

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان

معاونت غذا و دارو

مدیریت تجهیزات پزشکی



تجهیزات پزشکی اتاق عمل



پیشرفت روزافزون دانش پزشکی همراه با رشد فزاینده دستاوردهای تکنولوژی پزشکی، امروزه، افق های جدیدی را در عرصه درمان و مداوای بیماران گشوده است. از سوی دیگر جراحی به عنوان یکی از اساسی ترین شیوه های درمان همه روزه، سهم بیشتری را در بهبود و بازیافت سلامت بیماران ایفا می کند. اتاق عمل یکی از حساس ترین قسمت های بیمارستان است؛ چرا که به علت اعمال و تجهیزات ویژه ای که در آن وجود دارد کوچکترین سهل انگاری در آنجا می تواند عامل مرگ فرد یا افرادی شود.



۱- لباس سبز یا آبی پرسنل اتاق عمل

نگاه کردن به رنگ آبی یا سبز می تواند دید پزشک از اشیای قرمز از جمله احشای خون آلود را تقویت کند. مغز رنگها را نسبت به یکدیگر تفسیر می کند. اگر جراح به چیزی خیره شود که به رنگ قرمز یا صورتی باشد، حساسیتش را نسبت به آن ها از دست می دهد. در واقع پیام های مربوط به رنگ قرمز در مغز محو می شود که می تواند باعث شود پزشک تفاوت های ظریف

رنگ اجزای بدن را به درستی نبیند. نگاه کردن گاه به گاه به شیئی سبزرنگ می تواند چشمها را به تغییرات در رنگ قرمز حساس تر کند.

چنین تمرکز شدید و مداومی بر روی رنگهای قرمز ممکن است باعث توهمات بینایی سبز رنگ روی سطوح سفیدرنگ شود که حواس جراح را پرت می کند. این شبیحهای سبزرنگ در صورتی که نگاه جراح از بافتهای قرمز بدن به چیزی سفید رنگ مانند پارچههای تخت یا لباس سفید متخصص بیهوشی بیفتد، ممکن است ظاهر شوند.

یک شبیح سبز رنگ از احشای قرمز بیمار، ممکن است روی پس زمینه سفید ظاهر شود. جراح به هر جا که نگاه کند، این تصویر پریشان کننده مانند نقاط نورانی شناوری که پس از فلاش زدن دوربین جلوی چشمان شما ظاهر می شود، دید او را دنبال می کند. این پدیده به این علت رخ می دهد که نور سفید حاوی همه رنگهای رنگین کمان از جمله سبز و قرمز است، اما از آنجا که دید جراح حساسیتش را به رنگ قرمز از دست داده است، مغز پیامهای دریافتی را به رنگ سبز تفسیر می کند.

۲- مرکز استریل (CSR)

استریل کردن ست ها و لوازم جراحی بی شک از اهمیت بسزائی برخوردار است. استریل کردن به معنی از بین بردن تمام موجودات زنده است. لازمه اجتناب نا پذیر انجام اعمال جراحی شرایطی کاملا استریل است. در آموزش تکنیک های آسپتیک تاکید می شود؛ تجهیزات استریل است یا خیر. استریلیزاسیون امری مطلق است یعنی وسیله ای تقریباً استریل در حیطه استریلیزاسیون مفهومی ندارد. اگر نتوان CSR بیمارستان را قلب بیمارستان نامید بی شک می توان آن را به عنوان شاهرگ حیاتی کلیه فعالیت ها و خدمات بیمارستان در نظر گرفت. عملکرد نادرست این بخش فعالیت اتاق عمل را ناکام خواهد کرد. CSR یا مرکز استریل، مکانی است که کلیه وسایل مورد لزوم بخش ها و اتاق عمل بیمارستان در آنجا ضد عفونی و استریل می شوند.

۲-۱- خصوصیات فیزیکی مرکز استریل

بهترین مکان برای قرارگیری بخش CSR در نزدیکی اتاق عمل است تا در هنگام حمل وسایل برای استریل کردن، مشکلاتی مانند هدر رفتن وقت و انرژی و ایجاد خسارت به دستگاه ها و وسایل پیش نیامده و وسیله مورد نظر به موقع به اتاق عمل تحویل داده شود. انبار اقلام کثیف و استریل نشده باید کاملاً از هم مجزا و مشخص باشند. برای اینکار استفاده از تابلو و برچسب الزامی است. قسمت تمیز و کثیف بخش استریل باید کاملاً از هم مجزا باشند و رفت و آمد به آنها کاملاً کنترل شده باشد.

درب ورودی بخش CSR باید به اندازه ای بزرگ باشد (حدوداً ۲/۲۰ متر) تا ورود و خروج تالی و برانکار به راحتی امکان پذیر باشد. در ورودی CSR سیاست خط قرمز به منظور حفظ حریم قسمت استریل کاملاً مشخص و با نصب تابلو رعایت آن الزامی شود و هشدارهای لازم ارائه شود.

در ورودی بخش CSR نیز باید مکانی به عنوان رختکن جهت تعویض کفش و پوشیدن گان در نظر گرفته شود. این مکان نیز باید با توجه به حجم فعالیت CSR، فضای لازم را در برگیرد و مکان قرارگیری کفش و دمپایی (تمیز / کثیف) در آن تعبیه شود.

در مرکز استریل یک درب جهت ورود و خروج کارکنان در نظر گرفته شود و تردد افراد متفرقه محدود و کاملاً کنترل شود.

تحويل يا تعويض وسايل نيز از طريق پنجره ای که به این کار اختصاص یافته است انجام پذیرد. قسمت نگهداری وسايل استريل بايد از محوطه *CSR* جدا باشد و این جداسازی باید حتما از درب تحويل وسايل استريل جلوتر باشد. سیستم تهویه *CSR* بسیار اهمیت داشته و باید بتواند به خوبی کار کند. دما در بخش مذکور به دلیل کارکرد دستگاه های اتوکلاو عموماً بالا است. بنابراین باید با استفاده از تهویه مناسب بتوان آن را در ۲۷ تا ۳۷ درجه سانتیگراد نگه داشت. در صورت نصب اتوکلاوهای گازی نظیر اتیلن اکساید باید سیستم تهویه جداگانه ای برای این اتوکلاوها در نظر گرفته شود تا از سیستم تهویه مرکزی مستقل باشد.

۲-۲- دستورالعمل مربوط به مرکز استریلیزاسیون

- تست های اتوکلاو طبق دستورالعمل داخل بسته ها گذاشته شود و پشت نوار تست تاریخ - شیفت - شماره اتوکلاو نوشته شود.
- بسته ها نباید بیشتر از ۶ کیلوگرم باشد، همچنین اندازه (عرض پکها) حداکثر ۴۵ سانتی متر باید باشد.
- پک ها و بسته های عمل باید به صورت عمودی (ایستاده) در اتوکلاو قرار داده شود و نبایستی به حالت خوابیده باشد.
- پک ها باید محکم بسته شود و در حالتی گذاشته شود که بین آن ها فضا جهت عبور بخار باشد و نباید اتوکلاو خیلی پر شود.
- اطراف پارچه های بستن وسايل باید دوخته شده و سالم باشد.
- پک ها پس از در آوردن از اتوکلاو، باید کاملاً خشک باشند و با دست مرطوب جابه جا نشود.
- در صورتی که تست های اتوکلاو پس از استریلیزاسیون تغییر رنگ نداده باشند بایستی از استفاده بسته عمل خودداری کرده و فوراً با ثبت شماره اتوکلاو، تاریخ و نوع بسته عمل به مسئول اتاق عمل و مسئول کنترل عفونت اطلاع داده شود.
- هنگام تحويل ست ها و بسته های عمل کلیه وسايل آن باید کنترل شود. در صورت مشاهده آثار کثیفی بر روی آن ها پرسنل *C.S.R* بایستی آن ها را تمیز کنند.
- کلیه وسايل داخل ست ها و بسته های عمل که از بیرون آورده می شوند، بایستی توسط پرسنل *C.S.R* کنترل و بسته بندی شود.
- دیش ها و پک های عمل توسط افراد غیرمسئول به هیچ وجه نباید بسته شود.
- از ورود افراد متفرقه به محل استریلیزاسیون بایستی خودداری شود.
- هنگام خروج از واحد، کلیه پرسنل بایستی کفش و لباس خود را تعویض کنند.
- هنگام کار از ماسک و دستکش استفاده شود.

۳- کنترل محیط اتاق عمل

- اتاق اختصاصی برای انجام عمل جراحی و اقدامات تهاجمی یا وسايل و تجهیزات استریل مشخص می شود.
- ورود پرسنل به اتاق عمل محدود می شود.
- اتاق عمل باید از محل اصلی رفت و آمد بیمارستان و کریدور های آن مجزا باشد.
- امکان دسترسی آسان به بخش های جراحی و اورژانس داشته باشد.
- کف اتاق عمل از مواد مقاوم و دیوارهای آن از مواد قابل شستشوی غیر قابل جذب پوشیده شود.

- اتاق عمل در ناحیه *Aseptic* قرار گیرد.
- مناسب ترین میزان رطوبت در اتاق عمل ۵۵-۵۰٪ است.
- مناسب ترین دما یک درجه سردتر از محیط خارج از اتاق عمل است (۱۸-۲۴ درجه سانتیگراد).
- در اتاق عمل سیستم تهویه فشار مثبت برقرار می شود.
- حداقل ۱۵ بار تعویض هوا در ساعت انجام شده و حداقل ۳ بار آن باید هوای تازه باشد.
- ورود کل جریان هوا از سمت سقف و خروج آن نزدیک به کف زمین باشد.
- تمام هوا باید فیلتر شده گردش مجدد داشته و تازه باشد.
- به منظور پیشگیری از عفونت، از اشعه ماورای بنفش جهت استریل فضای اتاق عمل استفاده می شود.
- بجز در مواقع عبور وسایل، پرسنل و بیمار، درب های اتاق عمل بسته است.
- برای انجام جراحی های ایمپلمنت، ارتوپدی، استفاده از اتاق عمل های مجهز به هوای مافوق تمیز مورد رسیدگی و مطالعه قرار دارد.

۴- استریل لوازم اتاق عمل

- وسایلی نظیر دستگاه ساکشن و ونتیلاتور باید برای پیشگیری از آلودگی به طور متناسب انتخاب شود. وسایل به کار رفته باید شمرده شود، کمتر مورد دستکاری قرار گیرد و برای استریل کردن به واحد استریل اتاق عمل فرستاده شود.
- الف) تمام وسایل اتاق عمل بر اساس دستورالعمل باید استریل شود.
- ب) فقط در مواقعی که باید از وسایل مراقبت از بیمار استفاده شود از روش فلاش برای استریل کردن استفاده می شود.

۵- پاک کردن و گندزدائی سطوح محیطی

- در مواقعی که در حین عمل جراحی، آلودگی قابل رویت سطوح یا تجهیزات با خون یا سایر مایعات بدن ایجاد شود، قبل از عمل جراحی بعدی از گندزدائی مناسب برای تمیز کردن محل آلوده استفاده می شود. همچنین بعد از آخرین عمل جراحی کف اتاق عمل با ماده گندزدای مناسب تمیز می شود.

۶- دفع زباله های اتاق عمل

- به علت خطر انتقال بیماری های منتقله از طریق خون زباله های اتاق عمل با کمترین دستکاری دفع می شود.
- مایعات بدن با پوشش حفاظتی مناسب مثل گان، اپرون و محافظ چشم دفع می شود.
- لوازم نباید قبل از فرستادن به واحد استریل اتاق عمل (*TSSU*) شسته شوند.
- گازهای مورد استفاده در کیسه های آلوده درست در محل استفاده قرار داده می شود.
- بقیه زباله های آلوده طبق امکانات موجود جابجا می شود.

۷- تجهیزات اتاق عمل

- در این بخش به معرفی برخی تجهیزات مورد استفاده در اتاق عمل خواهیم پرداخت.

۷-۱- نگاتوسکوپ

نگاتوسکوپ وسیله ای است که برای مشاهده فیلم های رادیوگرافی مورد استفاده قرار می گیرد. این وسیله می تواند در داخل دیوار اتاق عمل تعبیه شود و هم می تواند به صورت جداگانه قرار گیرد. نگاتوسکوپ ها در ابعاد و اندازه های گوناگونی موجود هستند.

۷-۲- میز مایو

میزی است که جهت قرار دادن وسایل اولیه جراحی، در پایین پای بیمار مورد استفاده قرار می گیرد. مایو نام شرکت سازنده آن است.

۷-۳- پایه سرم

برای نصب سرم مورد استفاده قرار می گیرد که برای سهولت در حرکت، چرخ دار است.

۷-۳- سطل فلزی چرخ دار

این سطل ها در دو طرف تخت عمل قرار می گیرند.

۷-۴- صندلی تابوره

این صندلی جهت نشستن جراح، کمک جراح، متخصص بیهوشی، در هنگام جراحی مورد استفاده قرار می گیرد و در اندازه های گوناگونی موجود است.

۷-۵- ترالی

برای انتقال لوازم و همچنین به عنوان میز کار مورد استفاده قرار می گیرد.

۷-۶- جالگنی استیل

این جالگنی باید ضد زنگ و چرخ دار باشد و لاستیک چرخ آن ضد جرقه باشد.

۷-۷- کیسول اکسیژن

برای اکسیژن رسانی به بیمارانی که دچار کمبود اکسیژن هستند و لازم است اکسیژن از راه استنشاقی به آن ها داده شود مورد استفاده قرار می گیرد. این کیسول ها دارای هوای فشرده است که فشار داخل آن در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ اتمسفر است.

۷-۸- چراغ سیالنتیک *Surgical Light*

لامپ های جراحی یکی از ابتدایی ترین و مهم ترین وسایلی هستند که در اتاق های عمل جهت روشن کردن موضع جراحی و مشاهده بهتر اندام های کوچک و بدون کنتراست در مناطق عمیق موضع یا حفره های بدن به کار می رود. از آنجایی که در حین عمل جراحی، سر و دست های جراح و تیم جراحی و نیز ابزار مورد استفاده باعث تاریک شدن ناحیه مورد نظر می شود، روشنایی اتاق عمل باید به گونه ای طراحی و پیاده سازی شود که سایه ها را کاهش داده و انحراف طول موج رنگ های مختلف را به حداقل برساند؛ چرا که تغییر طول موج نور بازگشتی به چشم جراح باعث می شود رنگ اندام مورد

نظر به شکلی دیگر دیده شود همچنین لازم است که به دلیل کاربرد طولانی مدت این لامپ ها، تشعشع و تابش گرمایی این ابزار به حداقل برسد تا از خشکاندن بافت های جراحی و نیز ایجاد ناراحتی در تیم جراحی اجتناب کند.

۷-۸-۱- اصول عملکرد



به طور معمول یک چراغ جراحی از یک یا چند قسمت نوری تشکیل شده است که به یک بازوی معلق متصل شده اند و این بازو می تواند حرکات عمودی و دایره وار را فراهم نماید. این بازو، معمولاً به یک آداپتور ثابت وصل می شود. ترکیب ساختاری این سیستم باید به نحوی طراحی شود که امکان جابجایی های مختلف را داشته باشد، دسته های بازوی سیستم روشنایی قابل استریل باشد و پس از تنظیم موقعیت مناسب آن، بتوان سیستم را در آن وضعیت قفل کرد تا شفافیت و روشنایی کافی در ناحیه مورد نظر برای جراحی در طول مدت انجام عمل تأمین شود.

به طور کلی می توان سیستم روشنایی را در یک نقطه از سقف یا دیوار ثابت کرد و یا با ایجاد ریل در سقف، امکان تغییر موضع آن را فراهم نمود. در سیستم های روشنایی سقفی یک یا چند مبدل در یک جعبه کنترل ریموت نصب شده بر روی دیوار به کار می رود تا ولتاژ ورودی را به ولتاژ مورد نیاز لامپ ها تبدیل کند. اکثر روشنایی های جراحی دارای سیستم کنترل دائمی هستند. همچنین برخی از آنها میدان دید قابل تنظیم دارند که با استفاده از آن می توان روشنایی و درخشان بودن محیط جراحی را کاهش داد؛ چرا که گاهی اوقات بازتابش های نور از لباس یا ابزار جراحی می تواند باعث اذیت چشم و خستگی آن شود.

چندین نوع منبع نوری مختلف وجود دارد: لامپ های رشته ای معمولی، لامپ های گازی و چراغ های LED. چراغ هایی که از LED استفاده می کنند از چراغ های با لامپ معمولی گران تر هستند اما مزیت هایی نیز دارند. ادعای تولیدکنندگان این است که از LED هایی استفاده می کنند که نورهای مادون قرمز و ماورای بنفش از آنها ساطع نمی شود بنابراین گرمای کمتری تولید می شود. همچنین اینگونه لامپ ها عمر بیشتری نسبت به لامپ های معمولی دارند و نور آنها به تدریج کاهش پیدا می کند، بنابراین خطر خاموش شدن ناگهانی در حین جراحی از بین می رود. در چراغ های با نور LED می توان کنترل بیشتری بر سایه های مزاحم داشت. برای کاهش اثرات گرمایی در چراغ هایی که از لامپ های رشته ای استفاده می شود، فیلترهایی به کار رفته است که نور مرئی را عبور می دهند، اما از انتشار گرما جلوگیری می کنند. بر روی بعضی از مدل های جدید چراغ ها می توان از دوربین برای ضبط تصاویر حین عمل جراحی استفاده نمود.

چراغ را می توان از طریق دستگیره های استریل و یا ریل ها جابجا نمود و یا می توان به صورت اتوماتیک کنترل کرد. نور اغلب چراغ های جراحی را می توان بوسیله دیمر تغییر داد و یا بوسیله کنترل هایی اندازه میدان و تمرکز آن را تنظیم نمود. روشنایی نور بر حسب لوکس یا فوت کندل (۱ فوت کندل = $10/76$ لوکس) اندازه گیری می شود. طبق استاندارد انجمن مهندسی روشنایی آمریکای شمالی (IESNA) حداقل سطح روشنایی ناحیه جراحی زمانی که منبع نور در فاصله یک متری آن می باشد باید **Foot-Candles 2500** (معادل 26910 لوکس) باشد. یک محیط در شدت روشنایی ۱۰ تا ۲۰ لوکس،

بسیار تیره و تاریک به نظر می رسد. اما اشیاء بزرگ قابل مشاهده است. برای مطالعه یا مشاهده معمولی اشیاء به شدتی در حدود ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس روشنایی نیاز است. اما استانداردهای جهانی برای حداقل شدت روشنایی در اتاق های عمل در حدود ۲۵۰۰۰ لوکس است. در حالی که منبع روشنایی باید در یک متری بالای موضع جراحی قرار داشته باشد، برخی از پزشکان ترجیح می دهند یا گاهی نیاز دارند که در روشنای ۳۵۰۰۰ لوکس به بالا به کار خود ادامه دهند.

موضوع قابل توجه دیگر در سیستم های روشنایی اتاق های عمل کیفیت رنگ است که به صورت محتوای طیفی نور داخل محیط مطرح شده و بر حسب دمای رنگ در واحد کلوین یا ضریب تغییر رنگ یا شاخص رندرینگ (Rendering) رنگ (CRI) سنجیده می شوند که طبق استاندارد IESNA دامنه قابل قبول برای چراغ های جراحی بین ۳۵۰۰ تا ۶۷۰۰ کلوین می باشد. شاخص CRI اثر نور را بر ظاهر رنگ بافت جراحی نشان می دهد. پایه این مقیاس از ۰ تا ۱۰۰ می باشد. طبق استاندارد IEC (International Electrotechnical Commission) مقدار CRI برای چراغ های جراحی ۸۵ می باشد. مقدار R_a نیز وابسته به CRI می باشد، اما تنها رنگ قرمز را ارزیابی می کند. به عنوان مثال، آفتاب ظهر در حدود ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ کلوین دمای رنگ ایجاد می کند. دمای رنگ پایین باعث می شود که رنگ اشیاء متمایل به قرمز و دمای رنگ بالا منجر به مشاهده رنگ اشیاء به حالت آبی می شود. در بیشتر شدت های روشنایی محیط اطراف انسان، کنترل دقیق دمای رنگ لازم نیست چرا که قابلیت بصری انسان انعطاف پذیر است. در عین حال استانداردهای جهانی ۳۵۰ تا ۷۰۰۰ کلوین را به عنوان بازه قابل قبول دمای رنگ مطرح می نمایند. ضریب تغییر رنگ یا CRI در محیط های جراحی برای بیان اثراتی از منبع نور که منجر به عدم شفافیت رنگی بافت های مورد نظر می گردد، به کار می رود. روشنایی هایی که درخشش کمی دارند نیازمند لامپ هایی با ضریب تغییر رنگ مناسب هستند تا شفافیت بصری و روشنایی مورد نیاز را تأمین کند و یک تصویر بصری مناسب را برای چشم انسان فراهم آورد. بنابراین CRI برای مقایسه روشنایی های مختلفی که دمای رنگ یکسانی دارند، مناسب است. تشخیص رنگ ها از سایه ها هم تأثیر می پذیرد. روشنایی های متداول اتاق عمل، سایه های حاصل از روشنایی جراحی را روشن تر می کنند. وقتی محتوای طیفی روشنایی متداول اتاق و روشنایی جراحی یکسان شد، سایه ها به صورت یک رنگ طبیعی (خاکستری طبیعی) که جزئی از خود جسم یا شیء است، مشاهده می شود. اما اگر طیف ها متفاوت باشد سایه ها باعث تغییر رنگ می شود.

روشنایی های جراحی با قرار گیری در موقعیت های مختلف سایه ها را از بین می برد به این صورت که از یک حباب بزرگ شامل چند لامپ مختلف، یک حباب با یک لامپ و رفلکتورهای محیطی حباب های کوچک چندگانه که موجب تابش از نقاط همگرایی مختلف شود و یک حباب با منشور نور استفاده می شود. همه این روشنایی ها باید کانونی شوند تا روشنایی و درخشش ناحیه مطلوب به حداکثر برسد، به بیان دیگر شدت روشنایی در عمق میدان عملیاتی مطلوب از ۲۵ تا ۳۰ سانتی متر ثابت باقی بماند و روشنایی سطح بافت تا انتهای عمق آن یکسان باشد، بدون اینکه نیازی به تغییر موقعیت روشنایی ها باشد. البته شدت روشنایی با افزایش فاصله کانونی یا کار در فواصلی بیشتر یا کم تر از عمق میدان عملیاتی کاهش می یابد (از لحاظ تیزی) و الگوی روشنایی غیرثابت شده و در مرکز میدان تیره می شود. برای کاهش آثار زیان بار گرما و حرارت لامپ باید از فیلترها یا لنزهایی که نور مرئی را عبور داده ولی مانع عبور حرارت می شوند یا آینه های سرد (Cold mirrors) که طول موج های نور مرئی را به سمت ناحیه جراحی بازتاب داده و حرارت را از خود عبور می دهند استفاده کرد. البته شایان ذکر است که ترکیب این دو روش را هم می توان به کار برد. روشنایی های جراحی معمولاً از لامپ های هالوژن-تنگستن، هالوژن ، زنون یا هالوژن - کوارتز که به عنوان لامپ های نور سفید مطرح هستند استفاده می کنند. این لامپ ها را می توان به عنوان نور سفید استاندارد حاصل از هالوژن-تنگستن (شیشه یا کوارتز) مادون قرمز حاصل از تنگستن-هالوژن طبقه بندی کرد. در

این لامپ ها از حباب های گازی حاوی درصد مشخصی از هالوژن با فشار متجاوز از ۱۳ اتمسفر برای تولید نور سفید استفاده می شود.

لامپ های نور سفید همچین از فیلمان های تنگستن واقع در حباب های پر شده از گاز هالوژن بهره می گیرند. لازم است که این لامپ ها درخشش بیشتری داشته باشند و دمای رنگ آنها اندکی بالاتر شد. از آنجا که انتقال حرارت به هنگام تابش انرژی امواج به یک جسم دیگر و جذب آن رخ می دهد، لامپ های مادون قرمز با فیلمان تنگستن با در نظر گرفتن این قاعده، روشنایی مطلوب را با کمک یک فیلم بازتابنده مادون قرمز بر روی کپسول لامپ ایجاد می کند.

