الكتروسرجري؛ راديوسرجري يا راديوفركانسى



نوعي دستگاه الكتروسرجري يا الكتروكوتر با فركانس بالا است كه براي RF دستگاه برداشتن ضايعات پوستي از جمله خال، زگيل، اسكار و جاي زخم استفاده ميشود (شكل 1). اين دستگاه به علت داشتن امواج راديويي، كمترين آسيب را حين برداشتن ضايعات پوستي دارد. جريان الكتريسيته با فركانس بالا اثرات مخربي بر بدن ندارد و با ايجاد حرارت باعث بريدن و يا انعقاد نسوج بدن ميشود (شكل 2). جريان الكتريسيته بالا و ولتاژ پايين باعث انعقاد نسوج ميشود.



شكل ۱: نمونه هايي از دستگاه راديوفركانسي



شکل ۲: نمونهایی از تأثیر RF بر ضایعه پوستی

اساس عملکرد دستگاه:

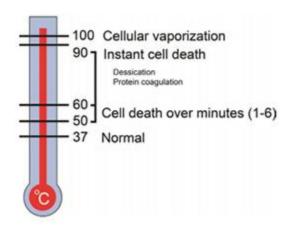
سیتوپلاسم سلولي حاوي ذرات باردار از جمله الکترولیت و پروتئین است. قطبیت متناوب در دستگاه باعث ميشود که ذرات باردار به سرعت به جلو و عقب حرکت کنند و این امر باعث ایجاد اصطکاک ميشود. اصطکاک درواقع همان نیرویي است که باعث ایجاد گرمایش در سلولها ميشود. این مورد باعث ایجاد یک سلولي یا بافتي مانند تبخیر ميشود.

امواج با فركانس راديويي بيشتر از KHz 200 توانايي برش و انعقاد بافتها را دارند. در صورت افزايش فركانس دستگاه در محدوده مگاهرتز دقت در تخريب بافت بيشتر صورت ميگيرد. اين محدوده فركانس به قدري زياد است (يعني بالاتر از محدوده تحريک شدن سلولهاي عصبي و عضلاني بدن است) كه سلولهاي بدن نميتوانند واكنش نشان دهند.

اثر دما بر روي سلولها و بافتها:

دماي معمولي بدن انسان ۳۷ درجه سانتيگراد است. در اين دما سلولها در حالت نرمال هستند و حتي تا دماي ۴۰ درجه سانتيگراد که در زمان تب رخ ميدهد هيچ تاثيري بر ساختار سلولها و بافتها ندار د ولي زمانيکه يکباره دماي سلول تا ۵۰ درجه سانتيگراد افز ايش يابد مرگ سلولي در يک دوره تقريبا ۶ دقيقهاي رخ ميدهد و همچنين زمانيکه دماي سلول تا ۶۰ درجه افز ايش يابد مرگ آني سلولي از طريق خشک شدن و انعقاد آب درون سلول است. در اين دما پيوندهاي هيدروژني پاره ميشوند و اگر درجه حرارت تا ۱۰۰ درجه سانتيگراد افز ايش يابد آب درون سلول در حجم گستردهاي به بخار تبديل ميشود

و تبخیر سلولي رخ ميدهد. اما اگر درجه حرارت به بیش از ۲۰۰ درجه سانتیگراد برسد، مولکولهاي ارگانیک به مولکولهاي کربن که به رنگ قهوهاي یا سیاه هستند تبدیل می شوند.



شكل ٣: ارتباط بين دما و عملكر د سلولها

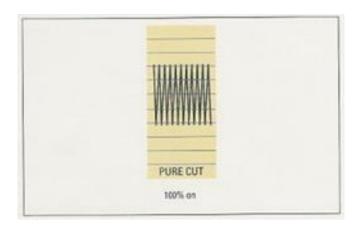
تغییرات بافت که منجر به برش یا انعقاد در بافت میشود:

ابتدابا استفاده از گرماي توليد شده ناشي از مقاومت بافت در برابر جريان توليد شده توسط دستگاه، سلولها از هم پاشيده ميشوند و محتواي درون آنها آزاد خواهد شد. سپس با بخار شدن آب داخل سلولها، بافت جمع ميشود و در نهايت پروتئين سلولهاي خون و بافت تغيير شكل داده و لخته ميشوند.

