

# Cateteres venosos totalmente implantáveis: histórico, técnica de implante e complicações

## *Totally implantable venous catheters: history, implantation technique and complications*

Antonio Eduardo Zerati<sup>1</sup>, Nelson Wolosker<sup>1</sup>, Nelson de Luccia<sup>1</sup>, Pedro Puech-Leão<sup>1</sup>

### Resumo

O acesso ao sistema venoso, seja para coleta de amostras de sangue ou para infusão de soluções, é de vital importância para o diagnóstico e tratamento de pacientes com as mais variadas condições clínicas. Desde que Harvey, em 1616, descreveu o sistema circulatório a partir de estudos em animais e que Sir Christopher Wren, 4 décadas depois, realizou a primeira infusão endovenosa em seres vivos, a evolução na técnica de acesso e nos dispositivos para infusão tem sido constante. Merece destaque a criação dos cateteres de longa duração na década de 1970, em especial os totalmente implantáveis, que revolucionaram o tratamento do câncer, aumentando a segurança e o conforto dos pacientes oncológicos. Este artigo tem como objetivo a revisão de dados históricos relativos ao acesso vascular e a discussão da técnica de implante e das principais complicações associadas ao procedimento de colocação e ao uso dos cateteres totalmente implantáveis.

**Palavras-chave:** artigo histórico; cateteres; dispositivos de acesso vascular; infecção; ultrassonografia de intervenção.

### Abstract

Access to the venous system is of vital importance for diagnosis and treatment of patients with the most varied range of clinical conditions, whether for taking blood samples or for infusion of solutions. In 1616, Harvey described the circulatory system on the basis of studies in animals and 4 decades later Sir Christopher Wren conducted the first intravenous infusions in living beings. Since then there has been constant evolution in access technique and infusion devices. Of particular note is the creation of long-term catheters in the 1970s, particularly totally implantable devices, which revolutionized cancer treatment, increasing both safety and comfort for oncology patients. The objectives of this article are to review historical data on vascular access and discuss the implantation technique and the main complications associated with procedures for placement and use of totally implantable venous access devices.

**Keywords:** historical article; catheters; vascular access devices; infection; ultrasonography, interventional.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo – USP, Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, São Paulo, SP, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Novembro 17, 2016. Aceito em: Abril 04, 2017.

O estudo foi realizado no Instituto do Câncer do Estado de São Paulo, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

## ■ HISTÓRICO

A fisiologia dos vasos sanguíneos passou a ser desvendada no século XVII por Harvey, que, em 1616, realizou pesquisas em animais e descreveu o sistema circulatório em *Exercitatio Anatomica de Moto Cordis et Sanguinis in Animalibus*<sup>1</sup>. Esses conhecimentos permitiram que, passadas algumas décadas, fosse possível realizar intervenções nos vasos sanguíneos de seres vivos, como fez Folly em 1654, quando procedeu à primeira transfusão sanguínea entre dois animais através de um tubo de prata inserido na artéria do doador e uma cânula óssea inserida na veia do receptor<sup>2</sup>.

Em 1656, Sir Christopher Wren, conhecido como o arquiteto da St Paul's Cathedral, realizou a primeira infusão no sistema venoso de seres vivos ao administrar ópio, cerveja e vinho no interior da veia de cães, utilizando para isso uma pena de ganso conectada a uma bexiga suína<sup>3</sup>.

Robert Boyle, em 1663, e Richard Lower, em 1667, relataram transfusão de sangue de animais em humanos<sup>4</sup>. A primeira transfusão sanguínea entre seres humanos se deu apenas em 1818 graças a Blundell<sup>5</sup>, que transfundiu para uma paciente em choque hemorrágico pós-parto o sangue extraído de outro indivíduo.

O'Shaughnessy<sup>6</sup>, em 1831, e Latta<sup>7</sup>, no ano seguinte, obtiveram sucesso no tratamento de doentes com cólera através da infusão de solução salina endovenosa, mesmo princípio descrito para o tratamento de indivíduos em choque<sup>8</sup>.

O primeiro cateter de polietileno introduzido por punção através do lúmen de uma agulha foi criado em 1945, passando a ser comercializado com o nome de Intracath<sup>®</sup> (BD Worldwide, Franklin Lakes, New Jersey)<sup>9</sup>.

O acesso ao sistema venoso por punção foi criado pelo cirurgião militar francês Robert Aubaniac, que descreveu a técnica em 1952<sup>10</sup>. A punção da veia subclávia por ele relatada permitia a infusão de maiores volumes de fluidos mais rapidamente para o tratamento de indivíduos em choque hipovolêmico nos campos de batalha. A técnica descrita por Aubaniac envolvia um acesso medial, dirigindo então a punção lateral e inferiormente em direção à fossa adjacente ao esterno. Dissecções *postmortem* mostraram que o sítio de entrada dos cateteres na veia subclávia ocorria próximo à junção com a veia jugular interna<sup>10</sup>.

Em 1952, Seldinger<sup>11</sup> descreveu a inserção intravascular de cateteres avançando-os por navegação através de um fio-guia flexível introduzido por punção.

Essa técnica é a base para o acesso nos procedimentos realizados por via endovascular atualmente.

A inserção de cateteres centrais por veias periféricas dos membros foi descrita por Wilson, em 1960, e tinha como finalidade monitorar a pressão venosa central de pacientes críticos<sup>12</sup>.

O acesso supraclavicular percutâneo à veia subclávia foi descrito em 1965 por Yoffa<sup>13</sup>. Nessa época, outras técnicas de cateterização percutânea das veias jugulares interna e externa já eram usadas<sup>3</sup>.

O avanço nas vias de acesso de longa duração teve início em 1973, quando Broviac criou um cateter de silicone que era exteriorizado pela parede anterior do tórax após tunelização subcutânea a partir do local de punção. Esse dispositivo era sintetizado em silicone e portava um anel de poliéster que, por provocar reação inflamatória, proporcionava melhor fixação do cateter, devido à aderência desse anel ao tecido subcutâneo<sup>14</sup>.

Em 1979, Hickman adaptou o dispositivo de Broviac, criando um novo modelo mais calibroso que permitia a realização de plasmáfereze e o transplante de medula óssea (TMO)<sup>15</sup>.

Outro grande passo na evolução dos acessos vasculares deve-se à criação dos cateteres totalmente implantáveis. Essa modalidade surgiu no início dos anos 1970, quando Belin et al.<sup>16</sup>, em 1972, descreveram o implante de um cateter venoso central (CVC) com câmara subcutânea para infusão de nutrição parenteral. Em 1982, Niederhuber et al.<sup>17</sup> mostraram os resultados de experimentos com 30 dispositivos totalmente implantáveis para tratamento de pacientes com câncer, sendo 20 com a extremidade em posição venosa central e os demais com implante arterial. Esses cateteres totalmente implantáveis são hoje largamente utilizados, principalmente no tratamento oncológico, constituindo o tópico deste estudo.

## ■ ACESSOS VASCULARES EM PACIENTES ONCOLÓGICOS

A escolha do acesso vascular, para que seja capaz de proporcionar conforto e segurança ao paciente, deve considerar diversos fatores, tais como a definição de quais drogas serão ministradas, qual o tempo previsto de duração do tratamento, a frequência de uso do acesso, necessidade de transfusão de hemoderivados e condição da rede venosa periférica do indivíduo.

## ■ TIPOS DE CATETERES

Os diferentes tipos de acesso venoso podem ser classificados em relação ao tempo de uso, frequência de uso e localização de sua extremidade (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos tipos de cateter mais utilizados.

Cateter	Duração	Inserção/posição da extremidade	Frequência de uso
Jelco®	Até 4 dias	P/P	Contínuo
CVC de curta duração	Até 3 semanas	C/C	Contínuo
PICC	Até 12 meses	P/C	Contínuo/Intermitente
Semi-implantáveis	Meses a anos	C/C	Contínuo/Intermitente
Totalmente implantáveis	Anos	C, P/C	Intermitente

P: periférica; C: central; PICC: cateter central de inserção periférica; CVC: cateter venoso central.