۷-۸-۲- ویژگی هایی که یک چراغ سیالیتیک باید داشته باشد

- دارای فیلتر جذب حرارت باشد.
- نور آن متمرکز شده و کم و زیاد شود.
- سایه ایجاد نکند.
- دارای دسته و شاسی متحرک قابل استریل شدن باشد و قبل از هر عمل بر روی آن بسته شود.
- در صورت نیاز به نور بیشتر از چراغ سیالیتیک متحرک استفاده شود.

۷-۸-۳- گزارش مشکلات

بسیاری از مواقع اتفاق افتاده که در کپسول لامپ حرارت های اضافی ایجاد شده و با گردش حرارتی داخل کپسول موجب ذوب سیم های آن یا خشک شدن و ترک پوسته آن شده است. در نتیجه اتصال سیم حاصل از این رخداد باعث خاموشی لامپ و ایجاد خطر در اتاق عمل برای بیمار می کند. طراحی باز برای انتقال حرارت و استفاده از فن برای گردش هوا در داخل سیستم روشنایی، دو راه حل قابل قبول برای رفع این مشکلات است.

تکان خوردن چراغ پس از قرارگیری در موقعیت مطلوب جراحی، یکی دیگر از مسائل مهم در کاربرد این ابزار است که گاهی منجر به تغییر موقعیت سیستم می شود. برخی از سیستم ها از قفل های مغناطیسی برای رفع این معضل استفاده می کنند. اما در هر حال تا به امروز این مشکل به صورت اساسی حل نشده است.

غبار یا اثر انگشت بر روی لامپ های هالوژن - کوارتز نیز می تواند باعث سوختگی یا تغییر رنگ یا حتی انفجار شود. این لامپ ها معمولاً بسته بندی شده اند تا از تماس مستقیم با دست در حین جای گذاری جلوگیری شود.

جابجایی چراغ بعد از قراردادن آن در موقعیت مناسب یکی دیگر از مشکلات گزارش شده است که برای رفع این موضوع برخی از سازندگان از قفل های مغناطیسی استفاده می کنند.

۷-۸-۴- اصول نگهداری

- همانطور که گفته شد اثر انگشت و یا وجود گرد و غبار روی لامپ های هالوژن کوارتز می تواند باعث اغتشاش در نور خروجی و تغییر رنگ، سوختگی زود هنگام و یا ترکیدگی آنها شود. باید دقت شود که در صورت نیاز به لمس این لامپ ها از پارچه تمیز و یا دستکش تمیز استفاده نمود و زمانی که لامپ خاموش است اثر انگشت روی لامپ را کاملاً تمیز نمود.

- تمامی قسمت های چراغ های جراحی باید به خوبی تمیز شوند تا از ریزش گرد و غبار از بالای آنها بر روی موضع جراحی جلوگیری شود. در مورد چراغ هایی که بر روی ریل هستند نیز باید کاملاً دقت نمود که گرد و غبار و یا روان کننده ها بر

روی محل جراحی ریخته نشوند. دستگاه های جدید از پوشش هایی استفاده می کنند که مانع از ریزش گرد و غبار می شوند.

- در صورت تعمیر نامناسب دستگاه و جابجایی فیلترهای گرمایی ممکن است بیمار در اثر نور و گرمای تابشی دچار سوختگی شود.
- قطع و یا اتصال کوتاه مسیره های ارتباطی الکتریکی یا الکترونیکی که در اثر حرارت ناشی از نور لامپ یا عبور جریان بیش از حد از این مسیره ها بوجود می آید.
- معایب مربوط به منبع تغذیه که به اشکال مختلف مثل سوختن ترانس، دیود و یا ایراد در قطعات دیگر بروز می کند.

۷-۹- تخت های جراحی

تخت های جراحی سطح بلندی را فراهم می کنند که بدن بیمار در هنگام جراحی بر روی آن قرار می گیرد و باعث تحکیم موقعیت بیمار شده و بهترین دید در محل جراحی را ممکن می سازد. این تخت ها به گونه ای طراحی می شوند که موقعیت های مختلف بیمار را در جراحی های خاص پشتیبانی می کنند و همچنین از بیمار در مقابل جابجایی بیش از حد، ضربه و تحرک محافظت می نمایند.

۷-۹-۱- پوزیشن های تخت جراحی

بیماران بخاطر دراز کشیدن طولانی مدت بر روی تخت، از زخم های بستر رنج خواهند برد و برای همین، پرستاران و جراحان تلاش دارند که از این صدمه، جلوگیری بعمل آورند. پوزیشن های جراحی از پیش تعیین شده اند. در حین عمل جراحی بیمار باید در وضعیتی قرار گیرد تا تیم جراحی به راحتی بتوانند کارهای لازم را برای وی انجام داده و سلامتی وی را حفظ کنند؛ این قرارگیری باید قبل از عمل جراحی و بنا به سن و جنس و شرایط بیماری تعیین گردد.

تخت های جراحی به صورت سطح های متحرکی ساخته شده اند که بالا و پایین رفتن سطح به راحتی امکان پذیر است. این طراحی بدن بیمار را به طور کامل حمایت می کند. تخت جراحی باید به راحتی به حالت پوزیشن های جراحی در آید. تخت و بخش های مختلف آن توسط چرخ دنده های مکانیکی و یا پیستون های هیدرولیکی به بالا و پایین حرکت داده می شود و به صورت دستی و یا الکتریکی کنترل می شوند. تخت ها می توانند موقعیت های ترندلنبرگ *Trendelenburg*، سر پایین و پا بالا، ترندلنبرگ معکوس *Reverse Trendelenburg*، سر بالا و پا پایین، کج شدن جانبی (*Lateral Tilt*) و یا افقی استاندارد را داشته باشند. تمام این موقعیت ها در جراحی های خاص کاربرد داشته و به کاربر، آزادی عمل بیشتری در حین جراحی می دهد.



Trendelenburg



Reverse Trendelenburg

اکثر تخت ها از حداقل سه قسمت به هم لولا شده تشکیل شده اند. بخش های اصلی شامل سر، بدن و پاها می باشد. در برخی از تخت ها قسمت بالا برنده کلیه نیز وجود دارد. در صورت لزوم جهت پوزیشن دادن به بدن بیمار، وسایل اضافی باید به تخت متصل شود. قطعات مختلفی امکان اتصال به این تخت ها را دارند که تخت را برای هر دو نوع جراحی اعضای فوقانی و تحتانی بدن آماده می کند. به عنوان مثال، در عمل جراحی منیسکتومی، ضروری است که پای بیمار از ناحیه زانو خم شده و آویزان گردد تا جراح به راحتی به محل عمل دسترسی داشته باشد.

در برخی اتاق های عمل بین تخت عمل و بیمار یک پوشش برزنتی قرار می دهند تا جابجایی و بلند کردن بیمار توسط این پوشش انجام بگیرد و کار انتقال او آسان گردد.

۷-۹-۲- ضمایم تخت عمل

- ترمز
- زیردستی
- تسمه تخت
- تشک اسفنجی
- اسکرین بیهوشی
- تکیه گاه مخصوص پا

۷-۹-۳- ویژگی های مشترک در تمام تخت های عمل

- ایستایی کامل داشته باشند.
- قابلیت نصب قطعات اضافی روی آن وجود داشته باشد.
- ارتفاع آن قابل تنظیم باشد.
- طول و عرض تخت طوری باشد که دسترسی به موضع عمل به راحتی صورت گیرد.
- در زیر بیش تر تخت های عمل، پمپ های مخصوصی نصب شده است. این پمپ ها باعث سهولت کار تغییر وضعیت تخت در جهات بالا، پایین، چپ، راست و سرآشویی و سربالایی می شوند.
- روی تمام این تخت ها یک تشک اسفنجی با قابلیت جدا شدن و شست و شو قرار می گیرد. رویه تخت باید در برابر آسیب اجسام برنده و نوک تیز محافظت شود.
- تمام تخت های عمل در قسمت پایین یک پدال دارند. این پدال باعث می شود که تخت روی زمین نمناک بطور ثابت نگه داشته شود و در موقع جابجایی نیز به سهولت حرکت نماید و به مکان مناسب منتقل شود.
- قسمت های مختلف تخت عمل بایستی به طور مرتب مورد بررسی قرار گیرند و برای تعمیر و تعویض متعلقات معیوب اقدام شود تا در شروع و یا جریان عمل جراحی وقفه و اشکالی پیش نیاید.

۷-۹-۴- ساختار فیزیکی و مکانیکی تخت جراحی

بخش های تخت جراحی عبارتند از بخش فوقانی مستطیل شکل از جنس فلز، پلاستیک یا کامپوزیت فلز، پلاستیک، فیبر کربن که روی پایه ستون مانند ثابت یا متحرک چرخ دار سوار شده است. قسمت فوقانی تخت های ثابت قابل تعویض هستند

که در جابجا کردن بیمار یا سازگار کردن تخت با نوع جراحی نقش دارند. تخت‌های متحرک چرخ‌های گردانی دارند که حرکت تخت را روی سطوح مختلف آسان می‌کند.

۷-۹-۵- تخت جراحی الکترونیکی

در تخت‌های جراحی الکترونیکی مجهز به سیستم قفل خودکار زمانی که موقعیت تخت توسط هدایت‌کننده تنظیم می‌شود، پایه به صورت خودکار قفل می‌شود. این ویژگی احتمال حوادث ناشی از فراموش کردن قفل پایه را از بین می‌برد. علاوه بر این اگر در عرض یک دقیقه هیچ عملی انجام نگیرد، کنترلر به صورت اتوماتیک خاموش می‌شود تا از اشتباه در عمل جلوگیری کند. یک کلید تنظیم مجدد، بازیابی بعد از عمل را راحت‌تر و آسان‌تر می‌کند. صفحات سر و ساق پا از یک پورت مشترک استفاده می‌کنند و عوض شدن موقعیت آنها به راحتی و با سرعت بالا امکان‌پذیر است.



این ویژگی به افزایش فضای رادیولوژیست کمک می‌کند. بالابرنده قلوه‌ای در عمل جراحی کلیه و کیسه صفرا بسیار موثر است.



۷-۹-۶- تخت‌های ارتوپدی

تخت‌های ارتوپدی، تخت‌های جراحی تخصصی هستند که علاوه بر قابلیت‌های تخت‌های جنرال، قطعاتی جهت نگهداشتن و یا کشش اندام بیمار در حین جراحی ارتوپدی، بر روی آنها تعبیه می‌شود که از آنها در جراحی‌های اندام فوقانی (شانه، ستون فقرات) و اندام تحتانی استفاده می‌شود. تخت‌های ارتوپدی معمولاً از یک پایه، محور، محل قرارگیری قسمت فوقانی بدن، تشک و تعدادی اکسسوری ارتوپدی با اشکال مختلف تشکیل شده‌اند.



یک تخت ارتوپدی با ملحقات آن با مکانیزم چرخ دنده و یا با استفاده از پیستون‌های هیدرولیک بالا و پایین می‌شود. در سیستم هیدرولیک ممکن است کنترل دستی یا الکتریکی باشد. این تخت‌ها مجهز به تونل‌های عبور دهنده اشعه ایکس هستند که امکان وارد کردن کاست اشعه ایکس زیر قسمتی از بدن بیمار را فراهم می‌کند. در برخی از تخت‌ها بخش فوقانی تخت به صورت کشو قابلیت جابجا شدن دارد که شرایط قرارگرفتن بیمار در **C-ARM** فلوروسکوپی را فراهم می‌کند. تخت‌های ارتوپدی معمولاً از رویه‌هایی ساخته می‌شوند که اشعه ایکس از آنها گذر کرده و می‌توان کاست رادیولوژی را در زیر آنها برای تصویربرداری قرار داد.

۷-۹-۷- گزارش مشکلات

یکی از مشکلات بوجود آمده در زمینه این تجهیزات، وقوع آتش سوزی در اتاق عمل می‌باشد که به علت نفوذ مایعات به پایه تخت و ایجاد اتصال کوتاه در سیستم‌های الکتریکی دستگاه رخ می‌دهد. اگرچه تخت‌های اتاق عمل در مقابل نفوذ مایعات به داخل پایه دستگاه عایق کاری می‌شوند اما این حفاظ، ممکن است به علل گوناگونی (مانند طراحی نامناسب، شستشوی زیاد و تعمیرات غیر اصولی) از بین برود.

مواردی گزارش شده است که در اثر عایق کاری نامناسب کابل برق ورودی به تخت، مایعات در حین عمل جراحی به محل اتصال کابل برق نفوذ کرده و آتش سوزی حادث شده است. بیشتر این قبیل وقایع در اثر افزایش عمر دستگاه بوجود می‌آید که می‌توان با سرویس‌های دوره‌ای، مراقبت صحیح و آگاه‌سازی پرسنل اتاق عمل از بروز آن جلوگیری به عمل آورد. از دیگر مشکلات بوجود آمده، حرکت نامناسب تخت می‌باشد که در حین انجام جراحی ممکن است بسیار خطرناک باشد. برای حل این مشکل انجام سرویس‌های منظم و تعمیرات پیشگیرانه پیشنهاد می‌شود. همچنین باید به حداکثر وزن قابل تحمل توسط تخت نیز توجه نمود.

استفاده از تشک‌های نامناسب روی تخت نیز می‌تواند باعث بروز مشکلاتی گردد. همچنین در جراحی‌های طولانی مدت بهتر است برای جلوگیری از ایجاد زخم بستر، از تشک‌های مناسب استفاده گردد. از موارد دیگر می‌توان به کار نکردن کنترل دستگاه در حین جراحی اشاره نمود که جهت رفع آن می‌توان از کنترل‌های دستی و یا ذخیره استفاده نمود.

در حین بالا و پایین بردن تخت باید مراقب بود که لوله های گازهای بیهوشی تحت فشار و یا کشیدگی قرار نگیرند. در زمانی که قسمت پایه های تخت در موقعیت آویزان رو به پایین قرار دارد، پایین بردن تخت ممکن است باعث شکستگی این پایه ها شود.

استفاده از سیم جداگانه برای زمین کردن دستگاه در اتاق های عمل توصیه نمی شود. علت آن رفت و آمد در حین جراحی می باشد که خطر افتادن پرسنل در حین حرکت به علت وجود سیم اضافه در کف اتاق به مراتب بیشتر از خطر ایجاد الکتریسیته ساکن می باشد و به علاوه اکثر تخت ها از طریق کابل برق می توانند به ارت متصل شوند.

۷-۹-۸- اصول نگهداری

- منبع تغذیه تخت باید ۲۴ ولت باشد.
- پدال، ترمز، چرخ ها، سوکت ها و اتصال سیمها قبل از استفاده باید چک شوند.
- از کار افتادن سیستم حرکتی تخت از نقص هایی است که احتمال رخداد بالایی دارد و ناشی از مشکلات کاربری یا ضربه به سیستم برقی تخت هنگام حمل و نقل است.

۷-۱۰-۱- ماشین بیهوشی



بیهوشی عبارت است از فقدان کامل حس درد. اصولاً اعمال جراحی مستلزم بیهوشی یا بی حسی بیمار است که بدون آن عمل جراحی برای بیمار تحمل ناپذیر است. معمولاً داروهای بیهوشی ارتباط مخصوص به سیستم عصبی داشته و باعث می شود بیمار احساس درد نکند. این بی حسی یا عمومی است یعنی مریض به کلی به خواب عمیق فرو رفته و به هیچ نوع تحریک خارجی جواب نمی دهد و یا اینکه بوسیله تزریق داروهای بخصوص، فقط در محلی که باید عمل جراحی روی آن انجام گیرد، احساس درد از بین می رود. داروهای بیهوشی عمومی به صورت گاز هستند مثل سیکلوپروپان که ماده ای قابل اشتعال و منفجرکننده است و یا به صورت بخار مثل اتر و هالوتان می باشند.

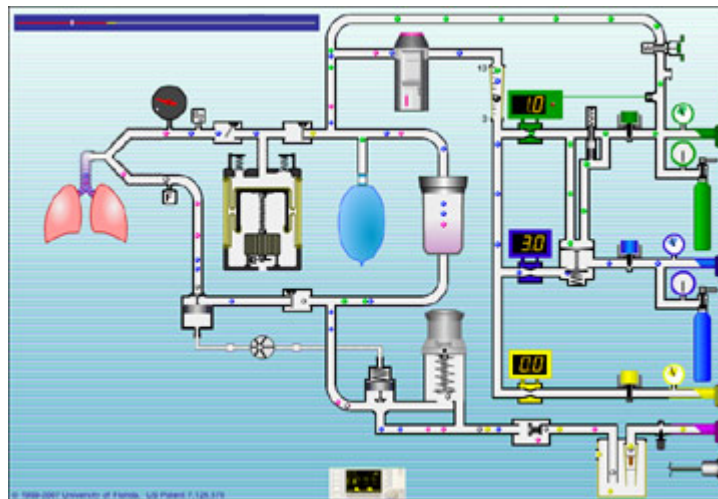
دستگاه بیهوشی یکی از ابزارهای همیشگی اتاق عمل است. این دستگاه به دلیل کارکرد بسیار حساسی که بر روی بیمار اعمال می کند، از پیچیدگی و فن آوری های خاصی بهره می برد. دستگاه های بیهوشی دهنده استنشاقی شامل اجزای مختلفی است که در برقراری بیهوشی استنشاقی با یکدیگر مرتبط می شوند.

۷-۱۰-۱- ماشین های بیهوشی عمومی

در یک ماشین بیهوشی دوگانه عمومی اکسیژن و نیتروس اکساید، هر یک دو منبع دارند شامل یک خط لوله و یک کپسول. سیستم لوله کشی بیمارستان، گازها را به اندازه تقریبی ۵۰ پوند در اینچ مربع (PSIG) به ماشین بیهوشی می رساند. اگر

خط لوله دچار نقص شود، منبع کپسول به عنوان ذخیره استفاده می شود. یک وسیله ایمنی که دریچه ایمنی سقوط (safe fail) نامیده می شود، در قسمت انتهایی جریان نسبت به منبع تهیه نیتروس اکساید قرار داده می شود. این وسیله به عنوان یک نقطه مشترک بین منابع تهیه اکسیژن و نیتروس اکساید قرار می گیرد. چنانچه فشار منبع اکسیژن کاهش یابد، این دریچه، تأمین نیتروس اکساید و سایر گازها را کاهش داده یا قطع می نماید. ماشین های کنونی آلامی برای مانیتور منبع اکسیژن دارند. آلام در یک فشار از پیش تعیین شده اکسیژن مثل 30 PSIG به کار می افتد. اکثر ماشین بیهوشی یک رگولاتور مرحله دوم اکسیژن دارند که در انتهای مسیر منبع تهیه اکسیژن قرار دارد و در یک سطح دقیق فشار مثل 14 PSIG تنظیم شده است. این رگولاتور بدون توجه به تغییرات فشار در اکسیژن، یک فشار ثابت را در محل دریچه کنترل جریان اکسیژن فراهم می نماید. دریچه های کنترل جریان اکسیژن یک نقطه شاخص ساختمانی هستند، زیرا ماشین بیهوشی را به دو بخش تقسیم می کنند. بخشی از ماشین که قبل از دریچه کنترل جریان قرار دارد، مدار با فشار بالا و بخشی که پس از دریچه قرار دارد، مدار با فشار پایین است. اپراتور با تنظیم دریچه های کنترل جریان، مقدار جریان ورودی به مدار فشار پایین را تنظیم می کند. دریچه های کنترل جریان و نیتروس اکساید به صورت مکانیکی یا پنوماتیک به وسیله یک سیستم متناسب به یکدیگر متصل هستند تا در جلوگیری از انتقال مخلوط هیپوکسیک کمک نمایند.

بسیاری از ماشین های بیهوشی یک دریچه کنترل خروجی بین تبخیر کننده و خروجی مشترک گاز دارند که هدف آن ممانعت از برگشت گاز به داخل تبخیر کننده و در نتیجه به حداقل رساندن اثرات تغییرات متناوب فشار جریان انتهایی بر روی غلظت بیهوشی دهنده های استنشاقی است. وجود یا عدم وجود دریچه کنترل در انتخاب نوع تست نشستی لازم قبل از عمل عمیقاً تأثیر دارد. اتصال فلاش اکسیژن در محلی بین دریچه کنترل یک طرفه (Oneway check valve) و خروجی ماشین به مدار گاز مخلوط متصل می شود. بنابراین زمانی که فلاش اکسیژن به کار می افتد، یک سیر مستقیم (Straight shot) به سوی خروجی مشترک دارد.



• منبع تأمین خط لوله

منبع تأمین خط لوله، منبع اولیه گاز ماشین بیهوشی است. امروزه اغلب بیمارستان ها جهت رساندن گازهایی همچون اکسیژن، نیتروس اکساید و هوا به اتاق عمل، سیستم خط لوله مرکزی دارند. سیستم لوله مرکزی باید توسط یک گاز مناسب و در یک فشار مطلوب، ماشین بیهوشی را تغذیه کند تا ماشین به صورت مناسبی عمل نماید. گاز از طریق اتصالات ورودی خط لوله وارد ماشین بیهوشی می شود.

- **منبع تأمین کپسول**

ماشین های بیهوشی، کپسول های ذخیره ای دارند که در صورت عدم دسترسی به منبع تأمین خط لوله یا از کار افتادن آنها، استفاده می شود. کپسول های با رنگ کدبندی شده از طریق گیره های آویزان کننده به ماشین بیهوشی متصل می شوند که این مجموعه کپسول را نگاه داشته و یک بست محکم گاز به وجود می آورد و جریان یک طرفه گازها به درون ماشین را تضمین می نماید.

- **وسایل ایمنی نقص فشار منبع اکسیژن**

در مدل های قدیمی تر ماشین های بیهوشی، اکسیژن و نیتروس اکساید مستقل از یکدیگر بودند و از نظر پنوماتیک و مکانیکی ارتباطی با یکدیگر نداشتند. بنابر این در نارسایی فشار اکسیژن به طور ناگهانی یا تدریجی این امکان بالقوه وجود داشت که مخلوط هیپوکسیک انتقال یابد. بنابراین باید ماشین بیهوشی به صورتی طراحی شود که با کاهش فشار اکسیژن از حد نرمال و تا زمان قطع جریان غلظت تنظیم شده اکسیژن در خروجی مشترک کاهش نیابد. ماشین های بیهوشی امروزی تعدادی ابزار ایمنی جهت به حداقل رسانیدن خطر هیپوکسی در زمان کاهش فشار اکسیژن دارند. تعدادی از این ابزارها در زیر توضیح داده خواهند شد.

- **ابزارهای آلام الکتریکی و پنوماتیک**

بسیاری از ماشین های بیهوشی قدیمی تر یک وسیله آلام پنوماتیک دارند که در صورت کاهش فشار منبع اکسیژن به پایین تر از مقدار از پیش تعیین شده یک زنگ خطر را به صدا در خواهند آورد. این آلام ها به صورت صوتی یا نوری در دستگاه تعبیه شده است.

- **دریچه های ایمنی سقوط**

دریچه safe-fail به جز لوله اکسیژن در تمامی لوله های گاز های ورودی دستگاه وجود دارد. این دریچه ها توسط فشار اکسیژن کنترل می شود و زمانی که فشار منبع اکسیژن کاهش یابد، فشار منبع تمامی گازها از جمله نیتروس اکساید، هوا، دی اکسید کربن، هلیم و نیتروژن (قطع شده یا به طور مناسب کاهش می یابد.

- **رگولاتور فشار اکسیژن مرحله دوم**

غالب ماشین های بیهوشی در حال حاضر یک رگولاتور فشار اکسیژن مرحله دوم دارند که بر روی مقدار مخصوصی بین 19-12 PSIG تنظیم می شود. دریچه های قطع کننده حساس به اکسیژن در حد آستانه بالاتری 30-20 PSIG تنظیم می شوند. در این حالت مطمئناً در صورت نارسایی فشار، اکسیژن آخرین جریان گاز است که کاهش خواهد یافت.

- **سیستم فلومتری**

سیستم فلومتر جریان عبوری گاز به سمت خروجی مشترک را کنترل و اندازه گیری می کند. دریچه کنترل جریان، مقدار جریان ورودی به فلوتیوب مدرج و شفاف معروف به Thorpe tube را تنظیم می کند. یک شناور نشاندار متحرک درون

فلوتیوب مقدار جریان عبوری از میان دریچه کنترل جریان را نشان می دهد. مقدار جریان بر روی صفحه مدرج فلوتیوب نمایش داده می شود.

