

اصول الکتروسرجری در ژنیکولوژی

فصل ۱۵ تلینز

تعاریف پایه:

ولتاژ: فشار مورد نیاز برای هدایت الکترونها است. واحد استاندارد آن V ۱ است.

Coulombs: حجم الکترونها با این واحد اندازه گیری می شود.

سرعت جریان current rate: واحد آن آمپر (amperes) یا coulombs در ثانیه بوده و به معنی عبور حجمی از الکترونها از یک هادی طی مدت زمان خاص است. هرچه مقاومت بیشتر شود، جریان الکتریسیته کمتر می شود (قابل تشبیه به جریان آب).

Impedance: مقاومت در مقابل عبور جریان الکتریسیته است که واحد آن اهم (ohms) است (Ω). مقاومت بستگی دارد به تغییر در ولتاژ (متناوب یا نوسانی، alternating or fluctuating)، فرکانس (تعدیل شده یا نشده، modulating or demodulating)، و نوع بافت.

می تواند ترکیبی از مقاومت بافتی و ظرفیت (capacitance) را اندازه گیری کند. مقاومت در بافت انسانی $V - 1000$ و در لوله فالوپ $V - 400 - 500$ است.

قانون اهم: جریان الکتریسیته با ولتاژ ارتباط مستقیم و با مقاومت ارتباط عکس دارد، $I=E/R$

انرژی: کار تولید شده طی زمان یا انرژی مصرف شده در یک زمان خاص است که بر اساس ژول (joules) اندازه گیری می شود. ژول برابر است با کار (watts) ضربدر زمان (ثانیه)

الکتریسیته: حرکت الکترونها بین دو قطب مخالف مثبت و منفی است.

الکتروکوتر: انتقال انرژی بوسیله گرما مثل یک سیم داغ. یعنی توسط الکتریسیته در یک جسم هادی گرما ایجاد کرده و گرمای ایجاد شده برای کوتر بافت استفاده می شود. الکتریسیته بداخل بافت وارد نمی شود.

الکتروسرجری: انتقال انرژی از یک ژنراتور الکتروسرجیکال به بافت از طریق الکترونها (پاکه های انرژی)

Bipolar: الکترودهای اکتیو و پاسیو با سائز مشابه و در نتیجه، دانسیته مشابه هستند. ژنراتورهای bipolar معمولاً در مقابل یک مقاومت $V - 100$ تنظیم می شوند.

Blend: جریان الکتریسیته در مدت $50 - 20\%$ زمان مورد نظر قطع می شود.

COAG: یک جریان الکتریکی منقطع است. زمان قطع آن می تواند بین 10 تا 50% زمان تنظیم شود. با یک قدرت ثابت، ولتاژ جریان در COAG بیشتر از CUI است.

دانیسته جریان یا قدرت (power): سطحی از الکترونها که در تماس با بافت قرار می گیرند. هر چه سطح تماس کوچکتر باشد، اثر گرمایی آن بیشتر است.

CUT: یک جریان الکتریکی مداوم است. ولتاژ آن همیشه کمتر از BLEND و COAG است.

Desiccation: عملکرد انعقاد بافت پس از تماس با الکتروند فعال است. از هر دو نوع موج CUT و COAG می توان استفاده کرد ولی CUT ارجح است. در اینجا دمای داخل سلول کمتر از 100°C باقی می ماند در نتیجه سلول دهیدره و shrink می شود.

Vaporizing یا تخیر کردن: دمای سلول به سرعت به بیش از 100°C می رسد که سبب پارگی سلول و ایجاد بخار می شود.

sparking (Fulguration , arcing) یا جرقه زدن: در نتیجه عبور جریان الکتریسته از میان گاز (هوا یا آرگون) ایجاد می شود.

وات یا کار (watts): برابر است با نیرو (ولت) ضربدر سرعت جریان (آمپر)

فرکانس موج: به معنی تعداد امواج در یک جریان الکتریکی متناوب است که در الکتروسرجری معمولاً بین ۳۵۰ هزار تا ۴ میلیون سیکل در ثانیه است.

منوپلار: الکتروند فعال کوچک (با دانیسته زیاد) و الکتروند پاسیو، بزرگ (با دانیسته کم) است. اغلب ژنراتورهای منوپلار برای مقاومت 500V تنظیم می شوند.

