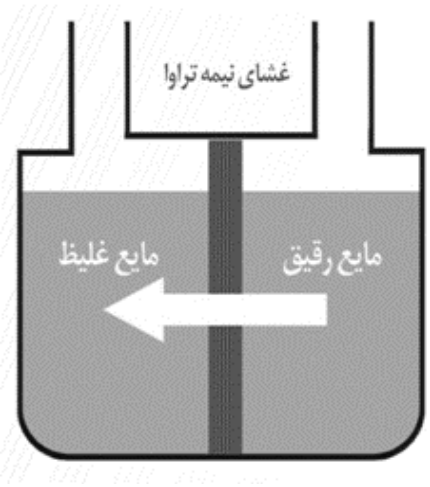
با استفاده از این روش و با افزودن الکترولیت‌هایی مانند کلسیم، قند و بی‌کربنات (که غلظت پایینی در خون دارند به مایع دیالیز، می‌توان سطح آن‌ها را در خون افزایش داد.



شکل ٥٦- خاصیت انتشار در غشای نیمه تراوا

- **خاصیت اسمزی**

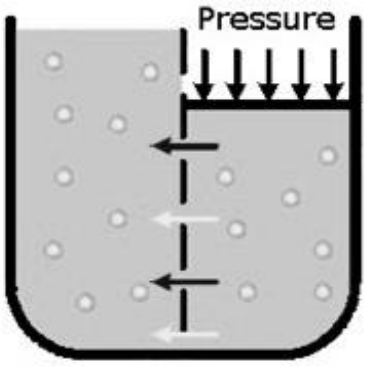
خاصیت اسمزی ویژگی است که به موجب آن آب از خلال یک غشاء نیمه تراوا، از ناحیه‌ای که غلظت ذرات در آن کمتر است به ناحیه‌ای با غلظت بیشتر می‌رود. اسمز در حرکت مایعات اضافی از بدن بیمار نقش دارد. برای بهره‌گیری از این ویژگی، به محلول دیالیز گلوکز اضافه می‌کنند تا غلظت آن نسبت به خون بیمار بیشتر شود و به این ترتیب مایعات از طریق منافذ غشاء از سمت خون به طرف محلول دیالیز حرکت کنند.



شکل ۵۷- خاصیت اسمزی در غشاء نیمه تراوا

- **اولترافیلتراسیون**

اولترافیلتراسیون با ایجاد یک فشار مصنوعی باعث حرکت و انتقال مایعات از خلال غشاء نیمه تراوا می‌شود. در انتقال مایعات، اولترافیلتراسیون روشی مؤثرتر از اسمز بوده و از این رو روشی است که در همودیالیز به کار برده می‌شود.

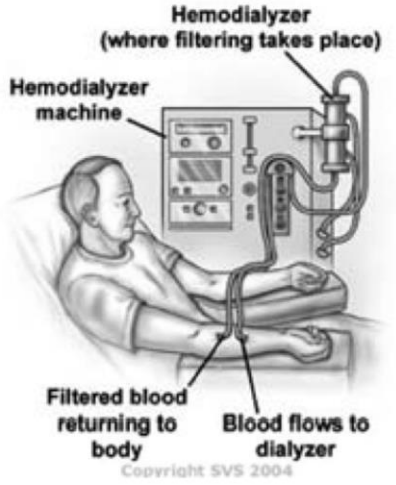


شکل ۵۸- الترافیلتراسیون در غشاء نیمه تراوا

- **غشاء نیمه تراوا**

غشاء نیمه تراوا در دستگاه دیالیز باید دارای خصوصیات زیر باشد:

- مانع از خروج گلبول‌ها گردد.
- پروتئین‌ها از آن عبور نکنند.
- الکترولیت‌ها و تولیدات اضافی با سرعت هر چه بیشتر از آن خارج شوند.



شکل ۵۹- ماشین دیالیز

ماشین دیالیز

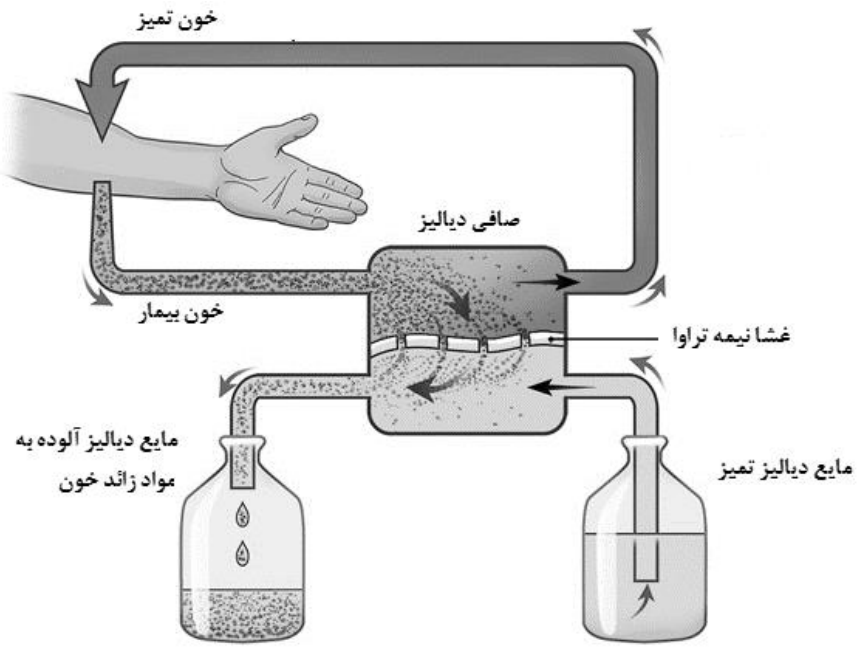
ساختار ماشین دیالیز

ساختار کلی یک ماشین دیالیز را می‌توان به سه بخش زیر تقسیم‌بندی نمود:

الف ـ سیستم انتقال خون

ب ـ سیستم تهیه و انتقال محلول دیالیز

ج ـ واحد مبادله کننده (صافی دیالیزور)



شکل ۶۰- نحوه تصفیه خون و تبدیل خون آلوده بیمار به خون تمیز

- **سیستم انتقال خون**

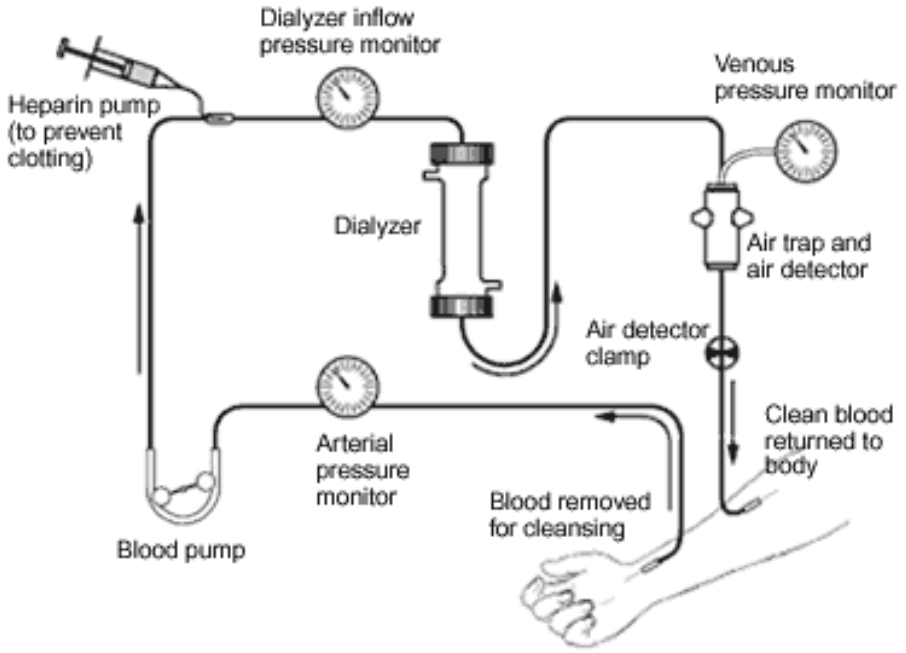
برای انجام عمل همودیالیز نیاز است که خون از بدن بیمار خارج شده و پس از طی مسیر و همجواری با محلول دیالیز به آن بازگردانده شود. در همودیالیز، مسیر خون بین بیمار و فیلتر را مسیر شریانی و مسیر بازگشتی بین فیلتر و بیمار را مسیر وریدی می‌نامند.

به منظور پیشگیری از لخته شدن خون در مجاورت دیالیزور و لوله‌ها، در مسیر ماده‌ای به نام هپارین به خون تزریق می‌شود. هپارین یک ماده ضد انعقاد با اثر زمانی کوتاه مدت است. بنابراین در مسیر عبور خون از دستگاه، نیاز به پمپی جهت تزریق دوز ثابتی هپارین وجود دارد.

همچنین وجود یک پمپ در مسیر شریانی، برای پمپاژ خون شریانی به محفظه مبادله دیالیز ضروری است. به وجود آمدن حباب‌های هوا در خون برای بیمار خطرناک خواهد بود (حباب‌های هوا موجب ایجاد آمبولی هوایی می‌شوند که تهدید کننده زندگی بیمار است)، از این رو در مسیر وریدی قبل

از ورود به بدن باید یک آشکارساز حباب قرار داده شود. در این دستگاه، سنسورهایی نیز جهت نمایش فشار خون شریانی، وریدی و نیز فشار مایع دیالیز تعبیه شده است.

در شکل زیر تمام بخش‌های مربوط به سیستم انتقال خون و بخش‌های جانبی مرتبط نشان داده شده‌اند.



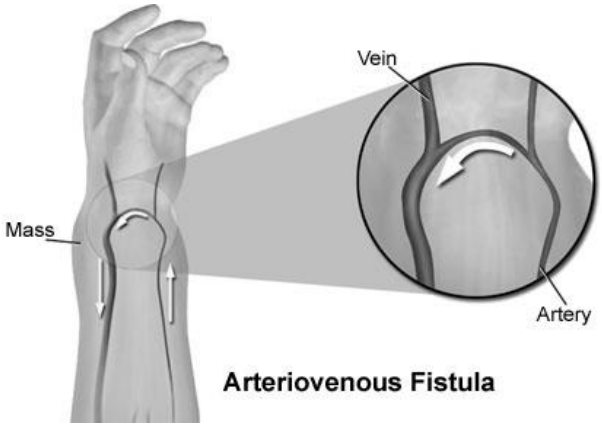
شکل ٦١- بلوک دیاگرام یک دستگاه دیالیز

برای دریافت خون از بیمار و همچنین بازگرداندن خون تصفیه شده به بدن بیمار سه راه دسترسی عروقی برای انجام همودیالیز وجود دارد که فیستول، گرافت و کاتتر نامیده می‌شوند.

- **فیستول**

فیستول بهترین انتخاب برای همودیالیز می‌باشد. برای ایجاد فیستول، یک جراحی کوچک مورد نیاز است. فیستول با ایجاد ارتباط بین یک ورید به شریان مجاور آن تشکیل می‌شود. این کار باعث می‌شود عروق خونی بزرگی به وجود آیند که جریان خون در آن‌ها سریع است. مچ دست یا آرنج بهترین محل برای ایجاد فیستول می‌باشد. فیستول سال‌های زیادی عمر می‌کند. معمولاً یک تا چهار ماه طول می‌کشد تا فیستول به اندازه کافی بزرگ شود. از میان راه‌های مختلف برای دسترسی به

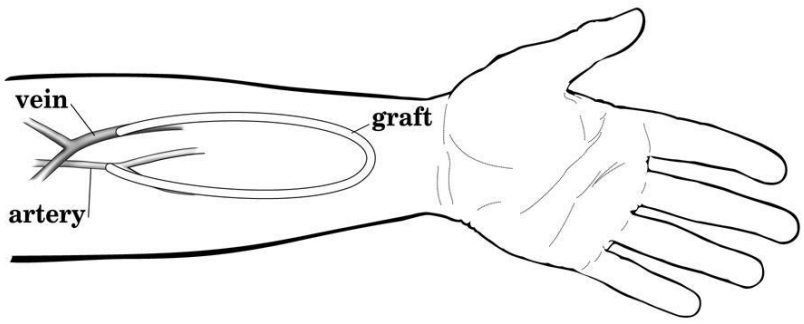
عروق فیستول ترجیح داده می‌شود چون معمولاً بیشتر عمر می‌کند و مشکلاتی مثل تشکیل لخته و عفونت کمتر در آن اتفاق می‌افتد. فیستول باید چندین ماه قبل از نیاز به شروع دیالیز ایجاد شود. این کار اجازه می‌دهد تا فیستول وقت کافی برای آماده شدن داشته باشد.



شکل ۶۲- ایجاد فیستول به عنوان یکی از راه‌های دسترسی به عروق جهت دیالیز

- **گرافت**

گرافت دومین انتخاب برای دسترسی عروقی است. طی یک جراحی کوچک، بین یک ورید و شریان نزدیک آن، به وسیله یک لوله مصنوعی ارتباط برقرار می‌شود. گرافت معمولاً در ساعد یا در قسمت فوقانی بازو قرار داده می‌شود. بعضی وقت‌ها، گرافت در ساق پا یا دیواره قفسه سینه قرار داده می‌شود. گرافت‌ها به طور کلی بعد از جراحی، حداقل دو هفته زمان نیاز دارند، تا قابل استفاده باشند.

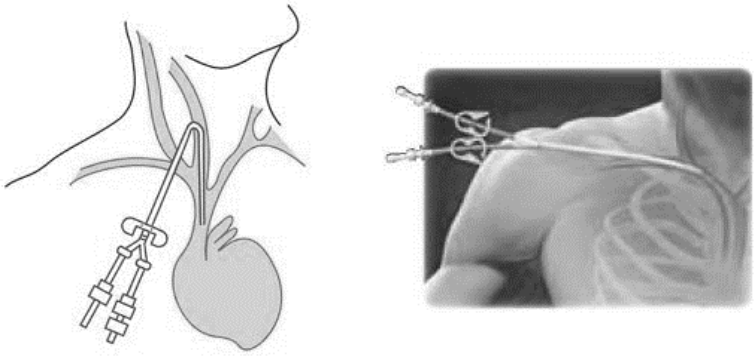


شکل ۶۳- گرافت، دومین راه برای دسترسی به عروق

کاترها برای دسترسی موقت به عروق، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، در افرادی که هنوز فیستول آن‌ها آماده نشده اما لازم است که دیالیزشان شروع شود. وقتی شرایط لازم برای فیستول فراهم شود کاتتر خارج می‌شود. گاهی اوقات کاتتر برای دوره طولانی استفاده می‌شود چون ایجاد فیستول یا گرافت امکان پذیر نمی‌باشند.

- **کاتترها**

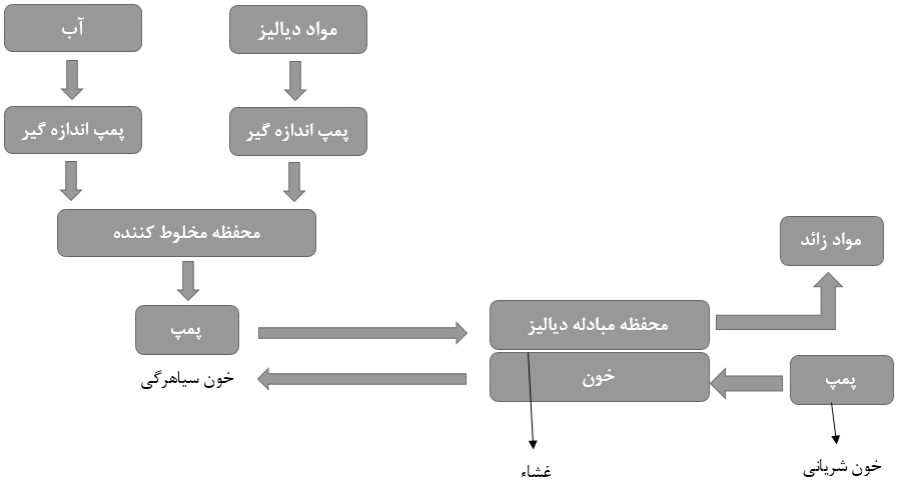
کاترها از لوله‌های پلاستیکی نرم ساخته می‌شوند که در یک ورید بزرگ، معمولاً در گردن قرار داده می‌شوند اما گاهی اوقات در قسمت فوقانی قفسه سینه گذاشته می‌شوند. کاترها نسبت به فیستول یا گرافت مشکلات زیادی به همراه دارند (از جمله لخته و عفونت) و ممکن است جریان خون کافی برای دیالیز خوب را فراهم نکنند.



شکل ٦٤- ایجاد کاتتر جهت دسترسی به عروق

- **سیستم تهیه و انتقال محلول دیالیز**

این سیستم شامل مجموعه اجزایی است که محلول دیالیز را با غلظت، دما و PH مناسب تهیه نموده و به محفظه مبادله دیالیز (فیلتر) هدایت و در نهایت محلول خروجی فیلتر را به خارج از دستگاه انتقال می‌دهند.



شکل ٦٥- سیستم تهیه و انتقال محلول دیالیز و جداسازی مواد زائد از خون

محلول دیالیز شامل آب و مواد دیالیز است که به درون محفظه مخلوط کننده پمپ شده و در آنجا مخلوط می‌گردند. مواد دیالیز به طور خودکار با آب خالص ترکیب می‌شوند تا به غلظت مناسب برسند. پمپ‌های اندازه‌گیر، میزان محلول دیالیز و آبی را که برای ساخت غلظت مناسبی از مایع دیالیز باید به محفظه مخلوط کننده فرستاده شوند، تنظیم می‌کنند. سپس مایع دیالیز برای زدودن ضایعات متابولیکی از خون و مبادله مواد به محفظه مبادله دیالیز هدایت شده و در انتها و پس از خروج از این محفظه دور ریخته می‌شود.

- **ویژگی‌های محلول دیالیز**

محلول دیالیز ترکیبی است که تا حد ممکن شبیه به ترکیب پلاسمای طبیعی خون است. مواد موجود در محلول دیالیز عمدتاً عبارتند از: کلروسدیم، کلروپتاسیم، کلرومنیزیم، گلوکز، استات سدیم یا بی‌کربنات سدیم. محلول دیالیز از آب تمیز و مواد شیمیایی تشکیل شده و عاری از هر گونه محصول اضافی متابولیکی و دارو است. چون باکتری‌ها و دیگر میکروارگانیسم‌ها برای عبور از غشاء بسیار بزرگ هستند، محلول دیالیز نیاز به استریل شدن ندارد. آب مورد استفاده در دیالیز باید دارای یک سری استانداردها باشد و باید از سالم و ایمن بودن آن اطمینان حاصل شود.

ترکیب محلول دیالیز ممکن است با توجه به نیاز تعادل الکترولیتی بیمار تغییر داده شود. در طول همودیالیز محلول دیالیز تقریباً تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرم می‌شود تا قابلیت انتشار را افزایش داده و از کاهش درجه حرارت خون بیمار جلوگیری کند. از آنجایی که تنها یک غشاء، خون بیمار را از محلول دیالیز جدا می‌کند، مهم است که هر گونه نشتی در غشا، فوراً آشکار شود. دیالیزکننده ماده‌ای با رنگ روشن است، از این رو وجود خون در آن را می‌توان به وسیله یک رنگ‌سنج آشکار نمود.

- **واحد مبادله کننده (صافی دیالیز کننده)**

مبادله کننده شامل محفظه‌ای است که در یک قسمت آن خون بیمار و در قسمتی دیگر محلول دیالیز قرار دارد. این دو قسمت توسط یک غشاء نفوذپذیر از هم جدا شده‌اند. خون و محلول دیالیز در مجاورت غشاء نیمه تراوا جریان می‌یابند.

شکل ٦٦- صافی دیالیز کننده

در طول همودیالیز مواد زائد خون به سوی مایع دیالیز حرکت کرده (به علت تفاوت در غلظت) و آب اضافی از خون به محلول دیالیز منتقل می‌شود. به عنوان نمونه پتاسیم و سدیم از خون به سوی محلول دیالیز جریان می‌یابند، در حالی که بی‌کربنات و کلسیم از محلول دیالیز به پلاسما وارد می‌شوند.

انواع دیالیز کننده

سه نوع دیالیزکننده وجود دارد:

۱) دیالیزکننده مارپیچی

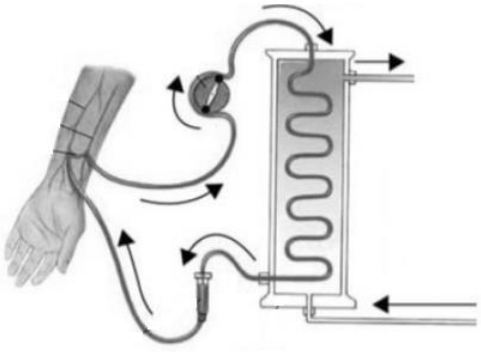
۲) دیالیزکننده با رشته‌های توخالی

۳) دیالیزکننده با صفحات موازی

- **دیالیزکننده مارپیچی**

در این نوع صافی، لوله‌ای دارای دیواره نیمه تراوا وجود دارد که خون به درون آن رانده می‌شود. در اطراف این لوله که به شکل مارپیچ است، مایع دیالیز جریان دارد. به دلیل طول زیاد، لوله مارپیچی در مقابل عبور خون مقاومت بالایی ایجاد می‌کند. از این رو جهت ارسال خون به درون لوله وجود یک پمپ ضروری است. افزایش فشار در مسیر شریانی تأثیر مثبتی در عمل اولترافیلتراسیون غشاء خواهد داشت.

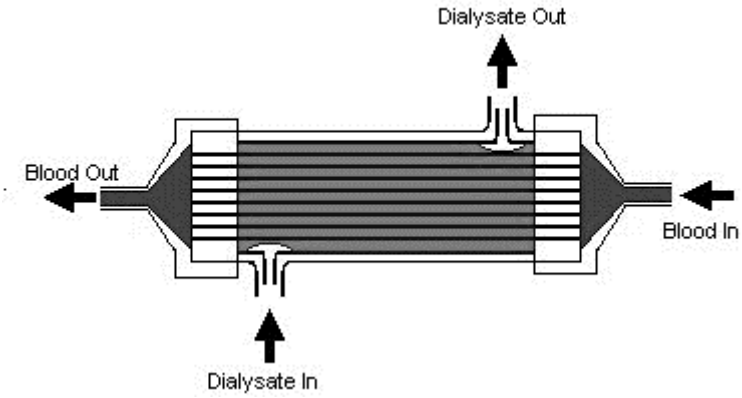
به منظور جایگزینی مایع دیالیز با مایع تازه جهت انتقال مطلوب مواد زائد از خون، یک پمپ در مسیر مایع دیالیز تعبیه می‌شود.



شکل ۶۲- دیالیز کننده مارپیچی

- **دیالیزکننده با رشته‌های توخالی**

قسمت اصلی این دیالیزکننده استوانه‌ای شکل است. درون استوانه لوله‌هایی مویین به صورت یک رشته کنار هم قرار گرفته‌اند. این لوله‌های مویین که تعداد آن‌ها به ده تا پانزده هزار می‌رسد، دارای قطر داخلی تقریبی ۰/۲ میلی‌متر و طول ۱۵۰ میلی‌متر هستند و درون استوانه به صورت موازی در کنار هم نصب شده‌اند. قطر بسیار پائین لوله‌ها باعث می‌شود که خون (حتی در صورتی که فشار هم نداشته باشد) به راحتی در آن‌ها نفوذ کرده و در طول استوانه پیش رود.



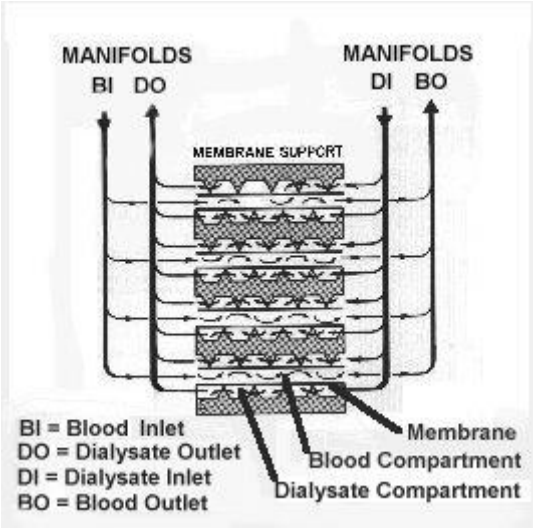
شکل ۶۸- دیالیزکننده با رشته‌های توخالی

عملکرد این استوانه‌ها که کویل نامیده می‌شوند، بدین صورت است که خون بیمار از بالا به پائین و از طریق لوله‌های مویین درون این کویل‌ها جریان می‌یابد و مایع دیالیز در فضای بین لوله‌ها و در خلاف جهت عبور خون یعنی از پائین به بالا پمپ می‌شود. لوله‌ها مولکول‌های بزرگی همچون پروتئین و قند را از خود عبور نمی‌دهند و تنها مولکول‌های کوچک و مواد زائد خون قادر به عبور از لوله‌های مویین خواهند بود. در حقیقت مایع دیالیز از طریق انتشار، مواد زائد را از لوله‌های مویین جذب می‌کند و یک تبادل یونی در این قسمت صورت می‌گیرد. مواد زائد از ناحیه‌ای از کویل که به دستگاه دیالیز وصل شده، دفع می‌شوند و خون تصفیه شده از سر دیگر کویل به بدن بیمار بازگردانده می‌شود.

- **دیالیزکننده با صفحات موازی**

این دیالیزکننده مشابه خازن‌های صفحه‌ای موازی چند لایه است و صفحات آن از موادی با جنس یک غشاء نیمه تراوا ساخته شده‌اند. خون در میان جفت صفحات به صورت یک در میان به جریان درآمده و مایع دیالیز در میان بقیه صفحات قرار می‌گیرد. بدین ترتیب هر صفحه به عنوان غشاء نفوذپذیری بین خون و مایع دیالیز عمل می‌کند. خون به صورت لایه‌های نازک جریان یافته تا نسبت سطح به حجم در دیالیزگر افزایش یابد. این نوع دیالیزکننده دارای مقاومت پایینی در مقابل جریان

خون است. این ویژگی باعث می‌شود که خون توانایی داشته باشد تا از میان مایع دیالیزکننده با فشار رگ‌ها بگذرد و بنابراین احتیاجی به پمپ خون وجود نخواهد داشت.



شکل ۶۹- دیالیز کننده با صفحات موازی

سطوح نواحی دیالیزکننده هر قسمت موازی حدود یک متر است. دیالیزکننده بعد از هر مرتبه استفاده باید دوباره تمیز گردد (به دلیل کارکرد بهتر و نیز کم کردن عفونت‌های باکتری‌ها).

روش‌های تصفیه آب در همودیالیز

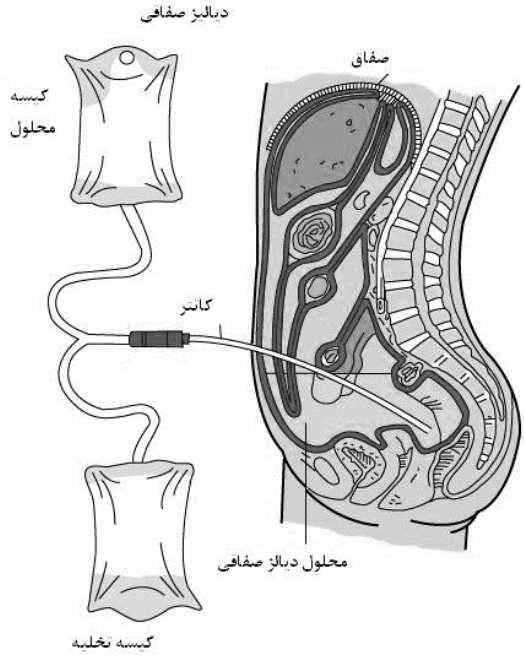
بیماران در طی هر دیالیز در معرض ورود حدود ۱۲۰ لیتر آب قرار می‌گیرند. تمام مواد با وزن مولکولی کوچک که در آب موجود هستند با جریان خون بیمار در تماس مستقیم خواهند بود. به این دلیل کنترل آب خالص مورد استفاده برای دیالیز از اهمیت زیادی برخوردار است. نیاز نیست که آب مورد استفاده در دیالیز کاملاً استریل باشد، زیرا غشاء دیالیزور به طور طبیعی سد مؤثری در برابر باکتری‌ها خواهد بود. توسط فرآیند اسمز معکوس که در این روش آب از طریق یک غشاء نیمه تراوا با منافذ کوچک با فشار عبور داده می‌شود، بیش از ۹۰٪ آلودگی‌ها خارج می‌گردند. روش‌های دیگری مثل میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون و اشعه ماوراء بنفش نیز وجود دارند.

سیستم شستشوی ماشین دیالیز

پس از عمل دیالیز، سیستم بر روی عملیات شستشو قرار می‌گیرد. محلول شیمیایی شستشو توسط پمپ مکش کننده محلول دیالیز، به دستگاه وارد و با تنظیم سیکل شستشو، این عملیات صورت می‌پذیرد. شستشوی ماشین توسط دو سیستم به صورت شستشوی حرارتی و شستشوی شیمیایی انجام می‌شود. در شستشوی حرارتی، درجه حرارت آب، لازم است ۹۶ درجه سانتی‌گراد باشد. زمان شستشو با مواد شیمیایی و تخلیه جمعاً ۳۰ دقیقه به طول می‌انجامد. پس از اتمام شستشو، عمل تخلیه انجام می‌شود.

دیالیز صفاقی

در دیالیز صفاقی از صفاق (پرده‌ای طبیعی که حفره شکم را می‌پوشاند) استفاده می‌شود. پرده سوراخ‌های کوچکی دارد و بعنوان صافی عمل می‌کند. مواد زائد و مایعات می‌توانند از بدن دفع شوند. مایع دیالیز، از خلال لوله پلاستیکی نرم و کوچک به نام کاتتر دیالیز صفاقی به حفره صفاق جریان می‌یابد.



شکل ۷۰- دیالیز صفاقی و استفاده از پرده صفاق جهت جداسازی مواد زائد از خون

کاتتر با یک جراحی کوچک داخل شکم گذاشته می‌شود. حدود ۱۵ سانتی متر از این لوله خارج از شکم وزیر لباس باقی می‌ماند و وسیله‌ای برای اتصال کیسه‌های مایع دیالیز فراهم می‌آورد.

در دیالیز صفاقی، فرایند دیالیز داخل شکم بیمار با استفاده از غشا طبیعی (صفاق) بعنوان غشا دیالیز انجام می‌گیرد. مویرگ‌های صفاق دارای تعداد زیادی منافذ کوچک است. خون از خلال عروق خونی به صفاق جریان یافته و از کنار منافذ عبور می‌کند بنابراین آب و مواد سمی به آسانی می‌توانند از خلال منافذ عبور نمایند. به هنگام دیالیز حفره صفاق بعنوان مخزن مایع دیالیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برخی بیماری‌های خونی مرتبط با دیالیز

طی پروسه دیالیز، خون از بدن بیمار خارج و پس از تصفیه، دوباره به بدن باز می‌گردد. به همین علت ممکن است در این حین، برخی بیماری‌هایی که از طریق خون قابل انتقال هستند، از شخصی به شخص دیگر منتقل شوند.

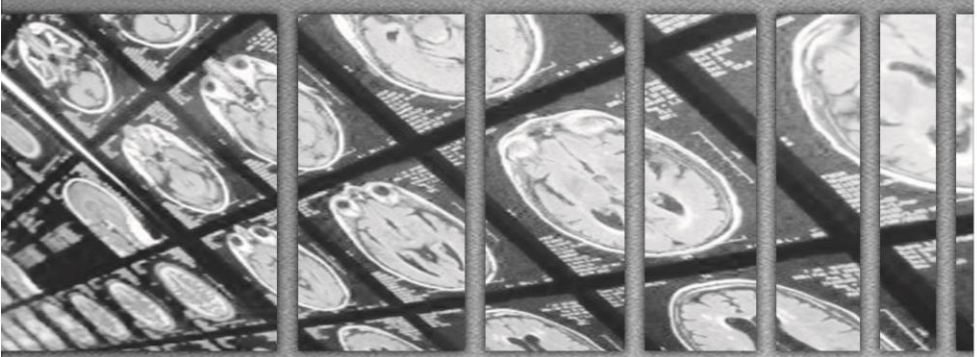
برخی بیماری‌های مرتبط را می‌توان به صورت ذیل لیست کرد:

- **هپاتیت:** از میان انواع هپاتیت، نوع B و C آن شیوع بیشتری در بیماران همودیالیزی و نیز پرسنل بخش داشته است. بهتر است بیماران دیالیزی و پرسنل در مقابل هپاتیت واکسینه شوند.
- **ایدز:** به طور کلی میزان عفونت HIV در بیماران همودیالیزی کمی بیشتر از سایر افراد می‌باشد و چون ممکن است علائمی نداشته باشد، باید حتماً غربالگری شوند و در صورت شناسایی و در صورت امکان در خانه دیالیز شوند تا خطر ابتلا به دیگران کاهش یابد.
- **آنفلوآنزا:** در بیماران دیالیزی عوارض آنفلوآنزا تشدید می‌یابد و باید واکسینه شوند.

فصل پنجم

۵

آشنایی با دستگاه های تصویربرداری



سینا درمان
www.DEZMED.com

تصویر برداری مبتنی بر اشعه ایکس

اصول اشعه ایکس

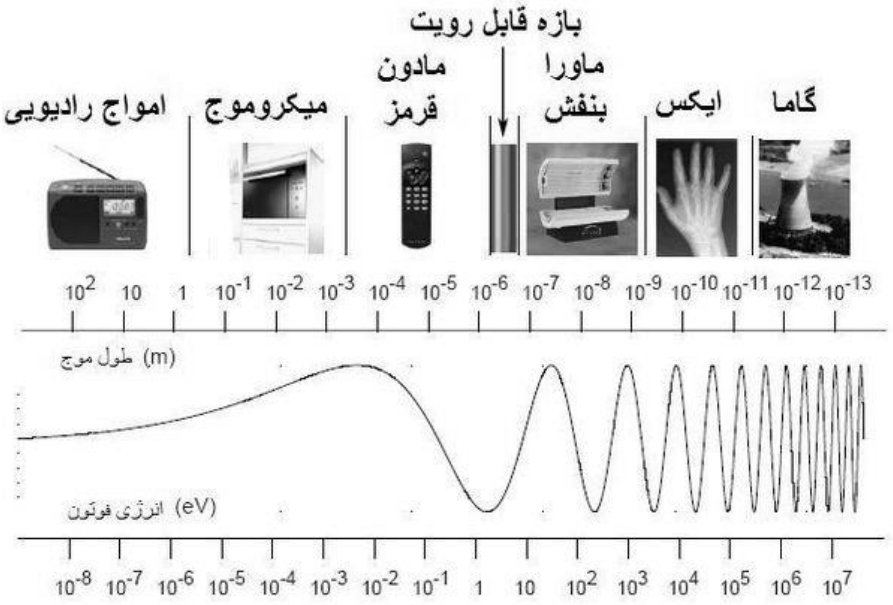
بدن انسان شامل بافت‌ها و ارگان‌های مختلف از جمله آب، استخوان، خون و چربی است و به منظور انجام تصویربرداری نیاز است با بهره‌گیری از تکنیک‌های ویژه‌ای، این قسمت‌ها از یکدیگر متمایز شوند. تا پیش از کشف اشعه ایکس هیچ تلاشی در راستای ایجاد تصویری از بدن صورت نگرفته بود. اکثر سیستم‌های اصلی که در تصویربرداری با اشعه ایکس مورد نیازند، در ۲۰ سال اول کشف این اشعه، ابداع و به خدمت گرفته شدند. به طوری که از سال ۱۹۳۰ به بعد اغلب کوشش‌ها در جهت بهبود سیستم‌ها و روش‌های ارتقا کیفیت تصاویر متمرکز شده و تغییرات چندانی در سیستم کلی رادیوگرافی به وجود نیامد.

ماهیت اشعه ایکس

اشعه ایکس بخشی از امواج الکترومغناطیسی می‌باشد و تفاوت اصلی آن با دیگر امواج الکترومغناطیسی همچون امواج رادیویی یا نور، در فرکانس و طول موج آن است. کلیه امواج الکترومغناطیسی دارای این توانایی هستند که در خلاء یا فضای خارجی حرکت کنند. برخی خواص اصلی امواج الکترومغناطیسی به شرح زیر می‌باشد:

- از رابطه $c=\upsilon\lambda$ تبعیت می‌کنند، که c سرعت نور، υ فرکانس و λ طول موج است.
- در مسیر یک خط مستقیم انتشار می‌یابند.
- شدت آن با مجذور مسافت رابطه عکس دارد.
- توسط محیط‌های مغناطیسی منحرف می‌شوند.

در شکل زیر طیف امواج الکترومغناطیسی نشان داده شده است.



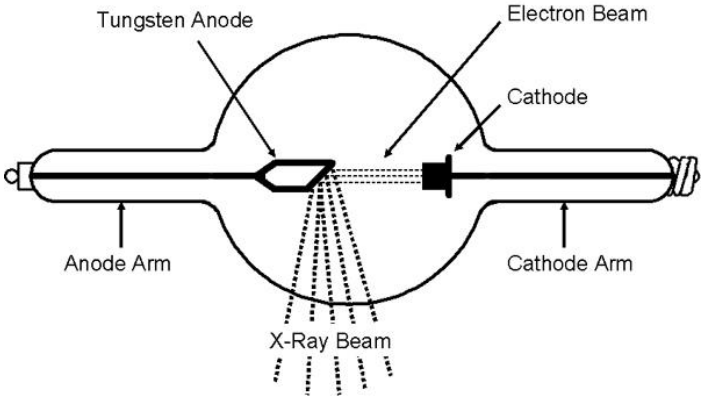
شکل ۷۱- طیف امواج الکترومغناطیسی

تولید اشعه ایکس در یک لامپ اشعه ایکس

اشعه ایکس توسط یک لامپ دیودی اشعه ایکس، دارای سطح خلاء بالا، تولید می‌شود که در آن الکترون‌ها با سرعت‌های بالا (با استفاده از یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا تا مقادیر حدود ۱۰۰ کیلوولت) شتاب داده می‌شوند. قسمت اصلی لامپ اشعه ایکس از یک محفظه ضخیم سربی تشکیل شده که درون آن محفظه شیشه‌ای خلاء همراه با دو الکترود به نام‌های آند و کاتد قرار دارند. اختلاف پتانسیل به وجود آمده بین دو الکترود، منجر به قرار گرفتن الکترون‌های معلق در لوله خلاء تحت اثر نیروی بسیار بزرگ حاصل از میدان الکتریکی می‌شود. این امر الکترون‌ها را از سمت کاتد به جانب آند که از جنس تنگستن است هدایت می‌کند و در نتیجه موجب جاری شدن جریان بین کاتد و آند می‌شود.

زمانی که اشعه کاتدی به آند برخورد می‌کند، تنها بخشی از انرژی به انرژی فوتون‌های پرتو ایکس تبدیل می‌شود و قسمت بیشتر انرژی به گرما تبدیل می‌شود. تمرکز این انرژی بر روی سطح کوچک

آند، می‌تواند منجر به گرم شدن بیش از اندازه و حتی ذوب شدن آن شود. یک روش برای جلوگیری از این مشکل، افزایش سطح آند است. روش دیگر استفاده از آند چرخان است. در این تکنیک، سرعت چرخش طبیعی آند ۳۶۰۰ دور در دقیقه است که این چرخش موجب پخش شدن گرما در سطح وسیعی از آند می‌شود. لوله خلاء اشعه ایکس به وسیله شتاب گرفتن الکترون‌ها از یک فلامان تنگستن کاتدی داغ شده به طرف یک صفحه آندی دوار ولتاژ بالا عمل می‌کند.



شکل ۷۲- نمایی از تیوب اشعه ایکس

برخورد یک الکترون پر سرعت به آند از جنس تنگستن، منجر به جدا شدن یکی از الکترون‌های موجود در سطح انرژی پایین‌تر اتم تنگستن می‌شود. به منظور جایگزینی این الکترون، الکترونی از سطح انرژی بالاتر به این سطح منتقل می‌شود که این انتقال منجر به آزادسازی مقداری انرژی، معادل با اختلاف دو سطح انرژی و در قالب یک فوتون آزاد می‌گردد.

در صورتی که اختلاف بین دو سطح انرژی به میزانی باشد که انرژی قابل ملاحظه‌ای آزاد شود، این انرژی در قالب یک فوتون اشعه ایکس معرفی می‌گردد. روش دیگر تولید اشعه ایکس به این صورت است که گاهی اوقات بر اثر برخورد یک الکترون پر سرعت به هسته اتم تنگستن، ضمن کاسته شدن از سرعت و تغییر جهت آن، انرژی آزاد می‌شود که به صورت فوتون اشعه ایکس ظاهر می‌شود.

دستگاه رادیولوژی

دستگاه رادیولوژی به عنوان یکی از دستگاه‌های تصویربرداری که اساس عملکرد آن مبتنی بر اشعه ایکس است، از اجزاء مختلفی تشکیل می‌شود که در ادامه به شرح آن‌ها خواهیم پرداخت.

شکل ۷۳- دستگاه رادیولوژی

قسمت‌های اصلی یک سیستم رادیوگرافی

- **تیوب مولد اشعه ایکس**

تیوب شیشه‌ای مولد اشعه ایکس باید درون محفظه‌ای فلزی که جدار داخلی آن با سرب پوشیده شده قرار گیرد تا اشعه ایکس انتشار یافته در جهت‌های مختلف را جذب نماید. کارکرد دیگر این محفظه فلزی، ایجاد حفاظ برای ولتاژ بالای اعمال شده بین آند و کاتد است. به منظور جلوگیری از هر گونه جرقه الکتریکی بین کابل‌های ولتاژ بالا، محدوده بین تیوب و محفظه فلزی توسط روغن غلیظی که در برابر ولتاژ الکتریکی کاملاً عایق است، انباشته می‌شود. ضروری است محفظه شیشه‌ای به طور کامل خالی از هوا باشد. زیرا انبساط هوا در اثر گرم شدن، می‌تواند منجر به وارد آوردن فشار به جدار شیشه‌ای تیوب و شکستن آن شود. روغن به کار گرفته شده علاوه بر عایق بودن، دارای خواص خنک‌کنندگی نیز می‌باشد. در صورت افزایش دمای تیوب به بالاتر از حد مجاز، انبساط روغن درون محفظه منجر به فعال شدن مدار محافظ و در نتیجه قطع تابش اشعه توسط دستگاه می‌شود. میزان حرارت ایجاد شده در تیوب اشعه ایکس بستگی به کیلوولت، میلی‌آمپر تیوب و زمان

تابش دارد. این حرارت در آند ایجاد می‌شود و باید توان تحمل این میزان حرارت در آن وجود داشته باشد. واحد اندازه‌گیری این حرارت ژول، وات ثانیه (w.s) یا HU (Heat Unit) است. طبق تعریف یک HU برابر با w.s ۰/۷۱ است.

یکی از مسائل مهمی که در مورد تیوب اشعه ایکس مطرح است، طول عمر آن است. در این مورد استاندارد بین‌المللی IEC-۶۱۳ اعلام می‌دارد که؛ در صورتی که t زمان هر تابش اشعه باشد، تیوب باید بتواند حداقل n=۱۰۰۰/t بار تابش انجام دهد. به عنوان مثال اگر هر بار تابش ۰/۱ ثانیه طول بکشد، تیوب باید این توانایی را داشته باشد تا حداقل ۱۰۰۰۰ بار تابش انجام دهد.

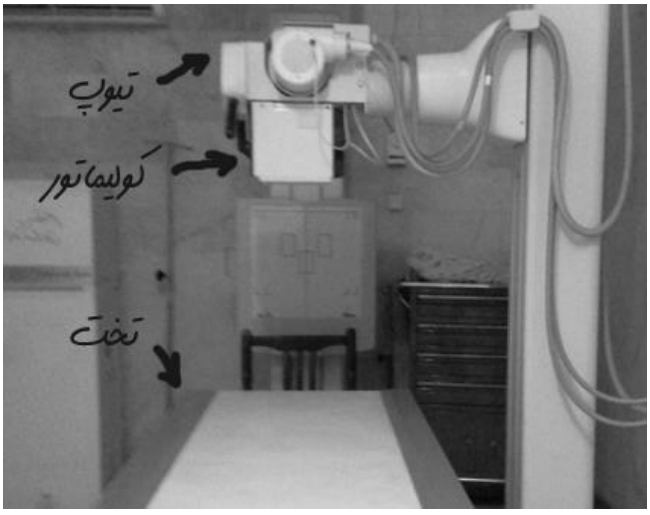
- **ستون نگهدارنده تیوب**

ستون نگهدارنده تیوب، علاوه بر نگهداری تیوب در وضعیت مناسب و مطمئن، امکان چرخش و حرکت آن در زوایای مختلف را نیز فراهم می‌آورد. ستون باید قابلیت حرکت دادن نرم و بدون لرزش تیوب در جهات بالا، پائین، چپ، راست، عقب، جلو و همچنین چرخش تیوب از حالت عمودی به افقی در هر دو جهت را دارا باشد. این حرکات از طریق قفل‌های الکترومکانیکی یا مکانیکی قابل کنترل هستند. یعنی پس از قرار گرفتن تیوب در وضعیت مطلوب، اپراتور بتواند با قفل کردن آن وضعیت تیوب را ثابت کند.

شکل ۷۴- ستون نگه دارنده تیوب

- **کولیماتور (Collimator)**

وسیله‌ای به منظور محدود ساختن اشعه ایکس است که به خروجی تیوب در محفظه آن متصل شده و شعاع اشعه ایکس را تنظیم کند. کولیماتور شامل دریچه‌ایست که می‌تواند به کمک دست یا یک موتور باز و بسته شود و محدوده تابش اشعه ایکس را تغییر دهد. درب دریچه از چهار صفحه سربی ساخته شده است. حرکت این صفحات به دو صورت دستی یا با استفاده از یک موتور صورت می‌گیرد. شعاع نوری یک چراغ که بر روی بدن بیمار می‌افتد، میدان اشعه ایکس را مشخص می‌سازد. این شعاع نوری به وسیله آینه‌ای که با زاویه ۴۵ درجه در مسیر اشعه قرار گرفته است، منحرف می‌شود. فاصله چراغ تا آینه باید با فاصله منبع ایکس تا آینه یکسان باشد. لامپ مورد استفاده عمدتاً از نوع dc و با توان ۱۰۰ تا ۱۵۰ وات است.



شکل ۷۵- نمایی از تیوب اشعه ایکس، کولیماتور و تخت

- **ژنراتور ولتاژ بالا**

یکی از قسمت‌های مهم و اصلی در یک دستگاه رادیولوژی، ژنراتور ولتاژ بالا است که وظیفه ایجاد ولتاژ بالای مورد نیاز جهت تولید اشعه ایکس در تیوب را بر عهده دارد. ورودی این مجموعه، برق شهر با دامنه ۲۲۰ ولت به صورت تک فاز یا سه فاز است که در بازه زمانی کوتاه مورد نیاز، برای

تابش به ورودی ژنراتور اعمال می‌شود. خروجی این مجموعه نیز ولتاژ چندین برابر افزایش یافته تا محدوده حداکثری ۱۵۰ کیلوولت است.

- **کابل‌های ولتاژ بالا**

وظیفه این کابل‌ها انتقال ولتاژ بالای ایجاد شده در ترانسفورماتور به دو سر تیوب است. کابلی که به آند تیوب متصل می‌شود، فقط نیازمند یک رشته سیم برای انتقال ولتاژ است. اما کابل متصل شده به کاتد باید علاوه بر رشته سیم حامل ولتاژ، دو رشته سیم به منظور تغذیه دو فیلامان فوکوس بزرگ و کوچک داشته باشد.

- **فیلم رادیوگرافی**

تصویر تشکیل شده توسط اشعه ایکس در واقع تصویری از سایه اندام‌های مختلف بدن است که روی فیلم می‌افتد و به آن اسیلوگراف نیز می‌گویند. تصاویر اشعه ایکس بر روی فیلم‌های رادیوگرافی ثبت می‌شوند که نوع خاصی از فیلم‌ها هستند. چنانچه فیلم به تنهایی در مسیر اشعه قرار داده شود، تصویر حاصل محو و مبهم خواهد بود و برای بهبود کیفیت، نیاز به تابش مقدار بسیار بیشتری از اشعه به وجود می‌آید که مضراتی را برای بیمار به همراه دارد. برای رفع این مشکل فیلم بین دو صفحه تشدید کننده قرار داده می‌شود. این صفحات با مواد فلورسانس پوشانده شده‌اند و به شکلی عمل می‌کنند که پرتوهای ایکس برخوردی را به نور مرئی تبدیل می‌نمایند. هر دو طرف فیلم نیز با امولسیون حساس به نور پوشانده شده است. به کارگیری صفحات تشدید کننده تا حدودی منجر به مات شدن تصویر می‌شود. به منظور کاهش این اثر ضخامت این صفحات را تا حد امکان باریک طراحی می‌کنند.

- **تخت رادیولوژی**

یکی دیگر از قسمت‌های یک دستگاه رادیولوژی، تخت است که باید دارای امکانات و ویژگی‌های خاصی باشد، به طور کلی تخت‌های رادیولوژی را می‌توان به دو دسته تخت ساده با رویه شناور و تخت رادیولوژی ـ فلوروسکوپی یا تخت R/F تقسیم‌بندی کرد.

- **تخت R/F**

این تخت‌ها برای انجام هر دو عمل رادیوگرافی و فلوروسکوپی قابل استفاده هستند. زمان انجام رادیوگرافی، تیوب اشعه ایکسی که بر روی ستون نگهدارنده تیوب قرار دارد، از بالا تخت را پوشش می‌دهد و کار رادیوگرافی توسط این تیوب انجام می‌گیرد. در برخی از انواع تخت‌ها، رادیوگرافی و فلوروسکوپی توسط یک تیوب انجام می‌گیرد.

- **مدارات کنترلی دستگاه**

سه پارامتر اصلی که در دستگاه‌های تصویربرداری اشعه ایکس باید قابل انتخاب، اندازه‌گیری و کنترل باشند، عبارتند از: ولتاژ تیوب، جریان تیوب، زمان تابش یا اکسپوز. این سه پارامتر بر کیفیت تصویر اثر مستقیم دارند. در دستگاه‌های قدیمی این پارامترها با روش‌های بسیار ساده و غیر دقیق کنترل و اندازه‌گیری می‌شدند. اما با پیشرفت علم الکترونیک و ساخته شدن ابزار الکترونیکی جدید، به‌خصوص بعد از ساخته شدن ریزپردازنده‌ها، عمل کنترل پارامترها با روش‌های دقیق‌تر و در حجم کمتری انجام پذیرفته و انتخاب‌های بیشتری در اختیار اپراتور قرار داده می‌شود. وظیفه مدارات کنترلی دستگاه‌های تصویربرداری اشعه ایکس علاوه بر به وجود آوردن امکان انتخاب و کنترل دقیق سه پارامتر اصلی، حفاظت از قسمت‌های حساس دستگاه و یا جلوگیری از افزایش بار دستگاه به میزان فراتر از حد مجاز و همین طور حفظ ایمنی الکتریکی اپراتور و بیمار است.

- **میز فرمان اپراتور**

بخشی از سیستم رادیولوژی است که در اتاق کنترل قرار گرفته و با اپراتور در ارتباط است و ابزار کنترلی و نمایشی و انتخاب‌هایی را در اختیار اپراتور قرار می‌دهد.

شکل ۲۶- دستگاه رادیولوژی پرتابل

دستگاه رادیولوژی پرتابل

در بعضی موارد به علت وخامت حال بیمار، انتقال بیمار به بخش رادیولوژی امکان‌پذیر نیست. در چنین مواردی ضرورت استفاده از دستگاه‌های رادیولوژی متحرک به وجود می‌آید. اولین مسئله مطرح در به کارگیری دستگاه‌های رادیولوژی متحرک، تأمین توان مورد نیاز آن‌هاست. پریزهای معمولی برق که در بخش‌های مختلف بیمارستان وجود دارند به طور معمول توانایی تحمل جریان تا حدود ۱۰ آمپر را دارند، در حالی که برای گرفتن ساده‌ترین عکس‌ها به جریانی بیش از این نیاز است.

لذا برای ساخت این سیستم‌ها، وسیله‌ای به منظور ذخیره‌سازی انرژی مورد نیاز است که بتواند در زمان‌های عدم استفاده از دستگاه، برق شهر را در خود ذخیره نموده و در زمان تابش به سیستم تحویل دهد. این وسیله باید از لحاظ وزن و حجم فضایی که اشغال می‌کند نیز مقادیر قابل قبولی داشته باشد. در سیستم‌های متحرکی که به طور رایج مورد استفاده قرار می‌گیرند از سه روش برای تأمین توان استفاده می‌شود:

۱. باتری قابل شارژ

۲. خازن ولتاژ بالا

۳. خازن ولتاژ پائین

دستگاه‌های رادیولوژی متحرک نسبت به دستگاه‌های رادیولوژی ثابت دارای mA و kv کمتری هستند. معمولاً در این دستگاه‌ها جریان تیوب و زمان تابش به صورت دو پارامتر جدا از هم قابل انتخاب نیستند، بلکه حاصل‌ضرب آن‌ها به صورت mAs انتخاب و کنترل می‌شود.

رادیوگرافی پانورکس

رادیوگرافی پانورکس یکی از رایج‌ترین رادیوگرافی‌های تشخیصی در دندانپزشکی است. در این نوع رادیوگرافی، دندانپزشک می‌تواند کل دندان‌ها و استخوان‌های فک بالا و پائین بیمار را در یک کلیشه مشاهده کند. این رادیوگرافی در مشخص ساختن ضایعات فک و اطراف دندان‌ها، دندان‌های نهفته، درمان‌های ایمپلنت و ... به کار می‌رود.

شکل ۷۷- نمایی از دستگاه رادیوگرافی پانورکس

برای ثبت تصاویر در رادیوگرافی پانورکس، منبع اشعه و فیلم رادیوگرافی در خلاف جهت یکدیگر در اطراف سر بیمار حرکت می‌کنند و وضعیت فک‌ها را بر روی فیلم ثبت می‌کنند. این نوع

دستگاه‌های رادیوگرافی به طور معمول در مراکز رادیولوژی وجود دارند و مطب‌های شخصی دندانپزشکی در ایران مجاز به داشتن این نوع دستگاه‌ها نیستند.

شکل ۷۸- تصویر ثبت شده توسط رادیوگرافی پانورکس

این روش، تحت عنوان O.P.G نیز خوانده می‌شود که مخفف عبارت OrthoPantomoGraph است.

شکل ۷۹- دستگاه پروسسور رادیولوژی

دستگاه پروسسور رادیولوژی

پروسسور دستگاهی است که در قسمت رادیولوژی جهت ظهور فیلم رادیولوژی به کار می‌رود. اجزای تشکیل‌دهنده دستگاه پروسسور شامل غلطک‌ها، پمپ‌ها، سوئیچ سطح مایع، هیتر و برد کنترل الکترونیکی است.

