

حفظ عملکرد و پیشگیری از آسیب دستگاه‌های الکترونیک کاشتنی داخل قلبی در اعمال جراحی

دکتر ثریا شهرزاد*، دکتر سید عبدالحسین طباطبایی**، دکتر مصطفی صادقی***، دکتر محمد جبلی****

چکیده:

حفظ عملکرد و پیشگیری از آسیب دستگاه‌های الکترونیک کاشتنی داخل قلبی در اعمال جراحی، امری ضروری است. در حال حاضر به دلیل فقدان مطالعات کلینیکی تصادفی [Randomized clinical trials=(RCTs)] هنوز دستورالعمل استاندارد (Guideline) مشخصی در دنیا در این زمینه وجود ندارد و بیشتر توصیه‌ها بر اساس مطالعات مشاهده‌ای (Observational) و اجماع نظر مجربین (Experts Consensus) می‌باشد.

این دستگاه‌ها تکنولوژی پیشرفته و پیچیده‌ای دارند و استثنائات زیادی در مورد آنها وجود دارد که امکان طراحی قوانین یکسان برای مدیریت آنها را حین جراحی دشوار می‌سازد. همچنین با توجه به تنوع دستگاه‌هایی که در حال حاضر توسط کمپانی‌های مختلف تولید می‌شود طراحی یک الگوریتم مراقبتی واحد در زمان جراحی دشوار است.

هدف از این نوشته، فراهم نمودن رویکردی جامع در مدیریت دستگاه‌های این بیماران در زمان جراحی است که بر اساس مرور مقالات و تجربیات مراکز معتبر جهانی و با هدف بازنگری دوره‌ای تهیه شده، صرفاً بعنوان یک راهنما می‌باشد و در برخی موقعیت‌های بالینی هیچ قطعیتی برای استفاده از آن وجود ندارد و نهایتاً قضاوت نهایی پزشک بر اساس آن بیمار خاص باید پس از بررسی همه جوانب، لحاظ گردد. در این مقاله مشکلات بالقوه‌ای که می‌تواند در این بیماران در زمان جراحی رخ دهد را مطرح و توصیه‌هایی راجع به آن خواهیم داشت.

واژه‌های کلیدی: پیس میکر دایم، دفیبریلاتور کاشتنی قلب، دستگاه ری سینکرونیزیشن تریابی قلب،

دستگاه‌های الکترونیک کاشتنی قلب، تداخل الکترومغناطیس

نویسنده پاسخگو: دکتر سید عبدالحسین طباطبایی

تلفن: ۸۸۰۰۲۱۲۰

E-mail: tabatabaeiseyedah@gmail.com

* استادیار گروه داخلی قلب و عروق، الکتروفیزیولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان دکتر شریعتی

** دانشیار گروه داخلی قلب و عروق، اینترونشنال کاردیولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان دکتر شریعتی

*** دانشیار گروه بیهوشی، کاردیاک انستزیولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان دکتر شریعتی

**** استادیار گروه جراحی قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان دکتر شریعتی

تاریخ وصول: ۱۳۹۸/۰۶/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۱

زمینه و هدف

نگاه اجمالی به دستگاه‌های الکترونیک کاشتنی قلب

[Cardiac Implantable Electronic Devices] (CIEDs) واژه‌ای کلی است که به هر گونه وسایل الکترونیکی اطلاق می‌شود که بطور دائم جهت حل مشکلات الکتریکی قلب و کنترل تعداد ضربان قلب و یا تنظیم ریتم قلبی، بکار گرفته می‌شود.

این دستگاه‌ها شامل:

- الف- انواع ضربان سازها یا پیس میکرها [permanent pacemakers = (PPMs)]
- ب- انواع شوک دهنده‌ها یا دفیبریلاتورها [Implantable Cardioverter/Defibrillators (ICDs)]
- ج- دستگاه‌های قادر به برقراری همگامی یا هماهنگ سازی قلب [Cardiac Resynchronization Therapy (CRT)] می‌باشند.

با افزایش طول عمر بیماران و رشد چشمگیر امید به زندگی در ایران بر اساس آمارهای جهانی و رسمی، در سال‌های اخیر جمعیت بیشتری نیازمند کاربرد این دستگاه‌ها می‌باشند و احتمال مواجه شدن با اینگونه بیماران که تحت عمل جراحی قرار می‌گیرند، افزایش یافته است. لذا باید در نحوه مدیریت این دستگاه‌ها در زمان جراحی دقت لازم صورت گیرد. برای مثال تصور آن که صرفاً با کاربرد مگنت حین جراحی می‌توان همه مشکلات دستگاه را مدیریت کرد، می‌تواند خطرناک باشد. چون کاربرد مگنت هر چند بطور معمول در پیس میکر موجب Asynchronous Mode (فاقد هر گونه حس سیگنال ذاتی قلب و وقوع آرتفکت پیس با تعداد ضربان تنظیم شده) و در دفیبریلاتور موجب توقف کشف و درمان تاکی آریتمی‌های قلب می‌شود ولی عملکرد دستگاه‌های برخی کمپانی‌ها ممکن است متفاوت باشد که در ادامه به توصیف آن خواهیم پرداخت.^{۱،۲}

این دستگاه‌ها به دو دسته کلی طبقه‌بندی می‌گردند:

۱. پیس میکرها: دستگاه‌های کوچکی هستند که به قلب کمک می‌کنند تا ضربانات مؤثرتری داشته باشد. اینها دو وظیفه حیاتی ضربان سازی و حس کردن فعالیت‌های الکتریکی ذاتی قلب را دارند (تصویر ۱ و ۲).

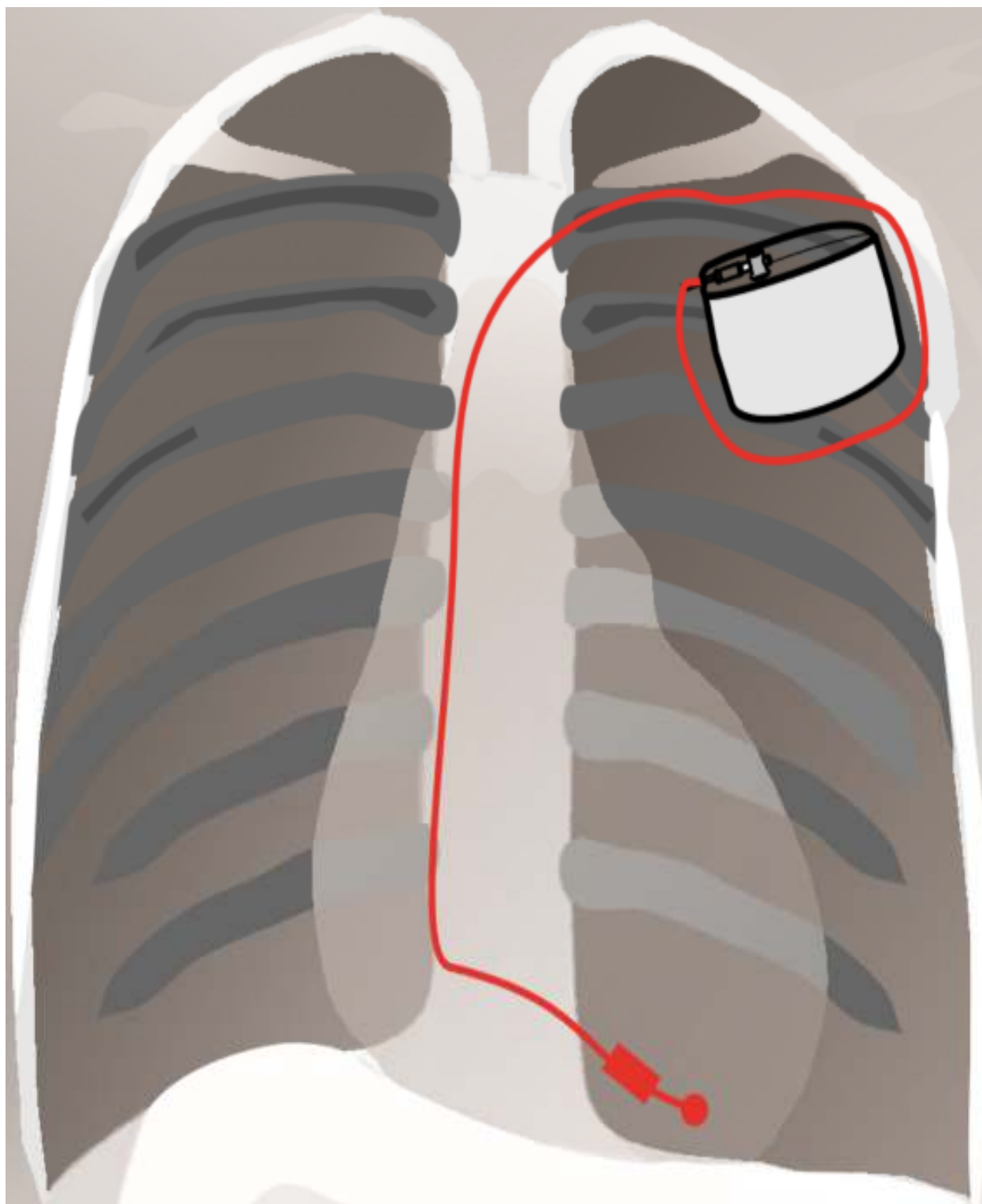
۲. دفیبریلاتورها: دستگاه‌های کوچکی هستند که علاوه بر وظیفه ضربان‌سازی (پیس میکر) ویژگی‌های اضافی برای درمان تاکی آریتمی‌های قلب شامل تاکی کاردی بطنی و فیبریلاسیون بطنی (VT/VF) را دارند (تصویر ۳). CIEDs همچنین می‌تواند بر طبق تعداد حفرات قلب که دستگاه بر اساس آنها فعالیت می‌کند به انواع کلی زیر تقسیم شود:

