

## مقالات آموزشی

## مطالعه مروری عوارض مرتبط با کاتترهای ورید مرکزی

دکتر علی عبداللهی\*، مهندس علیرضا رضائی\*\*

## چکیده:

کاتترهای ورید مرکزی از جمله پرکاربردترین تجهیزات مصرفی هستند که به عنوان دسترسی عروقی، در بخش‌های اورژانس، بخش‌های ویژه، اتاق عمل‌ها و یا دیالیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف از این مطالعه ارزیابی عوارض مرتبط با کاتترهای ورید مرکزی از جمله عفونت و عوارض مکانیکی ناشی از کارگذاری این وسایل و روش‌های کاهش این عوارض از دیدگاه علوم مهندسی پزشکی است. برای این منظور از منابع اطلاعاتی Elsevier، PubMed، Springer Link و Google Scholar استفاده شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که در کنار رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی و درمانی کنترل عفونت و وسایل حفاظت فردی، نقش طراحی شکل و متریال استفاده شده در ساخت کاتتر می‌تواند نقش مهمی در کاهش عوارض ناشی از کارگذاری این وسایل نظیر ترومبوز و عفونت‌های ناشی از کاتترهای ورید مرکزی (CRBSi) داشته باشد. علاوه بر این انتخاب گایدوایر مناسب نقش مهمی در کاهش عوارض ناشی از کارگذاری این وسایل دارد.

واژه‌های کلیدی: کاتترهای ورید مرکزی، عوارض، پیشگیری

## زمینه و هدف

شناخت ویژگی‌های طراحی از منظر علم مهندسی پزشکی و روش‌های بالینی پیشنهاد شده در مطالعات معتبر به این موضوع می‌پردازد.

### عوارض کاتترهای ورید مرکزی Central Venous Catheter (CVC)

در این خصوص می‌توان عوارض کاتترهای ورید مرکزی را به دو نوع عوارض مکانیکی و عفونت‌های مرتبط با

کاتترهای ورید مرکزی از جمله پر کاربردترین تجهیزات مصرفی هستند که به عنوان دسترسی عروقی، در بخش‌های اورژانس، بخش‌های ویژه، اتاق عمل‌ها و یا دیالیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. کارگذاری این وسایل با عوارضی همراه است که علاوه بر تهدید حیات بیمار می‌تواند بر افزایش زمان بستری بیمار نیز تأثیرگذار باشد. شناخت عوارض مرتبط با کاتترهای ورید مرکزی می‌تواند بر کاهش آن تأثیر زیادی داشته باشد. در این مطالعه از دو جنبه

نویسنده پاسخگو: علیرضا رضائی

تلفن: 87175241

E-mail: [Alireza\\_Rezai@ymail.com](mailto:Alireza_Rezai@ymail.com)

\* دانشیار گروه جراحی عمومی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم پزشکی، بیمارستان بوعلی

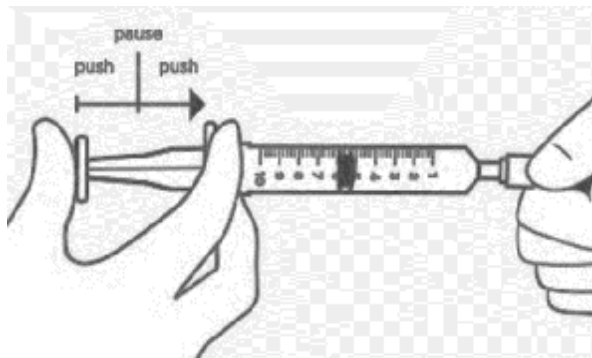
\*\* کارشناس ارشد مهندسی پزشکی، گروه بیومتریال، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ وصول: 1400/02/05

تاریخ پذیرش: 1400/06/01

کارگذاری کاتتر می‌تواند آسیب به اندوتلیوم جداره عروقی در حین کارگذاری کاهش دهد.<sup>4</sup> تکنولوژی اکوژنیک در سوزن‌های همراه کاتترهای ورید مرکزی قابلیت دیدن سوزن در گاید سونوگرافی را افزایش می‌دهد و از آسیب عروقی و یا پارگی شریانی پیشگیری می‌کند.

پیشگیری از عوارض ترومبوتیک عمدتاً از طریق انفوزیون مواد ضد انعقاد صورت می‌پذیرد.<sup>5-7</sup> از جمله هیپارین با وزن مولکولی پایین (LMWH) یک استراتژی درمانی بی‌خطر و مؤثر برای پیشگیری از ترومبوز وریدی است. اما مطالعات Bertoglio و همکارانش<sup>8</sup> در سال 2012 و Lee و همکارانش<sup>9</sup> در سال 2005 نشان می‌دهد که این درمان برای جلوگیری از انسداد عروقی در بیماران بزرگسال قطعی نیست. مطالعات Bradford و همکارانش<sup>10</sup> در سال 2016 نشان می‌دهد که استفاده از نرمال سالین 0/9 درصد با ضربات مداوم (فشار، مکث، فشار، به اصطلاح تکنیک سیفون یا Push-Pause) می‌تواند در جلوگیری از ترومبوز وریدی مؤثر باشد و نیاز به استفاده از هیپارین را از بین می‌برد (تصویر 1).



تصویر 1- تکنیک Push-pause

با وجود تمام تلاش برای کاهش ترومبوز در کاتترهای ورید مرکزی و با توجه به عوارض سیستماتیک رهایش مواد ضد انعقاد در خون نیاز به طراحی و مهندسی سطح برای کاهش فعالسازی سیستم‌های التهابی، آنزیمی و سلولی وجود دارد. ترومبوز در بیومتریال‌ها (در اینجا کاتتر) به دلیل واکنش پلاکت‌ها و به انعقاد خون که به سطح (رفتار آب دوستی و یا آب‌گریزی، بار سطح، توپوگرافی سطح)، شیمی ماده و ویژگی‌های جریان خون که بیومتریال در آن غوطه‌ور است بستگی دارد.<sup>8-11-13</sup> مسیرهای انعقادی در حضور

کاتترهای ورید مرکزی تقسیم کرد. جدول 1 عوارض ناشی از استفاده از کاتترهای ورید مرکزی را نشان می‌دهد. بر این اساس بخشی از این عوارض از جمله ترومبوز، کینک شدن و پارگی گایدوایر در حین کارگذاری و عوارض CRBSi مرتبط با این وسیله‌های عروقی است و در این مطالعه مورد اشاره قرار می‌گیرد.