• شناور های نشاندار و متوقف کننده های شناور

ماشین های بیهوشی کنونی از انواع مختلف شناورها یا بوبین ها استفاده می کنند مثل شناور های سربی ، شناور های چرخان Skirted و شناور های کروی . در شناور های Skirted و سربی مقدار جریان بر اساس لبه بالای شناور خوانده می شود. درجه بندی فلومتر ممکن است مستقیماً بر روی فلوتیوب مشخص شده یا در سمت راست لوله قرار گرفته باشد . درجه بندی ها به منظور افزایش مساوی در سرعت جریان در قسمت بالای درجه بندی به هم نزدیک ترند ، زیرا فضای حلقوی از بخش تحتانی به سمت فوقانی لوله سریع تر از قطر داخلی افزایش پیدا می کند.

• سیستم های متناسب ساز

سازندگان، ماشین های جدیدتر را به سیستم های متناسب ساز مجهز ساخته اند تا از انتقال مخلوط هیپوکسید جلوگیری به عمل آورد. نیتروس اکساید و اکسیژن از طریق مکانیک یا پنوماتیک با هم مرتبط می شوند به نحوی که غلظت اکسیژن در محل خروجی مشترک ۲۵ در صد است.

• سیستم کنترل محدود کننده متناسب

مرکز این سیستم بر اساس ارتباط مکانیکی کامل دریچه های کنترل جریان اکسیژن و نیتروس اکساید است. این سیستم امکان تنظیم مستقل هر دریچه ای را به وجود می آورد در حالی که جهت بررسی حداکثر غلظت اکسیژن ۲۵ درصد به همراه حداکثر نسبت جریان نیتروس اکساید به اکسیژن معادل ۱ : ۳ به طور اتوماتیک دخالت می کنند. این سیستم به طور خودکار به منظور ممانعت از انتقال مخلوط هیپوکسید، جریان اکسیژن را افزایش می دهد.

• دریچه فلاش اکسیژن

دریچه فلاش اکسیژن ارتباط مستقیم بین سیستم کم فشار و پر فشار را مقدور می سازد. جریان عبوری از دریچه فلاش اکسیژن بعد از تبخیر کننده ها و نیز در برخی ماشین های بیهوشی پس از دریچه های کنترل خروجی وارد سیستم کم فشار می شود. دریچه فنری فلاش اکسیژن بسته است، تا زمانی که اپراتوری با فشردن دکمه دریچه فلاش اکسیژن آن را باز نماید.

• تبخیر کننده ها

طی سال ها تبخیر کننده ها از دمنده های اتر اولیه تا به امروز که تبخیر کننده های با جریان متغیر (Variable bypass) جبران کننده دما به وجود آمده اند تکامل یافته اند. با پیدایش دسفلوران که یک بیهوشی دهنده استنشاقی جدید است، یک تبخیر کننده پیچیده تر گرم کننده با نیروی الکتریکی با فشار بالا و با کنترل الکترونیکی ساخته شد.

- قبل از شروع بیهوشی متخصص بیهوشی باید دستگاه بیهوشی را کنترل کند. پیش از آغاز نمودن تست ها، ماشین بیهوشی باید از همه لوله های جمع آوری گاز طبی جدا شده سیلندرهای اکسیژن و اکسیدنیتروز بسته شوند.
- کنترل کنید که سیلندر های پر از اکسیژن و اکسیدنیتروز به طور صحیحی به اتصالات ماشین بیهوشی متصل شده و سیلندرها بسته باشند.
- دریچه های جریان منبع اکسیژن و اکسیدنیتروز را باز کنید، در این حالت نباید هیچ جریانی مشاهده شود.
- سیلندر اکسیژن را باز کنید: فلومتر اکسیژن باید جریانی را نشان دهد. اگر فلومتر اکسیدنیتروز جریانی را نشان داد ماشین را جهت تعمیر برگردانید.
- سیلندر اکسیدنیتروز را باز کرده و کنترل کنید اگر فلومتر اکسیدنیتروز جریانی را نشان داد ماشین را جهت تعمیر برگردانید.
- وسیله هشدار دهنده نقصان اکسیژن را به کار بیاندازید.
- سیلندر اکسیژن را بسته و کنترل کنید که وسیله هشدار دهنده نقصان اکسیژن کار کند.
- پروب *Probe* شلنگ مانند اکسیژن را درون محل اکسیژن سنترال که به دیوار نصب است (واحد انتهایی) نفوذ دهید.
- سیلندر اکسیدنیتروز را بسته و مشاهده کنید آیا زمانی که قرقره فلومتر اکسیدنیتروز پایین می افتد، هیچگونه تغییری در قرقره فلومتر اکسیژن ایجاد می شود. اگر چنین تغییری رخ داد ماشین را جهت تعمیر برگردانید.
- پروب اکسیدنیتروز مربوط به ماشین بیهوشی را به داخل منبع اکسیدنیتروز سنترال که به دیوار متصل است (واحد انتهایی) نفوذ دهید. از «*tug test*» برای این اتصال استفاده کنید.
- برای کامل کردن بازرسی، نشت هارا با مسدود کردن خروجی دستگاه، در حالی که دریچه کاهنده فشار بر روی *back-bar* عمل می کند، امتحان کنید.
- مدار مورد استفاده در زمان نشت ها و عملکرد صحیح هر دریچه را بازرسی کنید.

۷-۱۰-۳- کنترل نمودن مدار بین *Bain Circuit*

با انتهای انگشت کوچک یا نوک سرنگ دو میلی لیتری، دهانه لوله داخلی مدار بین را در حالی که گاز از میان آن عبور می کند به صورت موقت مسدود کنید. صداها نشان می دهند که این عمل سبب افزایش فشار می شود و این اطمینان حاصل می شود که لوله داخلی سالم است.

۷-۱۰-۴- اصول نگهداری

تمیز کردن : هر گونه نشتی بیش از حد در داخل و خارج دستگاه بیهوشی را کنترل و در صورت نیاز تمام فیلترهای گاز تحت فشار را تمیز یا تعویض نمایید.
روغن کاری : تمام مواردی که کارخانه مشخص نموده را روغن کاری کنید.

۷-۱۰-۵- نکات لازم قبل از بکارگیری مجدد دستگاه

منبع گاز خروجی را تنظیم نمایید، همه جریان سنج ها را به وضعیت صفر برگردانید، همه بخارسازها را در موقعیت خاموش قرار دهید و تمام مجراها را دوباره وصل کنید (بطور مثال مجرای خروجی گاز مشترک اصلی) تمامی کنترل ها را به حالت قبل

از استفاده برگردانید. یک برچسب با حالت برجسته احتیاط را برای استفاده کننده هایی که از تغییرات بخش مطلع نیستند بچسبانید.

۷-۱۱- ونتیلاتور

ونتیلاتورها یک حمایت تهویه‌ای یا تنفس کمکی موقت برای برخی از بیماران فراهم می کنند. این بیماران یا تنفس خود به خودی ندارند و یا نیازمند کمک برای انجام تنفس کافی می باشند. (به علت بیماری، تروما، آسیب، ناهنجاری های مادرزادی، دارو یا بیهوشی)

در اغلب دستگاه های ونتیلاتور، یک منبع فشار مثبت گاز را برای تبادل اکسیژن به ریه ها می رساند که با انجام این کار، شش ها باز شده، تهویه حفظ می شود و تا زمانی که بیمار قادر به تنفس خود بخودی کافی شود، عضلات تنفسی استراحت می کنند. تنفس های فشار مثبت بطور معمول از طریق لوله اندوتراکیال (لوله تراشه) و یا لوله تراکستومی انجام می شود. فشار شش ها متناسب با حجم گاز افزایش می یابد. زمانیکه گاز از طریق مجاری بازدمی خارج می شود، فشار گاز نیز کاهش می یابد.

۷-۱۱-۱- اصول عملکرد

بطور کلی یک دستگاه ونتیلاتور شامل اجزای زیر می باشد.

- مسیر تنفسی قابل انعطاف (لوله خرطومی)
- سیستم کنترل
- منبع گاز
- نمایشگرها و هشدارها
- بعضی از وسایل جانبی مانند مرطوب کننده ها، گرم کننده ها و ...

اغلب ونتیلاتورها بوسیله میکروپروسور کنترل می شوند و فشار، حجم و یا جریان تنفس را برای رسیدن به FiO_2 موردنظر تنظیم می کنند.

رابط های ارتباطی نیز وجود دارند که می توانند اطلاعاتی مانند تنظیمات انجام شده، متغیرهای نمایش داده شده، وضعیت آلارم ها و ... را به مانیتورهای بدساید، سیستم اطلاعاتی بیمارستان و یا سایر مراکز ارسال کنند. برق مورد نیاز دستگاه نیز بوسیله برق شهر و یا باتری تامین می شود که از باتری در مواقع کوتاه مدت مانند انتقال بیمار بین بخش های بیمارستان استفاده می شود.

بعضی از ونتیلاتورهای ICU میتوانند به سیستم گازهای مرکزی هوا و اکسیژن وصل شوند. جریان گاز به بیمار بوسیله دریچه های کنترل جریان، تعدیل می شود. برای رسیدن به FiO_2 مناسب بیمار، اغلب ونتیلاتورها هوا را با اکسیژن مخلوط می کنند. در حین تحویل گاز تنفسی، دریچه بازدم برای حفظ فشار در مدار تنفسی و شش ها، بسته می شود.

گاز از طریق مدار منعطف تنفسی (لوله خرطومی) به بیمار می رسد. بیشتر ونتیلاتورهای ICU از لوله تنفسی ۲ شاخه پلاستیکی چین دار برای انتقال گاز به بیمار استفاده می کنند که گاز از یک شاخه به بیمار می رود (Inspiratory) و بازدم نیز از طریق شاخه دیگر به ونتیلاتور بازگشت داده می شود. (Expiratory) مواقعی که گاز دم به بیمار تحویل داده می شود دریچه بازدمی برای حفظ فشار مدار تنفسی و شش ها بسته می شود. بعد از فاز دم، گاز از طریق این دریچه در هوای محیط منتشر می شود. مدار تنفسی به گونه ای است که در بعضی قسمت های آن گاز می تواند گرم و یا مرطوب شود و یا

اینکه فشار مسیر اندازه گیری شود و یا از نبولایزر دارویی استفاده شود و یا مایعات میعان شده جمع آوری گردد. بسیاری از مدل ها سنسورهایی دارند که می تواند جریان و یا فشار مسیر هوا را اندازه گرفته و یک بازخورد برای ونتیلاتور فراهم آورد تا خروجی های خود را بصورت اتوماتیک تنظیم کند.

۷-۱۱-۲- کنترل ها

کنترل ها برای انتخاب مدهای تنفسی و پارامترهای الگوی تهویه استفاده می شوند. برای ساختن یک الگوی تنفسی تعیین شده در ونتیلاتور، چندین متغیر می تواند به صورت همزمان تنظیم شود. از جمله زمان دم و یا بازدم، نرخ تنفس مکانیکی، نسبت زمان دم به بازدم، شکل موج ها، حجم جاری **Minute Volume**، **Tidal Volume**، حداکثر جریان دمی، حداکثر فشار و **PEEP**.

ونتیلاتورهای ICU دارای کنترل های **CPAP** (Positive End-Expiratory Pressure) و **PEEP** (Continuous Positive Airway Pressure) که توسط محدودیت جریان در دریچه های بازدمی تنظیم می شوند. **CPAP** یک فشار ثابت در مدار تنفسی ایجاد می کند بطوریکه بیمار تنفس خود به خودی انجام دهد. این حالت باعث باز ماندن مجاری تنفسی می شود و از صفر شدن فشار مجاری تنفسی در پایان بازدم جلوگیری می کند. **CPAP** برای بیماران استفاده می شود که می توانند بصورت خودبخود تنفس کرده و نیاز به حمایت کامل ونتیلاتور ندارند. این حالت حجم شش را بهبود بخشیده، اکسیژن رسانی و عملکرد ریه بهتر شده، پایداری و توان آن افزایش می یابد. از طرف دیگر **CPAP** از طریق کمک به توزیع مجدد آب میان بافتی، انتشار اکسیژن در ریه را بهبود می بخشد. ممکن است **CPAP** برای بالابردن **PaO₂** (فشار اکسیژن شریانی بیمار) بدون احتیاج به افزایش **FiO₂** استفاده شود.

۷-۱۱-۳- گزارش مشکلات

رایج ترین مشکل در ارتباط با دستگاه های ونتیلاتور خطر ابتلا بیمار به پنومونی در اثر وابستگی به ونتیلاتور است. بطور کلی استفاده طولانی مدت از ونتیلاتور خطر ابتلا به **VAP** (Ventilator-Associated Pneumonia) را افزایش می دهد، اما با کنترل مناسب عفونت در نگهداری از ونتیلاتور، مدارهای تنفسی و سایر تجهیزات جانبی می توان خطر ابتلا به بیماری را کاهش داد.

وجود نشتی در مدار تنفسی نیز باعث ایجاد اختلال در حجم تحویلی بیمار شده و یا دقت حسگرهای مربوطه را کاهش می دهد. همچنین وجود چنین نشتی هایی بر توانایی ونتیلاتور در نگه داشتن سطح **PEEP** تاثیر گذار است. ممکن است برخی از اتصالات ونتیلاتور به مدار تنفسی، در اثر اتفاق و یا سهل انگاری پرسنل جدا شود. در چنین مواقعی ونتیلاتورها باید هشدارهای دیداری شنیداری مبنی بر وجود نشتی و یا قطعی مسیر اعلام کنند. برخی از هشدارهای **Low-pressure** ممکن است به خاطر تنظیمات نادرست آستانه هشدار باشد.

عدم هماهنگی میان بیمار و ونتیلاتور یکی دیگر از مشکلات مطرح شده می باشد. این اتفاق زمانی بوجود می آید که بیمار نمی تواند دستگاه را تریگر کند و یا ونتیلاتور اشتباهاً تلاشی از بیمار را حس کرده، شروع به تنفس دادن می کند که این اتفاق باعث ایجاد نرخ تنفس توسط ماشین شده که با نرخ تنفس بیمار و تلاش آن مغایرت دارد که به آن عدم تریگر کردن مناسب، عدم همزمانی، عدم هماهنگی و یا مبارزه با ونتیلاتور می گویند. این اتفاق باعث افزایش ناراحتی بیمار و زجر تنفسی شده مانع تبادل مناسب گاز در ریه می شود و جداسازی بیمار از ونتیلاتور را بسیار مشکل می کند. یکی از علل این اتفاق تنظیم نامناسب حساسیت تریگر می باشد.

بعلت اینکه در بسیاری از مواقع بیماران برای ادامه زندگی خود کاملاً وابسته به ونتیلاتور هستند، اطمینان از نگهداری مناسب و اجتناب از اشتباهات اپراتور و یا دستگاه بسیار مهم است. با استفاده از یک ونتیلاتور با طراحی خوب و اطمینان از راه اندازی و کارکرد درست آن، کاربران اغلب میتوانند از صدمه زدن به بیمار جلوگیری کنند.

معمولاً لوله های هوا و اتصالات دچار مشکل می شوند. لوله های آسیب دیده و پوسیده باید سریعاً تعویض شود. مرطوب ساز و نبولایزرها احتمال مسدود شدگی دارند، تمیز کردن مداوم آنها ضروری است. در صورتی که مایع (خون، ادرار، سالیین، بتادین، آب و ...) وارد دستگاه شود لازم است دستگاه سریعاً باز و قسمت های آسیب دیده (سویچ ها، رله ها، موتورها یا فیلترهای هوا) تعویض شود. چک کردن ماهانه جریان نشت الکتریکی و کالیبراسیون مرتب الزامی است. فیلترهای هوایی لوله بیمار باید مرتباً تمیز یا تعویض شود. لامپ ها، سویچ ها، وسایل فعال کننده و موتورها و هیترها، وسایل الکتریکی هستند که به صورت متناوب نیاز به بررسی و تعویض دارند.

۷-۱۱-۴- اصول نگهداری

در ونتیلاتورهای امروزی از تهویه فشار مثبت استفاده می شود که در آن گاز با فشار به داخل ریه ها فرستاده می شود و بدین ترتیب عمل دم انجام می گیرد ولی سیکل بازدم غیرفعال است. راه ارتباطی بیمار و دستگاه به یک لوله محدود می شود و از نظر انواع تنفس دهی بسیار انعطاف پذیر است.

معمولاً لوله های هوا و اتصالات دچار ایراد می شوند. لوله های آسیب دیده و پوسیده باید سریعاً تعویض شوند. مرطوب ساز و نبولایزرها احتمال مسدود شدگی دارند؛ تمیز کردن مداوم آنها توصیه می شود. در صورتی که مایع (خون ، ادرار ، سالیین ، بتادین ، آب و ...) وارد دستگاه شود ، لازم است دستگاه سریعاً باز و قسمت های آسیب دیده (سویچ ها، رله ها ، موتورها یا فیلترهای هوا) تعویض شود. کنترل کردن ماهانه جریان نشت الکتریکی و کالیبراسیون هر ۶ ماه یک بار الزامی است. فیلترهای هوایی لوله بیمار باید مرتباً تمیز یا تعویض شود. لامپ ها، سویچ ها، وسایل فعال کننده، موتورها و هیترها وسایل الکتریکی هستند که به صورت متناوب نیاز به بررسی و تعویض دارند. ونتیلاتور باید در مکانی قرار گیرد که از ابزارهای فرستنده (فرکانس های رادیویی پراکنده) فاصله مناسبی داشته باشد. همچنین در محیطی که *MRI* موجود است نباید قرار گیرد.

• منبع اکسیژن و هوا

در دستگاه ونتیلاتور معمولاً سه اتصال منبع شامل: کمپرسور ، ورودی هوا و ورودی اکسیژن وجود دارد که هر یک باید به ورودی مخصوص خود متصل شوند. در منبع هوا یا اکسیژن نباید هیچ گونه آبی وجود داشته باشد. همچنین به منظور جلوگیری از آسیب به ونتیلاتور مطمئن شوید که تمامی ورودی اتصالات عاری از هر گونه نشتی و آلودگی است.

• کالیبراسیون سنسور اکسیژن

کلید $100\%O_2$ را فشار دهید. این کار سبب می شود دستگاه به مدت ۲ دقیقه اکسیژن 100% را به بیمار بدهد و بدین گونه سنسور اکسیژن کالیبره شود. شاخص اکسیژن همیشه فعال است مگر این که توسط کاربر غیر فعال شده باشد.

• نمادها

بر روی صفحه نمایش دستگاه ممکن است نشانه‌هایی ظاهر شود که در اینجا به توضیح سه مورد از آن‌ها می‌پردازیم R نماد مقاومت و C علامت پذیرش است.

$C(\text{xxxxxx})$ یا $R(\text{xxxxxx})$: فلو بیمار کمتر از ۱/۰ لیتر بر دقیقه است؛ جریان هوای بیمار کمتر از آستانه مورد انتظار است. در این حالت شکل موج تنفس و داده‌های نمایش داده شده مربوط به بیمار را برای یافتن علت بررسی کنید.

$C(0)$ یا $C(500)$ و یا $R(0)$: این اندازه‌ها خارج از محدوده فیزیولوژیک قرار گرفته‌اند. شکل موج تنفسی و مدار بیمار باید بررسی شود.

$C(\text{xxx})$ یا $R(\text{yyy})$: در این صورت C کمتر از ۳/۱ است. اگر وزن بیمار کمتر از ۲۴ کیلوگرم باشد، مدار مخصوص کودک باید نصب شود.

• آلام ها

✓ **سنسور اکسیژن**: در این حالت سنسور اکسیژن کالیبره نیست یا این‌که خراب شده است. جهت رفع آن دکمه $100\%O_2$ را فشار دهید. در صورت عدم رفع این آلام، سنسور را تعویض کنید.

✓ **P_{CIRC}** : فشار راه هوایی اندازه‌گیری شده تقریباً برابر یا بزرگ‌تر از محدوده تنظیم شده است. بررسی لوله درون نای و وضعیت بیمار پیشنهاد می‌شود. در بیمار مواردی چون تغییر صداهای تنفسی مانند خس خس کردن یا اتساع قفسه سینه به صورت نامتقارن، می‌تواند سبب افزایش فشار شود. تجمع مایع در مدار، مشکلات مدار، انسداد لوله هوایی و تجمع مایع در فیلتر می‌تواند در این مورد تأثیرگذار باشد.

✓ **$O_2\%$** : در این مورد درصد اکسیژن اندازه‌گیری شده در طول هر یک از فازهای مربوط به سیکل تنفسی ۷٪ یا بیشتر است. منبع اکسیژن، هوا و در نهایت ونتیلاتور را بازبینی کنید. افت فشار اکسیژن می‌تواند سریع یا به آرامی صورت گیرد. در افت سریع، احتمال نشتی در منبع اکسیژن وجود دارد که باید اتصالات بررسی شوند. ممکن است راه هوایی توسط مخاط مسدود شده باشد که در این حالت ساکشن پیشنهاد می‌شود. در افت آرام، در نظر گرفتن وضعیت بیمار مانند وجود سرفه یا صداهای خس خس در نفس کشیدن در اولویت قرار می‌گیرند.

✓ **V_{TE}** : حجم جاری بیمار در هر بار تنفس بیش از حد مجاز است. بیمار و تنظیمات دستگاه را بررسی کنید تا از تغییرات مقادیر C و R مطلع شوید.

✓ **V_{ETOT}** : حجم دقیقه ای خارج از محدوده پذیرفته شده است. مانند مورد قبل، وضعیت بیمار و پارامترهای دستگاه را کنترل کنید.

✓ **V_{ti}** : حجم ارائه شده از طریق هر لوله، برابر یا بیشتر از محدوده حجم جاری است. احتمال نشت لوله وجود دارد.

✓ **f_{TOT}** : این آلام در حین تنفس با حجم کنترل شده ظاهر می‌شود و علت آن به احتمال زیاد کاهش حجم جاری است. در صورت عدم رفع آن، اتصالات ونتیلاتور را برداشته و با نمایندگی مجاز تماس بگیرید.

✓ **کم بودن حجم جاری**: نشت هوا به علت قطع شدن مدار ونتیلاتور یا اتصالات نبولایزر، پارگی یا شکاف در سیم‌ها می‌باشد. از اتصال صحیح دستگاه به بیمار مطمئن شوید. سپس نشت هوا در لوله ورود به نای و سیستم ونتیلاتور را کنترل کنید.

✓ **آپنه** : در این آلام نیاز به تغییر مد دستگاه به وضعیتی است که حمایت تنفسی بیشتری از بیمار به عمل می‌آورد.

✓ **عدم عملکرد ونتیلاتور** : این آلام زمانی رخ می‌دهد که سخت افزار شکسته یا نرم افزار حیاتی دستگاه دچار مشکل شده باشد. در این مورد به نمایندگی‌های مجاز مراجعه کنید.

✓ **فن** : اگر فیلتر فن مسدود شده باشد یا به خوبی عمل نکند، این آلام رخ می‌دهد. در صورت انسداد فیلتر آن را تمیز کنید و اگر لازم بود، فیلتر را تعویض کنید.

علاوه بر موارد فوق آلام‌های دیگری همچون P_{COMP} ، P_{VENT} ، باتری غیر قابل استفاده، دم بیش از حد طولانی و ... نیز وجود دارد که در این موارد نیز بررسی وضعیت بیمار، یافتن نشی و در نهایت مراجعه به نمایندگی‌های مجاز پیشنهاد می‌شود.

• توجه

- ✓ برای جلوگیری از خطرات شوک ، مطمئن شوید که ونتیلاتور خاموش و از پریز برق جدا شده است.
- ✓ بیماران متصل به دستگاه باید تحت نظارت پرسنل پزشکی قرار گیرند و در صورت بروز مشکل، با توجه به هشدار مربوط به هر یک از وضعیت‌های ذکر شده ، عکس العمل لازم توسط کادر درمان انجام شود .
- ✓ برای جلوگیری از خطر آتش سوزی، کبریت، سیگار روشن و تمام منابع مشتعل شونده دیگر را (مانند داروهای بیهوشی مشتعل شونده یا گرم کننده) باید از منابع اکسیژن و دستگاه ونتیلاتور دور نگه داشت. از لوله اکسیژن پوسیده، ساییده شده یا آغشته به مواد قابل احتراق مانند: گریس یا روغن استفاده نکنید. در صورت آتش سوزی یا احساس بوی سوختگی ، بلافاصله ونتیلاتور را از منبع اکسیژن دور کنید.
- ✓ ونتیلاتور را به صورت دوره ای بررسی کنید و قطعات فرسوده ، معیوب و آلوده را جایگزین و یا تمیز کنید .