- تک حفره (یک لید داخل دهلیز یا بطن)
- دو حفره (یک لید داخل دهلیز و یک لید داخل بطن)
- سه حفره (لید داخل دهلیز، بطن و سینوس کرونر)
- # منظور از لید، سیم‌های روپوش‌دار نازکی است که از یک سو به ژنراتور و از سوی دیگر به قلب متصل می‌شوند و ارتباط الکتریکی بین ضربان ساز (پیس میکر) و بافت قلب را ایجاد می‌کنند. ضربان ساز از طریق آن، مقدار اندکی الکتریسیته با ولتاژ پایین (و یا ولتاژ بیشتر در دفیبریلاتورها) وارد قلب می‌کند و نیز لیدها اطلاعات فعالیت ذاتی قلب را به پیس میکر منتقل می‌کنند.

دستگاه‌های سه حفره‌ای را با نام کلی CRT می‌شناسیم که به انواع CRT-D و CRT-P تقسیم‌بندی می‌شوند. در CRT-D لید بطنی از نوع لید بکار رفته در دفیبریلاتور و در CRT-P لید بطنی از نوع لید بکار رفته در پیس میکر می‌باشد. CRT در بعضی موارد بیماران با نارسایی قلبی متوسط تا شدید کاربرد دارد و تحریک هماهنگ قلب از طریق آن صورت می‌گیرد (تصویر ۴). به طور کلی این دستگاه‌ها متشکل از ژنراتور و لید هستند.

ژنراتورها بطور معمول در ناحیه زیرترقوه چپ قرار داده می‌شوند، اما در موارد خاص ممکن است در مناطق دیگری از بدن شامل ناحیه زیرترقوه راست یا ناحیه شکم قرار داده شوند.

ژنراتورها خود شامل باتری و مدار الکترونیکی کوچکی است که این مدارها به مثابه کامپیوترهای هوشمندی هستند که مغز متفکر این دستگاه‌ها به حساب می‌آیند. باتری و مدار الکترونیکی در یک قاب فلزی که CAN نامیده می‌شود، قرار دارد (تصویر ۵).



تصویر ۱- پیس میکرو دایم تک حفره‌ای با یک لید در داخل بطن راست



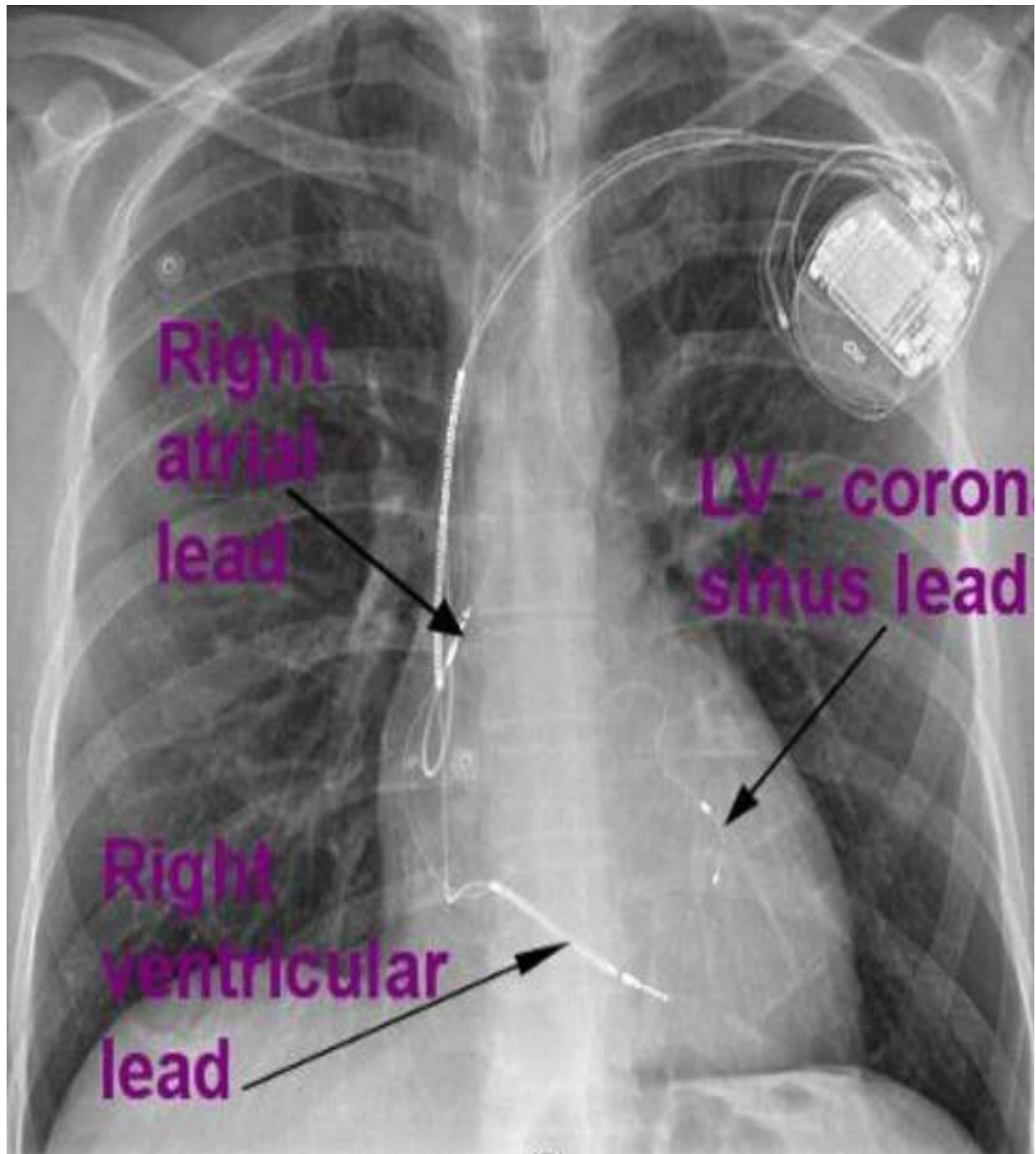
تصویر ۲- پیس میکر دایم دو حفره‌ای. یک لید در داخل دهلیز راست (A) و یک لید در داخل بطن راست (B) قرار داده شده است.



تصویر ۳ - دستگاه دفیبریلاتور کاشتنی قلب (ICD) دو حفره‌ای. به Coils های رادیوپاک ضخیم لید بطن راست توجه کنید

مثبت (کاتد و اند) به فاصله کوتاهی از هم در دیستال لید قرار دارند. در انواع یونی پلار، نقش قطب مثبت (اند) به عهده ژنراتور (CAN) می‌باشد و لذا فاصله کاتد و اند نسبت به لیدهای بای پلار طولانی‌تر است که موجب می‌شود انواع یونی پلار بیشتر در معرض تداخل الکترومغناطیس (EMI) باشند (تصویر ۶).