### جدول 1- تقسیم‌بندی عوارض مبتنی بر کاتترهای ورید مرکزی

عوارض مکانیکی	CRBSi
ترومبوز	اندوکاردیت
کینک شدن و پارگی گایدوایر در حین کارگذاری	استئومیلیت
هموتوراکس و پنموتوراکس	
هماتوم	
پارگی رگ	
عوارض ناشی از آمبولی هوا	

### ترومبوز

عوارض ترومبوتیک در کاتترهای ورید مرکزی، فرآیندهای دینامیک با شدت متفاوت هستند. آنها می‌توانند از محدوده به ظاهر غلاف فیبرین در نوک کاتتر، به لخته خون داخل مجرا یا ترومبوز وریدی منجر شوند.<sup>1</sup> آسیب‌های عروقی ناشی از کارگذاری کاتتر، استاز وریدی ناشی از بی‌حرکتی کاتتر و انعقاد خون به گسترش ترومبوز کمک می‌کنند.<sup>2</sup> این عارضه می‌تواند به سرعت پس از کارگذاری کاتتر رخ دهد. انسداد داخل لومن‌های کاتتر می‌تواند به حذف (و یا جایگزینی)، قطع و به تأخیر افتادن درمان منجر شود.<sup>3</sup> موقعیت نوک کاتتر در ورید مرکزی نیز می‌تواند بر افزایش تنش‌های برشی در عروق و در نتیجه آن ترومبوز منجر شود که می‌توان با استفاده از دستگاه‌هایی نظیر سونوگرافی، فلوروسکوپی و غیره از کارگذاری در موقعیت مناسب اطمینان حاصل کرد.

استفاده از دستگاه سونوگرافی و سوزن‌های اکوژنیک (Sono Visible Needle, Echogenic Needle) برای

عدد رینولدز از مقدار خاصی کمتر باشد جریان آرام و اگر بیشتر باشد آشفته است. این مقدار خاص، عدد رینولدز بحرانی نام دارد و با  $Re_{crit}$  نشان داده می‌شود. هنگامی که  $Re_{crit} > 2300$  در یک لوله باشد، جریان آشفته و به اصطلاح توربالانس است و زمانی که عدد رینولدز کمتر از نصف عدد رینولدز بحرانی باشد، جریان سیال داخل لوله آرام و به اصطلاح جریان داخل لوله لامینار است. تعریف ریاضی عدد رینولدز،  $Re$ ، به صورت زیر است:

$$Re = \rho v d / \mu \quad (1)$$

$V$  is the maximum velocity  
 $L$  is a characteristic linear dimension,  
 $\mu$  is the dynamic fluid viscosity of the  
 $v$  (nu) is the kinematic viscosity  
 $\rho$  is the density of the fluid

محاسبه عدد رینولدز جریان با سرعت 400 میلی لیتر بر دقیقه با قطر خارجی 12 فرنج در جدول 2 آمده است. بر این اساس جریان متلاطم را در کاتترهای دارای سطح مقطع DD و جریان لامینار یا آرام را در کاتترهای با سطح مقطع دایره‌ای خواهیم داشت.

حضور جریان متلاطم (توربالانس) می‌تواند منجر به همولیز و یا فعال شدن سلول‌های پلاکت منجر شود به نظر می‌رسد فرایند شکست غشای گلبول قرمز با ترشح فسفولیپید به عنوان مثال فسفاتیدیل سرین از غشای گلبول قرمز و رهایش هموگلوبین انجام می‌شود.<sup>16</sup> حضور فسفاتیدیل سرین بر روی سطح منجر به تغییر پتانسیل زتای خون می‌شود که می‌تواند به‌عنوان عامل ایجاد التهاب عمل کند. همچنین حضور این فسفولیپید می‌تواند سبب فعال‌سازی پلاکت‌ها نیز شود، حضور این عامل بازده کاتالیزوری خود را در انعقاد خون بیش از هزار برابر می‌کند.<sup>17</sup>

بعلاوه از دیگر عوارضی که بیماران همودیالیز با آن درگیر هستند، کم‌خونی است. عوامل متفاوتی در ایجاد کم‌خونی در این بیماران از جمله بیماری‌های زمینه‌ای مؤثر است و نقش کاتترهای همودیالیز در ایجاد آن نامشخص

بیومتریال‌ها را می‌توان به دو بخش آبشار انعقادی و سلولی، التهابی تقسیم کرد.<sup>14</sup> و<sup>15</sup> این مسیرها می‌تواند توسط جذب پروتئین-های پلاسما نظیر آلبومین، فیبرینوژن و ... بر روی سطح و تغییرات کنفسورماسیونی آنها در تماس با سطح کاتتر، تحت تأثیر قرار بگیرد.<sup>13</sup> مسیرهای کاهش ترمبوز در کاتترهای ورید مرکزی می‌تواند:

- 1- افزایش نسبت حجم به سطح، 2- استفاده از مواد مناسب به منظور کاهش فعالیت‌های انعقادی 3- سطوح دارای پوشش‌های ضد انعقادی

### سطح مقطع

دینامیک سیالات بر رشد ترومبوز و رسوب فیبرین تأثیر زیادی دارد، جریان، نرخ حمل و نقل سلول‌ها و پروتئین‌ها به سطح تعیین می‌کند و سطح بیان گیرنده سلول‌های پلاکت و لوکوسیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیروی برشی بالا موجب رسوب و تجمع پلاکتی بالاتر حتی در غیاب هر گونه عوامل برون زای دیگر و رسوب فیبرین کمتر اتفاق می‌افتد. علاوه بر موارد فوق اثر جریان بر فعال سازی آبشار آنزیمی انعقادی به خصوص فاکتور VIIa با افزایش نیروی برشی افزایش می‌یابد. افزایش نسبت حجم به سطح کاتتر علاوه بر کاهش فعالیت‌های انعقادی می‌تواند تعیین کننده نیروی برشی و مقاومت هیدرولیکی نسبت به عبور سیال از کاتتر باشد بر این اساس نسبت حجم به سطح بالاتر بیانگر نیروی برشی و مقاومت کمتر هیدرولیکی نسبت به عبور سیال است.