مراحل مختلف ظاهر کردن فیلم رادیولوژی در شکل فوق نشان داده شده‌اند. نحوه کار دستگاه به این صورت است که موتور، غلطک‌ها را وادار به چرخش می‌کند. سپس توسط حرکت غلطک‌ها، فیلم به داخل مخازن مختلف ظهور، ثبوت و آب فرو رفته و خارج شده و در نهایت از قسمت خشک‌کن خارج می‌گردد. میزان داروی ثبوت و ظهور و آب، توسط سوئیچ کنترل سطح تنظیم می‌شوند و در صورت پائین آمدن سطح مایعات، پمپ مربوطه فعال شده و سطح مورد نیاز را تأمین می‌کند. یک منبع و دو پمپ با ابعاد کوچک‌تر جهت چرخش مایعات ثبوت و ظهور در نظر گرفته شده‌اند و در مسیر چرخش مایعات المنتی تعبیه شده که موجب رسیدن دمای مایع به محدوده نرمالی در حدود ۳۸-۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌شود. این محدوده دمایی توسط اپراتور قابل تنظیم است. در بخش خشک‌کن، یک فن با دمیدن بر روی هیتر هوای گرم به وجود می‌آورد و فیلم با عبور از مقابل آن در معرض این هوای گرم قرار گرفته و خشک می‌شود.

فلوروسکوپی

فلوئوروسکوپی یا فلوروسکوپی (Fluoroscopy) یکی دیگر از تکنیک‌های تصویربرداری است که در علوم تشخیصی رادیولوژی و فیزیک پزشکی کاربرد فراوانی دارد.

مبنای کار یک یک دستگاه فلوئوروسکوپ بر اساس یک مولد اشعه ایکس با جریان مولد بین ۱ تا ۵ میلی آمپر (و حتی کمتر) است که پرتوهای آن توسط نوعی گیرنده به نام دستگاه تقویت تصویر دریافت و تقویت می‌شوند. این دستگاه پرتوهای ایکس عبوری از درون بدن بیمار را بصورت زمان حقیقی آشکارسازی نموده و و توسط یک سیستم تلویزیونی مدار بسته نمایش داده و ثبت می‌کند.

شکل ۸۰- نمایی از دستگاه فلوروسکوپی

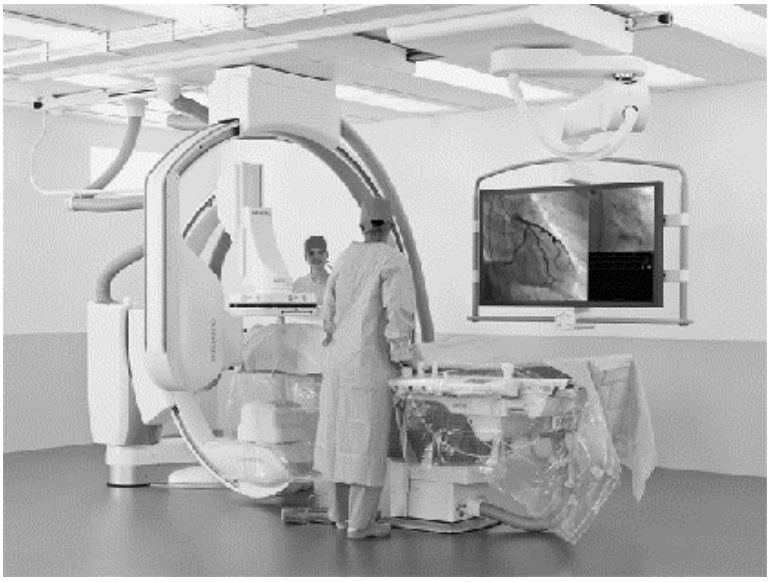
به کارگیری تکنیک‌های فلوئوروسکوپی در مواقعی سودمند است که نیاز به مطالعه تحرکات درون پدید می‌آید. برای این منظور علاوه بر قابلیت ثبت تصاویر بر روی فیلم رادیولوژی، این امکان نیز وجود دارد که در زمان‌هایی که مشاهده حرکت در بدن مورد نظر است (به عنوان مثال بررسی حرکت ماده حاجب در مجرای گوارشی)، بتوان تصویر را مستقیماً و به صورت زمان حقیقی روی یک صفحه نمایشگر نمایش داد. در این سیستم از صفحات شیشه‌ای فلورسانس قابل رؤیت، به عنوان جایگزینی برای فیلم‌های رادیوگرافی استفاده می‌شود که موجب مرئی شدن تصویر در هنگام تشعشع می‌شوند. به سبب توالی پرتوهای ایکس و خطرات توأم احتمالی، در فلوروسکوپی دوزهای پایین اشعه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مشکل اصلی در فلوروسکوپی، ضعیف بودن سیگنال تصاویر ایجاد شده بر روی صفحه فلورسنت است که منجر به کیفیت تصویر بسیار پایین‌تری در مقایسه با تصاویر رادیوگرافی می‌شود. به منظور رفع این مشکل و تقویت سیگنال نوری، یک لامپ تشدیدکننده تصویر به کار برده می‌شود.

آنژیوگرافی

بیماری‌های قلب و عروق از شایع‌ترین بیماری‌های قرن حاضر محسوب شده و نارسایی قلبی بزرگ‌ترین عامل مرگ و میر در جوامع صنعتی و نیمه صنعتی به حساب می‌آید. به دلیل اهمیت موضوع، ابزارها و روش‌های مختلفی به منظور بررسی عملکرد قلب در پزشکی نوین ابداع شده که از جمله

آن‌ها می‌توان به آنژیوگرافی به کمک تصویربرداری اشعه ایکس اشاره نمود. از نظر لغوی آنژیوگرافی از دو واژه آنژیو به معنای رگ و گرافی به معنای نگاشتن تشکیل شده است. هدف این روش دستیابی به محدوده گسترده‌ای از اطلاعات ساختاری(Structural) و عملکردی (Functional) در رابطه با قلب و سیستم گردش خون است؛ به طوری که نه تنها در تشخیص نوع بیماری قلبی به پزشک یاری برساند، بلکه امکان پیش‌بینی نارسایی قلبی احتمالی در آینده و پیشگیری از آن را نیز فراهم آورد.



شکل ۸۱- عمل آنژیوگرافی

نحوه عملکرد

در آنژیوگرافی یک کاتتر پلاستیکی نازک به داخل یک رگ بزرگ سطحی (نظیر شریان فمورال، شریان براکیال، وریدجوگولر) وارد می‌شود و به سمت ناحیه هدف هدایت می‌شود. سپس ماده حاجب ید دار به داخل رگ تزریق می‌شود(برای بیمارانی که به مواد ید دار حساسیت دارند می‌توان از گاز دی اکسیدکربن استفاده کرد) سپس پرتوهای ایکس از قسمت بالایی دستگاه فلوروسکوپی به سمت ناحیه هدف تابانده می‌شود و گیرنده‌هایی در قسمت پایین دستگاه وجود دارد که این پرتوها را جذب می‌کنند.

پس از این فرایند، تصویری واضح و دقیق از رگ و قسمت‌های مختلف آن بر روی عکس یا فیلم ظاهر می‌شود. در هنگام عکس‌برداری به علت اینکه بافت عروقی بدن جزء نسج نرم بوده و تراکم کمی دارد بنابراین اشعه به راحتی از همه آن‌ها عبور کرده و بر روی فیلم نمی‌توان هیچ تصویری داشت. به همین علت جهت مشخص کردن ساختمان و وضعیت عروق بدن از موادی با عدد اتمی بالا مانند اوروگرافین و آمنیو پاک و غیره استفاده می‌کنند که این مواد را اصطلاحاً مواد حاجب گویند و در لحظه عکس‌برداری این مواد را به داخل عروق هدایت کرده و همزمان عکس‌برداری انجام می‌شود.

ماموگرافی

سرطان سینه شایع‌ترین سرطان در زنان و علت اول مرگ و میر ناشی از سرطان در بین زنان ۴۴-۴۰ ساله است. در صورت تشخیص بیماری در مراحل اولیه و درمان مناسب بیش از ۹۰ درصد مبتلایان به این بیماری عمر بالایی خواهند داشت.

ماموگرافی یکی از شاخه‌های رادیولوژی و تصویربرداری از طریق اشعه ایکس است که توسط دستگاه مخصوصی انجام می‌گیرد و بهترین و کم خطرترین روش تشخیص زود هنگام تومور می‌باشد. مشخصه مهم این شیوه پرتونگاری استفاده از انرژی‌های پایین‌تر از حد معمول و در محدوده بین ۲۸ تا ۳۰ کیلو الکترون ولت می‌باشد.

شکل ۸۲- تصویربرداری توسط دستگاه ماموگرافی

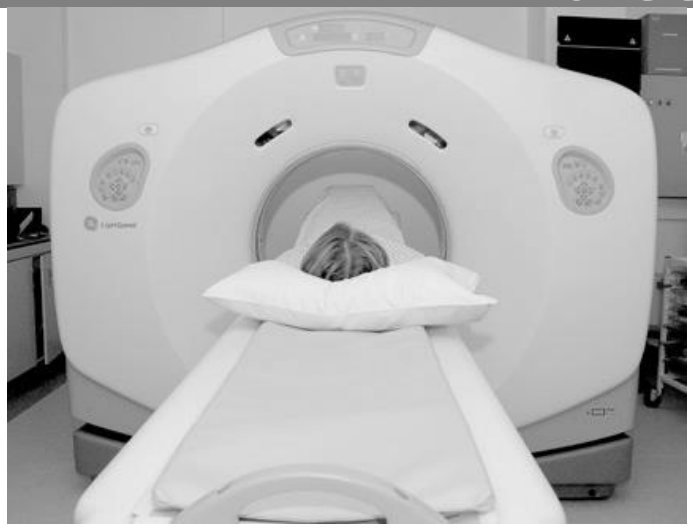
همانند دیگر روش‌های تصویربرداری اشعه ایکس، دستگاه ماموگرافی نیز از تیوب اشعه ایکس و آشکارساز (فیلم‌های همراه با صفحات تشدیدکننده) تشکیل شده است. یک کمپرسور نیز به منظور

فشرده ساختن عضو در نظر گرفته شده است تا ضخامت تمام قسمت‌ها را به صورت یکسان و به نحوی تنظیم کند که به اندازه کافی تابش ببینند و تصویربرداری کامل انجام پذیرد.

به واسطه ساختار خاص پستان و اختلاف ضخامت در نقاط مختلف آن، که با حرکت به سمت قفسه سینه بیشتر می‌شود، لامپ تولیدکننده اشعه ایکس باید به گونه‌ای تنظیم شود که در قسمت‌های ضخیم‌تر اشعه بیشتری تولید کند، به طوری که در نهایت کل بافت به صورت یکنواخت جاروب شود.

یکی دیگر از نکات حائز اهمیت در لامپ‌های پرتو ایکس دستگاه ماموگرافی، انتخاب صافی مناسب به منظور حذف پرتوهای کم انرژی غیر سودمند و کاهش دوز جذبی اشعه ایکس است.

دستگاه سی تی اسکن



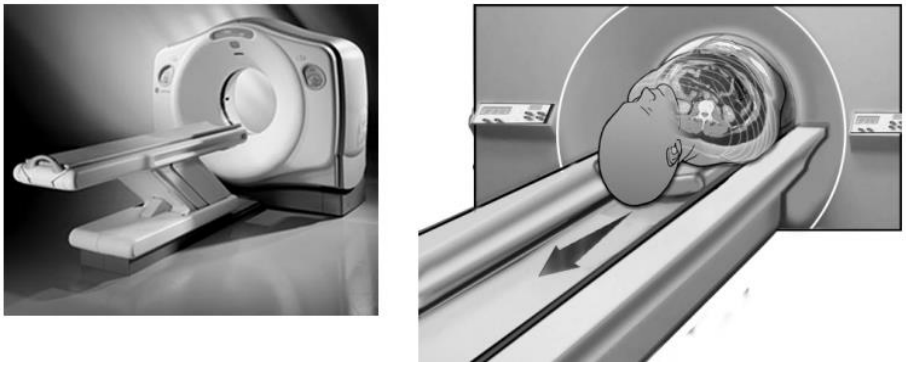
شکل ۸۳- دستگاه سی تی اسکن

ردپای توموگرافی را از سال ۱۹۲۰ می‌توان در تحقیقات مختلفی که در این زمینه صورت گرفته پیدا کرد. اما توموگرافی زمانی جدی گرفته شد و وارد عرصه عمل گردید که محاسبات آن توسط کامپیوترها انجام پذیرفت و اصطلاح توموگرافی کامپیوتری (Computerized Tomography) وارد عرصه علم و تجربه شد. اساس توموگرافی کامپیوتری، بازسازی تصویر یک جسم با استفاده از

افکنش‌های مختلف آن است. در توموگرافی کامپیوتری با استفاده از محاسباتی که روی افکنش‌ها صورت می‌گیرد، تصویری از یک برش جسم به دست می‌آید. امروزه دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن به واسطه سرعت و دقت بالا در تصویربرداری، به عنوان روشی قابل اطمینان در زمینه‌های مختلف پزشکی به کار گرفته می‌شوند. بالا بودن قدرت تفکیک مکانی، افزایش قدرت تفکیک رنگ، کاهش زمان اسکن و اعمال تغییراتی در توانمندی تیوب‌ها امکان اسکن تمامی بدن با کیفیت بالا را فراهم می‌آورد. همچنین افزایش قابلیت‌های الکترونیکی و مکانیکی دستگاه‌ها امکان انجام تصویربرداری‌های دینامیکی (گرفتن تصاویر پیاپی و سریع به منظور بررسی دینامیکی عملکرد اعضای بدن)، در تمامی جهات را فراهم ساخته است.

اجزای دستگاه CT Scan

بخش‌های اصلی تشکیل‌دهنده سیستم سی تی اسکن شامل یک گنتری، تخت بیمار، کنسول کاربری و ژنراتور ولتاژ بالا هستند که در ادامه به شرح و بررسی آن‌ها می‌پردازیم.



شکل ۸٤- دستگاه سی تی اسکن و روش تصویر برداری توسط آن

- **گنتری (Gantry)**

این بخش اصلی‌ترین و مهم‌ترین بخش دستگاه است که مجموعه تیوب اشعه ایکس و آشکارسازها (detectors) در آن قرار دارند. گنتری دارای دو بخش کلی است:

۱) قسمت دوار که مجموعه تیوب و آشکارسازها و ضمائم آن‌ها در آن قرار دارند.

۲) قسمت ثابت که در آن کلیه مدارات رابط و مسیرهای ارتباطی بین بخش دوار و بخش‌های دیگر دستگاه قرار گرفته‌اند.

می‌توان گفت در تمام دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن موجود، منبع تولید اشعه ایکس همان تیوب اشعه ایکس است که در دستگاه‌های مختلف دارای ابعاد و اشکال مختلفی است، اما کلیات و نحوه عملکرد آن یکسان است. به منظور شکل دادن و محدود ساختن اشعه ایکس تولیدی، کولیماتورهایی بلافاصله بعد از تیوب تعبیه می‌شوند که ضخامت اشعه را تغییر می‌دهند. ضخامت اشعه در دستگاه‌های مختلف از ۱ میلی متر تا ۴۰ میلی متر قابل تنظیم است. این اشعه به سمت جسم مورد نظر که در ناحیه اسکن قرار گرفته گسیل می‌شود. تعدادی از فوتون‌های تشکیل دهنده اشعه درون جسم جذب و متوقف شده و تعدادی دیگر موفق می‌شوند که از جسم عبور کنند. فوتون‌های عبور کرده از جسم به آشکارسازها می‌رسند و در آنجا تبدیل به سیگنال الکتریکی می‌شوند. سیگنال الکتریکی حاصل از آشکارساز خارج شده و توسط بخش دریافت داده نمونه‌برداری می‌شود و پس از انجام چندین پردازش اولیه به کنسول اپراتور فرستاده می‌شود تا تبدیل به تصویر شود. مقدار جریان تیوب (mA) و اختلاف پتانسیل آن (KV) توسط اپراتور قابل تنظیم است. دامنه تغییرات جریان در دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن رایج بین ۰ تا حدود ۸۰۰mA و دامنه تغییرات ولتاژ از ۸۰KV تا ۱۴۰KV است.

در دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن نمونه‌برداری عمدتاً در زوایای مشخصی از دوران انجام می‌شود. به زاویه‌ای که نمونه‌برداری در آن صورت می‌گیرد نما (View) می‌گویند.
در یک دوران کامل تعداد نماها ثابت است و آنچه باعث تغییر در نرخ نمونه‌برداری (Sampling Rate) می‌شود، سرعت چرخش گنتری است. هر چه سرعت چرخش گنتری بیشتر باشد، سرعت نمونه‌برداری بیشتر شده و باعث می‌شود که زمان اسکن کوتاه‌تر شود. با این حال در چنین شرایطی کیفیت تصاویر پائین آمده و دوز دریافتی بیمار نیز به علت کوتاه بودن زمان هر اسکن کاهش می‌یابد. سرعت چرخش گنتری متناسب با نوع و محل تصویربرداری، توسط اپراتور قابل تعیین است.

تعداد نماها در دستگاه‌های مختلف متغیر است. به‌خصوص در دستگاه‌های جدیدتر که از آشکارسازهای حالت جامد استفاده می‌شود، به علت سرعت بالای آن‌ها، امکان افزایش نماها به وجود می‌آید. در دستگاه‌های امروزی تعداد نماها در هر دوران کامل به بیش از ۱۴۰۰ رسیده است؛ یعنی در حد فاصل هر درجه چرخش گنتری، به طور تقریبی ۴ بار نمونه‌برداری انجام می‌شود. مفهوم دیگر این است که جسم از ۱۴۰۰ زاویه مختلف مورد مشاهده قرار می‌گیرد و سپس با جمع‌آوری اطلاعات از کلیه نماها و آشکارسازها و پردازش آن‌ها با استفاده از روش‌های بازسازی تصویر، تصویر دقیقی با قدرت تفکیک مکانی و کنتراست مناسب به دست خواهد آمد. پس از تقویت و تصحیح سیگنال (به وسیله تکنیک‌هایی همچون حذف آفست و ...) اطلاعات آنالوگ به دست آمده، به یک مبدل آنالوگ به دیجیتال (A/D) ارسال می‌شوند تا به حالت دیجیتال تبدیل شده و قابلیت ارسالشان فراهم شود. به این ترتیب اطلاعات کلیه آشکارسازها، در تمامی نماها، به عدد تبدیل و پشت سرهم ردیف می‌شوند و با ترتیب خاصی به سمت بخش پردازش تصاویر ارسال می‌گردند.

انواع آشکارسازها در دستگاه سی تی اسکن

دو نوع آشکارسازی که عمدتاً در دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن مورد استفاده قرار می‌گیرند آشکارسازهای گازی و آشکارسازهای حالت جامد هستند.

- **آشکارساز گازی**

در آشکارسازهای گازی مجموعه آند و کاتد یک شبه خازن را تشکیل می‌دهند که الکترولیت آن گاز فشرده‌ای است که عموماً از عناصر بی‌اثر تشکیل یافته است. اصول عملکرد آشکارساز گازی به این صورت است که در اثر ورود فوتون‌ها به محدوده درون آشکارساز، اتم‌های گاز یونیزه شده و یک الکترون آزاد و یک یون مثبت به وجود می‌آورند. الکترون به علت دارا بودن بار منفی به سمت قطب مثبت و یون به سمت قطب منفی حرکت می‌کند که این امر منجر به خنثی شدن بار اولیه صفحات مثبت و منفی می‌شود. هر چه یونیزاسیون بیشتر باشد، بار صفحات بیشتر تحت تأثیر قرار

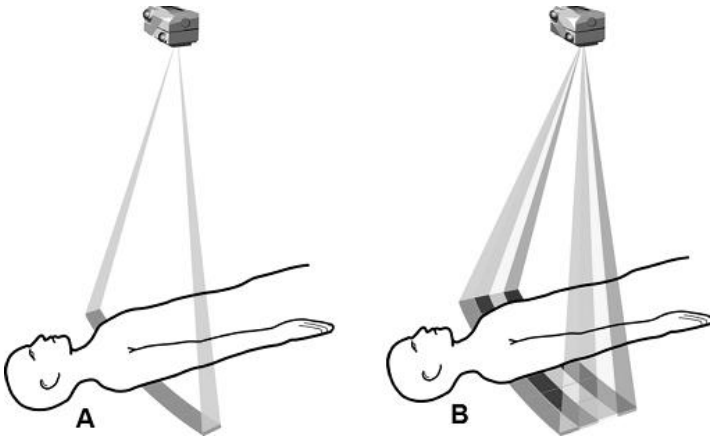
گرفته و جریان قوی‌تری برقرار می‌شود. با اندازه‌گیری جریان برقرار شده، شدت اشعه ورودی به آشکارساز مشخص می‌شود.

- **آشکارساز حالت جامد**

در دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن عمدتاً از آشکارسازهای سوسوزن (Scintillation Detector) استفاده می‌شود. در این نوع آشکارسازها فوتون‌های اشعه ایکس پس از برخورد به کریستال‌های سوسوزن، تبدیل به فوتون‌های نوری می‌شوند. این فوتون‌های نوری به روش‌های مختلفی آشکار می‌شوند. یک روش قدیمی‌تر استفاده از(PMT(Photo Multiplier Tube است. در ورودی PMT ها کریستالی به نام فوتوکاتد قرار داده شده که فوتون‌های نوری را تبدیل به الکترون می‌کند. در یک فرآیند متوالی درون PMT الکترون‌ها تقویت شده و تبدیل به سیگنال الکتریکی می‌شوند. روش جدیدتر به منظور آشکارسازی فوتون‌های نوری و تولید سیگنال الکتریکی، تاباندن این فوتون‌ها به یک فوتو دیود نیمه هادی است. با مقایسه‌ای بین دو نوع آشکارساز می‌توان گفت که مشخصه آشکارسازهای سوسوزن (حالت جامد) بهتر از آشکارسازهای گازی است و امروزه در تمامی دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن از این نوع آشکارسازها استفاده می‌شود.

تعداد و شکل آشکارسازها

از نظر تعداد آشکارسازها، سی‌تی‌اسکن‌ها به دو دسته کلی تک ردیفی(Single-Slice) و چند ردیفی(Multi-Slice) تقسیم می‌شوند.



شکل ۸۵- مقایسه بین سی تی اسکن تک ردیفه (شکل A) و چند ردیفه (شکل B)

نوع تک ردیفی دارای یک ردیف آشکارساز است که تعداد این آشکارسازها در مدل‌های مختلف متفاوت بوده و ممکن است به حدود ۱۰۰۰ عدد نیز برسد. در چنین حالتی به ازای هر دوران کامل گنتری، یک تصویر به وجود می‌آید. ضخامت برش مورد تصویربرداری توسط کولیماتور تعیین می‌شود و حداکثر ناحیه‌ای که به ازای هر دوران کامل گنتری اسکن می‌شود، همان حداکثر ضخامت است که عمدتاً معادل ۱۰mm است.

سی‌تی‌اسکن‌های چند ردیفی از مجموعه آشکارسازهای دو ردیفی، چهار ردیفی، هشت ردیفی، شانزده ردیفی و بالاتر طراحی شده‌اند. از نظر ظاهری، تفاوت سی‌تی‌اسکن‌های تک ردیفی و چند ردیفی در تعداد تصاویری است که به ازای هر دوران کامل ایجاد می‌کنند. به عنوان مثال در یک سیستم شانزده ردیفی، با هر دوران گنتری شانزده تصویر به دست می‌آید.

تفاوت عمده دیگر اندازه ناحیه‌ای است که در هر دوران گنتری اندازه‌گیری می‌شود. به این سبب که در سی‌تی‌اسکن‌های چند ردیفی ضخامت تصویر توسط آشکارساز تعیین می‌شود و نه کولیماتور. به عنوان مثال در سی‌تی‌اسکن‌های ۶۴ ردیفی، با توجه به اینکه ضخامت هر ردیف از آشکارسازها ۰/۶۲۵ میلی‌متر است، ناحیه‌ای که در یک چرخش گنتری اسکن می‌شود (۶۴×۰/۶۲۵) ۴۰ میلی‌متر خواهد بود. امروزه رقابت شرکت‌های تولیدکننده دستگاه سی‌تی‌اسکن در زمینه بالاتر بردن تعداد ردیف آشکارسازها می‌باشد. با فرض اینکه اندازه کرونال قلب ۱۶۰ میلی‌متر باشد، در یک

سی‌تی‌اسکن ۲۵۶ ردیفی با یک چرخش گنتری، کل قلب اسکن می‌شود و به همین دلیل است که سی‌تی‌اسکن‌های امروزی وارد مقوله قلبی ـ عروقی شده و اصطلاح سی‌تی آنژیو بر سر زبان‌ها افتاده است.

تفاوت دیگری که در سی‌تی‌اسکن‌های چند ردیفی وجود دارد، امکان تغییر ضخامت تصویر با گروه‌بندی ردیف آشکارسازها است. به عنوان مثال، با انتخاب ۳۲ ردیف ۲ تایی از آشکارسازها امکان دریافت ۳۲ تصویر با ضخامت ۱/۲۵ میلی‌متر فراهم می‌شود (و یا ۱۶ ردیف ۴ تایی، ۸ ردیف ۸ تایی و ...).

نحوه چرخش قسمت دوار گنتری

یکی از چالش‌هایی که سازندگان دستگاه سی‌تی‌اسکن با آن مواجه هستند، تنظیم سرعت چرخش گنتری و ثابت بودن سرعت آن در طول چرخش است به طوری که مانع از لرزش این بخش بسیار سنگین شود. این امر منجر به ایجاد تغییرات اساسی در سی‌تی‌اسکن‌ها و تبدیل سی‌تی‌اسکن‌های قدیمی به سی‌تی‌اسکن‌های مارپیچی (Spiral) گردید.

- **تفاوت سی‌تی‌اسکن‌های مارپیچی با مدل‌های قدیمی‌تر**

در انواع قدیمی سی تی اسکن، ورود کابل‌ها و دیگر اتصالات از بخش‌های خارج گنتری و قسمت ثابت به بخش دوار، منجر به کاهش درجه آزادی چرخش دستگاه می‌شد. زیرا چرخش بیش از حد موجب پارگی کابل‌های متصل می‌گردید. از این رو در این دسته از سی تی اسکن‌ها، تصویربرداری به صورت یک در میان، یک بار در جهت عقربه‌های ساعت و بار دیگر در خلاف آن، انجام می‌شد که این امر محدودیت سرعت چرخش گنتری را به همراه داشت. در تکنولوژی‌های جدیدتر، با استفاده از جاروبک‌های لغزان این مشکل برطرف شد و در حال حاضر در نوع مارپیچی، امکان چرخش در یک جهت به صورت نامحدود به وجود آمده و در نتیجه سرعت نیز افزایش یافته است. سرعت‌های متفاوتی برای چرخش گنتری در نظر گرفته شده است و اپراتور می‌تواند آن را در محدوده ۰/۳ تا ۵ دور بر ثانیه تنظیم کند.

تغییر زاویه گنتری

درون گنتری یک بخش مکانیکی تعبیه شده که قابلیت تنظیم زاویه کل مجموعه گنتری را به منظور انجام توموگرافی‌های زاویه‌دار، داراست. این سیستم عمدتاً به صورت هیدرولیک طراحی می‌شود. زوایای گنتری از ۳۰+ تا ۳۰- درجه قابل تغییر هستند.

تخت بیمار

کاربرد عمده تخت، حرکت دادن بیمار در زمان اسکن است. چهار جهت حرکت برای تخت در نظر گرفته می‌شود که شامل حرکت به سمت گنتری و در جهت دور شدن از گنتری، و بالا و پائین شدن تخت هستند. ارتفاع تخت قبل از شروع اسکن تعیین شده و در طول کار تغییری در آن ایجاد نمی‌شود. اپراتور ارتفاع تخت را به اندازه‌ای تنظیم می‌کند که ناحیه مورد نظر تصویربرداری در مرکز دایره گنتری قرار گرفته و تصویر کاملی حاصل شود. جنس رویه تخت به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که دارای حداقل ضریب تضعیف فوتونی باشد و برای این منظور معمولاً از فیبرهای کربنی استفاده می‌شود.

کنسول کاربری یا کنسول گنتری

در دستگاه‌های قدیمی بخش‌های کنترل مرکزی، کامپیوتر اصلی و قسمت پردازش تصاویر به طور جداگانه در کابینت‌های مستقلی تعبیه می‌شدند؛ در حالی که امروزه تمامی این اجزاء درون یک کنسول قرار می‌گیرند. به طور خلاصه می‌توان چنین گفت که کنسول کاربر علاوه بر کنترل کل سیستم سی‌تی‌اسکن، وظیفه پردازش اطلاعات وارد شده از واحد دریافت داده (DAS) و بازسازی تصاویر را بر عهده دارد. همچنین این بخش واسطی بین سیستم و کاربر فراهم می‌آورد؛ به گونه‌ای که کاربر تمامی مشخصات اسکن شامل میزان جریان، ولتاژ، سرعت اسکن، ضخامت اشعه یا تصویر، ناحیه مورد تصویربرداری و ... را از طریق آن تنظیم می‌کند.

ژنراتور ولتاژ بالا

عملکرد ژنراتور ولتاژ بالا مشابه با عملکرد آن در دستگاه رادیولوژی است که پیش‌تر به طور کامل شرح داده شد.

انواع اسکن در دستگاه CT Scan

در سی‌تی‌اسکن‌های امروزی سه نوع اسکن امکان‌پذیر است:

- **پایلوت اسکن (Pilot Scan)**

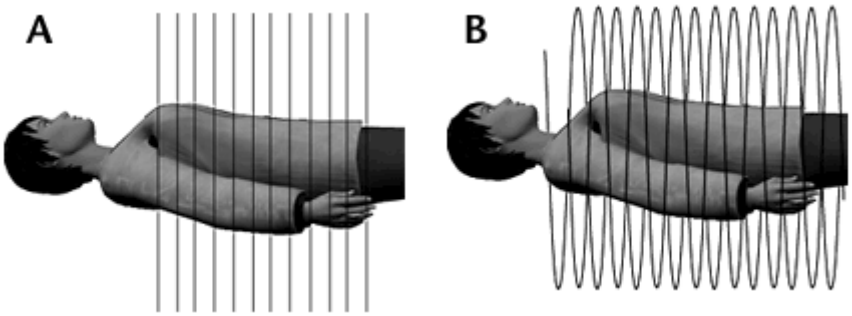
در این نوع اسکن گنتری دورانی ندارد و مجموعه تیوب و آشکارساز به طور ثابت در زاویه تعیین شده توسط اپراتور ثابت می‌شوند. در این حالت تنها بخش متحرک تخت است که در تمام طول اشعه‌دهی حرکت می‌کند. به علت ارائه نمایشی از بدن فقط از یک جهت، تصویر به دست آمده مشابه با تصویر رادیولوژی خواهد بود. تصاویر حاصل، از نظر تشخیصی چندان حائز اهمیت نبوده و فقط در تعیین محل مورد نظر برای توموگرافی به اپراتور کمک می‌کنند.

- **اسکن محوری (Axial Scan)**

در تصویربرداری محوری یا Slice by Slice، برای ثبت هر مقطع تخت ثابت است و گنتری به دور ناحیه مورد نظر یک دوران کامل انجام می‌دهد تا یک تصویر از آن ناحیه تولید شود. سپس تخت به صورت اتوماتیک به حرکت درآمده و جهت ادامه عملیات تصویربرداری محوری در نقطه دیگری متوقف می‌شود. این کار تکرار می‌شود تا زمانی که از برش‌های مختلف بدن تصاویری به دست آید.

- **اسکن مارپیچی (Helical Scan)**

در این روش تخت و گنتری به طور همزمان در حین اسکن حرکت می‌کنند و موجب چرخش مارپیچی تیوب و آشکارساز به دور بیمار می‌شوند. این روش تصویربرداری تنها در سی‌تی‌اسکن‌های مارپیچی امکان‌پذیر است. در شکل زیر تفاوت بین تصویربرداری محوری (شکل A) و تصویربرداری مارپیچی (شکل B) نشان داده شده است.



شکل ۸۶- تصویربرداری محوری (شکل A) و تصویربرداری مارپیچی (شکل B)

مراحل عملکردی دستگاه CT Scan

مراحل عملکردی دستگاه سی‌تی‌اسکن را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

- **دریافت داده‌ها (Data Acquisition)**

دریافت داده‌ها به جمع‌آوری سیستماتیک اطلاعات از بیمار برای تولید اشاره دارد. دو روش برای دریافت داده‌ها در دستگاه‌های سی‌تی‌اسکن وجود دارد:

- **روش** Slice-by-Slice

این تکنیک در دستگاه‌های قدیمی جهت دریافت داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت. همان طور که اشاره شد، در این روش تیوب اشعه ایکس یک دوران به دور بیمار انجام داده و اطلاعات جمع‌آوری می‌شود. سپس تیوب متوقف شده و بیمار یک گام توسط تخت حرکت داده شده و در موقعیت جدید مجدداً تیوب یک دوران دیگر انجام می‌دهد و این فرآیند ادامه می‌یابد تا تمام مقاطع مورد نظر تصویربرداری شوند.

- **روش حجمی**

در دستگاه‌های جدیدتر امکان دریافت داده‌ها به روش حجمی فراهم شده است. در این روش به جای تصویربرداری از یک مقطع، در هر مرحله حجمی از بدن تصویربرداری می‌شود. در طول اسکن تیوب اشعه ایکس و آشکارسازها اطراف بیمار دوران می‌کنند تا اطلاعات را از زوایای مختلف جمع‌آوری کنند. سپس نسبت شدت اشعه عبوری به شدت اشعه اولیه اندازه‌گیری می‌شود

که در واقع همان میزان تضعیف اشعه است. مقادیر سنجش شده، به کامپیوتر ارسال و به عنوان داده‌های خام ذخیره می‌شوند. به منظور تشکیل یک تصویر سی‌تی‌اسکن، حجم بالایی از این داده‌های خام مورد نیاز است.

در هر دوران اسکن‌های زیادی انجام می‌شود و در هر اسکن اعداد زیادی که ضریب تضعیف خطی فوتونی نامیده می‌شوند، معادل با تعداد آشکارسازها به وجود می‌آیند. این پارامتر با حرف μ نمایش داده می‌شود و با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$I = I_{,} e^{-\mu x} \rightarrow \mu = -\frac{1}{x} ln\left(\frac{I}{I_{,}}\right)$$

I شدت اشعه عبوری، $I_{,}$ شدت اشعه اولیه و x ضخامت مقطع می‌باشد. مقادیر I و $I_{,}$ توسط آشکارسازها اندازه‌گیری می‌شوند و مقدار x نیز مشخص است. بنابراین μ برای هر اسکن قابل محاسبه خواهد بود.

- **پردازش داده‌ها (Data Processing)**

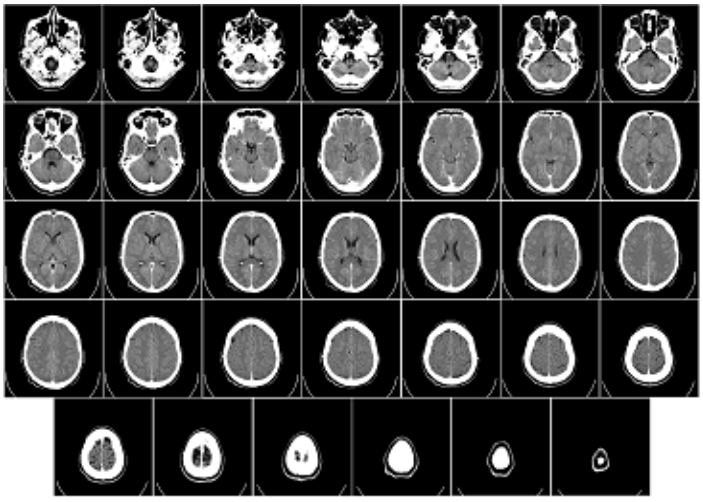
پردازش داده‌ها به اصول ریاضی به کار رفته در سی‌تی‌اسکن اشاره می‌کند. در این بخش ضرایب (تضعیف خطی) μ محاسبه شده، به اعداد ساده‌تر و قابل فهم‌تری برای سیستم تبدیل می‌شوند. این اعداد را اصطلاحاً عدد سی‌تی (CT Number) یا عدد هانسفیلد می‌گویند. کامپیوتر اعداد موجود در فایل‌های داده خام (که همان نسبت اشعه عبور کرده به اشعه اولیه است) را خوانده و آن‌ها را تبدیل به عدد سی‌تی می‌کند. برای تعیین عدد سی‌تی، ضریب تضعیف خطی آب به عنوان مرجع انتخاب می‌شود. به این ترتیب عدد سی‌تی خود آب صفر خواهد بود. در دستگاه‌های امروزی معمولاً عدد سی‌تی هوا (دارای کمترین ضریب تضعیف) را ۱۰۰۰- و عدد سی‌تی استخوان (با بیشترین ضریب تضعیف) را حدوداً ۱۰۰۰+ در نظر می‌گیرند. علاوه بر عدد سی‌تی، پارامتری به نام فاکتور کنتراست نیز تعریف می‌شود که بیانگر تعداد سطوح خاکستری در تصاویر بازسازی شده است. فاکتور کنتراست را با حرف k نشان می‌دهند.

به عنوان مثال چنانچه فاکتور کنتراست را k=۱۰۰۰ در نظر بگیریم، در تصاویر ثبت شده، عدد سی‌تی ۱۰۰۰+ به صورت رنگ سفید و عدد سی‌تی ۱۰۰۰- با رنگ سیاه در نظر گرفته خواهد شد. بین این دو سطح، ۲۰۰۰ سطح خاکستری به وجود خواهد آمد که می‌توانند در تصویر، نشان‌دهنده ضرایب تضعیف متفاوت در مقطع تصویربرداری شده باشند.

- **نمایش تصاویر (Image Display)**

در این بخش بر اساس فاکتور کنتراست، اعداد سی‌تی تبدیل به سطوح خاکستری قابل فهم توسط کاربر خواهند شد. این اعداد تصاویر سطح خاکستری (gray scale) را به وجود می‌آورند که در صفحه نمایشگر قابل نمایش هستند. رابطه بین عدد سی‌تی و سطوح خاکستری، متناسب با درخواست اپراتور قابل تغییر است که این تنظیمات با تعیین مقدار k انجام می‌پذیرند.

یکی از پارامترهای فیزیکی مهم در صفحه نمایش، قدرت تفکیک مکانی است که بستگی به ابعاد پیکسل دارد. ابعاد تصویر می‌تواند از ۶۴×۶۴ تا ۲۰۴۸×۲۰۴۸ پیکسل تغییر کند. در شکل زیر نمونه‌ای از یک تصویر سی‌تی‌اسکن مغز که از برش‌های مختلف گرفته شده، نشان داده شده است.



شکل ۸۷- نمونه‌ای از یک تصویر سی‌تی‌اسکن مغز از برش‌های مختلف

جهت تعیین نسبت هر پیکسل در نمایشگر به اندازه واقعی آن در مقطع تصویربرداری شده، از پارامتری که پیش از آغاز تصویربرداری توسط اپراتور انتخاب می‌شود استفاده می‌گردد. این پارامتر

FOV (Field Of View) نامیده می‌شود و نشان‌دهنده ناحیه دایروی است که ضرایب تضعیف در آن اندازه‌گیری شده‌اند. به این ترتیب خواهیم داشت:

Pixel Size = FOV/Matrix Size

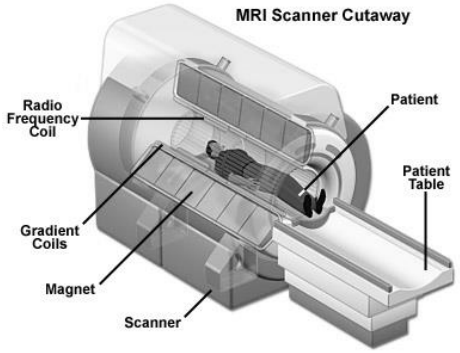
به عنوان مثال اگر اپراتور مقدار FOV را ۲۵ سانتی‌متر انتخاب کرده باشد و ماتریس تصویر ۵۱۲×۵۱۲ باشد، اندازه هر پیکسل ۰/۵ میلی‌متر خواهد بود.

- **ذخیره‌سازی و مستندسازی اطلاعات**

پس از بازسازی تصاویر با تعداد سطوح خاکستری و رزولوشن (تعداد پیکسل) مناسب و مورد نیاز پزشک، لازم است این تصاویر ذخیره و مستندسازی شوند تا در مراجعات بعدی بیمار قابل استناد و بررسی باشند. افزایش قابل توجه ظرفیت حافظه سیستم‌های کامپیوتری امروزی و توسعه روزافزون آن‌ها، مستندسازی و ذخیره‌سازی اطلاعات به صورت دیجیتال را بسیار ساده‌تر و مقرون به صرفه‌تر از انجام این عمل به صورت دستی و فیزیکی ساخته است.

تصویر برداری مبتنی بر میدان‌های مغناطیسی

اصول میدان مغناطیسی



شکل ۸۸- نمایی از اجزاء یک دستگاه MRI

در سال ۱۹۴۶ دو فیزیک‌دان آمریکایی به نام فلیکس بلوچ (Flexi Bloch) و ادوارد پارسل (Adward Purcell) که به طور جداگانه بر روی اتم‌ها کار می‌کردند متوجه شدند که اگر لوله آزمایشی را که محتوی ماده‌ای خالص می‌باشد با امواج مغناطیسی انرژی‌دار کرده و مورد بمباران امواج RF قرار دهند، اتم‌ها تهییج شده و با طیفی که متناسب با اتم‌های مورد آزمایش است شروع به پاسخ دادن می‌کنند.

آن‌ها این سیگنال‌ها را آشکارسازی نموده و برحسب مقدار فرکانسشان به صورت تصاویر اسپکتروسکوپی ثبت نمودند. به این ترتیب بنیان تشدید مغناطیسی هسته‌ای (NMR) که مقدمه‌ای بر MRI بود گذاشته شد. در ابتدا شیمی‌دان‌ها از NMR برای درک بهتر خواص مواد استفاده می‌کردند، اما کاربرد آن در سیستم‌های بیولوژیک در اوایل سال ۱۹۷۱ مرسوم شد که در آن دکتر ریموند دامادیان اعلام نمود که امکان تشخیص تومور از بافت‌های عادی به کمک تصویر برداری NMR میسر می‌باشد. از آن زمان تاکنون NMR به مدد پیشرفت تکنولوژی به عنوان یکی از روش‌های بسیار مفید در تشخیص بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اصول اساسی تشدید مغناطیسی هسته (NMR)

بدن انسان از میلیون‌ها اتم تشکیل شده است و هسته هر اتم به تنهایی همانند یک مغناطیس کوچک عمل می‌کند. در هسته زوج‌های پروتون‌ها دارای اسپین‌های مخالف بوده و خاصیت مغناطیسی یکدیگر را خنثی می‌کنند. از این رو هسته‌هایی که تعداد فردی پروتون دارند، در جهتی خاص دارای اسپین خواهند بود. این اصل موجب می‌شود که تنها عناصر و ایزوتوپ‌هایی مانند هیدروژن (Z=۱)، کربن (Z=۱۳)، اکسیژن (Z=۱۷)، سدیم (Z=۲۳)، فسفر (Z=۳۱) و کلسیم (Z=۴۳) دارای خاصیت اسپینی باشند.

از بین این عناصر، در بدن انسان به واسطه مقدار زیاد آب موجود، هیدروژن بیشترین مقدار را در میان سایر اتم‌ها دارا می‌باشد. از سوی دیگر اتم هیدروژن تنها یک پروتون دارد و دارای میدان مغناطیسی بزرگ می‌باشد و این بدان معنی است که زمانی که در یک میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرد، اسپین‌های آن تمایل زیادی به هم جهت شدن با میدان مغناطیسی دارند.

در اثر قرار گرفتن اتم هیدروژن در میدان مغناطیسی خارجی، پروتون‌های آن می‌توانند تحت شرایط خاص علاوه بر حرکت چرخشی به دور خود، دارای حرکت گردشی به دور محور میدان مغناطیسی B نیز باشند.

فرکانس گردش پروتون به دور محور B را می‌توان از رابطه لارمور به دست آورد؛

$$f = \gamma B$$

که در آن B شدت میدان مغناطیسی بر حسب تسلا، γ مشخصه‌ای از اتم به نام نسبت ژیرومغناطیس و f فرکانس گردش پروتون به دور محور میدان مغناطیسی می‌باشد.

به عنوان مثال نسبت ژیرومغناطیس اتم هیدروژن برابر $\gamma = ۴۲,۵۷MHz/T$ است. در صورتی که اتم هیدروژن را در میدان مغناطیسی با شدت $B = ۱,۵T$ قرار دهیم، فرکانس لارمور برابر با $f = ۶۳,۸۶MHz$ خواهد شد. طبق این رابطه، هر چه اتم در میدان مغناطیسی قوی‌تری قرار گیرد، فرکانس لارمور بیشتر خواهد بود. برای اینکه یک پروتون با فرکانس لارمور شروع به گردش دور محور میدان مغناطیسی کنند، لازم است یک پالس RF (Radio Frequency) با فرکانسی دقیقاً برابر با فرکانس لارمور به آن تابیده شود.

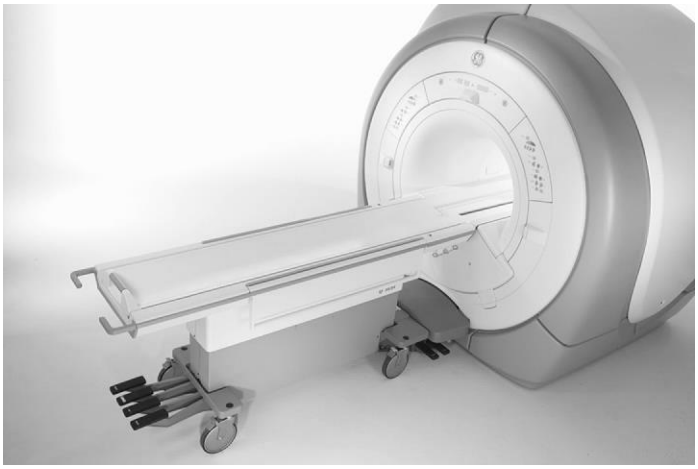
در دستگاه MRI، پالس RF به بافت مورد نظر ارسال می‌شود. این پالس باعث می‌شود پروتون‌های اتم هیدروژن آن ناحیه پس از جذب انرژی شروع به گردش دور محور میدان مغناطیسی با فرکانس لارمور کنند.

پس از قطع پالس RF، پروتون‌های اتم هیدروژن شروع به بازگشت به حالت اولیه کرده و انرژی ذخیره شده در خود را با یک ثابت زمانی مشخص آزاد می‌سازند. این کار منجر به ساطع شدن سیگنالی از آن‌ها می‌شود که این سیگنال ثبت شده و پس از تقویت و دیجیتال شدن برای پردازش به کامپیوتر ارسال می‌شود. با محاسبه تبدیل فوریه سیگنال‌های دریافتی، دامنه آن در فرکانس‌های مختلف آشکار شده و پس از انجام پردازش‌های بعدی این مقادیر به تصویر MRI تبدیل می‌شوند.

مقدار انرژی جذب شده توسط پروتون‌های بافت هدف، برحسب شدت و مدت زمان موج RF متفاوت است. همچنین میزان انرژی که پروتون‌های بافت هدف آزاد می‌کنند و مدت زمان آزاد شدن آن بستگی به ترکیبات شیمیایی و مواد اطراف آن دارد. بنابراین تصویر به دست آمده از هر بافت با بافت دیگر متفاوت خواهد بود.

دستگاه MRI

MRI روشی است که می‌توان با کمک گرفتن از آن تصاویر بسیار دقیق و واضحی از اندام‌های درون بدن به دست آورد. MRI مخفف کلمه لاتین Magnetic Resonance Imaging به معنی تصویربرداری به روش تشدید مغناطیسی می‌باشد.



شکل ۸۹- دستگاه MRI

دستگاه MRI دارای فضای مدوری است که توسط آهنربای دایره‌ای شکلی احاطه شده است. این آهنربا میدان مغناطیسی مورد نیاز جهت تصویربرداری را ایجاد می‌کند.

در ادامه به اجزای مختلف این دستگاه خواهیم پرداخت.

اجزای دستگاه MRI

دستگاه MRI شامل بخش‌های زیر است:

- **مغناطیس آهن‌ربا**

اولین قدم برای انجام تصویربرداری تشدید مغناطیسی، قرار دادن نمونه در یک میدان مغناطیسی است. برای این منظور نمی‌توان از هر نوع میدان مغناطیسی استفاده کرد، بلکه میدان مورد استفاده باید کاملاً یکنواخت باشد، به عبارت دیگر قدرت میدان مغناطیسی باید در تمام نقاط داخل نمونه تقریباً یکسان باشد تا کیفیت تصاویر کاهش پیدا نکند. شدت میدان مغناطیسی مورد نیاز در دستگاه MRI بین ۰/۵ تا ۲ تسلا می‌باشد که این میدان در مقایسه با میدان مغناطیسی زمین که برابر ۰/۵ گاوس (هر گاوس برابر یک ده هزارم تسلا می‌باشد) است، مقدار بسیار بزرگی است. شدت‌های بیش از ۲ تسلا در زمینه‌های تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند و کاربرد تشخیصی ندارند.

در دستگاه‌های MRI برای ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت و با شدت زیاد از یکی از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

- **مغناطیس‌های دائمی (Permanent Magnet)**

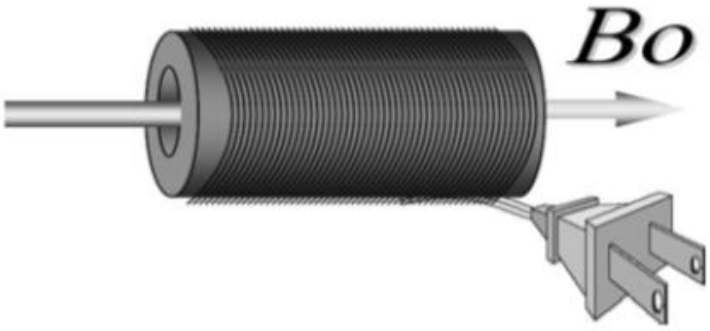
شکل ۹۰- دستگاه MRI با مغناطیس دائمی

آهن‌رباهای دائمی از آلیاژهای مغناطیسی دائمی یا مواد سرامیکی آهنی مغناطیسی ساخته شده‌اند. این آهن‌رباها درون یک قاب استیل قرار می‌گیرند و ایجاد میدان مغناطیسی در آن‌ها نیازمند هیچ‌گونه نیروی مغناطیسی نیست. به طور تقریبی می‌توان گفت میدان مغناطیسی فرعی (میدان مغناطیسی خارج از خود ساختمان آهن‌ربا) در این موارد وجود ندارد، بنابراین در هنگام انتخاب محل ضرورتی برای مد نظر قرار دادن اثر مغناطیسی بر تجهیزات مجاور وجود نخواهد داشت.

- **مغناطیس‌های مقاومتی (Resistive Magnet)**

در آهن‌رباهای الکتریکی مقاومتی، جریان الکتریکی عبوری از تعداد چهار تا شش سیم‌پیچ حلقوی، میدان مغناطیسی را ایجاد می‌کند. مقاومت الکتریکی سیم‌پیچ‌ها قدرت میدان در آهن‌رباهای مقاومتی را تا ۰/۵ تسلا یا کمتر محدود می‌کند. جریان موجود گرمایی را پدید می‌آورد و عناصر خنک‌کننده ـ آب موجود در داخل سیم‌پیچ ـ وظیفه خنک سازی آهن‌ربا را بر عهده دارند. از این رو آهن‌رباهای

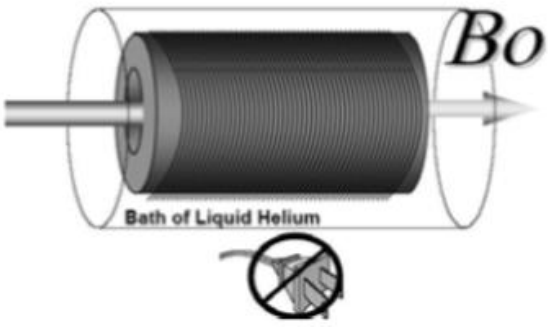
مقاومتی در حین فعالیت میدان مغناطیسی، نیازمند میزان الکتریسیته ثابت و سیستم خنک‌کننده می‌باشند.



شکل ۹۱- آهن‌رباهای الکتریکی مقاومتی

- **مغناطیس‌های ابر رسانا (Super Conductive Magnet)**

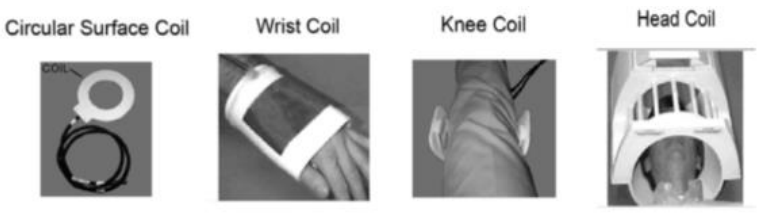
عملکرد آهن‌رباهای ابر رسانا مشابه آهن‌رباهای الکتریکی مقاومتی است با این تفاوت که سیم‌پیچ‌های انتقال‌دهنده جریان در آن‌ها از آلیاژ نیوبیوم ـ تیتانیوم ساخته شده‌اند که در حرارت‌های پائین مقاومت صفر دارند. این سیم‌پیچ‌ها قادرند بدون نیاز به ولتاژ محرکه جریان را به طور دائمی به گردش درآورند. آن‌ها در هلیوم مایع در دمای ۲۶۹- درجه سانتی‌گراد نگه داشته می‌شوند. کل سیم‌پیچ داخل حمامی از نیتروژن مایع عایق با دمای ۲۰۰- درجه سانتی‌گراد قرار دارد.



شکل ۹۲- آهن‌رباهای ابر رسانا

- **سیم‌پیچ‌های فرکانس رادیویی (RF Coils)**

همان‌طور که می‌دانیم در میدان مغناطیسی ثابت، نیاز به یک پالس RF برابر با فرکانس لارمور اتم هیدروژن وجود دارد که در پروتون‌ها ایجاد برانگیختگی کند. یک گیرنده RF نیز برای آشکارسازی سیگنال‌های پالس برگشتی از بدن بیمار لازم می‌باشد. سیم‌پیچ‌های RF برای تولید فرکانس رادیویی، از دستگاه انتقال‌دهنده جریان که انرژی خود را به صورت ناگهانی آزاد می‌کند پالس تحریکی دریافت می‌کنند. سیگنال برگشتی از بدن بیمار نیز در سیم‌پیچ‌های RF پالس میکروولت کوچکی القاء می‌کند که در ادامه تقویت شده و به صورت دیجیتال تبدیل و برای ارائه به کامپیوتر آماده می‌شود. از آنجا که حجم تصویربرداری شده و به عبارت دیگر اندازه جثه بیمار، کارایی سیم‌پیچ RF را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اغلب دستگاه‌های MRI از سیم‌پیچ‌های مجزایی برای تصویربرداری سر و تنه استفاده می‌کنند. سیم‌پیچ‌های RF کوچک‌تر موسوم به سیم‌پیچ‌های صفحه‌ای به منظور تصویربرداری با قدرت تفکیک بالا از مهره‌ها، صورت، زانو، شانه‌ها و اندام‌ها طراحی شده‌اند. سیم‌پیچ‌های کمربندی یا زینی، سیم‌پیچ‌های حلقوی یا دور گرد، سیم‌پیچ‌های سلنوئید و یا سیم‌پیچ‌های قابل انعطاف نیز در دسترس می‌باشند که توسط تولیدکنندگان دستگاه ارائه می‌شوند.