مدار باز (open circuit): اگر ژنراتور قبل از تماس الکتروند اکتیو با بافت فعال شود، این حالت ایجاد می شود. این حالت سبب ایجاد ولتاژ بالاتر می شود. بخصوص در COAG از مدار باز برای fulguration یا شروع یک انسیزیون استفاده می شود. در مدار باز ولتاژ بالا ایجاد شده (بخصوص در COAG) که سبب انتقال انرژی به دستکش جراحی می شود.

الکتروند برگشتی بیمار (grounding pad): یک pad هادی بزرگ با دانیسته کم است که در تماس با بیمار قرار داده می شود تا مسیر الکتروسرجیکال کامل شود.

Edge density: تمایل الکترونها برای تجمع در لبه های یک الکتروند مسطح یا نامنظم در زمان خروج از الکتروند. این خاصیت سبب توانایی cutting در الکتروندهای blade – shape می شود.

Faradic effect: تحریک الکتریکی عضله در پاسخ به فرکانسی از جریان الکتریکی که کمتر از ۱۰۰/۰۰۰ سیکل در ثانیه باشد. کیلو هرتز (kHz) نشاندهنده ۱۰۰۰ سیکل از امواج رادیویی در ثانیه است.

جفت شدن مستقیم (Direct coupling): اگر در یک مدار الکتریکی در حالیکه جریان الکتریسیته فعال است، دو هادی فلزی با هم تماس پیدا کنند یا به اندازه ای نزدیک باشند که ایجاد جرقه کند جفت شدن مستقیم گویند. یک نمونه آن اشکال در عایق بندی یک الکتروود است.

ظرفیت پذیری یا جفت شدن ظرفیتی (capacitance or capacitive coupling): اگر دو هادی که توسط یک نارسانا از هم جدا می شوند بتوانند جریان الکتریکی را دریافت کرده یا انتقال دهند، این حالت ایجاد می شود. در اینجا یک هادی جریان فعال را انتقال می دهد و همزمان در هادی نزدیک خود یک جریان جداگانه را القا می کند. در این حالت یک مدار در منوپلار ایجاد می شود که از دو صفحه فلزی یا تیوب فلزی که توسط هوا یا یک نارسانای دیگر از هم جدا شده اند، تشکیل شده باشد. این وضعیت در بای پلار ایجاد نمی شود.

اساس الکتروسر جری:

ژنراتورهای الکتروسر جیکال، جریان متناوب الکتریسیته را با فرکانسی ایجاد می کنند که در عضله تحریک ایجاد نکند (۵۰۰ هزار تا ۳ میلیون سیکل در ثانیه).

جریان مستقیم فقط در یک جهت حرکت می کند در حالیکه جریان متفاوت به جلو و عقب می رود به اینصورت که ابتدا تا حد ماکزیمم در یک جهت و سپس تا حد ماکزیمم در جهت دیگر افزایش می یابد. این موج سینوزوئیدال می تواند منقطع یا متغیر باشد و بنابراین اثرات متفاوتی را ایجاد می کند.

موج متناوب، پیکهای مثبت و منفی دارد بنابراین وقتی از هر سلول عبور می کند، قطبیت پلاریتیک آن تشدید شده و ایجاد گرما می کند. (شکل ۱-۱۵ صفحه ۲۸۲)

اندازه بین پلاریته صفر تا پلاریته مثبت یا منفی را Peak voltage گویند، و اندازه پیک مثبت تا پیک منفی را Peak – to – peak voltage گویند. یک جریان CUT ساده، یک موج سینوزوئیدال ساده و مداوم بدون انقطاع و غیر متغیر است (شکل ۲-۱۵ صفحه ۲۸۳)، در حالیکه جریان COAG کاملاً منقطع (و متغیر یا میرا) است. (شکل ۳-۱۵) بنابراین برای ایجاد یک قدرت ثابت، باید ولتاژ در COAG بیشتر از CUT باشد.

جریان BLEND، در اینتروالهای متغیر قطع می شود و بنابراین درجات متفاوتی از خصوصیات کواگولاسیون یا کات را ایجاد می کند.