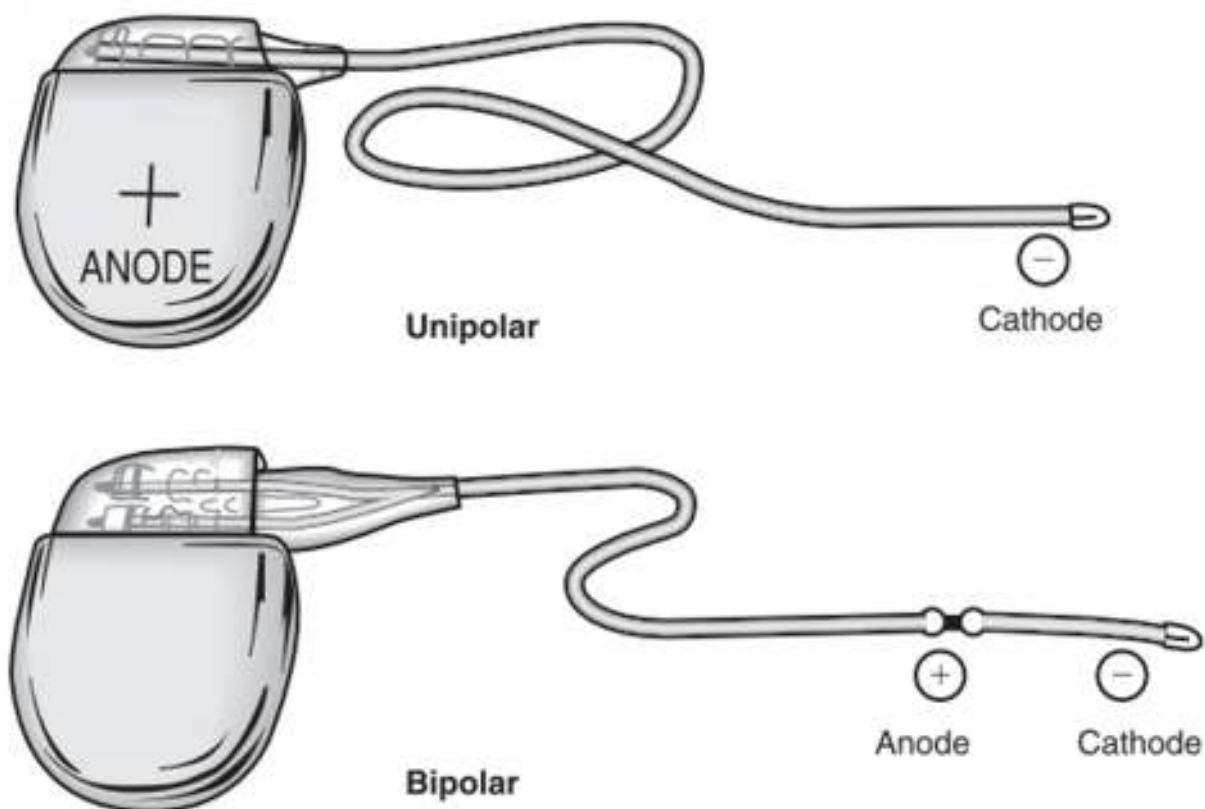
لیدها داخل حفرات قلب قرار می‌گیرند و به انواع تک قطبی و دو قطبی (یونی پلار و بای پلار) تقسیم می‌شوند. در حال حاضر عمده‌تاً از لیدهای بای پلار استفاده می‌شود، ولی با انواع یونی پلار در پیس میکروهای قدیمی‌تر و یا در لیدهایی که به طریق اپی کاردیال و حین جراحی تعبیه می‌شود، بعضاً مواجه می‌شویم. در لیدهای بای پلار هر دو قطب منفی و



تصویر ۴- دستگاه CRT-D. لیدها در دهلیز راست، بطن راست و سینوس کرونر قرار می گیرند تا به ری سینکرونیزیشن تریپی قلب کمک کنند.



تصویر ۵- مجموعه باتری و مدار الکترونیکی در یک قاب فلزی به نام CAN قرار دارند



تصویر ۶- لیدهای تک قطبی و دو قطبی در این تصویر نشان داده شده‌اند

بخش کاتتریسیم و آنژیوگرافی تعبیه می‌شود. استفاده از سیستم‌های اپی کاردیال محدود به موارد خاصی است که امکان تعبیه داخل وریدی به علت وجود دریچه فلزی، تریکوسپید یا وجود شانت داخل قلبی در سطح بطنی، وجود ندارد^۵ که در این موارد از لیدهای خارج قلبی (در سطح اپی کاردیال) استفاده می‌شود که به پیس میکروهای اپی کاردیال مشهورند و توسط جراح قلب در اتاق عمل تعبیه می‌شود.

توصیف مد بکار رفته در این دستگاه‌ها با استفاده از یک سیستم اختصاری رمزگذاری شده (Coding) چهار حرفی است که توسط انجمن الکتروفیزیولوژی آمریکا / اروپا طراحی گردیده و به عنوان زبان مشترک در دنیا پذیرفته شده است. منظور از مد، طرز عملکرد این دستگاه‌ها بر اساس برنامه داده شده به آن می‌باشد.

حرف اول حفره‌ای است که ضربان سازی (Pacing) در آن صورت می‌گیرد:

(V: بطن، A: دهلیز، O: هیچ کدام، D: هر دو).

حرف دوم حفره‌ای است که حس سیگنال‌های ذاتی قلب (Sensing) در آن صورت می‌گیرد:

(V: بطن، A: دهلیز، O: هیچ کدام، D: هر دو).

حرف سوم نحوه پاسخ و عکس العمل دستگاه به آنچه حس نموده است می‌باشد که به دو گونه است:

الف: مهار ضربان سازی (Inhibition) که با حرف I نشان داده می‌شود.

ب: اقدام به ضربان سازی (Triggering) که با حرف T نشان داده می‌شود.

ج: هر دو که با حرف D نشان داده می‌شود.

حرف چهارم (R) خاصیت تعدیل ضربان (Rate Modulation) را نشان می‌دهد که از طریق حسگرها صورت می‌گیرد که تغییرات بدن را به دقت تحت نظر دارند و این امکان را به دستگاه می‌دهد تا بطور اتوماتیک تعداد ضربان پیس میکرو را در پاسخ به برخی شرایط فیزیولوژیک نظیر فعالیت افزایش دهند تا با نیازهای متابولیک فرد مطابقت داشته باشد.

البته امروزه سیستم‌های پیس میکرو فاقد لید (Leadless) در دنیا معرفی شده است که هر دوی پالس ژنراتور و الکتروود در یک واحد منفرد در داخل بطن راست از طریق اپروچ ترانس ونوس قرار داده می‌شود^۵ (تصویر ۷).



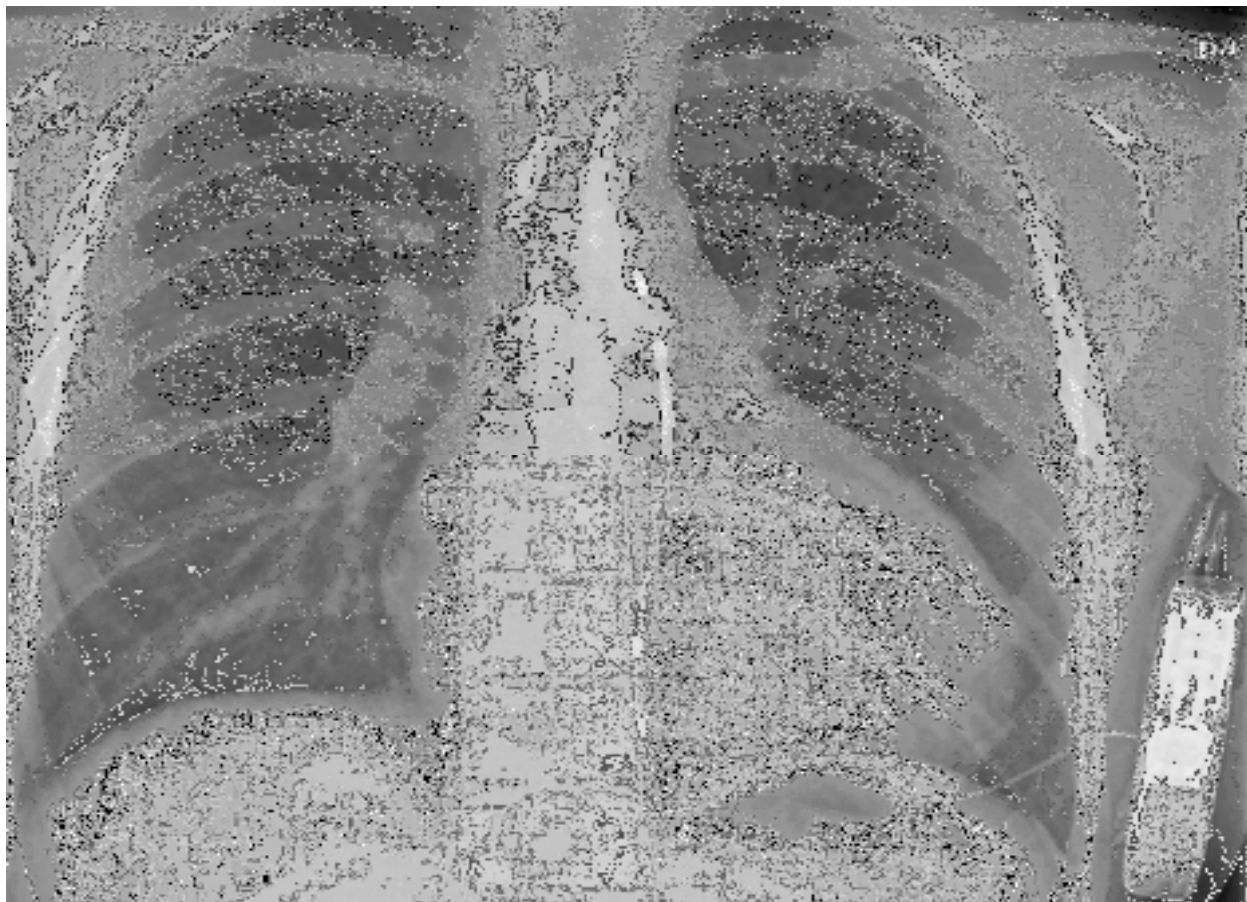
تصویر ۷- سیستم پیس میکرو فاقد لید (Leadless)

همچنین سیستم‌های دفیبریلاتور زیرجلد (Subcutaneous-ICD=S-ICD) نیز در دنیا معرفی شده است که تکنولوژی آن در ایران نیز قابل دسترسی است. در این سیستم‌ها لید شوک دهنده در زیر پوست در ناحیه پاراسترنال قرار می‌گیرد و داخل قلب از جسم خارجی (لید) مبرا خواهد بود^۵ (تصاویر ۸ و ۹).