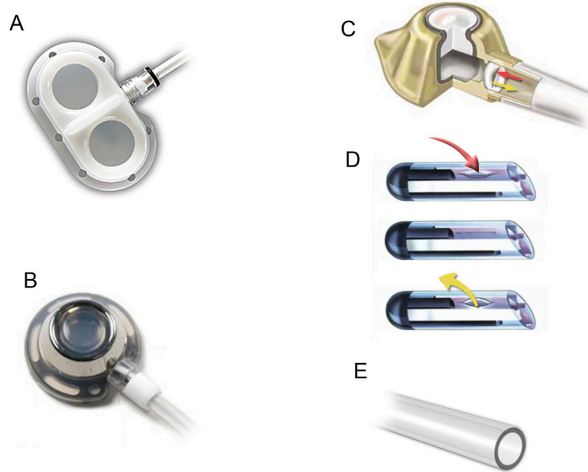
Os cateteres periféricos de curta duração são fabricados em *teflon* ou silicone, têm cerca de 35 a 52 mm de comprimento e são inseridos por punção de veias periféricas, num procedimento de baixo risco. Têm custo reduzido e durabilidade curta, sendo os mais utilizados na prática clínica em pacientes internados.

Cateteres venosos centrais de curta duração são dispositivos de poliuretano com 20 a 30 cm de comprimento e calibre de até 8 Fr, passados por punção de uma veia central (jugular interna, subclávia, axilar ou femoral) e com a ponta posicionada próximo à junção átrio-cava. Há versões de lúmen único ou múltiplo, sempre para uso contínuo exclusivamente em pacientes sob regime de internação hospitalar. Seu uso domiciliar é desaconselhável, devido ao maior risco de infecção e de deslocamento do dispositivo que, por não ser tunelizado, fica fixo apenas por um ponto de fio inabsorvível que o fixa à pele junto ao orifício de entrada. O modelo mais calibroso (12 Fr), conhecido como Schilley, permite alto fluxo, necessário em sessões de hemodiálise ou aférese, com a ressalva de que tem curta duração.

Os cateteres centrais de inserção periférica (PICCs, do inglês *peripherally inserted central catheters*), são inseridos também por punção de veia superficial, geralmente do membro superior (antecubital, basilíca, cefálica), ou com auxílio de ultrassonografia (US), também por punção da veia braquial. São cateteres não tunelizados, porém de longa duração, cuja ponta é mantida em posição central. Seu uso pode ser contínuo ou intermitente, nos pacientes em tratamento domiciliar ou internados. O procedimento de inserção representa baixo risco e pode ser feito à beira do leito, com o inconveniente de não haver controle de imagem durante a progressão do cateter. Por ser longo (50 a 65 cm de comprimento) e pouco calibroso (até 5 Fr), não é o cateter adequado para a infusão de grandes volumes em curto espaço de tempo. Tem a vantagem de ser facilmente removível, porém traz desvantagens em relação a questões estéticas e de conforto.

Cateteres tunelizados têm maior durabilidade, uma vez que o trajeto subcutâneo é fator protetor contra infecções<sup>18</sup>, além de proporcionar melhor fixação do dispositivo<sup>19</sup>. Os cateteres semi-implantáveis são introduzidos a partir de um orifício de entrada na pele (geralmente da parede anterior do tórax) e passados por um trajeto subcutâneo até o sítio de introdução numa veia central, ponto este a partir do qual adentra o espaço intravascular até que sua extremidade atinja a posição próxima à junção átrio-cava. Há dois tipos principais de cateteres semi-implantáveis: um modelo mais maleável e com ponta simétrica dos lúmens (geralmente dois), conhecido como Hickman, e outro de maior rigidez, capaz de permitir um fluxo médio de 350 a 450 mL/min e com pontas capazes de minimizar a recirculação do sangue (lúmens com pontas simétricas – por exemplo, Palindrome™ –, Covidien®, assimétricas – por exemplo, Mahurkar™, Covidien®, ou separadas – Splitcath®, Medcomp®), chamado de maneira geral de permcath. Ambos têm um anel de Dacron® posicionado no interior do túnel subcutâneo, idealmente a 2 cm do orifício de entrada do cateter. Esse anel provoca uma reação inflamatória e consequente aderência, proporcionando melhor fixação do dispositivo após cerca de 1 mês do implante.