همچنین مطالعات نشان می‌دهد که افزایش سطح تماس بیومواد با خون می‌تواند در افزایش جذب پروتئین‌های پلاسما و در نتیجه آن افزایش تعاملات الکترواستاتیک در محیط می‌تواند سبب افزایش فعالیت سیستم التهابی، آنزیمی و سلولی خون شود.

سطوح مقطع مورد استفاده در برندهای مختلف تجاری در تصویر 2 نشان داده شده است. این سطوح می‌تواند اشکال دوار، DD، دواپر کواکسیال و ... باشد. اشکال مختلف سطوح مقطع می‌تواند بر ویژگی‌های جریان (آرام یا مغشوش)، بهبود فشار سیستم و کاهش فعالیت‌های انعقادی تأثیرگذار است. برای تعیین ویژگی‌های جریان خون درون کاتتر محاسبه عدد رینولدز سطوح مختلف کاتتر است. عدد رینولدز بدون یکا است که در مکانیک شاره‌ها نسبت نیروی لختی به نیروی گرانشی را نشان می‌دهد. کاربرد مهم این عدد در تعیین آرام یا آشفته بودن جریان شاره است. اگر

مطالعات Ekdahl و همکارانش<sup>20</sup> در سال 2013 که بر روی خون سازگاری و زیست سازگاری انواع پلیمرهای تجاری کربوتان و پلی یورتان نشان از خون سازگاری و زیست سازگاری مناسب کربوتان دارد.

### پوشش های ضد انعقاد

مطالعات Nishikawa و همکارانش<sup>21</sup> در سال 2010 نشان می دهد که حضور هیپارین روی سطوح کاتتر باعث افزایش نرخ عفونت در کاتترهای ورید مرکزی می شود. علاوه بر این مطالعات نشان می دهد که حضور بیومولکول ها روی سطح می تواند باعث کاهش Bioavailability بیومولکول شود. در مورد کاهش نرخ Bioavailability هیپارین روی سطح این کاتترها اطلاعاتی در دست نیست. نکته دیگری که در مورد کاتترهای با پوشش هیپارین مورد توجه است، رهايش هیپارین از این سطوح آنی بوده و صرفاً این سطوح آغشته به مواد ضد انعقادی همچون هیپارین است.

### عوارض ناشی از گایدوایر

از عمده عوارض ناشی از کارگذاری کاتترهای ورید مرکزی، کینک شدن، پارگی گاید وایر و پارگی رگ است که به عنوان یک مشکل جدی از زمان طراحی اولیه این تجهیزات تاکنون باقی مانده است.<sup>22,23</sup> گایدوایرهای نایتینولی (Nitinol) نسل جدید این وسایل است که از به عنوان آلیاژ حافظه دار شناخته می شود اثر حافظه شکل و سوپر الاستیک از خواص این آلیاژ است که پس از تغییر شکل، مجدد به حالت اولیه باز می گردند. این مواد انعطاف پذیری فوق العاده ای دارند که حدوداً 10 تا 30 برابر فلز معمولی است که در فشارهای نرمال از کینک شدن و پارگی گایدوایر حین کارگذاری جلوگیری می کند. علاوه بر آن نوک J شکل نرم آن از آسیب به جداره رگ و در نتیجه استاز وریدی و ایجاد ترومبوز در حین کارگذاری پیشگیری می کند.

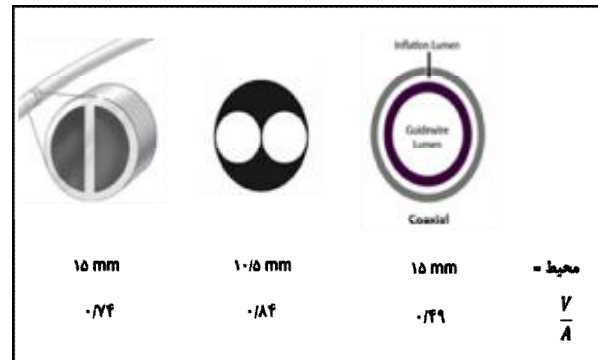
### عوارض ناشی از آمبولی هوا

آمبولی هوا یک رویداد بالقوه کشنده است که اغلب به عنوان یک عارضه درمان زاد در استفاده از کاتترهای ورید مرکزی و یا به عنوان یک عارضه در ترومای نافذ و غیر نافذ (غواصی و ...) در اثر حضور حجمی از هوا داخل عروق رخ می دهد.

است. مطالعات نشان می دهد که جریان های متلاطم می تواند منجر به شکست و از بین رفتن گلبول های قرمز شود.

### جدول 2 - محاسبه عدد رینولدز در کاتترها با سطوح مقطع مختلف

سطح مقطع	عدد رینولدز
DD	1730
دوار (OO)	950



### تصویر 2- سطوح مقطع مورد استفاده در برندهای مختلف تجاری کاتترهای همو دیالیز

### طراحی مواد

مواد به کار رفته در کاتترهای ورید مرکزی در برندهای مختلف در طول سالیان متمادی به وجود آمدن آنها، پلی اتیلن (PE)، تفلون (PTFE)، پلی یورتان (PU)، کربوتان (Carbotan, PU-co-PC) است.<sup>18</sup> شباهت همه این پلیمرها شیمی سطح آب گریز آنهاست که بسته به درجه آب گریزی آنها، حداقل برهم کنش را با خون دارند. علاوه بر این استحکام، انعطاف پذیری و عدم محدودیت در استفاده از مواد ضد عفونی کننده نقش تعیین کننده ای در انتخاب این مواد دارد. جدول 3 مزایا و معایب مواد مورد استفاده در کاتترهای ورید مرکزی و جدول 4 مواد ضد عفونی کننده سازگار با کاتترهای ساخته شده با متریال مختلف را نشان می دهد.<sup>19</sup>

## جدول 3 - مزایا و معایب مواد مورد استفاده در کاتترهای ورید مرکزی

ماده	مزیت	معایب
سیلیکون	انعطاف پذیری بالا	مقاومت کم در فشار جریانی بالا
پلی یورتان	---	ترک خوردگی، محدودیت در استفاده از مواد ضد عفونی کننده
کربوتان	انعطاف پذیری بالا - عدم محدودیت در استفاده از مواد ضد عفونی کننده	

## جدول 4 - مواد ضد عفونی کننده ناسازگار با کاتترهای ساخته شده با متریال مختلف

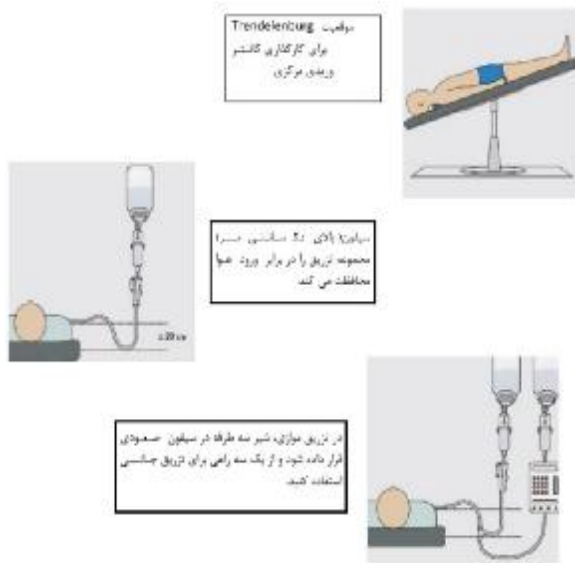
مواد	مواد ضد عفونی کننده ناسازگار
پلی یورتان	الکل ها از جمله الکل ایزوپروپیل و پماد حاوی پلی اتیلن گلیکول (PEG) مانند پماد مویروسین و پماد پوویدون ید. محلول های پوویدون آیوداین خوب است. ضعیف شدن احتمالی با کلر هگزیدین
سیلیکون	تنور ید (Tincture of Iodine). تخریب احتمالی با استفاده از محلول پوویدون آیوداین (Povidone - Iodine) بیش از زمان طولانی.
کربوتان	مورد شناخته شده ای وجود ندارد

ماهیت غیر اختصاصی علائم و نشانه های بروز این عارضه و همچنین مشکل در مستند سازی تشخیص، اجازه نمی دهد که بروز واقعی آن تشخیص داده شود.<sup>24</sup> به طوری در آگوست 2016 سازمان خدمات بهداشتی انگلستان [National Health Service (NHS)] و رویال کالج بیهوشی انگلستان [Royal College of Anesthetists (RCOA)] اطلاعیه ایمنی توجه به آمبولی هوا ناشی از کاتترهای ورید مرکزی را منتشر کرد و نسبت به دقت در باز و بستن کلمپ و کلیس این وسایل و خطرات جانی ناشی از آمبولی هوا هشدار داد.<sup>25</sup>

موقعیت بیمار زمانی که آمبولی رخ می دهد، بستگی دارد. آمبولی نه تنها باعث کاهش در خونرسانی دیستال و انسداد می شود بلکه شروع واکنش های التهابی که از حضور حباب های هوا ناشی می شود را به دنبال دارد. این تغییرات التهابی می تواند منجر به ادم ریوی، اسپاسم برونش و افزایش مقاومت راه هوایی شود. حجم حاد حباب هوای کوچک اغلب به خوبی قابل تحمل است، در حالی که حجم بیشتر هوا، اثرات قابل توجهی در سیستم قلبی و عروقی، ریوی و مغزی می گذارد.<sup>26-28</sup>

• آمبولی هوا ممکن در طول عمل های جراحی به شکل نادری رخ دهد.

درجه اختلال فیزیولوژیک به حجم هوا، نرخ آمبولی هوا، نوع گاز (هوای اتاق، دی اکسید کربن و یا اکسید نیتروژن)، و



- در کاتترها و لوله‌هایی که وارد بدن می‌شود، باید از تکنیک‌هایی استفاده شود که امکان ورود هوا به رگ‌های خونی را کاهش می‌دهد.
- بیماران در حین عمل جراحی تحت نظارت قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که حباب‌های هوا وارد جریان خون نمی‌شود.
- روش‌های پیشگیری آمبولی هوا در کاتترهای ورید مرکزی به شرح ذیل می‌باشد (تصاویر 3 و 4):<sup>29،30</sup>
- موقعیت Trendelenburg برای کارگذاری کاتتر وریدی مرکزی
- سیفون (بالای 20 سانتی‌متر) مجموعه تزریق را در برابر ورود هوا محافظت می‌کند.
- در تزریق موازی، شیر سه طرفه در سیفون صعودی قرار داده شود و از یک سه راهی برای تزریق جانبی استفاده کنید.