• شستشو و نظافت

در هنگام تمیز کردن ، تمامی قسمت‌ها را از ونتیلاتور جدا کنید و پس از نظافت ، آن‌ها را استریل کنید. قطعات را در محلول آب گرم و صابون بشوئید ، سپس آن‌ها را خشک کنید. برای ضدعفونی کردن معمولاً از *Puritan Bennett* استفاده می‌شود. به منظور جلوگیری از انتقال آلودگی یا صدمه، جابجایی فیلترها باید با دقت صورت گیرد. در پایان قطعات را بازرسی و از سالم بودن آن‌ها اطمینان حاصل کنید. توجه داشته باشید که قرارگیری طولانی مدت قسمت‌های دستگاه در محلول صابون سبب کاهش عمر مفید قطعات، ایجاد لکه یا حتی ترک بر روی آن‌ها می‌شود. بنابراین برای نظافت دستگاه دستورالعمل کارخانه سازنده را دنبال کنید.

امروزه انواع فراوانی از ونتیلاتور مورد استفاده قرار می‌گیرد که اکثر آنها با استفاده از فیلتر، به خوبی محافظت شده و لزوم ضد عفونی نمودن دستگاه را به طور قابل توجهی کاهش داده است. در مورد استفاده از فیلتر باید به موارد زیر توجه داشت :

برای هر بیمار فیلتر جداگانه استفاده شده و پس از جدا شدن بیمار از ونتیلاتور برای بیمار بعدی فیلتر مجدد گذاشته شود. برای بیمارانی که به مدت طولانی از ونتیلاتور استفاده می‌کنند، باید فیلتر هر ۴۸ ساعت تعویض شود. قسمت های مرطوب کننده ونتیلاتور را می‌توان با استفاده از ماشین های شستشو یا بخار با درجه حرارت کم (۷۰ درجه سانتیگراد) ضدعفونی

کرد. پس از جدا شدن بیمار از ونتیلاتور قسمت مرطوب کننده باید شسته و خشک شده، سپس برای بیمار بعدی استفاده شود. در مورد بیماران که به مدت طولانی از ونتیلاتور استفاده می شود شستشوی آن هر ۴۸ ساعت توصیه می شود. خشک شدن تمامی قسمت ها برای استفاده مجدد ضروری بوده و رشد میکروارگانیسم ها به طور قابل توجهی کاهش می دهد.

۷-۱۲- الکتروکوتر

لغت **Cauterization** به معنای سوزاندن زخم بوسیله داغ آتش یا داغ آهن می باشد که در پزشکی به عمل برداشتن قسمتی از بدن و یا جلوگیری از خونریزی از طریق سوزاندن، کوتری گفته می شود. روش کار بسیار ساده است، طبق دستورات بقراط حکیم قطعه‌ای از فلز داغ را بر روی زخم گذاشته و خون منعقد می گردد. در ایران به دستگاه های الکتروسرجیکال، کوتر و یا الکتروکوتر گفته می شود. اولین دستگاه الکتروسرجیکال تجاری، توسط فردی به نام **William T Bovie** در دانشگاه هاروارد توسعه پیدا نمود. اولین بار در بیمارستان **Peter Bent Brigham** در ماساچوست ایالات متحده و در تاریخ اول اکتبر ۱۹۲۶ از دستگاه الکتروسرجیکال در اتاق عمل استفاده شد.

دستگاه های الکتروسرجری جدید از امواج با فرکانس بالا **RF** استفاده می کنند بنابراین احتمال اسکار با آن ها کمتر است. دستگاه های الکتروسرجری **RF**، نسبت به کوتر های قدیمی برش دقیق تری ایجاد می کنند، به بافت سالم آسیب نمی زنند و درد و خونریزی کمتری ایجاد می کنند و در نهایت اسکار کمتری به جا می گذارند. این الکتروکوترها در حقیقت یک ژنراتور بسامد رادیویی هستند. دو الکتروود به ژنراتور بسامد رادیویی (**RF**) متصل می شود که یکی از آنها فعال است و سطح مقطعی بسیار کوچکتر نسبت به الکتروود دیگر دارد. الکتروود فعال، معمولاً به شکل یک ابزار یا پروب ساخته می شود و توسط پزشک به کار می رود. الکتروود غیرفعال، سطح بسیار بزرگ تری دارد. این الکتروود که به «صفحه بیمار» موسوم است، از یک سطح با جنس رسانا تشکیل می شود که زیر ران یا باسن بیمار قرار می گیرد. دستگاه های جدید به علت فرکانس بالا بدون اتصال این صفحه با بدن بیمار نیز کار می کنند.

دستگاه های الکتروسرجری برای برش های جراحی و کنترل خونریزی از طریق انعقاد (**Hemostasis**) در محل جراحی استفاده می شوند. آنها یک جریان الکتریکی فرکانس بالا را از طریق نوک یک الکتروود فعال ارسال می کنند که باعث می شود بافت هدف به علت داشتن مقاومت حرارتی، خشک شده، تبخیر یا نیم سوز شود.

از الکتروسرجری و خاصیت هموستاتیک آن می توان برای جراحی های لاپاراسکوپی، **Transurethral Resection of the Prostate (TURP)**، اندام هایی مانند کبد، طحال، تیروئید، شش ها و جراحی قلب باز استفاده فراوانی نمود. در ضمن استفاده از گاز آرگون باعث می شود هموستاز در اندام هایی که عروق زیادی دارند و در حال خونریزی هستند سریع تر اتفاق بیفتد. همچنین از سیستم هایی که از گاز آرگون استفاده می کنند برای کنترل خونریزی در سایر بافت ها مانند مغز استخوان، بافت ریه و عضله استفاده فراوانی می شود.

از مزایای استفاده از الکتروسرجری (کوتر) به جای چاقوی جراحی مکانیکی می توان به قابلیت همزمان برش و انعقاد در مواقع دلخواه و همچنین دسترسی آسان تر به برخی از نواحی جراحی (مانند اعمال اندوسکوپی) اشاره نمود.

۷-۱۲-۱- اصول عملکرد

مستقل از نوع الکتروود غیرفعال، اساس عملکرد الکتروکوتر (**electrocutter**)، یکسان است. جریان گذرنده از داخل صفحه بیمار، همان جریان گذرنده از داخل الکتروود فعال است. اما چون سطح مقطع الکتروود فعال، سطح مقطع بسیار کوچکتری نسبت به الکتروود غیرفعال دارد، چگالی جریان بسیار بزرگ تر خواهد بود. در نتیجه اختلاف چگالی بین دو الکتروود باعث ایجاد

گرم و در نتیجه تخریب بافت زیر الکتروود فعال می‌شود، اما بافت زیر الکتروود غیرفعال تنها اندکی گرم می‌شود. در بعضی از موارد دو الکتروود فعال داریم که هر دو به صورت هندپیس‌های (Hand Piece) جداگانه در دست پزشک قرار می‌گیرد. به این صورت چگالی جریان هردو الکتروود زیاد است و گرمای ایجاد شده بافت زیر هر دو الکتروود را تخریب می‌کند. در کوتره‌های قدیمی نوک پروب مورد استفاده از طریق عبور جریان از سیم با مقاومت بالا گرم می‌شود و این گرما مستقیماً به بافت اعمال می‌گردد ولی در انواع جدید امواج رادیوفرکانسی باعث ایجاد حرارت فقط در سطح سلول‌های بافت بیمار و تبخیر آب آن‌ها و از بین رفتن ضایعه می‌شود.

الکتروکوتر یا برش دهنده الکتریکی جدید از یک پروب یا تیغه الکتریکی جهت برش بافت و انعقاد آن برای کنترل خونریزی به طور همزمان استفاده می‌کند. بیشترین کاربرد آن در برش زدن و کنترل و جلوگیری از خونریزی حین اعمال جراحی چشم، صورت، جراحی پلاستیک و ترمیمی است. جلوگیری از خونریزی حین عمل جراحی علاوه بر آن که برای بیمار امری ضروری و حیاتی است، به جراح امکان می‌دهد تا ساختارهای بافت تحت عمل را به راحتی مشاهده نماید. الکتروکوترهای خاص در جراحی‌های پوست و زنان مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این واحدها، از گرما برای برش بافت استفاده می‌شود. هنگامی که گرما از طریق پروب گرمایی جهت برش یا انعقاد به بافت اعمال می‌شود، چندین تغییر ممکن است اتفاق بیفتد که شامل:

۱- از هم پاشیدن سلول‌ها و آزاد شدن محتوای داخل آن‌ها

۲- بخار شدن آب داخل بافت که منجر به جمع شدن بافت می‌شود

۳- پروتئین سلول‌های خون و بافت تغییر شکل داده و به شکل لخته در می‌آید

نوع پروب الکتروکوتر با پوشش فلزی برای انعقاد و انواع دیگر برای برش و انعقاد همزمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حین برش الکتریکی، میزان جریان عبوری از المنت، گرمای تولید شده در پروب را تغییر می‌دهد. منبع تغذیه الکتریکی که از ولتاژ معمولی تغذیه می‌کند، میزان جریان عبوری از المنت را تنظیم می‌کند که از طریق کنترل‌های قرار گرفته بر روی دستگاه صورت می‌گیرد. در برخی دستگاه‌ها، المنت حساس به دما مثل ترموکوپل، با پروب ادغام شده و درجه حرارت را مانیتور می‌کند. همچنین برخی پروب‌های برش الکتریکی دارای یک منبع نور با شدت متغیر برای روشن کردن ناحیه مورد جراحی است. استفاده از گاز آرگون جهت افزایش کارایی انعقادی این واحدها، جلوگیری از خونریزی سریع و موثر بافت در ارگان‌هایی با عروق خونی فراوان را امکان‌پذیر می‌سازد که به کوتره‌های آرگونی موسومند. برای انعقاد خون و خشکاندن بافت از پالس‌های سینوسی میرا شونده استفاده می‌شود. امواج سینوسی RF دارای فرکانس طبیعی ۲۵۰ تا ۵۰۰ KHZ برای دستگاه‌های مناسب اتاق عمل است و معمولاً ۱۲۰ پالس در ثانیه اعمال می‌شود. ولتاژ مدار باز در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ ولت و توان بر روی بار ۵۰۰ اهمی در حدود ۸۰ تا ۲۰۰ وات است. مقدار ولتاژ و توان بستگی به کاربردهای ویژه دستگاه جراحی الکتریکی دارد. عمل برش با منبع RF موج پیوسته انجام می‌گیرد. در دستگاه‌های مناسب اعمال پوستی و جراحی پلاستیک، فرکانس بالاتر و در حد مگاهرتز است. فرکانس‌های خیلی زیاد، قدرت برش را کم می‌کند.

اغلب دستگاه‌ها در حین کار به دلیل اثر بارگذاری و کشیده شدن جریان قادر به تولید منبع پیوسته نبوده نیاز به مدولاسیون دامنه است. الکترودهای بکار رفته در سائزها و شکل‌های مختلف موجود است. الکتروود فعال شبیه چاقوی جراحی است، با یک دسته ایزوله که توسط جراح گرفته می‌شود. سوئیچ دستی که بر روی دسته الکتروود قرار دارد اعمال جریان به پروب را امکان‌پذیر می‌سازد. در حالی که هدف پروب فعال، اعمال انرژی به بافت از طریق نوک پروب است که به اعمال برش، انعقاد یا هر دوی آنها منجر می‌شود. الکتروود خنثی دارای عملکرد متفاوتی است. نقش این الکتروود در حقیقت تکمیل مدار اعمال RF به بیمار است، بدون آن که چگالی جریان بالایی برای آسیب رساندن به بافت را داشته باشد که در ساده‌ترین حالت از یک پلیت بزرگ که زیر بدن بیمار قرار می‌گیرد، تشکیل می‌شود. در بیشتر اعمال جراحی از یک الکتروود خنثی ۲۷ سانتیمتر مربع که

بر روی ران قرار می گیرد استفاده می شود. اساس کار دستگاه این گونه است که جریان الکتریکی از طریق کابل های مربوط و الکترود فعال به بدن بیمار اعمال می شود سپس جریان الکتریکی از طریق الکترود برگشتی **Dispersive Electrode** یا **Return Electrode** که در زیر بیمار قرار دارد و کابل مربوطه، به دستگاه بر می گردد. اثر گرمایی دستگاه که به تخریب بافت منجر می شود، به وسیله مقاومت الکتریکی بافت به جریان با فرکانس و چگالی بالا ایجاد می گردد و دانسیته عبور جریان باعث برش بافت می شود. جهت جلوگیری از سوختن بافت، الکترود برگشتی بایستی دارای سطح تماس بزرگ با بدن بیمار بوده تا مسیر خروجی با مقاومت کم و چگالی جریان پائینی را ایجاد می کند.

دستگاه ها ساخت معتبرترین شرکت کره و دارای بالاترین استانداردهای اروپا می باشد. همه ی دستگاه ها از مکانیسم امواج RF در برش و انعقاد و برداشتن ضایعات استفاده می کنند..

۷-۱۲-۲- الکتروسرجری مونوپلار (تک قطبی)

الکتروسرجری تک قطبی متشکل از مدارات الکتریکی (شامل نوسانگر فرکانس بالا و تقویت کننده های درون ESU)، بیمار، کابل های اتصال و الکترودها می باشد که با تکمیل زنجیره فوق، بافت برش داده شده و یا منعقد می شود.

در بیشتر موارد، جریان الکتریکی از ESU به محل جراحی بوسیله یک کابل فعال (اکتیو) و الکترود منتقل می شود. جریان الکتریکی نیز از طریق یک الکترود واگرا و کابل های مربوطه که به قسمت خنثی ژنراتور متصل است، از بدن بیمار خارج می شود. اثر گرمایی الکتروسرجری که باعث تخریب بافت می شود ناشی از مقاومت الکتریکی بافت در برابر فرکانس و شدت جریان زیادی است که از طریق الکترود مورد استفاده به بافت اعمال می شود.

اثرات جراحی مستقیماً در زیر ناحیه تماس بین سر الکترود فعال (اکتیو و یا سر قلم کوتر) و بافت آشکار خواهد شد. جهت جلوگیری از سوختن بافت، الکترود واگرای دستگاه مونوپلار در مقایسه با الکترود فعال (سر قلم کوتر)، سطح تماس نسبتاً بیشتری با بیمار دارد. سطح تماس بیشتر باعث ایجاد یک راه خروج با مقاومت کم و چگالی جریان کم خواهد شد. به این الکترود واگرا پلیت **Plate** نیز گفته می شود.

البته بعضی از دستگاه های کم قدرت - کم جریان نیز برای مطب ها و یا کلینیک ها وجود دارند که از الکترودهای واگرا استفاده نمی کنند، اما غالب دستگاه هایی که جریان های بالاتر دارند باید از این نوع الکترودها استفاده کنند.

اثر جراحی بوسیله کوتر بستگی به فاکتورهایی مانند قدرت، شکل موج، نوع بافت، تکنیک جراح، اندازه و شکل سر قلم الکترود فعال دارد. بعنوان مثال در هنگام استفاده از کوتر برای **Desiccation** دمای بافت مورد نظر باید به نقطه ای برسد که پروتئین ها **Denature** شوند اما تخریب نشوند.

در کوترها قسمتی وجود دارد به نام واحد خروجی عایق (**Isolated Output Unit**) که این قسمت جریان درمانی الکتروسرجری را از زمین الکتریکی دستگاه ESU جدا می کند که باعث می شود در مواقع وجود ایراد در اتصالات الکترود بازگشتی، جریان کوتر از طریق بدن بیمار به زمین منتقل نشده و احتمال سوختگی بیمار در قسمتهایی از بدن که به زمین (**Ground**) متصل هستند، کاهش یابد.

در مقابل، دستگاه هایی به نام کوترهای زمین مرجع (**Ground Referenced ESU**) وجود دارند که جریان خروجی دستگاه معیوب را محدود می سازند. در این دستگاه ها بعلاوه اینکه جریان درمانی در صورت خرابی اتصالات الکترود بازگشتی، از طریق بیمار به زمین منتقل می شود، ممکن است باعث سوختگی شوند.

به علت خطرات زیادی که در مورد استفاده از این نوع دستگاه ها وجود دارد، تولید آنها بسیار کم شده است، اما ممکن است هنوز در بعضی از مراکز از آنها استفاده شود.

۷-۱۲-۳- الکتروسرجری دوقطبی (Bipolar)

در الکتروسرجری های بایپولار دو الکتروود (معمولاً دو سر فورسپس یا قیچی) به طور مساوی مانند الکتروودهای فعال و بازگشتی دستگاه مونوپلار عمل می کنند. جریان الکتروسرجری در بیمار به قسمت کوچکی از بافت در ناحیه مورد نظر اعمال می شود. اصولاً الکتروسرجری بایپولار برای ایجاد انعقاد در بافت های ظریف مانند جراحی مغز و اعصاب، ژنیکولوژی و چشم استفاده می شود.

۷-۱۲-۴- الکتروسرجری های تخصصی

بسیاری از دستگاه های الکتروسرجری تخصصی، منحصراً بایپولار هستند. شرایط کاری بیشتر این دستگاه ها کمتر از ۵۰ وات می باشد و معمولاً در دندانپزشکی یا مطب های پزشکان استفاده می شوند. (مانند ژنیکولوژی و یا پوست). اخیراً اینسترومنت های بایپولار جهت برش و یا انعقاد سطوح بزرگ نیز مورد استفاده قرار می گیرند.

۷-۱۲-۵- انواع ژنراتورها

اکثر الکتروکوتراهایی که در حال حاضر از آنها استفاده می شود از نوع Solid-State می باشند که شامل یک مدار نوسانگر و تقویت کننده های ترانزیستوری برای تغییر فرکانس و اصلاح شکل موج خروجی می باشد. این مدارات شکل موج های مختلفی برای برش، انعقاد و یا ترکیب آنها (شکل موج Blend برای استفاده همزمان از برش و هموستاز) ایجاد می کنند. قبل از مدارات Solid-State الکتروکوترها از ژنراتورهای Spark-Gap/Vacuum-Tube استفاده می کردند. این تکنولوژی بسیار قدیمی می باشد اما ممکن است هنوز در بعضی از مراکز، مورد استفاده قرار گیرند خصوصاً در برخی از اعمال جراحی خاص مانند ارولوژی و جراحی قلب باز. اگرچه این نوع از دستگاه ها قدرت زیادی دارند (بعلت ایجاد آرک از طریق فاصله هوایی بین بافت و الکتروود) اما بعلت ایمنی کمتر آنها نسبت به دستگاه های Solid-State و امکان ایجاد مخاطرات جدی برای بیمار و کاربر، مورد تایید نمی باشند.

۷-۱۲-۶- حالات خروجی

از دستگاه های کوتر خروجی های مختلفی می توان گرفت که از برش معمولی تا انعقاد کامل را شامل می شود. خروجی Blend از ترکیب خصوصیات برش و انعقاد، همراه با ترکیب حالات مختلف آنها بوجود می آید مانند Blend_۱، Blend_۲، Blend_۳.

حالت Fulguration یک نوع انعقاد توسط ولتاژ زیاد می باشد که در مورد جلوگیری از خونریزی های مهم و بزرگ استفاده می شود.

Desiccation مرسوم ترین حالت انعقاد می باشد که در این حالت سلول ها بصورت آهسته خشک می شوند تا یک بافت سفت به دست آید.

تمام این حالات مختلف به پزشک اجازه می دهد تا موثرترین روش برای دستیابی به بهترین اثرات الکتروسرجری را انتخاب نماید.

۷-۱۲-۷- انعقاد از طریق آرگون

یکی از ملحقاتی که به الکتروسرجری های مونوپلار اضافه می شود، سیستم انعقاد از طریق آرگون می باشد که می تواند منجر به ایجاد انعقادهایی سریع و همگون بر روی سطوح خونی وسیع مانند سطح مویرگی شود. در این سیستم جریان الکتروسرجری باعث ایجاد یک نوع آرک و یا کانال یونی در درون گاز آرگون می شود. این گاز مابین سر الکتروود و سطح بافت در جریان است.

این سیستم معمولاً شامل یک بخش منبع گاز می باشد که می تواند هم بصورت جداگانه و هم بصورت چسبیده به یونیت اصلی الکتروسرجری عرضه شود. این دستگاه ها هندپیس های ویژه ای دارند که می توانند به هر دو خروجی لوله انتقال گاز آرگون و جریان الکتروسرجری متصل شود. هندپیس معمولاً در فاصله ۱ سانتی متری بافت نگه داشته می شود. با استفاده از این دستگاه می توان یک جریان ثابت، پیوسته و قابل کنترل ایجاد نمود. جریان گاز آرگون باعث پاک شدن خون و سایر مایعات و همچنین اضافات محل جراحی شده، دید جراح را تسهیل نموده و بهبود زخم ها را تسریع می نماید.

۷-۱۲-۸- گزارش مشکلات

الکتروکوتر، یک تولیدکننده امواج الکترومغناطیسی با توان بالا است بنابراین بایستی به درستی استفاده شود تا کاملاً ایمن باشد. دستگاه الکتروسرجری، در صورت استفاده نادرست، برای سلامت کاربران و بیماران مشکل ایجاد می کند. متداولترین صدمه به بیماران، سوختگی در نقاط نامناسب بدن است. اصلیترین دلیل آن هم خراب بودن یا استفاده نادرست از الکتروود یا پد بیمار است. در صورتی که این الکتروود یا پد، درست متصل نشود یا بر روی برجستگیهای استخوانی قرار گیرد به موجب کاهش امپدانس محل اتصال، چگالی جریان افزایش می یابد. هرگونه ناهمواری در سطح اتصال می تواند سوختگی ایجاد کند. استفاده از ژل در محل اتصال الکتروود به بدن نیز جهت ایمنی بیشتر، توصیه می شود. خطر دیگر زمانی پیش می آید که یک نقطه روی بدن بیمار با یک مقاومت کمتر، زمین شود در نتیجه جریان اصلی به زمین نابجا هدایت می شود. اگر چگالی جریان از طریق نقطه ای که به اشتباه زمین شده است، به اندازه کافی بالا باشد، سوختگی رخ می دهد. وجود حفره های میکروسکوپی روی دستکش جراح، ریختن هر نوع مایع داخل ماشین، استفاده های نابه جا از سیستم (استفاده از سطح رویی دستگاه به عنوان میز) باعث عدم ایمنی دستگاه می شود.

بنابراین بیشترین مشکلات گزارش شده مربوط به سوختگی پوست می باشد که معمولاً در ناحیه الکتروود بازگشتی (پلیت) اتفاق می افتد که بیشتر بعلت جداشدن تمام و یا قسمتی از صفحه الکتروود از بیمار می باشد. آماده سازی ناقص محل جراحی، خراب بودن، فاسد بودن و یا نصب غلط الکتروود بازگشتی نیز می تواند منجر به سوختگی گردد.

سایر مشکلات در الکتروسرجری شامل تخریب بیش از حد بافت، خسارت به نواحی دیگر بیمار (غیر از محل مورد نظر جراح)، آتش سوزی و تداخل با سایر تجهیزات می باشد.

توصیه ما این است که قبل از اتصال الکتروود بازگشتی به بیمار، محل مورد نظر برای جراحی بطور مناسب آماده سازی شده و قبل و بعد از عمل نیز کاملاً معاینه گردد. در حین جراحی نیز به صورت متناوب محل اتصال الکتروود بازبینی شده و در مواقع جابجایی بیمار و یا زمانی که مظنون به کاهش قدرت دستگاه می شویم نیز بازبینی تکرار شود.