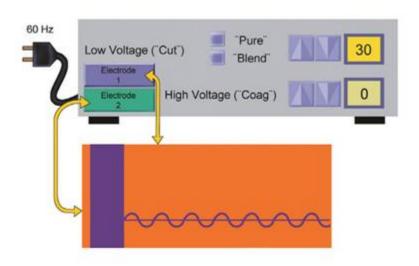
نکته: برش زماني رخ خواهد داد که دماي بافت به ۱۰۰ درجه سانتيگراد برسد و اگر دما کمتر باشد، انعقاد صورت ميگيرد.

حالتهاي مختلف دستگاه:

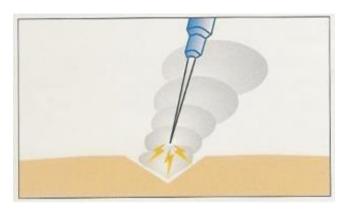
برش (Cut): یک شکل موج متناوب برای برش بافت است. شکل موج در شکل 4 نشان داده شده است. در این حالت قلم باید به صورت شکل 5 بر روی بافت قرار گیرد و گرمای حاصل از آن باعث شده آب درون سلول ها تبخیر شده و یک برش تمیز حاصل شود.



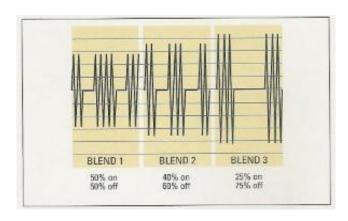
شكل ۴: شكل موج برش در حالت مونوپولار



شکل ۵: تنظیمات دستگاه و شکل موج خروجی در حالت برش

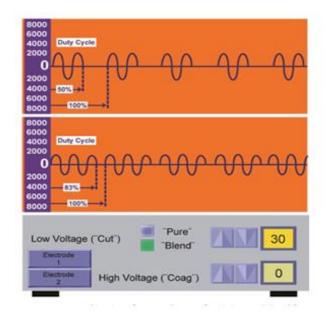


شكل ؟: نحوه قرار گيري قلم در حالت مونوپولار-برش

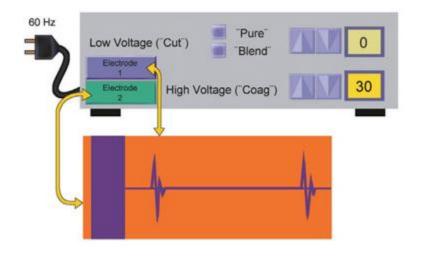


شکل ۷: شکل موج Blend

Blend: شكل موج اين حالت شبيه برش است با اين تفاوت كه در اين حالت صد در صد موج نداريم، شكل موج به صورت سيكلهاي مشخص است. اين حالت توان دستگاه، براي كاهش خونريزي است.



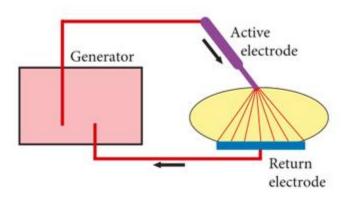
شكل ۸: تنظیمات دستگاه و شكل موج خروجي در حالت Blend نكته: در جراحي براي استفاده از مودهاي مختلف بايد به اين نكته نيز توجه كرد كه از سرقلم مناسب همان مورد استفاده كنيم.



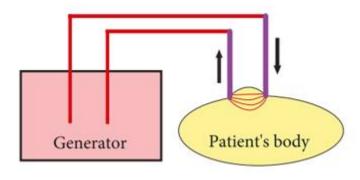
شكل 9: تنظيمات دستگاه و شكل موج خروجي در حالت Coag Coag: اين حالت داراي شكل موج سينوسي ميراشونده است كه در شكل 9 نشان داده شده است.