پیس میکروهای اپی کاردیال

سیستم‌های اپی کاردیال از لیدهایی استفاده می‌کنند که به طریق جراحی و مستقیماً از سطح اپی کاردیال (سطح خارجی) قلب تعبیه می‌شود.

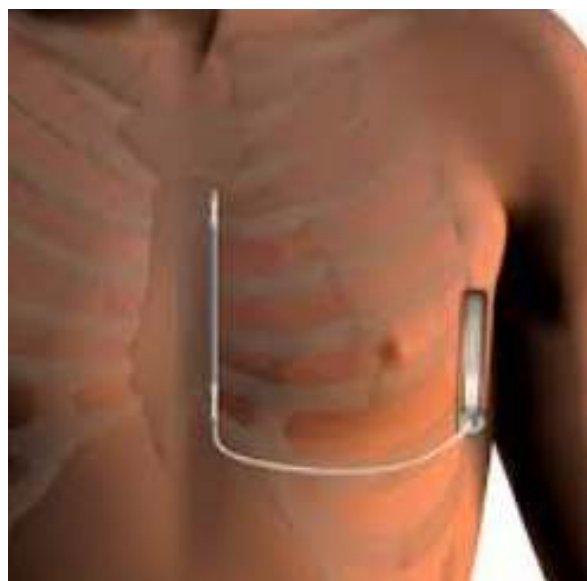
البته امروزه اکثر پیس میکروها از طریق داخل وریدی (Trans Venous) تعبیه می‌شوند و از سطح اندوکاردیال قلب موجب ضربان‌سازی می‌گردند که به پیس میکروهای اندوکاردیال مشهورند و توسط الکتروفیزیولوژیست قلب در



تصویر ۸- Subcutaneous ICD (S-ICD)

برای مثال وقتی مد دستگاه VVIR می‌باشد، یعنی این دستگاه قادر به ضربان سازی در بطن و حس سیگنال‌های ذاتی قلب در بطن (کمپلکس‌های QRS) می‌باشد. در صورتی که این کمپلکس‌ها را حس کند موجب مهار (حرف سوم سیستم کدینگ: مهار یا Inhibit) ضربان سازی توسط پیس میکر می‌شود و به قلب این امکان را می‌دهد تا حد امکان از ضربانات خودش استفاده کند و میزان ضربان سازی مصنوعی به حداقل برسد. اما در صورتی که کمپلکس‌های بطنی خودبخود قلب را حس نکنند به دستگاه دستور می‌دهد تا ضربان سازی کند. حرف چهارم یا R نیز به دلیل وجود حسگر یا سنسور امکان افزایش ضربان قلب در پاسخ به پارامترهای از پیش برنامه‌ریزی شده و در صورت نیاز بدن به افزایش Demand را می‌دهد.

توانایی افزایش ضربان در پاسخ به فعالیت، زمانی مورد نیاز است که قلب نمی‌تواند تعداد ضربان خویش را مطابق نیازهای بدن افزایش دهد.



تصویر ۹ - تصویر شماتیک S-ICD: به لید دفیبریلاتور در ناحیه زیر جلد پاراسترنال توجه کنید. داخل قلب فاقد لید خواهد بود.

۶. ریسک تداخل الکترومغناطیس (EMI) و کاربرد کوتر منوپلار در مقابل بای پلار

از نظر علت تعبیه دستگاه، شایعترین اندیکاسیون در پیس میکر، برادی کاردی علامت‌دار ناشی از اختلال عملکرد گره سینوسی و یا اختلال هدایت دهلیزی - بطنی (شامل بلوک هدایت دهلیزی - بطنی پس از ابلیشن گره دهلیزی - بطنی و یا ابلیشن در ناحیه جانکشن) و در دفیبریلاتورها به علت ریسک تاکی اریتمی‌های مهلک در بیمار می‌باشد.

از نظر زمان تعبیه، لیدهای جدید که کمتر از سه ماه از تعبیه آنها گذشته باشد در بیشترین ریسک جا بجایی به ویژه در طی جراحی قلب و تعبیه کاتترهای ورید مرکزی می‌باشند.^۵

از نظر آنالیز دستگاه، زمان آخرین آنالیز دستگاه بهتر است، حداقل در طی ۱۲ ماه گذشته در مورد پیس میکرو^۶ ماه گذشته در مورد دفیبریلاتور در پروسیجرهای الکتیو در بیماران پایدار و بدون مشکلات پزشکی در خلال این فاصله زمانی باشد.^{۵،۷}

در آنالیز دستگاه قبل از جراحی، تعیین طول عمر باتری مهم است که بطور ایده‌آل، طول عمر تخمینی باتری باید حداقل سه ماه باشد و در صورت لزوم در طول عمر کمتر از سه ماه بهتر است تعویض ژنراتور قبل از جراحی‌های الکتیو انجام شود.^۸

همچنین طرز عمل (Mode) پیس میکر مشخص شود تا اتفاقات رخ دهنده حین پروسیجر (مثل مد MVP*) به اشتباه بعنوان عملکرد نامناسب دستگاه تلقی نشود.

*مد MVP (Managed Ventricular Pacing):

یک الگوریتم در داخل بعضی دستگاه‌ها به صورت تغییر مد (Mode) با هدف حداقل نمودن پیس بطن راست می‌باشد.

لازم است حسگرها (Sensors) قبل از جراحی غیر فعال شوند، در غیر این صورت تیم جراحی باید آگاه باشد که تعداد ضربان پیس میکر می‌تواند بعلا کارکرد نرمال سنسورها افزایش یابد.

لازم به ذکر است که واژه حسگر (سنسور) که مرتبط با حرف چهارم این سیستم کدینگ است با خاصیت حس سیگنال (Sensing) که مرتبط با حرف دوم این سیستم کدینگ است، متفاوت می‌باشد.

ارزیابی و آماده‌سازی قبل از جراحی^{۸،۹}

نحوه مدیریت این دستگاه‌ها در زمان جراحی باید بر اساس بیمار، نوع دستگاه و نوع عمل جراحی تعیین گردد، لذا تعامل مناسبی باید بین تیم مراقبت دهنده به این دستگاه‌ها (الکتروفیزیولوژیست، کاردیولوژیست یا متخصص بیهوشی) تعیین دهنده در کار با این دستگاه‌ها و تیم اتاق عمل (جراح، متخصص بیهوشی و پرسنل مرتبط) برقرار باشد تا بتوان بهترین برنامه‌ریزی مراقبتی را در بیماران انجام داد.

از یک سو تیم CIEDs باید اطلاعات مناسبی در مورد نوع عمل جراحی داشته باشند از سوی دیگر تیم جراحی باید از حضور دستگاه آگاه باشند و توصیه‌های پیشنهادی تیم CIEDs را قبل از جراحی بطور کامل مطالعه نمایند.

نماینده شرکت سازنده دستگاه هر چند باید همواره برای رفع مشکلات احتمالی در دسترس باشد ولی نمی‌تواند در جایگاه پزشک یا پرسنل پزشکی مرتبط در این حوزه قرار گیرد تا بطور مستقل نسخه‌های مدیریت این دستگاه‌ها حین جراحی را ارائه نماید که در این صورت ممکن است مسایل قانونی به دنبال داشته باشد.^۱

ارزیابی قبل از جراحی شامل رویکردی سیستماتیک و چند بعدی است که ماحصل آن نوشتن یک نسخه پیشنهادی برای آن بیمار در آن پروسیجر خاص می‌باشد.

الف: شرح حال

در شرح حال اخذ شده از بیمار باید به موارد زیر توجه شود:

۱. علت تعبیه دستگاه
۲. زمان تعبیه دستگاه
۳. آخرین آنالیز به عمل آمده از دستگاه
۴. نوع جراحی و محل آناتومیک پروسیجر جراحی
۵. پوزیشن بیمار در طی پروسیجر

قسمت SVC یا ورید اجوف فوقانی) دارند. همچنین محل لیدها که به طور معمول در اغلب موارد، لیدها باید در داخل بطن راست، گوشک دهلیز راست و سینوس کروئر (در دستگاه‌های سه حفره) رویت شوند، ولی گاه با پوزیشن غیرمعمول لیدها مواجه می‌شویم که گاه به طور عمد و با هدف کارایی متفاوت لید صورت می‌گیرد و گاه به طور سهوی و به عنوان عارضه پروسیجر می‌باشد.

د: بررسی نوار قلب بیمار

در نوار قلب ۱۲ لید، توجه به وجود آرتفکت‌های پیس از جهت تعیین وابستگی به پیس میکر ضروری است. اگر در نوار قلب، قبل از همه یا بیشتر امواج P یا QRS، آرتفکت پیس میکری دیده شود، بیمار وابسته به پیس میکر تلقی شود.

لازم به ذکر است در حضور لیدهای بای پلار، آرتفکت‌های پیس میکر در نوار قلب بسیار کوچک است و در صورت عدم دقت لازم، ممکن است به اشتباه به عنوان کمپلکس‌های خودبخود بیمار تفسیر شود و وابستگی بیمار به پیس میکر مورد توجه قرار نگیرد.