دستگاه های الکتروسرجری برای کاهش خطر سوختگی بیمار ناشی از مشکلات مربوط به الکتروود بازگشتی از یک مدار محافظتی استفاده می کنند. بیشتر یونیت ها به یک پایشرگ اتصال کابل الکتروود بازگشتی مجهز شده اند که در صورت وجود اشکال و یا قطعی بین دستگاه و الکتروود واگرا (پلیت)، یونیت الکتروسرجری فعال نخواهد شد. اما در هر صورت این سیستم نیز نمی تواند جداشدن تمام و یا قسمتی از الکتروود واگرا از بیمار را تشخیص دهد که این مورد نیز ممکن است باعث سوختگی

بیمار شود. بنابراین اغلب سازندگان قسمتی به سیستم اضافه نموده‌اند که کیفیت اتصال الکترود به پوست را ارزیابی نموده، اگر امپدانس بین الکترود و پوست خارج از محدوده‌های بخصوصی باشد نشانگرهایی اعلام وضعیت نموده، آلام داده و دستگاه را غیرفعال می‌نمایند که به این سیستم، پیشگر کیفیت تماس الکترود واگرا (Dispersive Electrode Contact Quality Monitor) می‌گویند. این سیستم بعضی اوقات اشتباهاً بعنوان سیستم پیشگر اتصال (که قبلاً در مورد آن گفته شد) در نظر گرفته می‌شود. به هر حال این سیستم‌ها ایمنی را افزایش می‌دهند.

الکترودهای خم شده، چین خورده و یا دنداندار نیز (بعلمت ایجاد جریان‌های نقطه‌ای) ممکن است باعث ایجاد سوختگی در بیمار شود که جهت جلوگیری از این اتفاق باید الکترودهای معیوب دور انداخته شوند.

دومین دلیل عمده جراحات‌های ناشی از الکتروسرجری زمانی اتفاق می‌افتد که سر الکترود اکتیو بر روی بافتی غیر از بافت هدف بوده و بصورت سهوی جریان برقرار شود. بیشتر این حوادث زمانی اتفاق می‌افتد که الکترود فعال در فواصل زمانی حین عمل که از آن استفاده نمی‌شود، در جایی نامناسب روی بدن قرار داده می‌شود و دستگاه با فشاری ناخواسته روی سوئیچ‌های دستی، پدال‌ها و یا هرگونه ایراد دیگری، فعال شود. حتی مواردی دیده شده است که فعال شدن الکترود دیگر، باعث بکار افتادن دستگاه می‌شود. برای جلوگیری از این اتفاق پیشنهاد می‌شود الکترود اکتیو در زمانی که از آن استفاده نمی‌شود در غلاف مخصوصی که به خوبی عایق شده است (این غلاف جزو لوازم جانبی بعضی از کوترها می‌باشد) گذاشته شود.

غیر از مشکلات بوجود آمده در نواحی که الکترود فعال و یا واگرا دارند، ممکن است سوختگی‌هایی برای پرسنل اتاق عمل و یا بیمار بوجود آید. کابل‌ها و یا دستگیره‌های الکترودهای شکسته و یا معیوب، جریان‌های ناشی که از طریق خازن کوپل شده با الکترود عایق بوجود می‌آید (مانند وسایل فلزی که در آندوسکوپی همراه با الکتروسرجری به کار می‌رود) و یا جریان ناشی که از طریق سایر مسیرهای غیر ایمن به زمین منتقل می‌شود می‌توانند باعث این نوع سوختگی‌ها شوند. در بعضی از بیمارستان‌ها سیستم‌های ویژه‌ای وجود دارد که در زمان انجام عمل‌های لاپاراسکوپی ریسک اینگونه خطرات را کاهش می‌دهد.

استفاده از الکتروسرجری همراه با مواد قابل اشتعال (مانند پارچه‌های جراحی) در محیط اتاق عمل که اکسیژن خالص وجود دارد ممکن است باعث آتش‌سوزی و صدمات فراوان به بیمار شود.

دستگاه‌های الکتروسرجری ممکن است باعث تداخلات الکترومغناطیسی با سایر تجهیزات اتاق عمل (مانند دستگاه‌های مانیتورینگ، اینفیوژن‌تراپی، تخت‌های الکتریکی و یا پیس‌میکرها) شوند. که جدیدترین آنها ممکن است باعث از کار افتادگی و یا ایجاد مشکلات و خرابی پیس‌میکر شود و ما را مجبور به خارج کردن دستگاه از بدن بیمار کند. همچنین ممکن است جریان الکتریکی الکتروسرجری از طریق کنتری پیس‌میکر به بافت قلبی رسیده، آن را از بین برده و یا باعث شوک و یا انقباضات قلبی شود. اگرچه اخیراً این نوع مشکلات گزارش نشده است.

یکی دیگر از مشکلات مربوط به الکتروسرجری‌ها، بوجود آمدن و ازدیاد دود در اتاق عمل است. این دود مخلوطی از مایعات بافتی تبخیر شده و بافت تخریب شده است که ممکن است باعث ناراحتی بیمار و یا پرسنل اتاق عمل شود. برای حل این مشکل می‌توان از دستگاه‌های تخلیه دود استفاده نمود. این دستگاه‌ها دود را قبل از پخش شدن آن در هوا، تخلیه می‌کنند. دستگاه‌هایی که از آرگون برای انعقاد استفاده می‌کنند بعلمت اینکه یک جریان گاز فشرده از سمت آنها به بافت‌هایی که عروق خونی زیادی دارند (مانند جراحی‌های اعصاب، سزارین و یا کبد) برقرار است، ممکن است باعث خطر ایجاد آمبولی در این بافت‌ها شود. توصیه می‌شود پرسنل بیهوشی و اتاق عمل آمادگی مواجهه با این شرایط را داشته باشند.

۷-۱۲-۹- اصول نگهداری

- قبل و بعد از هر عمل جراحی، دستگاه الکتروکوتر و لوازم آن مورد بازبینی قرار گرفته تا کابل های رابط دارای عایق و اتصالات آسیب دیده مورد جایگزینی یا اصلاح قرار گیرد.
- در صورت مشاهده عملکرد نامطلوب دستگاه، قبل از افزایش قدرت دستگاه مطمئن شوید که :
 - ✓ پلیت دارای اتصال مناسب می باشد.
 - ✓ پلیت و سیم رابط آن دارای زدگی، چین خوردگی، سوختگی، سوراخ و موارد مشابه نمی باشد.
 - ✓ قلم کوتر تمیز می باشد و آب فلز بر روی نوک آن از بین نرفته است (تغییر رنگ زیادی نداده است).
 - ✓ قلم کوتر دارای ترک، شکستگی یا لب پریدگی نمی باشند.
 - ✓ سیم قلم در هیچ نقطه ای دارای زدگی، پارگی، سوختگی، سوراخ یا موارد مشابه نمی باشد (دو مورد اخیر برای حفاظت از سوختگی پزشک و کاربر می باشد).
 - ✓ کابل ها و فیش ها به طور کامل متصل می باشند. (چنانچه در حین کار هر کدام از اتصالات گرم شوند دلیل بر ناسالم بودن آن اتصال می باشد که باید قبل از بوجود آوردن مشکل جدی رفع ایراد انجام شود)
- حتی المقدور از پلیت های یکبار مصرف دو قسمتی در دستگاه هایی که اتصال بدن با پلیت را کنترل می کنند استفاده شود. خصوصا برای عمل های جراحی طولانی مدت از این پلیت ها و دستگاه ها موکدا توصیه می گردد.
- در روش bipolar به دلیل عدم نیاز به پلیت و توان خروجی کمتر، خطرات سوختگی کمتر از روش monopolar می باشد، بنابراین در مواردیکه امکان پذیر است از روش bipolar استفاده شود.
- پلیت قبل از استفاده مورد بازرسی قرار گیرد تا از پلیت هایی که دارای فرورفتگی، چروک شدگی یا خمیدگی در سطح پلیت می باشند که می توانند نقاطی با چگالی جریان بالا ایجاد کنند که منجر به سوختگی خواهد شد، صرف نظر شود.
- جنس و ابعاد پلیت، باید متناسب با توان خروجی انتخاب شود، در غیر اینصورت ممکن است در اثر افزایش چگالی جریان در محل تماس، سوختگی ایجاد شود. در این خصوص توصیه می شود برای هر دستگاه از پلیت استاندارد سازنده استفاده شود.
- ابعاد پلیت باید متناسب با سن بیمار (مخصوص اطفال، کودکان و بزرگسالان) استفاده شود.
- محل قرارگیری پلیت نزدیک ترین مکان به محل مورد جراحی باشد تا جریان الکتریکی کوتاه ترین مسیر را طی کند و در این مسیر، جریان از قلب و شش ها عبور نکند.
- هنگام استفاده از پلیت های دائمی بر روی سطح پلیت ژل مخصوص الکتروود زده شود. از آب یا محلول آب نمک (نرمال سالین) برای افزایش تماس پلیت با بیمار استفاده نشود .
- مطمئن شوید که پلیت دارای اتصال محکم و ثابت دارای اتصال محکم و ثابت با پوست می باشد و تمام سطح چسبنده پلیت مورد استفاده قرار می گیرد.
- سطح پلیت را برس پلاستیکی و محلول شستشوی مناسب تمیز نمایید و قبل از استفاده از خشک بودن پلیت مطمئن شوید.
- قلم های کوتر متصل به دستگاه که در حین عمل استفاده نمی شوند در مکانی مناسب (حتی الامکان دور از بیمار) قرار گیرند تا با فعال شدن ناخواسته دستگاه، موجب سوختگی بیمار یا پرسنل نشود.
- قلم کوتر همواره تمیز باشد و از اثرات چسبندگی بافت، ناشی از استفاده قبلی پاک شود.

۷-۱۳- دفیبریلاتور یا الکتروشوک قلبی

از دستگاه های دفیبریلاتور سالهاست که استفاده می شود. در اواسط دهه ۱۹۶۰ تکنولوژی باتری، اندازه آنها و سرعت شارژ آنها منجر به ساخت دستگاه هایی کوچک تر با قابلیت حمل و نقل آسان تر شد و سپس میکرو به آنها اضافه گشت. در اوایل دهه ۱۹۷۰ آنها مجهز به مانیتور شدند. در حال حاضر بسیاری از آنها توانایی تشخیص VF را به صورت اتوماتیک دارند. دستگاه دفیبریلاتور یک شوک الکتریکی به قلب اعمال می کند که باعث ایجاد ریتم طبیعی قلب در بیماران دچار فیبریلاسیون بطنی (VF) می شود. مانیتور ECG دستگاه برای بررسی ریتم های قابل شوک و میزان تاثیر درمان استفاده می شود. همچنین در بعضی از دستگاه ها پیس میکرو (ضربان ساز) وجود دارد که به صورت غیر تهاجمی می توان از آن استفاده نمود.



۷-۱۳-۱- فیزیولوژی قلب

قلب بوسیله یک گروه از سلول های تخصصی میوکارد که به آنها گره Sinoatrial (SA) گفته می شود تحریک به انقباض می شود. این سلول ها در محل اتصال ورید اجوف فوقانی و دهلیز راست هستند. گره SA ضربان ساز طبیعی قلب می باشد. این گره یک محرک الکتریکی خود به خودی تولید می کند که از طریق دهلیزها هدایت شده و باعث انقباض آنها می شود. محرک الکتریکی به گره بطنی قلب (AV) در دیوار جداری دهلیز راست و در نهایت به بطن ها منتقل می شود و آنها را تحریک به انقباض می کند.

قلب زمانی می تواند خون را به طور موثر پمپ نماید که انقباضات تمام فیبرهای عضلانی آن دقیقا همزمان باشد. چندین عامل توانایی پمپاژ قلب را به خطر می اندازد. بعضی از آنها مانند VF و تاکی کاردی بطنی سریع (VT) بوسیله شوک اصلاح می شوند. بیمارانی که ریتم های قابل درمان توسط شوک دارند تقریبا همیشه بدون نبض هستند. سایر ریتم های غیرنرمال مانند Bigeminy غیرقابل شوک دادن هستند. تفسیر مناسب ECG در اعمال شوک تعیین کننده می باشد. در صورت شوک دادن به یک ریتم غیرقابل شوک، ممکن است مشکلات جدی تری در قلب ایجاد شود.

در VF، انقباضات ریتمیک نرمال بطنی جای خود را به تکان های سریع نامنظم می دهد که باعث بی اثر شدن و کاهش شدید پمپاژ خون می شود. اگر ضربان ها به حالت عادی بازگردانده نشود، مرگ قریب الوقوع خواهد بود. دفیبریلاسیون از طریق اعمال یک شوک الکتریکی به قلب صورت می گیرد تا سلول های میوکاردیوم دپلارایز (غیرقطبی) شده و انقباضات ناهماهنگ پایان یابد. بدین ترتیب پس از آن گره SA می تواند فعالیت طبیعی خود را از سر بگیرد و به ریتم سینوسی بازگردد.

هر چه دفیبریلاسیون سریع تر اتفاق بیفتد شانس زنده ماندن بیشتر خواهد شد. (به ازاء هر دقیقه گذشت زمان از لحظه شروع VF، شانس زنده ماندن ۱۰٪ کاهش می یابد.) همچنین از دستگاه های شوک مانیتور دار برای هماهنگ سازی تخلیه انرژی همزمان با ECG بیمار در مواقع درمان آریتمی هایی مانند VT استفاده می شود. از دستگاه هایی که باتری دارند می توان در هر جایی که بیماران در خطر حملات VF و یا سایر فوریت های قلبی هستند استفاده نمود. (مانند ترالی های احیا، آمبولانس ها، اتاق های عمل و بخش CCU)

۷-۱۳-۲- اصول عملکرد

دستگاه های شوک بطور معمول دارای سه حالت کاری پایه هستند؛ شوک خارجی (External)، شوک داخلی (Internal) و حالت هماهنگ (Synchronized Cardioversion). در تمامی این حالات انرژی الکتریکی بر روی بیمار تخلیه می شود. این انرژی بوسیله خازن بزرگی تامین می شود که در مدت زمان چند ثانیه توسط باتری یا برق شهر شارژ می شود. زمانی که دستگاه شارژ شده و آماده تخلیه باشد یک نشانگر شنیداری و یا دیداری کاربر را آگاه می کند. برای شوک خارجی، کاربر معمولاً پدل ها را بر روی سینه بیمار قرار داده و دستگاه را بوسیله فشردن همزمان دکمه های مربوط (یک دکمه روی هر پدل) تخلیه می کند. تخلیه الکتریکی که کمتر از ۲۰ میلی ثانیه طول می کشد شوک ولتاژ بالایی تقریباً معادل ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ ولت را بر روی بیمار اعمال می کند. ژل ها، چسب ها یا پدهای مصرفی به منظور بهبود رسانایی بین پدل ها و سینه استفاده می شوند. دستگیره پدل ها برای محافظت کاربر از خطر شوک به خوبی عایق بندی شده اند. انواع پدل هایی که برای شوک خارجی استفاده می شوند شامل پدل های استاندارد بزرگسالان و اطفال می باشند. از الکترودهای مصرفی که به پوست بیمار می چسبند و از طریق کابل چند بار مصرف به دستگاه متصل می شوند، نیز می توان به عنوان جایگزین پدل ها استفاده نمود. در این حالت تخلیه انرژی از طریق فشار دادن دکمه هایی صورت می گیرد که بر روی کابل و یا دستگاه شوک قرار دارند. از این الکترودها همچنین می توان برای دریافت پالس های الکتریکی استفاده نمود. (مانند سیگنال ECG)

برای شوک داخلی، به علت اینکه انرژی مستقیماً به قلب داده می شود (مثلاً در حین جراحی قلب باز) تمام دستگاه های شوک طوری طراحی شده اند که انرژی خروجی آنها به ۵۰ ژول محدود شود تا مانع آسیب رسانی به عضله قلب شوند. پدل هایی که بدین منظور استفاده می شوند کوچکتر هستند (قطر آنها حدود ۵۰ میلیمتر می باشد)، کمی مقعر بوده و طراحی آنها به گونه ای است که در برابر استریلیزاسیون های بیمارستانی مانند اتیلن اکساید، گاز پلاسما و یا بخار مقاوم باشند.

در حالت هماهنگ، تخلیه شوک برای تصحیح آریتمی های خاصی مانند VT صورت می گیرد. بعد از شناسایی اینکه پالس نشانگر سینک (که نشان می دهد شوک بر روی کدامین نقطه از شکل موج ECG تخلیه می شود) روی موج R بطور قابل اعتماد ظاهر شد، کاربر دکمه های تخلیه بر روی پدلها را فشار داده و نگه میدارد. شوک تنها در زمانی انجام می شود که مدار کنترل موج R بعدی را تشخیص دهد. تخلیه انرژی با نقطه اوج موج R و مدت زمان کوتاهی پس از آن همگام شده، مانع از

تخلیه در مدت زمان آسیب پذیری ریپلرایز شدن بطن (موج T) می شود. دفیبریلاسیون در زمان ریپلرایز شدن قلب می تواند باعث فیبریلاسیون قلب شود.

۷-۱۳-۳- شکل موج دفیبریلاتور

این شکل موج یک نمودار جریان به زمان می باشد. تا همین اواخر تمام دستگاه های شوک از یکی از دو شکل موج سینوسی میرای تکفاز یا نمایی تکفاز استفاده می کردند. بیشتر (اگر نه همه) مدل های امروز بازار، شکل موج بایفازیک ارائه می کنند. این شکل موج، جریان را ابتدا در جهت مثبت و سپس در جهت منفی تخلیه می کند. در واقع وجود ۲ فاز برای تخلیه انرژی موجب می شود انرژی کمتری برای دفیبریلاسیون موثر استفاده شود. مطالعات نشان می دهد بیمارانی که شوک بایفازیک دریافت می کنند ریتم طبیعی تری بعد از شوک نسبت به آنهایی که مونوفازیک دریافت می کنند دارند. اگرچه تولید کنندگان مختلف چندین نوع شکل موج بایفازیک مختلف ارائه می کنند، در بعضی از مطالعات نشان داده شده است این شکل موج ها موفق تر از نوع مونوفازیک استاندارد در پایان دادن به فیبریلاسیون بطنی و تاکی کاردی هستند.

موج های بایفازیک که توسط سازندگان مختلف ارائه می شود تفاوت هایی در شکل، انرژی و جریان دارند. بدینگونه که سطح انرژی بهینه برای دستگاه های بایفازیک با خصوصیات موج تغییر می کند. به این معنا که یک دوز انرژی مناسب برای یک شکل موج بایفازیک ممکن است برای دیگری نامناسب باشد. بنابراین هر دستگاه بایفازیک ممکن است استفاده ها و قابلیت های مختلفی داشته باشد که توسط سازنده و یا تحقیقات بالینی به آنها اشاره می شود.

همچنین این دستگاه ها از تصحیح کننده امپدانس برای مناسب کردن شوک جهت غلبه بر مقاومت و یا امپدانس طبیعی بدن نسبت به جریان انتقالی، استفاده می کنند. تصحیح امپدانس از طریق تنظیم ولتاژ استفاده شده برای اعمال جریان به سینه و تنظیم مدت زمان شوک صورت می گیرد.

۷-۱۳-۴- قابلیت ضربان سازی خارجی غیر تنهاجمی

تمام دستگاه های دفیبریلاتور مجهز به ضربان ساز (پیس میکر) خارجی غیر تنهاجمی برای درمان موقت آسیستول اورژانس می باشند. (مانند استند استیل قلبی، برادی کاردیا، سندروم Sick Sinus، خرابی پیس میکر خود بیمار، برخی از تاکی کاردی ها). برای ضربان سازی خارجی از ۲ الکترودهادی صفحه بزرگ چسبناک یکبار مصرف استفاده می شود تا محرک الکتریکی را از طریق پوست و ماهیچه های اسکلتی به قلب هدایت کنند. این الکترودها معمولاً به صورت قدامی خلفی نصب می شوند. (یک الکتروده روی سینه بیمار و دیگری در پشت). به طور کلی نصب در حالت قدامی خلفی بر سایر روش ها ارجحیت دارد زیرا تحریک عضلات صدری را کاهش داده و تداخل کمتری با پدل های دستگاه شوک دارد. این الکترودها ممکن است ۲۴ تا ۷۲ ساعت به بیمار وصل باشند. اما به هر حال سازندگان ممکن است دستورات خاصی برای برخی مدل ها داشته باشند. حالت پیس غیر تنهاجمی طولانی مدت برای اطفال، بعثت خطر سوختگی ممنوع می باشد. سازندگان معمولاً الکترودهای چند کاربردی را عرضه می کنند که با آنها می شود کارهایی نظیر شوک، مانیتورینگ و پیس را انجام داد.

۷-۱۳-۵- گزارش مشکلات

عدم موفقیت در تخلیه شوک روی بیمار ممکن است به علل گوناگونی مانند خرابی دستگاه شوک، استفاده از الکتروده نامناسب، انتخاب انرژی نامناسب و یا عملکرد فیزیولوژیک قلب باشد. بیشتر ایراد دستگاه مربوط به باتری های قابل شارژ می باشد. در نتیجه آنها نیاز به مراقبت و نگهداری ویژه ای دارند. جهت جلوگیری از خرابی زودرس باتری های نیکل - کادمیوم (Ni-)

(Cd)، باید به صورت دوره ای کاملاً تخلیه و دوباره شارژ شوند. با این حال اینگونه باتری ها عمر محدودی دارند که باید به صورت سالانه و یا هر دو سال تعویض شوند. بعضی از تولیدکنندگان از باتریهای سیلد لید اسید (SLA)، نیکل متال هیدرید (Ni-MH)، لیتیوم آیون (Li-ion)، لیتیوم منگنز (Li-Mn) یا نیکل کادمیوم استفاده میکنند. باتری های SLA باید به صورت پیوسته و در دمای اتاق کاملاً شارژ شوند که معمولاً ۴ الی ۶ ساعت طول می کشد. توصیه اغلب تولیدکنندگان، تعویض باتری ها هر ۲ سال یکبار می باشد. اگرچه عمر باتری ها به شدت به مقدار استفاده و نحوه نگهداری وابسته است اما تعویض آنها این اطمینان را می دهد که در مواقع نیاز عملکرد خوبی داشته باشند.

کاربران دستگاه باید مطمئن باشند که دستگاهها در تمام مواقع آماده به کار باشند. چک کردن روزانه دستگاه و در ابتدای هر شیفت از طریق حالت خود آزمایی Self-test باید مد نظر قرار گیرد.

یکی از مشکلات مربوط به دستگاه های شوک و پیس میکر، سوختگی پوست در ناحیه پدل ها و یا الکترودها می باشد. ممکن است در مواقعی که نیاز به تکرار عملیات شوک با انرژی های بالاتر می باشد سوختگی های درجه ۱ و یا ۲ بروز کند.

سوختگی ها معمولاً در زمانی ایجاد می شود که یک جریان بالا از یک قسمت کوچک عبور کند (مثلاً لبه پدل ها) و یا مقاومت افزایش یابد (ژل خشک شده). پدل ها باید بر روی پوست بیمار با نیروی حدود ۱۲ کیلوگرم فشار داده شوند. در مواقع نیاز به تکرار شوک کاربر باید از وجود ژل کافی روی پدل ها قبل از اعمال شوک اطمینان حاصل نماید. در زمان استفاده از الکترودهای مصرفی، کاربر باید تاریخ انقضا و بسته بندی را چک کرده در صورت معیوب بودن از استفاده خودداری کند.

وقوع آتش سوزی هنگام دفیبریلاسیون به ندرت اتفاق می افتد اما در صورت عدم رعایت احتیاط لازم ممکن است حادث شود. در تمام گزارشات آتش سوزی که مورد رسیدگی قرار گرفته اند، عملیات دفیبریلاسیون در زمانی انجام شده است که از تجهیزاتی که با اکسیژن کار می کنند نیز استفاده می شده است. به عقیده ECRI توجه به خطر احتراق در زمان دفیبریلاسیون بویژه در محیط های که از اکسیژن استفاده می شود می تواند وقوع چنین حوادثی را کاهش دهد. اگر همزمان با عملیات احیای بیمار از تجهیزاتی استفاده شود که از اکسیژن استفاده می کنند ممکن است محیطی با اکسیژن بالا در اطراف سر، گردن و سینه بیمار ایجاد شود. این اکسیژن اضافه اجازه می دهد که موهای ظریف بدن و رشته های نازک مشتعل شده و سریعاً بسوزند. یک آرک الکتریکی که گاهی اوقات در حین اعمال شوک بوجود می آید می تواند این موها را مشتعل کند. آتش بوجود آمده می تواند سریعاً در محیط پر از اکسیژن منتشر شده و مواد قابل اشتعال را مشتعل کند.