تفاوت مونوپولار و بایپولار:

در راديوفركانسي در حالت مونوپولار، جريان از الكترود فعال يا قلم مونوپولار كه در دست پزشک است وارد بدن بيمار ميشود و از الكترود غيرفعال يا پليتي كه زير بدن بيمار قرار دارد از بدن خارج ميشود. در حاليكه در حالت بايپولار جريان از يک الكترود فعال وارد بدن بيمار شده و از الكترود فعال ديگر كه به فاصله كوتاهي از الكترود اول است از بدن بيمار خارج ميشود. به علت فاصله كم بين الكترودها چگالي جريان محدود شده و از ولتاژ بسيار كمتري نسب به حالت بايپولار استفاده ميشود. حالت مونوپولار به علت دارا بودن ولتاژ بالاتر داراي كاربرد بيشتري است. نحوه ورود و خروج جريان در هر دو حالت در شكل ۱۰ و ۱۱ مشخص شده است.



شکل ۱۰: نحوه ورود و خروج جریان در حالت مونوپولار



شکل ۱۱: نحوه ورود و خروج جریان در حالت بایپولار

اصول اساسى در الكتروسرجري:

اساس الكتروسرجري براساس برق (الكترونها و حركت الكترونها) است. پس بنابراين بر همين اساس بايد به نكات زير توجه كرد:

همیشه الکترونها حداقل مسیر را طی میکنند.

همیشه الکترونها به منبعی از الکترونها بازمیگردند، مثل زمین.

همیشه الکترونها مدار را کامل میکنند.

گرماي توليد شده در بافت از قانون ژول پيروي ميكند.

که در فرمول بالا، انرژي گرمايي متناسب با مربع جريان، مقاومت بافتي و مدت زمان قرار گرفتن در معرض جريان است.

فاكتورهاي مهم راديوفركانسى در بافت:

سايز الكترود: هرچه سايز الكترود كوچكتر باشد، تمركز بيشتر است.

زمان: هرچه زمان بیشتر باشد، گرماي بیشتري تولید ميشود.

نوع قلم

نوع بافت

لوازم جانبي

قلم الكتروكوتر تكقطبي (مونوپولار):

الكترود فعال با قلم معمولاً به شكل يك ابزار يا پروب ساخته ميشود و توسط پزشك به كار ميرود. بر روي قلم دو دكمه فشاري وجود دارد كه به رنگهاي زرد و آبي هستند. با فشردن دكمه زرد حالت برش و دكمه آبي حالت انعقاد را براي ما مشخص ميكند. كه به دو صورت يكبار مصرف و دائمي در بازار ديده ميشود. همانطور كه از اسم آن پيدا است، قلمهاي كوتر يكبار مصرف بعد از يكبار استفاده بايد دور انداخته شود ولي قلم كوتر هاي دائمي قابليت استريل با اتوكلاو در درماي ۱۳۴ درجه سانتيگراد به مدت ۲۰ دقيقه را دارا هستند.



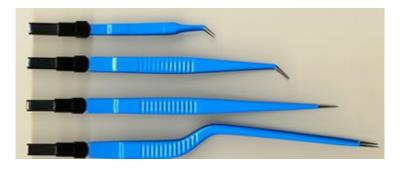
شكل ١٢: نمونهايي از قلم كوتر يكبار مصرف



شكل ١٣: نمونهاي از قلم كوتر دائمي

قلم كوتر دوقطبي (بايپولار):

این الکترودهای فعال دارای دو سر پنس از جنس رساناست و بقیه نواحی آن از مواد عایق پوشیده شده است. نمونههایی از آن را در شکل ۱۴ مشاهده میکنید.



شكل ۱۴: نمونه يي از قلم كوترهاي بايپولار

سرقلم مونوپولار الكتروكوتر:

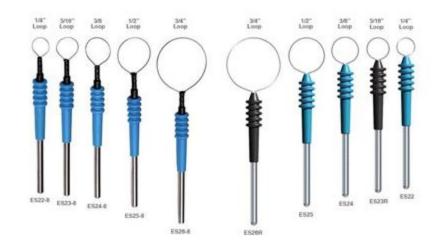
سرقلمها در شكلها و ابعادهاي مختلف ساخته ميشوند. در شكل ۱۵ و ۱۶ سرقلمهاي مختلف نشان داده شده است. البته بايد متذكر شد كه قطر سرقلمها باتوجه به نوع قلم انتخاب ميشوند. نمونههايي از سرقلمها با قطرهاي متفاوت در شكل ۱۷ نشان داده است.