الکتروسر جری منوپلار:

وقتی الکترونها از طریق یک هادی وارد بدن می شوند، در مسیری جریان پیدا می کنند که به طرف کمترین مقاومت باشد که همان الکتروود برگشتی است. هر چه الکتروود برگشتی کوچکتر شود، دانسیته جریان و در نتیجه گرمای ایجاد شده در محل خروج الکترونها افزایش یافته و ممکن است سوختگی ایجاد شود.

در تشبیه با جریان آب: اگر مقاومت در مقابل جریان آب زیاد شود، برای ایجاد جریان باید فشار وارد شده بر آب بیشتر شود. بنابراین اگر بافتی که الکتریسته در آن جریان دارد، مقاومت بالایی داشته باشد ولی فشار ولتاژ کم باشد، جریان الکترون‌ها کند شده و یا ممکن است به مسیر دیگری که مقاومت کمتری دارد تغییر مسیر دهند. در این حالت اگر ولتاژ افزایش پیدا کند، الکترون‌ها با فشار بیشتری به دنبال یک مسیر جانشین (مثل ارگان حیاتی که جریان در آن تجمع پیدا کرده)، و یا به سمت یک الکتروود برگشتی دیگر (مثل مونیتورینگ قلب) می‌روند.

بنابراین باید جراح:

- از کمترین ولتاژ مورد نیاز برای رسیدن به هدف مورد نظر استفاده کند.
- الکتروود برگشتی کاملاً با بیمار تماس داشته باشد.
- الکتروود برگشتی به اندازه کافی بزرگ باشد تا دانیسته جریان را کاهش دهد.

ژنراتورهای الکتروسرجیکال:

اغلب ژنراتورها برای منوپلار در مقابل $500V$ و برای دو قطبی در $100V$ تنظیم می‌شوند، و برای COAG حداکثر جریان $8000V$ را ایجاد می‌کنند.

اصول پایه ایمنی در الکتروسرجری:

- (۱) همیشه برای کواگولاسیون، ابتدا الکتروود را با هموستات تماس دهید سپس انرژی را فعال کنید.
- (۲) از یک سیستم الکتروود برگشتی (REM System) استفاده کنید. صفحه الکتروود برگشتی را طوری قرار دهید که بلندترین لبه آن نزدیک به محل جراحی باشد، و محل قرار گرفتن آن nondependent، تمیز، خشک و shave شده باشد و در محل برجستگی‌های استخوانی یا بافت اسکار نباشد. از یک pad با سایز مناسب استفاده کنید ولی برای ایجاد سایز مناسب هیچگاه pad را نبرید.
- (۳) از کمترین ولتاژ که هدف مورد نظر را تأمین کند استفاده کنید. برای desiccation همیشه از CUT استفاده کنید و از COAG برای Fulguration استفاده کنید.
- (۴) الکتروود را به مدت کوتاه فعال کنید. (۳ ثانیه)
- (۵) هیچگاه از کلیپس‌های فلزی برای اتصال کابل‌ها به پوشش بیمار (drape) استفاده نکنید، زیرا لیک جریان الکتریکی به شکل capacitance می‌تواند باعث سوختگی پوستی شود.
- (۶) قبل از استفاده به عایق بندی وسایل توجه کنید.
- (۷) اگر بیمار pace maker دارد بهتر است از bipolar استفاده شود و در صورت استفاده از منوپلار می‌بایست از نمایندگی آن، توصیه‌های لازم دریافت شود.

۸) اگر قدرت معمولی الکتریسیته ناکافی بود، قبل از افزایش دادن قدرت، مدار را بررسی کنید بخصوص اتصال الکترود برگشتی را.

الکتروسرجری دو قطبی

در سیستم دو قطبی الکترود فعال و برگشتی (آوران و وابران) در یک وسیله دارای دو قطب، مثل فورسپس یا قیچی تعبیه شده اند. بنابراین نیاز به صفحه زمین (ground plate) نیست.

در این وسیله دو قطبی، جریان الکتریسیته با دانسیته بالا در هر دو قطب فورسپس ایجاد می شود. بنابراین بسته به سائز و شکل فورسپس، در بافتی که بین دو قطب است desiccation مناسب ایجاد می شود و از طرفی شانس ایجاد راههای فرعی کاهش می یابد.