شکل ۹۳- سیم‌پیچ‌های فرکانس رادیویی

- **سیم‌پیچ‌های گرادیان (Gradient Coils)**

در MRI علاوه بر میدان‌های مغناطیسی یکنواخت، میدان‌های متغیر دیگری به نام گرادیان نیز وجود دارند. این سیم‌پیچ‌ها معمولاً الکترومغناطیس‌های مقاومتی هستند که توسط تقویت کننده‌هایی با قابلیت تنظیم دقیق و سریع جهت و اندازه میدان، تغذیه می‌شوند. این گرادیان‌ها دارای قدرتی در حدود ۲۰ تا ۱۰۰ میلی تسلا بر متر هستند. در واقع آن‌ها جهت میدان مغناطیسی اصلی را در یک سطح محلی تغییر می‌دهند و این گرادیان است که صفحه تصویربرداری را مشخص می‌سازد. سرعت

اسکن به عملکرد سیستم گرادیان وابسته است به طوری که گرادیان‌های قوی‌تر دارای سرعت تصویربرداری بیشتری هستند.

به طور خلاصه تصویربرداری به روش MRI طی مراحل زیر انجام می‌گیرد:

یک سری میدان‌های مغناطیسی متغیر با شدت کم به بیمار اعمال می‌شود. در همان حال یک دسته امواج رادیویی با طول موج معین، به صورت پالس تابیده می‌شوند. قسمت مورد نظر از بدن بیمار در یک میدان مغناطیسی ثابت و قوی قرار می‌گیرد. پس از هر پالس امواج رادیویی، از بدن بیمار سیگنال‌های الکتریکی دریافت می‌گردد. این علائم توسط کامپیوتر پردازش شده و به صورت تصویر در روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود.

- **کنسول اپراتور**

کلیه مدارات مربوط به پردازش داده و تبدیل آن به تصویر قابل فهم برای کاربر در این بخش قرار دارند. علاوه بر آن، کنترل کل سیستم MRI و نیز تنظیم تمام فرامینی که توسط اپراتور تعیین می‌شوند در این بخش انجام می‌گیرد.

- **تخت بیمار**

در دستگاه MRI برخلاف سی‌تی‌اسکن نیازی به حرکت دادن تخت بیمار حین اسکن نیست. بلکه وظیفه تخت فراهم کردن شرایط مناسب برای بیمار حین تصویربرداری MRI می‌باشد، به نحوی که بیمار حین عملیات تصویربرداری حرکتی نداشته باشد.

- **نمایشگرهای تصویر**

پس از اینکه سیگنال‌های RF توسط کامپیوتر دریافت و پردازش شدند، تصاویر بازسازی شده باید برای کاربر به نمایش گذاشته شوند. این کار توسط نمایشگرهای مختلفی که در اتاق جداگانه‌ای در اختیار اپراتور قرار گرفته‌اند، انجام می‌شود.

مزایای تکنیک MRI نسبت به سایر روش‌های تصویرنگاری

در این روش آمادگی خاصی مانند تزریق ماده حاجب و غیره برای بیمار ضروری نمی‌باشد. به کمک این سیستم، نه تنها آناتومی عضو مورد نظر، بلکه بیوشیمی و فیزیولوژی آن را نیز می‌توان مورد بررسی قرار داد. این روش علاوه بر مقاطع عرضی، توانایی نمایش تصاویری از مقاطع ساژیتال، کرونال و برش محوری را نیز داراست، خطرات ناشی از اشعه ایکس را به همراه ندارد و ابعاد حقیقی عضو را در اختیار می‌گذارد.

نکات ایمنی در استفاده از دستگاه MRI

میدان مغناطیسی در دستگاه MRI در رنج ۰/۵ تا ۲/۰ تسلا قرار دارد. این میدان در مقایسه با میدان مغناطیسی زمین که برابر ۰/۵ گاوس (هر گاوس برابر یک ده هزارم تسلا می‌باشد) است، مقدار بسیار بزرگی است. بنابراین تحت این میدان مغناطیسی قوی هر جسم فلزی که در اتاق MRI قرار داشته باشد، با شدت زیاد به سمت آن کشیده می‌شود و این می‌تواند برای بیمار و کاربر بسیار خطرناک باشد. به عنوان مثال گیره‌های کاغذ، خودکار فلزی، دسته کلید، قیچی و هر جسم کوچک فلزی دیگر می‌تواند با سرعت بالا به سمت مغناطیس آهن‌ربای دستگاه MRI و جایی که بیمار در آن قرار گرفته است، پرتاب شود. هر چه بخش فلزی جسم بیشتر باشد، برای دستگاه MRI خطرسازتر است، زیرا با نیروی قوی‌تری توسط آهن‌ربای مغناطیسی دستگاه کشیده خواهد شد. اجسامی مانند سطل فلزی، کپسول اکسیژن، برانکارد، دستگاه مانیتور قلبی و اجسام بی‌شمار دیگری از این قبیل ممکن است به سمت آهن‌ربای مغناطیسی دستگاه با شدت کشیده شوند.

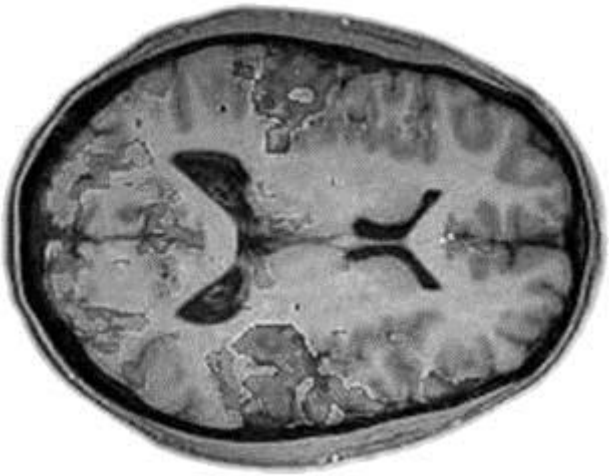
برخی از گیره‌های جراحی که در درمان آنوریسم‌های مغزی مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز می‌توانند تحت تأثیر میدان مغناطیسی، حرکت کنند و صدمات بالقوه مرگباری را برای بیمار ایجاد کنند. به همین دلیل بیمارانی که گیره‌های جراحی در آن‌ها کار گذاشته شده است باید به دقت مورد غربال‌گری قرار گیرند تا اطمینان حاصل گردد که این گیره‌ها از جنس مواد آهنی، نظیر آلیاژهای استیل ضد زنگ نباشند. پروتزهای دندانی، سیم‌کشی‌های دندان، یا هر گونه ابزار کاشتنی در بدن، می‌توانند کیفیت تصویر را به نحو قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار دهند یا برای بیمار خطرناک باشند. اغلب پروتزهای ارتوپدی، از اجزای استیل ضد زنگ غیر آهنی و مواد غیر فلزی تشکیل

شده‌اند و به میزان مختصری در تصویربرداری، تداخل ایجاد می‌کنند. ضربان‌سازهای قلبی، تحت اثر نامطلوب ناشی از قدرت‌های میدان مغناطیسی بیش از ۰/۰۰۱ تسلا قرار می‌گیرند به همین دلیل، تمامی بیماران دارای ضربان‌ساز قلبی، نباید در نواحی دارای آهن‌ربا قرار داشته باشند و باید از دستگاه MRI نیز اجتناب کنند. سایر ابزارهای مکانیکی یا الکتریکی کار گذاشته شده در بدن نظیر حلزون کاشته شده، محرک‌های عصبی و یا پمپ‌های انفیوژنی قابل کاشت نیز می‌توانند متأثر از مغناطیس آهن‌ربای دستگاه MRI شوند.

تصویربرداری fMRI

تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی (fMRI) پیشرفته‌ترین ابزار اسکن مغزی موجود و نوعی از روش اندازه‌گیری فعالیت مغزی توسط شناسایی تغییرات مربوط به جریان خون است. این نوع تصویربرداری نوعی اسکن تخصصی از مغز و بدن است که برای نگاشت فعالیت‌های عصبی مغز و نخاع انسان‌ها و حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش تغییرات جریان خون (پاسخ همودینامیک) که وابسته به مصرف انرژی توسط سلول‌های مغزی است، مورد تصویربرداری قرار می‌گیرند. از اوایل دهه ۱۹۹۰ این روش به عنوان روشی متعارف برای انجام تحقیقات علمی شناخته شد، زیرا برای انجام آن نیازی به عمل‌های جراحی، تزریق ماده و یا تابش اشعه نبود.

fMRI ویژگی‌های مغناطیسی هموگلوبین خون (قسمتی در گلبول‌های قرمز که وظیفه‌ی حمل اکسیژن را داراست) را اندازه‌گیری می‌کند و یا به عبارت دیگر میزان خون اکسیژن‌دار موجود در مغز را می‌سنجد. زمانی که مغز مشغول انجام وظیفه‌ای خاص است، آن بخش از مغز به سوخت بیشتری نیازمند خواهد بود. سوخت مغز، اکسیژن و گلوکز است. از این رو هرچه بخشی از مغز بیشتر فعالیت کند، میزان مصرف سوخت آن نیز بالا خواهد رفت و جریان خون اکسیژنه بیشتری در آن نواحی از مغز جاری خواهد شد. بنابراین در طول انجام fMRI، ناحیه‌ای از مغز که در حال انجام فعالیت است، با رنگ قرمز مشخص می‌شود. عصب‌شناسان با بررسی این فعل و انفعالات متوجه می‌شوند که در هر لحظه و با انجام هر عملکرد مغزی، کدام بخش از مغز مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیش از این دانشمندان از این دستگاه حجیم ۳۲ تنی در تشخیص و درمان بیماری‌های مغزی- عصبی بهره می‌بردند تا آنکه مارتین لینداستروم از افراد صاحب نام در بازاریابی عصب پایه طی پژوهش‌هایی کاربرد این ابزار را به حیطه‌ی بازاریابی وارد کرد.



شکل ۹۴- تصویر ثبت شده توسط روش fMRI

رزولوشن مکانی این روش بسیار بالاتر از روش‌های EEG و MEG است؛ به این معنی که توانایی بررسی موقعیت‌های مکان‌های فعال شده در مغز را بسیار دقیق‌تر از دو روش دیگر داراست. با این حال از نظر رزولوشن زمانی و قدرت منعکس‌سازی آنی رویدادهای مغزی نسبت به آن‌ها ضعیف‌تر عمل می‌کند. ولی با تمام این تفاسیر، قابلیت بررسی و تصویرسازی از اعماق مغز انسان به ویژه بررسی محرک‌های احساسی، یکی از مهم‌ترین مزیت‌های این روش نسبت به دیگر روش‌ها است.

تصویربرداری مبتنی بر امواج فراصوت

اصول امواج اولتراسوند

واژه اولتراسوند یا فراصوت به امواج مکانیکی گفته می‌شود که فرکانس آن‌ها بالاتر از حد شنوایی انسان باشد (گوش انسان توانایی شنیدن صداهای با امواج بین ۲۰ تا ۲۰ کیلوهرتز را داراست). فرکانس‌هایی که در روش سونوگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرند بین ۱ تا ۱۵ مگا هرتز قرار دارند. انتخاب فرکانس در سونوگرافی با در نظر گرفتن قابلیت تفکیک و عمق نفوذ موج صوتی در بافت انجام می‌گیرد. یک اختلاف اساسی بین امواج رادیویی و امواج اولتراسوند این است که امواج رادیویی از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند و در خلاء منتشر می‌شوند ولی امواج اولتراسوند از نوع مکانیکی یا آکوستیکی بوده و برای انتشار خود نیاز به محیط مادی دارند. این امواج با ایجاد آشفتگی در محیط‌های مادی حرکت می‌کنند به این معنی که در حرکت موج مکانیکی ماده منتقل نمی‌شود، بلکه در جای خود جابه‌جا می‌شود.

سرعت امواج آکوستیکی در بافت‌های نرم تقریباً به هم نزدیک است، در حالی که در بافت سختی مانند استخوان بسیار بیشتر است. در واقع هر چه چگالی محیط بیشتر باشد، سرعت انتشار موج بالاتر خواهد بود.

انعکاس

زمانی که یک موج آکوستیکی از یک محیط با امپدانس Z_1 به محیط دیگری با امپدانس Z_2 وارد می‌شود، بخشی از موج منعکس شده و بخش دیگر عبور می‌کند. هر چه اختلاف امپدانس بین دو محیط بیشتر باشد، درصد بیشتری از موج منعکس می‌شود. بر اساس این اصول، در دستگاه سونوگرافی انعکاس‌های ایجاد شده در مرز بین بافت‌های مختلف بدن دریافت و تبدیل به تصویر می‌شوند.

از سوی دیگر، به دلیل وجود اختلاف امپدانس بالا بین بافت‌های بدن و هوا، تقریباً تمامی انرژی موج اولتراسوند در فضای بین بدن و هوا بازتابش می‌شود. برای رفع این مشکل فاصله بین مبدل

فرستنده موج اولتراسوند و بدن باید فاقد هوا باشد. از این رو از ژل اولتراسوند به کار برده می‌شود که واسط مناسبی بین مبدل و پوست بدن فراهم می‌آورد.

تضعیف

یکی دیگر از پدیده‌هایی که در امواج اولتراسوند مشاهده می‌شود تضعیف است. در فرآیند عبور موج از محیط غیریکنواخت، بخشی از انرژی موج تابشی در اثر برخورد با ذرات محیط (که از نظر ابعاد بسیار کوچک‌تر از طول موج هستند) به صورت موج تأخیر یافته یا تغییر جهت یافته جدا می‌شود. به این پدیده تفرق (Scatterig) گفته می‌شود.

همچنین ممکن است در اثر عبور موج اولتراسوند از محیط مادی، بخشی از انرژی آن به صورت‌های دیگر انرژی از قبیل حرارتی، شیمیایی یا نوری تبدیل شود، که به این پدیده جذب (Absorption) گفته می‌شود. به مجموع پدیده‌های تفرق و جذب، اصطلاحاً تضعیف گفته می‌شود. تضعیف رابطه مستقیمی با فرکانس دارد. یعنی هر چه فرکانس موج اولتراسوند بیشتر باشد تضعیف بیشتری به وجود می‌آید و بالعکس. تفرق امواج، به‌خصوص در زمان برخورد با سیالات (مانند خون) باعث می‌شود که موج ارسالی هیچ بازگشتی نداشته باشد، به همین دلیل رگ‌ها در تصاویر اولتراسوند سیاه‌رنگ نمایش داده می‌شوند. امواج اولتراسوند، در برخی از اعضای بدن که در عمق بیشتری قرار دارند، بازتاب ضعیف‌تری خواهند داشت. زیرا امواج در حین عبور از لایه‌های مختلف تضعیف می‌شوند.

دستگاه سونوگرافی

سونوگرافی یکی از روش‌های تصویربرداری است که تقریباً هیچ‌گونه ضرری برای بدن به همراه ندارد. به آن اولتراسونوگرافی نیز گفته می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم در روش‌های تصویربرداری با اشعه ایکس مانند رادیوگرافی ساده و یا سی تی اسکن، بدن تحت تابش مقدار معینی از اشعه یونیزه قرار می‌گیرد که اگر از حد مشخصی بیشتر شود می‌تواند منجر به بروز اشکالاتی در کارکرد سلول‌ها شود. ولی در سونوگرافی از هیچ‌گونه اشعه مضری استفاده نمی‌شود. در سونوگرافی اغلب بافت‌های نرم مشاهده و بررسی می‌شوند. از این رو ابزار مناسبی جهت تشخیص مشکلات استخوان نیست ولی می‌تواند برای بررسی مشکلات عضلات، رباط‌ها، تاندون‌ها و بسیاری بافت‌های دیگر مورد استفاده

قرار گیرد. انواع مختلف دستگاه‌های سونوگرافی شامل سیستم‌های دو بعدی یا سه بعدی می‌باشند و یا سونوگرافی که توانایی نمایش اندام‌ها در حال حرکت و فعالیت را داراست. نوع خاص دیگری از سونوگرافی با نام سونوگرافی داپلر Doppler Sonography وجود دارد که بر اساس پدیده داپلر عمل می‌کند و هدف از انجام آن بررسی میزان و سرعت جریان خون در وریدها و شریان‌های بدن است.

شکل ۹۵- دستگاه سونوگرافی

در ادامه به بررسی اجزاء مختلف یک دستگاه سونوگرافی خواهیم پرداخت.

اجزاء دستگاه

دستگاه سونوگرافی از سه قسمت اصلی تشکیل شده است:

- **مانیتور**

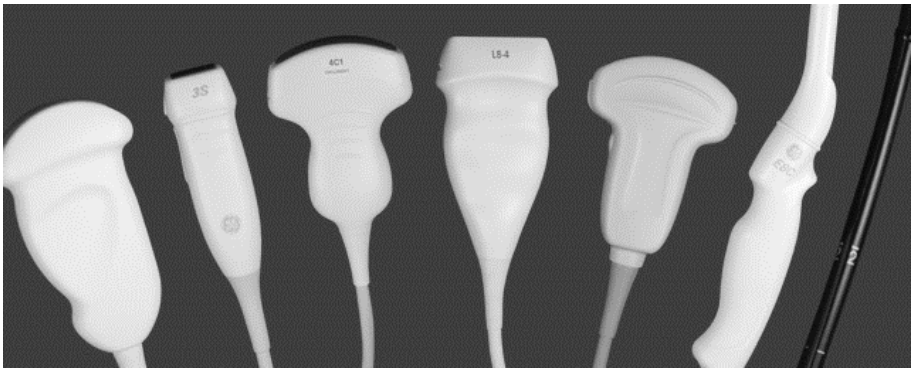
مانیتور وظیفه نمایش سیگنال‌های تصویری ارسالی از یونیت اصلی را بر عهده دارد.

- **پروب**

پروب قسمت تولید، ارسال و دریافت امواج اولتراسوند است که با یک کابل به یونیت اصلی دستگاه متصل است. وظیفه آن تولید و ارسال امواج اولتراسوند و نیز دریافت امواج بازگشتی، (echo) تبدیل آن به علائم الکتریکی و انتقال آن به یونیت اصلی است. تولید امواج توسط یک مبدل (Transducer) که معمولاً یک کریستال پیزوالکتریک است، انجام می‌پذیرد. خصوصیاتی مانند ابعاد، ضخامت و نوع کریستال پیزو، مشخصات موج اولتراسوند تولیدی، از جمله فرکانس آن را معین می‌سازند. عمق نفوذ و کیفیت تصویر بستگی به فرکانس مبدل دارد. به طور کلی مبدل‌های با فرکانس بالا، قدرت تفکیک خوبی برای تصاویر دارند، اما قدرت نفوذ آن‌ها کم است. چون با افزایش فرکانس، تضعیف نیز بیشتر می‌شود. حال آنکه در مبدلی با فرکانس پائین، کیفیت تصویر پائین آمده ولی عمق نفوذ بیشتر خواهد شد. به همین دلیل برای به دست آوردن تصویر از بافت‌های عمقی از فرکانس‌های پائین و برای به دست آوردن تصویر از بافت‌های سطحی از فرکانس‌های بالا استفاده می‌کنند. به عنوان مثال برای سونوگرافی کبد و کلیه از پروب ۵/۳ مگاهرتز و برای سونوگرافی از سینه از پروب ۵/۷ مگاهرتز استفاده می‌شود. به طور کلی هر چه فرکانس موج اولتراسوند افزایش یابد رزولوشن محوری تصویر نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان نفوذ آن در بافت‌های بدن کاهش می‌یابد. تفاوت دیگر پروب‌ها در شکل ظاهری آن‌هاست تا قابلیت انطباق جهت سونوگرافی از قسمت‌های مختلف بدن را فراهم آورند.

- **مبدل‌های پیزوالکتریک**

در سیستم سونوگرافی، این بخش امواج اولتراسوند را تولید نموده، به بافت‌های مختلف بدن ارسال می‌کند و سپس بازتاب امواج را از بافت‌ها دریافت و پردازش می‌نماید. بنابراین قسمت ارسال و دریافت امواج در این سیستم، باید این توانایی را داشته باشد که در زمان ارسال امواج، انرژی الکتریکی را به امواج مکانیکی (فراصوت) تبدیل نموده و در زمان دریافت امواج منعکس شده، امواج مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل نماید.



شکل ۹۶- تعدادی از پروب‌های دستگاه التراسوند

بر هم کنش فشار مکانیکی و نیروی الکتریکی را در یک محیط، اثر پیزوالکتریک می‌نامند. این اثر در برخی از کریستال‌ها به وقوع می‌پیوندد. بدین ترتیب که فشردن برخی از کریستال‌ها در راستای خاصی نیروی الکتریکی ایجاد می‌کند و برعکس، ایجاد اختلاف پتانسیل در دو سوی همان کریستال و در همان راستا، باعث انبساط و انقباض آن می‌گردد. به این صورت که تغییر پلاریزاسیون الکتریکی کریستال باعث تغییر حالت انعطاف‌پذیری آن می‌شود و تغییر حالت انعطاف‌پذیری بلور باعث پلاریزاسیون آن می‌گردد. کریستال کوارتز جزو نخستین اجسامی است که اثر پیزوالکتریک در آن کشف گردید و امروزه با هدف تولید امواج اولتراسوند مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع کریستال کوارتز به عنوان ماده‌ای برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی و بالعکس مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین به عنوان قسمت ارسال و دریافت امواج اولتراسوند مد نظر قرار می‌گیرد. یعنی با اتصال به نیروی الکتریکی، با فرکانس مشخص، شروع به ارتعاش (افزایش و کاهش ضخامت) و تولید امواج اولتراسوند می‌کند و در مقابل برخورد امواج برگشتی (منعکس شده از بافت‌ها) تحت فشار مکانیکی قرار گرفته و نیروی الکتریکی تولید می‌کند.

- **انتخاب نوع پروب**

بر اساس ورودی‌های مختلف و میدان دید متفاوت می‌توان پروب‌ها را به انواع زیر تقسیم‌بندی کرد:

- **پروب خطی**

این نوع پروب‌ها چهار گوشه‌ای هستند؛ در نتیجه میدان دید از نظر شکل، مربعی خواهد بود. معمولاً از تعداد زیادی کریستال کاملاً مشابه (تا ۴۰۰ عدد) ساخته شده‌اند و به طور الکترونیکی یکی پس

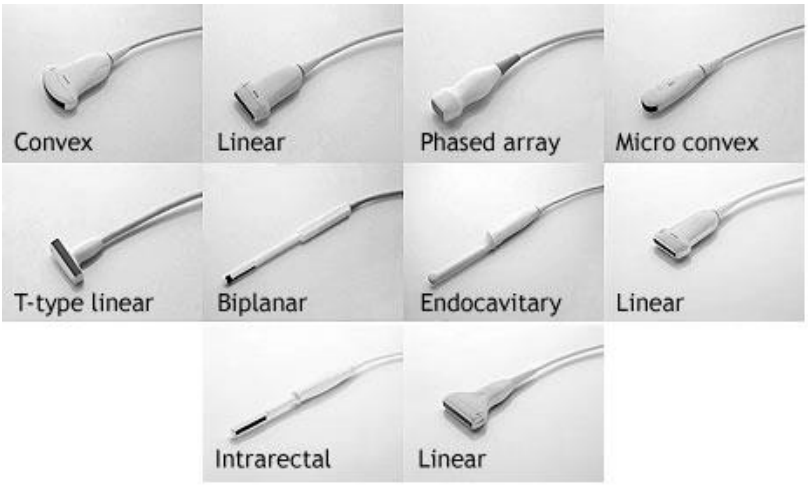
از دیگری فعال می‌شوند. برای این که بتوان خطوط دید بی‌شماری را به دست آورد، باید کریستال‌های خیلی کوچک به کار برد. از مشکلات این پروب بزرگ بودن ابعاد آن است، که در نمایش برخی نواحی آناتومیک خصوصاً فضاهای بین دنده‌ای می‌تواند مشکل‌آفرین شود.

- **پروب محدب**

نوع متغیری از مبدل خطی است. سرامیک‌های پیزوالکتریک به شکل محدب چیده شده‌اند و امواج صوتی به طور شعاعی از میدان هندسی خارج می‌شوند. از این پروب برای دیدن فضاهای بین‌دنده‌ای استفاده می‌شود. اشکال این پروب از دست دادن قدرت تفکیک جانبی در قسمت‌های سطحی‌تر میدان دید است.

- **پروب درون حفره‌ای**

برای بررسی بعضی از حفره‌های داخلی بدن استفاده می‌شود.



شکل ۹۷-پروب‌های مختلف دستگاه التراسوند

- **یونیت اصلی**

یونیت اصلی دستگاه سونوگرافی شامل مدارات پیچیده مجهز به نرم‌افزارهای تخصصی است. این قسمت سیگنال‌های الکتریکی را دریافت و پس از پردازش نرم‌افزاری، در مانیتور به صورت تصویر نمایش می‌دهد.

نحوه تهیه تصاویر اولتراسوند از بدن

در تشخیص پزشکی با استفاده از سونوگرافی، از روش پالس ـ اکو استفاده می‌شود. اساس کار این روش به این صورت است که مبدل در یک زمان بسیار کوتاه (حدود چند میکروثانیه) یک پالس صوتی به طرف بدن (عضو مورد نظر) می‌فرستد. این پالس با سرعت صوت مربوط به آن محیط پیش می‌رود. در سطوح مرزی بافت‌ها که امپدانس متفاوتی دارند، قسمتی از بافت بازتاب یافته و به سمت مبدل باز می‌گردد. مبدل این پالس را دریافت کرده و به یک تقویت‌کننده می‌فرستد تا پس از تقویت و پردازش‌های لازم، نمایش داده شود.

به منظور یافتن اطلاعات تشخیصی به کمک اولتراسوند، روش‌های تصویربرداری متفاوتی وجود دارد که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود:

روش تصویربرداری A.Scan

مخفف واژه اسکن دامنه (Amplitude Scan) است که ساده‌ترین نوع نمایشی اولتراسوند بوده و با دامنه اکوهای بازگشتی سروکار دارد. در این روش دامنه امواج بازتابی به عنوان یک مقیاس ضبط می‌شود و سپس تصاویر به صورت یک بعدی نمایش داده می‌شوند. در اسکن A که برای یافتن اطلاعات تشخیصی اعماق ساختارها (بافت‌ها) در بدن به کار می‌رود، پالس‌های اولتراسوند را به داخل بدن فرستاده و زمان لازم برای بازتاب‌ها از سطوح گوناگون درون آن اندازه گرفته می‌شود. از آن جا که سرعت امواج مافوق صوتی در مایعات و بافت‌های بدن تقریباً یکسان است، این زمان متناسب با فاصله بافتی است که این بازتاب از آن برمی‌گردد. به عبارتی فاصله زمانی بین فرستادن و آشکار ساختن یک پالس صوتی با فاصله بین مبدل و بافت مورد نظر متناسب است. ولی این فاصله دو برابر فاصله بین مبدل و بافت است (رفت و برگشت). امروزه این روش کاربرد محدودی دارد و

صرفاً در مواردی که هدف از سونوگرافی اندازه‌گیری فاصله سطوح باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش تصویربرداری B.Scan

به منظور تهیه تصاویر دو بعدی از بافت‌های بدن از اسکن B استفاده می‌شود. به طور ساده منظور از مد B نمایش روشنایی بازتاب‌ها است. سیگنال‌های بازتاب شده در اسکن B روی مانیتور به صورت نقاط روشن نمایش داده می‌شوند.

در تهیه تصاویر مافوق صوت با روش اسکن B، دو فرض در مورد مکان بافت‌ها (بازتاب‌ها) در نظر گرفته می‌شود:

۱) بازتاب‌ها از امتداد محور مبدل(امتداد پرتو تابشی) به مبدل باز می‌گردند.

۲) زمان بین ارسال پالس و دریافت بازتاب آن با فاصله بین مانع و مبدل نسبت مستقیم دارد.

اصول اولیه اسکن B با اسکن A یکی است. در واقع اسکن B مجموعه‌ای از اسکن‌های A می‌باشد که در آن دامنه‌ها به نقاط روشن تبدیل شده‌اند. در این مد وجود نقطه روشن نشانگر مرز ناحیه، شدت روشنایی بیان‌کننده درصد انعکاس و نوع بافت، و مکان نقطه روشن بیانگر عمق بافت است.

تصویربرداری مد ـ M

مد M برای اندازه‌گیری سرعت حرکت اعضایی مثل قلب و دریچه‌های آن و معده استفاده می‌شود. این مد برای نمایش حرکت نیز به کار گرفته می‌شود. برای تصویربرداری، مبدل به صورت ثابت روی عضو مورد نظر که در حال حرکت یا نوسان است، قرار می‌گیرد. یک پالس مافوق صوت در مدت حدود یک تا پنج میکروثانیه به طرف عضو فرستاده می‌شود و مبدل برای مدت حدود ۳۰۰ میکروثانیه (بستگی به عمق مورد مطالعه دارد) برای دریافت بازتاب‌ها به عنوان گیرنده عمل می‌کند. از آنجا که سرعت صوت در بافت بسیار بیشتر از سرعت حرکت عضو است (سرعت اکثر اعضاء متحرک بدن کمتر از m/s ۱ است)، لذا موقعیت عضو و بافت‌های تشکیل‌دهنده آن در مدت زمان ارسال پالس و دریافت بازتاب‌های آن، ثابت خواهد بود. پس از دریافت بازتاب‌ها، که به صورت

پالس‌های مد A هستند، این پالس‌ها بسته به شدتشان، به نقاط روشن تبدیل شده و روی اسیلوسکوپ به صورت عمودی نمایش داده می‌شوند.

پس از دریافت بازتاب‌های مربوط به اولین پالس، مبدل دومین پالس را مشابه پالس اول می‌فرستد. از آنجایی که موقعیت بافت هنگام ارسال پالس دوم مقدار بسیار ناچیزی نسبت به موقعیت آن هنگام ارسال پالس اول تغییر کرده است، لذا موقعیت بازتاب‌ها و در نتیجه موقعیت نقاط روشن روی اسیلوسکوپ نیز در امتداد عمودی صفحه اسیلوسکوپ، مقدار بسیار ناچیزی نسبت به نقاط روشن حاصل از بازتاب‌های پالس اول تغییر خواهد کرد. برای آن که نقاط روشن حاصل از بازتاب‌های این دو پالس و پالس‌های بعدی روی هم نیفتند، باید یک ولتاژ جارو کننده به صفحات قائم اسیلوسکوپ اعمال کرد تا باریکه‌های الکترون را روی صفحه اسیلوسکوپ، در امتداد افقی جاروب کند. فرکانس این ولتاژ تعیین‌کننده مقیاس زمانی روی محور افقی است (T = ۱/F) برای به دست آوردن تصاویر بلادرنگ از حرکت عضو، معمولاً تعداد ۱۰۰۰ پالس در ثانیه به طرف عضو ارسال و بازتاب‌های هر کدام به صورت نقاط روشن روی اسیلوسکوپ نشان داده می‌شوند. این روش ثبت تصویر را مد M می‌نامند. به عبارتی اسکن M مجموعه‌ای از خطوط اسکن‌های B ساکن است که طی زمان روی صفحه اسیلوسکوپ به وجود می‌آیند.

روش D یا مد داپلر

مد داپلر بیشتر برای اندازه‌گیری سرعت سیالات بدن مانند خون و صفرا به کار گرفته می‌شود. تنها روش تصویربرداری سونوگرافی که تهیه تصویر در آن بر پایه اختلاف فرکانس بین پالس ارسالی و دریافتی است، روش داپلر است. در مد داپلر، مبدل یک موج مافوق صوت با فرکانس مشخص به سمت گلبول‌های موجود درون یک رگ ارسال می‌کند. از روش داپلر برای تعیین سرعت جریان خون در رگ‌ها و نیز جهت جریان خون (خون سرخرگی و یا سیاهرگی) استفاده می‌شود.

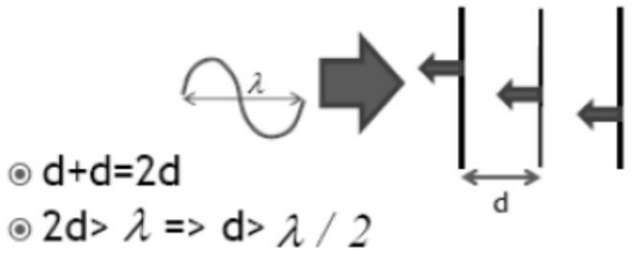
پارامترهای کیفیت تصویر

- **تعداد سطوح خاکستری**

بر اساس ساختار دستگاه، تعداد سطوح خاکستری ایجاد شده در دستگاه می‌توانند روی کیفیت تصویر تأثیر داشته باشند. تعداد سطوح خاکستری وابسته به دامنه سیگنال دریافتی و تعداد بیت‌هایی است که در بخش دیجیتال دستگاه برای آن در نظر گرفته شده است. هر چه تعداد بیت‌های مبدل آنالوگ به دیجیتال دستگاه بالاتر باشد، کیفیت تصویر بیشتر و قابلیت تفکیک بافت‌های مختلف از یکدیگر بهتر خواهد بود.

- **رزولوشن محوری**

رزولوشن محوری به حداقل فاصله مکانی قابل تفکیک دو نمونه متوالی بر روی محور عمق گفته می‌شود.



شکل ۹۸- رزولوشن محوری

در ارسال موج سینوسی باید موج ارسالی تمام شود تا انعکاس از اولین لایه که فاصله ۲d دارد به گیرنده برسد. به منظور بهبود رزولوشن محوری باید فرکانس را افزایش داد. با افزایش فرکانس طول موج کوتاه‌تر و تشخیص لایه‌های نزدیک به هم بهتر خواهد بود.

- **رزولوشن جانبی**

حداقل فاصله مکانی قابل تفکیک بین دو نمونه متوالی در یک عمق ثابت را رزولوشن جانبی گویند. رزولوشن جانبی با فاصله چینش مبدل‌های آرایه‌ای در کنار هم وابسته است. در رزولوشن جانبی می‌بایست نرخ نایکوئیست مکانی رعایت شود.

کاربردهای دستگاه سونوگرافی

بیماری‌های زنان و زایمان

- مانند بررسی قلب جنین، اندازه‌گیری قطر سر (سن جنین)، بررسی جایگاه اتصال جفت و محل ناف، تومورهای پستان.

بیماری‌های مغز و اعصاب

- مانند بررسی تومور مغزی، خونریزی مغزی به صورت اکوگرام مغزی یا اکوانسفالوگرافی.

بیماری‌های چشم

- مانند تشخیص اجسام خارجی درون چشم، تومور عصبی، خونریزی شبکیه، اندازه‌گیری قطر چشم، فاصله عدسی از شبکیه.

بیماری‌های کبدی

- مانند بررسی کیست و آبسه کبدی.

بیماری‌های قلبی

- مانند بررسی اکوکاردیوگرافی (سونوگرافی قلب اکوکاردیوگرافی نامیده می‌شود)

دندان‌پزشکی

- مانند اندازه‌گیری ضخامت بافت نرم در حفره‌های دهانی.

این امواج به علت اینکه مانند تشعشعات یونیزان عمل نمی‌کنند، بنابراین برای زنان و کودکان بی‌خطر هستند.

دستگاه اکوکاردیوگرافی

اکوکاردیوگرافی یکی از روش‌های تشخیصی دقیق و در عین حال راحت برای بررسی بیماری‌های قلبی است. در این روش امواج صوتی از طریق یک پروب به سوی قلب فرستاده می‌شوند و بسته به مواد تشکیل‌دهنده هر قسمت از قلب، مقادیر مشخصی از این امواج منعکس و تصویر ایجاد می‌شود.

در تصویر به دست آمده ساختمان حفرات قلبی، ضخامت دیواره بطن و دهلیزها و شکل و اندازه دریچه‌های قلبی نمایش داده می‌شود.

شکل ۹۹- دستگاه اکوکاردیوگرافی

در اکوکاردیوگرافی داپلر می‌توان سرعت خونی که بین حفرات قلبی و در شریان‌های بزرگ جریان دارد را نیز مشخص نمود. به این صورت که بر اساس تفاوت انعکاس صوت از گلبول‌های قرمزی که به سمت پروب حرکت می‌کنند و گلبول‌هایی که از پروب دور می‌شوند، شکل‌هایی ترسیم می‌شود. همچنین به منظور بهتر شدن وضوح تصویر در اکوی داپلر رنگی، جریان خون با رنگ‌های مختلفی نمایش داده می‌شود، به عنوان مثال خونی که به پروب نزدیک می‌شود به رنگ قرمز و خونی که دور می‌شود به رنگ آبی نمایش داده می‌شود.

بیماران دچار ناهنجاری‌های مادرزادی قلب، عموماً دچار تنگی یا گشادی دریچه‌های قلبی یا عبور خون از سوراخ‌های نابه‌جای داخل قلب هستند که در اکوکاردیوگرافی همه این اشکالات به خوبی قابل رویت است. بیماری‌های دریچه‌ای که در دوران بزرگسالی ایجاد می‌شود همچون تنگی دریچه آئورت یا نارسایی دریچه میترال نیز به خوبی با اکوکاردیوگرافی قابل بررسی است.

در اکوکاردیوگرافی معمولی، پروب که همان وسیله ارسال امواج صوتی است روی قفسه سینه با فشار ملایمی قرار داده می‌شود و به هیچ عنوان آزاری برای بیمار ایجاد نمی‌کند. در سال‌های اخیر برای بررسی دقیق‌تر قلب، پروب‌هایی طراحی شده‌اند که به وسیله آندوسکوپ وارد مری شده و به وسیله آن‌ها از فاصله نزدیکتری می‌توان به بررسی ساختمان‌های قلبی به خصوص دریچه میترال و دهلیز چپ پرداخت. با این حال باید دانست که اکوکاردیوگرافی و تست ورزش به صورت غیر مستقیم باز بودن عروق کرونری قلب را مورد بررسی قرار می‌دهند و در هیچ یک از این دو، رگ‌ها به طور دقیق مشاهده نمی‌شوند. برای تشخیص دقیق تنگی این عروق می‌بایست از روش آنژیوگرافی که تصویربرداری از رگ‌های قلب است، استفاده نمود.

دستگاه جنین یاب

جنین‌یاب دستگاهی جهت تشخیص صدای قلب جنین و محاسبه تعداد ضربان قلب است. این دستگاه بر اساس تئوری داپلر با استفاده از سیستم مافوق صوت و از طریق پروب تبدیل‌کننده، صدای قلب جنین را منعکس می‌کند که از طریق بلندگو یا گوشی قابل شنیدن است و هیچ‌گونه خطری از لحاظ اشعه و امواج الکتریکی یا الکترومغناطیس ایجاد نمی‌کند.

شکل ۱۰۰- نمایی از دستگاه جنین یاب

دستگاه جنین یاب که فتال داپلر یا سونی کید (Sonicaid) نیز نامیده می‌شود، بسته به نوع آن ظرف مدت ۶-۵ ساعت شارژ می‌شود و به مدت ۱۰-۵ ساعت با باطری قابل استفاده است.

نحوه عملکرد دستگاه

در این دستگاه، مبدل فرستنده به یک نوسانگر متصل شده و به طور پیوسته امواج ماورا صوت را به طرف جنین ارسال می‌کند. این امواج پس از برخورد با قلب جنین و بازگشت، از طریق مبدل گیرنده که در همان پروب قرار گرفته دریافت شده و به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شوند. فرکانس موج بازگشتی برابر با فرکانس موج تابش شده است اما حرکت قلب جنین تغییر می‌کند که متناسب با سرعت ضربان قلب است. انتخاب فرکانس بهینه برای سیستم با توجه به دو موضوع انجام می‌شود:

۱- برای نفوذ خوب و بدون جذب زیاد، یک فرکانس کم بهترین انتخاب است زیرا تضعیف در بافت‌ها به صورت غیرخطی با افزایش فرکانس افزایش می‌یابد.

۲- به منظور افزایش توان برگشتی حاصل از مجموعه و همچنین دقت بالاتر، فرکانس بالاتر مناسب‌تر است، زیرا باعث می‌شود که هر سلول با مقدار بیشتری از سیگنال‌های ارسالی برخورد داشته باشد.

از جمله اجزاء تشکیل دهنده دستگاه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- پروب: وظیفه ارسال یک موج اولتراسوند به درون رحم مادر و دریافت موج بازگشتی را بر

عهده دارد. پروب شامل حداقل دو کریستال پیزو سرامیک جهت تبدیل سیگنال الکتریکی به امواج مافوق صوت در نیمه فرستنده، و تبدیل امواج مافوق صوت به سیگنال الکتریکی در بخش گیرنده است. کریستال‌ها در یک صفحه قرار نمی‌گیرند نسبت به هم دارای زاویه کم و محدودی هستند. جنس کریستال‌های فرستنده و گیرنده یکسان است اما تعداد آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد.

۲- نمایشگر تعداد ضربان قلب نوزاد: تعداد ضربان قلب نوزاد را که توسط دستگاه محاسبه شده است نمایش می‌دهد.

۳- سیم برق: تأمین نیروی الکتریکی لازم دستگاه از برق شهر را به عهده دارد.

۴- باطری: در زمان‌هایی که امکان استفاده از برق شهر برای تغذیه دستگاه وجود ندارد نیروی الکتریکی مورد نیاز دستگاه را فراهم می‌آورد.

۵- فیوز: جهت حفاظت الکتریکی دستگاه پیش‌بینی شده است.

۶- کلید اصلی: روشن و خاموش شدن دستگاه را به عهده دارد.

۷- نمایشگر میزان شارژ باطری: میزان نیروی الکتریکی ذخیره شده در باطری دستگاه را نمایش می‌دهد.

۸- ضبط کننده صدای قلب: صدای قلب جنین را ذخیره می‌کند تا بتوان در مراحل بعدی از آن استفاده کرد.

۹- محل اتصال پروب: از این قسمت پروب به دستگاه وصل می‌شود.

۱۰- محل اتصال گوشی: جهت اتصال یک هدفون به دستگاه به کار می‌رود.

۱۱- بخش فرستنده: شامل یک نوسان‌ساز موج سینوسی با فرکانس حدود ۲ مگا هرتز است.

۱۲- بخش گیرنده: سیگنال الکتریکی دریافتی در کریستال گیرنده پس از تطبیق امپدانس و فیلتر و تقویت صوتی تغییرات حرکت قلب جنین را به گوش می‌رساند.

روش‌های تصویربرداری مبتنی بر تکنیک‌های هسته‌ای

پزشکی هسته‌ای شاخه‌ای از علم پزشکی است که در آن از مواد رادیواکتیو برای تشخیص و درمان بیماری استفاده می‌شود. این امر می‌تواند یا با پرتودهی مستقیم به بیمار با استفاده از یک چشمه تشعشع خارجی و یا با تزریق داروهای نشان‌دار با رادیواکتیویته به وی تحقق یابد.

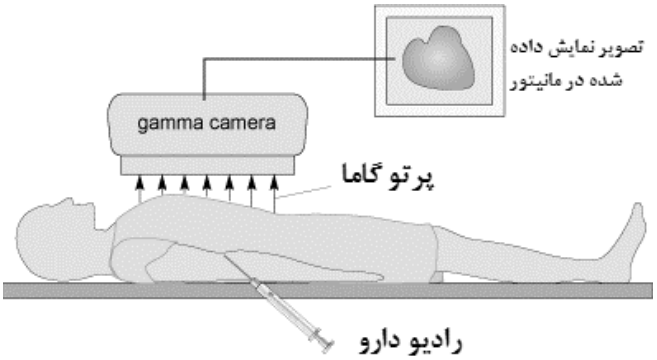
در کشورهای پیشرفته صنعتی، از انرژی هسته‌ای به صورت گسترده‌ای در پزشکی استفاده می‌شود. با توجه به شیوع برخی از بیماری‌ها مانند سرطان، ضرورت تقویت طب هسته‌ای در کشورهای در حال توسعه هر روز بیشتر می‌شود.

در ادامه به معرفی چند روش تصویربرداری هسته‌ای خواهیم پرداخت.

دوربین گاما

امروزه یکی از ابزارهای مهم در پزشکی هسته‌ای دوربین گاما است. این وسیله برای به تصویر کشیدن پرتوهای گامای ساطع شده از عضو هدف به کار می‌رود. در بخش پزشکی هسته‌ای به بیمار رادیو ایزوتوپ داده می‌شود که باعث می‌شود رادیو اکتیویته در بافت هدف تجمع یابد. این کار از سه طریق تزریق به درون رگ، استنشاقی و یا به صورت خوراکی قابل انجام است. رادیو ایزوتوپ دارای این ویژگی است که در ناحیه‌ای با متابولیسم بیشتر، تجمع بیشتری پیدا می‌کند.

بعضی از رادیو ایزوتوپ‌ها نیز دارای بافت هدف چندگانه هستند و در اسکن از کل بدن مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان نمونه، TC_ Dtpa رادیو ایزوتوپی است که در ناحیه کلیه تجمع پیدا می‌کند و محل تجمع TC_ Dmsa در ناحیه کبد است.

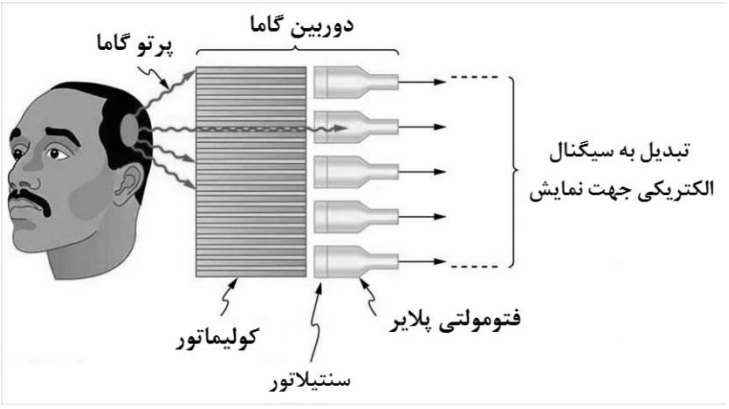


شکل ۱۰۱- تزریق رادیو دارو و اسکن آن توسط دوربین گاما

درون بافت، رادیو ایزوتوپ شروع به پرتودهی می‌کند و خود بافت منبع تابش پرتو می‌شود. به این ترتیب اشعه گاما با انرژی مناسب به سمت آشکارساز ساطع می‌شود.

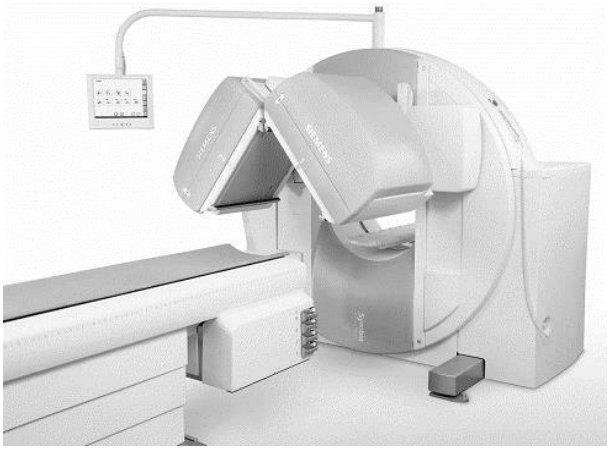
ساختار دستگاه

دوربین گاما از یک یا چندین صفحه کریستال سنتیلاتور تشکیل یافته است. فوتون‌های آزاد شده از بافت ابتدا از کولیماتور عبور می‌کنند که از صفحه ضخیمی از جنس سرب به ضخامت حدود ۱ الی ۳ اینچ تشکیل شده و دارای سوراخ‌های زیادی است که سنتیلاتور نامیده می‌شوند. زمانی که تابش یونیزه کننده از درون سنتیلاتور عبور می‌کند، فوتون‌هایی را به وجود می‌آورد که در فوتومولتی پلایر(Photomultiplier)، که بخشی دارای لایه‌ای با خاصیت فوتوالکتریک می‌باشد به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شوند.



شکل ۱۰۲- تبدیل پرتو گاما به تصویر در دوربین گاما

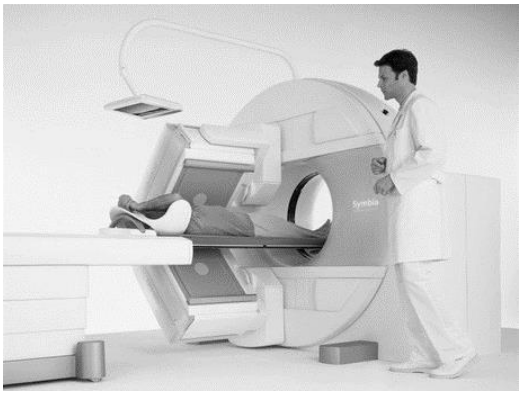
الکترون‌ها در اثر برخورد با فوتو کاتد که به کمک آن‌ها میدان الکتریکی ایجاد گشته است، تعداد بیشتری الکترون آزاد می‌نمایند و این روند چندین بار تکرار می گردد تا سطح انرژی الکترون‌ها به حد مطلوبی برسد. در نهایت پتانسیل‌های اندازه‌گیری شده، توسط تقویت‌کننده‌هایی تقویت و ثبت می‌شوند.



شکل ۱۰۳ – نمایی از دستگاه Gamma Camera

دستگاه تصویربرداری SPECT

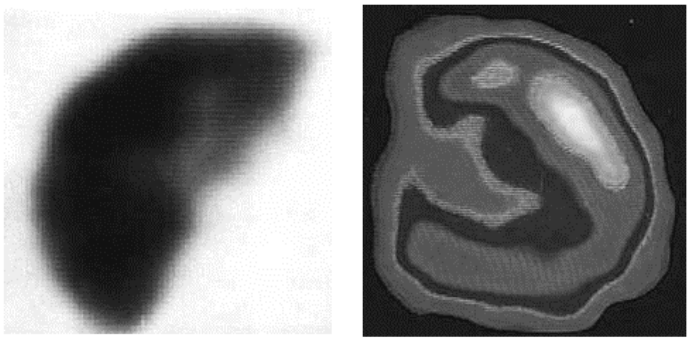
مقطع‌نگاری یا توموگرافی رایانه‌ای تک فوتونی (Single Photon Emission Computed Tomography) و یا اصطلاحاً اسپکت، روشی است که در علوم تشخیصی در فیزیک پزشکی و به ویژه پزشکی هسته‌ای کاربرد تحقیقاتی و روزمره فراوانی دارد. در این روش از رادیو ایزوتوپ‌هایی استفاده می‌شود که ذرات گاما از خود ساطع می‌کنند. از نمونه دستگاه‌های متداولی که این روش را جهت تصویربرداری به کار می‌برد دوربین گاما و یا دوربین انگر (Anger Camera) را می‌توان نام برد که امروزه در بیمارستان‌ها و نیز در آنکولوژی کاربرد وسیع دارند.



شکل ۱۰۴- نمایی از دستگاه اسپکت

دوربین‌های گاما ۱۸۰ و یا ۳۶۰ درجه حول بیمار قابلیت گردش دارند تا بتوانند تصاویر مقطعی تولید کنند. تصاویر اسپکت عموماً در ماتریس‌های ۱۲۸ در ۱۲۸ پیکسل بازسازی می‌شوند.

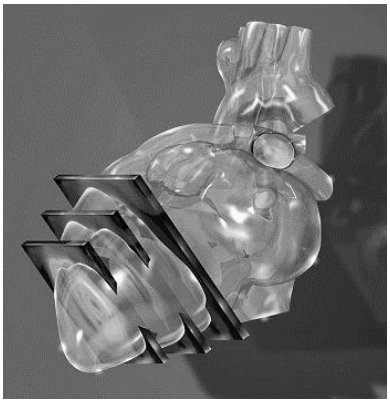
این روش مشابه تصویربرداری CT می‌باشد با این تفاوت که از تابش اشعه گاما استفاده می‌شود. پرتودارو از طریق تزریق یا تنفس و یا به صورت خوراکی وارد جریان خون می‌شود. ایزوتوپ رادیواکتیو در بدن متلاشی شده و منجر به تولید اشعه‌های گاما می‌شود. کاربرد عمده این روش (که توانایی نمایش تصاویر ۳ بعدی از فعالیت‌های متابولیکی بدن را داراست)، تصویربرداری از تومور، استخوان‌های بدن، تیروئید و همچنین مطالعات مربوط به رشد و سرایت بیماری می‌باشد.



شکل ۱۰۵- (۱)تصویری از قلب توسط اسپکت، (۲)تصویری از کبد توسط اسپکت

کاربرد

به کمک مقطع‌نگاری رایانه‌ای تک‌فوتونی (SPECT)، می‌توان تصاویر سه بعدی از عملکرد یک بافت یا ارگان مانند قلب یا مغز، به دست آورد. روش کار به این صورت است که یک ماده با نیمه عمر کم، به ترکیب شیمیایی خاصی تبدیل می‌شود که در بافت‌های خاصی از بدن و به نسبت فعالیت آن بخش، جذب خون می‌گردد. به عنوان مثال این ماده شیمیایی می‌تواند یک نوع قند خاص برای بررسی عملکرد بخشی از مغز باشد. این ماده وارد خون شخص شده و توسط سلول‌های مغزی که مصرف‌کننده اصلی این نوع قند هستند جذب می‌گردد و لذا بیشترین میزان تشعشع از این نواحی صورت خواهد گرفت.



شکل ۱۰۶- چگونگی تصویربرداری از قلب توسط اسپکت

تصویربرداری PET

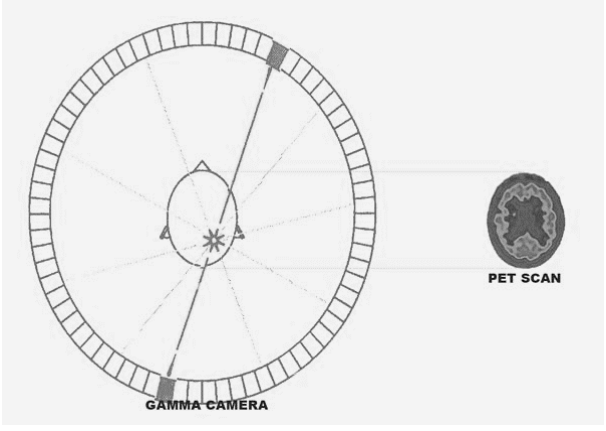
این روش، یک تکنیک تصویربرداری پزشکی هسته‌ای، به منظور تولید تصاویر رنگی و سه بعدی از فرایندهای عملکردی درون بدن انسان است. PET مخفف positron emission omography به معنی توموگرافی انتشار پوزیترون است. یک جفت اشعه گاما به صورت غیرمستقیم از مولکول‌های بیولوژیکی فعال ساطع شده، به وسیله آشکارساز پوزیترونی آشکار می‌شوند و تصاویر توسط کامپیوتر بازسازی و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

شکل ۱۰۷- نمایی از دستگاه PET Scan

از این تکنیک می‌توان به منظور تشخیص بیماری و بررسی میزان توسعه بیماری در بدن بهره برد. این روش اغلب جهت ارزیابی روند پیشرفت درمان بیماری نیز کاربرد دارد.