انتخاب سرقلم براساس قلم (قطر دهانه قلم)، نوع عملیات (برش، انعقاد و ...) و نوع و محل ضایعه میباشد.

سرقلمهاي كروي يا توپي شكل معمولاً براي انعقاد استفاده ميشوند. (شكل 18) سرقلمهاي Blade حالت برش همراه با انعقاد دارند. (شكل 18) سرقلمهاي Needle يا سوزني براي عمل برش با تمركز نقطهاي مورد استفاده قرار ميگيرند. (شكل 18)



شكل ١٥: نمونهايي از سرقلم الكتروكوتر در شكلهاي مختلف



شكل ۱۶: نمونه ايي از سرقام الكتروكوتر در اندازه هاي مختلف



شكل ١٧: قطرهاي مختلف قلمها (قطرهاي ٢ و ۴ كه با مربع و دايره نشان داده شده است)



شكل ۱۸: كه به ترتيب از راست به چپ سرقلم سوزني، Blade و توپي يا كروي شكل را نشان ميدهد.

صفحه بيمار (الكترود غيرفعال يا الكترود برگشتي):

الكترود غيرفعال يا پليت سطح بسيار بزرگتري نسبت به الكترود فعال دارد. جريان گذرنده از آن همان جريان گذرنده از الكترود فعال است ولي به علت بزرگتر بودن سطح مقطع چگالي جريان در اين الكترود كمتر است. اين الكترود كه به «صفحه بيمار» موسوم است، از يک سطح با جنس رسانا تشكيل ميشود كه عموماً زير ران، باسن يا كتف بيمار قرار ميگيرد. در دستگاه راديو فركانسي به علت بالا بودن فركانس بدون اين صفحه نيز كار ميكند.

نكته: ابعاد پلیتها با توجه به توان خروجي دستگاه براي بیماران بزرگسال و كودک متفاوت است.

الكترودهاي برگشتي يا الكترود غيرفعال نيز مانند الكترود فعال داري دو دسته بندي مختلف دائمي و يكبار مصرف است و همچنين داري دو مدل تک لبه و دو لبه هستند. پليتهاي دائمي از جنس فلز و سيليكون در بازار موجود هستند كه عموماً پليتهاي فلزي تک لبه براي راديوفركانسي مورد استفاده قرار ميگيرد و استفاده آن براي الكتروسر جري ممنوع است ولي پليتهاي دائمي سيليكوني داراي دو مدل تک لبه و دو لبه هستند.



شكل ١٩: پليت يكبار مصرف تك لبه



شكل ۲۰: پليت يكبار مصرف دو لبه

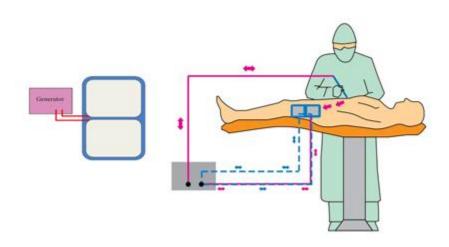


شكل ٢١: پليت دائمي فلزي



شكل ۲۲: پليت دائمي سيليكوني

نكته: باتوجه به اينكه در حالت الكتروسرجري احتمال جداشدن پليت از بدن وجود دارد و همين باعث ايجاد سوختگي در آن ناحيه ميشود، بنابراين با استفاده از پليت دولبه امنيت و احتمال سوختگي را كاهش ميدهيم. در پليت دو لبه، زماني كه بدن بين دو لبه قرار ميگيرد، امكان انتقال جريان وجود دارد، در غير اين صورت مدار قطع ميشود و دستگاه كار نميكند (شكل ۲۳).



شكل ٢٣: نحوه ايجاد اتصال بين دو لبه پليت

پدال:



شکل ۲۴: نمونههایی از یدل دستگاه

به وسیله این اکسسوری میتوان به ژنراتور فرمان برش یا انعقاد داد. همانطور که گفته شد قلم دارای دو دکمه شود.

حالت مونوپولار: پدال زرد رنگ، برش و پدال آبي رنگ، وضعیت انعقاد را ایجاد ميكند. حالت بایپولار: هركدام از پدال هاي زرد یا آبي به تنهایي یا با هم فشار داده شوند، خروجي دو قطبی فعال میشود.