محدودیت‌های خاص بای پلار:

- میزان مقاومت بافتی جهت تنظیم قدرت خروجی دستگاه چندین برابر کمتر از منوپلار است. در نتیجه انرژی خروجی دو قطبی دستگاه کمتر از منوپلار دستگاه است.
- در ژانراتورهایی که قدرت خروجی را با وات اندازه گیری می کنند میزان مقاومت ۳ تا ۵ برابر کمتر از مقاومتی است که برای تنظیم خروجی منوپلار استفاده می شود. بنابراین اثر بافتی آن ممکن است بسیار کمتر از همان قدرت برای منوپلار باشد. بنابراین، در اغلب موارد استفاده از بای پلار محدود به همان بافتی می شود که بین فورسپس یا قیچی نگهداشته شده است و قدرت خروجی محدود اما دانسیته آن زیاد است.
- در بای پلار، تنها باید از موج CUT استفاده شود.

رفتار بیوفیزیکال الکتروسرجری

الکتروسرجری به سه منظور استفاده می شود:

- CUT (تبخیر vaporize)
 - کوآگولاسیون عمقی (desiccate)
 - کوآگولاسیون سطحی (fulgurate)
- اثر بافتی الکترود بستگی دارد به:

- شکل و سائز الکترود
- فرکانس و درجه تغییر جریان الکتریکی
- پیک ولتاژ
- جریان متناوب با مقاومت خروجی

موج CUT یک موج سینوزوئیدال دائمی با فرکانس ۵۰۰-۳۰۰۰ KHZ است.

در الکتروکواگولاسیون بسته به نوع آن (عمقی یا سطحی) می تواند گرمایی در محدوده 45°C تا 500°C ایجاد کند. موج COAG شامل انفجارهای کوچک امواج سینوزوئیدال با ولتاژ بالا است که فرکانس آن 500 KHZ است. در COAG قدرت متوسط (گرما در ثانیه) در یک ولتاژ ثابت، کمتر از CUT است. زیرا COAG در بیشتر زمان جریان، قطع است. (شکل 10-15) و (11-15)

COAG با ولتاژ بالا می تواند بدون ایجاد اثر CUT، در بافت ایجاد جرقه کند زیرا اثر گرمایی آن متناوب است. گرمای ایجاد شده در سلول آنقدر بالا نمی رود که به بخار تبدیل شود، بنابراین سلولها به آهستگی دهیدره شده و پاره نمی شوند در نتیجه انسزیون ایجاد نمی شود.

بنابراین COAG ولتاژ بالا را می توان در بافت با مقاومت بالا بکار برد و به این طریق مدتی پس از خروج آب از بافت fulguration ایجاد شده و به کرین تبدیل می شود.

در desiccation، موج COAG به شکلی بکار می رود که قبل از فعال شدن ژنراتور، الکتروود با بافت تماس پیدا کند. به این طریق گرما بصورت عمقی نفوذ کرده و در سطح جرقه بسیار کمی ایجاد می شود. (شکل 12-15) ولی در fulguration، جرقه های سطحی در بافت ایجاد شده و سطح به سرعت منعقد می شود و زغالی می شود در حالیکه گرما به عمق نفوذ نمی کند. (شکل 13-15)

فولگوراسیون از چند جهت با desiccation قابل مقایسه است:

- جرقه ی بافتی با فولگوراسیون همیشه ایجاد نکروز می کند، ولی در desiccation بسته به دانسیته جریان، ممکن است نکروز ایجاد شود یا نه.
- برای فولگوراسیون، تنها به یک پنجم میزان جریان desiccation نیاز است. برای مثال اگر یک الکتروود توپی به یک بافت مرطوب فشار داده شود صرف نظر از نوع جریان، desiccation ایجاد می شود. در ابتدا مقاومت بافت کم است ← جریان زیاد است. به تدریج که بافت خشک شود مقاومت آن افزایش می یابد تا جاییکه اتصال الکتریکی قطع می شود و این مسئله سبب محدودیت عمق کواگولاسیون می شود.
- الکتروودها بسته به شکل آنها برای منظوری خاص بکار می روند. با تغییر نوع موج می توان از cutter برای کواگولاسیون و یا از کواگولاتور برای کات استفاده کرد. هرچه سرعت عبور الکتروود از داخل یا روی بافت زیادتر باشد، اثر کواگولاسیون کمتر و اثر کات بیشتر است.
- هر چه الکتروود پهن تر باشد، اثر cut کمتر و اثر کواگولاسیون بیشتر است.