اگرچه به صورت معمول، دفیبریلاسیون باعث ایجاد آرک الکتریکی نمی شود اما اگر واسط مناسبی بین پدل ها و پوست بیمار وجود نداشته باشد ممکن است این آرک ایجاد شود. واسط نامناسب ممکن است به علت عدم وارد کردن نیروی کافی روی پدل ها، مقدار ژل هادی ناکافی و یا زیاده از حد، استفاده از ژل اشتباه، کاربرد پدل ها روی سطوح نامنظم (مانند برآمدگی های استخوانی) بوجود آید. قرار دادن پدل ها نزدیک الکترودهای ECG نیز می تواند باعث ایجاد آرک شود. اگرچه آرک ممکن است باعث ایجاد خسارت جزئی به سطح پدل ها و یا تحویل انرژی ناکافی به قلب شود، اما به تنهایی باعث ایجاد آتش سوزی نمی شود.

پیشنهاد موسسه ECRI برای کاهش و یا ممانعت از خطر ایجاد آتش سوزی این است که فضای غنی شده از اکسیژن اطراف سر، گردن، سینه و قسمت بالای بدن بیمار را به حداقل رسانده و شانس آرک را بوسیله ایجاد محیط واسط خوب بین پدل ها و پوست کم کنیم.

۷-۱۳-۶- برای پیشگیری از وقوع حوادث ناگوار می توان اقدامات زیر را انجام داد:

- قبل از اعمال شوک جهت کاهش مناطق اشباع شده با اکسیژن در اطراف پدل ها، کلیه منابع اکسیژن از اطراف بیمار برداشته شود. این منابع شامل تمام دستگاه های احیا که با اکسیژن کار می کنند، لوله های تنفسی، ماسک ها و ... که اکسیژن اشباع شده بیش از ۲۱٪ فراهم می کنند می باشد. اینگونه تجهیزات در زمان اعمال شوک نباید نزدیک و یا روی تخت بیمار باشد.
- با اعمال نیروی حدود ۱۲ کیلوگرم (مطابق استاندارد AHA) بر روی پدل ها خطر بوجود آمدن آرک را کاهش دهیم و تا حد ممکن الکترودهای ECG را از محل پدل ها دور کنیم. (پدل های دستگاه شوک را روی الکترودها و یا سیم ها نگذارید.)
- مطالعه و بازبینی پروتکل های دفیبریلاسیون موجود جهت آگاه شدن از آخرین تکنیک های اعمال شوک، ضروری می باشد.
- کاربران باید بدانند که انرژی تحویلی با تغییر امپدانس بین ۲ الکتروود تغییر می کند. اگرچه مقاومت ۵۰ اهم، بار مقاومتی استاندارد است که برای تست استفاده می شود اما مقاومت واقعی در حالت بالینی متغییر و بین ۲۵ تا ۱۰۰ اهم می باشد. امپدانس مقاومتی تحت تاثیر کیفیت الکتروودها، محل نصب و اندازه آنها می باشد. تغییر مسیر جریان از طریق مایع و یا ژل هادی جاری شده بین ۲ الکتروود می تواند باعث کاهش انرژی تحویلی و افزایش خطر سوختگی بیمار شود.
- دستگاه های الکتروشوک در ویژگی های پایه و موقعیت هایی که از آنها استفاده می شود با هم تفاوت دارند. دستگاه شوک ابتدایی می تواند توسط افرادی که آموزش اولیه نجات را دیده اند استفاده شود.
- دستگاه پیشرفته اساسا توسط افرادی بکار گرفته می شود که آموزش های پیشرفته نجات قلبی را دیده باشند. پیس میکر اکسترنال و مانیتورینگ پیشرفته این دستگاه ها را مناسب برای کاربردهای درون و خارج از بیمارستانی، جابجایی بیمار و اورژانس می نماید.
- دستگاه هایی که برای بزرگسالان طراحی شده اند در حالت مونوفازیک باید تنظیمات انرژی ۵۰ الی ۳۶۰ ژول و در حالت بایفازیک ۵۰ الی ۲۰۰ و یا ۵۰ الی ۳۶۰ داشته باشند. دستگاه هایی که توانایی شوک اینترنال را دارند باید محدوده ۵ الی ۵۰ ژول را نیز پوشش دهند. دستگاه هایی که برای اطفال کاربرد دارند باید بتوانند از انرژی های کمتری مانند محدوده ۲ الی ۲۰ ژول استفاده کنند.
- زمان شارژ دستگاه تا حداکثر انرژی باید کمتر از ۱۵ ثانیه باشد. (ترجیحا کمتر از ۱۰ ثانیه)
- در صورتیکه دستگاه به مدت ۲ دقیقه در حالت شارژ و آماده شوک دادن باشد اما دشارژ نشود، باید به صورت خودکار دستگاه دشارژ شده و غیرمسلح شود.
- دستگاه باید توانایی کار با باتری را داشته باشد. در صورتیکه دستگاه با برق نیز کار می کند، به هنگام قطعی برق، نباید تخلیه شود.
- در صورت استفاده از حالت سنکرون یک علامت مشخص روی نقطه سنکرون منحنی ECG نمایش داده شود.
- تقویت کننده های ECG دستگاه شوک باید در مقابل خرابی ناشی از تخلیه انرژی، محافظت شده باشند.
- در صورت تخلیه حداکثر انرژی، منحنی ECG باید در مدت زمان ۵ ثانیه دوباره نمایش داده شود.
- دستگاه مجهز به چاپگر باشد و اطلاعاتی مانند زمان، تاریخ، لید، ضربان قلب و ... را ثبت کند.

- تمام دستگاه ها باید هشدار کم شدن شارژ باتری داشته باشند. نشانگرهای در حال شارژ بودن باتری و کامل شدن شارژ باتری نیز باید بر روی دستگاه قابل رویت باشد.
- حداقل طول کابل پیس میکر ۱۵۰ سانتیمتر باشد.
- بعضی از دستگاه ها باتری های قابل جابجایی دارند که بوسیله شارژر جداگانه شارژ می شود. نمونه هایی که برای آمبولانس ها خریداری می شوند معمولاً اینگونه اند و توانایی کار با برق ماشین را نیز دارند.
- برخی از قابلیت های مانیتورینگ پیشرفته مانند SpO_2 ، $ETCO_2$ ، $NIBP$ ، IBP و دما نیز بر روی بعضی از دستگاه ها به صورت انتخابی وجود دارد که ممکن است در صورت نیاز به جابجایی بیمار از آنها استفاده شود. در مواقع استفاده از توانایی های جانبی باید به حداکثر زمان کار دستگاه با باتری توجه نمود.
- توصیه اغلب تولیدکنندگان مبنی بر تعویض باتری هر دو سال یکبار می باشد.
- بعضی از دستگاه ها حافظه ای دارند که خلاصه ای از فعالیت های احیا را در خود نگهداری می کند.
- اغلب دستگاه های جدید توانایی انتقال اطلاعات از طریق بلوتوث و یا درگاه شبکه را دارا می باشند.

۷-۱۳-۷- اصول نگهداری

- برای تمیز کردن دستگاه، پدال ها و کابل ها روش های زیر توصیه می شود :
- استفاده از الکل سفید و پنبه
 - استفاده از محلول صابون و آب و پنبه
 - برای تمیز کردن رکورد و اجزاء آن فقط از پارچه نرم مرطوب استفاده شود.
 - دقت کنید که هیچ قسمتی از دستگاه با ریختن مایع (آب ، الکل یا آب و صابون) تمیز نشود.
 - تمیز کردن پدال ها پس از استفاده با دقت بیشتر باید انجام شود و ژل مالیده شده روی سطح فلزی پدال ها باید کاملاً از روی آن تمیز شود.
 - از فرو بردن پدال ها درون آب جدا خودداری کنید. بعد از نظافت دستگاه بلافاصله دستگاه را روشن نکنید.
 - در صورت ضد عفونی کردن محیط توسط ماکروجت برای جلوگیری از آسیب دستگاه ، حتماً روکش غیر قابل نفوذ بر روی دستگاه قرار دهید.
 - هرگز دستگاه را با دکونکس و دکوسپت ضد عفونی نکنید و فقط با پنبه و الکل دستگاه را تمیز کنید.
 - بعد از ریختن مایعات یا سرم بر روی دستگاه بلافاصله باتری را از دستگاه جدا کرده و از برق بکشید.
 - تجهیزات احیاء بیمار باید به گونه ای نگهداری شود که برای استفاده آنی آماده باشد . بررسی عملکرد دستگاه باید در ابتدای هر شیفت انجام شود تا از عملکرد صحیح دستگاه اطمینان حاصل شود.

۷-۱۳-۸- در هنگام بازدید از دستگاه به نکات زیر توجه کنید:

- دستگاه تمیز باشد .
- سطح فلزی پدال ها تمیز و عاری از هر گونه ژل یا آلودگی باشد.
- تمام کابل ها و کانکتورها بررسی شوند تا در وضعیت مناسبی باشند و هیچ بریدگی یا پارگی نداشته باشد.
- از شارژ کامل باتری دستگاه اطمینان حاصل کنید.

۷-۱۴- پمپ سرم

دستگاه‌های پمپ سرم برای تزریق دقیق مایعات از طریق رگ (IV) یا اپیدورال به بدن برای انجام فرآیندهای درمانی یا تشخیصی استفاده می‌شوند. اغلب از این دستگاه‌ها در بیمارستان‌ها و برخی موارد نیز در آمبولانس‌ها استفاده می‌شود. در حالت کلی از اینفوژن پمپ‌ها زمانی استفاده می‌شود که مایعی را با دقت زیاد نسبت به ست سرم معمولی - که در اثر جاذبه کار می‌کند - به بیمار تزریق می‌شود. به خاطر دقت زیاد این تجهیزات در تزریق، از آنها می‌توان در کاربردهایی نظیر بی‌حسی اپیدورال پیوسته، تزریق داروهای قلبی عروقی، شیمی‌درمانی، تزریق خون، اطفال و سرم درمانی استفاده کرد.

۷-۱۴-۱- اصول عملکرد

برای تزریق مایعات به بدن (همانند داروها، غذای مایع، گلوکز، محلول نمک و . . .) استفاده می‌گردد. یک کیسه مایع از یک دسته یا یک قلاب بالای پمپ آویخته شده و یک تیوب به آن متصل می‌گردد. در درون پمپ، تیوب پر شده از مایع بر روی یک سری دنده کوچک و یک غلتک، ثابت می‌گردد. هنگامی که غلتک به حرکت درآمده و دنده‌ها شروع به حرکت می‌کنند، مایع از تیوب به بیمار منتقل می‌گردد. کاربر نرخ جریان مایع و حجم مورد نیاز آن را بر روی دستگاه تنظیم نموده، بنابراین دنده‌ها و غلتک بر اساس سرعت تنظیم شده شروع به حرکت می‌کنند. هر زمان که حجم مورد نیاز مایع آزاد شد، آلارم مخصوص به صدا در می‌آید. تیوب از میان یک سنسور آشکار ساز هوا (air-in-line) می‌گذرد و به محض عبور حباب هوا، آلارم به صدا درآمده و جریان مایع متوقف می‌گردد.

پمپ‌های تزریق ولومتریک میزان فشار مایع را مانیتور کرده که نتیجه آن کنترل فشار مایع تزریقی و ممانعت از آسیب رسیدن به رگ بیمار حین افزایش احتمالی بیش از حد فشار تزریق است. با افزایش بیش از حد فشار، آلارم بستن و انسداد (Occlusion) تیوب تزریق، کاربر را آگاه خواهد نمود.

دستگاه‌های پمپ سرم، انواع و قابلیت‌های مختلفی دارند. به عنوان مثال تفاوت‌هایی در مکانیزم تزریق و اندازه دستگاه وجود دارد. تعداد کانال‌های تزریق هم می‌تواند متفاوت باشد. برخی از دستگاه‌ها تک کانال هستند در حالی که برخی دیگر چندین کانال دارند که به آنها اجازه تزریق چندین نوع محلول را می‌دهد. تفاوت در پمپ‌های مختلف شامل میزان دامنه جریان مایعی که پمپ تزریق می‌کند و تنظیمات نرم‌افزاری موجود روی دستگاه مانند حجم تزریق در واحد زمان، محاسبه دز و جریان دارو، نحوه جایگذاری ست تزریق و تعداد پمپ‌هایی که می‌تواند روی یک پایه سرم نصب شود، می‌باشد. دستگاه‌های پمپ سرم از یکی از دو مکانیزم پریستالتیک یا کاست برای تزریق مایع از ظرف محتوی مایع از طریق ست سرم به بیمار استفاده می‌کنند.

اغلب پمپ‌های تزریق به کاربر اجازه انتخاب دز یا حجم تزریق را می‌دهند (VTBI). اگر تزریق قبل از اتمام مایع سرم به پایان برسد، اکثر دستگاه‌ها هشدار می‌دهند و تزریق را با نرخ بسیار پایین جهت ممانعت از مسدود شدن کاتتر تزریق ادامه می‌دهند. این جریان بسیار کم به عنوان جریان باز نگه داشتن رگ یا *KVO (keep vein open)* شناخته می‌شود.

بسیاری از پمپ‌ها می‌توانند تزریق دوم (*piggyback*) داشته باشند که از طریق آن می‌توان تزریق دو مایع مختلف را از طریق کانال به صورت پشت سر هم کنترل کرد.

ممکن است پمپ‌ها بیشتر از یک کانال تزریق داشته باشند. پمپ‌های چند کاناله می‌توانند به‌طور همزمان از طریق دو یا تعداد بیشتری ست سرم عملیات تزریق را انجام دهند و می‌توانند جایگزین چندین پمپ تک کاناله که به یک بیمار متصل هستند، گردند.

در حال حاضر اغلب پمپ‌های فروخته شده در ایالات متحده و یا بازارهای جهانی، دارای *DEERS* هستند که به آن‌ها پمپ‌های هوشمند (*Smart pumps*) گفته می‌شود و به کاربر خطاهایی را که در هنگام تزریق رخ می‌دهد، هشدار می‌دهد. پمپ‌ها می‌توانند مجموعه‌ای از هشدارها را در شرایطی که تزریق می‌تواند برای بیمار خطرناک باشد به کاربر گوشزد کنند؛ مانند هوای داخل مسیبر، انسداد در مسیبر تزریق، تمام شدن مایع تزریق، جدا شدن ست تزریق و خطا در جریان. شرایط خطا به وسیله حسگرهای فشار، صوت و یا نور آشکار و مشخص می‌شوند. در صورت مشکل در تأمین برق، اغلب پمپ‌ها، از یک حافظه استفاده می‌کنند که تنظیمات برنامه‌ریزی شده و مجموع حجم‌های تزریق شده در آن باقی می‌ماند. اکثر پمپ‌هایی که از حافظه استفاده می‌کنند می‌توانند اطلاعاتی مانند تنظیمات پمپ، هشدارهای به وجود آمده، ایرادات سیستم، کلیدهای فشرده شده و زمان و تاریخ هر رویداد را ثبت کنند. به علاوه به وسیله یک پورت انتقال اطلاعات مانند *RS۲۳۲* یا اینترنت، می‌توان اطلاعات تزریق را نگهداری کرد. برخی از پمپ‌ها هم قابلیت انتقال بی‌سیم اطلاعات (مانند جزئیات دقیق تر رخدادهای یا بانک اطلاعاتی داروها) از سرور مرکزی روی شبکه بی‌سیم بیمارستان و بالعکس را دارند.

۷-۱۴-۲- گزارش مشکلات

خرابی در اینگونه دستگاه‌ها به ندرت به وجود می‌آید؛ اغلب ایرادات به وجود آمده در اثر آسیب دیدن پمپ یا در موارد معدودی مشکل در ست تزریق است. اغلب مشکلات گزارش شده که بعضی از آنها منجر به آسیب یا مرگ بیمار شده است در درجه اول ناشی از خطای تجویز نادرست دارو بوده است. بیشترین نگرانی از عملکرد نادرست این سیستم‌ها در هنگام استفاده برای نوزادان است. فشار بیش از اندازه پمپ می‌تواند برای آنان بسیار خطرناک باشد. به همین دلیل بازدید متناوب شدیداً توصیه می‌شود.

اغلب خطاهای دارویی به‌وجود آمده ناشی از ناتوانی کاربر در تنظیم درست دستور پزشک روی پمپ یا دستور نادرست یا نامناسب پزشک است. اینگونه خطاها را می‌توان از طریق ایجاد پروتکل‌های واضح برای تزریق یا استفاده از دستگاه‌های محاسبه‌گر دز دارو کاهش داد. این مراحل روندی که منجر به بروز خطا می‌شود را نسبت به حالت دستی، ساده‌تر کرده یا از بین می‌برد؛ اما با این وجود حتی زمانی که این اقدامات نیز رعایت می‌شوند، خطاهای تزریق هنوز می‌توانند رخ دهند. (مانند زمانی که یک نقطه اعشار حذف می‌شود یا واحد تزریق دز نادرست باشد).

جریانی که در اثر جاذبه زمین به سمت بیمار حرکت می‌کند و یا حالت جریان آزاد (*Free-Flow*) موقعیتی که در آن جریان سیال بدون کنترل پمپ، به سمت بیمار حرکت می‌کند، خطر بزرگی در اینفیوژن تراپی محسوب می‌شوند. اما تزریق بیش از حد از طریق جریان جاذبه به ندرت گزارش شده است. در حال حاضر طبق نظر مؤسسات معتبر اروپایی و آمریکایی، استفاده از پمپ‌های فاقد سیستم حفاظت از عبور جریان آزاد، غیر قابل قبول است اما به هر حال این عبور جریان جاذبه ممکن است در اثر سهل انگاری کاربر هنوز به وقوع بپیوندد.

۷-۱۴-۳- اصول نگهداری و نکات ایمنی

- از بکارگیری دستگاه در محل‌های مرطوب و یا زمین خیس به منظور جلوگیری از اتصال کوتاه خودداری کنید.
- از بکارگیری پمپ در محل نگهداری مواد شیمیایی یا مکان‌هایی که گازهای بیهوشی قابل انفجار وجود دارد، خودداری کنید.
- برای بلند کردن پمپ از بارل سرنگ یا پلانجر آن استفاده نکنید.

- از پرکردن سرنگ های ۵۰ میلی لیتری بیش از ظرفیت آنها خودداری کنید چرا که ممکن است سرنگ در محل خود به طور کامل قرار نگیرد.
- همواره از پریزهای دارای اتصال زمین(ارت) جهت اتصال دستگاه به برق استفاده کنید.
- هیچگاه از سیم های رابط و سه راهی جهت اتصال دستگاه به برق استفاده ننمائید.
- در صورت وارد شدن ضربه به پمپ و یا سقوط آن، از بکارگیری مجدد دستگاه قبل از تایید پرسنل سرویس خودداری کنید.
- مطمئن شوید که دو شاخه برق دستگاه بعد از شستشو و قبل از استفاده مجدد کاملا خشک باشد. (برای اینکار از خشک کننده ها نظیر پمپ باد یا سشوار استفاده نکنید).
- از فشار آوردن بر روی لامپ های آلام و لامپ های نشانگر عملکرد دستگاه در هنگام شستشو خودداری کنید.

۷-۱۴-۴- روش های تمیز / ضد عفونی / استریل کردن دستگاه

- همواره قبل از تمیز کردن دستگاه، دستگاه را خاموش و سیم آن را از برق بکشید.
- چنانچه در هنگام کار با دستگاه قطراتی از مایع تزریقی یا دیگر مواد بر روی دستگاه پاشیده شده است، بلافاصله لکه ها را با یک پارچه مرطوب تمیز کنید.
- دستگاه را با یک پرپود مشخص با یک دستمال مرطوب تمیز کنید برای انجام این کار نکات زیر را رعایت کنید :
 ✓ از غوطه ور کردن پمپ در آب خودداری کنید.
 ✓ از پاک کننده های مانند تیتر و الکل در تمیز کردن سطح دستگاه استفاده نکنید.

۷-۱۵- پمپ سرنگ

دستگاه کوچکی است که حدود ۲ کیلوگرم وزن دارد و قابل نصب روی پایه مخصوص می باشد. این دستگاه برای تزریق مایعات به بدن (همانند داروها، غذای مایع، گلوکز، محلول نمک و ... از مقادیر بسیار کم ۱ ml/hr تا ۴۵۰ ml/hr استفاده می گردد. دستگاه به یک رایانه هوشمند مجهز است که با کاهش یا افزایش فشار، می تواند یک جریان پیوسته را به دقت برقرار کند. تغییر فاصله بیمار تا پمپ و یا کاهش ارتفاع ستون مایع، تغییری در جریان فشار ایجاد نمی کند و پمپ می تواند یک جریان پیوسته را به دقت برقرار کند.

۷-۱۵-۱- اصول عملکرد

سرنگ پلاستیکی حاوی مایع در قسمت نگهدارنده قرار داده می شود، یک تیوب به همراه ست نگهدارنده (*Giving Set*) توسط یک سوزن یا کانولا (*Cannula*) به رگ بیمار یا بصورت مستقیم به معده او متصل می گردد. هنگامیکه نرخ جریان مایع مشخص شد پمپ، پلانگر (*Plunger*) سرنگ را تحت فشار قرار داده تا مایع، جریان پیدا کند. سرعت تزریق (حرکت پلانگر) وابسته به قطر سرنگ و نرخ جریان تنظیم شده برای پمپ است. زمانی که پمپ در حال کار است، نرخ جریان، حجم و فشار مایع بطور دائم اندازه گیری شده و هرگاه خطایی در این پارامترها یا پارامترهای دیگر رخ دهد، آلام دستگاه اپراتور را آگاه خواهد نمود.

حرکت مواد در پمپ سرنگ توسط *Step-motor* کنترل می شود. اولین قدم کنترل سرعت و حرکت و قبل از آن تشخیص نوع سرنگ و میزان حجم آن است، که این کار توسط مکانیزم اپتوکوپلر صورت می گیرد. این مکانیزم یک فرستنده مادون

قرمز و یک گیرنده مادون قرمز دارد که ابتدا توسط یک دیود که با ولتاژ مشخصی مادون قرمز ساطع می نماید تولید می شود. این فرستنده و گیرنده بر روی یک *Package* قرار می گیرد که به آن *Opto Coptler* می گوئیم. هر لحظه با توجه به اندازه سرنگ که حرکت می کند مقابل *OptoCoptler* قرار گرفته و جلوی انتشار مادون قرمز را می گیرد. هر پایه *OptoCoptler* معرف ارتفاع مشخصی می باشد. از طریق گیرنده که مادون قرمز دریافت نمی کند ارتفاع سرنگ محاسبه شده و نوع سرنگ تشخیص داده می شود. در داخل این *Package* میکروکنترلی قرار دارد که اعمال *Optocoptler* را کنترل می کند. مرحله بعدی تعیین سرعت می باشد که بر اساس سرعت انتخاب شده روی صفحه میکروکنترلر آن را به m/s تبدیل می کند و ولتاژ مورد نظر برای حرکت را تولید می کند. مرحله ی بعدی ایجاد فیدبک مناسب برای دستگاه می باشد. باید یک فیدبک از سرعت حرکت دستگاه داشته باشیم زیرا به هر دلیلی ممکن است مشکلی در دستگاه به وجود بیاید که تزریق دارو را متوقف کند، یا شاید موتور دچار مشکل شده است. این موارد باید توسط فیدبک تشخیص داده شده و در موارد لزوم آلارم داده شود. این آلارم نیز توسط *Optocoptler* داده می شود. *Alarm OCCL* به معنی این است که در مسیر حرکت مایع گرفتگی وجود دارد. این دستگاه و این مکانیزم به دلیل حساس بودن *Optocoptler* ها آسیب پذیر می باشند. در مدل های جدید این دستگاه از پتانسیومتر برای تعیین نوع سرنگ استفاده می کنند که خطای کمتری دارد. مورد دیگر در این دستگاه منبع تغذیه آن است. معمولاً منابع تغذیه به صورت *Switching* استفاده می شود. در این منبع تغذیه از برش موج استفاده می شود. روی برد صنعتی پمپ سرنگ، قطعاتی که معمولاً آسیب می بینند، قطعات قدرت هستند. زمانی که سرنگ به انتها می رسد و داروی موجود در آن تقریباً به اتمام می رسد *AlarmNear Empty* فعال می شود و یا *Alarm End* در صورت اتمام کامل دارو فعال می شود.