تصویر 3 - روش‌های پیشگیری در آمبولی هوا در کاتترهای ورید مرکزی

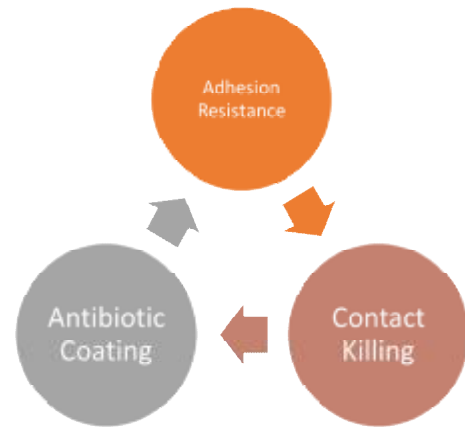
عوارض ناشی از آمبولی هوا	شدت	درمان کلینیکی	مدت اقامت	هزینه های اضافی
Stroke Pulmonary Failure Right heart Failure Cerebral hypoperfusion Myocardial ischemia Pulmonary Embolism	زیاد	دوره‌مان کامل در ICU (Treating/Monitoring/Feeding etc.)	در ICU 4-30 day	7556 € - 56670 € در بخش های جراحی
Heart Hypotension Pulmonary hypertension	میزان بالا	ICU/Intermediate care Unit (Observation/Monitoring/Treatment)	در RICU 1-7 day	1.136 € - 7,952 € در بخش های جراحی
	متوسط	Extension of clinical treatment (Observation/Monitoring)	در RICU +1-7 day	382 € - 1,146 € در بخش های جراحی
Tachypnea Wheezing Chest Pain Tachyarrhythmic Dyspnea	متوسط کم	Local Treatment (No additional Monitoring)	در ICU +0-1 day	0 - 382 € در بخش های جراحی
Air Res absorption Nit Embolism	کم	عوارضه ای برای بیمار شناخته شده است	+0-1 day	0 €

RICU: Respiratory Intermediate Care Unit

تصویر 4- عوارض مرتبط با آمبولی هوا در کاتترهای ورید مرکزی

### عفونت

عوارض عفونی ناشی از کاتتر به عنوان یک مشکل عمده بالینی باقی مانده است. به طور خاص میزان مرگ و میر و هزینه مراقبت‌های کلی عفونت ناشی از کاتتر و افزایش بستری شدن در بیمارستان، از جمله مواردی است که اهمیت مطالعات بیشتر در این زمینه را روشن می‌کند. به طور کلی در بین انواع عفونت‌های بیمارستانی، اشریشیاکولی ( E. coli ) و استافیلوکوک آرنوس شایع‌ترین عوامل بیماری‌زا هستند. رویکردهای کنترل عفونت در علم زیست مواد در تصویر 5 مشاهده می‌شود. بر این اساس از سطوح آب‌گریز، سطوح با شارژ سطحی مثبت و پوشش‌های آنتی‌بیوتیک برای جلوگیری از چسبندگی باکتری‌ها روی سطح کاتتر استفاده می‌شود.



تصویر 5- رویکردهای کنترل عفونت در علم زیست مواد

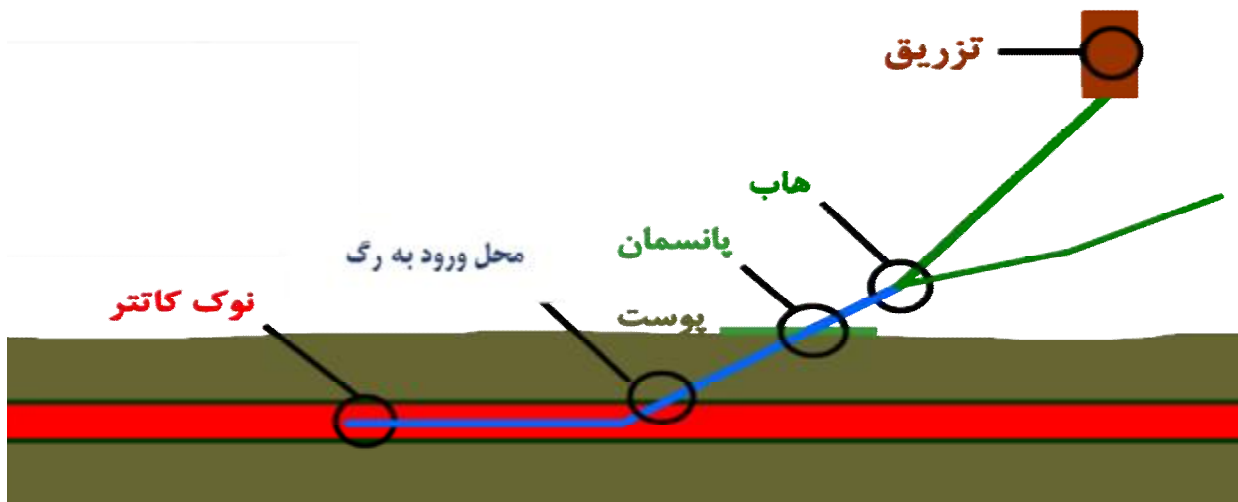
شیوع باکتری‌می از وسایل داخل عروقی به طور مشخص از دریچه‌های کاتتر، هاب، محل تماس کاتتر با پوست و نوک کاتتر رخ می‌دهد (تصویر 6). هم عفونت‌های موضعی و هم عفونت‌های سیستمیک می‌تواند به دنبال آلودگی وسایل داخل عروقی رخ دهد. مطالعات نشان می‌دهد که رسوب باکتری‌ها داخل و خارج لومن‌های کاتتر و تشکیل بیوفیلم مسئول ایجاد عفونت‌های مزمن مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها هستند. جلوگیری از تشکیل بیوفیلم اولین استراتژی در کنترل عفونت در کاتترهای ورید مرکزی است.<sup>31</sup>

کنترل عفونت در کاتترهای ورید مرکزی به روش‌های زیر انجام می‌گیرد:

1. شیمی سطح آب‌گریز
2. پوشش دهی کاتتر با مواد آنتی‌باکتریال (1- کلزه‌گزیدین، یون نقره 2- پلی‌هگزانیل)
3. دریچه‌های اتوماتیک بدون سوزن (1- مکانیکی 2- سپتوم سیلیکونی)

### شیمی سطح آب‌گریز

شیمی سطح آب‌گریز در کاتترها علاوه بر ایجاد سطوح خون‌سازگار می‌تواند از چسبندگی میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کند. مطالعات مقایسه‌ای در مورد آب‌گریزی کربوتان در مقابل پلی‌یورتان حاکی از آب‌گریزتر بودن کربوتان دارد. اما مطالعات نشان می‌دهد حضور سطوح آب‌گریز شرط کافی برای جلوگیری از چسبندگی باکتری‌ها نیست.