نحوه عملکرد

داروی رادیواکتیو از پیش در سیکلوترون که یک نوع شتاب‌دهنده ذرات باردار است، تولید شده است. این دارو به یک ماده شیمیایی طبیعی بدن پیوند می‌یابد که این ماده می‌تواند گلوکز، آب، آمونیاک و یا ... باشد. رادیو دارو به بدن بیمار تزریق می‌شود و یک ردیاب رادیویی به وجود می‌آید.



شکل ۱۰۸- نحوه ثبت تصویر در دستگاه PET Scan

این ردیاب به سمت محل‌هایی حرکت می‌کند که در حالت طبیعی در آن‌ها یافته می‌شود. به عنوان مثال، FDG(fluorodeoxyglucose) داروی رادیواکتیوی است که جهت ایجاد ردیاب رادیویی به

گلوکز متصل می‌شود. گلوکز به سمت بخش‌هایی از بدن می‌رود که جهت تأمین انرژی نیازمند قند هستند. از سویی مصرف انرژی در بافت‌های طبیعی با بافت‌های سرطانی متفاوت است و تراکم FDG در یک بافت، نشانه سرطانی بودن آن بافت خواهد بود. شکسته شدن ردیاب رادیویی درون بدن منجر به ایجاد پوزیترون می‌شود و دستگاه با آشکارسازی انرژی گسیل شده از این ذرات بار مثبت (پوزیترون‌ها) تصویر را به وجود می‌آورد.

این انرژی به صورت یک تصویر سه بعدی بر روی نمایشگر کامپیوتر ظاهر نشان داده می‌شود.

تصویر PET چگونگی عملکرد بخش‌های مختلف بدن بیمار را با در نظرگیری نحوه شکستن ردیاب رادیویی مشخص می‌سازد و وجود سطوح مختلف پوزیترون را بر اساس درخشندگی و رنگ نمایش می‌دهد.

این نوع تصویربرداری عمدتاً در کنار روش‌های تصویربرداری اشعه ایکس و یا MRI مورد استفاده قرار می‌گیرد و پزشکان این روش را به عنوان یک تست تکمیلی در کنار دیگر روش‌های اصلی به کار می‌برند. اطلاعات به دست آمده پزشک را در راستای انتخاب و یافتن روش درمانی موثر یاری می‌کند.

فصل ۶

آشنایی با ساختار لیزرها و انواع لیزرهای موجود

آشنایی با ساختار لیزرها و انواع لیزرهای موجود

لیزر نوع جدیدی از نور است و درخشان‌تر و شدیدتر از نوری است که در طبیعت یافت می‌شود. نور لیزر می‌تواند سخت‌ترین فلزات را سوراخ کند، یا به راحتی از جسم سختی همچون الماس عبور کند و در آن ایجاد حفره کند. در عین حال باریکه‌های کم قدرت و فوق‌العاده دقیق انواع دیگر لیزر را می‌توان برای انجام کارهای بسیار ظریف مانند جراحی چشم انسان به کاربرد.

واژه لیزر (LASER) مخفف عبارت: (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) به معنی «تقویت نور به وسیله گسیل القایی تشعشع» می‌باشد. مسأله اصلی در تولید اشعه لیزر، کنترل نوسان‌های الکترونی درون اتم‌ها است، به نحوی که تمامی توده اتم‌ها بتوانند ذرات نور را با هم پرتاب کنند. اولین استفاده لیزر در پزشکی سال ۱۹۶۳ مربوط به انعقاد ضایعات شبکیه بود. ولی امروزه تقریباً در تمام زیر گروه‌های تخصصی پزشکی، ابزار مجهز به لیزر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ابزار در علم پزشکی انقلابی به پا کرده‌اند و به نقش انکارناپذیر و ارزشمندی در علم پزشکی دست یافته‌اند.

ماهیت اشعه لیزر

ماهیت اشعه لیزر با ماهیت نور معمولی یکسان است اما تفاوت عمده آن در نحوه گسیل پرتوها است. گسیل پرتوها که توسط الکترون‌های برانگیخته در اتم صورت می‌گیرد، به دو روش گسیل خودبه‌خودی و گسیل القایی امکان‌پذیر است:

۱) گسیل خودبه‌خودی:

e۱ و e۲ را دو تراز متوالی یک اتم و دارای انرژی‌های E۱ و E۲ در نظر بگیرید و فرض کنید الکترونی در تراز e۱ در حالت پایه خود قرار گرفته باشد. اگر به هر دلیلی این الکترون از تراز e۱ به تراز بالاتر e۲ برود، گفته می‌شود اتم تحریک شده یا در حالت برانگیخته قرار گرفته است. این حالت ناپایدار است و اتم تمایل دارد به سرعت به حالت پایدار خود بازگردد؛ به همین دلیل الکترون بلافاصله به حالت قبلی در تراز e۱ باز خواهد گشت. به علت وجود اختلاف انرژی E۲-E۱ بین این

دو تراز و بنا بر اصل پایستگی انرژی، انرژی اضافی الکترون در حین بازگشت به تراز اول به صورت تابش با فرکانس υ گسیل می‌شود. این فرآیند را گسیل خودبه‌خودی می‌نامند.

۲) گسیل القایی:

اگر الکترونی در تراز E۲ در حالت پایه خود قرار داشته باشد و اتم با استفاده از فوتونی با انرژی E۲-E۱=hυ تحریک شود، در اثر این القا الکترون تراز E۲ را ترک کرده و به تراز E۱ می‌رود. حین این انتقال فوتون انرژی تابشی آزاد می‌کند. فوتون برهم کنش‌کننده اولیه نیز بدون تغییر مسیر خود را ادامه می‌دهد. این حالت گسیل القایی نامیده شده و خروجی دو فوتون هم فاز خواهد بود.
در گسیل خودبه‌خودی تابش‌های گسیل شده در تمام جهات گسترده می‌شوند، اما در گسیل القایی جهت تابش در یک راستای معین خواهد بود. از سوی دیگر در گسیل خودبه‌خودی، فوتون‌های تابشی در اثر گذار بین ترازهای اتمی مختلف و متفاوتی به وجود می‌آیند. از این رو این تابش‌ها طیف گسترده‌ای از فرکانس‌ها را در بر می‌گیرند. اما در گسیل القایی تابش در اثر گذار بین ترازهای اتمی مشابه گسیل می‌شود. بنابراین همه تابش‌ها تقریباً دارای فرکانس یکسانی هستند. در کاربردهای لیزر به طور معمول فرآیند گسیل القایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به منظور بهره‌گیری از این روش و داشتن گسیل القایی طولانی‌مدت، اتم‌هایی دارای دو تراز مورد نیاز هستند که در این اتم‌ها باید تراز بالایی پر و تراز پایینی خالی از الکترون باشد. طبق نظریه‌های کوانتومی و بنا بر قاعده گزینش در اتم‌ها، ابتدا باید ترازهای پائین‌تر پر شوند. بنابراین به وضعیت به وجود آمده در لیزر، وارونگی جمعیت گفته می‌شود.

خواص اشعه لیزر

همانند نور اجزاء تشکیل‌دهنده اشعه لیزر نیز فوتون‌ها هستند. ولی سه ویژگی مهم لیزر آن را از نور معمولی متمایز می‌سازد. این سه خاصیت عبارتند از:

۱) تک فامی (Monochromatic)

۲) هم راستایی (Collimated)

۳) همدوسی (Coherent)

- **تک فامی (Monochromatic)**

نور لیزر فقط دارای یک طول موج و یا به عبارت دیگر یک تک‌رنگ است که این ویژگی را خاصیت تک فامی نور لیزر می‌نامند. برای تولید نور تک رنگ کافی است منبع تولید اشعه لیزر با یک فرکانس مشخص تحریک شود تا نور لیزر در همان فرکانس تولید شود.

- **هم راستایی (Collimated)**

اشعه لیزر معمولاً به صورت اشعه کاملاً موازی و باریکی تولید می‌شود که قادر است مسافت‌های طولانی را با پراکندگی بسیار کم طی کند. به منظور ایجاد نور باریک لیزر در محفظه مولد اشعه لیزر آینه‌های خاصی به کار برده می‌شوند که باعث می‌شوند راستاهای مختلف اشعه بازتابش پیدا نموده و از مسیر مشخصی و به طور موازی خارج شوند.

- **همدوسی (Coherent)**

خاصیت همدوسی در نور لیزر بدین معناست که امواج تولید شده نور لیزر کاملاً هماهنگ با یکدیگر در زمان و مکان حرکت کرده و یا به عبارت دیگر هم فاز هستند.

- **دانسیته توان لیزر**

به طور معمول قطر پرتو خروجی لیزر از محفظه به قدری بزرگ و گسترده است که توان کافی جهت بهره‌وری درمانی ندارد. برای این منظور این پرتو از یک عدسی همگرا عبور داده می‌شود تا قطر آن کاهش و شدت و انرژی افزایش یابند. شدت پرتو با عنوان چگالی توان (Pd) یا درخشندگی (E) نیز خوانده می‌شود. چگالی توان را می‌توان به صورت میزان انرژی رسیده به واحد سطح بافت تعریف نمود. واحد اندازه‌گیری چگالی توان، وات بر واحد قطر پرتو است. بنابراین با مجذور سطح مقطع پرتو لیزر، رابطه عکس دارد.

$$Pd = ۱۰۰w/d^۲$$

W بیانگر واحد توان لیزر (برحسب وات) و d واحد قطر (برحسب $cm^۲$) می‌باشند.

پرتوهای عریض و غیر متمرکز، برای میزان توان مشخص، قدرت کمتر نفوذ داشته و اغلب جهت کاربردهایی مانند لایه‌برداری پوست، تبخیر بافتی و انعقاد عروق خونی به کار گرفته می‌شوند. اما یک پرتو متمرکز (فوکوس شده)، قابلیت نفوذ به عمق بیشتری از بافت را داشته و بیشتر برای برش ظریف و حذف حجمی بافت سودمند است.

- **Fluency (جریان لیزر)**

بازه زمانی تابش لیزر جهت تعیین دقیق کل میزان انرژی رسیده به بافت، از اهمیت برخوردار است. تابش طولانی لیزر به بافت موجب تخریب بافتی می‌شود و مدت زمان کوتاه تابش، باعث می‌شود اثر درمانی لیزر ظاهر نشود. به میزان کل انرژی، دوز گفته می‌شود. دوز دریافتی لیزر برابر است با چگالی توان در زمان تابش.

$$Fluency = Pd(t) = J/A$$

J واحد انرژی بر حسب ژول

A واحد قطر پرتو به سانتیمتر مربع

- **طول موج**

نحوه و میزان تأثیر نور بر روی پوست، به طول موج آن بستگی دارد. محدوده ماورا بنفش طیف نور (۴۰۰-۱۰۰ نانومتر) توسط چشم انسان غیرقابل رویت می‌باشد و مشخص شده که دارای اثرات مخربی همچون قرمزی، تجمع رنگدانه‌ها و سرطان پوستی است. انرژی نور در طیف مرئی(۷۰۰-۳۸۰ نانومتر) معمولاً بی‌خطر شناخته می‌شود اما اگر با شدت بالا تابیده شود ممکن است پوست بر اثر پدیده جذب، دچار آسیب حرارتی گردد. قسمت مادون قرمز (۳۰۰۰- ۷۸۰ نانومتر) نیز محدوده‌ای غیرقابل رویت است و در درمان ضایعات پوستی و شبکیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثر نور در قسمت مادون قرمز میانه و دور (۱۰۰۰-۳ میکرون) عمدتاً به لایه‌های سطحی پوست محدود می‌شود.

میزان جذب و اثر حرارتی لیزر روی پوست بسته به میزان و نوع کروموفور (جاذب پیگمان) بافت در معرض تابش، متفاوت است. کروموفورهای مختلف ضریب جذب متفاوت دارند. میزان جذب

انرژی در یک طول موج مشخص توسط کروموفور، ضریب جذب کروموفور نامیده می‌شود. نور لیزر به واسطه خاصیت تک رنگی و پهنای باند نوری باریک، قادر است به صورت انتخابی کروموفورهای بافتی را جهت درمان هدف‌گیری کند.

مدهای لیزر

- **موج پیوسته، پالس و Q Switching**

نور تولیدی لیزر عمدتاً به دو شکل آزاد می‌شود:

جریان پیوسته انرژی (continuous wave = CW)، و یا پالس‌های متعدد مجزا (pulsed laser). در لیزر با موج پیوسته، تا زمانی که شمار زیادی از اتم‌ها به تراز بالای انرژی یابند و حالت برانگیخته و تابش فوتون انجام گیرد، نیاز است انرژی به طور پیوسته به درون ماده فعال پمپاژ شود. در چنین تراز بالایی از انرژی، امکان تخلیه پیوسته موج لیزر وجود دارد. مدت پالس موج پیوسته لیزر حدود ۰/۲۵ ثانیه است. این مدت زمانی و توان نسبتاً ثابت دریافتی توسط بافت، منجر به آسیب حرارتی می‌شود. پرتو تابشی لیزرهای CW با طراحی کلید الکترونیکی، دریچه مکانیکی و شاترهای زمانی قابل تعدیل هستند. به صورتی که نور خروجی پالسی شکل شده و در حین تابش، انقطاع اشعه لیزر صورت گیرد. چنین سیستمی یک لیزر پالسی حقیقی نیست و فقط نور به صورت پالسی و منقطع اعمال می‌شود. در مقابل، لیزرهای پالسی در فواصل زمانی کوتاه (در محدوده میلی ثانیه) و بدون استفاده از شاترها، انرژی با شدت بالا به شکل پالس‌های کوتاه آزاد می‌سازند. با تنظیم پمپ جهت تولید پالس‌های مجزا، شعاع‌های لیزری تولید می‌شوند. در هر دو نوع لیزر می‌توان با استفاده از روش Q Switching، می‌توان تغییرات زمانی بیشتری انجام داد تا پالس‌های کوتاه‌تر (معمولاً پالس‌های با زمان ۱۰ تا ۲۵۰ نانو ثانیه) به دست آیند.

تقسیم‌بندی انواع لیزرها

تقسیم‌بندی لیزرها بر اساس فاکتورهای مختلفی صورت می‌گیرد:

الف) تقسیم‌بندی بر اساس توان

۱- لیزرهای پرتوان یا گرم : لیزرهایی هستند که با افزایش انرژی جنبشی در بافت و ایجاد حرارت، اثرات درمانی خود را به وجود می‌آورند. این اثرات شامل نکروز، کربنیزاسیون، تبخیر، انعقاد و دناتوره شدن پروتئینی می‌باشند. توان این دسته بالاتر از نیم وات است.

۲- لیزرهای با توان متوسط : انواعی از لیزر که بدون ایجاد حرارت بسیار بالا و فقط با تحریک نوری بافت، اثر درمانی خود را اعمال می‌کنند. این دسته از لیزرها امروزه در بسیاری از موارد جایگزین لیزرهای کم توان شده‌اند زیرا سرعت اثربخشی درمان را افزایش و طول زمان درمان را کاهش می‌دهند. توان این دسته ۵۰۰-۲۵۰ میلی وات است.

۳- لیزرهای کم توان یا سرد : لیزرهایی که اثر حرارتی بر روی بافت نمی‌گذارند و با تحریک نوری بر روی سلول باعث واکنش‌های نوری در بافت می‌شوند. توان این لیزرها معمولاً زیر ۲۵۰ میلی وات است.

ب) تقسیم‌بندی بر اساس واکنش‌های بافتی

۱ – واکنش‌های تخریبی: این واکنش‌ها به ویژه در لیزرهای پرتوان به وجود می‌آیند. اثر حرارتی که به علت توان بالای این لیزرها به وجود می‌آید، و ممکن است تا حدود ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد نیز برسد، منجر به میزانی از افزایش انرژی جنبشی در بافت می‌شود که می‌تواند باعث دناتوراسیون پروتئین‌ها، انعقاد، تبخیر، کربنیزاسیون و برش آن شود. این لیزرها در جراحی کاربرد داشته و به لیزرهای گرم نیز معروف هستند.

۲ – واکنش‌های خنثی: اساس لیزرهای تشخیصی هستند؛ در طی این واکنش‌ها بافت تغییری نمی‌یابد اما با تعیین میزان نور بازتاب شده و نور عبور کرده از بافت، جهت اهداف تشخیصی بهره گرفته

می‌شود. مانند لیزرهای تشخیصی در دندانپزشکی که برای اندازه‌گیری ناحیه پوسیدگی دندان به کار می‌روند.

۳ – واکنش‌های فتوشیمیائی: لیزرهای کم توان، دارای خاصیت ایجاد واکنش فتوشیمیایی هستند و بدون ایجاد اثر حرارتی در بافت، اثرات خود را می‌گذارند.

ج) تقسیم‌بندی بر اساس طول موج

- محدوده ماورای بنفش: ۴۰۰–۳۰۰ نانومتر
- محدوده نور مرئی: ۷۰۰–۴۰۰ نانومتر
- محدوده نور مادون قرمز نزدیک: ۱۲۰۰–۷۰۰ نانومتر
- محدوده نور مادون قرمز دور: بیش از ۱۲۰۰ نانومتر

د) تقسیم‌بندی بر اساس شکل و ماده تولیدکننده اشعه لیزر

- لیزرهای گازی
- لیزرهای مایع
- لیزرهای جامد
- لیزرهای نیمه هادی

لیزرهای گازی

یک مولد اشعه لیزر گازی از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

الف) محیط فعال یا تقویت‌کننده

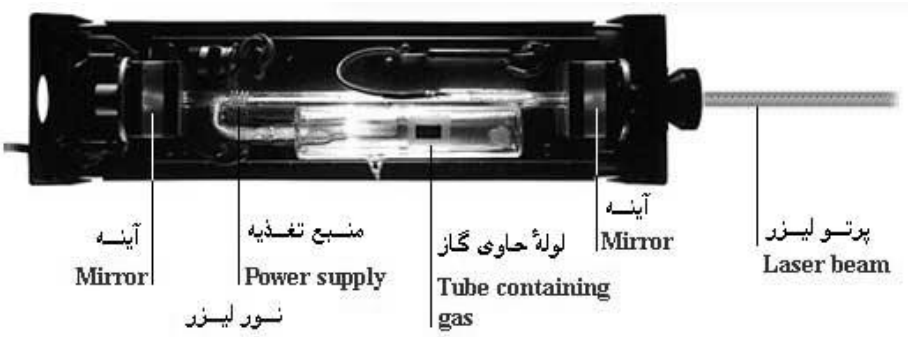
ب) دریچه‌های بروستر

ج) بازآواگر

الف) محیط فعال (تقویت‌کننده)

اصلی‌ترین قسمت مولد لیزر محیطی است که بتواند نور لیزر را فعال و تقویت کند. در لیزرهای گازی، یک نوع گاز خاص و یا مخلوطی از چند گاز (هلیوم، نئون، آرگون و ...) درون یک اتاقک

شفاف بدون درز در جریان هستند. گاز در حین جریان از میان دو الکترود که یکی دارای بار مثبت و دیگری بار منفی است، می‌گذرد. الکترون‌هایی که بین دو الکترود جریان دارند باعث پمپ کردن الکترون‌های اتم‌های این گازها به ترازهای انرژی بالاتر می‌شوند. به دلیل اینکه گاز می‌تواند جریان داشته باشد، با جریان گاز در داخل لوله، زمانی که اتم‌های برانگیخته از الکترودها فاصله می‌گیرند، به تراز انرژی پائین‌تر منتقل می‌شوند.



شکل ۱۰۹- نور لیزر گازی

این حالت منجر به گسیل فوتون‌هایی می‌شود که توسط آینه‌ها به بازتاب می‌شوند- زمانی که نور لیزر در سطح مناسب برای استفاده برقرار شد، باریکه از طریق آینه خروجی نیم شفاف خارج می‌شود. این تابش نسبتاً تک فام است، زیرا عمل تحریک به گونه‌ای انجام می‌گیرد که عمل گذار بین ترازهای یکسان اتفاق بیفتد. در مولد لیزر گازی-تحریک الکتریکی به کار برده می‌شود که به دو صورت منبع مستقیم و یا متناوب مورد استفاده می‌گیرد.

ب) دریچه‌های بروستر (Brewster)

در دو جداره ابتدا و انتهای مولد لیزر در دو جداره ابتدا و انتها، از دو آینه صاف که با زاویه مشخص نسبت به افق قرار دارند، استفاده می‌شود که دریچه‌های بروستر نامیده می‌شوند. کاربرد این دریچه‌ها قطبیده کردن پرتوهاست (نور قطبیده به نوری گفته می‌شود که ارتعاشات آن در یک امتداد باشند). این دریچه‌ها برای یک جهت قطبیدگی خاص شفاف هستند ولی برای عبور نورهای عمود بر صفحه،

ضریب عبور صفر داشته و تمام نور بازتابش خواهد شد. به کارگیری این دریچه‌ها در لیزر موجب قطبیدگی خطی نور خروجی خواهد شد.

ج) بازآواگر

بازآواگر وسیله‌ای اپتیکی است که از دو آینه (تخت یا خمیده) تشکیل می‌شود به طوری که محیط فعال در میان آن‌ها قرار می‌گیرد. تابش خروجی از محیط فعال پس از قطبیده شدن توسط دریچه‌های بروستر به یکی از این آینه‌ها برخورد کرده، بخشی از پرتو عبور و بخشی بازتاب می‌یابد. پرتو بازتابیده دوباره مسیر محیط فعال و دریچه بروستر را پیموده و به آینه سمت مقابل برخورد می‌کند. به این ترتیب عمل عبور و بازتاب بارها تکرار می‌شود. و در نهایت نور خروجی از تقویت کننده در اثر رفت و آمد بین دو آینه به صورت یک موج هم راستا و موازی در می‌آید. جهت امکان‌پذیر ساختن خروج انرژی از بازآواگر، باید یکی از دو آینه تا حدودی نیمه شفاف طراحی شود.

انواع لیزرهای گازی

- **لیزر هلیم ـ نئون**

امروزه لیزر هلیم ـ نئون یکی از رایج‌ترین لیزرهای گازی است. همان‌طور که از نام آن برمی‌آید، محیط فعال تقریباً شامل مخلوطی از ده قسمت گاز هلیم و یک قسمت گاز نئون است. در لیزرهای هلیم ـ نئون باریکه‌ی لیزری توسط اتم‌های نئون ایجاد می‌شود. لیزرهای گازی هلیم ـ نئون آنقدر ایمن هستند که در مدارس و آزمایشگاه‌ها برای آزمایش به کار می‌روند. از دیگر مصارف این لیزرها در صنایع ساختمانی و نمایش‌های هنری است. اندازه لیزرهای هلیم ـ نئون کوچک و نسبت به سایر لیزرها ارزان قیمت‌تر هستند.

- **لیزر آرگون**

برخلاف لیزر هلیم ـ نئون، لیزر آرگون بر اساس گذار بین دو تراز انرژی اتم یونیزه کار می‌کند. برای تک یونیدن اتم‌های آرگون، یعنی خارج کردن یک الکترون از هر اتم، باید مقدار قابل ملاحظه‌ای انرژی به گاز آرگون داده شود. از این رو منابع تغذیه یک لیزر آرگونی قطورتر و به

مراتب پیچیده‌تر از منابع تغذیه لیزر هلیم ـ نئون هستند. از سوی دیگر، علی‌رغم بسیار بزرگ‌تر بودن خروجی‌های حاصل از لیزر آرگونی، کارآیی کلی این دو نوع لیزر تقریباً یکسان است. لیزرهای آرگون بالاترین سطوح توان پیوسته (۱۵W–۱) را در قسمت مرئی طیف، در طول موج ۵۱۵nm ایجاد می‌کنند. این خروجی توان بالا در چشم بیمارانی که از بیماری شبکیه چشم رنج می‌برند می‌تواند جهت انعقاد نوری رگ‌های خون به کار گرفته شود.

- **لیزر کریپتون**

این لیزر تقریباً با لیزر آرگون یکسان است به جز اینکه لوله با گاز کریپتون پر می‌شود. این لیزر ناحیه جدیدی از طول موج‌ها را در محدوده زرد و قرمز و یا سبز ـ آبی ایجاد می‌کند.

- **لیزر دی‌اکسیدکربن**

این نوع لیزر کارآمدترین لیزر گازی و پرتوان‌ترین لیزر پیوسته و یکی از لیزرهای دارای کارایی‌های متعدد موجود در بازار است. این لیزر دارای توان خروجی ۵۰۰W–۵۰ موج پیوسته در طول موج ۶/۱۰ میکرومتر فرو سرخ می‌باشد. لیزرهای گازی دی‌اکسیدکربن در مقایسه با انواع دیگر لیزر دارای بازده بیشتری هستند و برای برش پلاستیک، لاستیک و فلزات تا ضخامت یک سانتی‌متر به کار می‌روند. چنانچه باریکه خروجی لیزر دی‌اکسیدکربن کانونی شود، این توانایی را خواهد داشت که صفحات الماس و فولاد ضخیم را در عرض چند ثانیه برش دهد.

لیزرهای جامد

لیزر جامد شامل یک ماده جامد نیمه شفاف نظیر یاقوت است که توسط یک پالس نور از یک لامپ جرقه‌زن گزنون، به داخل یک وضعیت تحریک شده پمپ می‌شود. لیزر یاقوت معروف‌ترین لیزر حالت جامد است و به عنوان نخستین نوع لیزر ساخته شده در سال ۱۹۶۰، موقعیت مهمی در تاریخ لیزرها دارد. یک لیزر یاقوتی ساده از سه بخش تشکیل می‌شود:

- استوانه‌ای از یاقوت مصنوعی
- یک چشمه نور مثل یک لامپ گزنون

- یک بازتابنده که نور را از لامپ گزنون به یاقوت هدایت می‌کند.

استوانه یاقوتی، بخش اصلی دستگاه است. قطر آن در حدود ۷ میلی‌متر و طولش ۳/۵ تا ۵ سانتی‌متر است. دو قاعده استوانه صیقل خورده و نقره‌اندود شده‌اند تا آینه کاملی را تشکیل دهند. یک قاعده آن نیز تا حدودی نقره‌اندود شده است و نسبتاً نیمه شفاف بودن آن به این سبب است که توانایی عبور دادن بخشی از نور را داشته باشد.

یاقوت‌ها به طور طبیعی در طبیعت یافت می‌شوند، اما به شکل مصنوعی از بلور اکسید آلومینیوم که در آن تعداد نسبتاً اندکی اتم کروم معلق وجود دارد، ساخته می‌شوند. اتم‌های کروم به روش گسیل القایی کوانتوم نور تولید می‌کنند. اتم‌های کروم نسبتاً بزرگ هستند و تعداد زیادی الکترون در مدارهایشان دارند. طول موج‌های بنفش، آبی و سبز را از نور سفید جذب می‌کنند که باعث می‌شود، به یک وضعیت انرژی بالاتر پمپ شوند. این اتم‌ها به یک وضعیت نیمه پایدار به مدت چند میلی‌ثانیه افت می‌کنند و سپس تحت تأثیر افت تحریک شده قرار می‌گیرند و به یک سطح انرژی پائین‌تر برمی‌گردند و یک فوتون از طول موج قرمز را در این فرآیند گسیل می‌کنند. میرایی اولیه در تمامی جهت‌ها است، بنابراین فقط کسر کوچکی از فوتون‌ها به طرف آینه کاملاً نقره‌اندود حرکت کرده و سپس از آنجا به طرف آینه نسبتاً نقره‌اندود منعکس می‌شوند. در یک مدت کوتاه تعدادی از جبهه‌های موج، عقب و جلو بین آینه‌ها منعکس می‌شوند، که توسط تقویت متقابل انرژی نور لیزر را می‌سازند. برخی موج‌ها روی هر بازتاب می‌گریزند که تشکیل یک جبهه موج هم فاز را می‌دهند.

لیزرهای مایع

لیزرهایی که از مایعات به عنوان محیط فعال استفاده می‌کنند، این مزیت را دارند که از گازها متراکم‌ترند و مایعات را می‌توان به گردش انداخته و خنک کرد. در سال ۱۹۶۶ سوره کین و لانکارد در مرکز تحقیقات واتسون اولین لیزر رنگینه‌ای مایع را به معرض تماشا گذاشتند. از آن پس صدها رنگینه فلوئورسنت پیدا کرده‌اند که عمل لیزری ایجاد می‌کنند. در لیزر مایع، رنگینه محیط فعال است که این رنگینه‌ها را محلول‌های برخی ترکیبات آلی رنگین از قبیل مایعاتی نظیر اتانول، متانول یا آب تشکیل می‌دهد. رنگینه معمولاً در مایع حلالی مثل الکل یا اتیلن گلوکول (ضد یخ)، حل

می‌شود. چشمه انرژی در لیزر رنگینه‌ای مایع معمولاً لامپ درخشی یا یک لیزر دیگر است. رنگینه‌ها می‌توانند باریکه‌های لیزری را در گستره وسیعی از طول موج‌ها گسیل دارند و این مزیت بزرگ را دارند که قابل تنظیم هستند.

یکی از بزرگ‌ترین مزیت‌های لیزرهای رزینه‌ای قابلیت تنظیم یعنی تغییر رنگ پرتو خروجی توسط عناصر تنظیم و هم چنین تغییر نوع رنگ مورد استفاده در لیزر است. خروجی تکفام حاصل از لیزرهای رزینه‌ای در گستره وسیعی از فرابنفش تا نزدیک فرو سرخ قابل تنظیم‌اند. لیزرهای رزینه‌ای که در طول موج مریی و بخش‌هایی از فرو سرخ و فرا بنفش قابل تنظیم هستند به طور تجاری در هر دو حالت پالسی و پیوسته قابل دسترس هستند. این لیزرها برای کاربردهایی همچون طیف نگاری که در آن قابلیت تنظیم طول موج بسیار حائز اهمیت است، انتخاب می‌شوند.

لیزرهای نیمه رسانا

در لیزر نیمه رسانا که لیزر دیود نیز نامیده می‌شود، از الکتریسیته به عنوان چشمه انرژی استفاده می‌شود. ساختار آن با سایر لیزرهای جامد بسیار متفاوت بوده ولی مشابه با دیود نور گسیل (LED) است. این نوع لیزر به علت اندازه کوچک و قابلیت مدولاسیون برای فرکانس‌های بالا، به عنوان منبع نور، ابزار مهمی در کاربردهای فیبر نوری در مخابرات به حساب می‌آید.

- **راه‌های انتقال اشعه لیزر به بدن چیست؟**

۱- از طریق پوست: از این طریق، اعضا، اعصاب، عروق و نقاط دردناک بدن مورد تابش قرار می‌گیرند. با استفاده از این روش اشعه لیزر، به خصوص در طیف مادون قرمز، در محل پاتولوژی تا عمق حدود ۷۰-۵۰ میلی متر اثربخشی خواهد داشت.

۲- از طریق غشاء مخاطی: در این روش یک فیبر نوری به درون حفره مربوطه وارد می‌شود و اشعه لیزر را به غشا مخاطی ناحیه آسیب دیده می‌رساند. در این روش طیف‌های نور قرمز و مادون قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳- تابش درون وریدی: از طریق آنژیوکت مخصوص که اغلب درون وریدهای اندام فوقانی قرار داده می‌شود، این اشعه که از طیف قرمز استفاده می‌کند به بدن می‌رسد. توجه به این نکته ضروری است که بر اساس نوع واکنش می‌توان دوز مورد استفاده را نیز تعدیل نمود.

کاربردهای لیزر در پزشکی

در حال حاضر کاربرد لیزر در پزشکی به خصوص در جراحی‌ها بسیار زیاد و متنوع است. مزایای جراحی لیزری برحسب نوع عمل، نوع لیزر و بعضی اوقات از حالتی به حالت دیگر متفاوت است. حصول تمامی این مزایا به شرطی مقدور است که لیزر به طور صحیح مورد استفاده قرار گیرد. بعضی از این مزایا عبارت است از:

- میدان جراحی خشک (بدون خونریزی)
- امکان نفوذ در بافت‌های مختلف
- انجام برش، انعقاد، نکروز، واکنش‌های شیمیایی در عمق بافت
- انتقال از طریق رشته‌های نوری
- عدم تداخل لیزر با سایر تجهیزات الکتریکی
- دقت و سرعت بالا و امکان کنترل دقیق عملکردها
- کاهش وسایل جراحی در حوزه عمل
- کاهش اتلاف خون، تورم و دردهای پس از عمل
- عدم انتشار آلودگی

• زمینه‌های کاربردی

تکنولوژی لیزر به صورت گسترده‌ای در تحقیقات پزشکی، تشخیص و درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود. اثرات بالینی لیزر درمانی به خوبی شناخته شده و در بسیاری از حوزه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از این کاربردها در ذیل آورده شده‌اند.

- **دندان پزشکی**

لیزرها کاربرد گسترده‌ای در رشته‌های مختلف دندان پزشکی دارند خصوصاً زمانی که روش‌های مرسوم ناکارآمد می‌شوند. به عنوان نمونه لیزرهایی مانند CO_2, ND:YAG و لیزرهای دیودی نیمه‌هادی در درمان بافت نرم حفره دهانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. لیزرهای سخت نیز به واسطه ایجاد حداقل آسیب و تسریع در التیام بافت، در برش یا تراش استخوان کاربرد دارند.

کاربرد در درمان بیماری‌های پوستی

پیشرفت تکنولوژی لیزر، متخصصین پوست را قادر به انتخاب روش‌های بهتر و دستیابی به نتایج بالینی بالاتر ساخته است. لیزرهای کم انرژی در درمان رگ‌های واریسی پوست، لکه‌های عروقی و ماه‌گرفتگی‌ها و همچنین کاهش موهای زائد به کار می‌روند. لیزرهای کم انرژی در واقع اشعه‌های نورانی خنکی هستند که به سطح پوست نفوذ می‌کنند، اما هیچ‌گونه تخریب یا عارضه بدی به جای نمی‌گذارند.

کاربرد لیزر در چشم‌پزشکی

منابع تولید انرژِی لیزر شامل لیزرهای ND:YAG و CO_2 نقش مهم و فزاینده‌ای در جراحی چشم پزشکی دارند. خصوصاً لیزر ND:YAG (که می‌تواند به عنوان یک چاقوی قدرتمند استفاده شود) به علت عمق نفوذ عالی در بافت اپتیکی و خواص هموستاتیک کاربرد زیادی در این زمینه دارد. چندین عارضه جدی از جمله آب مروارید، آب سیاه و انواع مختلفی از آسیب‌های شبکیه چشم انسان را تهدید می‌کنند که می‌توانند منجر به از دست دادن بینایی شوند. امروزه بسیاری از این عارضه‌ها را می‌توان با جراحی لیزری چشم درمان نمود. همچنین جراحی لیزیک در اصلاح نزدیک‌بینی، دوربینی و آستیگماتیسم کاربرد دارد. مزایای لیزیک شامل درد و ناراحتی کمتر و همچنین کاهش دوره نقاهت می‌باشد.

استفاده از لیزر به عنوان چاقوی جراحی

در چاقوی جراحی لیزری معمولاً از لیزرهای متمرکز شده مانند لیزر گازی CO_2 استفاده می‌شود. این باریکه اشعه به شدت توسط مولکول‌های آب موجود در بافت‌ها جذب می‌شود و موجب بخار شدن

آن‌ها و در نتیجه برش بافت می‌شود. چاقوهای لیزری دقت جراحی‌ها را تا حد میکروسکوپی بالا برده است. همچنین با محاسبات دقیق می‌توان در نواحی غیرقابل دسترس به جراحی با لیزر پرداخت. مثل جراحی‌های حلق، نای، گوش میانی و جراحی‌های مغز و اعصاب. همچنین استفاده از لیزر به عنوان چاقوی جراحی امکان خونریزی‌های غیرقابل کنترل در حین جراحی را از بین برده است.

جوشکاری لیزری بافتی

جوشکاری لیزری بافتی یک روش جایگزین پیشنهادی جهت بستن زخم می‌باشد. این تکنیک نقش مهمی را در بسیاری از جراحی‌های تخصصی شامل اورولوژی، جراحی قلب، جراحی پلاستیک و جراحی اعصاب پیدا نموده است.

ارزیابی سلول‌ها و اجزا سلولی به روش اسکن کردن لیزری

یک کاربرد دیگر لیزر، ارزیابی سلول‌ها و اجزا درون سلولی است. LSD (Laser scanning cytometry) تکنیک جدیدی است که مزایای زیادی نسبت به دیگر روش‌های سیتومتری دارد. حجم پایین نمونه مورد نیاز و توانایی بهره‌گیری از اطلاعات فلورسانسی و مورفولوژیک از مزایای این روش است.

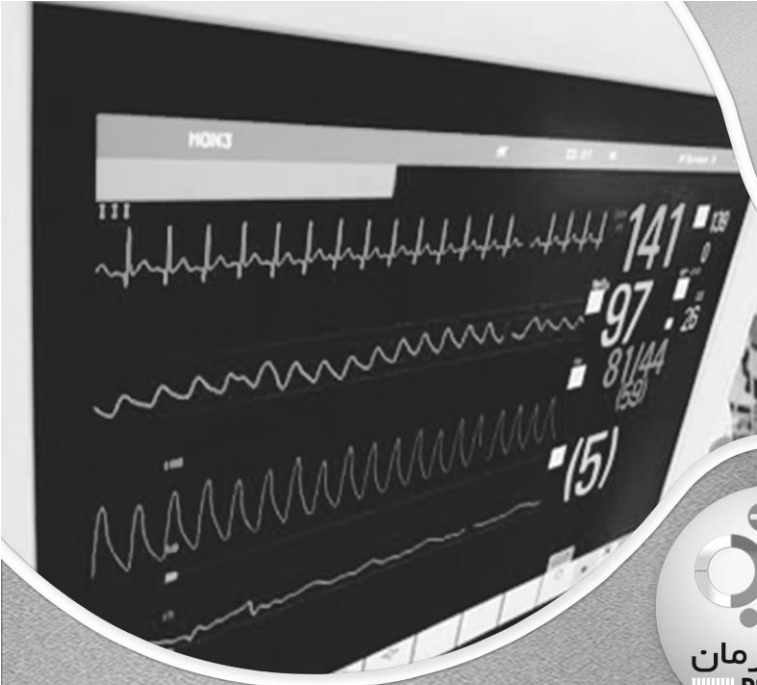
موارد ایمنی کار با لیزر

در تومورها و بیماری‌های بدخیم لیزر می‌تواند بیماری را فعال سازد؛ به عنوان مثال در پرکاری تیروئید استفاده از لیزر منجر به تشدید این عارضه می‌شود. به همین سبب استفاده از لیزر در مبتلایان به این بیماری‌ها ممنوع است. در درمان مشکلات بیماران مبتلا به صرع هم بهتر است لیزر به کار نرود. از آنجایی که بی‌خطر بودن اشعه لیزر برای جنین هنوز به اثبات نرسیده است، بارداری را نیز می‌توان یکی دیگر از موارد منع استفاده از لیزر دانست.

به جز این موارد باید به خاطر داشت که تاباندن مستقیم نور به شبکیه چشم خطرناک است و باید از این عمل اجتناب شود.

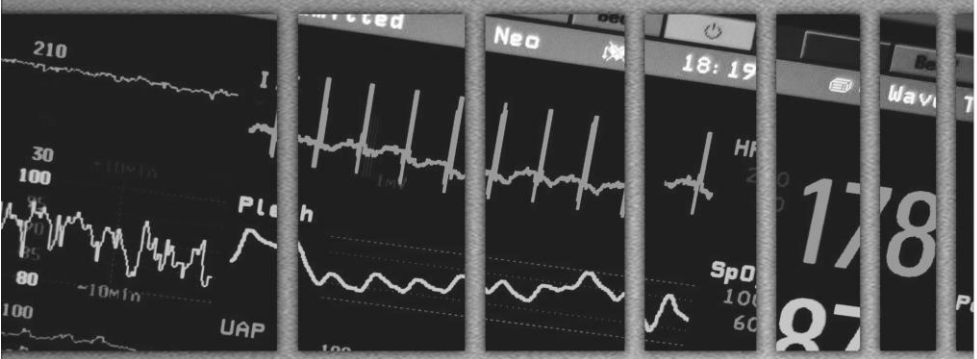
فصل هفت

۷



سینا درمان
www.DEZMED.com

آشنایی با دستگاه‌های مانیتورینگ



آشنایی با انواع دستگاه‌های مانیتورینگ

انواع دستگاه‌های مانیتورینگ

در این فصل به معرفی تمامی تجهیزاتی که برای مانیتورینگ بیمار استفاده می‌شوند خواهیم پرداخت. این تجهیزات به روش‌های مختلف سیگنال‌های حیاتی را از بدن بیمار ثبت و به پزشک نمایش می‌دهند.

دستگاه‌های مانیتورینگ می‌توان به صورت زیر تقسیم کرد:

- دستگاه ثبت سیگنال‌های قلبی (ECG)
- دستگاه ثبت سیگنال‌های مغزی (EEG)
- دستگاه ثبت سیگنال‌های ماهیچه‌ای (EMG)
- دستگاه پالس اکسی‌متر (Pulse Oximetery)
- دستگاه مانیتورینگ عمق بیهوشی (BIS)
- دستگاه مانیتورینگ حجم‌های تنفسی (Spirometer)
- دستگاه کاپنوگراف (Capnograph)
- دستگاه مانیتورینگ علائم حیاتی (Monitoring)

دستگاه ثبت سیگنال‌های قلبی (ECG)

مقدمه

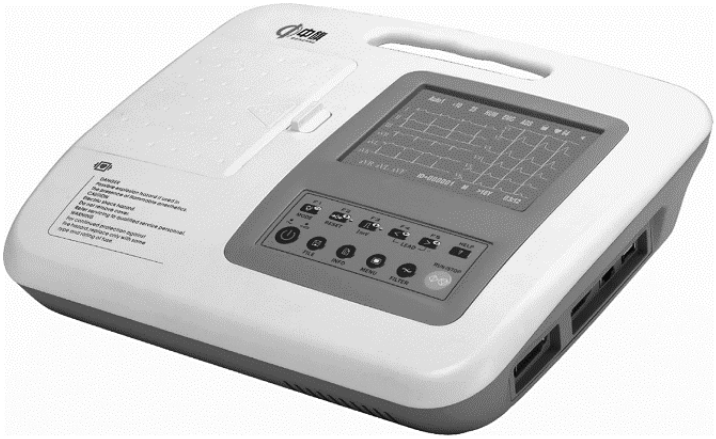
قلب سیگنال‌های الکتریکی تولید می‌کند که می‌تواند به عنوان ابزار تشخیص عملکرد نواحی مختلف قلبی مورد استفاده قرار گیرد. پتانسیل‌های الکتریکی تولید شده توسط قلب در سراسر بدن منتشر شده و اختلاف پتانسیل‌هایی را در سطح بدن به وجود می‌آورند. در الکتروکاردیوگرافی از یک جفت الکترود که به عنوان لید (Lead) معروف است، استفاده می‌شود و معمولاً سیگنال ECG از چند لید مختلف برداشت می‌شود. این لیدها ممکن است به صورت دو قطبی (لیدهای اصلی) یا تک قطبی انتخاب شوند. در ثبت‌های کلینیکی مجموعاً ۱۲ لید به عنوان ثبت ECG از بدن بیمار ثبت می‌شود که شامل سه لید اصلی (لید I، لید II، لید III) و ۹ لید تک قطبی (لیدهای سینه‌ای v۱ تا v۶

و لیدهای avr، avl و avf) می‌باشند. یک دستگاه ECG بایستی قادر باشد تمام ۱۲ لید را ثبت کرده و نمایش دهد.

اجزای اصلی دستگاه الکتروکاردیوگراف

دستگاه الکتروکاردیوگراف شامل اجزای اصلی زیر می‌باشد:

۱) صفحه کلید
۲) اتصالات جانبی
۳) صفحه نمایشگر
۴) بُرد تغذیه
۵) باطری پشتیبان
۶) چاپگر یا ثبات (Recorder)
۷) مدارات تقویت کننده ECG
۸) سیستم پردازش، ذخیره و انتقال اطلاعات



شکل ۱۱۰- دستگاه الکتروکاردیوگراف

- **صفحه کلید**

این قسمت بسته به مدل و شرکت سازنده به لحاظ شکل ظاهری و نوع کلیدها می‌تواند بسیار متفاوت باشد، ولی به وسیله آن‌ها می‌توان کارهای زیر را انجام داد:

- کلید روشن و خاموش کردن دستگاه: به وسیله آن می‌توان دستگاه را روشن و خاموش کرد.
- کلید انتخاب نوع عملکرد دستگاه از نظر دستی (manual) و یا خودکار (auto): اگر با این کلید مُد کاری دستگاه را روی manual بگذاریم اپراتور قادر خواهد بود از میان لیدهای دوازده‌گانه هر کدام را که مورد نیاز است انتخاب کند. در حالی که با انتخاب مُد کاری auto دستگاه به طور خودکار کلیه دوازده لید را گرفته و چاپ می‌کند.
- کلید انتخاب سرعت: به وسیله این کلید، اپراتور دستگاه، می‌تواند بسته به نوع بیمار و توصیه پزشک، سرعت حرکت کاغذ را انتخاب کند. سرعت حرکت کاغذ می‌تواند یکی از مقادیر ۵، ۲۵ و یا ۵۰mm/s را داشته باشد.
- کلید تنظیم ضریب تقویت موج خروجی (gain): به وسیله این کلید می‌توان اندازه موج رسم شده بر روی کاغذ را تنظیم کرد. مقادیر معمول آن، ۰/۵، ۱ و یا ۲cm/mv می‌باشد.
- کلید فیلتر: از این کلید برای فعال و یا غیرفعال کردن فیلتر دستگاه استفاده می‌شود.
- کلیدهای انتخاب لید: به وسیله این کلیدها در صورتی که در مُد کاری manual باشیم می‌توانیم لید مورد نظر خود را انتخاب کنیم. قابل ذکر است که این کلید (یا کلیدها) در مُد auto غیرفعال می‌باشند.
- کلید ۱mv: به وسیله این کلید یک سیگنال به اندازه ۱mv در خروجی ایجاد می‌شود که جهت تست خروجی و نیز تنظیم قلم می‌توان از آن استفاده کرد.
- کلید تنظیم صدا: به وسیله آن می‌توان بیزر (beezer) دستگاه را قطع و یا شدت صدای آن را تنظیم کرد. این کلید در بعضی از مدل‌ها وجود ندارد.
- کلید شروع (start): به وسیله این کلید و پس از انجام تنظیمات لازم، دستگاه شروع به گرفتن نوار قلب از بیمار می‌کند.

- کلید پایان (stop): در مُد manual برای اتمام کار باید از این کلید استفاده کنیم (در بسیاری از دستگاه‌های ECG کلید start و stop در یک کلید ادغام شده‌اند).

- **اتصالات جانبی**

شکل ۱۱۱- اتصالات جانبی دستگاه الکتروکاردیوگراف

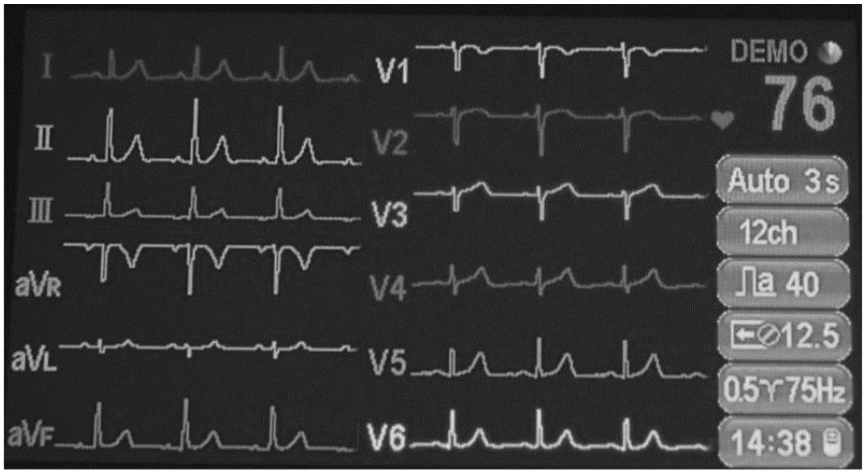
اتصالات جانبی دستگاه شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

الف) کابل برق: جهت تأمین جریان و ولتاژ مورد نیاز دستگاه، از برق شهری استفاده می‌شود.

ب) سیم زمین (earth): به دلیل رعایت مسائل ایمنی و جلوگیری از اثرات نامطلوبی که امواج الکتریکی و الکترومغناطیسی موجود در محیط بر روی کیفیت ECG گرفته شده از بیمار می‌گذارد، استفاده از سیم زمین الزامی می‌باشد. بسته به امکانات موجود می‌توان از کابل‌کشی زمین، لوله‌کشی آب، شوفاژ و در نهایت در صورت در دسترس نبودن هیچ یک از موارد فوق از تخت بیمار برای اتصال سیم زمین استفاده کرد.

ج) کابل اتصال لیدها: بسته به نوع دستگاه می‌تواند شامل ۳، ۶ و یا ۱۲ لید باشد ولی اکثر دستگاه‌های ECG موجود در بازار توانایی دریافت و پردازش ۱۲ لید را دارند.

- **صفحه نمایشگر**



شکل ۱۱۲- صفحه نمایشگر دستگاه الکتروکاردیوگراف

صفحه نمایشگر جزء قسمت‌های ضروری دستگاه نیست و در مدل‌های قدیمی و برخی از مدل‌های حاضر در دستگاه وجود ندارد. صفحه نمایشگرهای به کار رفته در انواع مختلف دستگاه‌های ECG موجود در بازار، ممکن است از نوع LCDهای سیاه و سفید تک خطی و یا گرافیکی و نیز LCDهای رنگی باشد. بسته به نوع و مدل دستگاه از صفحه نمایشگر برای نمایش تنظیمات دستگاه و در برخی مدل‌ها برای نمایش خروجی ECG گرفته شده از بیمار استفاده می‌شود.

- **بُرد تغذیه**

این برد وظیفه تبدیل ولتاژ برق شهری را به ولتاژ dc مورد نیاز دستگاه بر عهده دارد و بسته به نوع دستگاه از قسمت‌های مختلفی تشکیل می‌شود که عمده‌ترین آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- سلکتور ۱۱۰/۲۲۰V (فقط در بعضی از مدل‌ها)
- فیوز محافظ (فقط در بعضی از مدل‌ها)
- مدارات ایزولاسیون

- ترانس کاهنده یا اتوترانس کاهنده
- مدارات یکسو کننده
- مدارات تثبیت کننده
- فن (فقط در بعضی از مدل‌ها)
- ورودی برق DC (فقط در بعضی از مدل‌ها)

- **باطری پشتیبان**

اغلب دستگاه‌های ECG علاوه بر استفاده از برق شهری، از یک باطری قابل شارژ نیز جهت تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز دستگاه در مواقعی که استفاده از برق شهری ممکن نیست، استفاده می‌کنند. انواع باطری‌هایی که در دستگاه‌های ECG به کار می‌روند عبارتند از:

- باطری‌های نیکل کادمیوم Nl-Cd
- باطری‌های سرب اسید SLA

- **چاپگر یا ثبات (Recorder)**

شکل ۱۱۳-چاپگر یک دستگاه الکتروکاردیوگراف

به جهت چاپ اطلاعات ECG گرفته شده از بیمار بر روی کاغذ از این سیستم استفاده می‌شود و شامل قسمت‌های زیر می‌باشد:

رسام: که وظیفه ثبت اطلاعات بر روی کاغذ را به عهده دارد و از لحاظ نحوه ثبت اطلاعات به انواع زیر تقسیم می‌شود:

- رسام‌های دارای قلم‌های جوهری
- رسام‌های دارای قلم‌های حرارتی
- رسام‌های ماتریس حرارتی یا کریستال حرارتی

مدل آخر به دلیل مزایای مختلفی که نسبت به مدل‌های دیگر دارد، کاربرد بیشتری در دستگاه‌های ECG دارد. چاپگر بسته به نوع دستگاه می‌تواند در آن واحد یک یا چند موج را بر روی کاغذ رسم کند.

سیستم تغذیه کاغذ:

- وظیفه تأمین کاغذ مورد نیاز رسام، به منظور رسم نمودار ECG و با سرعت مورد نظر اپراتور، را به عهده دارد.
- برای این کار از یک موتور DC استفاده می‌شود که برای تغییر سرعت آن، ولتاژ کاری آن را به وسیله مدارات کنترلی تغییر می‌دهند.
- برای هدایت کاغذ از مخزن تا مقابل رسام و در نهایت خروج آن از دستگاه از یک سری غلطک و چرخ دنده استفاده می‌شود.

مخزن کاغذ: کاغذ مورد نیاز چاپگر را در خود ذخیره می‌کند.

سنسور کاغذ: وجود کاغذ را در مخزن کاغذ چک کرده و اتمام آن را به وسیله آلارم به اپراتور اعلام می‌کند.

- **مدارات تقویت کننده ECG**

تقویت کننده ECG یک تقویت کننده تفاضلی است که امپدانس ورودی بالایی دارد. تقویت کننده ECG باید به نحوی طراحی شده باشد که در مقابل فشارهای ولتاژ بالای الکتروشوک و الکتروکوتر مقاوم باشد. بنابراین بایستی دارای مدار محافظ ورودی باشد. برای حفاظت مدار در مقابل ولتاژهای بالای ورودی معمولاً از یکی از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

- **دیود زنر:** خاصیت این دیودها این است که نمی‌گذارد ولتاژ دو سرشان از حد معینی بالاتر رود.
- **دیود:** بر اساس استاندارد AAMI جریان ورودی تقویت کننده ECG نباید از ۵۰ میکروآمپر تجاوز کند. لذا برای این مقصود از دیودهایی استفاده می‌کنیم که در حالت عادی مقاومت کمی دارند ولی با افزایش جریان ورودی مقاومتشان افزایش یافته و نمی‌گذارند جریان ورودی به تقویت کننده از این حد تجاوز کند.
- **مقاومت:** از تعدادی مقاومت به طوری سری در مسیر ورودی دستگاه برای محافظت بخش تقویت کننده ECG استفاده می‌شود.

پهنای باند فرکانسی تقویت کننده ECG بین ۰/۰۵Hz تا ۱۰۰Hz می‌باشد. علاوه بر این تقویت کننده ECG باید دارای فیلترهای مناسب جهت حذف سیگنال‌های مزاحمی که بر روی دستگاه تأثیر می‌گذارند، باشد. یکی از مهم‌ترین این فیلترها، فیلتر میان نگذر (Notch Filter) می‌باشد که برای حذف تداخل‌های ناشی از نویز برق شهر استفاده می‌شود.