تزریق زیاد یا حتی کم یک داروی خاص ممکن است برای هر بیمار بسیار خطرناک باشد، سرنگ های پلاستیکی تولید شده توسط تولیدکننده های مختلف کاملاً با هم یکسان نیست، به همین دلیل پمپ ها برای کار با نوع (*Brand*) خاصی از سرنگ ها مشخص می شود. انواع سرنگ های قابل استفاده به صورت برجسته بر روی دستگاه مشخص می گردد، در این صورت خطاهای قابل توجه در تغییرات نرخ جریان و حجم مایع زمانی که از سرنگ های غیرمجاز استفاده شود، مشخص می گردد. نتیجه استفاده از پمپ های تزریق سرنگ، کنترل فشار مایع تزریقی و ممانعت از آسیب رسیدن به رگ بیمار حین افزایش احتمالی بیش از حد فشار تزریق است. فشار بالا، با آلارم بستن و انسداد (*Occlusion*) تیوب تزریق، همراه خواهد بود.

یکی دیگر از آلارم های مهم دستگاه *Alarm battery* می باشد. در این دستگاه ها بعد از قطع برق می باشد آلارم ها از نظر نوعی به چند دسته تقسیم می شوند:

- ۱- آلارمی که پرستار قادر به رفع آن است.
- ۲- آلارمی که مهندس پزشکی باید آن را بررسی کند.
- ۳- آلارمی که شرکت سازنده باید برای رفع آن اقدام نماید.

۷-۱۵-۲- گزارش مشکلات

رسیدن بیش از اندازه یا کمتر از حد لازم دارو به بیمار، از نگرانی های استفاده از این پمپ ها است. در بعضی از مدل ها امکان تنظیم مقدار دارو و سپس قفل آن مقدار وجود دارد که تا حدی از این مشکل می کاهد. در مواردی که این قابلیت بر روی سیستم وجود ندارد، مراقبت متناوب لازم است. سرکشی مداوم جهت اطمینان از مناسب بودن فشار سیستم نیز توصیه شده است. افزایش فشار مایع، آسیب های فراوانی ایجاد می کند.

۷-۱۵-۳- نگهداری دستگاه

از قراردادن پمپ در مکان های زیر خودداری کنید:

- ✓ در مقابل نور مستقیم خورشید یا در معرض تابش چراغ UV
 - ✓ در محل هایی که نوسان فشار هوا وجود دارد.
 - ✓ در محل هایی که گازهای مخرب یا گرد و غبار وجود دارد.
 - ✓ در محل هایی که لرزش وجود دارد و یا سطح به صورت ناهموار است.
 - ✓ در نزدیکی بخاری یا وسایل گرم کننده دیگر.
 - ✓ در معرض افشانه های آب.
 - ✓ در نزدیکی رادیو و تلویزیون یا وسایل الکترونیکی با فرکانس بالا مثل تلفن همراه یا دستگاه های الکتروکوتر جراحی.
 - ✓ به دکمه های روی دستگاه فشار بیش از حد وارد ننمائید.
- این دستگاه مجهز به باتری است، به منظور جلوگیری از خراب شدن باتری لازم است هفته ای یک بار پس از آنکه با وصل کردن دستگاه به برق AC باتری را شارژ کردید، دستگاه را از برق کشیده و فقط از باتری برای کار با دستگاه استفاده کنید. این عمل را چنانچه می خواهید از دستگاه برای یک مدت زمان طولانی استفاده نکنید هر سه ماه یکبار انجام دهید. در صورتی که مدت زمان کارکرد دستگاه (زمانی که فقط از باتری استفاده می کنید) کمتر از مدت تعیین شده بوده و یا تعداد لامپ های شاخص قدرت باتری کامل روشن نشود، باید بازرسی های لازم در مورد انرژی باتری به کار گرفته شود.
 - همواره از این دستگاه در محل هایی با درجه حرارت های بین ۱۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد و رطوبت ۳۰ تا ۸۵٪ استفاده کنید.

۷-۱۶- پالس اکسی متر

پالس اکسیمتر (Pulse Oximeter) یا اکسیژن سنج خون وسیله ای است که با کمک آن می توان میزان درصد اشباع اکسیژن خون سرخرگی انسان را اندازه گیری کرد. روشی غیرتهاجمی است که میزان مولکول های هموگلوبینی را که با اکسیژن آمیخته شده اند، اندازه گیری و به درصد بیان می کند. پالس اکسی متر باید در تمام شرایطی که وضعیت اکسیژن بیمار نگران کننده است یا حتی به میزان کم مشکوک به هیپوکسی هستیم به کار گرفته شود. (هیپوکسی توزیع ناکافی اکسیژن به سلول ها است) این مقدار به صورت SPO_2 یا SAO_2 نمایش داده می شود.

استفاده اقتصادی از دستگاه های پالس از اوایل دهه ۱۹۸۰ شروع شده است. از سال ۱۹۸۶ استفاده از این دستگاه ها در صورت بیهوشی در ایالات متحده به صورت الزام می باشد و در ده سال گذشته در اغلب بخش های بیمارستانی در موارد زیر از این دستگاه استفاده می شود :

- زمانی که در بیهوشی عمومی میزانی از اکسیژن بصورت ناخودآگاه و غیر ارادی از دست می رود.
 - هنگامی که در حین عمل جراحی مسیرهای تنفسی مسدود می شود.
 - هنگامی که روند تأمین اکسیژن پس از عمل جراحی و در حین انتقال به اتاق ریکاوری مختل می شود.
 - هنگامیکه بیماری مانند (بیهوشی در ستون فقرات) پروسه تنفسی و مسیرهای آنرا مردود می کند.
- استمرار کمبود اکسیژن می تواند موجب آسیب های جبران ناپذیری در مغز و ارگان های دیگر شود که نهایتاً منجر به مرگ می شود. پالس اکسیمتر می تواند کاهش سطح اشباع اکسیژن را قبل از وقوع یک آسیب خطرناک ردیابی کند و این ردیابی قبل از

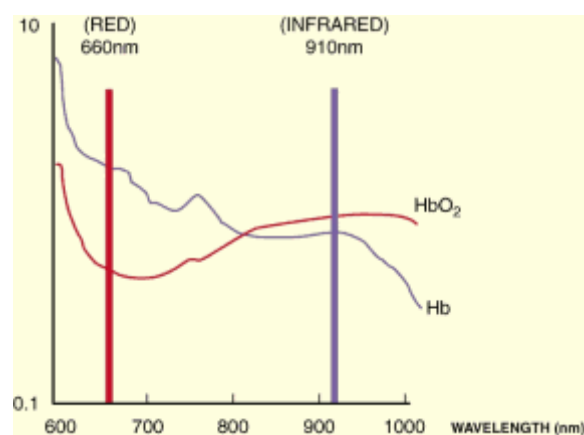
نمایان شدن هر گونه علائم فیزیکی می‌باشد. پالس اکسیمتر به عنوان یک استاندارد درمانی برای مانیتور کردن میزان اکسیژن شریانی در اتاق عمل و برای جراحی‌های نیازمند بیهوشی و همچنین بخش‌های مراقبت‌های ویژه و اتاق ریکاوری تعریف و تلقی می‌شود. از این وسیله در واحدهای سوختگی، آزمایشگاه‌های کاتراسیون قلبی و آمبولانس‌ها نیز بصورت مداوم استفاده می‌شود.

همچنین استفاده از این وسیله در مراکز غیر درمانی و برای تست‌های سرپایی بسیار رایج است. سایر کاربردهای این وسیله در بیهوشی‌های جراحی دندان، مطالعات روی مباحث خواب، ورزش و تمرینات بدنی و مانند مانیتور کردن بیماران خاص مانند نوزادان در معرض خطر مرگ و یا بیماران نیازمند درمان تنفسی (کمک تنفسی) می‌باشد. نکته قابل توجه در مورد پالس اکسیمترها در این است که باتری تغذیه آن بصورت ویژه‌ای از لحاظ ساختار شکلی، حجم و اندازه مناسب و راحت می‌باشد؛ زیرا از این وسیله بصورت پرتابل در حین انتقال بیمار استفاده می‌شود.

۷-۱۶-۱- اصول عملکرد

پالس اکسی متر ، بر اساس دو اصل فیزیکی بنا شده است:

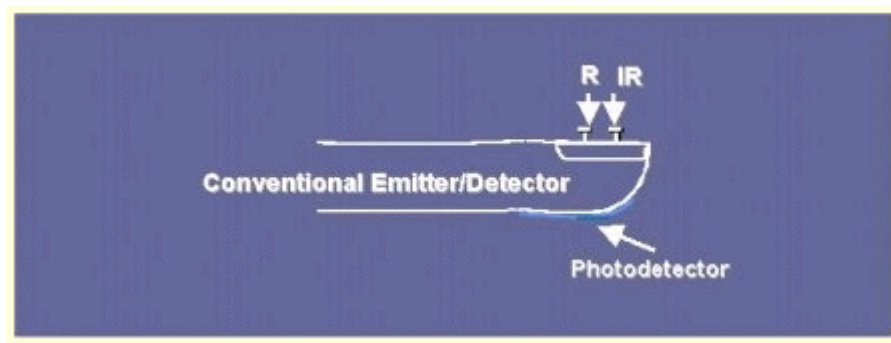
الف) وجود یک سیگنال ضربه ای توسط خون شریانی که دارای استقلال نسبت به سرخرگ ها ، سیاه رگ ها و مویرگ های غیر ضربه ای و دیگر بافت ها است.



ب) این حقیقت که که اکسی هموگلوبین و هموگلوبین دارای طیف جذبی متفاوتی هستند. پالس اکسی متر هایی که اکنون استفاده می شوند دارای دو LED می باشند؛ یکی نور قرمز با طول موج (660nm) و دیگری نور فرورسرخ به طول موج (940nm) ایجاد می کند. این دو نور به این دلیل استفاده می شود که Hb و O₂Hb دارای طیف جذبی متفاوتی در این طول موج ای به خصوص هستند. در ناحیه قرمز ، O₂Hb نور کمتری نسبت به Hb جذب می کند و در ناحیه فرورسرخ برعکس این قضیه رخ می دهد. سپس نسبت این مقادیر جذبی نسبت به اندازه گیری مستقیم مقدار اکسیژن اشباع شده در خون کالیبره می شود و سپس الگوریتم بدست آمده در میکرو پروسوسوری دررون دستگاه پالس اکسی متر قرار داده می شود. در زمانی که از دستگاه استفاده می شود، نمودار کالیبره شده برای تخمین میزان اکسیژن اشباع شده در خون استفاده می شود.

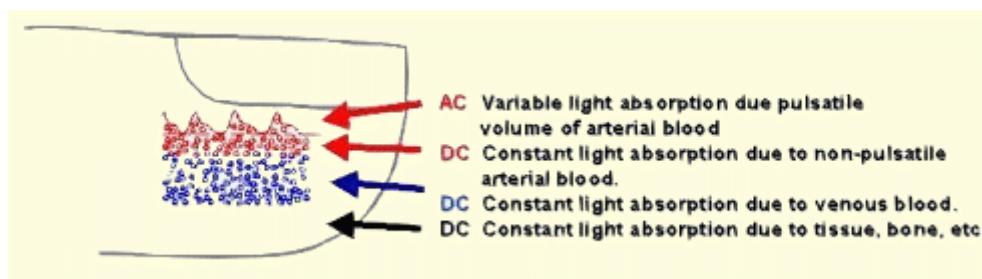
پروپ بر روی انگشت گذاشته می شود. LED ها از بالای پروپ نور خود را می فرستند. در طرف دیگر LED ها، حسگرهای نوری قرار دارند. دیودها تقریباً ۳۰ بار در ثانیه چشمک می زنند. دیود ها با یک ترتیب خاصی روشن و خاموش می شوند و

مدتی هر دو با هم خاموش هستند. در این مدت نور اطراف سنجیده می شود تا مقدار نور LED تنظیم شود. میکرو پروسسور تغییرات نور را در هنگام جریان ضربه ای تحلیل می کند و سیگنال جریان های غیر ضربه ای را نادیده می گیرد.



همانطور که گفته شد، مقدار اشباع اکسیژن از جذب نور تکفاز (منوکروماتیک) توسط بافت ضربه ای سنجیده می شود. این پدیده بر اساس قانون بییر-لمبرت توجیه می شود. قانون بییر می گوید: مقدار شدت نور ارسال شده با تغییر غلظت ماده ای که از درون آن فرستاده شده، به صورت نمایی تغییر می کند: $A = \ln(I_0/I)$ که در آن A مقدار جذب، I مقدار شدت نور عبوری و I_0 شدت نور اولیه است. قانون لمبرت می گوید: شدت نور ارسالی از درون ماده ای، با افزایش فاصله ای که نور از آن ماده عبور می کند به صورت نمایی کاهش می یابد.

نوری که توسط یک بافت غیرضربه ای جذب می شود ثابت (DC) می باشد. جذب غیر یکنواخت (AC) در نتیجه ی ضربه های جریان خون ضربه ای است. حسگر نوری ولتاژی را متناسب با نور عبور کرده تولید می کند. قسمت متناوب موج ولتاژ دریافتی تقریباً ۱-۵٪ آن را تشکیل می دهد. فرکانس بالای نور ارسالی دیودها باعث می شوند که مقدار جذب به تعداد دفعات مکرر محاسبه شوند. این خود باعث شده که اثرات ناشی از حرکت کاهش پیدا کنند.



مکان هایی که برای پالس اکسی متری در بزرگسالان بیشتر استفاده می شوند انگشت دست، انگشت پا و بالا یا پایین گوش و در نوزادان، کف پا یا کف دست. یا انگشت شست پا یا دست است.

البته دو روش برای پالس اکسی متری وجود دارد. یکی روش عبوری و دیگری روش بازتاب است. روش بالا روش عبوری بوده یعنی مقدار نوری که در هنگام عبور جذب می شود در طرف دوم بررسی می شود. در صورتی که در روش بازتاب، حسگر نوری در همان طرف LED ها قرار دارد و نور بازتاب شده را بررسی می کند.

۷-۱۶-۲- فیزیولوژی انتقال اکسیژن

واحد تنفسی در ریه ها شامل برونشیول ریوی، مجاری الوئولی، دهلیز ها و الوئول ها می باشد که در داخل دو ریه تقریبا به تعداد ۳۰۰ میلیون وجود دارد و هر الوئول ۰.۲ میلیمتر قطر دارد. دیواره های الوئولی بسیار نازک هستند و رگ ها از کنار این الوئول ها به صورت صفحه ای نازک عبور می کنند. هوا برای عبور باید از چند دیواره عبور کند :

- لایه ی سورفکتانت (ماده ای که کشش سطحی دیواره ی الوئولی را تنظیم می کند
- اپی تلیوم الوئولی
- غشای اپیتلیوم قاعده ای
- فضای بسیار کم بین غشای مویرگ ها و اپی تلیوم الوئولی
- غشای مویرگی که در بسیاری از جا ها با غشای قاعده ای آلوئولی پیوند خورده است
- اندوتلیوم مویرگی

این غشای تنفسی در حدود ۰.۲ میکرومتر است ولی در بعضی مواقع مقدار آن از ۰.۶ میکرومتر تجاوز می کند. ظرفیت انتشار غشای تنفسی مقدار حجمی است که در یک دقیقه و با وجود 1 mmhg اختلاف نسبی قادر است از غشای تنفسی عبور کند. این مقدار برای اکسیژن در حدود ۲۱ و برای دی اکسید کربن ۲۰ برابر مقدار اکسیژن است.

وقتی اکسیژن از آلوئول ها به داخل خون انتشار پیدا می کنند، به بافت های اطراف مویرگ ها از طریق هموگلوبین منتقل می شود. وجود هموگلوبین باعث شده که ۳۰ تا ۱۰۰ برابر مقدار اکسیژن انتقال داده شده به بافت ها نسبت به حالتی که در داخل مایع حل شده، بیشتر شود. در بافت ها پس از سوخت و ساز دی اکسید کربن آزاد شده و از طریق مواد دیگر داخل خون انتقال پیدا می کند؛ مقدار دی اکسید کربن انتقال داده شده نیز در این حالت ۱۵ تا ۲۰ برابر بیشتر از مقدار آن در زمانی است که تنهائی در خون حل می شود. دلیل انتشار اکسیژن و یا هر گاز از غشاء، اختلاف فشار بین گاز در دو طرف این غشاء است. به عنوان مثال، در ریه ها، زمان تبادل بین آلوئول و خون، فشار نسبی اکسیژن در طرف آلوئول ها (104 mmhg) بیشتر از فشار نسبی اکسیژن در طرف خون (40 mmhg) است. به همین دلیل اکسیژن از آلوئول ها به خون منتشر می شود.

وقتی خون به مویرگ های اطراف بافت ها می رسد، مقدار فشار نسبی اکسیژن 95 mmhg است. دلیل کاهش آن از ۱۰۴ به ۹۵ این است که در هنگام خروج از ریه ها، ۹۸ درصد آن دارای فشار نسبی ۱۰۴ است. ۲ درصد باقی مانده خون سیاهرگی است که از ریه می آید. مقدار فشار آن 40 mmhg است و وقتی که با خون دارای اکسیژن ریه مخلوط می شود، مقدار فشار نسبی آن را کاهش می دهد. اکسیژن همواره توسط سلول های بافت ها در حال استفاده است. در نتیجه، همواره فشار نسبی اکسیژن در فضای بین سلولی کمتر از فشار داخل مویرگ ها است. همچنین به دلیل وجود فاصله بین سلول ها و مویرگ ها، فشار بین سلولی بین ۵ تا ۴۰ میلی متر جیوه تغییر می کند. و به طور متوسط 23 mmhg است. مقدار فشار مورد نیاز برای فعالیت های سلولی ۳ تا ۱ میلی متر جیوه است. پس با وجود فشار کم 23 mmhg ، فشار بیشتر از کفایت وجود دارد و این خود فاکتور ایمنی است.

۷-۱۶-۳- تاثیر هموگلوبین در انتقال خون

تقریبا ۹۷ درصد از مقدار اکسیژنی که به بافت ها می رسد، از طریق ترکیب شیمیایی آن با هموگلوبین است. باقی ۳ درصد آن از طریق حل شدن آن در آب پلاسما انتقال پیدا می کند.

اکسیژن به هموگلوبین به صورت سست متصل می شود و قابلیت بازگشت دارد؛ یعنی واکنش آن تعادلی بوده و بازگشت پذیر. زمانی که PO_2 بالا است، مثلا در مویرگ های ریوی، اکسیژن به هموگلوبین وصل شده و وقتی فشار کم است، مثلا در مویرگ های اطراف بافت، اکسیژن از هموگلوبین آزاد می شود. شکل مقابل، تغییر درصد اشباع شدن هموگلوبین را با تغییر فشار نشان می دهد. فشار خون هنگامی که از قلب خارج می شود $mmhg$ ۹۵ است. پس طبق نمودار درصد اشباع هموگلوبین ۹۷٪ است. فشار خون در داخل ورید ها هم $mmhg$ ۴۰ است و طبق نمودار هموگلوبین به میزان ۷۵٪ اشباع می شود.

خون یک فرد عادی تقریبا ۱۵ گرم هموگلوبین در ۱۰۰ میلی لیتر خون دارد و هر گرم هموگلوبین می تواند با حد اکثر ۱.۳۴ میلیمتر اکسیژن ترکیب شود. (اگر هموگلوبین کاملا خالص باشد، این مقدار ۱.۳۹ است ولی بعضی ناخالصی ها مانند متاموگلوبین این مقدار را کاهش می دهد). در نتیجه ۲۰.۱ میلی لیتر اکسیژن در ۱۰۰ میلی لیتر است و وقتی که به این مقدار می رسد می گوئیم ۱۰۰ درصد اشباع شده است. بعضی عوامل بر روی درصد اشباع هموگلوبین تاثیر می گذارند. از جمله:

- تغییر در غلظت دی اکسید کربن در خون
- تغییر در دمای خون
- تغییر در مقدار BPG
- تغییر PH خون

۷-۱۶-۴- روش استفاده

- محل قرار گیری سنسور روی بدن بیمار را تمیز کنید و مطمئن شوید که در محل اثری از آرایش و لاک نباشد.
- نبض را در آن محل کنترل کنید تا از گردش خون در آن نقطه مطمئن شوید.
- اگر انگشت بیمار برای پروب بزرگ است، از انگشت کوچکتر استفاده کنید. پروب کودکان را می توان برای یک بزرگسال با جثه کوچک استفاده کرد.
- در صورتی که بیمار به چسب حساسیت دارد، از گیره های انگشت بدون چسب یا گیره های انعکاسی استفاده کنید.
- پروب را به پوست محکم کنید. اطمینان پیدا کنید پخش کننده ی نور و دریافت کننده ی نور، روی هم قرار گرفته اند.
- پروب را به اکسیمتر وصل کنید و عملکرد دستگاه را کنترل کنید.
- تنظیم آلارم روی دستگاه را برای محدوده بالا و پایین نبض تنظیم کنید.

۷-۱۶-۵- فواید و مضرات

مزیت استفاده از این دستگاه نسبت به روش های دیگر تعیین درصد اکسیژن خون به این ترتیب است که سریع تر و راحت تر نسبت به روش های دیگر از قبیل نمونه گیری خونی و... می توان کمبود یا ازدیاد اکسیژن (هیپواکسی یا هایپرآکسی) در خون را مشخص کرد و نتیجه اکسیژن درمانی را مشاهده نمود.

- اگر بیمار در حال حرکت باشد (مثلا در آمبولانس) و یا دچار لرزش باشد اطلاعات حاصله غلط می باشد، یک نور درخشان، نظیر لامپ اتاق عمل، ممکن است سبب تداخل نوری گردد و به خوانش اشتباه منجر شود.
- پرتوهای الکترومغناطیسی نظیر آنچه که در MRI ساطع می شود نیز ممکن است با پالس اکسی متری تداخل نماید. بنابراین در بخش MRI، صرفا باید از پالس اکسی مترهای سازگار با MRI استفاده کرد.

- در صورتی که دیود ساطع کننده نور بیش از حد گرم شود، ممکن است سوختگی یا تاول در محل قرارگیری پروب روی دهد.
- در صورتی که پروب خیلی محکم روی بدن بیمار قرار گیرد، ممکن است نکروز فشاری ایجاد شود.

۷-۱۶-۶- نکات کاربردی

- ۱- قرار دادن پروب پالس اکسی متر روی قسمت فوقانی بازوی راست نوزاد ارجح است.
- ۲- مقدار طبیعی SPO_2 برای فرد بالغ ۹۵-۹۹٪ و برای نوزادان ۹۵-۹۸٪ است.
- ۳- عواملی که می‌تواند موجب اختلال در ثبت نتیجه شوند : لاک ناخن، اختلالات قلبی عروقی، دمای غیرعادی بافت ، مستقیم تابیدن نور خورشید به پروب، محکم قرار دادن پروب بر روی عضو، شوک مربوط به از دست دادن خون یا خون رسانی ضعیف، هیپوترمی یا آسیب اندام بر اثر سرما، مسمومیت با مونو اکسید کربن، آنمی
- ۴- SPO_2 زیر ۹۵٪ بیانگر هیپوکسی می باشد.
- ۵- در مسمومیت با CO ممکن است بیمار کاملاً هیپوکسیک باشد در حالی که دستگاه SPO_2 را ۱۰۰٪ نشان می دهد.

۷-۱۶-۷- گزارش مشکلات

یکی از مهمترین محدودیت‌ها در استفاده از پالس اکسیمتر مشکلات تداخل سایر امواج و محیط‌های پیرامون آن است. برای مثال تجهیزات جراحی الکتریکی **ESU**، جریان‌هایی با فرکانس بالا ایجاد می‌کند که می‌تواند بر روی پروب پالس اکسیمتر و عملکرد آن خدشه ایجاد کند. اگرچه اکثر دستگاه‌های پالس اکسیمتر دارای مدارات ایزوله کننده و یا متدهایی جهت حداقل کردن تاثیرات مخرب در عملکردشان، هنگام استفاده از **ESU** ها می‌باشند، اما پزشکان باید به این نکته آگاهی داشته باشند که در برخی مدل‌ها هنگام مواجهه با چنین تداخل‌هایی فرآیند مانیتور کردن SPO_2 ، برای مدت کوتاهی متوقف می‌شود. اگر چنین تداخلی تا نقطه معینی ادامه دار باشد یک آلارم و هشدار بصورت معمول زده خواهد شد. نورهای مرئی روشن مانند **surgical lighting**، و همچنین منابع مادون قرمز مانند تشعشعات گرم کننده (**Warmer**) می‌توانند روی سنسورهای پالس اکسیمتر تداخل ایجاد کند. از آنجا که سنسورهای پالس اکسیمتر برای محاسبه سیگنال‌های ضعیف نوری که از پوست و بافت ساطع می‌شوند طراحی شده‌اند، تولید کنندگان اغلب توصیه می‌کنند که سنسور در پوششی از ماده‌ای غیر شفاف و مات قرار بگیرد و اگرچه این ترفند تا حد قابل توجهی از این تداخل جلوگیری می‌کند اما پزشکان باید از بالقوه بودن چنین تداخلی آگاهی داشته باشند. پالس اکسیمترهایی که سنسورهای قابل تعویض در آنها بکار رفته است نسبت به آنهایی که دارای سنسورهای غیرقابل تعویض هستند کمتر در ظن و خطر تداخل نوری قرار می‌گیرند. پالس اکسیمترهایی که دارای سنسورهای غیرقابل تعویض هستند بیشتر طراحی مقاوم و غیر قابل نفوذ نسبت به نور دارند. یکی از مشکلات گزارش شده بخصوص در بخش سوختگی در مورد پالس اکسیمترهای دارای سنسورهای قابل تعویض عدم سازگاری سنسورهای جدید با پالس اکسیمتر بوده، به همین علت تنها راه مطمئن برای حل این مشکل استفاده از سنسورهای تعبیه شده و خاص توسط تولید کننده می‌باشد.

همچنین یکی دیگر از مشکلات گزارش شده امکان وجود تداخل بین سیستم **MRI** و پالس اکسیمتر می‌باشد که این تداخل منجر به سوختگی‌های ناشی از القای جریان برروری پروب پالس اکسیمتر در حین تصویر برداری توسط امواج **RF** دستگاه **MRI** می‌شود. همچنین میدان مغناطیسی **MRI** می‌تواند بر روی عملکرد و مدارات پالس اکسیمتر تأثیر گذار باشد و این در

حالی است که قطعات الکترونیکی پالس اکسیمتر هم می‌تواند موجب ایجاد آرتیفکت در تصاویر MRI شود، بهمین خاطر سازگاری با سیستم MRI یکی از مواردیست که باید توسط سازندگان پالس اکسیمتر مشخص شود بویژه اگر قصد استفاده از آن در مراکز تصویر برداری MRI می‌باشد.

اغلب پالس اکسیمترها توانایی ردیابی منواکسید کربن را ندارند زیرا نمی‌توانند کربکسی هموگلوبین SpCO را از HbO₂ را تشخیص دهند. میزان اندازه‌گیری شده معمولاً شامل جمع میزان اشباع اکسیژن و کربکسی هموگلوبین است. بنابراین بهتراست در مواردی که نیاز به دانستن میزان گاز سمی منواکسید کربن در بیمار می‌باشد از تجهیزات مناسب آزمایشگاهی مانند COoximeter استفاده شود.

از دیگر مواردی که می‌تواند بر صحت نتایج پالس اکسیمتر تأثیر بگذارد، استفاده از مواد کنتراست زای درون وریدی مانند متیلن بلو و ایندوسیانین سبز یا (ICG) است. همچنین از دیگر مواردی که در محاسبه میزان اشباع خون توسط پالس اکسی متر می‌تواند اختلال ایجاد کند، ساییدن ناخن و همچنین لاک زدن و پوشش بر روی آن می‌باشد، بنابراین قبل از اتصال سنسور به انگشت بیمار باید به این موارد توجه کرد. همچنین مواردی چون کم خونی مفرط، و یا داشتن رنگدانه شدید در پوست موجب جلوگیری از جذب نور کافی توسط فوتودتکتورها می‌شود.

از موارد اختلال دیگر در عملکرد صحیح پالس اکسیمتر می‌توان به حرکت ناچجا در سنسور اشاره کرد، که البته برخی از اغتشاشات ناشی از حرکت توسط تکنیک‌های پردازش سیگنال قابل رفع خواهد بود. همچنین قابلیت نمایش شکل موج پلیتموگراف در برخی از پالس اکسیمترها می‌تواند به کاربر امکان بررسی کیفیت سیگنال دریافتی و همچنین آگاه شدن از هرگونه آرتیفکت حرکتی را بدهد که بطور کلی در صحت اندازه‌گیری تأثیر بسزایی دارد.

۷-۱۶-۸- اصول نگهداری

• تجهیزات مورد نیاز برای انجام آزمون‌های کمی و کیفی

✓ مولتی متر

✓ آنالایزر ایمنی الکتریکی

✓ شبیه ساز نرخ پالس و SpO₂

• دستورالعمل‌های آزمون‌های کیفی

✓ بدنه (اسکلت) دستگاه

قسمت بدنه دستگاه پالس اکسی متر را از نظر پاکیزگی و شرایط فیزیکی عمومی مورد بررسی قرار دهید.

✓ وضعیت نصب

اگر دستگاه روی یک میز کوچک نصب شده است ، نحوه قرارگیری آن را چک کنید. اگر به دیوار متصل است یا روی قسمت طاقچه مانندی قرار دارد، ایمن نصب شدن آن را چک کنید.

✓ دو شاخه/پریزها

دو شاخه برق دستگاه را جهت آسیب دیدگی چک کنید. قسمت دو شاخه را تکان دهید تا از سالم بودن آن اطمینان حاصل کنید و اگر صدایی که نشان دهنده شل بودن پیچ‌ها است شنیده شد، حتماً آن را بررسی کنید.

✓ سیم برق

سیم برق را برای هر گونه نشانه‌ای از آسیب دیدگی بازرسی کنید. اگر آسیب دیدگی وجود دارد ، تمام سیم را عوض کنید.

✓ نگهدارنده کششی سیم برق

هر دو قسمت پلاستیکی انتهای سیم برق را چک کنید و مطمئن شوید که سیم را به طرز ایمن و مناسبی نگهداشته اند.

✓ فیوزها و قطع کننده‌های مدار

اگر دستگاه دارای سوئیچ قطع کننده مدار است، چک کنید که سوئیچ آزادانه حرکت می‌کند. اگر که دستگاه توسط یک فیوز خارجی محافظت می‌شود، چک کنید که نوع و مشخصات الکتریکی آن از همان نوعی است که بر روی بدنه دستگاه مشخص شده است.

✓ کابل‌ها

شرایط عمومی همه کابل‌ها (مثلاً پروب) و نگهدارنده‌های کششی سیم را چک نمایید. مطمئن شوید که شکاف و بریدگی در قسمت عایق بندی کابل‌ها وجود نداشته باشد و آنها به طور کامل به متصل کننده‌های انتهایی اتصال دارند. چرا که این مسئله از پیچش و کشش کابل جلوگیری می‌کند. برای چک کردن اینکه نقصی در طول سیم وجود ندارد، کابل را تکان دهید، خم کنید و بکشید و یا با استفاده از اهم متر کارکرد درست کابل را چک کنید.

نکته: پالس اکسی مترهایی که با دستگاه *MRI* سازگاری دارند، دارای کابل‌های فیبر نوری هستند.

✓ اتصالات

تمام اتصالات کابل‌های الکتریکی را از نظر شرایط عمومی بررسی نمایید. بین‌های تماسی الکتریکی و سطوح می‌بایست تمیز، صاف و نو باشند. تحقیق کنید که الکترودها و لیدها به محکمی به متصل کننده‌های مناسب متصل شده‌اند. اگر از اتصالات کلید شده استفاده شده، چک کنید که این کلید شدن درست انجام شده باشد.

✓ پروب‌ها

اگر از پروب‌های یکبار مصرف استفاده می‌شود، مطمئن شوید که مقدار کافی از آنها وجود دارد. سالم بودن تمام پروب‌های قابل استفاده مجدد (همچنین دستورالعمل کابل‌ها را هم ببینید) را چک کنید. چک کنید که تمام پروب‌ها تمیز و بدون شکستگی یا آسیب باشد.

✓ کنترل‌ها/سوییچ‌ها

قبل از تغییر هر کدام از کنترل‌ها و سوییچ‌ها، شرایط آنها را چک کنید. اگر عملکرد هر کدام از آنها غیر معمول به نظر رسید (مثلاً حد آلام در انتهای محدوده آنها) و امکان استفاده نامناسب کلینیکی که منجر به نقض ابتدایی دستگاه می‌شود وجود دارد، آنها را حتماً مد نظر قرار دهید.

✓ وضعیت باتری/شارژر

در صورتی که امکان دسترسی آسان به اتصالات و باتری‌ها وجود دارد، شرایط فیزیکی آنها را بررسی کنید. عملکرد آلام‌های توان پایین را در دستگاه‌هایی که با باتری کار می‌کنند، بررسی نمایید. بازرسی را در حالی که دستگاه با باتری کار می‌کند، برای مدت چند دقیقه انجام دهید تا مطمئن شوید که باتری‌ها شارژ می‌شوند و می‌توانند شارژ را در خود نگه دارند. زمانی که لازم است که باطری را تعویض کنیم روی برجسیبی که روی آن چسبانده می‌شود، یادداشت نمایید.

✓ نمایشگرها/نشانگرها

عملکرد همه لامپ‌ها، نشانگرها، اندازه‌گیرها، عقربه‌ها و صفحه‌های نمایش را بررسی کرده و از صحت عملکرد همه قسمت‌های صفحه نمایش دیجیتالی مطمئن شوید. همچنین تحقیق کنید که می‌توان مازول پالس اکسی متر دستگاه را طوری تنظیم کرد که با هر پالس که ثبت می‌شود، صدای قابل شنیدن تولید کند. اگر که از شبیه ساز استفاده می‌کنید در صورت

امکان از مقادیر مختلف SpO_2 و نرخ پالس استفاده کنید. نرخ پالس نمایش داده شده باید مطابق ضربانی باشد که به طور دستی بررسی شده است (حد مجاز خطا در حدود ۱۰٪). در صورتی که شکل موج پلیتسموگراف نمایش داده شود، مطمئن شوید که سیگنال مطابق شکل موج های نمایش داده شده در دفترچه راهنمای دستگاه است و میزان نویز زیاد نیست.

✓ آلام ها

اگر دستگاه دارای وضعیت خاموش بودن آلامها است، راه اندازی مجدد آن را به صورت دستی یا اتوماتیک بر طبق دستورالعمل کارخانه چک نمایید. پروب های پالس اکسی متر را از انگشت یا لاله گوش قطع کنید، چک کنید که آلام قطع پروب رخ دهد.

✓ سیگنال های صوتی

جهت فعال کردن هر کدام از سیگنال های صوتی دستگاه را به کار بیندازید و میزان صدای مناسب و عملکرد کنترل صدا را کنترل نمایید. اگر آلام صوتی قطع شده بود یا صدای آن کم بود، پرسنل را در مورد اهمیت نگه داشتن صدای آلامها در سطح مناسب آگاه کنید.



۷-۱۷- دستگاه ساکشن Suction Set

دستگاه ساکشن یکی از وسایل ضروری اطاق عمل بوده که با آسپیراسیون ترشحات از داخل بینی و حلق باعث باز شدن راه های تنفسی می شود این دستگاه همچنین برای خارج کردن ترشحات حاصل شده در حین عمل جراحی از داخل شکم و یا درناژ آبسه بیماران کاربرد دارد.

۷-۱۷-۱- اصول عملکرد

دستگاه ساکشن می تواند به طور متحرک و یا ثابت به سقف یا دیوار اطاق عمل نصب شود. نوع اخیر دستگاه ساکشن عبارت از یک پمپ مرکزی خواهد بود که از طریق لوله هایی به اطاق های مختلف راه دارد. لازم است دستگاه ساکشن علاوه بر اطاق عمل در اطاق های بیهوشی، اطاق بهبودی بخش مراقبت ویژه و سایر بخش ها نیز وجود داشته باشد. لوله های لاستیکی دستگاه ساکشن اطاق عمل باید از جنس ضد جرقه باشند. بهتر است که در اطاق عمل دو دستگاه ساکشن یکی برای استفاده جراح و دیگری جهت استفاده توسط متخصص بی هوشی در نظر گرفته شود.

ترکیب جاری دو یا چند منبع ساکشن برای استفاده توسط دو تیم جراحی مناسب می باشد. از آنجایی که عمل های جراحی مختلف به قدرت مکندگی متفاوتی نیاز دارند، برای مثال در عمل جراحی مغز به قدرت مکندگی کمتری نیاز دارد، بنابراین در روی دستگاه های ساکشن دریچه ای تعبیه شده است که با باز و بسته کردن آن می توان میزان مکندگی این دستگاه ها را کم و زیاد نمود. مقدار فشار مورد نیاز برای مکش در ساکشن های مختلف بر حسب نوعشان متفاوت است اما به طور معمول برای ساکشن هایی با موتور الکتریکی حدود ۷۰۰- میلیمتر جیوه می باشد. جهت ایجاد فشار منفی مورد نیاز، ساکشن ها از سیستم های مختلفی بهره می برند. برخی از ساکشن ها از پمپ های روغنی استفاده می کنند. برخی دیگر

هم از سیلندرهایی استفاده می کنند که نیاز به روغن ندارند. برخی دیگر هم از اختلاف فشار ایجاد شده توسط اکسیژن متراکم در مخازن اکسیژن جهت ایجاد فشار منفی و مکش مناسب استفاده می کنند.

۷-۱۷-۲- اجزاء تشکیل دهنده

- موتورالکتریکی
- مولد فشار منفی
- مخزن جمع آوری مایعات
- فیلترهای تصفیه
- مانومتر

۷-۱۷-۳- موارد استفاده

۱. تمیز و خشک نگه داشتن زخم برای مشخص شدن محل خونریزی دهنده
۲. برداشتن سریع محلول های شستشو از محل زخم
۳. مکیدن بافت های نکروتیک و صدمه دیده مغزی یا تومورهای نرم مغزی
۴. خالی کردن حفرات آبسه ها
۵. تخلیه کردن مایع مغزی نخاعی از بطن یا فضای زیر سخت شامه
۶. گرفتن تومور در طول برداشتن آن
۷. کمپرس کردن رگ خونریزی دهنده
۸. انتقال جرقه الکتروکوتر به ناحیه خونریزی دهنده و کشیدن دوده های حاصل از کوتریزاسیون

۷-۱۷-۴- عوارض ساکشن

- به علت جذب اکسیژن توسط کاتتر در حین عمل ساکشن کردن هایپوکسمی رخ می دهد که با هایپرونتیله کردن بیمار قبل و بعد از پروسیجر عارضه به حداقل می رسد.
- به علت تحریک واگ ضمن ساکشن کردن، گاهی آریتمی برادی کاردی و ارست قلبی رخ می دهد. شایع ترین آریتمی حین ساکشن که ناشی از هایپوکسمی است تاکیکاردی و اکستراسیستول های بطنی است و حتما بایستی حین ساکشن، بیمار مانیتورینگ دقیق شود .
- در مواردی که فشار منفی ساکشن از ۱۲۰ میلی متر جیوه بیشتر باشد، دیواره راه هوایی تروماتیزه شده و خونریزی می کند که کنترل فشار منفی ساکشن اهمیت دارد.
- اولین منبع عفونت ریه و تراشه بیمار، خود دهان بیمار است که در اثر عدم رعایت نکات کنترل عفونت یا تکنیک آسپتیک رخ می دهد که به دلیل فشار زیاد ساکشن یا ساکشن اتلکتنازیس طولانی مدت و یا استفاده از کاتتر خیلی بزرگ رخ می دهد اغلب وضعیت آناتومی ریه به صورتی است که کاتتر وارد برونش راست می شود، به همین جهت توصیه می شود موقع ساکشن برونش راست سر و شانه ها به طرف چپ و موقع ساکشن برونش چپ سر و شانه ها به طرف راست چرخانده شود.

- نکته قابل توجه دیگر اینکه در مواردی که ترشحات رقیق و به آسانی خارج می شود نباید نرمال سالین داخل راه هوایی بیمار ریخت چون موجب تحریک مخاط و افزایش ترشحات می شود، فقط در مواردی که ترشحات غلیظ و چسبناک هستند، مجاز به ریختن ۱۰ تا ۱۵ سی سی نرمال سالین استریل در داخل لوله تراشه هستیم، چون ریختن حجم بیشتر موجب پوشاندن سطح آلوئول و کاهش تبادلات گازی می شود.

۷-۱۷-۵- سر ساکشن (Suction Tip)

سر ساکشن به لوله های استریلی که یک بار مصرف هستند وصل می کنند آنگاه دستگاه ساکشن را روشن کرده تا خون و مایعات ساکشن شوند. می توان بر اساس محل جراحی و سلیقه جراح از سر ساکشن های مختلفی استفاده نمود.

۷-۱۷-۶- اصول نگهداری

۱. لوله دستگاه باید در وضعیت مناسبی قرار داشته باشد، پیچ نخورده باشد، سوراخی نداشته باشد و مسیر داخلی آن کاملا تمیز و فاقد گرفتگی باشد.
۲. جنس لوله این دستگاه باید از نوع ضد جرقه (آنتی استاتیک) بوده و از موادی درست شده باشد که بر روی هم تا نشده و پس از مدتی کار کردن ایجاد گرفتگی ننماید.
۳. ظرف شیشه ای این دستگاه را باید در هنگامی که حجم ترشحات جمع شده در داخل آن به میزان علامت گذاری شده رسید خالی کرد.
۴. پس از خاتمه استفاده از دستگاه ساکشن لازم است که درب ظرف شیشه ای این دستگاه و لوله های متصل به آن را به طور کامل و با استفاده از محلول ضدعفونی کننده شستشو داد.
۵. بایستی قبل از شروع عمل جراحی دستگاه ساکشن را به برق وصل کرد و با کشیدن مقداری محلول به داخل آن از کار کردن صحیح این دستگاه اطمینان حاصل نمود.
۶. پدال دستگاه باید حین عمل به طرف پای جراح قرار گرفته باشد و پس از ضدعفونی شدن محل عمل جراحی و پوشیده شدن آن با حوله های استریل پرستار سیار باید سر دیگر لوله استریل مربوط به دستگاه مکنده را توسط پرستار اسکراب در بیرون از حوزه عمل قرار داده شده است به دستگاه مزبور وصل نماید.
۷. پس از پایان عمل جراحی پرستار باید ظرف شیشه ای دستگاه مکنده را تمیز کند. همچنین پرستار باید هنگام نظافت دستگاه حتما لوله های مکنده آن را با کشیدن مقداری آب و محلول ضدعفونی به داخل آن ها تمیز و ضد عفونی نماید که به این ترتیب دستگاه مکنده برای استفاده در طول عمل جراحی بعدی استفاده می گردد.
۸. در صورت نیاز لازم است که قبل از اقدام به تمیز کردن ظرف شیشه ای خون مکیده شده در آن را اندازه گیری و یادداشت کرد.
۹. قبل از اینکه مخزن ساکشن پر شود و مایعات به داخل موتور آن نفوذ کند ، حتما مخزن آن تخلیه شود.
۱۰. فیلترهای ساکشن حداقل هر ۶ ماه یک بار تمیز یا در صورت امکان تعویض شود.
۱۱. ساکشن های روغنی، هر ماه یک بار سطح روغن داخل موتور بررسی شده و در صورت کم شدن ، با استفاده از روغن مناسب جایگزین شود. برای این کار می توان از روغن های اتوماتیک مخصوص ماشین استفاده کرد.

۷-۱۸- انواع پنس ها و لوازم جراحی

- ✓ بابکوک : برای گرفتن احشای لوله ای شکل استفاده می شوند.
- ✓ پنس آلیس : برای گرفتن احشای نرم مانند چربی و زیر جلدی استفاده می شود.
- ✓ پنس کوخر : برای گرفتن احشای سفت مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ پنس های با دندان : برای گرفتن پوست مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ پنس کورد یا شستشو : برای پرپ کردن بیمار مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ تناکولوم : در جراحی زنان برای گرفتن جسم رحم مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ پنس هموستات : پنس رگ گیر است. برای گرفتن ورید ها و شریان ها استفاده می شود.
- ✓ کلمپ آلیس : برای کلمپ کردن روده بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ پرفوراتور دستی : برای سوراخ کردن جمجمه مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ بنت : برای با لا آوردن استخوان شکسته مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ دسته بیستوری : از شماره ۲ تا ۷ وجود دارد.
- ✓ تیغه های جراحی : از شماره ۱۰ تا ۲۲ وجود دارد.
- ✓ لان یا استخوان گیر : برای پلاگ گذاری مورد استفاده قرار می گیرد و در عمل های جراحی ارتوپدی کاربرد وسیعی دارد.
- ✓ پنس دیباکی : مورد استفاده در عمل های عروق برای کلمپ کردن عروق بزرگ کاربرد بیشتری دارد.
- ✓ کلمپ دنیس : برای کلمپ کردن روده ها مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ سر ساکشن فریزر: در جراحی های اعصاب، گوش - حلق و بینی مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ اکارتور گلپی : مورد استفاده در عمل های کمر
- ✓ اره ژیگی : برای بریدن استخوان مورد استفاده قرار می گیرد به خصوص بریدن استخوان جمجمه
- ✓ اکارتور کلی : در عمل های جراحی شکم مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ پنس کریسون : برای بریدن صفحات استخوان مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ لیسن : برای بریدن استخوان های پهن مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ رونژور : در عمل های ارتوپدی برای بریدن استخوان های متراکم مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ لومن : برای ثابت نگه داشتن پلاک در حین پلاک گذاری مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ کلمپ مایو رابسون : مورد استفاده در آناستوموز روده
- ✓ قیچی پاتس : مخصوص جراحی های عروق
- ✓ سر ساکشن دوشی : مورد استفاده در عمل های جراحی شکم به خصوص روده ها
- ✓ اکارتور دیور یا پاشنه کش : مورد استفاده در جراحی های شکم به خصوص در افراد چاق
- ✓ اکارتور ریشه : مورد استفاده در دیسک بین مهره ها - لامینکتومی
- ✓ استوتوم : برای بریدن سر استخوان مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ استیله : مورد استفاده در جراحی های فیستول آنورکتال

- ✓ **اکارتور واژینال** : در عمل های هستروواژینال - سر کلاژ مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ **بوژی** : در کورتاژ مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ **هسترومتر** : برای اندازه گیری فوندوس رحم به کار می رود.
- ✓ **کورت** : برای تراشیدن بافت استخوانی در ارتوپدی یا رحم در حین عمل کورتاژ مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ **تیغ ها و دسته بیستوری ها** : تیغه های بیستوری (*Blads*) در شکل های مختلف جهت مصارف گوناگون مورد استفاده قرار می گیرند. جنس آن ممکن است از استیل کربن باشد. تیغه ها در شماره های مختلف وجود دارند. انتخاب اندازه و نوع این چاقوها بستگی به درخواست جراح و سهولت استفاده از آن در محل عمل دارد.
- ✓ **اسکالپل** : معمولاً از برنج، بر حسب اندازه تیغه ها ساخته شده اند و دارای اندازه و اشکال کمی متفاوت هستند. از نمره ۱ تا ۷ بر روی آن ها حک شده که دسته ی نمره ۳ مناسب ترین دسته برای اکثر اعمال جراحی است. دسته بیستوری شماره ۷ به صورت نازک و بلند ساخته شده و برای استفاده در جراحی های عمیق مثل شکاف بر روی مجرای صفراوی مناسب است (این مجرا جهت عبور کاتتر از داخل آن و شستشو و تزریق ماده حاجب برای عکس برداری و نیز تشخیص وجود گرفتگی یا سنگ شکاف داده می شود). همچنین در جراحی عروق برای ایجاد برش روی رگ ها از چاقوهای ظریف استفاده می شود.