تصویر 6- شیوع باکتری‌می از وسایل داخل عروقی

از محلول‌های حاوی آنتی بیوتیک نیز به دلیل مقاومت باکتریایی چندان توصیه نمی‌شود.

### دریچه‌های اتوماتیک بدون سوزن

#### Needleless Connector or Needle Free Connector

در این میان در برخی از دستورالعمل‌های کنترل عفونت از اتصالات بدون نیاز به سوزن برای کاهش آسیب‌های احتمالی ناشی از سوزن، کاهش نرخ عفونت، آمبولی هوا و برگشت خون استفاده می‌شود. انواع مختلفی از این نوع اتصالات از جمله اتصالات مکانیکی، جابجایی مثبت، منفی و ... در بازار وجود دارد. مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از دریچه‌های بدون سوزن مکانیکی موجب افزایش نرخ عفونت می‌شود، اما جمع‌بندی در مورد دیگر انواع اتصالات بدون سوزن نتایج معنی‌داری ندارد.

در دستورالعمل‌های کنترل عفونت CDC نتیجه‌گیری شده است که مهمترین نقش در کاهش نرخ عفونت در کاتترهای ورید مرکزی را کارکنان بهداشتی - درمانی در بیمارستان ایفا می‌کنند. همچنین استفاده از مواد ضد عفونی کننده مناسب نظیر اسکراب دریچه‌های بدون نیاز به سوزن، هاب و محل ورود به پوست کاتتر توسط محلول‌های پایه الکلی به همراه 2 درصد کلرهگزیدین، استفاده از حداکثر اقدامات کنترل عفونت نظیر کلاه، دستکش، گان و ... در حین کارگذاری و استفاده از این وسایل در کنار استفاده از اتصالات بدون نیاز به سوزن می‌تواند نرخ CRBSI را در بخش مراقبت‌های ویژه حتی به صفر برساند.

### عوامل خطر در بروز CRBSI

بروز عفونت‌های وابسته به کاتترهای ورید مرکزی به نوع کاتتر، میزان دستکاری کاتتر و عوامل زمینه‌ای مانند بیماری‌های زمینه‌ای و نسبت بیمارانی که کارکنان بستگی دارد<sup>33,34</sup> که می‌توان عوامل را به دو بخش عوامل ذاتی و بیرونی تقسیم‌بندی کرد. جدول 5 عوامل خطر CRBSI را نشان می‌دهد.<sup>40-35</sup>

### پوشش دهی کاتتر با مواد آنتی باکتریال

حضور گروه‌های با شارژ الکتریکی مثبت نظیر  $Ag^+$  نیز برای ایجاد سطوح آنتی باکتریال در برخی از مدل‌های تجاری استفاده شده است، اما استفاده از این نوع از کاتترها به دلیل تشکیل لخته خونی مستقل از آبشار آنزیمی انعقادی و ریسک سرطان زایی یون نقره صرفاً در شرایط خاص محدود شده است.

استفاده از کاتترهای آنتی باکتریال با کلرهگزیدین و سیلور سولفادیازین در برخی موارد منجر به کاهش نرخ عفونت شده است، اما خطرات ناشی از شوک آنافلاکسی و برهم کنش با انواع داروها ناشی از کلرهگزیدین، لیز گلوبولی ناشی از یون سیلور استفاده از آن را محدود کرده است. در این زمینه سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) در سال 2016 در استفاده از کاتترهای حاوی این ماده اخطار ایمنی صادر کرده است.<sup>32</sup>

نسل جدید پوشش‌های آنتی باکتریال پلی هگزانید علاوه بر اثر مناسب بر باکتری‌های *Staphylococcus Aureus* (همچنین نوع مقاوم در برابر متی سیلین)، *Escherichia Coli*, *Candida Albicans*, *Brasiliensis Aspergillus*, *Enterococci* مقاوم به ونکومايسين و *Klebsiella Pneumoniae*، اثرات نامطلوب ذکر شده را ندارد از سال 2002 در تمام دستورالعمل‌های کنترل عفونت نظیر EPIC3 و CDC از 3 نشانه برای استفاده از کاتترهای آنتی باکتریال یا آغشته به آنتی بیوتیک نام برده است: 1- فقط در محل‌هایی که نرخ CRBSI بالاتر از معیار توافقی محلی است. 2- در بیماران بزرگسال با دسترسی محدود عروقی (کمتر از 5 روز) و سابقه عود CRBSI 3- بیماران در معرض خطر عوارض شدید CRBSI مانند کسانی که به تازگی ایمپلنت‌های داخل عروقی و یا دستگاه‌های قلبی مثل دریچه مصنوعی قلب و پیوند آئورت داشته‌اند.

کارایی این مکانیزم‌های کنترل عفونت ذکر شده صرفاً به دلیل جذب پروتئین‌های پلاسما در ساعات اولیه کاتتر بوده و پس از آن کارایی خود را از دست می‌دهد. همچنین استفاده

## جدول 5- عوامل خطر CRBSI

خطر بالا CRBSI	خطر پایین CRBSI	عوامل خطر
اطفال	بزرگسالان	سن بیمار ذاتی <i>Intrinsic Risk Factors</i>
بیماران همو دیالیز، سوختگی، تروما، قلب و عروق، ایمنولوژیک و گوارشی		بیماری‌های زمینه‌ای
مرد	زن	مرد/زن
		بستری طولانی مدت قبل از کارگذاری بیرونی <i>Extrinsic Risk Factors</i>
چند راه	تک راه	تعداد لومن‌های کاتتر
		تشکیل کلونی باکتری در محل کارگذاری
ICU و اورژانس	اتاق عمل	کارگذاری کاتتر در ...
بدون کاف	کاف دار	نوع کاتتر
<i>Femoral</i> <i>Internal Jugular</i>	• <i>Subclavian</i>	محل کارگذاری

### نتیجه گیری

عوارض ناشی از کاتترهای ورید مرکزی را به می توان به دو بخش عوارض مکانیکی و عوارض عفونی دسته بندی کرد. نقش طراحی کاتترهای ورید مرکزی در کاهش عوارض مکانیکی تعیین کننده است، اما کاهش نرخ عفونت علاوه بر طراحی مناسب کاتتر، به رعایت دستورالعمل های بهداشتی - درمانی کنترل عفونت نیز، نیازمند است. به طوری که بر اساس نظر CDC، هشدارها و استانداردهای اولیه پیشگیری

از عفونت در مراقبت های بهداشتی درمانی نظیر بهداشت دست، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی برای جلوگیری از تماس با مایعات، ترشحات و پوست غیر سالم، پیشگیری از آسیب های تیز و ضد عفونی کردن تجهیزات و وسایل پزشکی باید برای همه بیماران رعایت شود و اگر این اقدامات احتیاطی عمومی رعایت نشود، اقدامات احتیاطی خاص اضافی نمی تواند مؤثر باشد.

**Abstract:****Complication of Central Venous Catheter, Review Study**

*Abdollahi A. MD<sup>\*</sup>, Rezaei A. R. M.Sc.<sup>\*\*</sup>*

(Received: 25 April 2021      Accepted: 23 Aug 2021)

Central venous catheters are the most widely usable medical devices for vascular access, which are used as vascular access in emergency and intensive care unit, operation rooms or dialysis.

The aim of this study, evaluate the complication of central venous catheter such as catheter-related blood stream infection (CRBSI) and mechanical complications due to medical engineering view point. The result of this study shows that, in addition to following the infection control guidelines and personal protective equipment, the role of shape design and materials used in catheter construction can play an important role in reducing complications due to implantation of such devices such as thrombosis and CRBSI. Moreover, choosing the suitable guidewire has an important role in reducing the complications caused by the installation of these devices.

***Key Words: Central Venous Catheter, Complications, Prevention***

\* Associate Professor of General Surgery, Islamic Azad University of Medical Sciences, Boali Hospital, Tehran, Iran

\*\* M.Sc. Medical Engineering, Department of Biomaterials, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

## References:

1. C. Cuerda, F. Joly, O. Corcos, J. Concejo, C. Puiggrós, C. Gil, L. Pironi, H.-C.E. Group, Prospective study of catheter-related central vein thrombosis in home parenteral nutrition patients with benign disease using serial venous Doppler ultrasound, *Clinical Nutrition*. (2015).
2. A. Delluc, G. Le Gal, D. Scarvelis, M. Carrier, Outcome of central venous catheter associated upper extremity deep vein thrombosis in cancer patients, *Thrombosis research* 135(2), (2015), 298-302.
3. P.S. Shah, A. Kalyn, P. Satodia, M.S. Dunn, B. Parvez, A. Daneman, S. Salem, P. Glanc, A. Ohlsson, V. Shah, A randomized, controlled trial of heparin versus placebo infusion to prolong the usability of peripherally placed percutaneous central venous catheters (PCVCs) in neonates :the HIP (Heparin Infusion for PCVC) study, *Pediatrics* 119(1), (2007), e284-e291.
4. A.G. Randolph, D.J. Cook, C.A. Gonzales, C.G. Pribble, *Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature*, *Critical care medicine* 24(12), (1996), 2053-2058.
5. M. Verso, G. Agnelli, Venous thromboembolism associated with long-term use of central venous catheters in cancer patients, *Journal of Clinical Oncology* 21(19), (2003), 3665-3675.
6. P. Debourdeau, D.K. Chahmi, C. Zammit, D. Free-Lances, [Venous thromboembolism associated with long-term use of central venous catheters in cancer patients], *Pathologie-biologie* 56(4), (2008), 211-219.
7. A. Khorana, Cancer and thrombosis: implications of published guidelines for clinical practice, *Annals of oncology* (2009), mdp068.
8. S. Bertoglio, N. Solari, P. Meszaros, F. Vassallo, M. Bonvento, S. Pastorino, P. Bruzzi, Efficacy of normal saline versus heparinized saline solution for locking catheters of totally implantable long-term central vascular access devices in adult cancer patients, *Cancer nursing* 35(4), (2012), E35-E42.
9. O.K.E. Lee, L. Johnston, A systematic review for effective management of central venous catheters and catheter sites in acute care paediatric patients, *Worldviews on Evidence-Based Nursing* 2(1), (2005), 4-13.
10. N.K. Bradford, R.M. Edwards, R.J. Chan, Heparin versus 0.9% sodium chloride intermittent flushing for the prevention of occlusion in long term central venous catheters in infants and children: A systematic review, *International Journal of Nursing Studies* 59 (2016), 51-59.
11. S.R. Hanson, L. Harker, Blood coagulation and blood-materials interactions, *Biomaterial's science: an introduction to materials in medicine* (1996), 193-199.
12. R. Zhuo, C.A. Siedlecki, E.A. Vogler, Competitive-protein adsorption in contact activation of blood factor XII, *Biomaterials* 28(30), (2007), 4355-4369.
13. M.B. Gorbet, M.V. Sefton, Biomaterial-associated thrombosis: roles of coagulation factors, complement, platelets and leukocytes, *Biomaterials* 25(26), (2004) 5681-5703.
14. A. Schmaier, Contact activation: a revision, *Thrombosis and haemostasis* 78(1), (1997), 101-107.
15. A.H. Schmaier, Plasma contact activation: a revised hypothesis, *biological research* 31(3) (1997) 251-262.
16. A.C. Laga, T.A. Cheves, J.D. Sweeney, The effect of specimen hemolysis on coagulation test results, *American journal of clinical pathology* 126(5), (2006), 748-755.
17. K. Mann, M. Nesheim, W. Church, P. Haley, S. Krishnaswamy, Surface-dependent reactions of the vitamin K-dependent enzyme complexes, *Blood* 76(1), (1990), 1-16.
18. S.R. Ash, Fluid mechanics and clinical success of central venous catheters for dialysis-answers to simple but persisting problems, *Seminars in dialysis*, Wiley Online Library, 20, 07 ,pp. 237-256.
19. M.C. Bélanger, Y. Marois, R. Roy, Y. Mehri, E. Wagner, Z. Zhang, M.W. King, M. Yang, C. Hahn, R. Guidoin, Selection of a polyurethane membrane for the manufacture of ventricles for a totally implantable artificial heart: blood compatibility and biocompatibility studies, *Artificial organs* 24(11), (2000), 879-888.
20. K.N. Ekdahl, J. Hong, O.A. Hamad, R. Larsson, B. Nilsson, and Evaluation of the blood compatibility of materials, cells, and tissues: basic concepts, test models, and practical guidelines, *Complement Therapeutics*, Springer2013, pp. 257-270.
21. K.Nishikawa, A.Takasu, et al, Deposits on the intraluminal surface and bacterial growth in central venous catheters, *Journal of Hospital Infection*, Volume 75, Issue 1, May 2010, Pages 19-22.
22. H.-S. Han, Y.-T. Jeon, H.-S. Na, J.-Y. Hwang, E.-J. Choi, M.-H. Kim, Successful removal of kinked J-guide wire under fluoroscopic guidance during central venous catheterization-A case report, *Korean journal of anesthesiology* 60(5), (2011), 362-364.
23. J.J. Lee, J.S. Kim, W.S. Jeong, D.Y. Kim, S.M. Hwang, S.Y. Lim, A complication of subclavian venous catheterization: extravascular kinking, knotting, and entrapment of the guidewire-A case report, *Korean journal of anesthesiology* 58(3), (2010), 296-298.
24. S. Gordy, S. Rowell, Vascular air embolism, *international journal of critical illness and injury science* 3(1), (2013) 73.