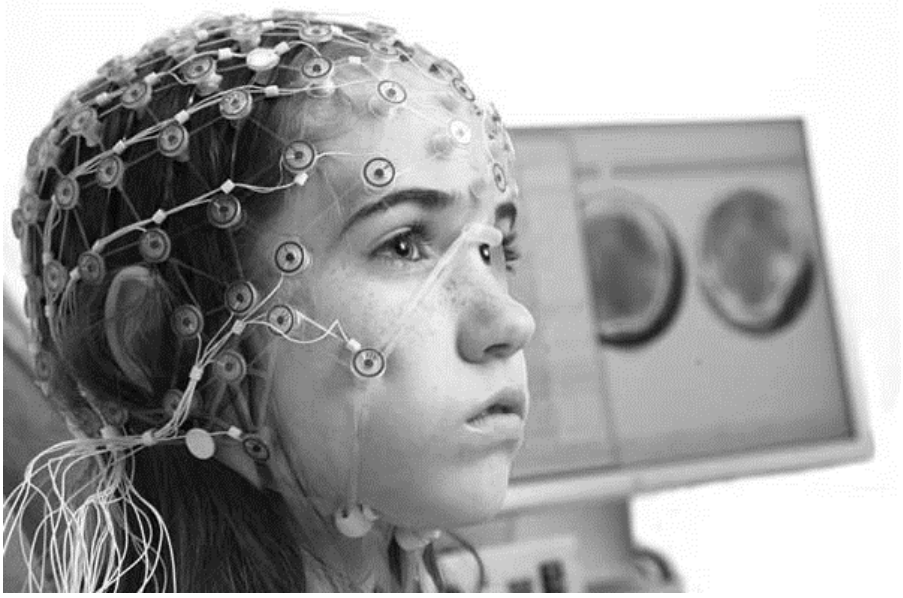
- **سیستم پردازش، ذخیره و انتقال اطلاعات**

این سیستم بسته به نوع و مدل دستگاه می‌تواند کاملاً با امکانات متفاوتی ظاهر شود. این سیستم می‌تواند شامل بخش‌های زیر باشد:

- سیستم انتخاب لیدها
- سیستم ذخیره اطلاعات بر روی انواع حافظه‌ها

- ارسال اطلاعات بر روی شبکه
- امکان تبادل اطلاعات از طریق مودم
- امکان تشخیص خودکار آریتمی‌ها و گزارش آن‌ها به اپراتور در جهت تشخیص سریع بیماری
- تبادل اطلاعات با کامپیوتر از طریق پورت‌های دستگاه

دستگاه ثبت سیگنال‌های مغزی (EEG)



شکل ۱۱٤- نمایی از الکترودهای ثبت سیگنال‌های مغزی

تعریف و ماهیت سیگنال الکتروانسفالوگراف

الکتروانسفالوگرافی (Electroencephalography) روشی جهت اندازه‌گیری فعالیت الکتریکی مغز است. فعالیت الکتریکی مغز توسط میلیاردها سلول عصبی یا نرون به وجود می‌آید. سیگنال EEG ثبت شده از روی سطح سر، برآیند ناشی از فعالیت این سلول‌های عصبی می‌باشد. باند فرکانسی EEG شامل:

- دلتا ۰/۵-۴ Hz
- تتا ۴-۸ Hz
- آلفا ۸-۱۳ Hz
- بتا ۱۳-۳۰ Hz
- گاما بالاتر از ۳۰ Hz

کاربردهای کلینیکی سیگنال مغزی

- نظارت بر میزان هوشیاری، کما یا مرگ مغزی
- تعیین محل صدمه دیده در پی ضربه یا تومور مغزی
- آزمایش مسیرهای مغزی (با استفاده از پتانسیل‌های برانگیخته)
- کنترل عمق بیهوشی و بر اساس آن میزان داروی بیهوشی مورد نیاز
- تحقیق در مورد بیماری صرع و تعیین منشأ حملات
- تعیین میزان تأثیر داروها بر بیماری صرع

کاربردهای تحقیقاتی سیگنال مغزی

- بیو فیدبک مغزی
- تشخیص بلوغ فکری با استفاده از سیگنال‌های مغزی
- مطالعه‌ی بی‌نظمی خواب و فیزیولوژی آن
- تخمین میزان هوشیاری با استفاده از توان سیگنال‌های مغزی
- رابط مغز ـ کامپیوتر BCI
- دروغ‌سنجی

دستگاه EEG

دستگاه EEG وسیله‌ای برای ثبت، پردازش و نمایش یا چاپ سیگنال EEG به منظور تشخیص بیماری یا کاربردهای تحقیقاتی می‌باشد. طبق استاندارد ۱۰-۲۰ تعداد کانال‌های ثبت EEG معمولاً برابر ۲۱ کانال می‌باشد که از نواحی مختلف سر ثبت می‌شوند. بنابراین اکثر دستگاه‌های EEG، امکان ثبت ۲۱ کانال را دارند.

شکل ۱۱۵- دستگاه EEG

اجزای دستگاه EEG

دستگاه EEG از بخش‌های اصلی زیر تشکیل شده است:

۱) هد باکس (Head Box)

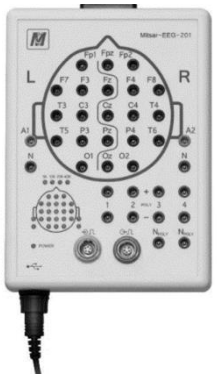
۲) مدارات تقویت کننده

۳) سیستم پردازشگر و نمایشگر سیگنال

۴) وسایل جانبی

۱- هد باکس (Head Box)

هد باکس وظیفه دریافت سیگنال مغزی از طریق الکترودهای ثبت EEG و سیم‌های رابط و پیش تقویت آن را به عهده دارد. به دلیل کم توان بودن و دامنه بسیار کم سیگنال EEG (دامنه در حد چند میکروولت)، لازم است مدارات پیش تقویت کننده این بخش ویژگی‌هایی از قبیل امپدانس ورودی بالا، بهره تفاضلی بالا و نویز بسیار کم یا SNR بالا داشته باشند. معمولاً هد باکس را در ابعاد کوچک (حدود ۲۰cm×۲۰cm) طراحی کرده و اکثر کانال‌های ورودی آن را به ترتیب قرارگیری در روی سر و در داخل دایره‌ای (که جلوی آن منطبق با جلوی سر تنظیم شده است) قرار می‌دهند. سیگنال‌های EEG پس از دریافت از تمام کانال‌های مربوطه و پیش تقویت در هد باکس برای فیلترسازی و تقویت اصلی به بخش مدارات تقویت کننده ارسال می‌شوند.



شکل ۱۱۶- هدباکس یک دستگاه EEG

۲- مدارات تقویت کننده

تقویت اصلی سیگنال مغزی و نیز فیلتراسیون آن در این بخش انجام می‌شود. سیگنال EEG پس از پیش تقویت در هد باکس برای این بخش فرستاده می‌شود تا توسط فیلترهای موجود در این بخش نویزهای آن در حد امکان حذف و سپس به اندازه کافی تقویت شود. فیلترهای موجود در این بخش عمدتاً شامل فیلترهای بالا گذر (برای حذف مقدار dc سیگنال)، پائین گذر (برای محدود کردن

مؤلفه‌های فرکانس بالای سیگنال مغزی) و میان نگذر (برای حذف نویز برق شهر) می‌باشد که فرکانس قطع فیلترهای بالا گذر و پائین گذر به صورت نرم‌افزاری قابل تنظیم می‌باشد.

۳- سیستم پردازشگر و نمایش سیگنال

سیگنال EEG پس از حذف نویز و تقویت توسط A/D دیجیتال شده و برای کامپیوتر ارسال می‌شود. از طریق رابط‌های سخت‌افزاری مثل رابط usb، سیگنال دیجیتال شده در کامپیوتر دریافت و از طریق صفحه مانیتور کامپیوتر نمایش داده می‌شود. همچنین در صورت نیاز می‌توانیم از طریق نرم‌افزارهای مربوطه سیگنال EEG را در کامپیوتر ذخیره، پردازش و یا چاپ کنیم.

٤- وسایل جانبی

معمولاً همراه با دستگاه EEG، ابزارهایی برای دادن تحریک (شنوایی یا دیداری) جهت ثبت پتانسیل‌های برانگیخته (evoked potentials) نیز وجود دارد. یکی از معمول‌ترین آن‌ها دستگاه فلش نوری است که با یک فرکانس مشخص شروع به چشمک زدن می‌کند. استفاده از این ابزار برای ارزیابی مسیر سلول‌های عصبی چشم که تحریکات دیداری را دریافت و به مغز ارسال می‌کنند، می‌باشد.

الکترودهای ثبت EEG

الکترودهای ثبت EEG معمولاً از جنس نقره ـ کلرید نقره ساخته شده و ممکن است به صورت یکی از شکل‌های زیر باشند:

۱) به شکل فنجان‌های کوچکی است که از آلیاژ نقره ـــ پلاتین ساخته می‌شوند که معمولاً با ژل‌های مخصوصی استفاده می‌شوند. عیب آن مشکل بودن نصب و تثبیت آن روی سر است.

شکل ۱۱۷- الکترودهای ثبت EEG

۲) الکترودهای بشقابی: بر روی پایه‌ای که انتهای آن به صورت پیچ است و در یک خرک قابل تنظیم قرار می‌گیرد، نصب می‌شوند. این خرک‌ها به وسیله کلاه مخصوص روی سر ثابت نگاه داشته می‌شود. نیاز به ژل الکترولیت ندارد اما برای ارتباط بهتر بین الکترود و پوست الکترودها را قبل از استفاده در محلول آب نمکی سالین نگه می‌دارند. اشکال آن اکسید شدن الکترودها در اثر مرور زمان است.

۳) الکترودهای سوزنی که به شکل سوزن‌های کوچکی هستند که در محل مورد نظر قدری فرو می‌روند و اشکال آن دردناک بودن و امکان عفونت در انسان است.

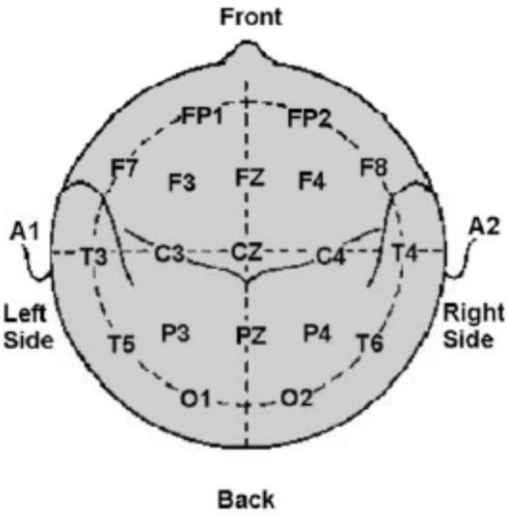
۴) الکترو کپ (electro cap): الکترودها در محل‌های مشخص طبق استاندارد ۱۰-۲۰ در داخل کلاه تعبیه شده‌اند. ژل از طریق سرنگ مخصوص به نقاط مورد نظر روی سر و از طریق منفذهای موجود روی کلاه تزریق می‌شود. مزیت آن سهولت استفاده از آن است. معمولاً در ثبت‌های بلندمدت از آن استفاده می‌شود.

الکترودگذاری و استاندارد ۱۰-۲۰

برای ثبت سیگنال EEG، معمولاً از استاندارد جهانی ۱۰-۲۰ استفاده می‌شود. این استاندارد نحوه الکترودگذاری را روی نواحی مختلف سر مشخص می‌کند. نام‌گذاری الکترودها شامل قوانین زیر است:

- نام هر الکترود دارای یک حرف می‌باشد که بیانگر لوب (Lobe) قرار گرفتن آن می‌باشد و شامل:
  - F (فرونتال Frontal)
  - T (تمپورال Temporal)

- C (سانترال Central)
- P (پریتال Parietal)
- O (اکسیپیتال Occipital)
- Fp (پری فرنتال Frontopolar/Prefrontal)



شکل ۱۱۸- الکترودگذاری و استاندارد ۱۰-۲۰

- نام هر الکترود با شماره‌ای مشخص می‌شود که اعداد زوج لوب سمت راست و اعداد فرد لوب سمت چپ را مشخص می‌کنند.
- اندیس Z نمایانگر خط صفر یا محل اتصال دو لوب سمت چپ و راست می‌باشد.
- هر چه فاصله از خط صفر (خط عبور کننده از بینی تا پس سر) بیشتر باشد عدد بزرگ‌تر اختصاص داده می‌شود.

نکات عملی در ثبت EEG

حفاظت الکتریکی

- ایزوله کردن دستگاه از بدن بیمار
- زمین کردن بدنه دستگاه

کاهش نویز خصوصاً نویز برق شهر

- طراحی فیلترهای حذف نویز ۵۰Hz
- زمین کردن مناسب دستگاه
- محل مناسب قرارگیری Head Box و Box اصلی دستگاه
- تماس مناسب الکترودها با پوست سر خصوصاً الکترودهای زمین و مرجع

امپدانس الکترود با پوست سر

- در حدود چند کیلو اهم و یا کمتر از آن

کاهش آرتیفکت‌های حرکتی

- عدم تحرک بیمار حین ثبت سیگنال

دستگاه ثبت سیگنال‌های ماهیچه‌ای (EMG)

دستگاه الکترومایوگراف فعالیت الکتریکی عضلات اسکلتی را آشکار، ثبت و پردازش می‌کند. شکل موج به دست آمده که الکترومایوگرام (EMG) نامیده می‌شود، نمایانگر وضعیت فیزیولوژیکی یک عضله (یا دسته‌ای از عضلات) و رشته‌های عصبی کنترل کننده آن می‌باشد. در اثر انتقال سیگنال‌های عصبی به عضله تارهای عضلانی فعال شده و ایجاد پتانسیل عملی می‌کنند که به آن الکترومایوگرام می‌گویند. این موج در واقع خواست انسان را در انجام حرکت نشان می‌دهد. محدوده فرکانسی سیگنال EMG بین ۲۵ هرتز تا چند کیلوهرتز متغیر می‌باشد. دامنه این سیگنال از ۱۰۰ میکروولت شروع و تا ۹۰ میلی‌ولت متغیر است که به نوع سیگنال و الکترود بستگی دارد. چون EMG فاقد محدوده فرکانس پائین نظیر ECG است، بالطبع سیگنال‌های آرتیفکت‌های فرکانس پائین به سادگی قابل حذف است.

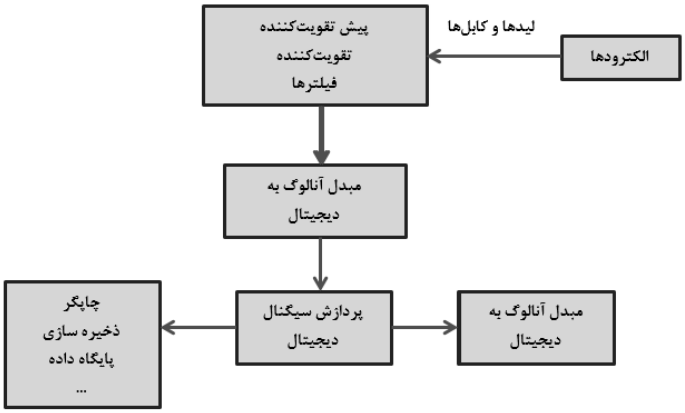
شکل ۱۱۹- نمایی از دستگاه EMG

اگر از الکترودهای سطحی برای ثبت استفاده شود، سیگنال‌ها دارای دامنه کمی خواهند بود (تا ۰/۱ میلی‌ولت) و امپدانس الکترود نیز به طور نسبی کم است (۵۰۰۰-۲۰۰ اهم) و به نمونه الکترود، واسطه الکترود ـ الکترولیت و فرکانسی که امپدانس محاسبه می‌شود، بستگی دارد. در صورتی که از الکترود سوزنی استفاده شود، دامنه سیگنال قوی‌تر بوده و امپدانس آن افزایش می‌یابد و لذا به گین کمتر و امپدانس ورودی بالاتری برای تقویت کننده نیاز است. عمده کاربردهای EMG عبارتند از:

- اندازه‌گیری میزان بهبود پس از فیزیوتراپی
- اندازه‌گیری رابطه خستگی و متغیرهای متابولیکی
- تشخیص اختلالات عصبی و عضلانی: مایوپاتی‌های مادرزادی، نوروپاتی‌های محیطی، فلج اطفال و ...

دستگاه EMG

ساختار بیرونی دستگاه EMG عمدتاً جزئیات خاصی نداشته و بخش عمده دستگاه EMG را مدارات داخلی آن تشکیل می‌دهند. ساده‌ترین بلوک دیاگرام مربوط به دستگاه EMG که امروزه بر اساس آن دستگاه‌ها ساخته می‌شوند به صورت زیر است:



شکل ۱۲۰- بلوک دیاگرام یک دستگاه EMG دیجیتال

الکترودهای EMG

الکترودهای مورد استفاده در دستگاه EMG را می‌توان به دو دسته اصلی طبقه‌بندی کرد:

الف) الکترود سوزنی (ریزالکترود)

چون این الکترود در داخل بدن وارد می‌شود، از این رو جزء دسته الکترودهای تهاجمی می‌باشد. جنس الکترود معمولاً از پلاتین یا استیل ضد زنگ است. همچنین به دلیل نزدیکی بسیار زیاد الکترود با فیبرهای عضلانی، سیگنال برداشته شده قوی و کم نویز است. این الکترودها محدوده ثبت کوچکی دارند و در ثبت سیگنال EMG یک یا دو فیبر عضلانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشکل استفاده از این نوع الکترود این است که نمی‌تواند فیبرهای عضلانی را که کمی با محل الکترود فاصله داشته و مشکل نیز دارند تشخیص دهد، ولی برای ثبت موضعی ایده‌آل است.

شکل ۱۲۱- الکترود سوزنی

ب) الکترود سطحی:

خود به دو نوع خشک و ژل‌دار تقسیم می‌شود. الکترودهای خشک (dry electrode) در جایی که امکان مصرف ژل وجود ندارد، مورد استفاده قرار می‌گیرند. باید دقت کرد که با این کار امپدانس بین پوست و الکترود افزایش می‌یابد. سعی می‌شود که شکل الکترودها با انحنای پوست هم‌خوانی داشته باشد. الکترودهای سطحی را از جنس نقره با روکش کلرید نقره و یا طلا می‌سازند و با ژل‌هایی با ترکیب کلرید پتاسیم برای مرطوب کردن پوست استفاده می‌گردد. در جایی که علاقه‌مندیم فعالیت کلی عضله را بدانیم از الکترودهای سطحی استفاده می‌کنیم. امپدانس الکترود سطحی بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ اهم متغیر است، که با توجه به نوع الکترود، محل تماس الکترود ـ الکترولیت و فرکانس کاری تعیین می‌گردد. فرکانس کاری در EMG سطحی بین ۶ تا ۵۰۰ هرتز می‌باشد که بیشترین مؤلفه‌های آن در بازه ۲۰ تا ۱۵۰ هرتز قرار دارد.

در شکل زیر یک نمونه از الکترودهای سطحی آورده شده است:

شکل ۱۲۲- الکترود سطحی

- **پیش تقویت کننده**

به منظور جلوگیری از القای نویزهای بسیار بزرگ برق شهر معمولاً از پیش تقویت کننده تفاضلی استفاده می‌شود. پیش تقویت کننده تفاضلی قسمتی از سیگنال که در هر دو مشترک هستند (مثلاً نویز برق شهر) را حذف کرده و قسمت متفاوت را تقویت می‌کند و به خروجی می‌برد، که دقت این تقویت کننده برحسب CMRR بیان می‌شود. یک پیش تقویت کننده مناسب برای این کار باید حداقل دارای CMRR، ۳۲۰۰ (۹۰db) باشد.

- **تقویت کننده**

تقویت کننده باید دارای خصوصیات زیر باشد:

- امپدانس ورودی بالا
- ضریب حذف سیگنال مشترک مناسب و CMRR بالا ($CMRR \geq 90db$)
- نویز کم
- بدون اعوجاج
- ضریب بهره خطی در مشخصه فرکانسی الکترومایوگرام
- این تقویت کننده نیز باید عملکرد تفاضلی داشته و اختلاف بین زوج الکترود را تقویت کند و مؤلفه سیگنال مشترک همانند تداخل برق شهر و آرتیفکت حرکتی را تضعیف کند.

- **فیلتر**

روشی که اغلب به کار می‌رود استفاده از یک فیلتر پائین گذر و یک فیلتر بالا گذر است. در الکترومایوگراف سطحی طیف فرکانسی ۶_۵۰۰Hz برای ما اهمیت بیشتری دارد، پس ابتدا با یک فیلتر پائین گذر فرکانس‌های بالاتر از ۵۰۰Hz را حذف کنیم. اما از طرف دیگر یکی از مسائل مهم آرتیفکت‌های حرکتی است که عموماً دارای فرکانس پائین است. بنابراین فیلتر بالا گذر با فرکانس ۱۰_۲۰Hz مناسب است. البته لازم به ذکر است گاهی از یک فیلتر notch که فرکانس ۵۰Hz را حذف می‌کند نیز استفاده می‌گردد.

- **مبدل آنالوگ به دیجیتال**

قبل از ارسال سیگنال ثبت شده به کامپیوتر و پردازش آن، لازم است سیگنال دیجیتال شود. از پارامترهای مهم برای دیجیتال کردن سیگنال، فرکانس نمونه‌برداری و تعداد بیت A/D است که باید به نحو مناسبی انتخاب شوند.

- **پردازش سیگنال دیجیتال**

برای پردازش سیگنال EMG از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که بسته به نوع کاربرد، با هم متفاوت می‌باشند. یکی از این روش‌ها محاسبه طیف توان سیگنال با استفاده از FFT است. که با استفاده از آن می‌توان اطلاعات موجود در مؤلفه‌های فرکانسی سیگنال را استخراج کرد و نوع فیبرهای عضلانی فعال شده را مشخص کرد. همچنین سرعت هدایت عضله با استفاده از دو الکترود جدا که فاصله مشخصی از هم داشته و روی یک نوع فیبر عضلانی قرار دارند، به دست می‌آید.

- **نمایشگر یا ثبات سیگنال**

پس از پردازش سیگنال و استخراج مؤلفه‌های مرتبط با فعالیت عضلانی، نوبت به نمایش سیگنال می‌رسد. برای نمایش سیگنال ممکن است سیگنال از طریق رابط‌های موجود مثل رابط usb برای کامپیوتر ارسال و نمایش داده شود و یا از طریق تراشه‌های حافظه داخل دستگاه اطلاعات مهم سیگنال را ذخیره کرد. در صورت نیاز نیز می‌توان بخش‌هایی از سیگنال ثبت شده را برای چاپگر ارسال و بر روی کاغذ چاپ کرد.

دستگاه پالس اکسی‌متر (Pulse Oximetery)

شکل ۱۲۳- نمایی از دستگاه پالس اکسی متر

در بدن انسان به طور مداوم فعالیت‌های متابولیک برای ادامه حیات صورت می‌گیرد. فعالیت متابولیک با مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن و انرژی همراه است. بدون وجود اکسیژن تولید انرژی ناچیز است (متابولیسم بی‌هوازی)، به علاوه در متابولیسم بی‌هوازی اسید لاکتیک تولید می‌شود، که می‌تواند در تعادل اسید و باز بدن اختلال ایجاد کند. برای انجام اعمال متابولیک و برای حفظ حیات، باید اکسیژن از هوا به ریه‌ها و سپس به داخل خون وارد شود و توسط جریان خون به بافت‌ها برسد. در نتیجه اطلاع از میزان اکسیژن خون یکی از پارامترهای حیاتی در تشخیص و درمان بسیاری از بیماری‌ها و آسیب‌های بافتی است.

مکانیسم انتقال اکسیژن در بدن

سیستم انتقال اکسیژن در بدن از چهار قسمت اصلی تشکیل شده است:

- ریه‌ها
- قلب
- رگ‌های خونی
- بافت‌های مصرف کننده

وظیفه اصلی ریه‌ها، انتقال اکسیژن موجود در هوای دمی به خون است. این عمل در حبابچه‌ها انجام می‌شود. اکسیژن در دیواره حبابچه به داخل خون شریانی نفوذ می‌کند. خون غنی شده از اکسیژن از طریق رگ‌های ششی وارد قلب می‌شود و قلب به عنوان یک پمپ، آن را به سمت بافت‌ها می‌راند. برداشت اکسیژن توسط بافت‌ها سبب می‌شود که میزان اکسیژن خون کاهش یافته و مجدداً جهت اکسیژن‌دار شدن از طریق سیاهرگ‌ها به قلب و سپس به ریه‌ها هدایت شود. اکسیژن به دو طریق در خون منتقل می‌شود:

۱) از طریق پیوند شیمیایی با هموگلوبین و تشکیل اکسی هموگلوبین (که ۹۸٪ سهم انتقال اکسیژن در خون را به عهده دارد).

۲) به صورت محلول در پلاسما (که ۲٪ سهم انتقال اکسیژن در خون را به عهده دارد).

اکسیژن به هموگلوبین به صورت سُست متصل می‌شود و قابلیت بازگشت دارد؛ یعنی واکنش آن تعادلی بوده و بازگشت‌پذیر است. زمانی که فشار جزئی اکسیژن بالا است، مثلاً در مویرگ‌های ریوی، اکسیژن به هموگلوبین وصل شده و وقتی فشار کم است، مثلاً در مویرگ‌های اطراف بافت، اکسیژن از هموگلوبین آزاد می‌شود.

روش‌های اندازه‌گیری میزان اکسیژن خون

پارامترهایی که معمولاً برای اندازه‌گیری میزان اکسیژن خون استفاده می‌شوند عبارتند از:

الف) فشار جزئی اکسیژن خون (PO_2)

ب) درصد اشباع اکسیژن خون (SO_2)

الف) فشار جزئی اکسیژن خون (PO_2):

طبق تعریف فشار جزئی گاز در یک مخلوط عبارت است از:

فشار متوسط مخلوط × نسبت مولی آن گاز

به عنوان مثال فشار جزئی اکسیژن (PO_2)، در هوای عاری از بخار آب در سطح دریا برابر است با:

$$۰,۲۱ \times ۷۶۰ = ۱۶۰\ mmHg$$

ب) درصد اشباع اکسیژن خون (SO۲):

درصد اشباع اکسیژن خون (SO۲) عبارت است از:

«نسبت اکسیژن موجود در حجم معینی از خون به حداکثر مقدار اکسیژنی که می‌تواند وارد آن حجم از خون شود»

سیستم‌های اندازه‌گیری میزان اکسیژن خون

عبارتند از:

- آنالیزور گازهای خون
- CO اکسی‌متر
- پالس اکسی‌متر

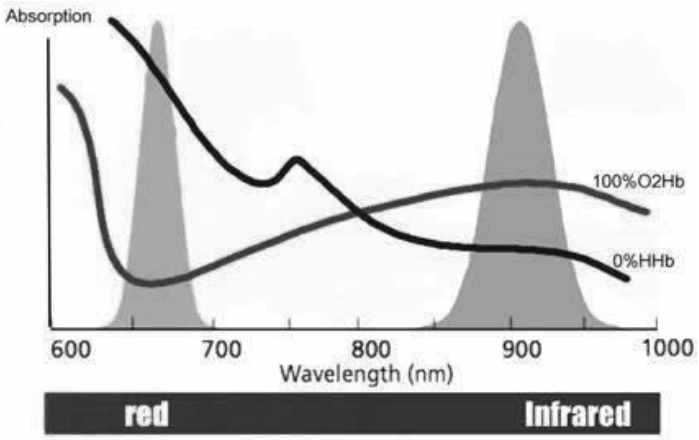
آنالیزور گازهای خون به صورت مستقیم میزان PO۲ (فشار جزئی اکسیژن) را اندازه‌گیری می‌کند. CO اکسی‌متر نیز به صورت تهاجمی میزان SaO۲ (درصد اشباع اکسیژن خون) را اندازه‌گیری می‌کند. مزیت این دو روش دقت بالای آن‌ها است و معایب آن‌ها در تهاجمی بودن و اندازه‌گیری غیر همزمان (offline) است. در صورتی که سیستم پالس اکسی‌متر به صورت online و غیرتهاجمی تخمین مناسبی از درصد اشباع اکسیژن خون مستقیم (SpO۲) را محاسبه می‌کند. از همین رو این سیستم کاربرد کلینیکی وسیعی در مانیتورینگ میزان اکسیژن خون بیمار پیدا کرده است.

اصول پالس اکسی‌متری

رایج‌ترین شیوه اندازه‌گیری درصد اشباع اکسیژن خون تکنیک نوری است، که از خواص نوری خون جهت محاسبه درصد اشباع اکسیژن خون استفاده می‌کند. زمانی که خون اکسیژن‌دار می‌شود، به رنگ قرمز درآمده و زمانی که اکسیژن آن مصرف می‌شود، به رنگ آبی تیره درمی‌آید. این ویژگی نشانگر تغییر میزان جذب نور در اثر تغییر میزان اکسیژن است.

گلبول‌های قرمز دارای ترکیبات مختلف هموگلوبین است و ۹۹٪ هموگلوبین خون شامل هموگلوبین بدون اکسیژن (Hb) و اکسی هموگلوبین (HbO۲) می‌باشد. بخش عمده خون را آب، هموگلوبین

بدون اکسیژن (Hb) و اکسی هموگلوبین (HbO_2) تشکیل می‌دهد. در طول موج‌های کمتر از ۱۰۰۰ نانومتر ضریب جذب آب ناچیز است. در نتیجه با تاباندن طول موج‌های زیر ۱۰۰۰nm و ثبت آن توسط فتودتکتور می‌توان اطلاعاتی از میزان HbO_2 و Hb به دست آورد. هموگلوبین اکسیژن‌دار یا اکسی هموگلوبین (HbO_2) بیشتر نور مادون قرمز را جذب کرده و نور قرمز را از خود عبور می‌دهد. ولی هموگلوبین بدون اکسیژن (Hb) بیشتر نور قرمز را جذب کرده و نور مادون قرمز را از خود عبور می‌دهد. پالس اکسی‌متری بر اساس همین اصل بنا شده است.



شکل ۱۲٤- طول موج‌های به کار رفته در دستگاه پالس اکسی متر

اجزای دستگاه پالس اکسی‌متر

دستگاه پالس اکسی‌متر شامل بخش‌های زیر است:

الف) پروب

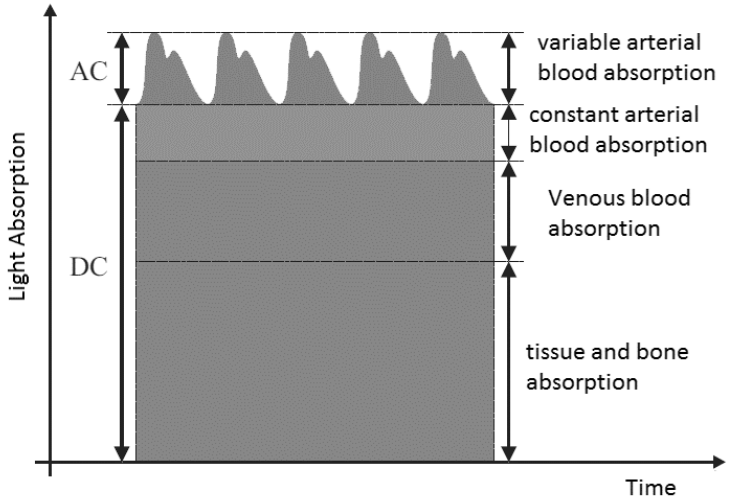
ب) مدارات کنترلی

ج) نمایشگر LCD

الف) پروب

شکل ۱۲۵- نمایی از پروب دستگاه پالس اکسی متر

پروب معمولاً در مناطقی مثل نوک انگشت دست، شست پا، لاله گوش و یا روی بینی قرار داده می‌شود. پروب شامل دو دیود نوری (LED) است که از خود نور قرمز با طول موج ۶۶۰nm و نور مادون قرمز با طول موج ۹۴۰nm ساتع می‌کند. با وجود جذب نور ساتع شده توسط خون سیاهرگی، بافت و استخوان مقدار نور عبور یافته توسط یک آشکارساز نوری (photodetector) دریافت و تبدیل به سیگنال الکتریکی می‌شود. با مقایسه مقدار نور قرمز و مادون قرمز جذب شده توسط Hb و HbO۲ و به دست آوردن نسبت مولکول‌های اکسی هموگلوبین به کل مولکول‌های هموگلوبین خون، مقدار اشباع اکسیژن خون محاسبه می‌شود. جذب نور ساتع شده توسط خون سرخرگی به صورت ac است و با پریود زمانی ضربان هر فرد تغییر می‌کند و لذا از سایر اجزای جذب‌کننده نور از جمله خون سیاهرگی، بافت و استخوان قابل تشخیص است.



شکل ۱۲۶- نور جذبی توسط بافت که دارای یک قسمت جذبی ثابت (DC) و متغییر (AC) می‌باشد

همان‌گونه که در شکل ۱۷ مشاهده می‌شود این سیگنال دارای یک مقدار dc ثابت است که ناشی از جذب پوست، بافت، خون مویرگی و خون سیاهرگی است. قسمت ac این سیگنال به دلیل تغییرات حجم خون در شریانچه‌ها در هنگام سیستول و دیاستول است. از این رو شکل موج را PPG (Photo plethysmograph) می‌نامند. به هنگام سیستول حجم خون در شریانچه‌ها افزایش یافته و مسیر عبور نور در داخل انگشت طولانی‌تر می‌شود. بنابراین نور بیشتری در این مسیر جذب شده و مقدار کمینه در شکل موج PPG شکل می‌گیرد و در هنگام دیاستول عکس این عمل اتفاق می‌افتد.

ب) مدارات کنترلی

این بخش وظیفه محاسبه درصد اشباع اکسیژن خون با استفاده از نور دریافت شده توسط فتودتکتور و نیز کنترل ارسال نور توسط دیودهای نوری (LED) را به عهده دارد. دستگاه‌های پالس اکسی‌متر علاوه بر استخراج درصد اشباع اکسیژن خون، با استفاده از سیگنال PPG نرخ ضربان قلب را نیز به دست می‌آورند. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود، نور دریافت شده توسط فتودتکتور

تبدیل به سیگنال الکتریکی شده و پس از تقویت و فیلتر، دیجیتال شده و از طریق میکروکنترلر درصد اشباع اکسیژن خون محاسبه و نمایش داده می‌شود.

علاوه بر این میکروکنترلر وظیفه کنترل ارسال نور از طریق ارسال سیگنال الکتریکی به دیودهای نوری در زمان‌های مشخص را به عهده دارد. دیودهای نوری تقریباً ۳۰ بار در ثانیه چشمک می‌زنند و با یک ترتیب خاصی روشن و خاموش می‌شوند و مدتی هر دو با هم خاموش هستند. در این مدت نور توسط فتودتکتور سنجیده می‌شود.

ج) نمایشگر LCD

نمایشگر LCD جهت نمایش میزان اشباع اکسیژن خون (SPO۲) و نیز میزان نرخ ضربان قلب (PR) استفاده می‌شود. در برخی از سیستم‌های مانیتورینگ امکان نمایش سیگنال PPG توسط نمایشگر نیز وجود دارد.

شکل ۱۲۷- پارامترهای نمایشی در دستگاه پالس اکسی متر

کاربردهای پالس اکسی‌متری

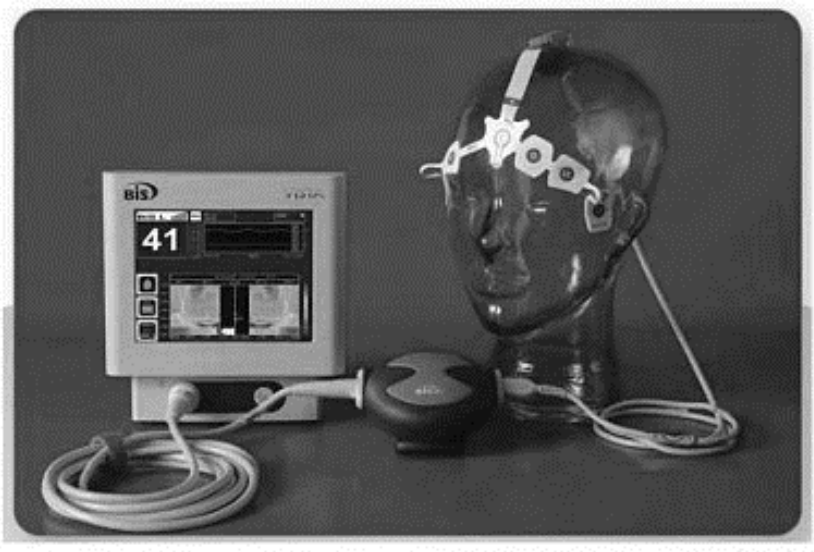
از دستگاه پالس اکسی‌متر معمولاً در بخش‌های زیر استفاده می‌شود:

- اتاق‌های عمل

- بخش‌های مراقبت ویژه (CCU , ICU)
- اتاق CPR
- در هنگان استفاده از دستگاه ونتیلاتور
- در بخش مراقبت ویژه نوزادان (NICU)

دستگاه مانیتورینگ عمق بیهوشی (BIS)

سیستم Bispectral Index (BIS) یک سیستم مانیتورنگ نوروفیزیولوژیک مدرن است که به طور پیوسته منحنی الکتروانسفالوگرام بیمار را در طول مدت بیهوشی عمومی آنالیز می‌کند تا بدین وسیله بتوان سطح هوشیاری و آگاهی بیمار را مورد مطالعه قرار داد.



شکل ۱۲۸- دستگاه مانیتورینگ عمق بیهوشی

به بیان ساده تر، BIS روشی است برای تعیین عمق بیهوشی بیمار.

طبق گزارشات عنوان شده، امروزه استفاده از این روش در اکثر جراحی‌هایی که در آن ملزم به بیهوشی بیمار هستند، استفاده می‌شود. مقادیر مشخصی جهت تعیین پارامترهای مورد نظر در معرفی این تکنولوژی آورده شده است. محدوده‌ی تعریف شده اعداد ۰ تا ۹۹ را شامل می‌شود، بدین

صورت که عدد صفر بیانگر وضعیتی است که در آن EEG فرد کاملاً آرام است (Silence)، اعداد نزدیک به ۱۰۰ معرف حالت هوشیاری (Fully Awake) کامل است و اعداد مابین ۴۰ تا ۶۰ شاخصی برای نشان دادن بیهوشی طبیعی است که میزان تغییرات این اعداد در بین تولید کنندگان این گونه تجهیزات، متفاوت است. تعیین الگوی‌های مشخص بیهوشی عمومی برای افراد نرمال در یک محدوده سنی تقریباً مشابه (به عنوان مثال بچه‌ها با سن بالاتر از یک سال)، این امکان را برای متخصص بیهوشی فراهم می‌آورد تا بتوان میزان داروی مشخصی را جهت ثابت نگه داشتن عمق بیهوشی بیمار و کنترل شدت بیهوشی مشخص کند. در نتیجه فرد بیمار پس از انجام عمل جراحی به علت تزریق دوز مناسبی از دارو، سریع‌تر و به طرز مناسبی به هوش خواهد آمد.

تعاریف جدیدی در زمینه‌ی پیشرفت مانیتورینگ BIS در حال انجام است که امید است در آینده‌ی نزدیک به قابلیت‌های این سیستم اضافه شود. در صورت تحقق این اهداف BIS باعث کاهش وقوع هوشیاری‌های با عوامل درونی (درون بدنی) در طول فرایندهای جراحی با ریسک بالا می‌شود، همچنین نقش مکملی را در پیش گوئی مدت زمان به هوش آمدن (Recovery) خواهد داشت، مخصوصاً در زمانی که بیمار دچار آسیب‌های شدید مغزی شده باشد.

معرفی سیستم BIS به بخش‌های مراقبت‌های ویژه، این امکان را برای پزشکان فراهم می‌آورد تا دوز استانداردی از داروهای بیهوشی را برای بیمار تجویز کنند. همچنین از آن برای مانیتور کردن وضعیت بیمار (به همراه اندازه‌گیری فشار داخل جمجمه) در درمان مشکلاتی موسوم به Burst suppression استفاده می‌شود.

هم اکنون از BIS در جابه‌جایی بیماران با وضعیت حاد در آمبولانس و و هلی‌کوپتر نیز استفاده می‌شود.

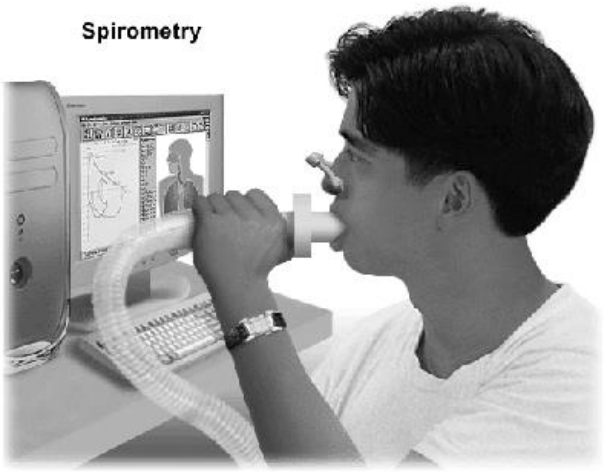
دستگاه مانیتورینگ حجم‌های تنفسی (Spirometer)

یکی دیگر از تجهیزات پزشکی که امروزه نقش به سزایی در تعیین بیماری‌های حاد دستگاه تنفسی دارد دستگاه اسپیرومتر است که به وسیله آن می‌توان حجم تنفسی شخصی را اندازه‌گیری کرد و به

واسطه تحلیل نتایج آن و مقایسه آن با مقادیر مورد انتظار می‌توان بیماری‌های ریوی از قبیل آسم و... را تشخیص داد.

اسپیرومتر در نوع‌ها و فن‌آوری‌های مختلف ارایه می‌شود. جهت آشنایی با شکل کلاسیک و آشنایی با شماتیک آن می‌توان از نوع ابتدایی آن یعنی اسپیرومتر روان کننده با آب را مثال زد و تشریح نمود. در دستگاه کلاسیک آن یک ظرف پر از آب که به صورت استوانه‌ای است وجود دارد که یک سرپوش به صورت وارونه درون ظرف آب قرار می‌گیرد و یک لوله فضای هوای زیر سرپوش را به دهان شخص (جهت عمل دم و بازدم) متصل می‌کند. انتهای سرپوش توسط یک نخ و قرقره به یک وزنه در حالت تعادل متصل شده است و در میان نخ یک قلم جهت ثبت گراف وجود دارد.

وقتی شخص عمل دم و بازدم را انجام می‌دهد به واسطه‌ی نیرویی که از طریق انجام دم و بازدم به سرپوش وارد می‌سازد سبب می‌گردد که وزنه از حالت تعادل خارج شده و به سمت بالا و پایین حرکت کند. و تغیرات حجم فضای زیر سرپوش که عبارت است از همان تغیرات حجم تنفسی بر روی یک کاغذ متحرک توسط قلم دستگاه ثبت می‌گردد. در واقع این اساس کار اسپیرومتر است ولی امروزه از فن آوری‌های جدید در این دستگاه استفاده شده است.



شکل ۱۲۹ - دستگاه اسپیرومتر جهت اندازه‌گیری حجم‌های تنفسی

دستگاه از یک قسمت که جهت رعایت نکات بهداشتی بر روی آن یک لوله مقوایی قرار می‌گیرد جهت انجام عمل دم و بازدم تشکیل شده در داخل همین قسمت از سنسورهایی تشکیل شده است که نسبت به هوای ورودی و خروجی حساس بوده و ورودی را به صورت سیگنالی به برد دستگاه

اصلی که مجموعی از مدارات و میکروپروسسر هاست انتقال می‌دهد و سرانجام نتیجه به صورت گراف توسط مانیتور دستگاه نشان داده می‌شود که قابلیت پرینت را نیز دارا می‌باشد.

دستگاه کاپنوگراف (Capnograph)

دستگاه کاپنوگراف از دو کلمه Capno به معنی دی‌اکسیدکربن و Graph به معنی صفحه نمایش جهت خواندن و ثبت کردن تشکیل شده است. این دستگاه میزان گاز CO_2 در حجم هوای اشباع شده از ریه‌های بیمار را نشان می‌دهد.

سلول‌های بدن انسان نیاز به اکسیژن دارند، و این اکسیژن توسط خون به آن‌ها می‌رسد. O_2 به سلول‌ها تحویل داده می‌شود و پس از مصرف آن به وسیله سلول‌ها، گاز CO_2 سمی تولید شده با گردش خون خارج می‌شود. خون، گاز CO_2 را به سمت مویرگ‌های موجود در ریه‌ها هدایت کرده تا در بازدم‌های بعدی به فضای خارج فرستاده شوند.

شکل ۱۳۰- دستگاه کاپنوگراف جهت اندازه‌گیری میزان دی اکسی کربن بازدمی

مانیتورهای دی‌اکسیدکربن فشار جزئی این گاز را در بازدم بیمار اندازه‌گیری می‌کنند. معمولاً در پایان بازدم غلظت دی‌اکسیدکربن به حداکثر مقدار خود می‌رسد، لذا غلظت اندازه‌گیری شده در این حالت به دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی معروف است.

اتاق‌های عمل اصلی‌ترین محل بکارگیری این وسیله است.

در زمان بیهوشی بیمار این دستگاه اطلاعات مفیدی در مورد وضعیت تنفسی بیمار، قطع شدن مسیر ونتیلاسیون و نشت هوا دمی به کادر پزشکی می‌دهد. کاپنوگراف‌ها دی‌اکسیدکربن را در هنگام هر سیکل دم/ بازدم اندازه‌گیری کرده و شکل موج آن‌را به همراه مقدار عددی نشان می‌دهند. مانیتورهای دی‌اکسیدکربن غلظت این گاز را یا با استفاده از یک حسگر که به طور مستقیم در مسیر تنفس بیمار قرار دارند (روش جریان اصلی) اندازه‌گیری می‌کنند و یا در محلی دیگر با نمونه‌گیری از مسیر هوایی بیمار (جریان جانبی).

انواع کاپنوگراف

دو نوع کاپنوگراف به نام‌هایMain stream و Side stream وجود دارد.

۱-کاپنوگراف‌های Main stream : دارای یک سنسور CO_2 هستند، که به یک تعدیل کننده راه هوائی متصل شده است. نور مادون قرمز توسط CO_2 در جریان هوای بیرون رونده جذب می‌شود. هر چه میزان گاز CO_2 بیشتر باشد، میزان نور مادون قرمز بیشتری جذب شده و نور کمتری به آشکار ساز می‌رسد.

۲- کاپنوگراف‌های نوع Side stream : از گاز موجود در مسیر هوایی از طریق یک لوله کوچک نمونه برداری می‌کنند در مکانی مشابه با محل قرارگیری سنسور کاپنوگراف Main stream تمامی اندازه گیری‌ها و پردازش سیگنال در درون خود کاپنوگراف Side stream انجام می‌شود به روشی مشابه کپنوگراف Main

دستگاه مانیتورینگ علائم حیاتی (Monitoring)

دستگاه مانیتورینگ برای نمایش علائم حیاتی بیمار به طور مستمر به کار می‌رود. بیماران بستری در بخش‌های CCU و ICU و بیمارانی که تحت اعمال جراحی قرار می‌گیرند، از جمله مواردی هستند که به استفاده از این دستگاه نیازمندند. این دستگاه به همراه ملحقاتی که دارد، می‌تواند موارد زیر را نمایش دهد:

- فعالیت الکتریکی قلب (ECG)
- دمای بدن (Temp)
- درصد اشباع اکسیژن در خون (SPO۲)
- تعداد ضربان قلب (HR)
- فشار خون غیر تهاجمی (NIBP)
- فشار درون شریانی (IBP)
- و سایر پارامترهایی که در دستگاه تحت عنوان ماژول افزودی می‌شود.

شکل ۱۳۱- نمایی از دستگاه مانیتوریگ علائم حیاتی بیمار

به طور کلی می‌توان سیستم مانیتورینگ را به صورت مجموعه‌ای از سیستم‌هایی که برای کنترل علائم حیاتی بیمار در یک جا جمع شده‌اند، معرفی کرد و لذا سیستم جدیدی برای شناسایی به حساب نمی‌آید.

انواع سیستم‌های مانیتورینگ (از نظر نحوه اتصال)

الف) سیستم مانیتورینگ کنار تختی (Bed Side)

ب) سیستم مانیتورینگ مرکزی (Central)

ج) سیستم تله مانیتورینگ (Tele Monitoring)

- **سیستم مانیتورینگ کنار تختی (Bed Side)**

معمولاً در کنار تخت بیمار قرار می‌گیرد و وظیفه آن ثبت و نمایش پارامترهای حیاتی بدن بیمار و کنترل آن‌ها به طور پیوسته می‌باشد. این مانیتورها ممکن است به صورت سیّار استفاده شوند که در این حالت بر روی پایه‌ای قابل حمل نصب خواهند شد و یا ممکن است به صورت ثابت روی دیوار در کنار تخت بیمار نصب شوند. در شکل زیر هر دو مدل آن نمایش داده شده است.

شکل ۱۳۲- مانیتورینگ کنار تختی دیواری (سمت راست) و مانیتورینگ کنار تختی قابل حمل (سمت چپ)

اجزاء دستگاه

یک سیستم مانیتورینگ کنار تختی از اجزای زیر تشکیل شده است:

۱. صفحه نمایشگر
۲. کلیدهای کنترلی
۳. ماژول‌های مختلف
۴. سنسورها و پروب‌ها
۵. باطری
۶. بُرد تغذیه

۱- صفحه نمایشگر

بر روی صفحه نمایشگر دستگاه شکل موج‌ها، حالت‌ها و مقادیر انتخاب شده، پیغام‌های خطا، مقادیر تنظیم محدوده‌های آلارم دستگاه و همچنین تاریخ و ساعت قابل رؤیت می‌باشد.

شکل ۱۳۳- صفحه نمایشگر یک مانیتورینگ

صفحه نمایشگر دستگاه مانیتورینگ را عمدتاً می‌توان به نواحی زیر تقسیم‌بندی کرد:

ناحیه عددی:

در قسمت راست صفحه، پنجره‌هایی وجود دارند که پارامترهای عددی TEMP, NIBP, HR, SPO۲ و ... در آن‌ها نمایش داده می‌شوند. برخی پارامترهای قابل تنظیم برای ماژول‌ها نیز در پنجره‌های مربوط به آن نمایش داده می‌شوند. در ضمن در بالای صفحه ساعت، شماره تخت و همچنین در صورت کار کردن دستگاه با باطری، مقدار شارژ باقی‌مانده از باطری به صورت گرافیکی قابل مشاهده است.

ناحیه گرافیکی:

در قسمت سمت چپ صفحه، از بالا تا پائین نواحی گرافیکی مختلف جهت نمایش سیگنال‌ها در نظر گرفته شده است. ناحیه اول معمولاً اختصاص به نمایش سیگنال ECG دارد که ممکن است به صورت نمایش سه لید اصلی، یا هر یک از ۱۲ لید انتخابی باشد. نواحی بعدی بسته به مدل دستگاه، ممکن است مربوط به نمایش سیگنال‌های تنفسی، PPG، IBP و یا دیگر سیگنال‌های بیولوژیکی بدن باشد.

ناحیه نمایش پیغام‌های خطا:

در ناحیه گرافیکی در قسمت پائین نمایش هر سیگنال قسمتی جهت نمایش پیغام‌ها در نظر گرفته شده است. در این قسمت‌ها پیغام‌های خطای مربوط به ماژول‌های مختلف قابل مشاهده است.

۲- کلیدهای کنترلی

به وسیله این مجموعه باید بتوان با سرعت و سهولت مناسبی تنظیمات گوناگون دستگاه را انجام داد. کلیدهای تنظیم دستگاه ممکن است به صورت فشاری یا ولومی باشند. در مدل‌های جدیدتر از صفحه نمایشگرهای لمسی به منظور تنظیم پارامترهای مختلف دستگاه استفاده شده است.

شکل ۱۳٤- کلیدهای کنترلی یک دستگاه مانیتورینگ

۳- ماژول‌های مختلف

با توجه به نوع و کاربرد دستگاه از ماژول‌های مختلفی در سیستم‌های مانیتورینگ استفاده می‌شود. در زیر ماژول‌هایی که در اکثر دستگاه‌های مانیتورینگ استفاده می‌شوند را بررسی می‌کنیم:

ماژول ECG: عملکرد آن همانند یک دستگاه ECG می‌باشد، با این تفاوت که معمولاً تعداد لیدهایی که در اینجا استفاده می‌شود از لیدهای دستگاه ECG کمتر است. معمولاً در سیستم‌های مانیتورینگ فقط ۳ لید از ۱۲ لید قلبی را نمایش می‌دهند.

ماژول کنترل دما: وظیفه آن نمایش دمای بدن بیمار به طور پیوسته می‌باشد.

ماژول SPO۲: قابلیت‌های آن دقیقاً مشابه دستگاه پالس اکسی‌متر است و برای نمایش سیگنال PPG و درصد اشباع اکسیژن خون استفاده می‌شود.

ماژول کنترل فشار: از یک فشارسنج اتوماتیک برای سنجش منظم فشار خون بیمار استفاده می‌کند. در این بخش از طریق کاف فشارسنج که به دست بیمار بسته شده است، با فاصله زمانی‌های مختلف، فشار خون بیمار اندازه‌گیری و در ناحیه عددی صفحه نمایش دستگاه، نشان داده می‌شود.

٤- سنسورها و پروب‌ها

با توجه به اینکه سیستم از چه ماژول‌هایی بهره می‌برد، سنسورهای مختلفی برای انتقال اطلاعات حیاتی به دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. چند مورد از این سنسورها و پروب‌ها که کاربرد بیشتری دارد، در زیر معرفی می‌شوند:

- سنسور دما: اغلب از مقاومت‌های متغیر با دما (ترمیستور) استفاده می‌شود.
- کاف فشارسنج اتوماتیک
- پروب‌های ثبت ECG
- پروب پالس اکسی‌متر

۵- باطری

عموماً دو نوع باطری در یک سیستم مانیتورینگ پیدا می‌شود:

- باطری پشتیبان (BACK UP): این باطری جهت حفظ تنظیمات اصلی دستگاه به کار می‌رود و عموماً شامل یک باطری ۳ ولت کوچک می‌باشد.
- باطری اصلی دستگاه: تغذیه اصلی دستگاه از طریق آن تأمین می‌شود و قابل شارژ است. باطری اصلی دستگاه معمولاً به صورت یکی از دو نوع زیر است:
  - باطری نیکل کادنیوم NI-CD
  - باطری سرب و اسیدی SLA

٦- بُرد تغذیه

این برد وظیفه تبدیل ولتاژ برق شهری را به ولتاژ مورد نیاز دستگاه برای شارژ باطری اصلی یا تغذیه دستگاه بر عهده دارد و بسته به نوع دستگاه از قسمت‌های مختلفی تشکیل می‌شود که عمده‌ترین آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- سلکتور ۱۱۰/۲۲۰ ولت (فقط در بعضی از مدل‌ها)
- فیوز محافظ (فقط در بعضی از مدل‌ها)
- مدارات ایزولاسیون
- ترانس کاهنده یا اتوترانس کاهنده
- مدارات یکسو کننده
- مدارات تثبیت کننده
- فن (فقط در بعضی از مدل‌ها)
- ورودی برق DC (فقط در بعضی از مدل‌ها)

آلارم‌های دستگاه

هنگامی که شرایط ویژه اتفاق می‌افتد و لازم است به کاربر اطلاع داده شود، دستگاه با استفاده از علامت‌های صوتی و تصویری ظهور شرایط آلارم را اعلام می‌کند. در هنگام وقوع آلارم، ادامه

مانیتورینگ بیمار از طریق دستگاه امکان‌پذیر بوده و آلارم‌ها تنها برای اطلاع کاربر از وضعیت بیمار یا شرایط مانیتورینگ می‌باشد. آلارم صوتی موقع خروج از محدوده‌های تعیین شده برای هر پارامتر عددی و همچنین بروز خطاها فعال می‌شود. آلارم‌های تصویری هم‌زمان با آلارم‌های صوتی فعال می‌شوند و برای پارامتری که از محدوده خارج شده است، مقدار عددی آن به صورت چشمک‌زن مشخص می‌گردد. چشمک زدن در زمان آلارم، ثانیه‌ای یکبار اتفاق می‌افتد و برای مشخص شدن نوع خطا نیز پیغامی بر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود.