انسز یونها:

موج cut سبب افزایش گرمای داخل سلولی می شود و در نتیجه آب داخل سلولی به جوش می آید و سلول منفجر و vaporize می شود. حجم بخار آب ۶ برابر حجم آب است. تبخیر سلولی سبب پراکنده کردن گرما می شود که این یک اثر سرد کننده است (cooling effect) که احتمال آسیب گرمایی به بافت مجاور را کم می کند. در اینجا اثر کواگولاسیون وجود ندارد یا بسیار کم است. در cut، الکتروود باید درست قبل از تماس با بافت، فعال شود (شکل ۱۶-۱۵). در اینجا امواج، با ولتاژ پایین و دانسیته بالا هستند.

Cut باید با الکتروود کوچک یا باریک انجام شود. در واقع سرعت عبور الکتروود و سایز و شکل الکتروود، اثر گرمایی بر بافت و میزان وسعت آسیب جانبی را پیشگویی می کنند. همینطور مقاومت طبیعی بافت باید در نظر گرفته شود. در cut، ولتاژ باید به حد پیک $200V$ برسد تا بتواند هوای بین الکتروود و بافت رایونیزه کند.

- هرچند اغلب جراحان، پوست را با اسکالپل برش می دهند ولی می توان از یک الکتروود سوزنی یا knife نیز استفاده کرد. از آنجا که الکتروود سوزنی بالاترین دانسیته قدرت را دارد، اگر سرعت عبور الکتروود سریع باشد و از موج cut استفاده شود، هیچ desiccation در بافت مشاهده نمی شود اما همانند چاقو، پوست ممکن است خونریزی کند. با اینحال تنها جراحان بسیار ماهر برای برش پوست از الکتروسرجری استفاده می کنند.
- چربی شکم را که مقاومت زیادی دارد می توان با COAG و با یک الکتروود blade برش زد زیرا در اینصورت دانسیته در لبه الکتروود افزایش می یابد. با این کار خونریزی های کوچک در لبه انسزیون همزمان fulgurate می شوند. در صورتی که هنگام برش چربی عروق بزرگ مشاهده شدند، می توان blade را ۹۰ درجه چرخاند و آنها را desiccate کرد و سپس برش داد زیرا در سطح پهن الکتروود، دانسیته کمتر است.

تکنیک desiccation

coaptive coagulation یعنی کلامپ یک رگ خون دهنده با یک کلامپ هادی و اتصال جریان برای ایجاد کواگولاسیون. برای جلوگیری از desiccation بیش از حد بافت مجاور، می بایست از موج cut با ولتاژ پایین استفاده کرد. ژنراتور نباید قبل از اتصال الکتروود با بافت فعال شود.

در desiccation با منوپلار، انعقاد عمقی بافتی که در هموستات گرفته شده است در تمام ضخامت آن یکنواخت است ولی در بای پلار ابتدا سطح بافت گرم می شود و مرکز آن بعداً گرم می شود. به همین دلیل ژنراتورهای بای پلار جدید روی cut تنظیم شده اند و یک flow meter (ammeter) دارند که کامل شدن desiccation را تأیید می کند. در بای پلار اگر بافت گرفته شده خیلی ضخیم باشد ممکن است عمق آن کاملاً منعقد نشود.

از تکنیک cut برای آمپوته کردن پدیکولهای بزرگ بافتی با منوپلار یا بای پلار می توان استفاده کرد. برای desiccation، از COAG نباید استفاده کرد زیرا ولتاژ آن تا ۳ برابر افزایش می یابد و ژنراتور کمتر از ۱۰٪ کارآیی دارد.

تکنیکهای فولگوراسیون

اگر جراح قسمتی از بافت را با الکتروود grasping نگهدارد، هر دو نوع موج COAG و CUT سبب desiccation می شوند. ولی اگر بافت از نوک الکتروود جدا شود، جرقه زدن یا sparking یا fulguration ایجاد می شود. این عمل برای توقف خونریزیهای oozing سطحی مثل خونریزی عضلانی با منشأ وریدی مناسب است. از آنجا که خون غنی از سالین است، یک سطح خونی به سختی کواگولیت می شود زیرا دانسیته جریان، هدایت شده و پراکنده می شود. بنابراین ریختن یک محلول غیر هادی روی سطح و یا ساکشن کردن خون سبب کواگولاسیون بهتر می شود. برای شریانهای بزرگتر از ۱-۲ mm، فولگوراسیون موثر نیست و می بایست از staple، desiccation یا لیگاتور استفاده کرد.

اثر بافتی فولگوراسیون بستگی دارد به دانسیته زیاد هر جرقه (بدون توجه به ولتاژ). بنابراین در فولگوراسیون افزایش دانسیته خروجی دستگاه سبب می شود که نتیجه عمل بهتر باشد و شانس تماس الکتروود با بافت کمتر شود. در نتیجه از desiccation ناخواسته جلوگیری می شود.

کواگولاتور آرگون بیم (Argon Beam C)

یک الکتروود منوپلار است که گاز آرگون با سرعت ۱۲ لیتر در دقیقه در لاپاراتومی و ۴ لیتر در دقیقه در لاپاراسکوپي خارج می شود. خصوصیت یونیزاسیون گاز آرگون سبب می شود که طول جرقه های ایجاد شده بیشتر شود و بتواند بطور کامل به بافت برسد و مدار الکتریکی را کامل کند. از آنجا که هوای اتاق یا CO2 مقاومت بیشتری نسبت به گاز آرگون دارد، الکترونها ترجیح می دهند که در گاز آرگون طی مسیر کنند بنابراین اثر کواگولاسیون آنها بهتر است. از طرفی جرقه های ایجاد شده در گاز آرگون یک رنگ آبی روشن ایجاد می کنند ← به راحتی مشاهده می شوند و این مسئله برای انعقاد سطح خونریزی دهنده کمک کننده است. از طرف دیگر، گاز آرگون که با فشار خارج می شود، خون را از سطح خونریزی دهنده به کنار می زند ← کواگولاسیون موثرتر است. نکته مهم اینکه برای جلوگیری از تخریب عمقی بافت باید الکتروود را مانند یک قلم رنگ در سطح حرکت داد.

الکتروسرجری در بارداری

الکتروسرجری در بارداری هیچ تأثیر منفی بر جنین ندارد زیرا جنین در AF غنی از الکترولیت قرار دارد که او را از تجمع جریان الکتریسته محافظت می کند. ولی اگر فرکانس خروجی ژنراتور الکتروسرجیکال بیش از اثر فارادیک (سطحی که سبب تحریک انقباض عضله می شود) باشد، این مسئله برای جنین نیز صدق می کند.

مایعات غیر الکترولیتیک

این مایعات مانند گلیسین و سوربیتول برای تسهیل desiccation یا فولگوراسیون بکار روند. از آنجا که خون با این مایعات مخلوط نمی شود، رگ خونریزی دهنده به راحتی قابل مشاهده است. از طرفی بر خلاف آنچه در مورد خون غنی از الکترولیت ایجاد می شود، الکتریسته منتشر نمی شود ← کوآگولاسیون موثرتر می شود. این خاصیت در جراحی های میکروسرجیکال و یا طی فولگواسیون یک سطح وسیع oozing مفید است. برای این منظور مایع غیرالکترولیت را به آهستگی روی سطح مورد نظر جاری می کنند. از آنجا که جریان مایع یک اثر سرد کننده دارد، قدرت الکتریسته مورد نیاز نسبت به سطح خشک بیشتر می شود. برای کاهش خطر هیپواسمولالیتی ناشی از جذب عروق این مایعات، می بایست پس از خاتمه عمل، بقیه مایع برداشته شود.

Sealing یا چسباندن عروق با bipolar

آخرین پیشرفت در تکنیک بای پلار معرفی وسایلی است که هم لیگاتور و هم cut می کنند و از طریق انتقال انرژی با جریان بالا و ولتاژ کم، تخریب گرمایی را به حداقل می رسانند. این وسایل برای cut، تبخیر (vaporize)، کوآگولیت و چسباندن بافت های مختلف بکار می روند. یک آلارم دستگاه، desiccation کامل بافت را اعلام می کند و سپس قطع بافت توسط یک وسیله مکانیکی متصل به دستگاه صورت می گیرد.