نحوه استفاده از دستگاه:

دستگاه را به برق متصل کنید.

قلم مونو یا بایپولار را متصل کنید.

پلیت را متصل کرده و حتماً آن را در در نزدیکترین ناحیه به محل عمل قرار دهید. (در صورت عدم اتصال پلیت دستگاه باید هشدار عدم اتصال دهد).

نكته: در صورت اتصال قلم بايپولار نيازي به اتصال پليت نيست.

نکته: پلیت باید دور از محل پیس میکر و هرگونه وسیله آهنی در بدن قرار گیرد.

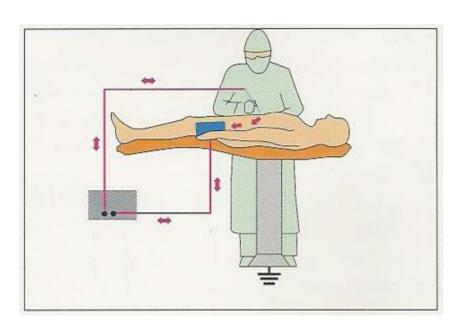
نکته: پلیت باید در جایی که دارای سطح وسیع است قرار گیرد مثل زیر کتف یا ران پا.

نكته: بهتر است پليت در جايي با بافتهاي عروقي بيشتر و ماهيچه قرار گيرد.

پدال پایی را متصل نمایید. (در صورت استفاده از قلم بایپولار باید از پدال استفاه شود ولی در حالت مونوپولار استفاده از پدال انتخابی است)

توان مورد نظر را با توجه به نوع عمل و محل عمل انتخاب كنيد.

جراحی را شروع کنید.



شکل ۲۵

نگهداری:

حتماً پیش از استفاده از دستگاه، قلم و پلیت بیمار را بررسی کنید تا از عدم وجود پارگی، سوختگی و . . . روی کل سیم رابط قلم و پلیت مطمئن شوید.

نحوه تمیز کردن و استریلیز اسیون

دستگاه را با یک پارچه نمدار تمیز کنید.

در صورت استفاده از قلم یکبارمصرف، پس از هر بار استفاده قلم را دور بیاندازید.

قلم دائمي و سرقلمها، قابلیت اتوکلاو در دماي ۱۳۴ درجه را دارند. پس از هر بار استفاده استریل شوند.

نكات ايمني:

دستگاه حتماً به برق ارت دار متصل باشد تا جریانهای اضافه به زمین منتقل شود.

در حین عمل جراحی مراقب باشید بدن بیمار با هیچ شی فلزی (از جمله زیرورآلات، دکمه ها، اکسسوری دستگاه های ECG ، EEGو... و حتی لبه های تختها) یا حتی پارچه نمدار تماس برقرار نکند زیرا باعث عبور جریانی زیاد از سطحی کوچک شده و باعث سوختگی میشود. در شکل 26 نمونه ای از سوختگی مشاهده می شود.



شكل ۲۶: نمونهاي از جسم فلزي و تأثير آن بر روي بدن در حين كار با الكتروسرجري

جسم فلزي باعث مي شود يک مسير خروجي جايگزين براي جريان الکتريکي فراهم شود، در نتيجه، گرما در يک نقطه متمرکز مي شود و سوختگي ايجاد مي شود.

حتماً باید دقت شود که پلیت کاملاً به محل چسبیده باشد (اگر پلیت یکبار مصرف باشد باید چسب آن خوب باشد و در صورت دائمی بودن پلیت باید آن را محکم با بست به محل ببندید). در صورت جداشدن پلیت از محل، سطح تماس کوچکتر میشود و باعث ایجاد سوختگی میشود.

منابع:

1-الكتروسرجري، دكتر بهادر اعلمي هرندي، دكتر سعيدرضا مهرپور، مجله جراحان استخوان و مفاصل ايران، شماره۱، ۱۳۸۵، ۴۱-۴۸

2-دفترچه راهنماCovidien

3- Jones, Daniel B., et al. "Safe energy use in the operating room." Current problems in surgery 52.11 (2015): 447-468.

4- Bisinotto, Flora Margarida Barra, et al. "Burns related to electrosurgery-Report of two cases." Revista brasileira de anestesiologia 67.5 (2017): 527-534.

نگار صادقی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز