جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت درمان

استاندارد خدمت

بازیافت خون در حین جراحی

(cell salvage)

پاییز ۱۴۰۵

تهیه شده توسط انجمن علمی انتقال خون ایران

تنظیم وتدوین : **دکتر الهام خلف عادلی ، دکتر زهرا تقی نژاد، دکتر پروانه عباسی ، دکتر الهام چرسی زاده**

تحت نظارت: **دکترعلی اکبر پورفتح اله- رییس انجمن علمی انتقال خون ایران**

تایید شده توسط:

دکتر علیرضا سلیمی- رییس انجمن علمی آنستزیولوژی و مراقبت های ویژه ایران

دکتر ایرج فاضل – رییس جامعه جراحان ایران

دکتر محمدعلی یوسف نیا- رییس انجمن علمی جراحان قلب و عروق ایران و با همکاری سازمان انتقال خون ایران

تحت نظر :

دکتر سید سجاد رضوی عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و معاون درمان وزارت بهداشت ، درمان و آموزش پزشکی

تحت نظارت فنی :

گروه تدوین استاندارد و راهنماهای سلامت

دفتر ارزیابی فن آوری، تدوین استاندارد و تعرفه سلامت

فهرست مطالب:

۱. مقدمه و اهمیت موضوع

۲. گروه‌هدف

۳. تعاریف

۴. شرح

۵. اصول و فرآیندها

۶. ملاحظات

۷. مدیریت چالش‌ها و خطرات مرتبط با بازیافت خون

۸. آموزش و شایستگی کارکنان

۹. سیاست‌های مستندسازی و نظارت

۱۰. پیشنهادات برای بهبود خدمات

1. مقدمه و اهمیت موضوع :

بازیافت خون (Cell Salvage) یک تکنیک پیشرفته است که به جمع‌آوری، پردازش، و بازگشت خون از دست رفته بیمار به بدن خود او در طول یا بعد از جراحی اشاره دارد. این فرآیند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای انتقال خون آلوژنیک طراحی شده است و نقش مهمی در بهبود ایمنی بیمار و حفظ منابع ارزشمند خون دارد. در دهه ۱۹۶۰، با توسعه دستگاه‌های پیشرفته‌تر و افزایش دانش در مورد فرآوری خون، بازیافت خون به شکل مدرن خود معرفی شد. از آن زمان، این تکنیک به‌تدریج جایگاه خود را در استراتژی‌های مدیریت خون‌بیمار (PBM) پیدا کرد که هدف آن به حداقل رساندن نیاز به انتقال خون آلوژنیک و در عین حال حفظ منابع خون بیمار است.

خون آلوژنیک، هرچند نجات‌دهنده زندگی است، اما منبعی محدود و پرهزینه بوده و با خطراتی از جمله انتقال عفونت‌های خونی، واکنش‌های همولیتیک، سرکوب سیستم ایمنی (TRIM) ، افزایش ریسک عفونت‌ها و عوارض در بیماران همراه است. بنابراین، امروزه بازیافت خون به عنوان یک بخش کلیدی در مدیریت خون بیمار شناخته می‌شود و به‌ویژه در جراحی‌هایی با خطر از دست دادن‌حجم بالای خون به کار می رود. این تکنیک نه تنها نیاز به انتقال خون آلوژن را کاهش می‌دهد، بلکه با کاهش عوارض مرتبط با انتقال خون، نتایج بهتری برای بیمار فراهم می‌کند.

2. تیم ارائه دهنده خدمت: متخصصین بیهوشی و تمامی متخصصین جراحی با همکاری کارشناسان هوشبری، کارشناسان اتاق عمل، کارشناسان پرستاری و کلیه پرسنلی که در اتاق عمل با تزریق خون سر و کار دارند.

3. تعاریف:

1. **TRIM (Transfusion-Related Immunomodulation)**

به اختلالات ایمنی ناشی از انتقال خون گفته می‌شود که ممکن است شامل سرکوب سیستم ایمنی بیمار، افزایش خطر عفونت‌ها و واکنش‌های آلرژیک باشد. این وضعیت به‌ویژه در بیمارانی که خون آلوژنیک دریافت می‌کنند، مشاهده می‌شود و می‌تواند تأثیرات منفی بر روند بهبودی و ایمنی بیمار بگذارد.

2. ناپایداری همودینامیک (Hemodynamic Instability)

ناپایداری همودینامیک به شرایط بالینی اطلاق می‌شود که در آن سیستم گردش خون قادر به حفظ تعادل فشار خون، ضربان قلب و حجم خون به‌طور پایدار نیست. این وضعیت می‌تواند ناشی از از دست دادن خون (خونریزی شدید)، اختلال در عملکرد قلب (نارسایی قلبی) یا اختلالات دیگر مانند شوک (هیپوولمیک، سپتیک، یا کاردیوژنیک) باشد. علائم بالینی ناپایداری همودینامیک شامل: فشار خون سیستولیک کمتر از ۹۰ میلی‌متر جیوه یا تغییرات سریع در فشار خون، ضربان قلب بالا (تاکی‌کاردی)، یا ضربان قلب پایین (برادی‌کاردی)، کاهش قابل توجه در تولید ادرار، تغییرات در وضعیت هوشیاری بیمار و عدم پاسخ به مداخلات مایعات یا داروهای تنظیم‌کننده فشار خون.

4. شرح :

4-1. مزایای استفاده از بازیافت خون :

- کاهش یا حذف نیاز به تزریق خون آلوژن
- کاهش خطر انتقال بیماری‌های عفونی از اهداکنندگان خون
- نیاز به استفاده از استراتژی restrictive را کمتر کرده لذا بیماران سطح هموگلوبین بالاتری دارند.
- کاهش یا حذف اثرات نامطلوب ایمنی ناشی از تزریق خون آلوژن
- کاهش احتمال تزریق خون اشتباه به دلیل خطاهای انسانی
- تأمین گلبول‌های قرمز تازه خود بیمار در مقایسه با خون ذخیره‌شده (گلبول‌های قرمز تازه دارای سطوح بالاتری از ۲,۳ - دی‌فسفوگلیسرات هستند که انعطاف‌پذیری در میکروسیرکولاسیون را حفظ می‌کند و بلافاصله در اکسیژن‌رسانی بافت‌ها فعال می‌شود)
- کاهش کم‌خونی پس از عمل
- کاهش خطر ابتلا به عوارض پس از عمل ناشی از کاهش اکسیژن‌رسانی یا عفونت‌های مرتبط باTRIM
- حذف هزینه‌های مربوط به آزمایشات، حمل و نقل، و نگهداری خون آلوژن، همچنین کاهش هزینه‌های درمان عوارض جانبی تزریق خون
- کاهش بار کاری کارکنان بخش با کاهش رخدادهای مرتبط با انتقال خون آلوژن
- گزینه اخلاقی برای گروه‌های فرهنگی خاص که به انتقال خون آلوژنی اعتراض دارند

4-2. محدودیت ها :

- هزینه برای تامین تجهیزات، ملزومات مصرفی و آموزش پرسنل جهت کار با دستگاه.
- در این روش فقط گلبول قرمز به بیمار تزریق می شود و خون جمع آوری شده فاقد فاکتورهای انعقادی است.

4-3: موارد کاربرد :

- از دست رفتن حجم بالای خون (بیش از ۵۰۰ میلی‌لیتر یا ۱۰ درصد از حجم کل خون محاسبه شده، مطابق برخی منابع نیز در جراحی هایی با حجم خونریزی ۱۰۰۰ میلی لیتر و یا بیشتر و یا ۲۰ درصد حجم کل خون و هم چنین در اطفال با حجم خونریزی cc/kg ۸).

- در بیماران با شرایط هماتولوژیک یا ایمونولوژیک خاص مانند :گروه‌های خونی نادر یا بیمارانی که آنتی‌بادی‌های غیرمنتظره با اهمیت بالینی دارند و یافتن خون آلوژن سازگار برای این بیماران مشکل است.

- بیمارانی‌که به دلایل شخصی یا مذهبی تمایلی به پذیرش خون آلوژنیک ندارند و درخواست تزریق خون اتولوگ از طریق بازیافت خون دارند (تمامی تصمیمات باید مستند شوند.)

برخی از جراحی‌هایی که تاکنون فواید استفاده از بازیافت خون در آنها تایید شده است عبارتند از:

- اعمال جراحی: دیسکشن آئورت ، آنوریسم های آئورت صعودی ، قوس آئورت

- اعمال جراحی: آئورت توراسیک و توراکوابدومینال

- اعمال جراحی مجدد یا بار چندم

- اعمال جراحی بیماریهای مادرزادی پیچیده

- اعمال جراحی قلب پیچیده در بیماران با گروه خونی نادر

- پیوند قلب

- برای اعمال جراحی معمول نظیر بای پس کرونری بار اول با یا بدون پمپ ، جراحی دریچه ای ترمیم یا تعویض یک یا چند-دریچه و اعمال جراحی مادرزادی غیرپیچیده برحسب شرایط بالینی و یا اعتقادی بیماران که ترانسفوزیون خون غیرآتولوگ محدودیت جدی دارد با نظرجراح قلب یاتوصیه همکاران بیهوشی قلب می تواند مورد استفاده باشد

- جراحی ارتوپدی، از جمله تعویض مفصل و ستون فقرات

- جراحی مامایی، شامل سزارین و خونریزی‌های شدید

- جراحی عمومی با احتمال از دست دادن خون مانند جراحی‌های مربوط به دستگاه گوارش

- جراحی‌های اورولوژی

- جراحی‌های مرتبط با ترومای قفسه سینه، شکم و لگن - جراحی‌های بزرگ ستون فقرات

4-4: موارد منع استفاده :

جدول 4-3-1 مواردی که انجام بازیافت خون در آنها ممنوعیت کاربرد دارند در جدول 4-3-1 ذکر شده است :

موارد منع کاربرد بازیافت سلولی
آلودگی خون با مواد غیر مجاز یا عفونت ها (ید، کلرهگزیدین،عوامل لخته کننده موضعی، مواد مصرفی بستره در جراحی های ارتوپدی، چسب های فیبیرینی،پراکسید هیدروژن، مایعات بدن،ترشحات معده یا پانکراس، محتویات روده و محلول هارتمن یا رینگر لاکتات در مواردی که از ضد انعقادهای مبتنی بر سیترات استفاده شود)
وجود بدخیمی های فعال (مگر با استفاده از فیلترهای کاهش لوکوسیت)
ناپایداری همودینامیک بیمار
هموگلوبینوپاتی ها (بیماری سلول داسی)

5-4 : تجهیزات، مواد و لوازم مورد نیاز :

- دستگاه بازیافت سلولی
- محلول های ضد انعقاد
- محلول های شست وشو
- لوله ها و کانکتورهای استریل و یکبار مصرف برای اتصال بین دستگاه، مخزن و فیلتر ها
- کیسه های خون استاندارد

5. اصول و فرآیندها

5-1. اصول کلی بازیافت خون در جراحی:

فرآیند بازیافت سلولی(Cell Salvage) شامل مراحل دقیق و استفاده از تجهیزات پیشرفته است. اجرای صحیح این فرآیند مستلزم رعایت اصول استاندارد، استفاده از تجهیزات مناسب و هماهنگی میان تیم‌های جراحی و بیهوشی است. این روش پیشرفته برای حفظ خون بیمار در طی یا پس از جراحی دارای سه مرحله اصلی جمع‌آوری، پردازش، و تزریق مجدد خون می‌باشد.

پیش از بررسی مراحل بازیافت خون باید درنظر داشت که در فرایند بازیافت خون پردازش‌شده تنها حاوی گلبول‌های قرمز شسته‌شده است و سایر اجزای‌خونی حذف می‌شوند. هم چنین جمع‌آوری و پردازش خون بایستی در فضایی استریل و ایمن، با استفاده از ضد انعقاد های مناسب انجام شود.

5-2. فرآیند انجام روش:

5-2-1. جمع‌آوری خون : جمع‌آوری خون ریخته‌شده در میدان جراحی اولین مرحله در فرآیند بازیافت خون است که توسط تیم جراحی و با هدف بازیابی مقدار بهینه گلبول های قرمز زنده انجام می شود.

خون بلافاصله پس از شروع جراحی از محل جراحی توسط یک سیستم ساکشن جراحی استاندارد با مکش کم‌فشار جمع‌آوری می‌شود. فشار مکش باید بین ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌متر جیوه تنظیم شود تا از آسیب مکانیکی به گلبول‌های قرمز جلوگیری شود. به منظور انتقال خون جمع آوری شده به مخزن بایستی از لوله های مکش متصل به مخزن با قطر مناسب استفاده شود تا خطر آسیب مکانیکی به گلبول های قرمز کاهش یابد. خون جمع‌آوری‌شده باید خالص و بدون آلودگی باشد. از آلودگی آن با موادی مانند ید، کلرهگزیدین، و محلول‌های غیرمجاز جلوگیری شود. اگر آلودگی با این مواد رخ دهد، فرآیند جمع‌آوری باید متوقف شده و میدان جراحی شسته شود.

5-2-2. فیلتراسیون اولیه : در حین جمع آوری خون ذرات بزرگ، مانند قطعات بافت یا مواد خارجی، توسط یک فیلتر اولیه معمولاً ۱۵۰ میکرونی) حذف می‌شوند. این فیلتراسیون برای کاهش آلودگی خون ضروری است و کیفیت خون جمع‌آوری‌شده را تضمین می‌کند.

5-2-3. اضافه‌کردن ضد انعقاد : به منظور جلوگیری از لخته شدن خون در مخزن جمع آوری و تسهیل فرایند پردازش محلول ضد انعقاد محلول هپارینه یا اسید سیترات دکستروز (ACD) همزمان با ورود خون به مخزن، از طریق یک لوله جداگانه و به صورت مداوم یا منقطع به خون ورودی به مخزن اضافه می شود. سیستم‌های پیشرفته دارای حسگرهایی هستند که نسبت خون به ضد انعقاد را به‌طور خودکار تنظیم می‌کنند. از ضد انعقادهای سالین هپارینه شده ۳۰/۰۰۰ واحد بین المللی هپارین در یک لیتر نرمال سالین ۰٫۹٪ و یا محلول اسید سیترات دکستروز (ACD) در بیمارانی که مشکوک به حساسیت به هپارین یا خطر ترومبوسیتوپنی ناشی از هپارین دارند، می توان در فرایند نجات سلولی استفاده کرد.

5-2-4 . پردازش خون:

پردازش خون جمع‌آوری‌شده شامل جداسازی سلول ها از طریق فرآیند سانتریفیوژ سرعت بالا (تا ۵۶۰۰ دور در دقیقه)، شستن گلبول‌های قرمز از پلاسما و سایر اجزای ناخواسته برای تزریق مجدد است.

5-2-4-1. مراحل پردازش :

سه سیستم برای فرآیند جداسازی وجود دارد.

1- سیستم کاسه ای ثابت: حجم خون کافی باید جمع‌آوری شود تا سانتریفیوژ آغاز شود. مناسب برای جراحی‌های با خونریزی متوسط تا بالا.

خون جمع آوری شده به یک کاسه چرخان مخروطی پمپ می شود. همانطور که کاسه پر می شود، نیروی گریز از مرکز اجزای خون را جدا می کند و شکل مخروطی اجازه می دهد تا قطعات سلولی متراکم تر در پایین جمع شوند. گلبول های قرمز حفظ می شوند در حالی که مایع رویی از طریق پورت ضایعات برای دفع حذف می شود. دستگاه تشخیص می دهد که چه زمانی حجم کافی گلبول قرمز جمع آوری شده است و شستشو را آغاز می کند. تا زمانی که دستگاه این حجم از پیش تعیین شده گلبول های قرمز را تشخیص ندهد، شستشو آغاز نمی شود، از این رو به آن سیستم «کاسه ثابت» می گویند.

2- سیستم دیسک با حجم متغیر : قابلیت پردازش حجم‌های کم خون و مناسب برای جراحی‌های با خونریزی محدود.

این سیستم دینامیکی مشابه سیستم کاسه ثابت است. با این حال، دارای یک دیافراگم سیلیکونی است که امکان شستشو در حجم های متغیر با هماتوکریت ثابت را فراهم می کند. این سیستم را می توان در مواقعی استفاده کرد که جمع آوری خون آهسته و حجم کم باشد، زیرا اجازه می دهد تا چندین دسته کوچک قبل از شستشو داشته باشند.

3- سیستم چرخشی پیوسته : مناسب برای خونریزی‌های سریع و شدید، با فرآیند مداوم جمع‌آوری و شستشو.

در این سیستم حذف مایع رویی، تغلیظ و شستشوی گلبول های قرمز پیوسته است و با حجم های کم خون نیز برای همه قابل انجام می باشد.

5-2-5 . فرایند شستشوی گلبول‌های قرمز :

فرآیند شستشو، پس از جداسازی و حذف نسبت بالایی از آلاینده ها و سایر ذرات معلق رخ می دهد. کنسانتره گلبول قرمز

در نرمال سالین (دارای مجوز برای تجویز داخل وریدی) شسته می شود. در مدل کاسه ثابت، حجم شستشو به کیفیت محصول و میزان آلودگی بستگی دارد. سیستم‌های جدیدتر حسگرهایی دارند که تشخیص می‌دهند چه زمانی سالین شستشو دیگر حاوی هموگلوبین آزاد نیست. هنگامی که برنامه شستشو به طور خودکار راه اندازی نمی شود ، کاسه را می توان به صورت دستی شستشو داد، که این امر نیاز به افزایش حجم شستشو برای اطمینان از حذف کافی آلودگی دارد. خون پردازش‌شده یک سوسپانسیون گلبول قرمز با هماتوکریت بالا (حدود ۶۰ درصد) را تولید می‌کند.

6-2-5. برچسب گذاری:

پس از آن که خون در کیسه جمع آوری شد باید برچسب گذاری با مشخصات زیر انجام شود.

- مشخصات بیمار شامل : نام کامل بیمار، تاریخ تولد، کد بیمارستان
- تاریخ و زمان شروع جمع‌آوری
- تاریخ و زمان انقضا
- نام متصدی مربوطه
- حجم خون جمع آوری شده

7-2-5. تزریق مجدد خون :

پس از پردازش، خون شسته‌شده برای تزریق مجدد آماده است. تزریق مجدد باید ظرف ۶ ساعت پس از اولین جمع آوری (ظرف ۴ ساعت پس از تکمیل پردازش) انجام شود تا از عملکرد گلبول های قرمز محافظت شده و حجم گردش خون بهینه شود. مانیتورینگ باید مشابه محیط حین عمل جراحی باشد و کارکنان قادر به تشخیص و درمان عوارضی مانند افت فشار خون مجدد باشند.

1-7-2-5- استفاده از فیلترها حین تزریق مجدد خون:

ممکن است در زمان تزریق مجدد نیاز به استفاده از فیلترهای خاص وجود داشته باشد. انواع مختلفی از فیلتر وجود دارد که در صورت مشکوک بودن به آلودگی و وجود میکرواگریگاسیون می توان از آنها در مجموعه تزریق استفاده کرد.

1. فیلتر استاندارد تجویز خون ۲۰۰ میکرون: اجزای خون و ذرات غیر خونی
2. فیلتر میکرواگریگاسیون ۴۰ میکرون: میکرواگریگاسیون های خون و ذرات غیر خونی
3. فیلتر کاهش چربی ۴۰ میکرون : میکرواگریتاسیون ها، لیپیدها،C3a، برخی لکوسیت ها
4. فیلتر کاهنده لکوسیت: لکوسیت ها، لیپیدها، باکتری ها، سلول های تومور

فیلترهای کاهش لکوسیت (LDF) معمولاً در جراحی سرطان و مواردی که نگرانی در مورد آلودگی شدید باکتریایی وجود دارد استفاده می شود. LDF ها نیاز به پرایمینگ دارند و به طور قابل توجهی سرعت تزریق مجدد (۱۰۰-۴۰ میلی لیتر در دقیقه) و حداکثر ظرفیت جریان ۴۵۰ میلی لیتر را قبل از جایگزینی کاهش می دهند. افت فشار خون مجدد یک عارضه شناخته شده است که ممکن است در هنگام استفاده از LDF عمیق باشد. فشردن LDF یا تلاش برای فشار دادن جریان گلبول های قرمز از

طریق آن تحت فشار ممکن است این مشکل را تشدید کند.