25. <http://www.nhs.uk/conditions/Air-embolism/Pages/Introduction.aspx>.
26. J. Pinho, J.M. Amorim, J.M. Araújo, H. Vilaça, M. Ribeiro, J. Pereira, C. Ferreira, Cerebral gas embolism associated with central venous catheter: Systematic review, *Journal of the neurological sciences* 362 (2), 164-160.
27. M.A. Mirski, A.V. Lele, L. Fitzsimmons, T.J. Toung, D.C. Warltier, Diagnosis and treatment of vascular air embolism, *The Journal of the American Society of Anesthesiologists* 106(1) (2007), 164-177.
28. C.M. Muth, E.S. Shank, Gas embolism, *New England Journal of Medicine* 342(7) (2000), 476-482.
29. L.S. Cook, Infusion-related air embolism, *Journal of Infusion Nursing* 36(1) (2013), 26-36.
30. S.L. Orebaugh, Venous air embolism: clinical and experimental considerations, *Critical care medicine* 20(8) (1992), 1169-1177.
31. C. Beloin, N. Fernández-Hidalgo, D. Lebeaux, Understanding biofilm formation in intravascular device-related infections, *Intensive care medicine* 43(3), (2017), 443-446.
32. w.f.g. FDA Safety Alert.
33. L.A. Mermel, M. Allon, E. Bouza, D.E. Craven, P. Flynn, N.P. O'Grady, I.I. Raad, B.J. Rijnders, R.J. Sherertz, D.K. Warren, Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America, *Clinical infectious diseases* 49(1), (2009), 1-45.
34. N.P. O'Grady, M. Alexander, L.A. Burns, E.P. Dellinger, J. Garland, S.O. Heard, P.A. Lipsett, H. Masur, L.A. Mermel, M.L. Pearson, Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections, *Clinical infectious diseases* 52(9), (2011), e162-e193.
35. W. Zingg, V. Cartier-Fässler, B. Walder, Central venous catheter-associated infections, *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 22(3), (2008), 407-421.
36. M. Almuneef, Z. Memish, H. Balkhy, O. Hijazi, G. Cunningham, C. Francis, Rate, risk factors and outcomes of catheter-related bloodstream infection in a paediatric intensive care unit in Saudi Arabia, *Journal of hospital infection* 62(2), (2006), 207-213.
37. P. Mollee, M. Jones, J. Stackelroth, R. Van Kuilenburg, W. Joubert, J. Faoagali, D. Looke, J. Harper, A. Clements, Catheter-associated bloodstream infection incidence and risk factors in adults with cancer: a prospective cohort study, *Journal of Hospital Infection*. 26-30 (2011), (1) 78.
38. M.C. Wylie, D.A. Graham, G. Potter-Bynoe, M.E. Kleinman, A.G. Randolph, J.M. Costello, T.J. Sandora, Risk factors for central line-associated bloodstream infection in pediatric intensive care units, *Infection Control & Hospital Epidemiology* 31(10), (2010), 1049-1056.
39. S.B. Kritchevsky, B.I. Braun, L. Kusek, E.S. Wong, S.L. Solomon, M.F. Parry, C.L. Richards, B. Simmons, The Impact of Hospital Practice on Central Venous Catheter-Associated Bloodstream Infection Rates at the Patient and Unit Level: A Multicenter Study, *American Journal of Medical Quality* 23(1) (2008), 24-38.
40. W. Zingg, B. Walder, D. Pittet, Prevention of catheter-related infection: toward zero risk?, *Current opinion in infectious diseases* 24(4), (2011), 377-384.