ملاحظات حین جراحی^۸

در زمان جراحی بیماران ممکن است در معرض شماری از منابع انرژی قرار گیرند که ایجاد تداخل الکترومغناطیس (EMI) کند. EMI می‌تواند فعالیت طبیعی یا غیر طبیعی قلب را تقلید نماید و طیفی از اثرات گذرا و یا به ندرت اختلال دایم عملکرد دستگاه را موجب شود که اهمیت و وسعت رفتار غیر طبیعی مشاهده شده در دستگاه وقتی در معرض EMI قرار بگیرد بستگی به قدرت، مدت، مسیر جریان، اندیکاسیون کلینیکی تعبیه دستگاه، ریتم زمینه‌ای و تعداد ضربان ذاتی قلب بیمار و الگوریتم‌های خاص آن دستگاه دارد که توسط شرکت سازنده طراحی شده است. البته استراتژی‌های زیادی در دستگاه‌ها امروزه بکار می‌رود تا موجب افزایش توانایی دستگاه در افتراق EMI از سیگنال‌های با منشاء قلبی شود و آنها را در برابر EMI محافظت نماید، ولی این حفاظت کامل نمی‌باشد.

منابع و پیامدهای EMI

شایعترین منبع EMI در اتاق عمل، استفاده از الکتروسرجری (کوئر) به ویژه از نوع منوپلار می‌باشد و

ریتم زمینه‌ای بیمار و کمترین ریتمی که درد فیبریلاتور منجر به درمان آنتی تاکی کاردی می‌شود، مشخص شود. همچنین کارت مشخصات دستگاه بیمار از جهت تعیین مدل و شرکت سازنده آن و تایپ لیدها (بای پلار در مقابل یونی پلار) بررسی شود. در مورد اهمیت اخذ اطلاعاتی در شرح حال از قبیل نوع جراحی، محل آناتومیک آن و پوزیشن بیمار حین جراحی در قسمت‌های بعد اشاره خواهد شد.

ب: معاینه فیزیکی

در معاینه فیزیکی به اندازه دستگاه و محل اسکار توجه شود و محل دستگاه لمس گردد. در بیمارانی که پیس میکر اندوکاردیال (Endocardial) دارند، محل ژنراتور در ناحیه زیر ترقوه و در آنها که پیس میکر اپیکاردیال (Epicardial) دارند، محل ژنراتور در ناحیه فوقانی شکم قرار دارد و در نواحی فوق الذکر لمس خواهد شد.

ج: بررسی رادیوگرافی قفسه صدری

در صورتی که مشخصات دستگاه بیمار در دسترس نباشد با انجام گرافی قفسه سینه (CXR) می‌توان نوع پیس میکر، دفیبریلاتور، تعداد، پوزیشن و نوع لیدها را مشخص کرد (تصاویر ۱-۴).

همان طور که در این تصاویر دیده می‌شود، با انجام گرافی قفسه سینه می‌توان اطلاعات ارزشمندی در خصوص دستگاه‌های الکترونیکی قلبی به دست آورد. اندازه ژنراتور که در پیس میکرها کوچکتر از دفیبریلاتورها می‌باشد. تعداد لیدهای (سیم‌ها) داخل قلب که آیا دستگاه مزبور از نوع تک حفره، دو حفره یا سه حفره می‌باشد. نوع لیدها که از نوع دوقطبی (بای پلار) یا تک قطبی (یونی پلار) است که با توجه به انتهای دیستال سیم و رویت تعداد الکترودها در این ناحیه مشخص می‌شود. با در نظر گرفتن این مسئله که لیدهای دوقطبی (که در حال حاضر از این نوع استفاده می‌شود) کمتر در معرض تداخل (EMI) نسبت به انواع لیدهای تک قطبی هستند (که امروزه بیشتر در دستگاه‌های قدیمی‌تر و یا تعبیه به طریق اپی کاردیال و حین جراحی با آن متوجه می‌شویم). نوع لیدها که در انواع دفیبریلاتوری (ICD) یک قسمت ضخیم به نام Coil روی لید مشاهده می‌شود. برخی لیدها تک Coil (تنها یک قسمت ضخیم در قسمت داخل بطنی لید) و برخی دو Coil (یک Coil در بطن و یک Coil در

سایر منابع EMI در اتاق عمل^۸

✓ External Defibrillation

✓ گزارشاتی از تداخل (Interference) با استفاده از تکنولوژی‌های Wireless در پزشکی نظیر Telemetry و پمپ‌های جریان (Flow Pumps) که با سیستم‌های مونیتورینگ مرتبط می‌شوند، موجود است به ویژه وقتی فاصله آنها نزدیکتر از ۱۰ سانتیمتر با پالس ژنراتور دستگاه قلب باشد. با دور نگه داشتن منبع انرژی از پالس ژنراتور اثر تداخل کاهش می‌یابد.

سایر ملاحظات

به غیر از تأثیرات EMI، اختلالات الکترولیتی و متابولیکی که غالباً در دوره حول و حوش جراحی (Perioperative Period) مشاهده می‌شود می‌تواند بر عملکرد دستگاه اثر بگذارد مثل هیپوکالمی، هیپوکالمی، هیپو منیزیمی، هیپوکسمی، هیپرگلیسمی و اختلالات اسید-باز که نیاز به اصلاح دارند.^۲

بیمار ممکن است در شرایط خارج از اتاق عمل وابسته به پیس میکر نباشد، ولی حین جراحی با کاربرد عوامل سدیشن و داروهای بیهوشی وابسته به پیس میکر شود.

با توجه به اینکه حین تعبیه کاتترهای ورید مرکزی، پتانسیلی برای القا آریتمی یا جا بجایی الکترودهای پیس بویژه درلیدهای تعبیه شده اخیر کمتر از ۳ ماه وجود دارد، باید مراقب بود تا از آسیب به لیدها اجتناب شود و حین تعبیه این کاتترها، باید عملکرد آنتی تاکی کاردی دفیبریلاتور خاموش و Asynchronous Mode در پیس میکر حفظ شود و دفیبریلاتور اکسترنال در دسترس باشد و مونیتور دایم نوار قلب و پالس اکسیمتری انجام شود و گرافی قفسه سینه، قبل و پس از تعبیه کاتتر به عمل آید.^۵

استفاده از آهن ربا (Magnet) در مقابل برنامه‌ریزی مجدد (Re-programming)

در حضور منابع EMI و نیاز به حفاظت از بیمار، این کار باید با برنامه‌ریزی مجدد یا کاربرد مگنت روی ژنراتور انجام شود، اما نباید بدون تفکر و توجه به ارزششان و صرفاً با رویکردی عمومی و روتین در همه بیماران به کار رود.

شایعترین نوع تداخل Oversensing است، یعنی سیگنال کوتر به اشتباه توسط دستگاه به عنوان منشاء قلبی تلقی شود که موجب مهار در پیس میکر و کشف کاذب تاکی آریتمی و درمان نامناسب در دفیبریلاتور می‌گردد.^۲

سایر پیامدهای ناشی از EMI^{۳و۸}

سیگنال کوتر توسط دستگاه به عنوان Noise تلقی شده موجب تبدیل طرز عملکرد (Mode) دستگاه به Asynchronous Mode و پدیده R-on-T و وقوع تاکی آریتمی‌های خطرناک شود.

✓ ایمپالس‌های الکتریکی که بطور پیوسته از کوتر به لید هدایت شوند، منجر به القا فیبریلاسیون بطنی یا دهلیزی (VF یا AF) گردد.

✓ سطوح بالای جریان انتقالی از کوتر که از ژنراتور و لیدها عبور کند، وارد اندوکارد شود و موجب آسیب دیدگی و سوختگی حرارتی در محل تماس لید با بافت شده و یا به ژنراتور آسیب برساند.

✓ گاه وابستگی فانکشنال به پیس میکر هم می‌تواند بر تعادل همودینامیک در اتاق عمل اثر بگذارد، مثلاً اغلب بیماران CRT وابسته به پیس میکر نیستند و با قطع پیس بای و نتریکولار اختلالات همودینامیک را تجربه نخواهند کرد ولی تعداد کمی از این بیماران دچار نارسایی حاد قلب به دنبال این رخداد خواهند شد.^۸

در Asynchronous Mode (VOO, AOO, DOO)،

پیس میکر، تنها قادر به ضربان سازی در یک Rate مشخص از پیش تعیین شده است و قادر به هیچگونه حس سیگنال‌های طبیعی و غیر طبیعی قلب نمی‌باشد. لذا این Mode تنها به طور موقت قابل برنامه‌ریزی است و در طی زمانی که بیمار روی این مد قرار داده می‌شود نیاز به مونیتورینگ مداوم بیمار است تا در صورت وقوع پدیده R on T، اقدام مناسب در بیمار به عمل آید. این پدیده در صورتی رخ می‌دهد که بیمار در زمینه، ضربانات خودبخود داشته باشد و چون دستگاه قادر به حس آن در این مد نمی‌باشد، موجب خروج ارتفک‌های پیس میکر می‌شود که می‌تواند بر روی موج T کمپلکس‌های خودبخود قلب بیمار قرار گیرد و موجب القا تاکی آریتمی‌های مهلک نظیر VF شود.