6. ملاحظات

1. خون باز یافت شده نباید تحت فشار قرار گیرد زیرا خطر آمبولی هوا و پارگی کیسه را در پی دارد.

2. لاین تزریق درون رگ ،باید قبل از تزریق خون شسته شوند، زیرا داروهای داخل وریدی مانند پاراستامول می تواند باعث جمع شدگی گلبول های قرمز گردد. قابل توجه است که استفاده از محلول هارتمن یا رینگر لاکتات از عملکرد ضد انعقادهای مبتنی بر سیترات (ACD) جلوگیری می کند و بنابراین نباید به عنوان محلول شستشو استفاده شود.

3. پس از استفاده، تمام تجهیزات یکبار مصرف سلول باید مطابق با روش بهداشت و ایمنی بیمارستان برای دفع تجهیزات آلوده به خون دور ریخته شوند. کیسه‌های زباله‌های خطرناک و زرد رنگ زیر سینک کثیف در اتاق پمپ قرار دارند که می‌توان از آن برای دور ریختن زباله‌های یکبار مصرف استفاده کرد. سپس کیسه زباله را می توان در یکی از ظروف بزرگ زردرنگ و خطرناک زیستی قرار داد.

7. مدیریت چالش‌ها وخطرات مرتبط با بازیافت خون:

1- آلودگی میکروبی: آلودگی خون در میدان جراحی می‌تواند منجر به عفونت شود. استفاده از فیلترهای خاص برای کاهش خطرات آلودگی ضروری است .

2- افت فشار خون در تزریق مجدد : لازم است تیم جراحی نظارت دقیقی در طول و بعد از تزریق مجدد داشته باشد

3-مدیریت لکوسیت‌ها: استفاده از فیلترهای کاهش لکوسیت برای کاهش عوارض ناشی از وجود لکوسیت‌ها توصیه می‌شود.

8. آموزش و شایستگی کارکنان:

- **برگزاری دوره‌های آموزشی مداوم:** آموزش کارکنان در خصوص استفاده صحیح از تجهیزات و مدیریت عوارض
- **بررسی شایستگی‌ها:** ارزیابی منظم دانش و مهارت کارکنان مسئول
- **نگهداری سوابق آموزشی:** ثبت دوره‌های آموزشی و به‌روزرسانی مهارت‌ها

9. سیاست‌های مستندسازی و نظارت:

1. **ثبت فرآیندها :** تمام مراحل جمع‌آوری، شستشو و تزریق خون باید مستندسازی شود.
2. **برچسب‌گذاری دقیق:** برچسب‌ها باید شامل نام بیمار، تاریخ جمع‌آوری، نوع خون و سایر جزئیات باشند.
3. **نظارت بر نتایج:** تیم‌های نظارتی باید عوارض احتمالی را به‌دقت گزارش دهند.

10. پیشنهادات برای بهبود خدمات بازیافت خون در حین جراحی:

1- بهبود دسترسی به تجهیزات و پرسنل آموزش‌دیده

2-سرمایه‌گذاری در تجهیزات جدیدتر

3-اجرای برنامه‌های آموزشی منظم

منابع:

- Klein AA, Bailey CR, Charlton AJ, Evans E, Guckian-Fisher M, McCrossan R, et al. Association of Anaesthetists guidelines: cell salvage for peri-operative blood conservation. Anaesthesia. 2018;73(9):1141-115

- Carroll C, Young F. Intraoperative cell salvage. BJA Educ. 2021;21(3):95-101. doi:10.1016/j.bjae.2020.11.007.

- Guidelines for Best Practices in Intraoperative Cell Salvage.
  Association of Surgical Technologists (AST). https://www.ast.org

- Sekara H, Lodhi W, Yoon W. Cell salvage techniques and obstetric haemorrhage. J Obstet Gynaecol. 2024;44(1):2394532.