سیستم مانیتورینگ مرکزی (Central)

این سیستم‌ها برای کنترل علائم حیاتی بیمارانی که بر روی تخت‌های مختلف یک بخش قرار دارند، از داخل جایگاه پرستاری به کار می‌روند. حداقل اجزاء تشکیل دهنده یک سیستم مرکزی به شرح زیر می‌باشد:

۱) مجموعه مانیتور جهت نمایش علائم حیاتی بیماران

۲) سرور سیستم مرکزی

۳) کانال‌های ارتباطی مناسب

شکل ۱۳۵ - سیستم مانیتورینگ مرکزی در بخش مراقبت‌های ویژه

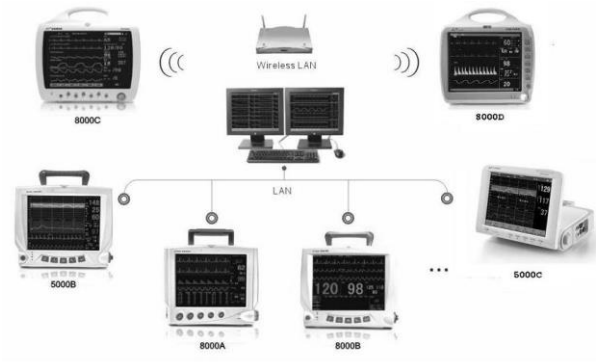
۱- مجموعه مانیتور جهت نمایش علائم حیاتی بیماران

جهت نمایش سیگنال‌ها و پارامترهای حیاتی بیماران در جایگاه پرستاری و نظارت مستقیم آن توسط پرستاران، معمولاً نیاز به یک یا چند مانیتور می‌باشد. معمولاً صفحه مانیتور مرکزی دارای ابعاد بزرگ‌تری نسبت به مانیتورهای کنار تختی می‌باشد. صفحه مانیتور سیستم مرکزی معمولاً به بخش‌های مساوی تقسیم می‌شود که در هر بخش اطلاعات هر بیمار نمایش داده می‌شود. تعداد مانیتورها در این بخش ممکن است به چهار تا نیز برسد.

شکل ۱۳۶- صفحه نمایشگر یک سیستم مانیتورینگ مرکزی

۲- سرور سیستم مرکزی

برای ارتباط مانیتورهای کنار تختی به مانیتور سیستم مرکزی نیاز به یک سرور سیستم مرکزی است که این ارتباط را کنترل و نظارت کند. برای این منظور عموماً از یک سیستم کامپیوتری به عنوان سرور دستگاه مرکزی استفاده می‌شود.



شکل ۱۳۷- سرور سیستم مرکزی و نحوه اتصال مانیتورینگ‌ها به این سرور

سرور سیستم مرکزی باید بتواند امکانات زیر را مهیا کند:

- زیرساخت ارتباطی لازم جهت ارتباط سیستم‌های مانیتور علائم حیاتی تخت‌های مختلف به کامپیوتر سرور، که می‌تواند به صورت بی‌سیم، تحت شبکه و یا دیگر پروتکل‌های ارتباطی موجود باشد.
- امکان ذخیره‌سازی علائم حیاتی، حداقل تا ۲۴ ساعت برای هر مریض
- امکان رکوردگیری از اطلاعات ذخیره شده در بازه‌های زمانی مورد نیاز
- امکان ایجاد آلارم‌های دیداری و شنیداری
- امکان آرشیو جهت بیماران به صورت محدود

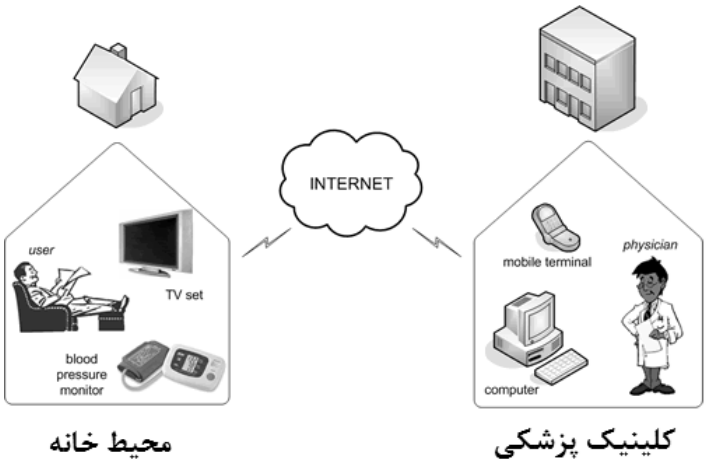
۳- کانال‌های ارتباطی مناسب

کانال‌های ارتباطی بسته به نوع سرور مورد استفاده متفاوت می‌باشد و می‌تواند به صورت امواج رادیویی، کابل‌های مخابراتی و فیبرهای نوری و ... باشد. آنچه مهم است اینکه بایستی کانال ارتباطی انتخاب شده با توجه به مشخصات محیطی بخش، انتخاب شود و نیز بتواند ارتباط سالم و امن بدون نویز سیستم‌های مانیتور علائم حیاتی را با سرور مرکزی مهیا سازد.

سیستم تله مانیتورینگ

سیستم تله مانیتورینگ، پارامترهای حیاتی دریافت شده از بیماران را به صورت بی‌سیم و از راه دور به یک ایستگاه نمایش مرکزی و یا یک مانیتور کنار تختی انتقال می‌دهد. کلمه تله متری انتقال

داده‌ها به یک مکان دور از طریق امواج رادیویی گفته می‌شود. یک سیستم تله مانیتورینگ شامل الکترودهای ثبت، فرستنده، سیستم آنتن، گیرنده و صفحه نمایش و ثبات می‌باشد.



شکل ۱۳۸- نمایی از یک سیستم تله مانیتورینگ

سینا درمان
www.DEZMED.com

فصل هشت

آشنایی با ابزار و وسایل دندانپزشکی

آشنایی با ابزارها و وسایل دندان‌پزشکی

تجهیزات دندانپزشکی که در کلینیک‌ها و مراکز تخصصی دندانپزشکی مورد استفاده قرار می گیرند به طور کلی شامل موارد زیر هستند که در ادامه به شرح و بررسی هر یک از آن‌ها خواهیم پرداخت؛

۱) یونیت و صندلی
۲) آمالگاماتور
۳) کاویترون
۴) لایت کیور
۵) رادیولوژی دندان
۶) ساکشن‌ها
۷) تابوره و ...

یونیت و صندلی دندان‌پزشکی

شکل ۱۳۹- نمایی یونیت دندانپزشکی

صندلی دندان‌پزشکی وسیله‌ای جهت استقرار بیماران دارای ضایعات دهان و دندان است. یونیت دندان‌پزشکی شامل ابزارهایی جهت کنترل حرکات صندلی و کلیه اینسترومنت‌های مورد استفاده توسط دندانپزشک جهت مداوای بیمار است. یونیت‌های دندان‌پزشکی دارای پایه‌ای هستند که چراغ دندان‌پزشکی بر روی آن قرار می‌گیرد. هر یونیت دارای ورودی آب و هوا و خروجی فاضلاب می‌باشد. آب و هوا جهت راه‌اندازی اینسترومنت‌ها، پوار، کاویترون، ساکشن، کراشوار و دوش آب لیوان استفاده می‌شوند. اجزای اصلی یونیت دندان‌پزشکی عبارتند از:

۱) صندلی دندان‌پزشکی
۲) چراغ دندان‌پزشکی
۳) سیستم بهداشتی شامل: کاسه کراشوار و دوش آب، ساکشن و بزاق‌کش
۴) کمپرسور
۵) تابوره‌ها
۶) میز پزشک یا تابلت

صندلی دندان‌پزشکی

صندلی دندان‌پزشکی باید قدرت و توان کافی جهت تحمل وزن بیمار را در حین جابجایی و توقف داشته باشد. اجزای اصلی صندلی دندان‌پزشکی در ادامه آورده شده‌اند؛

الف ـ شاسی صندلی

سازه اصلی صندلی دندان‌پزشکی شاسی آن می‌باشد که از سه قسمت فوقانی، میانی و تحتانی تشکیل می‌شود. این سه قسمت توسط لوله‌های فولادی و بوش‌های برنزی نسبت به یکدیگر دارای حرکات تاشونده و بدون لرزش هستند.

ب ـ پشتی صندلی

پشتی صندلی دندان‌پزشکی معمولاً از جنس فایبرگلاس و به صورت یکپارچه می‌باشد. پشتی صندلی توسط یک موتور که با عنوان موتور تغییر زاویه پشتی نامیده می‌شود، جابجا می‌شود. در رویه پشتی

از پارچه‌های قابل شست‌وشو و غیرقابل اشتعال استفاده شده و همچنین سطح خارجی آن دارای انحناء و خطوط مشخصی است که از نظر ارگونومی با فیزیک بدن کاملاً متناسب و مناسب است.

ج ـ تشک صندلی

معمولاً جنس روکش تشک و پشتی از چرم مخصوص است. به منظور دسترسی به قسمت داخلی صندلی می‌توان تشک را از آن جدا نمود.

د ـ زیر سری

در طراحی زیر سری تلاش می‌شود تا لرزش در حین کار آن حداقل باشد. زیر سری‌های دندان‌پزشکی دارای سه درجه آزادی (تغییر ارتفاع، تغییر زاویه زیر سری و تغییر زاویه زیر گردن) می‌باشند.

ه ـ زیر دستی

زیر دستی صندلی دندان‌پزشکی در قسمت چپ صندلی نصب می‌شود تا بیمار بتواند از قسمت راست به راحتی در روی صندلی قرار گیرد.

و ـ سیستم الکتریکی و پنوماتیکی صندلی

حرکات صندلی برحسب نوع یونیت ممکن است به صورت الکتریکی یا پنوماتیکی کنترل شود. در نوع الکتریکی در داخل صندلی دو الکتروموتور قرار دارد که یک موتور باعث تغییر ارتفاع و تغییر زاویه پشتی می‌شود و پشتی را کنترل می‌کند و موتور دیگر خود صندلی را کنترل می‌کند و با انجام یک سری تنظیمات می‌توان دامنه حرکات صندلی را معین نمود. معمولاً صندلی دارای یک وضعیت صفر یا Zero Position است که پس از اتمام جراحی، با زدن این دکمه صندلی به وضعیت اولش بازگردیده و پشتی به حالت عمود قرار می‌گیرد تا بیمار به راحتی بتواند دهانش را در کراشوار شسته و از صندلی خارج شود. حالت پیش فرض دیگری به نام Over Position وجود دارد که در این

حالت صندلی به بالاترین ارتفاع خود رسیده و پشتی نیز به حالت خوابیده یا ۱۸۰ درجه نسبت به نشیمن‌گاه قرار می‌گیرد. در نوع پنوماتیکی سیستم کاملاً هیدرولیکی بوده و با روغن کار می‌کند.

چراغ دندان‌پزشکی

چراغ دندان‌پزشکی نور مورد نیاز را برای دندان‌پزشک فراهم نموده و باید دارای نوری سفید (مشابه نور روز)، سرد و بدون سایه باشد و در مقابل آب به میزان مناسبی مقاوم باشد. چراغ معمولاً دارای ولتاژ DC بوده و دارای کلید خاموش و روشن و کلید تغییر شدت نور می‌باشد. کنترل چراغ توسط دکمه‌هایی که بر روی میز پزشک و دستیار قرار دارد نیز میسر است. رنگ نور چراغ باید مانند نور آفتاب باشد و نور تابیده شده از چراغ بایستی فقط محیط دهان را روشن کند. نور ناکافی و زرد رنگ چراغ باعث خستگی مفرط چشم دندان‌پزشک می‌شود.

سیستم بهداشتی

سیستم بهداشتی یونیت دندان‌پزشکی شامل کاسه کراشوار، دوش آب لیوان و ساکشن و بزاق‌کش است که در ادامه شرح داده شده‌اند.

کاسه کراشوار و دوش آب

کاسه کراشوار معمولاً از جنس‌های چینی، سنگی، پلاستیکی و ... موجود بوده و یک دوش آب لیوان نیز به آن متصل است که آب مورد نیاز جهت شست‌وشوی دهان بیمار پس از جراحی را تأمین می‌کند. در یونیت‌های جدید در کراشوار می‌توان از آب گرم نیز استفاده نمود. همچنین می‌توان مقدار آبی که از دوش آب لیوان خارج می‌شود و مدت زمان ریزش آب را نیز برنامه‌ریزی و تعیین کرد. علاوه بر این می‌توان این امکان را فراهم کرد که پس از اینکه یونیت در وضعیت صفر (Zero Position) قرار گرفت، به صورت اتوماتیک آب از دوش آب لیوان جاری شود.

بزاق‌کش

یونیت دندان‌پزشکی جهت جلوگیری از اتلاف زمان و ایجاد دید کافی در محیط دهان برای دندانپزشک نیازمند سیستم مکنده مناسبی است. این سیستم با آب یا هوا کار می‌کند و دارای مکش

نسبتاً ضعیفی است که برای مکش بزاق دهان به کار می‌رود، ولی برای کشیدن خون و بزاق غلیظ و مایعات چرکی مناسب نیست.

ساکشن مرکزی

این دستگاه دارای قدرت مکش بین ۱۰ تا ۱۵ برابر ساکشن‌های بزاق‌کش است. جریان هوا با سرعت ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتر در ساعت در آن عبور می‌کند و قدرت مکندگی آن حدود ۵۰ لیتر آب در دقیقه می‌باشد. مواد جامد و مایع از فاصله ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متری دهانه سر ساکشن مکیده می‌شوند.

کمپرسور

کمپرسور وسیله‌ای است که با ایجاد اختلاف فشار هوای محیط را به صورت یک مخزن برای ارسال به یونیت و اینسترومنت‌ها آماده می‌کند. کمپرسورها به طور کلی به ۲ دسته تقسیم می‌شوند:

۱- کمپرسورهای روغنی

۲- کمپرسورهای بدون روغن (OilFree)

کمپرسورهای بدون روغن تجهیزات مناسب‌تری در کاربردهای دندانپزشکی هستند زیرا هوای ورودی به دهان بیمار فاقد طعم و بوی نامطبوع بوده و از لحاظ بهداشتی نیز سالم‌تر است.

تابوره‌ها

معمولاً ۲ عدد تابوره یا صندلی کوچک گردان، یکی برای دندان‌پزشک و دیگری برای دستیار در هر یونیت وجود دارد. این تابوره‌ها هیدرولیک بوده و ارتفاع آن‌ها قابل تنظیم است.

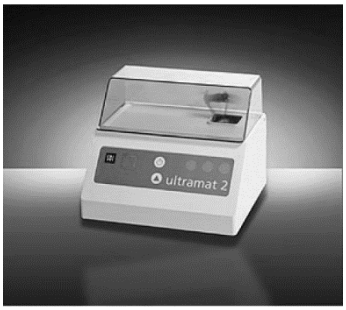
شکل ۱۴۰- تابوره (صندلی گردان) یونیت دندانپزشکی

میز پزشک یا تابلت

میزی است که در کنار صندلی دندان‌پزشکی قرار می‌گیرد. بر روی این میز مجموعه‌ای از کلیدها جهت کنترل قسمت‌های مختلف یونیت و صندلی و دیگر امکانات اضافی وجود دارد. از جمله این کلیدها می‌توان کلیدهای کنترل صندلی دندان‌پزشکی و پشتی آن، کلید تنظیم آب گرم یا سرد کراشوار، کلید خاموش و روشن کردن چراغ و کلید تنظیم صندلی در حالت Zero Position را نام برد.

دستگاه آمالگاماتور

آمالگاماتور دستگاهی است که جهت ترکیب آمالگام (مواد مخصوص پر کردن دندان) و با قابلیت انتخاب واحد یا درصد ترکیب جیوه و آمالگام به کار می‌رود. آمالگام ماده‌ای پودری شکل است و جهت تبدیل به خمیر و استفاده، آن را با مقداری جیوه مخلوط می‌کنند. درون دستگاه مخزن‌های جداگانه‌ای برای ریختن آمالگام و جیوه در نظر گرفته شده است. طرز کار دستگاه به این صورت است که ابتدا آمالگام و جیوه را درون مخزن‌های مخصوصشان ریخته و با استفاده از یک اهرم یا کنترل‌کننده، درصد ترکیب آن‌ها با یکدیگر را مشخص می‌کنند. سپس این مواد به مقدار تعیین شده وارد هم‌زن شده و توسط یک موتور با هم ترکیب می‌شوند و در نهایت مخلوط حاصل به خروجی دستگاه رفته و آماده برای استفاده خواهد بود.



شکل ۱۴۱- دستگاه آمالگاماتور

دستگاه لایت کیور (Light Cure)

شکل ۱۴۲- دستگاه لایت کیور

در کاربردهای پر کردن دندان، پس از قرار دادن کامپوزیت (مواد ترمیمی هم‌رنگ دندان) در دندان، دستگاهی با نام لایت کیور جهت سفت کردن کامپوزیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. لایت کیور با بهره‌گیری از نور ماوراء بنفش منجر به تراکم و فشرده شدن سریع کامپوزیت می‌شود. اساس کار انواع لایت کیورها نسبتاً متفاوت است. در برخی از انواع آن‌ها منبع تولید نور یک لامپ هالوژن می‌باشد، در حالی که در برخی دیگر از LED برای سفت کردن کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. مزیت LED نسبت به لامپ هالوژن این است که نیازی به خنک‌کنندگی نخواهد داشت. میزان قدرت لایت کیور برحسب میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع می‌باشد که بیانگر مقدار توان اشعه وارد شده بر واحد سطح است و هر چه این نیرو بیشتر باشد، مدت زمان مورد نیاز جهت تابش کاهش می‌یابد. در برخی از مدل‌ها که دارای توان فوق‌العاده بالایی می‌باشند، برای عمل سفید کردن دندان نیز می‌توان از این دستگاه استفاده نمود. در دستگاه لایت کیور همیشه میزان تابش یکسانی مورد نیاز نیست و دندان‌پزشک می‌تواند برحسب نیاز خود تابش‌های متفاوتی را انتخاب نماید.

مهم‌ترین و رایج‌ترین انواع تابش عبارتند از:

۱) تابش ثابت که در طول نور دهی با شدت ثابتی تابیده می‌شود.

۲) تابش پالس که شدت نور کم و زیاد می‌شود و این افزایش و کاهش شدت، کاملاً متناوب است.

۳) تابش Ramp که از یک شـدت نور کم شروع به تابش می‌کند و به تدریج و با افزایش زمان شدت نور زیاد می‌شود.

در برخی دستگاه‌های اتوماتیک با انتخاب شدت نور زمان نوردهی نیز به صورت مناسب تنظیم می‌شود. در لایت کیورهایی که دارای لامپ هالوژن هستند، برای خنک کردن از فن و یا از هوای کمپرسور استفاده می‌شود.

دستگاه کاویترون (Cavitron)

از این دستگاه به منظور جرم‌گیری دندان استفاده می‌شود. از نظر نوع کاربرد و سیستم عملکرد، دستگاه به ۳ نوع عمده تقسیم می‌شود که عبارتند از:

۱) مینی پیزون (Mini Piezon)

۲) پیزون مستر (Piezon Master)

۳) ایر فلو (Air Flow)

شکل ۱۴۳- دستگاه کاویترون

- **مینی پیزون (Mini Piezon)**

این دستگاه دارای یک برد اصلی به نام پیزون است که با ایجاد یک ولتاژ مناسب باعث ارتعاش و تولید امواج اولتراسونیک می‌گردد و در نهایت این امواج به صورت ارتعاشی با فرکانس بالا در قسمت دسته دستگاه ظاهر می‌شوند. پیزو با ولتاژ ایجاد شده توسط برد پیزون که دارای جریان بالایی است نوسان خواهد کرد. کلیدهایی جهت کم یا زیاد کردن قدرت نوسان دستگاه در نظر گرفته شده‌اند. برای راه‌اندازی سیستم آن یک منبع آب با فشار بین ۱ الی ۵ بار و یک منبع ولتاژ نیاز می‌باشد. دامنه فرکانس اولتراسونیک این دستگاه‌ها عموماً بین ۲۵ الی ۳۲ کیلوهرتز است. یک شیر برقی نیز عمل قطع و وصل جریان آب سیستم را عهده‌دار است. این سیستم در مقایسه با پیزون مستر دارای قدرت و دامنه کاربرد بیشتری است.

- **پیزون مستر (Piezon Master)**

این دستگاه نیز یک دستگاه اولتراسونیک است که از خانواده پیزون بوده و در کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دستگاه دارای دو وضعیت کاری است که در یک حالت به همراه

محلول و امواج اولتراسوند کار کرده و در حالت دیگر فقط با امواج اولتراسونیک کار می‌کند. بدین ترتیب برای راه‌اندازی دستگاه، علاوه بر منبع برق ورودی، یک منبع حاوی محلول جرم‌گیری که می‌تواند حاوی آب مقطر و با ترکیبات مناسب دیگر باشد، استفاده می‌شود. دستگاه دارای یک پمپ موتور می‌باشد که توسط برد کنترل‌کننده، کنترل می‌گردد. عمل قطع و وصل جریان آب نیز با شیر برقی صورت می‌گیرد.

- **ایر فلو (Air Flow)**

عملکرد این دستگاه از طریق پاشیدن هیدروکسید آلومونیوم که به صورت پودر مورد استفاده قرار می‌گیرد، انجام می‌پذیرد. با توجه به پایین بودن قدرت دستگاه، اغلب به منظور برداشتن جرم‌های سطحی دندان‌ها می‌توان از این دستگاه استفاده نمود. اساس عملکرد آن مشابه با دیگر دستگاه‌های اولتراسونیک است. دو منفذ جداگانه برای آب و پودر در این دستگاه تعبیه شده است.

دستگاه رادیوگرافی دندان

این دستگاه به منظور انجام عمل رادیوگرافی داخلی دهان و دندان‌ها استفاده می‌شود. رادیوگرافی دندان با هدف تصویربرداری از دندان‌ها، آناتومی یک دندان منفرد (یعنی تاج، گردن و ریشه) و مشکلات دندانی (مثل پوسیدگی) در بیماران بالغ و اطفال و نیز جهت برنامه‌ریزی و ارزیابی‌های مربوط به ارتودنسی (اصلاح بی‌نظمی دندان‌ها) به کار برده می‌شود. دستگاه‌های رادیوگرافی دندان را می‌توان به سه دسته زیر تقسیم کرد:

۱) رادیوگرافی تک دندان (پری اپیکال) (Periapical Radiography)
۲) رادیوگرافی پانورامیک
۳) رادیوگرافی سفالومتری (Cephalometric Radiography)

- **رادیوگرافی تک دندان**

رادیوگرافی پری اپیکال نوعی از دستگاه‌های رادیوگرافی است که قادر است تصاویر دقیقی از یک یا چند دندان محدود تهیه کند به گونه‌ای که وضعیت کامل دندان و بافت‌های اطراف آن را نشان

دهد. علت نام‌گذاری آن به عنوان پری اپیکال این است که وجود ضایعه در اطراف ریشه دندان که آپکس نامیده می‌شود را به خوبی نشان می‌دهد. از این تکنیک در بررسی لبه‌های برآمدگی استخوانی اطراف دندان و همچنین پوسیدگی‌های بین دندانی نیز استفاده می‌شود. علاوه بر آن با به کارگیری فیلم‌های بزرگ‌تر می‌توان تصاویر هر یک از فک‌ها به طور کامل را نیز تهیه کرد. از نظر محل قرارگیری، دستگاه‌های پری اپیکال می‌توانند سقفی، دیواری، زمینی و یا قابل جابه‌جایی (دارای پایه‌های چرخ‌دار) باشند و از نظر تکنولوژی می‌توانند تصاویر رادیوگرافیک معمولی (روی فیلم) و یا دیجیتال را فراهم آورند. سیستم‌های دیجیتال تصویربرداری دندان، به منظور تهیه تصاویر کامپیوتری جهت رادیوگرافی تک دندان و به عنوان جایگزینی برای فیلم‌های اشعه X دندان‌پزشکی معمولی به کار گرفته می‌شوند.

شکل ۱٤٤- رادیوگرافی تک دندان

- **رادیوگرافی پانورامیک**

در این تکنیک، سر بیمار در دستگاه به صورت ثابت قرار می‌گیرد و قسمت تابش اشعه از یک طرف صورت تا سمت دیگر چرخیده و تصویر کامل پانورامیکی از دندان‌ها، فک‌ها و مفاصل گیجگاهی فکی تهیه می‌کند. میزان اشعه وارده به بیمار در این تکنیک بسیار کمتر از رادیوگرافی پری اپیکال کامل دندانی است (در نمونه‌های جدید کل اشعه تقریباً برابر با میزان اشعه دو پری اپیکال است). این سیستم دارای انواع معمولی و دیجیتال می‌باشد. گسترش تکنولوژی دیجیتال در پیشرفت مداوم این دستگاه و تکنیک و کیفیت آن تحول زیادی به وجود آورده است. برخی از دستگاه‌های پانورامیک اساساً دیجیتال هستند و برخی از آن‌ها رادیوگرافی معمولی بوده و می‌توانند با اتصال

دستگاه‌های تکمیلی، به صورت دیجیتال نیز عمل کنند. دستگاه رادیوگرافی سفالومتری نیز می‌تواند به این سیستم متصل شود. انجمن بهداشت اشعه آمریکا توصیه کرده که برای معاینات عادی دندان‌پزشکی از رادیوگرافی پانورامیک استفاده شود.

شکل ۱۴۵- رادیوگرافی پانورامیک

- **رادیوگرافی سفالومتری (Cephalometric Radiography)**

از این دستگاه‌های رادیوگرافی برای تهیه تصویر جمجمه به صورت استاندارد استفاده می‌شود. مهم‌ترین مزیت‌هایی که برای دستگاه می‌توان برشمرد، این است که تصاویر تهیه شده توسط این دستگاه در زمان‌ها و مکان‌های مختلف با هم قابل مقایسه هستند و موقعیت سر و فاصله آن تا منبع اشعه و فیلم همواره ثابت است. تصاویر سفالومتری می‌توانند از دو مقطع جانبی و یا خلفی ـ قدامی تهیه شوند. عمده کاربرد آن‌ها در ارتودنسی و جراحی فک و صورت است.

شکل ۱۴۶- رادیوگرافی سفالومتر

فصل ۹

آشنایی با ابزار و وسایل احیاء بیمار

آشنایی با ابزار احیاء مریض (CardioPulmonary Resuscitation) (CPR)

احیای قلبی ریوی (CPR) به یک سری از اقدامات گفته می‌شود که با استفاده از تنفس مصنوعی و ماساژ قلبی در فردی که تنفس و یا ضربان قلب ندارد، باعث باز گردانیدن وی به زندگی می‌شود. احیای قلبی ریوی می‌تواند بدون احتیاج به هیچ وسیله اضافی نیز انجام گیرد و انجام صحیح و به موقع آن جان انسان‌های زیادی را از مرگ حتمی نجات بخشد. انجام به موقع و سریع CPR در ۶-۴ دقیقه اول پس از ایست قلبی تنفسی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است و این مدت زمان را زمان طلایی (Golden Time) می‌نامند. در مواردی مانند ایست قلبی تنفسی، غرق‌شدگی، خفگی و ... احیای قلبی ریوی می‌تواند فرد را به زندگی برگرداند. برای انجام عمل CPR مراحل زیر را بایستی به دقت انجام داد:

- باز کردن راه هوایی
- دادن تنفس مصنوعی
- ماساژ قلبی

برقراری راه هوایی مصنوعی

جهت باز نگه داشتن راه‌های هوایی اغلب نیاز به ابزارهایی برای ایجاد راه هوایی مصنوعی می‌باشد. انواع مختلف راه‌های هوایی مصنوعی وجود دارد که شامل:

۱) راه هوایی دهانی
۲) راه هوایی بینی
۳) اینتوباسیون
۴) تراکئوستومی

راه هوایی دهانی

برای ایجاد راه هوایی دهانی معمولاً از ابزاری به نام راه هوایی دهانی (oropharyngeal airway) استفاده می‌شود. راه هوایی (Airway) دهانی به صورت یک لوله منحنی شکل (قوس‌دار) پلاستیکی

است که قسمت قوس‌دار آن روی زبان قرار می‌گیرد و نوک آن در ناحیه ته زبان (حلق) جای می‌گیرد. خارجی‌ترین قسمت آن گرد بوده و روی لب‌ها قرار می‌گیرد.

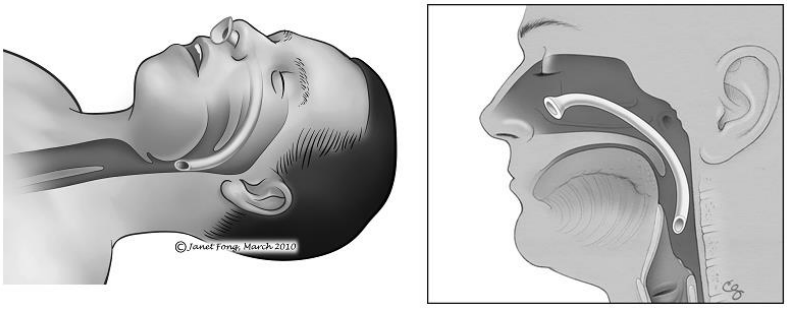
شکل ۱۴۷- راه هوایی دهانی

این وسیله از برگشت زبان به عقب و بستن راه هوایی جلوگیری می‌کند. راه هوایی دهانی دارای ۵ سایز مختلف است که برای بالغین با جثه بزرگ، جثه متوسط، جثه کوچک و بچه‌ها و اطفال قابل استفاده است. انتخاب اندازه مناسب راه هوایی دهانی برای بیمار مهم است. بلند بودن بیش از اندازه طول راه هوایی دهانی باعث ایجاد سرفه و تهوع می‌شود، همچنین سبب فشردن حنجره و بسته شدن راه هوایی می‌شود و کوتاه بودن آن باعث عقب راندن زبان به حلق شده و احتمال انسداد راه هوایی را افزایش می‌دهد.

راه هوایی بینی

این وسیله لوله پلاستیکی نرم و توخالی است که در راه هوایی بینی (Nasopharyngeal airway) ثابت می‌گردد. راه هوایی بینی برای بیمارانی که نیاز به راه هوایی مصنوعی دارند ولی نمی‌توانند راه هوایی دهانی را تحمل کنند، مناسب می‌باشد. اشکال راه هوایی بینی این است که لوله آن راحت خم شده و مسدود می‌گردد. در انتخاب راه هوایی بینی طول آن مهم‌تر از قطر آن می‌باشد. جهت تعیین طول مناسب آن، از نوک بینی تا ۲/۵ سانتی‌متر پشت نرمه گوش اندازه‌گیری می‌شود. قطر لوله

کمی کوچک‌تر از سوراخ‌های بینی می‌باشد. در صورت نیاز به باز نگه داشتن راه هوایی برای مدت طولانی از لوله داخل تراشه یا لوله تراکئوستومی استفاده می‌شود.



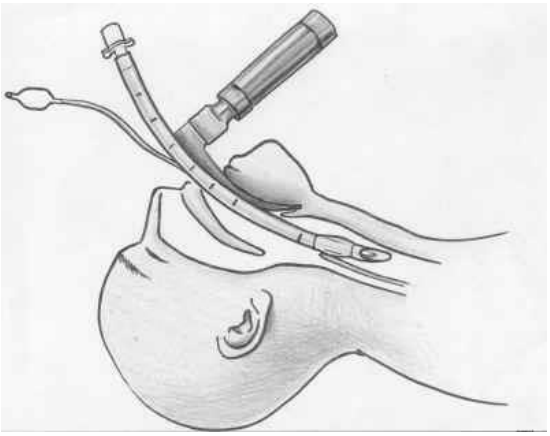
شکل ۱۴۸- راه هوایی بینی جهت لوله گذاری

اینتوباسیون

اینتوباسیون (Intubation) یا لوله‌گذاری داخل تراشه زمانی انجام می‌شود که بیمار دچار مشکل تنفسی شده و با اقدامات ساده‌تر نتوان راه هوایی وی را باز نگه داشت. برای لوله‌گذاری داخل تراشه نیاز به لوله تراشه و لارینگوسکوپ می‌باشد. لوله تراشه لوله‌ی بلند و باریک و توخالی است که اغلب از جنس PVC می‌باشد. روی لوله تراشه طول آن برحسب سانتی‌متر ثبت شده است. لارینگوسکوپ جهت باز نگه داشتن دهان، دیدن طناب‌های صوتی، هدایت لوله به داخل تراشه و ساکشن استفاده می‌شود.

شکل ۱۴۹- اینتوباسیون جهت لوله‌گذاری داخل تراشه

در این روش لوله تراشه را از طریق بینی یا دهان عبور داده و در داخل تراشه قرار می‌دهند. لوله از بین طناب‌های صوتی عبور کرده و انتهای آن درست ۲-۳ سانتی‌متر بالاتر از کارینا (محل دو شاخه شدن تراشه که ۲۵-۲۷ سانتی‌متر از لب‌ها فاصله دارد) قرار می‌گیرد. لوله‌گذاری از راه دهان اغلب جهت باز نگه داشتن راه هوایی در کوتاه مدت استفاده می‌شود. لوله‌گذاری از راه بینی مشکل‌تر است، اما بیمار بهتر آن را تحمل می‌کند و ثابت کردن آن راحت‌تر است.

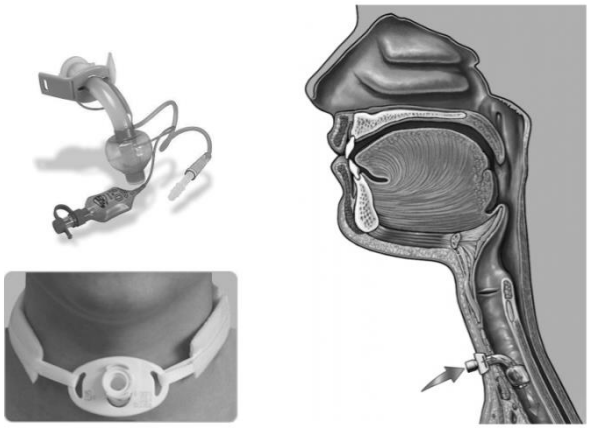


شکل ۱۵۰- نحوه قرار دادن لوله توسط لارینگوسکوپ

تراکئوستومی

ایجاد یک پنجره یا منفذ مصنوعی روی دیواره قدامی تراشه که ممکن است به صورت موقت یا دائمی باشد، تراکئوستومی (Tracheostomy) گفته می‌شود. از تراکئوستومی در مواردی که نیاز به راه هوایی مصنوعی برای طولانی مدت می‌باشد و یا برای اتصال بیمار به ونتیلاتور، استفاده می‌شود. تراکئوستومی موفقیت‌آمیزترین راه هوایی مصنوعی می‌باشد، به دلیل اینکه تراکئوستومی از زیر راه هوایی فوقانی و گلو عبور کرده و از بروز عوارض در این قسمت‌ها جلوگیری می‌کند. به علت کوتاه بودن طول لوله تراکئوستومی فضای مرده و مقاومت راه هوایی کم می‌شود. تراکئوستومی معمولاً

تحت بیهوشی عمومی در اتاق عمل و یا در بخش مراقبت‌های ویژه تحت بی‌حسی موضعی و در شرایط کاملاً استریل انجام می‌گیرد.



شکل ۱۵۱- تراکئوستومی جهت لوله گذاری روی دیواره قدامی تراشه

لوله تراکئوستومی مشابه لوله تراشه دارای سایزهای مختلفی بوده و شماره‌گذاری می‌شوند که شماره‌گذاری بر اساس قطر داخلی آن می‌باشد.

تجهیزات بخش CPR

تجهیزاتی که معمولاً در بخش CPR استفاده می‌شود، عبارتند از:

- ✓ الکتروشوک
- ✓ ونتیلاتور
- ✓ مانیتورینگ پارامترهای حیاتی
- ✓ پالس اکسی‌متر
- ✓ آمبوبگ
- ✓ تخت CPR و ...

دستگاه‌های الکتروشوک، ونتیلاتور، مانیتورینگ و پالس اکسی متر در فصل‌های قبل توضیح داده شدند. در ادامه به معرفی سایر تجهیزات موجود در بخش CPR خواهیم پرداخت.

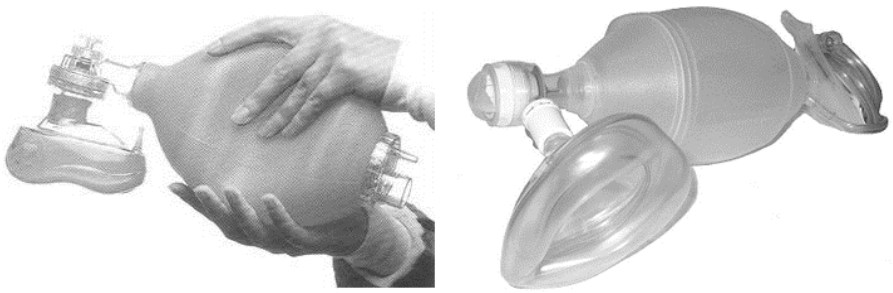
تخت CPR

تخت CPR یا تخت احیاء باید قابلیت تنظیم ارتفاع داشته و همچنین سطح سفت و محکمی داشته باشد تا در هنگام شوک دادن توسط دستگاه DC Shock و یا ماساژ قلبی بتوان فشار لازمه را بر روی قفسه سینه بیمار ایجاد کرد. همچنین تخت CPR باید از جنس عایق برق باشد تا در هنگام شوک دادن خطری اطرافیان بیمار را تهدید نکند.

شکل ۱۵۲- تخت CPR

آمبوبگ

آمبوبگ (Ambubag) نام یک مخزن هوایی از جنس سیلیکون و یا پلاستیک است که در ایجاد فشار مثبت ریوی در تنفس مصنوعی هنگام CPR استفاده می‌شود. این وسیله دارای شیری یک‌طرفه است که باعث پر شدن خود به خودی کیسه هوا می‌شود ولی از خالی شدن آن جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۵۳ - آمبوبگ جهت تنفس دهی مصنوعی به بیمار

این وسیله در اتاق عمل تا هنگامی که ونتیلاتور الکتریکی به بیمار متصل شود، بکار می‌رود. در سال ۱۹۵۳ برای اولین بار توسط یک مهندس آلمانی (دکتر هولگر هسسه) اختراع شد و با نام تجاری آمبوبگ روانه بازار گردید و به همین نام نیز شناخته می‌شود. آمبوبگ در حجم‌های ۵۰۰ سی‌سی, ۶۰۰ سی‌سی, ۱۵۰۰ سی‌سی و ۲۰۰۰ سی‌سی ساخته می‌شود.

فصل دهم

کنترل کیفی تجهیزات پزشکی

کنترل کیفی تجهیزات پزشکی

کنترل کیفی به مجموعه عملیاتی نظیر، اندازه‌گیری یا آزمون گفته می‌شود که به صورت دوره‌ای روی یک محصول یا کالا یا دستگاه انجام می‌شود، تا مشخص گردد با مشخصات فنی و استاندارد-های مرجع مطابقت دارد.

کالیبراسیون

کالیبراسیون شامل مجموع عملیاتی است که علاوه بر آزمون دستگاه و مقایسه خروجی‌های دستگاه با استانداردهای مرجع و به دست آوردن خطاهای دستگاه، نسبت به تنظیم و رفع خطای دستگاه بر اساس استاندارد مرجع اقدام می‌گردد.کنترل کیفی یا QC تجهیزات پزشکی که به غلط در ایران تحت عنوان کالیبراسیون از آن یاد می‌شود شامل این تعریف نمی‌باشد.

فواید کنترل کیفی تجهیزات پزشکی

در فرایند کنترل کیفی تجهیزات پزشکی، به دلیل اینکه دستگاه‌ها به صورت دوره‌ای مورد بررسی دقیق قرار گرفته و با استانداردهای مرجع مقایسه می‌گردند، فواید زیر را به دنبال دارد:

- کاهش هزینه تعمیرات
- کاهش تعمیرات غیر ضروری
- افزایش عمر مفید دستگاه
- اطمینان از عملکرد صحیح دستگاه و ایجاد اطمینان برای اپراتور دستگاه
- اطمینان از عملکرد و صحت خدمات صورت گرفته توسط شرکت‌های نمایندگی دستگاه
- کاهش هزینه‌های درمان ناشی از عملکرد ناصحیح دستگاه‌ها

آزمون‌های کنترل کیفی

آزمون‌های کنترل کیفی کلیه تجهیزات پزشکی شامل مراحل زیر می‌باشند:

- **آزمون‌های کیفی**

آزمون‌های کیفی بر اساس دستورالعمل‌های **ECRI** بوده و برای هر دستگاه دارای شماره مشخصی می‌باشند، این آزمون‌ها شامل بازرسی‌های کیفی دستگاه نظیر کیفیت بدنه دستگاه، اکسسوری‌ها، سنسورها، کابل برق و ... می‌باشد.

- **آزمون‌های کمی**

این مرحله شامل آزمون‌هایی است که بسته به نوع دستگاه و خروجی‌های دستگاه مذکور، به وسیله آنالایزرهای گوناگون مورد بررسی قرار می‌گیرد. این آزمون‌ها بر اساس استانداردهایی انجام می‌شوند که اختصاصی بوده و برای کلیه خروجی‌های آن دستگاه تعریف شده است.

- **آزمون‌های ایمنی**

این مرحله شامل آزمون‌هایی که به منظور بررسی ایمنی الکتریکی دستگاه و اطمینان از ایمن بودن کاربر و بیمار که در تماس مستقیم با دستگاه هستند، انجام می‌شود. استاندارد مربوط به این آزمون IEC ۶۰۶۰۱-۱ می‌باشد، که بین اکثر دستگاه‌ها مشترک است.

شرح آزمون کنترل کیفی برخی دستگاه‌های عمومی بیمارستانی

ماشین بیهوشی

- **آزمون‌های کیفی**

بازرسی کانکتورها، فیلترها، بدنه، جاذب دی‌اکسیدکربن، برچسب گذاری، نصب، چرخ‌ها / ترمزها، دوشاخه برق، کابل برق، گلندها، تیوب‌ها و شلنگ‌ها، کابل‌ها، کنترل‌ها و سوئیچ‌ها، نشانگرها / نمایشگرها، تست خود آزمایی، تنظیم تاریخ و ساعت، ارتباط بی‌سیم / شبکه، آلارم‌ها، سیگنال‌های صوتی، فلومترها، باتری / شارژر دریچه اطمینان اکسیژن، دریچه‌های جهت‌دار دریچه آزمایش فشار معکوس تبخیرکننده، پیستون یا دیافرگرام مکانیزم رهاسازی فشار، فن، کپسول‌های گاز، رطوبت سازها، متعلقات

- **آزمون‌های کمی**

بررسی صحت حجم، صحت فشار، صحت نرخ تنفس، صحت نسبتI:E ، صحت زمان دم، دریچه فوران(Flush) اکسیژن، نشتی فشار بالا، نشتی فشار متوسط، نشتی فشار پایین، سیستم تنفس، دریچه APL، سیستم تخلیه، فلومترها، مینیمم فلوی اکسیژن و درصد، دریچه فشار مثبت انتهای بازدمی، نمایشگر حجم بازدمی، مدها و تنظیمات، مانیتورها و آلارم ها، خروجی گازهای بیهوشی. این آزمون‌ها توسط آنالایزر فلو صورت می‌پذیرد، نمونه‌ای از این دستگاه که در شکل ۱ آمده است و

توسط شرکت هلث آرمان که دارای مجوز کنترل کیفی از وزارت بهداشت و درمان می‌باشد، مورد استفاده قرار می گیرد.

شکل ۱۵٤ - دستگاه فلو آنالایزر مورد استفاده توسط شرکت هلث آرمان

- **آزمون‌های ایمنی: استاندارد IEC ۶۰۶۰۱-۱**

اندازه‌گیری مقاومت زمین، جریان نشتی بدنه، جریان نشتی زمین و جریان نشتی بیمار.

این آزمون‌ها با استفاده از آنالایزر ایمنی الکتریکی FLUKE ESA ٦٢٠ که در شکل ۲ آورده شده، انجام می‌شود.

شکل ۱۵۵ - دستگاه آنالایزر ایمنی الکتریکی مورد استفاده توسط شرکت هلث آرمان

الکتروکوتر

- **آزمون‌های کیفی**

بازرسی بدنه، نصب و اتصالات، چرخ‌ها و ترمزها، دوشاخه برق، کابل برق، کابل‌ها، کنترل‌ها و سوئیچ‌ها، گلندها، کانکتورها، الکترودهای خنثی، فیلترها، نشانگرها / نمایشگرها، مانیتورینگ اتصال کابل خنثی، تست خود آزمایی، پدال پایی، سیگنال‌های صوتی، متعلقات

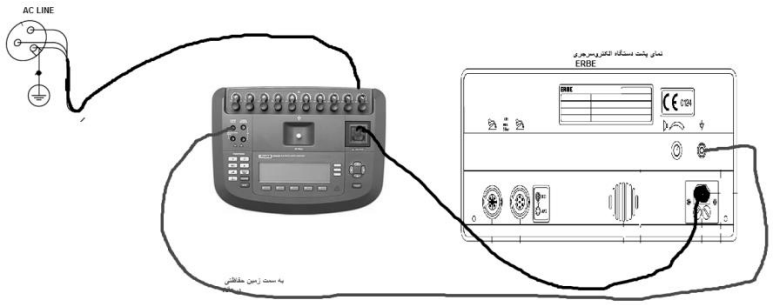
- **آزمون‌های کمی**

توان خروجی، جریان نشتی فرکانس بالا، بررسی تداخل بین خروجی‌های بیمار، اندازه‌گیری مقاومت زمین الکترود خنثی، بررسی مانیتور کیفیت تماس الکترود خنثی. این آزمون‌ها توسط آنالایزر FLUKE MKII صورت می‌پذیرد. دستگاه آنالایزر مورد استفاده توسط شرکت هلث آرمان در شکل ۳ آمده است.

شکل ۱۵۶- دستگاه آنالایزر الکتروکوتر مورد استفاده توسط شرکت هلث آرمان

- **آزمون‌های ایمنی**

اندازه‌گیری مقاومت زمین، جریان نشتی بدنه، جریان نشتی زمین، جریان نشتی بیمار، جریان نشتی کمکی بیمار. این آزمون با استفاده از آنالایزر ایمنی الکتریکی FLUKE ESA ۶۲۰ که در شکل ۴ آورده شده، انجام می‌شود.



شکل ۱۵۷- اندازه‌گیری جریان نشتی با آنالایزر ایمین الکتریکی

الکتروکاردیوگراف

- **آزمون‌های کیفی**

بازرسی بدنه، نصب و اتصالات، چرخ‌ها و ترمزها، دوشاخه برق، کابل برق، الکترودها، کنترل‌ها و سوئیچ‌ها، باتری و شارژر، گلندها، کانکتورها، تشخیص قطعی لید، ارتباط بی سیم / شبکه، انتقال داده‌ها به سیستم مدیریت داده‌ها، کیفیت پرینت، حرکت کاغذ، برچسب گذاری، متعلقات نشانگرها / نمایشگرها، متعلقات.

- **آزمون‌های کمی**

پایداری گین، تنظیمات و صحت گین، کنترل گین، تغییر گین، پایداری گین، حساسیت و صحت محور افقی، صحت خطوط گرید چاپی، پاسخ فرکانسی، پاسخ ضربه، فاکتورهای وزنی لید، ولتاژ استاندارد. این آزمون‌ها توسط آنالایزر FLUKE IMPULSE۷۰۰۰DP صورت می‌پذیرد. دستگاه آنالایزر مورد استفاده توسط شرکت هلث آرمان در شکل ۵ آمده است.

شکل ۱۵۸- دستگاه آنالایزر الکتروکاردیوگراف مورد استفاده توسط شرکت هلث آرمان

- **آزمون‌های ایمنی**

اندازه‌گیری مقاومت زمین، جریان نشتی بدنه، جریان نشتی زمین، جریان نشتی بیمار، جریان نشتی کمکی بیمار. این آزمون با استفاده از آنالایزر ایمنی الکتریکی FLUKE ESA ٦٢٠ که در شکل ۶ آورده شده، انجام می‌شود.

شکل ۱۵۹- آزمون ایمنی الکتریکی دستگاه الکتروکاردیوگراف

الکتروشوک

- **آزمون‌های کیفی**

بازرسی بدنه، نصب و اتصالات، چرخ‌ها و ترمزها، دوشاخه برق، کابل برق، پدل‌ها والکترودها، کنترل‌ها و سوئیچ‌ها، باتری و شارژر، گلندها، کانکتورها، ثبات، خود آزمایی، تنظیم تاریخ و ساعت، ارتباط بی‌سیم / شبکه، سنکرون کننده، آلارم‌ها، فعال و غیر فعال کردن مود تقاضا پیس‌میکر، سیگنال‌های صوتی، برچسب گذاری، متعلقات، برچسب گذاری، نشانگرها.

- **آزمون‌های کمی**

زمان شارژ، صحت انرژی تحویلی، شکل موج تخلیه انرژی، انرژی باتری داخلی، تخلیه اتوماتیک، سرعت تحلیل رفتن انرژی، عملکرد دستگاه پس از آلارم باتری، تخلیه سنکرون شده، تشخیص دادن QRS، گستره و صحت نشانگر HR، کنترل گین و پایداری حساسیت، صحت محور افقی، پاسخ فرکانسی، پاسخ ضربه توانایی حذف پالس پیس میکر، گستره محدوده آلارم، زینه‌بندی تنظیم محدوده آلارم، صحت محدوده آلارم، زمان آلارم ایست قلبی، زمان آلارم برای ریت قلبی پایین، زمان آلارم برای ریت قلبی بالا، مسکوت کردن آلارم، غیر فعال کردن آلارم، ولتاژ استاندارد.

این آزمون‌ها توسط آنالایزر FLUKE IMPULSE۷۰۰۰DP صورت می‌پذیرد. دستگاه آنالایزر مورد استفاده در شکل ۷ آمده است.

شکل ۱۶۰- دستگاه آنالایزر شوک، مورد استفاده در شرکت هلث آرمان

- **آزمون‌های ایمنی: استاندارد IEC ۶۰۶۰۱-۱ و ANSI/AAMI DF۸۰**

اندازه‌گیری مقاومت زمین، جریان نشتی بدنه، جریان نشتی زمین و جریان نشتی بیمار، جریان نشتی کمکی بیمار. این آزمون با استفاده از آنالایزر ایمنی الکتریکی FLUKE ESA ۶۲۰ که در شکل ۸ آورده شده، انجام می‌شود.

شکل ۱۶۱- آنالایزر ایمنی الکتریکی

پالس اکسیمتر

- **آزمون‌های کیفی**

شامل بازرسی آلارم‌ها، سیگنال‌های صوتی، برچسب‌گذاری، بدنه، نصب و اتصالات، دوشاخه برق، کابل برق، کابل‌ها، گلندها، کانکتورها، پروب‌ها، کنترل‌ها و سوئیچ‌ها، باطری / شارژر، نشانگرها / نمایشگرها، تنظیم تاریخ و ساعت، ارتباط بی‌سیم / شبکه.

- **آزمون‌های کمی**

صحت درصد اشباع اکسیژن، صحت تحت شرایط حرکت، صحت rate پالس

این آزمون‌ها توسط آنالایزر DATREND صورت می‌پذیرد. دستگاه آنالایزر پالس اکسیمتر مورد استفاده در شکل ۹ آمده است.

شکل ۱۶۲- دستگاه آنالایزر پالس اکسیمتر مورد استفاده در شرکت هلث آرمان

- **آزمون‌های ایمنی**

اندازه‌گیری مقاومت زمین، جریان نشتی بدنه، جریان نشتی زمین و جریان نشتی بیمار. این آزمون‌ها با استفاده از آنالایزر ایمنی الکتریکی FLUKE ESA ۶۲۰ که در شکل ۸ آورده شده، انجام می‌شود.

فواصل کنترل کیفی

فواصل کنترل کیفی تجهیزات پزشکی با توجه به نوع دستگاه مورد نظر متفاوت می‌باشد، که در جدول زیر تعدادی از آن‌ها آورده شده است.

ردیف	نام دستگاه	فاصله زمانی	کلاس خطر
۱	ماشین بیهوشی	٦ ماه	بالا
۲	ونتیلاتور	٦ ماه	بالا
۳	شوک	۱۲ماه	بالا
٤	الکتروکاردیوگراف	۱۲ماه	متوسط
٥	الکتروکوتر	۱۲ماه	بالا
٦	مانیتور	۱۲ماه	بالا
۷	پالس اکسیمتر	۱۲ماه	بالا
۸	پمپ تزریق سرم و سرنگ	۱۲ماه	بالا
۹	ساکشن	۱۲ماه	متوسط
۱۰	رادیوگرافی	۱۲ماه	بالا
۱۱	دیالیز	۱۲ماه	بالا

توانایی‌های مورد نیاز شخص انجام دهنده کنترل کیفی

- توانایی در خواندن و فهمیدن دستورالعمل سرویس و کاربری دستگاه تحت کنترل کیفی
- توانایی و تسلط بر اپراتوری آنالایزرها
- آشنایی کامل با اسیلوسکوپ و مولتی متر(ولت متر، اهم متر و آمیمترو ....)

تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه (PM)

به مجموعه فعالیت‌هایی گفته می‌شود که در جهت افزایش کارائی دستگاه و به تعویق انداختن بازه زمانی تعمیرات تجهیزات پزشکی صورت می‌پذیرد.