ولی پاسخ مگنت در برخی دستگاه‌ها ممکن است، متفاوت باشد و لذا باید قبل از جراحی تست و اثبات شود چون گزارشاتی از پاسخ‌های غیرقابل انتظار و غیر قابل پیش بینی در کاربرد مگنت بوده که هرچند نادر است ولی باید مورد توجه قرار گیرد.^۱

قرار دادن مگنت و غیر فعال کردن این دستگاه‌ها در همه پروسیجرها ضروری نمی‌باشد، مثلاً در مواردی که در نوار قلب قبل از عمل بیمار، شواهدی از کارکرد پیس میکسر دیده نشود و یا در مواردی که محل عمل جراحی زیرناف باشد، قرار دادن مگنت روی ژنراتور و غیر فعال کردن این دستگاه ضروری نمی‌باشد لیکن لازم است مگنت در اتاق عمل همواره در دسترس باشد.

پاسخ CRT به مگنت^۸

پاسخ CRT-D به مگنت همانند دفیبریلاتور و پاسخ CRT-P به مگنت همانند پیس میکسر می‌باشد.

معایب کاربرد مگنت^۱

✓ در برخی دستگاه‌ها عملکرد مگنت ممکن است off (غیر فعال) باشد و با قرار دادن مگنت بر روی ژنراتور، پاسخ مورد انتظار دیده نشود.

✓ بعثت پوزیشن بیمار حین پروسیجر (Prone یا لترال) مگنت قابل حفظ کردن روی ژنراتور نباشد و یا به علت چاقی مفرط ژنراتور غیر قابل دسترس باشد.^{۵۴}

✓ گاه استفاده غیر ضروری و نامناسب مگنت می‌تواند با اثرات همودینامیک نامناسب همراه باشد، مثلاً تعداد ضربان قلب تعریف شده در دستگاه در حضور مگنت با تعداد ضربان قلب ذاتی بیمار تداخل کند و منجر به ریتم‌های رقابت کننده و یا القا آریتمی‌های دهلیزی یا بطنی گردد.

✓ تعداد ضربان قلب تعریف شده در دستگاه در حضور مد ضربان سازی اسینکرونوس (Asynchronous Pacing) ناشی از کاربرد مگنت، در بین شرکت‌های مختلف (بین 85-100 ppm) متفاوت است و تعداد بالای ضربان سازی قلب در حضور این مد حین کاربرد مگنت ممکن است برای همه بیماران به ویژه در حضور بیماری‌های عروق کرونر یا برخی موارد بیماری‌های دریچه‌ای قلب و نارسایی قلب مناسب نباشد.^۱

تصمیم به استفاده از مگنت در مقابل ری پروگرامینگ در زمان جراحی ملاحظات زیادی را می‌طلبد شامل اینکه آیا جراحی الکتیو یا اورژانس است و اینکه احتمال وقوع EMI به چه میزان است.^۱

ری پروگرامینگ با استفاده از دستگاه پروگرامر صورت می‌گیرد که کامپیوترهای رومیزی هستند و قادر به نمایش اطلاعات ثبت شده در پیس میکسر هستند و با کمک آنها می‌توان برخی از تنظیمات دستگاه را تغییر داد. در تصویر ۱۰ انواع مختلف این دستگاه‌ها که در حال حاضر به طور شایع بکار برده می‌شود، نشان داده شده است.

حتی اگر بیمار وابسته به پیس میکسر نباشد که در اینجا تداخل (EMI) کمتر موجب نگرانی است بایستی غیرفعال کردن جنبه‌هایی از دستگاه نظیر عملکرد تعدیل ضربان (Rate – Response) یا Noise Reversion Mode (تبدیل به Asynchronous Pacing در حضور کشف EMI در دستگاه) را در نظر داشت.^{۱۰ و ۷۲}

منظور از بیماری که وابسته به پیس نباشد این است که ضربان سازهای هوشمند فعلی تنها در زمانی کار می‌کنند که نیاز به آن باشد و کارکرد دائم ندارند. وقتی قلب بیمار خاصیت ضربان سازی خودبخود دارد از طریق حس کننده‌ها (حرف دوم سیستم کدینگ)، حس می‌شود و مانع خروج ضربانات پیس میکری می‌شود. نشانه آن در نوار قلب آن است که کمپلکس‌های خودبخود قلب بیمار و بدون ارتفکتهای پیس میکری دیده می‌شود. در مقابل وقتی در نوار قلب، همه یا اغلب کمپلکس‌ها توسط پیس میکسر ساخته شده باشند و یا در حین آنالیز، بیشتر از چهل درصد ضربانات از نوع پیس میکری باشند، بیمار وابسته به پیس میکسر در نظر گرفته می‌شود.

پاسخ PPM/ICD به مگنت^۸

کابرد مگنت بر روی پیس میکسر موجب شروع Asynchronous Pacing، جلوگیری از مهار آن و غیر فعال کردن عملکرد تعدیل ضربان (Rate – Response) و در دفیبریلاتور موجب مهار کشف و درمان تاکی آریتمی می‌شود.



Medtronic



Boston



Bitotronic



Saint Jude

تصویر ۱۰ - انواع پروگرامرهای کمپانی‌های مختلف که امروزه بطور شایع استفاده می‌شود

مجدد نیستند که در این موارد باید از پیس میکر موقت در بیمار استفاده کرد.

مزایای کاربرد مگنت^۸

در اغلب دستگاه‌ها با برداشتن مگنت، عملکرد دستگاه بطور اتوماتیک و بلافاصله به وضعیت قبلی خود باز می‌گردد (ولی برخی دفیبریلاتورها ممکن است با کاربرد مگنت بطور دائم غیر فعال شوند و برای فعال شدن مجدد نیازمند برنامه‌ریزی مجدد هستند).

✓ مگنت ممکن است حین پروسیجر حرکت کند و تماس با دستگاه را از دست بدهد ولی پزشک متوجه آن نشود.

✓ گاه بیمار ممکن است وابسته به پیس میکر باشد ولی این خاصیت ضربان سازی از طریق دستگاه دفیبریلاتور اعمال شود که با گذاشتن مگنت عملکرد پیس میگری آن تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد و نیاز به برنامه‌ریزی مجدد (Re-Programming) می‌باشد. برخی دفیبریلاتورها قابل تبدیل به Asynchronous Pacing از طریق برنامه‌ریزی

برنامه‌ریزی مجدد (Re-programming)

مزایا

تیم جراحی در اتاق عمل نگرانی از وجود مگنت در موضع صحیح ندارند.

در بیمار دارای دفیبریلاتور که وابسته به پیس میکر می‌باشد (میزان ضربان سازی $\leq 40\%$) وقتی احتمال تداخل (EMI) حین جراحی است برنامه‌ریزی مجدد (Re-programming) اجباری است چون مگنت موجب تغییر به Asynchronous Mode نمی‌شود.^۷

معایب

✓ حین یا پس از جراحی بلافاصله پروگرامر در دسترس نمی‌باشد تا در صورت بروز مشکل بتوان آن را رفع کرد یا تغییرات ایجاد شده را به وضعیت قبل بازگرداند.

✓ با توجه به غیرفعال بودن عملکرد دفیبریلاتور، در صورت نیاز به کار دیوژن الکتریکی حین جراحی، استریلیتی محیط حفظ نمی‌گردد.

✓ در بیمار وابسته به پیس میکر که دستگاه به تعداد ضربان ثابت (Fixed Rate) برنامه‌ریزی (پروگرام) شده باید توجه داشت که در پاسخ به هیپوولمی، تاکی کاردی دیده نمی‌شود و لذا توجه دقیق به جایگزینی مایعات (Fluid) در این دوره از جهت مدیریت همودینامیک ضروری است.^۵

الگوریتم‌های پیشنهادی برای مدیریت CIEDs در اعمال جراحی:

فلوچارت ۱ (الگوریتم پیشنهادی برای مدیریت پیس میکرهای دایم قلب حین جراحی‌های الکتریکی)^۴

فلوچارت ۲ (الگوریتم پیشنهادی برای مدیریت دفیبریلاتورهای کاشتنی قلب حین جراحی‌های الکتریکی)^۴

فلوچارت ۳ (الگوریتم پیشنهادی برای مدیریت دستگاه‌های الکترونیک قلب در جراحی‌های اورژانس)^۴

نکاتی که در کاربرد کوتر بهتر است در نظر گرفته شود:^{۷-۳}

✓ آسیب به دستگاه وقتی محتمل‌تر است که کوتر مستقیماً روی آن و یا بسیار نزدیک‌تر به آن به کار برود، لذا در جراحی‌های نزدیک به دستگاه نظیر پستان، شانه، سر و

گردن و کاروتید بهتر است از کوتر بای پلار به جای منوپلار هر گاه که میسر باشد، استفاده شود.

✓ مسیر جریان فرضی حداقل ۶ اینچ (۱۵ سانتیمتر) دور از دستگاه حفظ شود.

✓ از Burst های کوتاه (کمتر از پنج ثانیه و ترجیحاً یک تا دو ثانیه) با توقف‌های چند ثانیه‌ای (ده ثانیه) استفاده شود که در بسیاری موارد اقدام مناسب‌تری نسبت به قرار دادن مگنت روی ژنراتور یا ری پروگرام کردن دستگاه می‌باشند.