با کشف این واقعیت که بهم چسباندن (fusion) دیواره رگ با استفاده از انرژی الکتریکی که سبب تخریب کلاژن و الاستین دیواره رگ می شود، باعث چسبیدن دائمی رگ با قدرت چسبندگی بالا می شود، وسیله لیگاشور (Liga Sure) ایجاد شد. ساینز آن در لاپاراسکوپ ۵ و ۱۰ میلیتر، و در لاپاراتومی ۷ و ۹ اینچ است. با این وسیله عروق شریانی، وریدی و لنفاتیک تا قطر ۷ میلیتر بطور موثر گرفته می شوند.

وسيله ديگر، تکنولوژی PK است که انرژی ضربانی را با کنترل فیدبک مداوم تخلیه می کند. ساینز آن در لاپاراسکوپ ۵ و ۱۰ میلیتر، و در لاپاراتومی ۹،۷۵ اینچ است.

وسيله سوم سیستم فیوژن عروقی لاپاراسکوپیک EnSeal است. قطر آن ۵ میلیتر است و یک وسیله bipolar است که جریان تنظیم شده را بصورت موضعی هدایت می کند. دمای بافت هیچگاه از ۱۲۰ °C بیشتر نمی شود زیرا بتدریج مقاومت بافت زیاد می شود.

در این وسایل cutting بصورت مکانیکال انجام می شود، ولی cutting واقعی الکتروسرجری با تکنولوژی جدید bipolar قابل انجام است که یک جریان با ولتاژ کم را از طریق ژنراتور دارای فیدبک نسبت به مقاومت بافت (impedance – feedback) تولید می کند. برای عمل cutting هر دو الکتروود با بافت تماس داده می شوند، و درحالیکه جریان الکتریکی فعال است الکتروودها عقب کشیده می شوند.

نکته مهم اینکه عمل cutting با این وسایل bipolar ممکن است در بافتهای با مقاومت زیاد مثل چربی یا بافتی که خیلی desiccate شده است به خوبی صورت نگیرد زیرا ولتاژ این دستگاهها کم است.

لاپاراسکوپي

Desiccation با فورسپس 5mm grasping آهسته تر از 3mm است.

از الکتروود knife می توان برای برش و desiccation همزمان استفاده کرد (با موج CUT)، با سطح باریک آن برای برش و سطح پهن آن برای desiccation.

یک الکتروود توپی اگر با بافت تماس پیدا کند بدون توجه به نوع موج (CUT یا COAG) سبب desiccation می شود، ولی اگر با فاصله از بافت نگهداشته شود و از موج COAG با ولتاژ بالا استفاده کند فولگوراسیون ایجاد می شود.

با تغییر نوع الکتروود باید خروجی ژنراتور نیز تغییر کند. مثلاً اگر پس از یک الکتروود blunt، از الکتروود سوزنی که دانسته بالایی دارد استفاده شود و خروجی دستگاه نیز زیاد باشد، بافت به شدت تخریب شده و گرمای پاسیو ایجاد شده نیز می تواند الکتروود سوزنی را تخریب کند.

اگر از bipolar استفاده می شود باید CUT استفاده شود. استفاده از موج COAG با ابزار بای پلار سبب چسبیدن (sticking phenomena) می شود و از طرفی کواگولاسیون نیز ناکامل است. برای جداکردن وسیله از بافت چسبیده، لیگاتور را باز کرده و درحالیکه با یک مایع هادی مثل سالین شستشو می دهیم، انرژی را فعال می کنیم. اینکار باعث جوشاندن مایع بین الکتروودها شده و در اثر عمل مکانیکال حبابها، پدیکول آزاد می شود. همینطور طی لاپاراسکوپي، دود ایجاد شده بدنبال الکتروسرجری یکی از مشکلات است که شستشوی بافت با گلیسین یا سوربیتول (بجای سالین یا رینگر لاکتات) می تواند دود را کاهش دهد. توصیه می شود درحالیکه جریان الکتریکی برقرار می شود همزمان مایع غیر الکترولیتی نیز در محل وارد شود.