الزامات اساسی نگهداشت تجهیزات پزشکی

الزامات اساسی نگهداشت تجهیزات پزشکی بر پایه سه مبحث ایمنی، عملکرد و کنترل کیفی استوار می‌باشد. هر یک از این الزامات، نقش اساسی در اجرای مطلوب برنامه نگه‌داشت تجهیزات پزشکی دارد که تخطی از آن‌ها باعث بروز مشکلات جدی در امر تشخیص، مراقبت و درمان بیماری‌ها خواهد شد.

پیاده سازی مدیریت PM در بیمارستان

پیاده سازی مدیریتPM در بیمارستان شامل موارد زیر می‌باشد:

- ایجاد واحد مهندسی پزشکی
- تهیه لیست وسایل تجهیزات پزشکی
- تأمین منابع
- تأمین نیروی انسانی متخصص
- تأمین فضا و امکانات لازم جهت واحد مهندسی پزشکی
- تأمین ابزار و وسایل آزمون (ایمنی، عملکرد و کالیبراسیون) و تعمیرات
- تهیه شناسنامه تجهیزات پزشکی
- انجام آزمون‌های کنترل کیفی
- بازرسی ادواری
- بازرسی کاربردی

سینا درمان
www.DEZMED.com

فصل یازدهم

تجهیزات معاینه عمومی

تجهیزات معاینه عمومی

گوشی پزشکی (استتوسکوپ)

استتوسکوپ (stethoscope) از دو کلمه stetho به معنی سینه و scope به معنی نمایش یا نشان دادن، تشکیل یافته و در کل به معنی وسیله‌ای برای شنیدن است.

شکل ۱۶۳- نمایی از گوشی پزشکی کاردیولوژی مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

استتوسکوپ یا گوشی پزشکی دستگاهی است که با هدف تشخیص صداهای داخلی بدن بکار می‌رود. این دستگاه معمولاً جهت شنیدن صدای قلب و یا ریه بکار گرفته شده و به منظور گوش دادن به صدای روده‌ها و جریان خون شریانی و وریدی نیز کاربرد دارد. با بکارگیری گوشی پزشکی در کنار دستگاه فشارسنج می‌توان از طریق تشخیص صدای جریان خون، فشار سیستولیک و دیاستولیک را تعیین نمود.

معمولاً پزشکان برای شنیدن صداهای قلبی به یک نقطه اکتفا ننموده و از مناطق مختلفی برای گوش دادن به قلب بیمار استفاده می‌کنند. با این حال قسمتی از قلب وجود دارد که شدت صداهای قلبی در آن نسبت به دیگر نقاط بیشتر است. این نقطه در سمت چپ قفسه سینه قرار گرفته و پزشک دقت و زمان بیشتری را برای بررسی صداهای مربوط به آن صرف می‌کند. سایر نقاط قفس سینه نیز برای گوش دادن و تمرکز کردن روی صدای دریچه‌های مختلف قلب کاربرد دارند. صدای طبیعی قلب شامل یک صدای اول(صدای پوم مانند)و یک صدای دوم (تاک مانند) می‌باشد که لحظه‌ای سکوت

آن دو را بدرقه می‌کند. در حالت طبیعی نباید صدای اضافه‌ای شنیده شود و بین صدای اول و دوم نیز باید سکوت برقرار باشد. در اختلالات مادر زادی، بیماری‌های دریچه‌ای قلب و در آریتمی‌های قلبی این نظام بر هم می‌خورد و صداهای اضافه و سوت‌های خاصی میان صداهای قلبی اضافه می‌شوند. به عنوان مثال صدای اول را مربوط به بسته شدن دریچه‌های بین دهلیزها و بطن‌ها و صدای دوم را مربوط به بسته شدن دریچه‌های آئورت و ریوی در نظر بگیرید. حال اگر بین صداهای اول و دوم صدای سوت مانند شنیده شود یعنی این احتمال وجود دارد که خون از دریچه نارسای میترال یا سه لتی در حال برگشت به عقب است. و یا از دریچه تنگ آئورت و ریوی به جلو رانده می‌شود. این صداها که در زبان فرانسوی به آن سوفل می‌گویند با توجه به شدت، فرکانس، کیفیت، مدت و موقعیت زمانی آن‌ها نسبت به انبساط و انقباض قلب (سیستول و دیاستول) تعریف می‌شوند و نشانه بیماری خاص هستند.

اجزاء دستگاه

گوشی پزشکی سه قسمت عمده دارد. قسمت اول گوشی روی بدن فرد قرار می‌گیرد و پرده دیافراگم یا قسمت زنگوله‌ای آن ارتعاشات بدن را تبدیل به ارتعاشات صوتی کرده و کمی تشدید می‌نماید.

سپس صوت حاصل وارد لوله یا لوله‌های هدایت کننده صدا شده و در نهایت از طریق کوشی‌های مخصوصی وارد گوش پزشک می‌گردد. گوشی‌های پزشکی انواع و اقسام گوناگونی دارند اما گوشی‌های لیتمن آمریکایی و ریشتر آلمانی از شهرت بیشتری برخوردار می‌باشند. قسمت دیافراگمی گوشی (که سطح بیشتری دارد) به صورت معمول برای گوش دادن صداهای مختلف بدن به کار می‌رود.

قسمت زنگوله‌ای (که عملاً پرده‌ای ندارد) فقط در مواردی به کار می‌رود که صدای آن اندام از بمی خاصی برخوردار است و باید با استفاده از قسمت زنگوله‌ای این کیفیت را تشدید کرد.

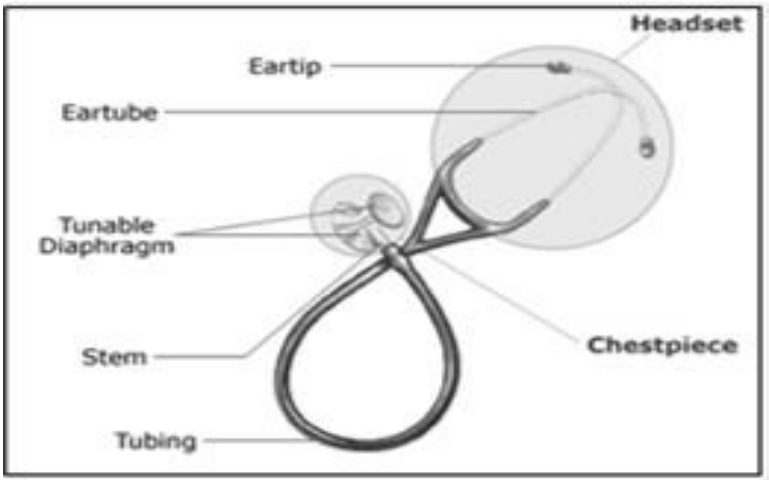
موارد کاربرد

پزشک باید توانایی تفکیک دقیق صداهای مختلف قلبی را از یکدیگر داشته باشد تا با حداقل امکانات بیشترین بهره از معاینه ساده حاصل شده و اقدامات مورد نیاز برای کمک به بیمار صورت گیرند. این نکته را باید در نظر داشت که بیشترین ارزش تشخیصی شنیدن صداهای قلب در ناهنجاری‌های مادرزادی، مشکلات دریچه‌ای قلب، بی‌نظمی‌ها و نارسایی قلب می‌باشد و در مراحل حاد سکته قلبی ممکن است تغییر خاصی در صداهای قلبی ایجاد نشود.

ساختار داخلی گوشی پزشکی

یک گوشی پزشکی از قسمت‌های مختلفی به صورتی که در شکل زیر نشان داده شده، تشکیل شده است.

مجموعه مربوط به سر (Headset)، از نوک گوشی (Ear tip) که بخشی است که وارد گوش‌ها می‌شود و لوله گوش (Ear tube)) که نوک گوشی به آن متصل است، تشکیل یافته است.



شکل ١٦٤- ساختار داخلی یک گوشی پزشکی

در مجموعه مربوط به قفسه سینه (Chest Piece)، از یک دیافراگم یا تنظیم پذیر (Tunable Diaphragm) و یک میله اتصال، مانند ساقه (Stem) تشکیل شده است.

یک لوله بدون درز (tubing) نیز برای اتصال دو بخش مربوط به سر و قفسه سینه بکار گرفته می‌شود.

انواع گوشی‌های پزشکی

- **گوشی پزشکی آکوستیکی**

نمونه‌های آکوستیک گوشی‌های پزشکی متداول‌ترین و شناخته شده‌ترین نمونه‌های گوشی‌های پزشکی هستند.

شکل ۱۶۵- نمایی از گوشی پزشکی آکوستیکی

اصول عملکرد این گوشی‌ها بر اساس انتقال صدای شنیده شده از قفسه‌ی سینه به سمت گوش شنونده و از طریق لوله‌هایی است که از هوا پر شده‌اند.

- **گوشی پزشکی الکترونیکی:**

یکی از معایبی که می‌توان برای گوشی‌های آکوستیکی در نظر گرفت تقویت ناچیز صداهای داخلی بدن می‌باشد. در مقایسه با گوشی‌های آکوستیکی، گوشی‌های الکترونیکی در پشت سنسور تشخیص صدا دارای تقویت کننده‌ای هستند که موجب ارسال واضح‌تر و قدرتمندتر صداهای داخلی بدن به گوش شنونده می‌شود. این سنسورها عمدتاً از جنس پیزوالکتریک هستند. مشکلی که به طور معمول در حین استفاده از این گوشی‌ها به وجود می‌آید ایجاد نویز و تداخل امواج بر روی گیرنده است.

شکل ۱٦٦- نمایی از گوشی پزشکی الکترونیکی

برای حذف این امواج ناخواسته نیاز به استفاده از فیلترهایی مطرح می‌شود که منجر به حذف بخشی از صدا می‌شوند. از این رو این گوشی‌ها به اندازه نمونه‌های آکوستیک رایج نیستند. با توجه به این نکته که انتقال صدا در این گوشی‌ها به صورت الکترونیکی انجام می‌گیرد نمونه‌های بی‌سیم آن‌ها نیز موجود می‌باشند.

- **گوشی پزشکی جنین**

این نوع گوشی‌ها نیز آکوستیکی بوده و شکل شیپور مانند دارند.

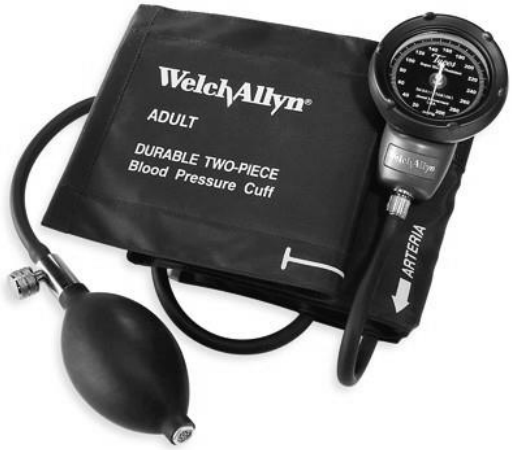
این گوشی‌ها روی شکم مادر قرار گرفته و صدای قلب جنین را شناسایی کرده و از طریق لوله به گوش شنونده هدایت می‌کند.

شکل ۱۶۷ - نمایی از گوشی پزشکی جنین

قلب و تنفس اطفال، صدای ضعیف‌تر و با فرکانس بالاتر تولید می‌کند. پس دیافراگم کوچک‌تر و لوله‌های نازک‌تر انتخاب می‌شود.

فشارسنج (Sphygmomanometer)

فشارسنج پزشکی وسیله‌ایست که برای اندازه‌گیری فشار سیستولی و فشار دیاستولی خون بکار برده می‌شود. فشارسنج پزشکی انواع و اقسام بسیاری دارد اما دو نوع جیوه‌ای و عقربه‌ای نسبت به دیگر انواع بیشترین کاربرد را دارند.



شکل ۱۶۸ - نمایی از فشارسنج عقربه ای مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

نوع جیوه‌ای دارای دستگاهی با ابعاد بزرگ‌تر است و از روی ارتفاع ستون جیوه می‌توان فشار خون بیمار را مشخص نمود. در حالی که در نوع عقربه‌ای، صفحه‌ای مانند کیلومتر شمار اتومبیل وجود

دارد که محل عقربه روی این صفحه فشار خون سیستولی و دیاستولی را نشان می‌دهد. فشارسنج جیوه‌ای دقیق‌تر و سودمندتر از دیگر انواع فشارسنج‌ها بوده و دوام بیشتری دارد، ولی به علت حجم بالا و دشواری جابجایی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فیزیولوژی

- **تعریف فشار خون**

خون برای جریان یافتن در شریان‌های بدن و انتقال مواد غذایی به اعضا و بافت‌های مختلف، نیازمند نیرویی است که فشار خون نامیده شده و مولد آن قلب است. قلب به طور مداوم خون را به درون دو شریان عمده بدن، آئورت و شریان ششی، پمپ می‌کند. از آنجا که پمپاژ خون توسط قلب به داخل شریان‌ها باعث ایجاد نبض می‌شود، فشار خون شریانی بین دو سطح حداکثر و حداقل در نوسان است. سنجش فشار خون غالباً از طریق شریان بازویی انجام می‌گیرد و در این دو سطح اندازه‌گیری می‌شود. زمانی که قلب منقبض می‌شود، فشار خون به حداکثر مقدار خود می‌رسد. این سطح را فشار حداکثر یا سیستولی می‌نامند. سطح حداقل یا دیاستولی در زمان استراحت قلب که فشار خون به حداقل مقدار خود می‌رسد، بدست می‌آید. دو سطح فشار خون به صورت دو عدد کنار هم یا به صورت کسر بر حسب میلی‌متر جیوه نشان داده می‌شوند، به عنوان مثال ۱۲۰/۸۰، که عدد بزرگ‌تر (۱۲۰) معادل فشار حداکثر و عدد کوچک‌تر (۸۰) معادل فشار حداقل است.

فشار خون به دو عامل مهم بستگی دارد؛ عامل اول برون‌ده قلب است، که به مقدار خونی گفته می‌شود که قلب در واحد زمان (برحسب دقیقه) به درون آئورت پمپ می‌کند. عامل دیگر، مقاومت رگ است؛ که مقاومتی است که در رگ‌ها و در مسیر خروج خون از قلب به وجود می‌آید.

رابطه بین این عوامل به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

مقاومت رگ × برون ده قلب = فشار خون

علاوه بر مقاومت رگ و برون‌ده قلبی، عوامل مختلفی در طول روز بر فشار خون تأثیرگذار هستند. از جمله این عوامل می‌توان وضعیت بدن، فعالیت مغز، فعالیت گوارشی، فعالیت عضلانی، تحریکات

عصبی، تحریکات دردناک، مثانه پر و عوامل محیطی همچون دمای هوا و میزان صدا، مصرف دخانیات، الکل، قهوه و دارو را نام برد.

تقسیم بندی فشار خون

فشار خون مطلوب: فشار ماکزیمم کمتر از ۱۲۰ میلی‌متر جیوه و فشار مینیمم کمتر از ۸۰ میلی‌متر جیوه

فشار خون طبیعی: فشار ماکزیمم کمتر از ۱۳۰ میلی‌متر جیوه و فشار مینیمم کمتر از ۸۵ میلی‌متر جیوه

فشار خون کمی بالاتر از طبیعی: فشار ماکزیمم بین ۱۳۰ تا ۱۴۰ میلی‌متر جیوه یا فشار مینیمم بین ۸۵ تا ۹۰ میلی‌متر جیوه

فشار خون بالا: فشار ماکزیمم ۱۴۰ میلی‌متر جیوه و بیشتر یا فشار مینیمم ۹۰ میلی‌متر جیوه و بیشتر

اهمیت اندازه‌گیری فشار خون

فشار خون بالا یکی از عوامل خطرساز در بیماری‌های عروق کرونر قلب (عروق تغذیه کننده قلب) است و به اعضای حیاتی مهم همچون مغز، قلب، کلیه و چشم آسیب جدی می‌رساند. اگر فشار خون بالا به درستی تشخیص داده شده و درمان شود، می‌توان از بسیاری از عوارض آن پیشگیری نمود.

انواع فشارسنج

- **فشارسنج جیوه‌ای**

این نوع فشارسنج مهم‌ترین استاندارد اندازه‌گیری فشار خون شناخته می‌شود. در این دستگاه‌ها، یک ستون جیوه مثل دستگاه دماسنج وجود دارد که فشار را نشان می‌دهد.احتمال درست کار نکردن این دستگاه خیلی کم است. ستون جیوه تنها چیزی است که در آن حرکت می‌کند. هنگام خواندن فشار، باید به اعدادی دقت شود که در دو طرف ستون جیوه ارائه شده‌اند. با این‌حال، استفاده از فشارسنج جیوه‌ای رو به کاهش است، چون جیوه سمی است و می‌تواند محیط را آلوده کند.

شکل ۱۶۹- نمایی از فشارسنج جیوه ای مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

- **فشارسنج عقربه‌ای**

بعضی از دستگاه‌های فشارسنج عقربه‌ای هستند. فشارسنج عقربه‌ای وسیله‌ای است فنردار که با استفاده از فشار هوا عقربه‌ای را روی صفحه مُدرجی حرکت می‌دهد که هر درجهٔ آن نشانگر یک میلی‌متر جیوه است. این نوع فشارسنج ارزان و حملش نسبت به نوع جیوه‌ای راحت‌تر است.

شکل ۱۷۰- نمایی از فشارسنج عقربه ای مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

- **فشارسنج دیجیتال**

از آنجا که در موارد نادر دستگاه‌های دیجیتالی و خودکار فشارخون را اشتباه محاسبه می‌کنند، همیشه ترجیح داده می‌شود که از فشارسنج جیوه‌ای استفاده شود و استفاده از دستگاه‌های دیجیتالی تنها برای بیمارانی توصیه می‌شود که توانایی استفاده از این وسایل استاندارد را ندارند.

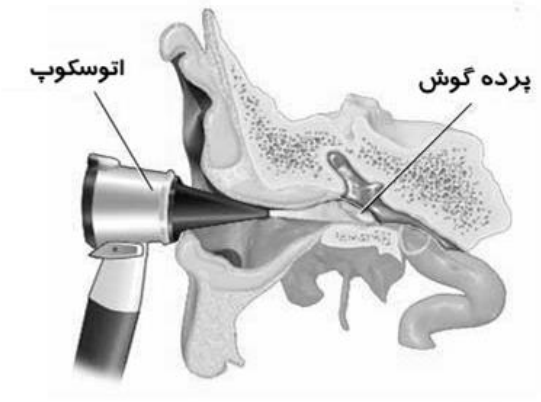
شکل ۱۷۱- نمایی از فشارسنج دیجیتال مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

اتوسکوپ (Otoscope)

نام وسیله‌ای پزشکی است که برای مشاهده داخل گوش مورد استفاده قرار می‌گیرد. پزشکان این وسیله را به منظور غربالگری برخی بیماری‌ها در معاینات دوره‌ای معمول و یا بررسی برخی شکایات مرتبط با سیستم شنوایی بکار می‌برند. با کمک اتوسکوپ می‌توان گوش خارجی و میانی را مورد معاینه قرار داد.

شکل ۱۷۲- نمایی از دستگاه اتوسکوپ مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

اتوسکوپ شامل دو بخش «دسته» و «سر» است. «سر» از یک منبع الکتریکی تولید نور و یک عدسی با قدرت بزرگ‌نمایی کم تشکیل شده است. در انتهای قدامی این وسیله نیز ناحیه‌ای به منظور اتصال یک اسپکولوم پلاستیکی برای ورود به داخل مجرای گوش در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۷۳- مشاهده پرده گوش توسط اتوسکوپ

موارد کاربرد

وقتی بیماری از درد گوش شکایت دارد برای تشخیص اینکه علت درد، عفونت گوش است و یا از ناراحتی‌های اعضای مجاور است، معاینه گوش الزامی است، بدلیل اینکه مجرای گوش تنها پنجره‌ای‌ست که به گوش میانی باز می‌شود و خصوصیات و ظاهر و عملکرد پرده صماخ اطلاعات مهم و با ارزشی در مورد بیماری‌های احتمالی گوش میانی در اختیار می‌گذارد.

انواع اتوسکوپ

دریچه عدسی به صورت متحرک و قابل جداسازی بوده که به وسیله آن می‌توان برخی از ابزار معاینه را با هدایت اتوسکوپ به مجرای گوش وارد نمود. از این خاصیت به عنوان مثال، در خارج کردن ترشحات گوش (سرومن) استفاده می‌شود. برخی دیگر از مدل‌ها، دارای محلی به منظور وارد کردن هوا از طریق اسپکولوم به داخل مجرا برای ارزیابی میزان تحرک پرده تمپان می‌باشند. بسیاری از اتوسکوپ‌های مورد استفاده در مطب‌ها، از نوع ثابت بوده، در حالی که برخی نیز قابل حمل

هستند. انواع ثابت با کمک یک رابط به منبع الکتریسیته متصل می‌شوند، در شرایطی که انواع قابل حمل، اغلب حاوی باتری‌های قابل شارژ هستند.

اتوسکوپ‌ها می‌توانند بدون نیاز به کارگذاری اسپکولوم، جداگانه برای معاینه بینی نیز مورد استفاده قرار گیرند.

لارنگوسکوپ (Laryngoscope)

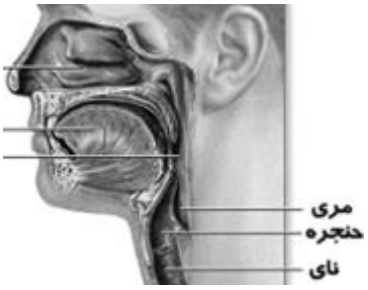
لارنگوسکوپ (Laryngoscope) از دو کلمه Laryngo (Larynx) به معنی حنجره و scope به معنی نمایش یا نشان دادن است و در کل به معنی وسیله‌ای جهت دیدن حنجره (خشک نای) است.

شکل ۱۷٤- نمایی از دستگاه لارینگوسکوپ مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

لارنگسکوپ برای معاینه حلق و حنجره به کار می‌رود و به عبور یک لوله داخل تراشه از نای کمک می‌کند. این وسیله از یک دسته که دارای باتری‌هاست و یک تیغه که دارای لامپ نور است، تشکیل شده است. هنگامی که تیغه باز شده و برای استفاده در محل قفل می‌شود، چراغ روشن می‌گردد. تیغه‌ها در شکل‌ها و اندازه‌های مختلفی برای تطبیق با نیازهای مختلف موجود هستند، مثلاً برای استفاده در بزرگ‌سالان یا کودکان.

آناتومی و فیزیولوژی حنجره

حنجره (Larynx) قسمتی از راه هوائی است که بین دهان و نای (Trachea) قرار دارد و به عنوان "تارهای صوتی "نیز شناخته شده است. زمانی که بیمار به تنفس مصنوعی نیاز دارد، یک لوله به نام "لوله داخل شونده به نای" از طریق دهان یا بینی، وارد نای می‌شود. وقتی لوله کاملاً درون نای قرار گرفت، پزشک با استفاده از لارنگوسکوپ، زبان را به آرامی به سمت بالا هدایت می‌کند تا بتواند از درستی مسیر لوله و هدایت صحیح لوله به سمت ریه‌ها اطمینان حاصل کند.



شکل ۱۷۵ - آناتومی حنجره

نحوه کارکرد دستگاه

لارنگوسکوپ شامل یک دسته و یک تیغه است. تعدادی باتری در دسته آن قرار داده شده است که در برخی انواع آن، قابل شارژ هستند. یک لامپ نوری کوچک نیز بر روی دسته یا تیغه قرار دارد. لارنگوسکوپ‌هائی که لامپ بر روی آن‌ها قرار دارد، یک مسیر فیبر نوری ظریف از لامپ به انتهای تیغه کشیده شده است. هنگامی که لارنگوسکوپ در ناحیه مورد نظر قرار گرفت، لامپ روشن می‌شود. تیغه درون دهان قرار داده می‌شود و پزشک می‌تواند حرکت انتهای تیغه تا رسیدن به حنجره را مشاهده کند .تیغه لارنگوسکوپ اندازه‌های متفاوتی دارد که برای افراد بالغ، کودکان و نوزادان قابل تغییر است. در اکثر مواقع اندازه‌های مختلف تیغه به همراه یک دسته در یک مجموعه عرضه می‌شود

موارد کاربرد

یکی از موارد استفاده لارنگوسکوپ لوله گذاری است.

شکل ۱۷۶ - لوله گذاری توسط لارینگوسکوپ

انواع لارنگوسکوپ

لارنگوسکوپ‌ها از نظر ساختار داخلی نور رسانی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- **لارنگوسکوپ استاندارد**

در این نوع لارنگوسکوپ چراغ روی تیغه قرار دارد.

شکل ۱۷۷ - نمایی از دستگاه لارینگوسکوپ استاندارد مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

- **لارنگوسکوپ فایبر اپتیک (فیبر نوری)**

شکل ۱۷۸- نمایی از لارینگوسکوپ فایبراپتیک مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

در لارنگوسکوپ‌های فایبر اپتیک لامپ درون هندل قرار دارد و نور تولید شده، توسط فیبرهای نوری که روی تیغه قرار دارند به نوک تیغه منتقل می‌شود.

مزیت‌های لارنگوسکوپ فایبر اپتیک نسبت به لارنگوسکوپ استاندارد

۱- فیبر نوری نور را با شدت و تمرکز بیشتری در اختیار پزشک قرار می‌دهد.

۲- به علت نداشتن اتصالات الکتریکی (لامپ) در هد، این قسمت قابل اتوکلاو می‌باشد.

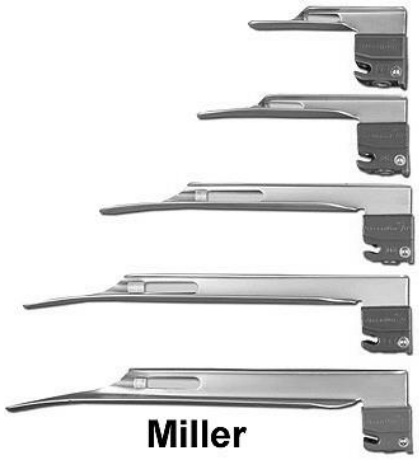
۳- به علت نداشتن اتصالات الکتریکی (لامپ) در هد، این قسمت آسیب نمی‌بیند و خراب نمی‌شود.

- **تیغه‌ها نیز از نظر شکل به دو دسته تقسیم می‌شوند:**

۱- تیغه‌های منحنی (macintosh)

شکل ۱۷۹- تیغه منحنی (Macintosh) دستگاه لارینگوسکوپ

۲- تیغه‌های صاف (miller)



شکل ۱۸۰- تیغه منحنی (Miller) دستگاه لارینگوسکوپ

افتالموسکوپ (Ophthalmoscope)

افتالموسکوپ دستگاهی است که برای معاینه قسمت‌های میانی چشم و شبکیه مورد استفاده قرار می‌گیرد . این وسیله جهت تعیین سلامتی شبکیه و زجاجیه استفاده می‌شود.

شکل ۱۸۱- نمایی از افتالموسکوپ مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

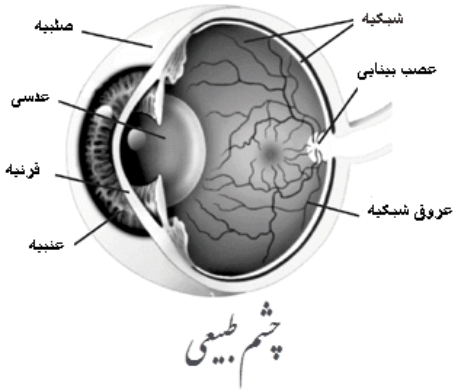
با این وسیله، معاینه کننده از طریق سوراخ مردمک می‌تواند سطح شبکیه چشم و اجزای آن را بررسی کند. به عبارت دیگر با آن بیماری‌های سطح خلفی چشم بررسی می‌شود. افتالموسکوپ همچنین گاهی فاندوسکوپ نیز نامیده می‌شود و شامل: یک سری آینه‌ها (آینه مقعر)، لنزهایی برای بزرگ نمایی، نوری شفاف و صفحات دیسک مانندی جهت تنظیم سطوح مختلف دید توسط پزشک است.

- **آناتومی و فیزیولوژی چشم**

کار اصلی چشم آن است که نورهایی را که از خارج دریافت می‌کند طوری روی پرده شبکیه متمرکز کند که تصویر دقیقی از شیء مورد نظر روی پرده شبکیه ایجاد شود. شبکیه این تصاویر را به صورت پیام‌های عصبی به مغز ارسال می‌کند و این پیام‌ها در مغز تفسیر می‌شوند. بنابراین برای واضح دیدن، قبل از هر چیز لازم است که نور به طور دقیق روی پرده شبکیه متمرکز شود .

ساختمان چشم شبیه یک کره است. در قسمت جلوی این کره یک پنجره شفاف به نام قرنیه وجود دارد. نور از محیط خارج وارد قرنیه شده پس از عبور از مردمک به عدسی می‌رسد. عدسی نور را به صورت دقیق روی شبکیه متمرکز می‌کند تا تصویر واضحی بر روی شبکیه ایجاد شود .

برای آنکه اشیاء به صورت دقیق و واضح دیده شوند لازم است مسیری که نور در چشم طی می‌کند شفاف باشد و قرنیه و عدسی نور را درست روی شبکیه متمرکز کنند .



شکل ۱۸۲ - آناتومی چشم

- **عصب بینایی**

عصب بینایی که رابط کره چشم و مغز می‌باشد از عقب کره چشم خارج می‌شود و از طریق سوراخی در استخوان پروانه‌ای جمجمه به مغز می‌رسد. این عصب پیام‌های بینایی را به مغز ارسال می‌کند و این پیام‌ها در مغز تفسیر می‌شوند .

- **عضلات چشم**

برای آنکه ما بتوانیم اشیاء را در جهات مختلف ببینیم لازم است بتوانیم چشم را در جهات مختلف بالا، پایین، چپ و راست بچرخانیم. حرکات کره چشم در هر چشم به وسیله ۶ عضله کوچک که به اطراف کره چشم می‌چسبد کنترل می‌شود. بیماری این عضلات و یا عدم هماهنگی آن‌ها می‌تواند به انحراف چشم یا لوچی منجر شود.

نحوه عملکرد

نور تولید شده توسط لامپ، از تعدادی لنز عبور کرده و پس از برخورد با آیینه به سمت چشم منحرف می‌شود. نور درخشان به درون چشم (شبکیه) فرد بیمار تابیده می‌شود و نور بازتابی از بالای آیینه عبور کرده و به چشم دکتر می‌رسد. عدسی چشم بیمار همانند یک ذره بین درونی کار می‌کند. پزشک می‌تواند توسط افتالموسکوپ بیشتر ناهنجاری‌های چشم را تشخیص دهد، زیرا فشار افزایش

یافته درون جمجمه (برای مثال به علت تومور مغزی) می‌تواند تغییر چشمگیری در درون چشم به وجود آورد.

موارد کاربرد دستگاه

در بیماران مبتلا به سردرد، علامت کلیدی در فعالیت چشمی یافتن دیسک‌های بینایی متورم است که معمولاً با افزایش فشار درون جمجمه‌ای همراه است (papolledema) و به افزایش فشار داخل جمجمه‌ای (ICP) ناشی از: هیدروسفالی (حالتی که با تجمع مایع مغزی نخاعی در جمجمه مشخص شده و همراه با بزرگ شدن سر، آتروفی مغز، ضعف قوای عقلانی و تشنج است)، افزایش فشار داخل جمجمه‌ای خوش‌خیم یا تومورهای مغزی است. در بیماران مبتلا به آب سیاه فرورفتگی دیسک بینایی دیده می‌شود.

در بیماران مبتلا به دیابت شیرین، افتالموسکوپی (هر ۶ ماه تا یک سال یک بار) غربالگری و تشخیص به موقع رتینوپاتی (هر نوع بیماری غیر التهابی شبکیه) ناشی از دیابت که علل مهم از دست دادن بینایی هستند، الزامی است. این عارضه را می‌توان در مراحل اولیه توسط درمان شبکیه با لیزر، برطرف کرد.

انواع افتالموسکوپ

سه نوع افتالموسکوپ وجود دارد:

مستقیم و غیر مستقیم و Slit-lamp .

- **افتالموسکوپ مستقیم**

افتالموسکوپ مستقیم از نظر اپتیکی بسیار ساده است و به طور دستی استفاده می‌شود.

در این حالت، شبکیه مستقیماً قابل مشاهده است. نور مستقیمی از طریق قرنیه به درون چشم برای دیدن پشت کره چشم، تابانده می‌شود.این افتالموسکوپ از یک نور لاش کوچک و منبع نور همراه با تعداد زیادی لنز چرخشی با قابلیت بزرگنمایی در حدود ۱۵ تشکیل شده است و اغلب در معاینات ساده استفاده می‌شود.

شکل ۱۸۳ - مشاهده چشم توسط دستگاه لارینگوسکوپ

- **افتالموسکوپ غیرمستقیم**

این افتالموسکوپ، از یک چراغ که به دور سر بسته می‌شود و یک لنز دستی کوچک، تشکیل شده است. افتالموسکوپ غیرمستقیم با میدان دید وسیع، امکان بررسی بهتر و واضح تر عمق چشم را، حتی با وجود آب مروارید، فراهم می کند. افتالموسکوپ غیرمستقیم ممکن است تک چشمی یا دو چشمی باشد.

شکل ۱۸٤ - نمایی از افتالموسکوپ غیر مستقیم مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

در نوع غیرمستقیم، بیمار می‌تواند در حالت‌های خوابیده یا نیمه نشسته قرار بگیرد. در این ابزار نور بسیار روشنی به چشم تابانده می‌شود که البته می‌تواند ناراحت کننده باشد اما دردناک نیست.

- **افتالموسکوپ Slit- lamp**

این دستگاه در جلوی چشم بیمار قرار می‌گیرد. به علاوه لنزهای آن در نزدیکی چشم جای می‌گیرند و این امکان را به پزشک می‌دهد که قسمت قدامی چشم (فوندوس) را نیز معاینه کند. این مدل، مزایای دید سه بعدی، همراه با بزرگنمایی افتالموسکوپی مستقیم را دارد. میدان دیدی را که این مدل تأمین می‌کند گسترده‌تر از افتالموسکوپ مستقیم است اما به اندازه افتالموسکوپ غیرمستقیم نیست.

شکل ۱۸۵- نمایی از Slit-lamp

نتایج غیر نرمال معاینه، می‌توانند شامل هر گونه بیماری چشم مانند زجاجیه کدر، شبکیه جدا شده، مشکلات عصب بینایی، و تغییرات ناشی از آب سیاه باشند.

از آنجا که با این تست می‌توان بسیاری از بیماری‌های جدی را در مراحل اولیه تشخیص داد، افتالموسکوپ به عنوان یک تست با ارزش شناخته می‌شود و دقت آن تا ۹۰-۹۵ درصد تخمین زده می‌شود. همچنین عوارض دیگر بیماری‌های خونی و قلب، بیماری‌های مغز و دیابت را نیز مشخص می‌دهد.

چراغ پیشانی (Head Light)

نور در عملیات پزشکی از اهمیت و حساسیت بالایی برخوردار است که باید مشخصاتی چون روشنایی مناسب (لوکس بالا)، سرد بودن و قابلیت تنظیمات مختلف را دارا باشد. چراغ‌های معاینه پیشانی و پرتابل دروازه نیازهای پزشکی به نور را درنوردیده است و محصولاتی فوق‌العاده مطابق با نیازهای درمانی را ارائه می‌نمایند. همه آن‌ها دارای نور سفید، همگن، و سرد با قابلیت تنظیم پارامترهای مختلف و لوکس بالا هستند.

شکل ۱۸۶- نمایی از چراغ پیشانی مارک Welch Allyn از شرکت عرشیاگستر تجارت امروز

چراغ‌های پیشانی با وزن بسیار سبک دارای قابلیت تنظیم همزمان ارتفاع، زاویه و نیز تغییر قطر سایه روشن بوده و می‌توانند به انواع لوپهای دوچشمی و منبع نور ثابت یا متحرک متصل شوند.

چراغ‌های پرتابل نیز ضمن داشتن مشخصات ویژه نوری در انواع دیواری، پرتابل و قابل نصب روی میز یا تخت ساخته و ارائه می‌شوند.

۱۲

فصل دوازدهم

تجهیزات آزمایشگاهی

تجهیزات آزمایشگاهی

فور یا OVEN

اساس کار این دستگاه بر ضد عفونی و استریل نمودن تجهیزات مورد نظر بوسیله حرارت غیر مستقیم خشک استوار است. فور برای استریل کردن تجهیزاتی استفاده می‌شود که می‌توانند دمای بالای ۱۸۰- ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کنند.

شکل ۱۸۷- دستگاه فور

این دستگاه دارای بدنه فولادی، فن، زمان سنج، حرارت سنج، تنظیم کننده درجه حرارت، ترموستات و سیستم ارت است. در این دستگاه در ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۲ ساعت، در ۱۷۱ درجه سانتی‌گراد در مدت ۱ ساعت، در ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۳۰ دقیقه و در ۱۹۱ درجه سانتی‌گراد در مدت ۶ تا ۱۰ دقیقه وسایل استریل می‌شوند. به مورد اخیر Rapid Heat Transfer گویند.

با فور می‌توانیم، سوزن‌ها، تیغ، قیچی، نوک الکتروکوتر، مته‌ها، اره‌های جراحی را استریل کرد. فور وسیله ارزانی است و سبب خوردگی، زنگ‌زدگی و کند شدن لبه‌های برنده وسایل فلزی نشده و از طرفی موجب تغییر رنگ و سوختن کاغذ و پارچه از ابزار حساس به حرارت می‌شود. برای کنترل عملکرد فور، بایستی هر روز واشر نسوز آن را بازدید کرده و صحت عمل حرارت سنجش را کنترل نماییم. در پایان کار با فور، تا درجه حرارت به زیر ۵۰ درجه سانتی‌گراد نرسیده نباید در دستگاه را باز کنیم، زیرا به علت اختلاف دما، آلودگی هوای بیرون به وسایل داخل دستگاه سرایت می‌کند.

اتوکلاو

اتوکلاو (Autoclave) از دو کلمه Auto به معنی خودکار و clave به معنی قفل شونده تشکیل شده است و در کل به معنی دستگاه خود قفل شونده برای استریل مواد، توسط بخار تحت فشار است. حرارت مرطوب، مؤثرترین، متداول‌ترین و قابل اعتمادترین روش برای استریل کردن است. اتوکلاو دستگاهی است که با استفاده از عوامل دما، بخار، فشار و زمان، عمل می‌کند. این دستگاه برای استریل کردن مواد و تجهیزات در آزمایشگاه توسط فشار شدید بخار در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ یا ۲۰ دقیقه است این زمان بستگی به نوع ماده و محتوای اتوکلاو دارد.

شکل ۱۸۸- دستگاه اتوکلاو

در این دستگاه، بایستی "هوا" با "بخار" جابجا شود. این جابجایی یا با نیروی ثقل (Gravity) صورت می‌گیرد و یا با مکش پمپ. اگر هوای داخل دستگاه کاملاً تخلیه نشود، به علت اختلاف وزن مخصوص هوا و بخار، درجه حرارت به حد مطلوب نخواهد رسید.

اتوکلاوها عموماً توسط فشار تنظیم می‌شوند. به عنوان مثال در بخار خالص (درجه اشباع ۰/۸تا ۱) با فشار ۲,۵ بار، دمای بخار باید ۱۳۴ درجه سانتی‌گراد باشد. پمپ خلاء در آغاز مراحل استریلیزاسیون

با ایجاد مکش، هوای داخل محفظه را تخلیه کرده و سپس بخار وارد دستگاه می‌شود. این دستگاه دارای یک مخزن فولادی ضد زنگ، ضد اسید و باز و ضد مغناطیس، درب فولادی با واشر نسوز، قفل ایمنی، شیرهای آب و بخار، صافی‌های هوا و بخار، سوپاپ اطمینان، فشارسنج، حرارت سنج، زمان سنج و سیستم ارت می‌باشد و حجمش از ۵ لیتر تا بیش از ۱۰۰۰ لیتر متفاوت است.

اکثر اتوکلاوها به دو محدوده می‌رسند:

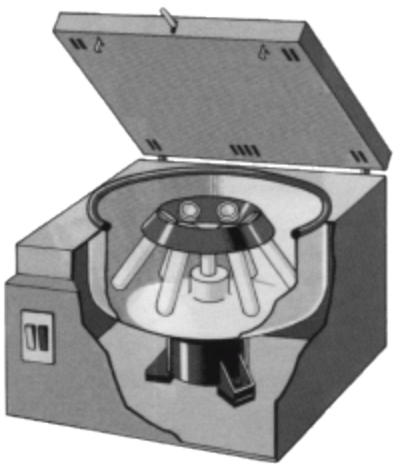
الف- محدوده پائین ۱۲۳-۱۲۱ درجه سانتی‌گراد در فشار ۱,۵ بار

ب- محدوده بالا ۱۳۴-۱۳۲ درجه سانتی‌گراد در فشار ۲,۵ بار

با اتوکلاو می‌توان البسه، ظروف شیشه‌ای، ابزار جراحی و سایر تجهیزات حساس به حرارت خشک را استریل نمود.

سانتریفوژ

بنای اصلی سانتریفوژ، اصل گریز از مرکز است که یکی از اصول فیزیک دوران محسوب می‌شود. در واقع سانتریفوژ توسط نیروی گریز از مرکز می‌تواند باعث تفکیک دو مایع با تراکم متفاوت شود که این مایعات می‌تواند مایعات بدن باشد (مانند خون، سرم و ادرار). سانتریفوژ با ایجاد نیرویی چند برابر نیروی جاذبه، باعث افزایش سرعت طبیعی جدایی ذرات با تراکم متفاوت می‌شود.



شکل ۱۸۹- دستگاه سانتریفوژ

در شکل ساده سانتریفوژ یک چرخنده فلزی است با حفره‌هایی که در آن نمونه‌های مورد نظر قرار داده می‌شود و دارای موتوری است که با سرعت انتخاب شده می‌چرخد.

دستگاه‌های اسپکتروفتومتر

اسپکتروفتومتر دستگاهی است برای اندازه‌گیری غلظت مایعات که از ۲ قسمت اسپکترومتر و فوتومتر تشکیل شده است. اسپکترومتر نور ثابت با طول موج دلخواه بوجود می‌آورد پس از عبور نور از محلول، نور باقی مانده به قسمت فتو متر می‌رود. فتومتر نور را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کند سپس پردازش می‌کند تا کمیت مورد نظر بدست آید.

شکل ۱۹۰ - دستگاه اسپکتروفتومتر

این دستگاه نور سفید را توسط منبع نوری از یک محفظه همگرا عبور می‌دهد سپس به یک منشور برخورد می‌کند و بعد از برخورد با آینه، آینه نور را به ظرف محلول فرستاده و بعد از عبور از محلول به سمت فتوسل می‌رود و با عبور از آمپلی‌فایر، مقایسه گر، محاسبه گر نتیجه بدست آمده را بر روی مانیتور ظاهر می‌نماید.

اتوآنالایزر

دستگاه اتوآنالایزر، ترکیب‌های شیمیایی خون را اندازه گرفته و روی نمودار، نمایش می‌دهد. این کار به وسیله مخلوط کردن، واکنش معرف و اندازه‌گیری رنگ سنجی در حضور جریان مداوم انجام می‌شود.

اساس کار دستگاه

اساس سنجش‌های این دستگاه روش اسپکتروفتومتری است بدین ترتیب که پس از جداسازی سرم خون، معرف مورد نظر (یک محلول مشخص تحت عنوان معرف) به سرم اضافه می‌شود و ترکیب نهایی به رنگ خاص درمی آید. با توجه به قانون بییر مبنی جذب انتخابی نور توسط مواد مختلف، نوری با رنگ مکمل رنگ ترکیب نهایی را از آن عبور داده و میزان جذب نور را اندازه‌گیری

می‌کند سپس آن را با میزان جذب نور استاندارد مقایسه و به نسبت آن مقدار ترکیب مورد نظر را با عدد اعلام می‌کند.

شکل ۱۹۱- نمای داخلی از دستگاه اتوآنالایزر

اتوآنالایزر دستگاه آزمایشگاهی است که با کمترین دخالت آزمایشگر مواد شیمیایی مختلف را در چندین نمونه بیولوژیکی اندازه‌گیری می‌کند.

انواع اتوآنالایز

- **اتو آنالایزر Batch**

اتوآنالایزر بچ در هر بار استفاده یک آزمایش از نمونه‌های چیده شده انجام می‌دهد

- **اتوآنالایزر multi batch**

اتوآنالایزر مولتی بچ آزمایشات برنامه ریزی شده را به ترتیب آزمایش انجام می‌دهد

- **اتوآنالایزر Random access**

اتوآنالایزر راندوم آزمایشات برنامه ریزی شده را به ترتیب نمونه انجام می‌دهد.

سل کانتر (Cell Counter)

دستگاه‌های سل کانتر یکی از پرکاربردترین و اصلی‌ترین تجهیزات آزمایشگاهی هستند. با این دستگاه می‌توان تعداد گلبول‌های قرمز(RBC)، گلبول‌های سفید (WBC) و پلاکت‌ها را اندازه گیری کرد. علاوه بر این برخی از این دستگاه‌ها قابلیت اندازه گیری هموگلوبین، هماتوکریت ((MCV، MCH، MCHC، مرفولوژی گلبول‌های قرمز را نیز دارند و تعداد اندکی از آن‌ها شمارش افتراقی سلول‌های سفید (شمارش تعداد لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و گرانولوسیت‌ها) را انجام می‌دهند.

وظیفه گلبول‌های قرمز انتقال اکسیژن و دی اکسید کربن بین بافت‌ها و ریه‌ها است. شمارش RBC، تعداد گلبول‌های قرمز را در یک میکرولیتر از خون نشان می‌دهد. پارامتر دیگر، HCT است که حجم سلول‌های خون را نسبت به حجم کل خون نمونه، بیان می‌دارد. سل کانترهای الکترونیکی که مشخصات خون را اندازه گیری می‌کنند به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: گروه اول در هنگام عبور خون از مقابل یک منفذ، تغییرات امپدانس الکتریکی محلول را اندازه‌گیری می‌کنند و گروه دوم، بر مبنای شکست نور در اثر عبور سلول خون کار می‌کنند.

شکل ۱۹۲- دستگاه سل کانتر

امروزه نسل جدید این سل کانترها قادر به اندازه گیری ۲۲ پارامتر مختلف هستند که مهم‌ترین قابلیت آن‌ها افتراق ۵ زیر گروه سلولی گلبول‌های سفید است. دستگاه قادر به اندازه گیری ۱۰۰۰۰ سلول در هر نمونه است. اگر تعداد گلبول‌های سفید کوچک‌تر از ۱۰ کیلو بر میکرولیتر باشد، سیستم همان تعداد سلول‌ها را به عنوان WBC کلی شمارش خواهد کرد. این سیستم‌ها علاوه بر شمارش متداول

سلول‌های خونی، قادر به انجام شمارش افتراقی سلول‌ها، محاسبه پارامترهای مرتب با اندازه سلول و مشخص کردن نمونه‌های غیر طبیعی هستند.

بلادگز

ABG (یا Arterial Blood Gas) به مفهوم سیستم اتوماتیک آنالایزر گاز خون می‌باشد که برای اندازه‌گیری گازهای خون مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه بصورت خودکار عمل کرده و پس از دادن نمونه پارامترهای مورد نظر (گازهای موجود در خون) را روی کاغذ مخصوص چاپ می‌کند.

شکل ۱۹۳- دستگاه بلادگز

بن ماری

واژه بن ماری (bain-marie) عبارتی فرانسوی است که حمام‌های آبی (Water Bath) نیز نامیده می‌شود. کاربرد فراوانی در رشته‌های مختلفی اعم از علوم طبیعی، صنعت، آزمایشگاه‌های پزشکی و آشپزی دارد. این روش برای حرارت دادن تدریجی و غیر مستقیم مواد تا رسیدن به دمایی ثابت، یا برای گرم نگه داشتن مواد طی دوره‌ای زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش به طور وسیع در آزمایشات بیوشیمی، انعقادی و... مورد استفاده قرار می‌گیرد. از بن‌ماری‌ها به منظور گرم کردن مواد و ذوب کردن نمونه‌ها نیز استفاده می‌شود .به عنوان یک قاعده کلی، در بن‌ماری‌ها از آب استفاده می‌شود؛ اگر چه در تعداد معدودی از آن‌ها از روغن نیز استفاده می‌شود.

شکل ۱۹٤- دستگاه بن ماری

این دستگاه دارای یک مخزن آب می‌باشد و ممکن است بر روی مخزن درپوشی تعبیه شده باشد معمولاً در پوش‌ها زاویه دار و حدود ۳۰درجه هستند. حرارت آب دستگاه توسط یک ترموستات قابل تنظیم می‌باشد. برای جلوگیری از رسوب املاح درون محفظه این دستگاه بر روی المنت، از آب مقطر استفاده می‌شود.

میکروسکوپ آزمایشگاهی

اصطلاح میکروسکوپ از ترکیب دو واژه "micro" به معنای ریز و "scope"به معنای دیدن تشکیل شده است. همان گونه که از نام آن مشخص است، این وسیله برای مشاهده اجسام بسیار ریز توسط چشم عادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

میکروسکوپ‌ها انواع مختلفی دارند که رایج‌ترین نوع آن همان میکروسکوپ نوری است که با استفاده از نور تصویری از نمونه ایجاد می‌کند. علاوه بر این نوع، انواع مختلفی برای این وسیله می‌توان معرفی کرد که از این قبیل می‌توان به میکروسکوپ الکترونی و نیز انواع متنوع میکروسکوپ‌هایی که از طریق پروب، عمل اسکن کردن و ایجاد تصویر را انجام می‌دهند، اشاره کرد.

شکل ۱۹۵- میکروسکوپ آزمایشگاهی

اساس کار

سه قسمت اصلی میکروسکوپ عبارت است از:

بدنه میکروسکوپ (ساختار اصلی)، منبع نور و پایه میکروسکوپ

بدنه میکروسکوپ از عدسی‌ها، دوربین دو چشمی، شکاف دهنده پرتو نور، تغییر دهنده بزرگنمایی، کنترل‌کننده کانون قرارگیری جسم، عدسی شیء و یک اتصال دو طرفه به پایه میکروسکوپ تشکیل یافته و وظیفه انجام انواع بزرگ‌نمایی‌های اپتیک از اجسام کوچک را جهت داشتن تصویری واضح‌تر و بزرگ‌تر از محل انجام فرایند بررسی جسم را به عهده دارد.

شکاف‌دهنده اشعه نور، برای ناظر دوم به کار گرفته شده و امکان نصب دوربین و مشاهده تصویر بر روی مانیتور را فراهم می‌آورد.

منبع نور میکروسکوپ اکثر مواقع به فرم یک منبع نور سرد است که بر روی پایه نصب شده و توسط فیبرهای نازک با هدایت نور به محل مورد نظر، جسم را از طریق دو مسیر متفاوت با کاهش سایه‌های موجود نمایان‌تر می‌سازد.

پایه میکروسکوپ از یک سری اتصالات چرخان با قابلیت حفظ تعادل تشکیل شده که امکان حرکت آرام برای قرار گرفتن در بهترین مکان را جهت مشاهده جسم فراهم می‌آورد. همچنین امکان قفل نمودن میکروسکوپ بر روی یک تکیه‌گاه فلزی (میله صلب) نیز وجود دارد تا حتی‌الامکان کمترین لرزش ممکن حین استفاده از میکروسکوپ بر روی ناحیه قرار داده شده روی بدن ایجاد گردد.

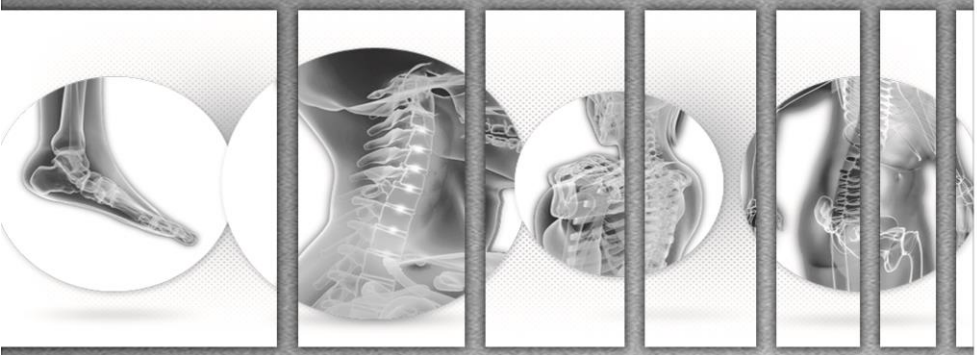
میکروسکوپ‌های آزمایشگاهی بر اساس استفاده از نور مرئی است که از طریق سیستم عدسی متمرکز می‌شود و امکان بزرگنمایی را فراهم می‌آورد. از این میکروسکوپ می‌توان در بخش بیوشیمی، هماتولوژی، سایتولوژی، هیستولوژی و میکروبیولوژی استفاده نمود.

۱۳

فصل سیزدهم

تجهیزات فیزیوتراپی

سینا درمان
www.DEZMED.com



دستگاه‌های فیزیوتراپی

دیاترمی

دیاترمی (Diathermy) نام نوعی درمان است که با عبور امواجی از بدن موجب گرم شدن بافت‌های خاصی می‌شوند. در دیاترمی از امواج اولتراسوند (صدا با فرکانس بالا) و یا امواج الکترومغناطیسی (رادیویی) استفاده می‌شود.

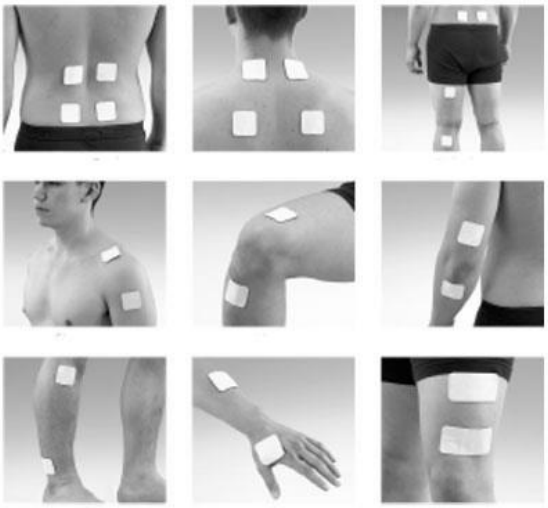
عبور این امواج از بدن موجب تولید گرما در بافت‌های عمقی و بخصوص عضلات می‌شود. این گرما می‌تواند درد و خشکی در عضلات و مفاصل که به علل بیماری‌های متفاوتی ایجاد شده است را کاهش دهد. متخصصین فیزیوتراپی از دیاترمی برای کمک به بهبود مشکلات ارتوپدی بیماران استفاده می‌کنند.