✓ محل قرار دادن الکتروود جریان برگشتی (پدهای پراکنده کننده جریان) به گونه‌ای باشد که مسیر پیش بینی شده جریان از میان یا نزدیک ژنراتور یا لیدها عبور نکند.

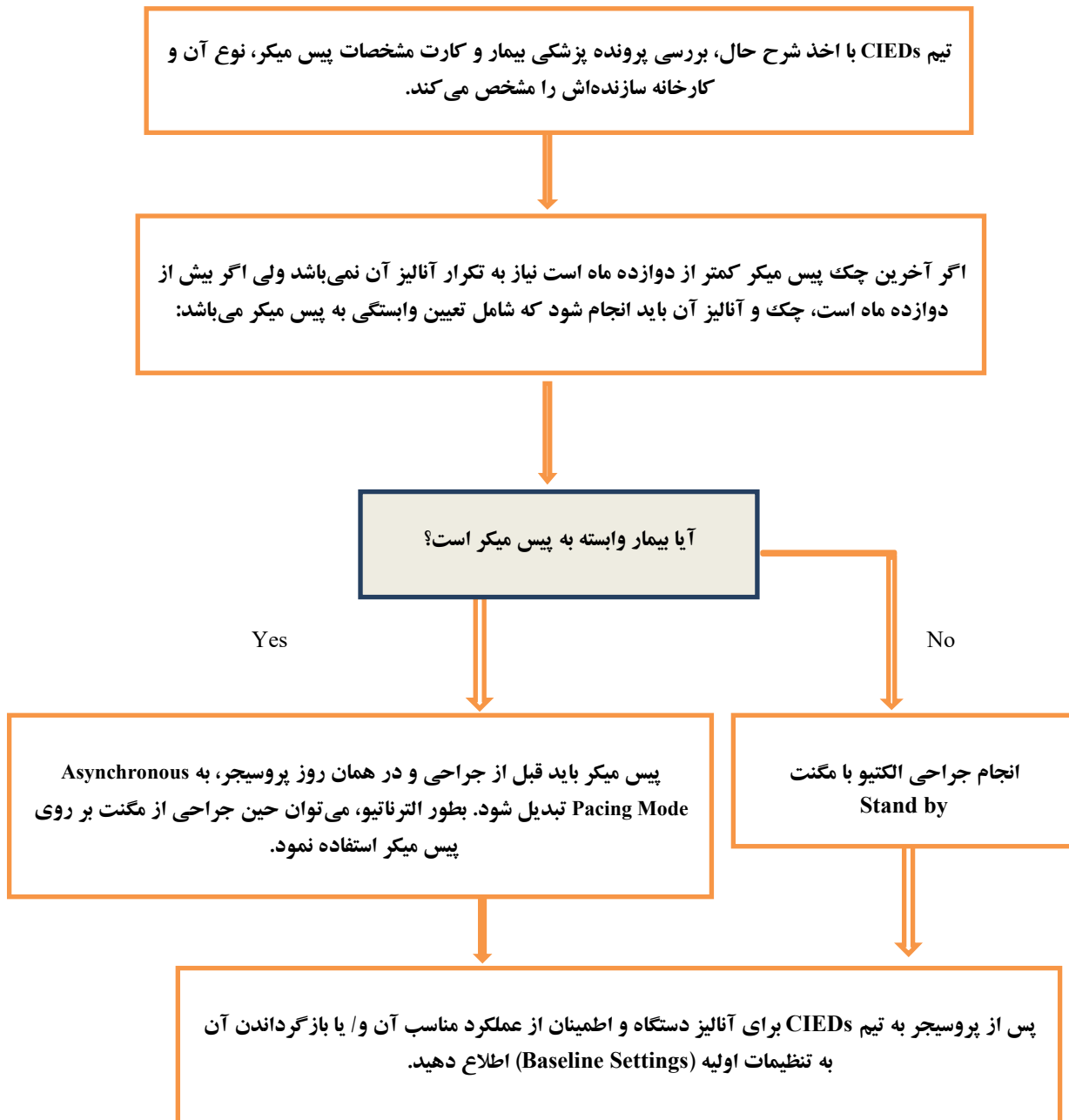
✓ از کمترین سطح انرژی مورد نیاز در کوتر استفاده شود.

✓ وقتی ژنراتور دستگاه در محل معمول خود که در قسمت فوقانی قفسه سینه است قرار داشته باشد، احتمال آسیب در پروسیجرهای زیر ناف حتی با کوترهای منوپلار کمتر است.

✓ کوتر بای پلار ایجاد EMI نمی‌کند، مگر که مستقیماً روی دستگاه به کار رود.

مونیتورینگ حین جراحی^{۷و۴}

مونیتور مداوم نوار قلب در همه بیماران دارای دستگاه‌های الکترونیک داخل قلب ضروری است و حین استفاده از آن در اتاق عمل، بهتر است در مد پیس باشد تا آرتفکت پیس را بهتر بشناسد، ولی کاربرد آن به تنهایی ممکن است محدودیت‌هایی داشته باشد. مثلاً پزشک بیهوشی را از فقدان ریتم قلبی و تداخل با دستگاه آگاه نکند و یا به علت شمارش مضاعف (Double) آرتفکت‌های پیس میکر و کمپلکس‌های QRS، منجر به گزارش کاذب ریت قلب و کاربرد نامناسب داروهای بیهوشی یا اینوتروپ شود. لذا بعلاوه محدودیت‌های کاربرد آن لازم است همچنین مونیتورینگ پالس محیطی به یکی از روش‌های لمس نبض، سمع صداهای قلب، تراسه فشار داخل شریان، پالس اکسیمتری و پلتیسموگرافی انجام شود که دو روش اخیر مناسب‌تر است.^{۵و۲}



فلوچارت ۱ - (الگوریتم پیشنهادی برای مدیریت پیس میکرهای دائم قلب حین جراحی‌های الکتیو)

قرار دادن پیشگیرانه (پروفیلاکتیک) پیچ پیس - دفیبریلاتور اکسترنال در بیماران پرخطر یا وقتی سایت جراحی به گونه‌ای است که تعبیه در زمان نیاز، دشوار است باید همواره مد نظر باشد و در سایر موارد باید به راحتی در دسترس باشد.

باید توجه داشت بیماری که عملکرد دفیبریلاتور وی غیر فعال است و یا پیس میکرش روی مد آسینکرونوس قرار گرفته است بدون مونیتورینگ ترک نشود به خصوص در مورد اخیر که ریسک پدیده R-on-T وجود دارد و در بیمار مستعد به VT/VF تاکی اریتمی‌های خطرناک بطنی بهتر است از مد آسینکرونوس اجتناب شود.

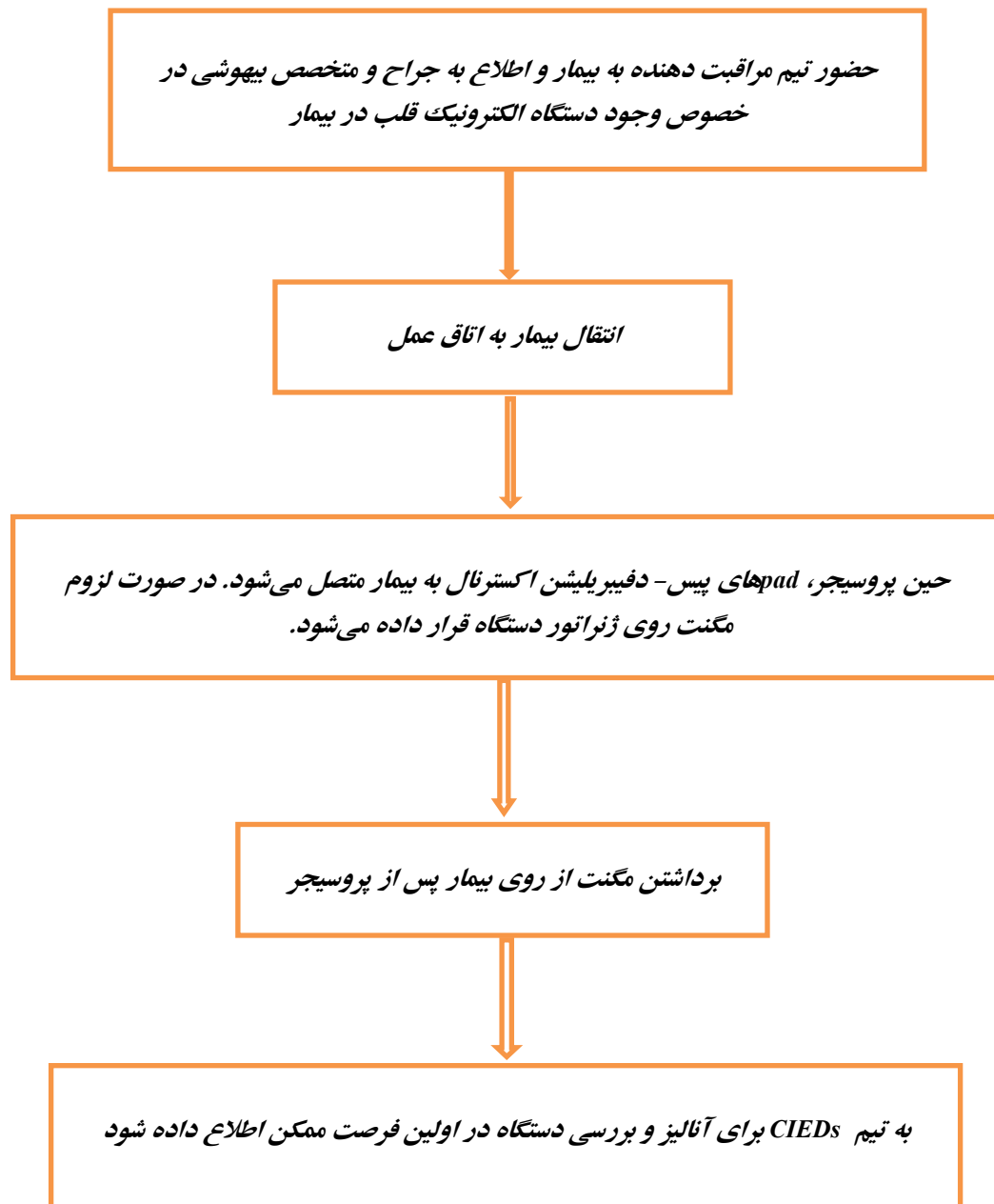
تیم CIEDs با اخذ شرح حال، بررسی پرونده پزشکی بیمار و کارت مشخصات دفیبریلاتور کاشتنی، نوع آن و کارخانه سازنده‌اش را مشخص می‌کند.