ظرفیت دار شدن یا capacitance در منوپلار

Capacitance یک ویژگی فیزیکی است که در منوپلار اتفاق می افتد. وقتی دو وسیله هادی که هر کدام دارای عایق هستند، در مجاورت نزدیک با هم قرار گیرند می توانند یک جریان الکتریکی را از یکی به دیگری ایجاد کنند. (شکل ۱۸-۱۵ صفحه ۲۹۱)

میزان انرژی منتقل شده بستگی دارد به:

- (۱) طول هادی (هر چه طویل تر، اثر آن بیشتر)
 - (۲) فاصله بین دو هادی (هر چه فاصله کمتر، اثر بیشتر)
 - (۳) نوع موج (با COAG بیشتر)
 - (۴) فرکانس موج (هر چه بیشتر، اثر بیشتر)
- در لاپارسکوپی وقتی انرژی منوپلار منقطع با ولتاژ بالا از داخل یک الکتروود دارای عایق و با طول زیاد عبور می کند، بخصوص اگر فرکانس ژنراتور زیاد باشد، ظرفیت دار شدن ایجاد می شود. یعنی به میزان ۵۰٪-۸۰٪ جریان ایجاد شده در الکتروود، در تروکار آن نیز جریان ایجاد می شود.
- اگر sleeve تروکار نیز فلزی باشد، جریان ایجاد شده در تروکار به سرعت به بیمار و در نتیجه الکتروود برگشتی هدایت شده و خارج می شود و در نتیجه هیچ اثر مضر گرمایی ایجاد نمی شود. اما اگر sleeve تروکار غیر هادی باشد، جریان ایجاد شده ایزوله باقی می ماند و اگر یک بافت حیاتی مثل روده، با کانول آن (بخصوص سطح کوچکی از آن) تماس پیدا کند (در حالیکه انرژی فعال است) باعث سوختگی ارگان می شود.
- بهترین راه برای کاهش احتمال capacitance، استفاده از تروکار تمام پلاستیک یا تمام فلزی است (هیچگاه پلاستیک را با فلز میکس نکنید).

ریزه کاربهای تکنیکهای الکتروسرجری

ولتاژ COAG بالاست ← کوآگولاسیون تماسی به لایه های سطحی محدود می شود زیرا بتدریج مقاومت بافتی بدلیل desiccation و کربونیزه شدن سطحی زیاد می شود.

در مقابل، CUT با ولتاژ کم سبب ایجاد گرمای تدریجی در بافت می شود ← نفوذ آن عمیق تر و قابل اعتمادتر است.

برای sealing عروق رحمی و تخمدانی استفاده از هر کدام از امواج منوپلار کافی نیست مگر اینکه قبل از فعال کردن انرژی، عروق کاملاً بهم فشرده شوند که حتی در این حالت نیز کاملاً مطمئن نیست ← بای پلار توصیه می شود.

امواج BLEND و COAG برای:

- (۱) هموستاز سطوح بزرگتر طی انسزیون بافتهای عروقی و
 - (۲) Dissection بافتهای با مقاومت بالا مثل چربی یا پدیدیکولهای که desiccate شده اند ارجح است.
- از طرفی هرگاه نمی خواهیم انتقال گرما به بافت مجاور ایجاد شود (کنار بافتهای حیاتی) از CUT در لبه الکتروود استفاده شود. اگر خونریزی در کنار روده، مثانه، یا حالب با فشار کنترل نشد، از جریان COAG بدون تماس با بافت و

در يك الكتروود با سطح پهن استفاده كنيد. هرچند كه خونريزي احشاء بهتر است با وسايل مكانيكي مثل فشار و يا سوچور متوقف شود.

در bipolar وقتي بافت سفيد مي شود و بخار متوقف مي شود، desiccation كامل است.

برای جلوگیری از تخریب گرمایی ناخواسته:

- جريان الكتریسته را پس از اتمام توليد بخار متوقف كنيد.
- جريان را بصورت پالسی بكار ببريد تا سبب سرد شدن بافت شود.
- پديكولها را بصورت stepwise نگهداريم.
- استفاده از نوک يا داخل فورسپس در حالیکه کمی باز شده است.

تهیه کننده: دکتر لیلی حفيظی، دانشيار گروه زنان