Outro modelo de cateter de longa permanência é o totalmente implantável, conhecido como portocath. Trata-se de cateter com diâmetro inferior a 10 Fr, passível de implantação através de veia periférica ou central e que, após passagem por trajeto subcutâneo, é conectado a um reservatório implantado geralmente sobre a fáscia muscular do local escolhido para a confecção da loja. Como nenhum segmento do conjunto fica exteriorizado, esse tipo de cateter tem menor risco de infecção e maior durabilidade em relação aos semi-implantáveis<sup>18</sup>. O reservatório é fabricado em titânio ou plástico com câmara simples ou dupla (Figura 1). Há dispositivos valvulados e não valvulados. Em alguns modelos, a válvula fica posicionada no reservatório e, em outros, na ponta do cateter (Figura 1). A vantagem dos cateteres valvulados seria diminuir a ocorrência de mau



**Figura 1.** Tipos de cateter totalmente implantável. (A) Câmara dupla de plástico; (B) Câmara simples metálica; (C) Válvula posicionada no reservatório; (D) Válvula na extremidade do cateter de ponta fechada. A pressão negativa abre a válvula, permitindo o refluxo de sangue. Em repouso, a fenda permanece fechada. A pressão positiva, por sua vez, propicia a abertura da válvula e a infusão da medicação; (E) Cateter não valvulado de ponta aberta.

funcionamento causado por trombos intracateter, pelo fato de evitarem refluxo sanguíneo inadvertido. A superioridade dos cateteres valvulados, entretanto, não está comprovada<sup>20,21</sup>.

Alguns dos novos modelos de cateteres são mais resistentes e permitem a infusão de fluidos com maior pressão (até 5 mL/s, 300 psi), como na injeção por bomba de contraste pelo cateter em exames de imagem (por exemplo, Dignity® - Medcomp, PowerPort® - Bard).

Os cateteres de longa duração (PICC, semi-implantáveis e totalmente implantáveis) são fabricados em silicone ou poliuretano, com diferentes características entre si. Se o silicone mostra melhor biocompatibilidade e menor risco de provocar trombose<sup>22</sup>, o cateter de poliuretano tem paredes mais finas, permitindo maior diâmetro de luz interna em relação a um cateter de mesmo diâmetro externo feito em silicone, o que resulta num menor risco de obstrução<sup>19</sup>.

## INDICAÇÕES DE USO

Os acessos periféricos são os preferidos para infusão de soluções por tempo curto (poucos dias), naqueles indivíduos com rede venosa preservada e para infusão de soluções não vesicantes, que são aquelas que, ao extravasamento, provocam irritação intensa, com formação de lesões bolhosas (vesículas) e necrose tecidual. Pacientes em tratamento quimioterápico não vesicante e por período não prolongado podem beneficiar-se desse tipo de acesso.

O acesso venoso central passa a ser mais indicado que o periférico quando a solução a ser infundida tem  $\text{pH} < 5,0$  ou  $> 9,0$ , osmolaridade  $> 500$  mOsm/L ou característica vesicante<sup>23,24</sup>. Necessidade de monitorização da pressão venosa central e impossibilidade de acesso periférico, esta última relativamente frequente em pacientes oncológicos, são outras indicações. O acesso venoso central de curta duração deve ser utilizado apenas em pacientes em regime de internação hospitalar e por tempo inferior a 3 semanas<sup>19</sup>. O PICC pode ser opção nesses casos, principalmente quando o acesso central for necessário por maior tempo (alguns meses) ou o paciente requerer cuidados domiciliares. Atualmente, o PICC tem sido implantado com frequência crescente nos pacientes em quimioterapia ambulatorial, pois permite uso intermitente. Como parte do cateter fica exteriorizada a partir do local de punção, pode causar desconforto.