در روز پروسیجر، پیش از جراحی، عملکرد کشف و درمان تاکی کاردی توسط دستگاه را غیرفعال کنید و یا در بیماران وابسته به پیس میکر به Asynchronous Pacing Mode تغییر یابند. در طی زمانی که عملکرد دفیبریلاتوری دستگاه غیرفعال می‌باشد Pad های دفیبریلیشن باید به بیمار متصل و به یک دفیبریلاتور کاملاً شارژ شده جهت مونیتورینگ متصل باشد.

پس از پروسیجر، به تیم CIEDs برای آنالیز دستگاه و فعال کردن مجدد آن و یا بازگرداندن به تنظیمات اولیه اطلاع داده شود. پدهای دفیبریلیشن و مونیتورینگ می‌توانند پس از فعال کردن مجدد دستگاه از روی بیمار برداشته شوند.

فلوچارت ۲ - الگوریتم پیشنهادی برای مدیریت دفیبریلاتورهای کاشتنی قلب حین جراحی‌های الکتریو

محل قرار دادن این پچ‌ها بهتر است به صورت قدامی - خلفی (انتروپوستریور) به جای (انترولترال) باشد و فاصله بین الکترود قدامی و دستگاه بیش از ۸ سانتیمتر باشد.	- قبل از خروج از بخش مونیتوردار - قبل از ترخیص - ظرف یک ماه - پیگیری روتین
ارزیابی پس از جراحی ^۸	در موارد زیر توصیه می‌شود بیمار قبل از خروج از بخش مونیتور دار مورد آنالیز و ارزیابی دستگاه قرار گیرد:
زمان ارزیابی مجدد دستگاه پس از جراحی، بسته به شرایط متفاوت است و به یکی از صورت‌های زیر می‌تواند باشد:	✓ وقتی قبل از جراحی، ری پروگرامینگ انجام شده است.



فلوجارت ۳- الگوریتم پیشنهاد شده برای مدیریت دستگاه‌های الکترونیک کاشتنی قلب در موارد پروسیجرهای اورژانس

✓ در جراحی‌های اورژانسی بالای ناف که امکان آنالیز مناسب قبل از جراحی نبوده است.

✓ در حضور عدم تعادل همودینامیک پس از جراحی باید بلافاصله دستگاه بررسی و در صورت لزوم ریت قلبی بالاتر یا AV Delay مناسب‌تر انتخاب شود.^۵

✓ در جراحی‌های سنگین نظیر جراحی کاردیوتوراسیک و واسکولار (مانند ترمیم آنوریسم آئورت شکمی)

✓ در صورت وقوع حوادث ناخواسته مهم حین پروسیجر نظیر ارست قلبی نیازمند احیا یا نیاز به پیس موقت حین جراحی و کاردیوورژن اکسترنال

و لذا در موارد اورژانس ممکن است ضروری شود، جراحی را بدون فراهم کردن زمینه‌های فوق انجام دهیم که هر چند راه حل کمتر مطلوبی است ولی در موقعیت‌های اورژانس، قابل قبول است. در این موارد ممکن است نیاز به کاربرد مگنت باشد حتی اگر در شرایط ایده‌آل کاربرد مگنت ارجح نباشد.^۱

با پیش بینی مالفانکشن احتمالی دستگاه، پدهای دفیبریلی شن - پیس اکسترنال باید حین جراحی روی قفسه سینه بیمار قرار داده شود.

همچنین در بیمارانی که امکان آنالیز دستگاه در طی یک ماه آینده برایشان فراهم نمی‌باشد، بهتر است قبل از ترخیص تحت ارزیابی دستگاه قرار گیرند. در حضور کاربرد کوتر منوپلار در سایر موارد توصیه به آنالیز دستگاه ظرف یک ماه آینده می‌شود. در مواردی غیر از موارد فوق الذکر توصیه به پیگیری روزانه می‌گردد.

پروتکل پیشنهادی برای پروسیجرهای اورژانس^۸
در بسیاری از مراکز، امکان دسترسی ۲۴ ساعته به پرسنل آموزش دیده برای مدیریت دستگاه فراهم نمی‌باشد

Abstract:

Perioperative Considerations in patients with Cardiac Implantable Electronic Devices

Shahrzad S. MD^{*}, Tabatabaie S. A. H. MD^{**}, Sadeghi M. MD^{}, Jebeli M. MD^{****}***

(Received: 1 Sep 2019 Accepted: 22 Dec 2019)

The care of patients with CIEDs during perioperative period poses unique challenges to ensure a high degree of patient safety.

Currently, there are no randomized controlled trials in this area; therefore, many of the recommendations are based upon the observational studies and expert consensus.

Regarding to continuing evolution in CIEDs technology, there are no simple rules to manage them perioperatively. Also, creation of a uni perioperative care algorithm for the patients with CIEDs is complicated by the diversity of devices which currently is manufactured by the different companies.

The purpose of this document is to provide a general approach in management of these Patients perioperatively which is based upon the reviewing articles and use expert advisories have been developed by some well-known international societies such as HRS (heart rhythm society), ASA (American society of anesthesiology), STS(the society of thoracic surgeons) and etc ...

It is intended to provide guidance to the health care professionals who care for patients with CIEDs during perioperative period and Its important to remember that there are no absolutes with regard to many clinical situations and the ultimate judgement regarding care of a particular patient must be made by the physician in light of all the circumstances presented by the patient and procedure type.

The topic discusses the potential problems that can occur in these patients during the perioperative setting and gives some recommendations for the appropriate evaluation and management of the CIEDs during the procedure and postoperative care.

Key Words: Permanent Pacemaker, Implantable Cardioverter Defibrillator, Cardiac Resynchronization Therapy, CRT-ICD, CRT-pacemaker, Cardiac Implantable Electronic Devices, Electromagnetic Interference

^{*} Assistant Professor of Cardiac & Vascular, Electrophysiologist, Tehran University of Medical Sciences, Shariati Hospital, Tehran, Iran

^{**} Associate Professor of Cardiac & Vascular, Interventional Cardiologist, Tehran University of Medical Sciences, Shariati Hospital, Tehran, Iran

^{***} Associate Professor of Anesthesia, Tehran University of Medical Sciences, Shariati Hospital, Tehran, Iran

^{****} Assistant Professor of Cardiac & Vascular Surgery, Tehran University of Medical Sciences, Shariati Hospital, Tehran, Iran

References:

1. G. Alec Rooke, T. Andrew "Perioperative management of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators: it's not just about the magnet". *Anesthesia & Analgesia* 2013, volume 117, number 2.
2. M. E. Stone, B. Salter and A. Fischer "Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices". *British journal of anesthesia* 2011, 107(S1): i16-i26.
3. John D. Madigan, BA, Asim F. Choudhri "Surgical management of the patient with an implanted cardiac device implication of electromagnetic interference". *Annals of surgery* 1999, 230(5): 639.
4. Pow-Li-Chia, David Foo "A practical approach to perioperative management of cardiac implantable electronic devices". *SMJ (Singapore Med J)* 2015, 56(10): 538-541.
5. Murali Chakravarthy, Dattatreya Prabhakumar "Anaesthetic consideration in patients with cardiac implantable electronic devices scheduled for surgery". *Indian journal of anesthesia* 2017, 61: 736-43.
6. Peter M Schulman, Jonathan B Mark "Preoperative management of patients with a pacemaker or implantable cardioverter-defibrillator". Up to date 2019#H1817455467.
7. An updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices "Practice advisory for the patients with cardiac implantable electronic devices: pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators". *Anesthesiology* 2011, V 114: 247-61.
8. George H. Crossley, Jeanne E. Poole "The Heart Rhythm Society (HRS)/ American Society of Anesthesiologists (ASA) Expert Consensus Statement on the Preoperative Management of patients with Implantable Defibrillators, Pacemakers and Arrhythmia Monitors: Facilities and Patient Management". 2011 Heart Rhythm Society.