شکل ۱۹۶- دستگاه دیاترمی

دستگاه TENS

دستگاه تنس (TENS) اصولاً به عنوان وسیله کاهش درد در ماهیچه، مفاصل، اعصاب و تقویت عضلات بدن به کار می‌رود.تا در درد شکم، سینه یا سر بر خلاف بسیاری از داروها که عوارض جانبی دارند دستگاه تنس عارضه جانبی ندارد.تحقیقات صورت گرفته در مورد کاربرد دستگاه‌های تنس برای شرایط دردناک مورد پسند عامه مردم بوده است.این مورد پسند بودن باعث می‌شود این گونه تلقین شود که این گونه دستگاه‌ها اثراتی دارند که باعث کاهش درد می‌شوند با این حال توجه به این نکته ضروری به نظر می‌رسد که، میزان کاهش درد در شرایط یکسان از فردی به فرد دیگر متفاوت است.

دستگاه تنس دارای پد برای صورت و بدن، به گونه‌ای طراحی شده است که هنگام حرکت در زمان انجام کار نیز مورد استفاده می‌باشد.دستگاه تنس با درجه امواج کمتر از HZ ۹۳ کاملاً بی خطر بوده و قابل استفاده برای آقایان و خانم‌ها می‌باشد. نکته: قبل از استفاده از دستگاه می‌بایست از خاموش بودن دستگاه اطمینان حاصل نمایید و در زمان اتصال پدها به بدن حتماً رعایت فاصله حداقل ۲ سانتیمتر بین پدها باید رعایت گردد و دقت نمایید محل چسباندن پدها تمیز بوده و خراش، بریدگی یا زخمی در آنجا نباشد.افراد زیر نبایستی از دستگاه‌های تنس استفاده نمایند: هنگامی که علت درد ناشناخته است.در زمان بارداری (مگر به طور خاص با نظر پزشک معالج)بیماری سرع، قلب، مشکلات نخاعی.



شکل ۱۹۷ – دستگاه TENS

اولتراسوند

اولتراسوند (امواج فراصوت) به شکلی از انرژی از امواج مکانیکی گفته می‌شود که فرکانس آن‌ها بالاتر از حد شنوایی انسان باشد. گوش انسان قادر است امواج بین ۲۰ هرتز تا ۲۰۰۰۰ هرتز را بشنود. برای دریافت و ارسال اولتراسوند، از مبدلی که دارای کریستال پیزوالکتریک است، استفاده می‌شود. پیزوالکتریک ماده‌ای است، که در اثر کشش مکانیکی، پتانسیل الکتریکی تولید می‌کند.

کاربرد تشخیصی (سونوگرافی)

بیماری‌های زنان و زایمان (Gynocology): مانند بررسی قلب جنین، اندازه‌گیری قطر سر (سن جنین)، بررسی جایگاه اتصال جفت و محل ناف، تومورهای پستان.

- بیماری‌های مغز و اعصاب (Neurology): مانند بررسی تومور مغزی، خونریزی مغزی به صورت اکوگرام مغزی یا اکوانسفالوگرافی.
- بیماری‌های چشم (ophthalmalogy): مانند تشخیص اجسام خارجی در درون چشم، تومور عصبی، خونریزی شبکیه، اندازه‌گیری قطر چشم، فاصله عدسی از شبکیه.
- بیماری‌های کبدی (Hepatic): مانند بررسی کیست و آبسه کبدی.
- بیماری‌های قلبی (cardology): مانند بررسی اکوکاردیوگرافی.
- دندانپزشکی: مانند اندازه‌گیری ضخامت بافت نرم در حفره‌های دهانی.

این امواج به علت اینکه مانند تشعشعات یونیزان عمل نمی‌کنند. بنابراین برای زنان و کودکان بی‌خطر می‌باشند.

سونوتراپی

سونوتراپی عبارت است از درمان دردها و سایر مشکلات با استفاده از امواج اولتراسوند. استفاده از امواج اولتراسوند در درمان پیش از استفاده‌ی آن در تشخیص مطرح بوده است. همان طور که می‌دانید امواج اولتراسوند امواجی مکانیکی می‌باشند و لذا این ارتعاشات مکانیکی درون بافت باعث تولید حرارت می‌شوند و این حرارت است که می‌تواند تسکین دهنده باشد. با استفاده از روش سونوتراپی ما می‌توانیم بافت‌های نیمه عمقی نظیر مفاصل، تاندون‌ها، لیگامان‌ها، عضلات و... را درمان کنیم.

همچنین این روش در ترمیم شکستگی استخوان نیز کاربرد زیادی دارد. از مواردی که سونوتراپی به صورت درمان اختصاصی به کار می‌رود می‌توان به درمان فلج عضلات صورت اشاره کرد. در این بیماری به دلیل اینکه استفاده از روش‌های معمول فیزیوتراپی باعث تبخیر آب چشم می‌شوند می‌توان به راحتی با استفاده از سونوتراپی حرارت را فقط در عمق مورد نظر ایجاد نمود.

- **کاربرد گرمایی**

با جذب امواج فراصوت بوسیله بدن بخشی از انرژی آن به گرما تبدیل می‌شود. گرمای موضعی حاصل از جذب امواج فراصوت بهبودی را تسریع می‌کند. قابلیت کشسانی کلاژن (پروتئینی ارتجاعی) را افزایش می‌دهد. کشش در scars (اسکار=جوشگاههای زخم) افزایش می‌دهد و باعث بهبود آن‌ها می‌شود. اگر اسکار به بافت‌های زیرین خود چسبیده باشد، باعث آزاد شدن آن‌ها می‌شود. گرمای حاصل از امواج فراصوت با گرمای حاصل از گرمایش متفاوت است.

- **میکروماساژ مکانیکی**

به هنگام فشردگی و انبساط محیط، امواج طولی فراصوتی روی بافت اثر می‌گذارند و باعث جابجایی آب میان بافتی و در نتیجه باعث کاهش ورم (تجمع آب میان بافتی در اثر ضربه به یک محل) می‌شوند. درمان آسیب تازه و ورم:آسیب تازه معمولاً با ورم همراه است. فراصوت در بسیاری از موارد برای از بین بردن مواد دفعی در اثر ضربه و کاهش خطر چسبندگی بافت‌ها بهم بکار می‌رود. درمان ورم کهنه یا مزمن:فراصوت چسبندگی‌هایی که میان ساختمان‌های مجاور ممکن است ایجاد شود را می‌شکند.

شکل ۱۹۸- درمان دردها و سایر مشکلات توسط دستگاه سونوتراپی

خطرات اولتراسوند

۱)سوختگی: اگر امواج پیوسته و در یک مکان بدون چرخش بکار روند، در بافت باعث سوختگی می‌شود و باید امواج حرکت داده شوند.

۲)پارگی کروموزومی: استفاده دراز مدت از امواج اولتراسوند با شدت خیلی بالا پارگی در رشته دی ان ای (DNA) را نشان می‌دهد.

۳)ایجاد حفره یا کاویتاسیون: یکی از عوامل کاهش انرژی امواج اولتراسوند هنگام گذشتن از بافت‌های بدن ایجاد حفره یا کاویتاسیون می‌باشد. همه محلول‌ها شامل مقدار قابل ملاحظه‌ای حباب‌های گاز غیر قابل دیدن هستند و دامنه بزرگ نوسان‌های امواج اولتراسوند در داخل محلول‌ها می‌تواند بر روی بافت‌ها تغییرات بیولوژیکی ایجاد کند (پارگی در دیواره سلول‌ها و از هم گسستن مولکول‌های بزرگ)

۱۴

فصل چهاردهم

سایر تجهیزات پزشکی و بیمارستانی

سینا درمان
www.DEZMED.com

سایر تجهیزات پزشکی و بیمارستانی

انکوباتور

انکوباتور یک محیط بسته‌ای است که در آن دما و رطوبت کنترل می‌شود و جهت نگهداری نوزادان استفاده می‌شود. برای مراقبت از نوزادان نارس لازمست که آن‌ها را در محیطی با دمای مناسب و کنترل شده نگهداری کنند زیرا خود آن‌ها قادر به تنظیم دمای بدنشان نیستند.

شکل ۱۹۹ - دستگاه انکوباتور

انکوباتورهای معمولی نوزاد و نوع سیار آن به نوزاد کمک می‌کنند تا دمای عادی بدن خود حفظ کند و غالباً" برای زنده ماندن نوزاد ضروری و حیاتی هستند. اکثر انکوباتورها را با یک جریان تحت فشار یا طبیعی از هوای گرم، گرم نگاه می‌دارند. برخی از آن‌ها از طریق گرم کردن فعال دیواره‌های خود جهت جلوگیری از افت گرما از طریق تشعشع یک همرفت هوا ایجاد می‌کنند و یا از یک تشک آب گرم بجای جریان هوا استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها روی پایه‌های نسبتاً" بلند متحرک قرار می‌گیرند. انکوباتور یک محفظه بسته با جداره‌های شفاف است که در آن هوا با دمای کنترل شده از درون اتاقکی که نوزاد در آن قرار دارد، عبور داده می‌شود تا هم شرایط طبیعی رحم مادر را برای وی فراهم سازد و هم پزشک و پرستار بتواند براحتی به وی دسترسی داشته باشند. پارامترهای قابل کنترل در انکوباتور حرارت، رطوبت و اکسیژن است. به دلیل مثبت بودن فشار داخل محفظه، از ورود ذرات خارجی به داخل جلوگیری می‌شود. انکوباتورها بهتر از گرم کننده‌های

تابشی (Radient Warmers) عمل می‌کنند. قبل از گذاشتن نوزاد در دستگاه لازمست بررسی شود که آیا همه قطعات در جای خود قرار دارند یا نه.

اجزاء دستگاه

بسته به نوع دستگاه، ممکن است دستگاهی چند مورد از اجزاء زیر را نداشته باشد یا اینکه اجزاء اضافی دیگری هم داشته باشد.

۱.محفظه نگهداری نمونه‌ها: یک محیط بسته است که تا حد امکان باید از لحاظ دما و ورود و خروج گازها در حد کنترل شده‌ای از بیرون آن جداشده باشد.

۲- سیستم کنترل دما: این سیستم دمای داخل انکوباتور را در حد مورد نیاز نمونه‌ها ثابت نگه می‌دارد. برای این منظور از یک سری سنسور برای نمونه برداری از دمای داخل محفظه استفاده می‌شود. همچنین تأمین حرارت مورد نیاز به عهده تعدادی المنت خواهد بود. کنترل دما نیز از طریق استفاده از ترموکوپل‌های معمولی یا سیستم‌های مبتنی بر میکرو کنترلرها و PLC انجام می‌پذیرد.

۳- سیستم کنترل رطوبت: این سیستم رطوبت داخل انکوباتور را در حد مورد نیاز نمونه‌ها ثابت نگه می‌دارد. برای این منظور از یک سری سنسور برای نمونه برداری از رطوبت داخل محفظه استفاده می‌شود. همچنین تأمین رطوبت مورد نیاز به عهده مخزن آب و سیستم گرمایش انکوباتور خواهد بود.

۴- سیستم کنترل گازها: این سیستم ترکیب گازهای داخل انکوباتور را در حد مورد نیاز نمونه‌ها ثابت نگه می‌دارد. برای این منظور از یک سری سنسور برای نمونه برداری از ترکیب گاز داخل محفظه استفاده می‌شود. همچنین تأمین گازهای مورد نیاز به عهده مخازن خارجی خواهد بود. کنترل ترکیب گازها نیز از طریق استفاده از سیستم‌های مبتنی بر میکرو کنترلرها و(PLC)انجام می‌پذیرد.

۵- سیستم آلارم: با توجه به مقادیر تعیین شده برای هر یک از فاکتورها، در صورت تجاوز هر یک از آن‌ها از مقادیر مجاز، این رویداد را به وسیله آلارم مناسب گزارش می‌دهد.

۶- سیستم ثبات: این سیستم به اپراتور دستگاه این امکان را می‌دهد تا مشخصه مورد نظر را به صورت مداوم ثبت و تغییرات آن را کنترل کند.

آلارم‌های انکوباتور

۱-آلارم‌های استاندارد مربوط به عملکرد یا خرابی بخش‌های مختلف سیستم

۲- آلارم مربوط به افزایش دما بیش از ۳۹/۳ درجه یا در حالت ویژه بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد
۳- آلارم مربوط به قطع گردش هوا
۴- نقص در سیستم حس کننده دمای درون محفظه
۵- نقص در سیستم حس کننده دما قطع منبع تغذیه.

دستگاه اندوسکوپی

کلمه آندوسکوپ از دو کلمه یونانی به معنای درون و دیدن تشکیل شده است. عبارت آندوسکوپی به معنای استفاده از تجهیزات برای معاینه درون ارگان‌های حفره مانند بدن به صورت دیداری است. در علم پزشکی از دیر باز تمایل و رغبت برای دیدن اجزای درون بدن نیروی محرکی بوده است تا بدان وسیله بتوان به بیماران کمک کرد. در کنار جراحی باز، این روش معاینه و جراحی با کمترین تهاجم به بدن، روشی ظریف، استادانه و ماهرانه البته با کمترین مشکل برای بیمار محسوب می‌شود.

شکل ۲۰۰-آندوسکوپی

طبیعت راه رسیدن به این هدف را فراهم آورده است. دستیابی به درون، از طریق حفرات و سوراخ‌های بدن انسان امکان پذیر است. راه حل به کار برده شده برای آندوسکوپی استفاده از نور

بازتابیده بود و تنها یک آینه عنصر اصلی این روش معاینه محسوب می‌شد. در گذشته اجزای درون بدن با چشم غیر مسلح دیده می‌شد بدون استفاده از هر گونه وسیله نوری یا سیستم کمکی.
برای اولین بار در سال ۱۸۶۸، آدولف کاسمال با وارد کردن لوله‌ای غیر قابل انعطاف به داخل معده یکی از بیماران خود آندوسکوپی را پایه گذاری کرد. امروزه در مسیر پیشرفت و تکامل علم آندوسکوپی از سیستم‌های نوری پیشرفته‌ای برای انتقال تصاویر و همچنین انتقال نور و روشنایی بهره گرفته می‌شود و این در حالیست که حدود ۱۰۰ سال پیش انتقال تصویر حتی بدون استفاده از لنز و تنها با استفاده از یک تیوب صورت می‌گرفته است.
آندوسکوپی دو جنبه دارد: ۱- آندوسکوپی تشخیصی، ۲- آندوسکوپی درمانی
بیشترین کمکی که در حال حاضر بوسیله این ابزار به بیماران ارائه می‌شود از طریق آندوسکوپی درمانی است زیرا بسیاری از بیماران به این طریق از اعمال جراحی نجات پیدا می‌کنند.

آندوسکوپ‌های rigid (سخت) و fiexibe (قابل انعطاف)

آندوسکوپ‌ها معمولاً در قسمت ابتدایی از یک تلسکوپ یا فیبروسکوپ تشکیل شده‌اند. فیبروسکوپ قابلیت انعطاف و چرخش دارد و در آندوسکوپ‌های flexible (قابل انعطاف) استفاده می‌شود. آندوسکوپ‌های flexible (قابل انعطاف) برای مواردی که مسیر آندوسکوپی در بدن دارای پیچ و خم زیادی است استفاده می‌شوند مثل گاستروسکوپی یا برونکوسکوپی. در حلی که در تلسکوپ با یک سیستم صلب روبرو هستیم که سر آن قابلیت حرکت کردن ندارد. و در آندوسکوپ‌های rigid (غیر قابل انعطاف) قابل استفاده بوده و کاربردهای خاص خود را دارا هستند.
اسکوپ‌هایی که برای بررسی قسمت‌های مختلف لوله گوارش وجود دارند نام‌های مختلفی خوانده می‌شوند:
برای بررسی مری از ازوفاگوسکوپ استفاده می‌کنیم. به وسیله ازوفاگوسکوپ می‌توان ضایعات مری از ازوفاژیت گرفته تا تومورهای مغزی را مشاهده کنیم و با پروب مخصوص از این ضایعات بیوپسی تهیه کنیم. تا این مرحله ازوفاگوسکوپ تشخیصی است. در ازوفاگوسکوپ درمانی مثلاً می‌توان از طریق پروب بیوپسی، تومورهای مری را لیزر کرد و به این وسیله به صورت تسکینی تومورها را درمان کرد. در بررسی ضایعات معده از گاستروسکوپ استفاده می‌کنیم. بوسیله این دستگاه می‌توان زخم‌های داخلی معده و ضایعات عروقی را مشاهده کرد. یکی از کاربردهای اندوسکوپی ERCP یا Endoscopic Retrograde Cholangio Pancreatography است که در آن به جای آندوسکوپ

endview از اندوسکوپ sideview استفاده می‌شود تا به این وسیله بتوان به مجاری صفراوی و پانکراس که عمود بر لوله گوارش است، راه پیدا کرد. کولون قسمت دیگری از لوله گوارش است که دستیابی به آن به وسیله کولونوسکوپ صورت می‌گیرد. از آنجایی که دلیل رژیم غذایی پر فیبر در ایرانیان طول کولون بلند است کولونوسکوپی می‌تواند بسیار High Risk باشد و احتمال پرفوراسیون و پاره شدن کولون وجود داشته باشد. به وسیله رکتوسکوپی می‌توان ضایعات رکتوم را مشاهده کرد. از لیزر می‌توان در ئرمان تومورهای رکتوم بهره گرفت.

روده باریک حدود ۴ متر طول دارد که برای دست یافتن به آن باید از Push Endoscopy یا Pull Endoscopy استفاده کرد. در Push Endoscopy کولونوسکوپ را در محل ضدعفونی کننده سایدکس استریل می‌کنیم و از دهان وارد می‌کنیم به این وسیله می‌توانیم تا ۳۰-۴۰ سانتی‌متری ابتدای ژژنوم را بررسی کنیم و می‌توان با آن بیوپسی را برداشت.

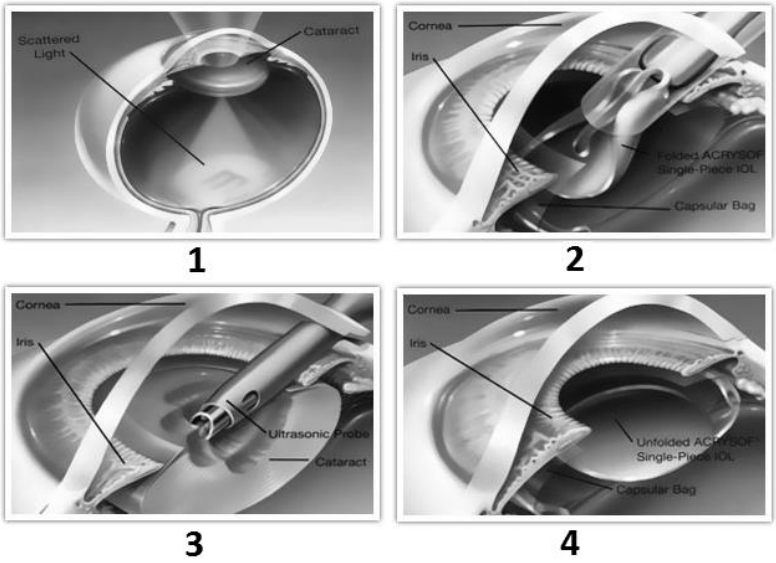
در Pull Endoscopy با انتروسکوپ‌هایی که طول آن‌ها تا حدود ۳ یا ۴ متر می‌رسد روده را بررسی می‌کنیم. در این حالت بیمار لوله انتروسکوپ را که خیلی ظریف است می‌خورد، لوله با پریستالتیسم پایین می‌رود و تا ایلئوم می‌رسد. با این وسیله فقط می‌توان ضایعه را دید ولی چون خیلی نازک است جایی برای فرستادن پروب بیوپسی ندارد.

جدیداً کپسول‌هایی طراحی شده است که پس از خوردن، همین طور که به پایین حرکت می‌کند فیلم می‌گیرد و می‌توان از مناطقی که دسترسی به آن‌ها مشکل است فیلم گرفت البته زاویه تهیه فیلم را نمی‌توان تنظیم کرد، بعد از دفع شدن کپسول فیلم بررسی می‌شود.

راه دیگر Intra Operative Endoscoy است ضمن جراحی یک قسمت برای ورود اندوسکوپ باز می‌شود و اندوسکوپ را وارد می‌کنیم. با کمک جراح، اندوسکوپ به جلو راهنمایی می‌شود. تا جایی که به ضایعه می‌رسیم در این زمان جراح از دو قسمت ضایعه دیده را بر می‌دارد. این روش بیشتر در ضایعات عرقی روده باریک کاربرد دارد.

دستگاه فیکو

دستگاه فیکو توسط به کارگیری امواج التراسوند قادر بخش عدسی چشم را جهت عمل آب مروارید برداشته و توسط ساکشن‌های مخصوصی خارج کند. در شکل زیر مراحل برداشتن عدسی چشمی توسط پروب‌های التراسوند دستگاه فیکو را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰۱- نحوه برداشتن عدسی چشم توسط دستگاه فیکو

مکانیسم ایجاد کننده اولتراسوند در هندپیس فیکو سبب می‌شود که نوک متصل به آن با سرعت به سمت جلو و عقب نوسان کند.

از قطعات اصلی ماشین فیکو می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

رایانه: شامل سخت افزار، صفحه نمایشگر و تنظیمات است که معمولاً به صورت لمسی اداره می‌شود و در آن می‌توان مدهای مختلف، تغییر پارامترهای مربوط به قدرت فیکو، شدت مکش و سرعت برقراری جریان مایع را تنظیم نمود.

پمپ: وکیوم نیروی مکشی است که توسط پمپ در نـوک ایـجـاد می‌شود.

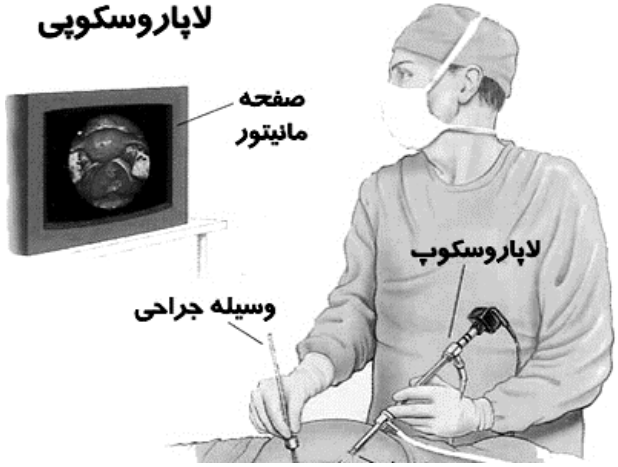
هندپیس(Handpiece): هندپیس، پروبی است که به وسیله آن نیروی حاصل از امواج فراصوتی اعمال می‌شود.

کاست: مکش به کاست اعمال می‌شود و لنز خرد شده و مایعی که در چشم جریان پیدا کرده به داخل کاست کشیده می‌شود. در صورتی که کاست پر شده باشد مکش دچار توقف می‌شود. بنابراین لازم است وضعیت کاست توسط کمک جراح پایش شود و به هنگام، کاست را جهت ادامه عمل تخلیه نمود. پدال فیکو: جراح عملکردهای سه‌گانه هندپیس را با استفاده از پدال کنترل می‌کند. برای پدال چهار موقعیت پلکانی ۰، ۱، ۲و ۳ ذکر می‌شود.

دستگاه لاپاروسکوپی

عمل جراحی به شیوه لاپاروسکوپی در چند سال اخیر و با پیشرفت دانش پزشکی بسیار مرسوم شده است. لاپاراسکوپی واژه‌ای بیگانه است که «لاپار» به معنی شکم و «اسکوپی» به معنای دیدن با تعمق است. در واقع لاپاروسکوپی یعنی دیدن اجزای شکم همراه با جستجو به منظوری خاص.

جراحی لاپاروسکوپی شیوه‌ای نوین از جراحی است که با کمک دوربین‌های مینیاتوری و ابزارهای ظریف و مخصوص این کار انجام می‌شود. لاپاروسکوپی به معنای دیدن داخل حفره شکم از طریق ایجاد سوراخ‌های کوچک در جدار آن است.



شکل ۲۰۲- عمل جراحی توسط دستگاه لاپاروسکوپی

مهم‌ترین ویژگی لاپاروسکوپی نسبت به جراحی باز، نداشتن برش‌های بلند در جراحی باز است.

این نوع عمل جراحی با توجه به حداقل برش دارای مزایای زیر است:

- حفظ زیبایی ظاهری پوست
- کاهش محسوس درد بعد از عمل
- ترخیص زودتر از بیمارستان
- برگشت سریع‌تر به محل کار
- مصرف داروی مسکن و آنتی‌بیوتیک کمتر
- نداشتن عوارض زخم مثل عفونت زخم، فتق محل برش و خونریزی
- کاهش چسبندگی داخل شکم

دستگاه سنگ شکن کلیه

سنگ‌های مجاری ادراری ممکن است در هر سطحی از سیستم ادراری ایجاد شوند اما به طور عمده در بافت کلیه‌ها یافت می‌شود.

روش‌های درمانی سنگ کلیه با توجه به اندازه سنگ، محل سنگ و جنس سنگ برای بیمار انتخاب می‌شود البته اغلب سنگ‌های کلیه بدون هیچ اقدامی از بدن دفع می‌شوند. از جمله روش‌های درمانی موجود، استفاده از سنگ شکن می‌باشد؛ این روش، یک شیوه غیر جراحی برای شکستن سنگ‌های کلیه از طریق امواج ساطع شده از یک ماشین مخصوص می‌باشد.

عملکرد این روش درمانی به این صورت است که امواج صوتی پرقدرت توسط دستگاه سنگ‌شکن از بیرون بدن به سمت سنگ‌های کلیه فرستاده می‌شوند. انرژی این امواج توسط سنگ جذب می‌شود و در نهایت باعث تخریب سنگ می‌گردد.

تکنولوژی درمان سنگ توسط ESWL

تا قبل سال ۱۹۸۰ درمان با جراحی صورت می‌گرفت. تکنولوژی‌های پیشنهادی شامل ESWL و uterescopy درمان را متحول نمود.

شکل ۲۰۳- درمان توسط دستگاه ESWL

ESWL (به صورت ess-wall تلفظ می‌شود) متداول‌ترین روشی است که امروزه استفاده می‌شود. پس از معرفی آن در سال ۱۹۸۰ به بیماری‌های کلیه‌ای و ureteral تا اندازه زیادی برطرف شد.
Extracorporeal ShockWave Lithotripsy (شکستن سنگ توسط امواج شوک از خارج بدن) رویه‌ای است که در آن سنگ‌ها به قطعات کوچک توسط امواج شوک خرد می‌شوند. این قطعات کوچک سپس می‌توانند خود بخود دفع شوند. با این روش غیر تهاجمی بیمار از شر سنگ‌ها بدون مداخله جراحی و روش‌های اندوسکوپی راحت می‌شود.
بعد از درمان توسط این روش ممکن است کبودی مختصری در محل ایجاد شود که ظرف چند روز برطرف می‌شود. در ضمن ممکن است طی ساعات اولیه مقداری خون در ادرار قابل مشاهده باشد شدید بود.

دستگاه پمپ قلب

در حین عمل قلب، قلب قادر نیست گردش خون را برای بدن و حتی عروق بزرگی که از قلب نگهداری می‌کنند تأمین کند، بنابراین تزریق خون و رساندن اکسیژن به بافت‌ها توسط پمپ قلب انجام می‌شود و در زمان عمل‌های قلب، نقش قلب مصنوعی را بازی می‌کند. دستگاه پمپ قلب همراه با یک دستگاه هیترکولر و میکسر هوا و اکسیژن استفاده می‌شود.

شکل ۲۰٤- دستگاه پمپ قلب

پیس میکر

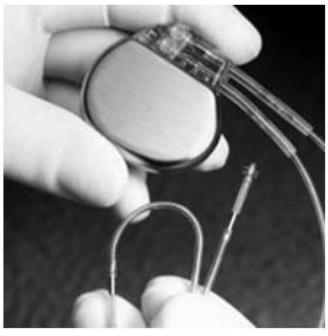
ضربان‌ساز یا پیس میکر (pacemaker) دستگاهی است که عمل ضربان‌سازی را برای قلب تقلید می‌کند.

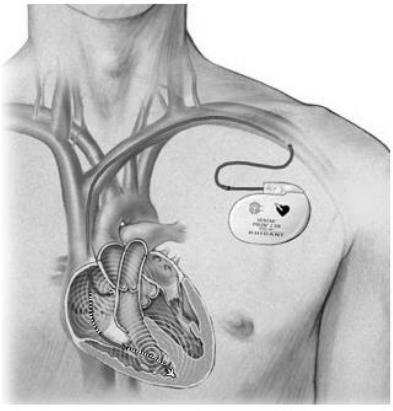
پیس میکر طبیعی

قلب دارای سلول‌های (بالقوه) پیس میکر متعددی است که در گره سینوسی(گره پیش‌آهنگ), گره دهلیزی-بطنی (AV node), دسته هیس(Hiss bundle) و سلول‌های پورکینژ قرار دارند. ضربان‌ساز اصلی و طبیعی یا گره سینوسی‌دهلیزی دارای سریع‌ترین میزان دشارژ طبیعی(۷۰-۸۰ بار در دقیقه)است. این دشارژ در گره دهلیزی-بطنی حدود ۶۰ پالس در دقیقه(bpm) و در دسته هیس حدود ۵۰ bpm و در سلول‌های پورکینژ ۳۰ ضربه در دقیقه می‌باشد. در حالت پیدایش نقص در پیس‌میکر طبیعی و سریع‌تر, پیس میکر آهسته‌تر بعدی, کار ضربان‌سازی در قلب را به‌عهده می‌گیرد.

پیس میکر مصنوعی

در برخی بیماران قلبی مانند مبتلایان به کندی ضربان قلب شدید (برادیکاردی)، نامنظمی ضربان قلب و بلوک قلبی گاه از ضربان ساز یا پیس میکر مصنوعی (به انگلیسی: artificial pacemaker) استفاده می‌کنیم. این ضربان ساز می‌تواند موقتاً خارجی باشد ولی معمولاً با عمل جراحی در داخل بافت قلب کاشته می‌شود.پ





شکل ۲۰۵- پیس میکر و نحوه قرارگیری در بدن

ویژگی‌های پیس میکر بستگی به بیماری فرد دارد و مثلاً می‌تواند دو الکترود داشته باشد که در داخل دهلیز و بطن کار گذاشته می‌شود و با انرژی باتری که نیمه عمر چند ساله دارد موجب ایجاد ضربانهای قلب شود. امروزه بسیاری از پیس میکرها را می‌توان بدون بیهوشی عمومی و فقط با بی حسی موضعی و برشی در سمت چپ سینه جایگذاری کرد.

انواع مختلف پیس میکرها

اولین پیس میکر که در ۵۰ سال پیش ساخته شد به اندازه یک ساعت رومیزی بود و طول عمر آن کمتر از ۱۲ ماه بود. امروزه پیس میکرها بسیار کوچک‌تر می‌باشند و می‌توانند تا سه حفره قلب را تحریک کرده و عمری بین ۵ تا ۱۰ سال دارند.

ساده‌ترین انواع پیس میکر را پیس میکر تک حفره‌ای می‌نامند زیرا آن‌ها از طریق یک لید (سیم) تنها به یک حفره قلب که معمولاً بطن راست می‌باشد متصل می‌شوند.

پیس میکرهای دو حفره‌ای دو لید (سیم) دارند که معمولاً یکی در دهلیز راست و دیگری در بطن راست قرار می‌گیرد. این پیس میکرها قادر به تحریک دو حفره هستند.

بعضی از پیس میکرها دارای سه لید (سیم) هستند. یکی در دهلیز راست، یکی در بطن راست، و دیگری در بطن چپ قرار می‌گیرد. در این نوع، ضربان بطن راست و چپ بطور همزمان صورت می‌گیرد و در بیمارانی که مبتلا به نارسایی قلبی شدید هستند این نوع پیس میکر می‌تواند منجر به افزایش کارآئی قلب شود.

هر کدام از پیس میکرهای توضیح داده شده می‌توانند سرعت ضربان قلب را بسته به نیاز بیمار تغییر دهند. بدین معنی که در زمانی که بیمار فعال‌تر می‌شود پیس میکر می‌تواند ضربان قلب را تندتر کند و در هنگام استراحت آن را کند نماید. بعد از اینکه پیس میکر در بدن بیمار تعبیه شد پزشک می‌تواند با استفاده از "پروگرامر" آن را از خارج از بدن تنظیم نماید. پروگرامر یک کامپیوتر مخصوص می‌باشد که می‌تواند دستورات لازم را از طریق امواج خاص و از روی پوست به پیس میکر منتقل کند. این عمل بدون درد می‌باشد و پروگرامر می‌تواند اطلاعات موجود در پیس میکر راجع به قلب بیمار را در اختیار پزشک قرار دهد.

پیس میکر بیماری قلبی را درمان نمی‌کند. علت ضربان قلب کند یا نامنظم را مرتفع نمی‌کند ولی می‌تواند برای سال‌های متمادی ضربان قلب را بطور طبیعی حفظ کند که نتیجتاً بطور قابل توجهی کیفیت زندگی را در افراد مبتلا به آریتمی قلب بالا می‌برد.

دستگاه شنوایی سنجی(ادیومتری)

یکی از قدیم‌ترین، ساده‌ترین و در عین حال قابل اعتمادترین تست‌های ادیولوژیک، ادیومتری اصوات خالص یا PTA (Pure tone audiometry) است. ادیومتری توسط ابزاری به نام ادیومتر یا شنوایی سنج انجام می‌شود.ادیومتری وسیله‌ی سنجش کمی و کیفی سیستم شنوایی است که بوسیله آن می‌توان مجموع آزمایشات مربوط به سیستم شنوایی را انجام داد. کار این وسیله ایجاد سیگنال‌های صوتی با فرکانس‌های خالص و با شدت‌های متفاوت است که می‌توان با کمک آن آستانه‌ی شنوایی هر فرد را در فرکانس بدست آورد.

شکل ۲۰۶- دستگاه ادیومتری

در این آزمایش تن‌های خالص از طریق هدفونی که بر روی گوش‌های بیمار قرار داده می‌شود، به بیمار ارائه می‌شود و آستانه‌های شنوایی در هر فرکانس و برای هر گوش بطور جداگانه بدست می‌آید.

نگاتوسکوپ

نگاتوسکوپ‌ها (Negatoscope) وسیله‌ای می‌باشد که برای مشاهده فیلم‌های رادیوگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این وسیله می‌تواند در داخل دیوار اتاق عمل تعبیه شود و هم می‌تواند به صورت جداگانه قرار گیرد. نگاتوسکوپ‌ها در ابعاد و اندازه‌های گوناگونی موجود می‌باشند.

شکل ۲۰۷- دستگاه نگاتوسکوپ

نبولایزر

نبولایزر (Nebulizer) دستگاهی است که داروی مایع را به صورت گاز در اختیار بیمار قرار می‌دهد تا تنفس کند.

نبولایزرها هم در منزل و هم در بیمارستان استفاده می‌شود. اغلب نبولایزرها را پنوماتیک (فعال شده توسط هوای فشرده) یا اولتراسونیک هستند. هر دو روش ذرات مرطوب آب را برای نشاندن داروها در ریه‌ها ایجاد می‌کنند.

نبولایزر گرمایی، ذرات آب گرم شده برای بیمارانی که به طور ارادی تنفس می‌کنند، فراهم می‌کند.برخی بیماران با تنفس هوای سرد اسپاسم برونشی پیدا می‌کنند، و لازم است هوا یا اکسیژن تنفسی آن‌ها گرم شود.

این دستگاه قادر است آب و داروی محلول در آن را به ذرات بسیار ریز قابل تنفس تبدیل کند. در همه بیماری‌های تنفسی نبولایزر می‌تواند باعث تسریع در بهبود بیمار شود.

نبولایزر گرمایی از دهۀ ۷۰ و نبولایزر اولتراسوند از دهۀ ۶۰ وجود دارد.

شکل ۲۰۸- دستگاه نبولایزر

تردمیل

تردمیل (Treadmill) یک صفحه متحرک با اعمال نیروی موتور است که امکان تنظیم نمودن سرعت و همچنین ارتفاع صفحه در یک جهت (شیب) آن نیز وجود دارد.

شکل ۲۰۹- دستگاه تردمیل

کاربرد اصلی تردمیل‌ها، تست ورزش است که در آن بیمار فعالیتی محدود را متناسب با وضعیت پایش سیستم قلبی- عروقی خود انجام می‌دهد. هدف از انجام این تست، آشکار شدن اختلالات احتمالی عملکرد قلبی تحت فشار و استرس است. تردمیل‌ها همچنین در فیزیوتراپی به عنوان فعالیتی در جهت توان‌بخشی اعضای آسیب‌دیده و یا بهبود سریع‌تر پس از جراحی به کار می‌رود.

اصول عملکرد

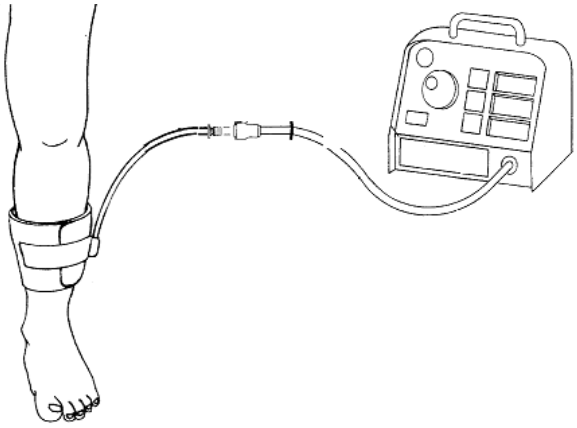
تردمیل دارای یک کمربند پهن بوده که امکان کنترل سرعت‌های مختلف آن توسط یک موتور الکتریکی وجود دارد.

شیب (زاویه) صفحه متحرک نیز توسط یک موتور بالابرنده قابل تنظیم است تا حرکت بیمار بر یک مسیر رو به بالا (تپه مانند) شبیه‌سازی شود. صفحه کنترل مقابل بیمار امکان کنترل سرعت، شیب و همچنین محاسبه باز زمانی مصرف انرژی بیمار حین حرکت بر روی صفحه متحرک را فراهم می‌آورد. در این حالت ممکن است نرخ ضربان قلب نیز مانیتور شود. اگر تردمیل برای انجام تست استرس به همراه مانیتورینگ به کار رود (همانند ثبت سیگنال‌های ECG) امنیت بیمار و همچنین صحت داده‌های ثبت شده از بیمار به حداکثر خواهد رسید.

بعضی از انواع این دستگاه امکان شمارش قدم، پایش ریتم قلب و محاسبه تعداد کالری سوخته شده را نیز دارند.

تورنیکت

تورنیکت‌ها (تورنیکه‌ها) (Tourniquet) برای مسدود کردن جریان خون و دستیابی به قسمتی از عضو بدون خون ریزی در زمان عمل جراحی استفاده می‌شوند. اغلب تورنیکت‌های پنوماتیک شامل سه جزء اصلی هستند: یک کاف، وسیله‌ای برای باد کردن آن و یک کنترل کننده (یک نمایشگر فشار و تنظیم کننده). برخی کنترل کننده‌ها دارای تایمر یا نمایشگر زمان سپری شده نیز هستند.



شکل ۲۱۰- دستگاه تورنیکت

فتوتراپی

فتوتراپی برای درمان زردی نوزادان انجام می‌شود که باعث می‌شود بیلروبین از پوست به داخل پلاسمای خون حرکت و از آنجا دفع گردد. نوزادان در معرض یک منبع نوری قرار می‌گیرند. (میزان برای ماکزیمم باز جذب بیلروبین ۴۰۰-۴۵۰ نانومتر است) در این میزان مؤثرترین روش جهت درمان زردی نوزادان است. لامپ‌های مخصوص که یک نور نافذ ساطع می‌کنند که مؤثرترین طول موج مطرح شده برای بکارگیری در فتوتراپی را دارا می‌باشد.

شکل ۲۱۱- دستگاه فتوتراپی

وارمر نوزاد

نوزادان درصد بالایی از حرارت بدن خود را از طریق تشعشع حرارت به محیط اطراف از دست می‌دهند. در برخی شرایط کلینیکی نیاز است تا سطح بزرگی از بدن نوزاد بدون پوشش باشد تا پرسنل بیمارستان بتوانند شرایط بدنی نوزاد را مشاهده و همین طور وسایل درمانی به بدن نوزاد وصل شود. در این حالت از گرم کننده‌های تابشی و یا همان وارمرها استفاده می‌کنند که با یک میکرو کنترلر حرارت کنترل می‌شود.

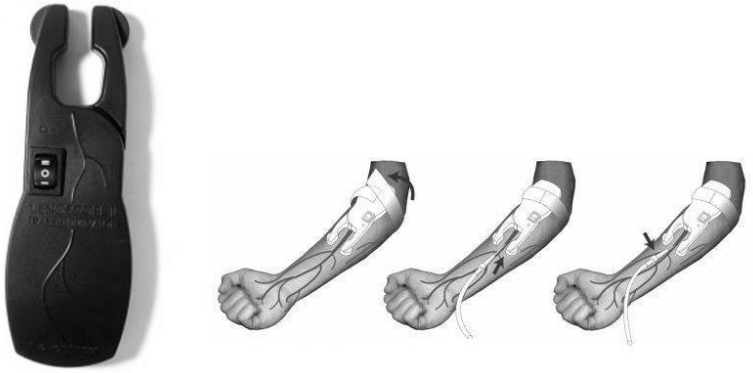
این دستگاه تشکیل شده از یک المنت که گرمای مورد نیاز را تأمین می‌کند.و قابلیت کم و زیاد کردن دما را نیز دارد. این دما با استفاده از سنسوری که به بیمار وصل می‌گردد مشخص می‌شود. نوزاد را پس از آنکه از وارمر جدا کردند به داخل انکوباتور هدایت می‌کنند.

شکل ۲۱۲- دستگاه وارمر نوزاد

ونوسکوپ

ونوسکوپ یک عبور دهنده نور از یک عضو می‌باشد که با عبور نور با شدت زیاد باعث آشکار شدن رگ در آن محل می‌شود. اگرچه در بیشتر موارد تشخیص محل رگ و دسترسی به آن راحت

است ولی گاهی اوقات نیز دسترسی بسیار دشوار می‌شود و این ممکن است به دلیل چاقی، پیری و یا تیره بودن پوست بیمار باشد.



شکل ۲۱۳- دستگاه ونوسکوپ

ونوسکوپ یک وسیله غیر تهاجمی است، یعنی وارد بدن نمی‌شود و کار آن به این صورت است که این دستگاه روی سطح پوست بیمار قرار می‌گیرد و یک نور با شدت بالا از ونوسکوپ به سمت ماهیچه‌های زیر پوستی بیمار تابیده می‌شود، این نور سبب بازتاب نور متفاوتی اطراف رگ می‌شود که باعث نمایان شدن رگ و باعث راحت‌تر شدن تزریق خون و یا نمونه‌گیری خون درون رگ می‌شود.

پمپ تشکر مواج

یکی دیگر از پارامترهایی که در بخش‌های ICU، CCU و NICU باید در نظر گرفت این است که بیماران بستری در این بخش‌ها توانایی پوزیشن روی تخت را نداشته و به همین دلیل با یک وضعیت ثابت به سر می‌برند که در این صورت خطر زخم بستر را تهدید کرده که درمان زخم بستر، یک پروسه کامل را در پی دارد برای جلوگیری از این مشکل از تشک مواج استفاده می‌شود.

اجزاء و قطعات

پمپ هوا، شیلنگ رابط، پورت CPR، خود تشک از ۱۰الی ۲۰سلول بادی تشکیل شده است.

این دستگاه به این صورت عمل می‌کند که پمپ هوا، بر اساس تأخیر و فشاری که مشخص شده است، سلول‌ها را یکی پس از دیگری پر و خالی می‌کند. این دستگاه مجهز به ذخیره کننده انرژی می‌باشد تا در صورت قطع جریان برق می‌تواند تا مدت زمان خاصی عملکرد دستگاه قطع نشود.

در زمانی که بیمار نیاز به احیای قلبی داشته باشد، نیاز است که بیمار روی سطحی محکم باشد در اینجا از پورت CPRاستفاده می‌شود که سلول‌های مربوطه را در مواقع لزوم خالی می‌کنند

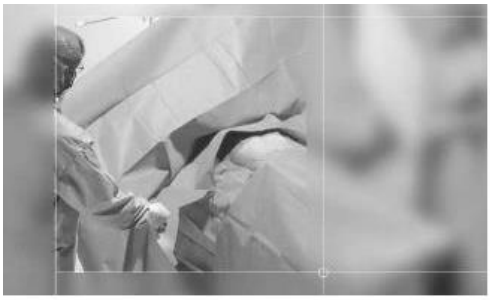
شکل ۲۱٤- نمایی از تشک مواج و پمپ تشک مواج

گان و شان

گان به لباس جراحی در اتاق عمل گویند که سبز، آبی کمرنگ و یا خاکستری کمرنگ می‌باشد. این رنگ‌ها چشم را کمتر خسته می‌کنند.

شکل ۲۱۵- گان یا لباس جراحی اتاق عمل

شان نیز پارچه‌های استریلی را گویند که در هنگام جراحی استفاده می‌شوند و برای ایجاد سدی بین فیلد جراحی و منبع بالقوه باکتری استفاده می‌شود.



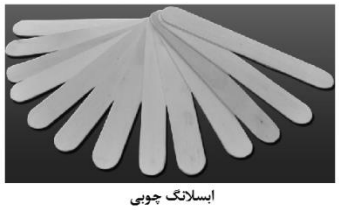
شکل ۲۱۶- شان یا پارچه استریلی که در هنگام جراحی استفاده می‌شود

لباس‌ها و پوشش‌های بیمارستانی به رنگ سبز یا آبی بوده و عمدتاً از جنس پنبه می‌باشند. نگاه کردن به رنگ آبی و سبز می‌تواند باعث تقویت دید جراح به اشیای قرمز از جمله احشای خون‌آلود شود. بطور کلی رنگ و مدل لباس‌های اتاق عمل باید بگونه‌ای باشد که افراد استریل را از افراد غیراستریل مشخص سازد.

ابسلانگ

آبسلانگ (Absolang) چوبی ساده است که هنگام معاینه حلق بیماران به کار می‌رود تا بالا آمدن زبان مانع معاینه نباشد. معمولاً طول آبسلانگ حدود ده سانتیمتر و عرض آن دو سانتیمتر است. سطح آبسلانگ مسطح بوده و دو سر آن تقریباً گرد است.

نمایی از هولدر ابسلانگ



ابسلانگ چوبی

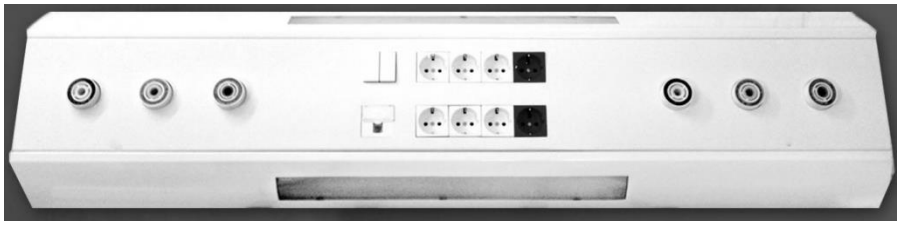
ابسلانگ پلاستیکی

شکل ۲۱۷- انواع آبسلانگ

از جایی که این وسیله ساده با مخاط سطحی دهان و مجرای گوارشی ارتباط مستقیم پیدا می‌کند باید مراقبت‌های ویژه‌ای صورت گیرد تا به تمیزی این وسیله لطمه‌ای وارد نشود.هنگام کار با آن حتماً از دستکش یکبار مصرف استفاده شود و پس از کار با آن از محیط دور شود و دیگر مورد استفاده قرار نگیرد.

سیستم گازهای طبی

در حال حاضر در تمامی بیمارستان‌های سراسر کشور از سیستم سانترال گازهای طبی استفاده می‌شود. این گازها عبارت از اکسیژن، گازهای بیهوشی، ساکشن مرکزی و هوای فشرده هستند که به صورت مستقیم در تمامی بخش‌های بیمارستان مورد استفاده قرار می‌گیرند. به موارد استفاده از این گازها می‌توان در بخش‌های ویژه نظیر: ICU, CCU, NICU, PICU و همچنین اتاق‌های عمل اشاره کرد، علاوه بر استفاده مستقیم بخش‌های بستری از برخی از این گازها مانند اکسیژن، دستگاه‌هایی مانند ونتیلاتور، ماشین بیهوشی، و ... از سایر گازها به صورت سانترال بهره می‌برند.



شکل ۲۱۸- نمایی از کنسول گازهای طبی به کار رفته در بخش‌های بیمارستان

اکسید نیتروژن N_2O

این گاز در اعمال بیهوشی استفاده می‌شود. استنشاق این گاز با مخلوط اکسیژن باعث بیهوشی می‌شود و درجه خلوص آن باید حداقل ۹۹ ٪ باشد. به دلیل استفاده همزمان از این گاز و اکسیژن در بیهوشی و با توجه به مقدار جریان هر دو گاز در واحد زمان، باید از غلظت مناسب و استاندارد این گاز مطمئن بود.

کاهش غلظت N_2O در بیهوشی‌ها باعث می‌شود که سرعت عمل گاز پایین آمده و بیهوشی در مدت طولانی‌تری حاصل شود.

اکسیژن O۲

اکسیژن را می‌توان از طریق تجزیه هوا تهیه کرد. این گاز پرمصرف‌ترین گاز طبی در بیمارستان است و جهت ادامه حیات، در اکثر بخش‌های بیمارستان از جمله اتاق‌های بستری، اتاق عمل، اتاق مراقبت پس از عمل (ریکاوری)، بخش مراقبت بیماران قلبی، بخش نوزادان، بخش زایمان و اورژانس کاربرد دارد. این گاز از لحاظ انفجار و احتراق بسیار خطرناک است و واکنش آن با هیدروژن بسیار گرماده است.

در ضمن در بیهوشی به علت کاربرد همزمان اکسیژن و اکسید نیتروژن، غلظت این گاز باید حداقل ۹۹ ٪ باشد. زیرا در صورت استفاده از غلظت‌های پایین‌تر باید شدت جریان را افزایش داد که در این صورت اکسیژن پرتابل (در حالت استفاده از کپسول اکسیژن) زودتر از N۲O تمام می‌شود و در صورت اشتباه اپراتور، بیهوشی تنها با N۲O ادامه می‌یابد که احتمال بروز خطر برای بیمار را بالا می‌برد.

هوای فشرده AIR

از هوای فشرده در بخش‌های مختلف بیمارستان مانند بخش زایمان، نوزادان، اتاق عمل، درمانگاه و کارگاه دندانپزشکی، آزمایشگاه‌ها و بخش‌های بستری استفاده می‌شود. در بسیاری مواقع برای استفاده بیمار، با اکسیژن مخلوط می‌شود. هوای فشرده باید خشک و عاری از باکتری و روغن باشد. از هوای فشرده برای ایجاد خلاء و به حرکت در آوردن دستگاه‌های پنوماتیک و سانتریفیوژ استفاده می‌شود.

سیستم خلاء

سیستم خلاء با وجود اینکه گازی را در سطح بیمارستان توزیع نمی‌کند، جزئی از سیستم گازهای طبی به حساب می‌آید. در اکثر بخش‌های بیمارستان مانند بخش زایمان، اتاق عمل، ریکاوری، مراقبت ویژه و آزمایشگاه احتیاج به خلاء است.

ترانسدیوسرهای فشارخون[1]

یکی از قابلیت های مانیتورینگ های علائم حیاتی اندازه گیری فشارخون است. فشار خون به دو روش اندازه گیری می شود، اندازه گیری فشار خون به روش تهاجمی و غیر تهاجمی، در روش غیر تهاجمی فشار خون از طریق یک کاف که به دست بیمار متصل است مشابه فشارسنج های دیجیتال، پر از باد شده و مسیر رگ را بسته و سپس اقدام به اندازه گیری فشار خون به صورت دیجیتال می نماید. در فشارسنج های تهاجمی این کار توسط یک مبدل انجام می شود که این مبدل ها معمولاً به صورت یک سنسور فشار دائمی می باشند که جریان خون را توسط فشاری که مستقیم به سنسور وارد می کنند به صورت همزمان اندازه گیری می کنند. امروزه استفاده از ترانسدیوسرهای دائمی به دلیل هزینه ی بالا و امکان انتقال آلودگی به بیمار، با نمونه های مصرفی آنها در حال جابجایی هستند و برای اندازه گیری فشار تهاجمی به دلیل خطر بسیار بالای انتقال عفونت از ترانسدیوسر های یک بار مصرف استفاده می شود. ترانسدیوسر ها دو نوع هستند، نوع Single و نوع Double ،در نوع Single فشار خون از طریق مسیر سرخرگی یا مسیر سیاهرگی گرفته می شود. اما در نوع Double هم از طریق سرخرگی و هم از مسیر سیاهرگی اقدام به اندازه گیری فشار می شود.

شکل ۲۱۹- نمایی از ترانسدیوسرهای IBP مارک بابوسنسور از شرکت شایا طب ایرانیان

[1] IBP Transduser

منابع

- ایمانیه، محمد هادی؛ رحمدار، سعیدرضا. استانداردهای تجهیزات پزشکی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز. شیراز. ۱۳۸۲.
- براون، جان ام. ؛ کر، جوزف. جی. مقدمه‌ای بر فن‌آوری تجهیزات پزشکی. جلد اول و دوم. ترجمه سیامک نجاریان و سایرین. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر. تهران. ۱۳۸۱.
- برونزینو، جوزف دی. مهندسی پزشکی و ابزار دقیق مفاهیم اساسی و کاربردها. ترجمه سیامک نجاریان و سایرین. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر. تهران. ۱۳۸۲.
- حسن‌زاده سلماسی، منیره. پرستاری اتاق عمل. انتشارات ستوده (رسالت). تبریز. ۱۳۷۲.
- چراغ‌های سیالتیک، تکنولوژی نور در اتاق‌های عمل. شرکت مهندسی طب تصویر.
- زردشت، رقیه؛ قارداشی، فاطمه. روش کار در اتاق عمل.(چاپ چهارم) انتشارات جامعه-نگر. تهران. ۱۳۹۲.
- شیری، حسین؛ نیک‌روان، ملاحت. مرجع اصول مراقبت‌های ویژه. انتشارات نور دانش. تهران. ۱۳۸۹.
- عسگری، محمدرضا؛ سلیمانی، محسن. مراقبت‌های پرستاری ویژه در بخش‌های CCU، ICU و دیالیز. مرکز نشر و تبلیغ بشری، تحفه. تهران. ۱۳۸۵.
- قارداشی، فاطمه؛ اکبرزاده، رویا. راهنمای جامع وسایل و ست‌های جراحی. (چاپ اول). انتشارات جامعه‌نگر. تهران. ۱۳۹۰.
- لطفی، مژگان؛ انتظار، صمد. راهنمای جامع پرستاری در اتاق عمل. (چاپ ششم). انتشارات جامعه نگر. تهران. ۱۳۹۰.
- وبستر، جان. تجهیزات پزشکی: طراحی و کاربرد. جلد اول و دوم. ترجمه سیامک نجاریان و نازیلا قاسمی کیانی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر. تهران. ۱۳۸۰.
- با بهره گیری از مطالب سایت ماهنامه مهندسی پزشکی ایران و انجمن علمی پزشکی لیزر ایران