Os cateteres semi-implantáveis de alto fluxo (permcath) são indicados nos pacientes que necessitam de hemodiálise por período mais prolongado e para indivíduos em programação de aférese, que consiste num processo de coleta de células progenitoras periféricas mobilizadas para a circulação sanguínea após terapia com o fator estimulante de colônias de granulócitos (G-CSF, do inglês *granulocyte colony stimulating factor*), visando transplante de medula óssea. Os cateteres de Hickman permitem a infusão simultânea de diversas soluções, inclusive hemoderivados, além da própria realização do TMO.

Além disso, possibilitam a coleta de amostras de sangue para análise, oferecendo conforto por evitar venopunções frequentes, e também a administração de nutrição parenteral prolongada endovenosa<sup>25</sup>.

As principais indicações para a colocação de cateteres totalmente implantáveis são necessidade de acesso venoso frequente, uso de fármacos vesicantes e inadequação do sistema venoso periférico. A utilização desses cateteres requer a punção percutânea do reservatório, motivo pelo qual esses dispositivos são mais indicados para uso intermitente, poupando a pele nos intervalos do tratamento. Sua utilização é quase que exclusiva para o tratamento quimioterápico de pacientes oncológicos<sup>26</sup>.

### ■ TÉCNICAS DE COLOCAÇÃO DOS CATETERES TOTALMENTE IMPLANTÁVEIS

A operação de implante desses cateteres é realizada em ambiente próprio, com o paciente sob monitoração de dados vitais e com suporte de imagem, especialmente de um aparelho de radioscopia. Em geral, essa estrutura é oferecida em centros cirúrgicos e salas de radiointervenção.

O tipo de anestesia depende das condições clínicas do paciente e da preferência da equipe cirúrgica. Geralmente, a anestesia local associada à sedação é suficiente. Por se tratar de operação limpa, não é indicada antibioticoprofilaxia.

A escolha do local de implante deve considerar a veia através da qual será introduzido o cateter e o local em que será criada a loja do reservatório. A preferência é pela introdução em veias que drenam para o sistema cava superior. A inadequação da parede torácica anterior é indicação relativa para implante em veias do sistema cava inferior, uma vez que o reservatório pode ser implantado em locais alternativos, como os membros superiores<sup>27</sup>. A trombose da veia cava superior, entretanto, é indicação absoluta para implante pelas veias safena interna ou femoral<sup>28</sup>. Em situações de exceção, são opções a punção translombar da veia cava inferior, o acesso percutâneo trans-hepático, a canulação de veias colaterais e a recanalização de veias obstruídas<sup>29-31</sup>.

A técnica de acesso depende do vaso selecionado. Em geral, veias superficiais (jugular externa, cefálica, basilíca e safena) são acessadas por dissecação, enquanto as profundas (jugular interna, subclávia e femoral) são abordadas por punção<sup>26,32</sup> (Figura 2). O refinamento dos materiais (agulhas, fios-guia) faz com que a punção de veias profundas seja o procedimento de escolha na maioria dos centros. A utilização de ultrassonografia

em sala cirúrgica torna possível a avaliação da veia escolhida para punção, permitindo que uma trombose assintomática seja diagnosticada antes do início da operação. Esse recurso permite também a punção guiada por ultrassom, reduzindo riscos de acidentes, como punção arterial e pneumotórax (Figura 3)<sup>33,34</sup>.

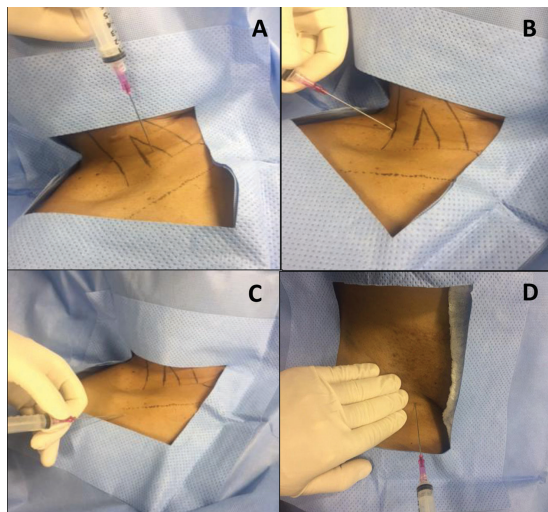
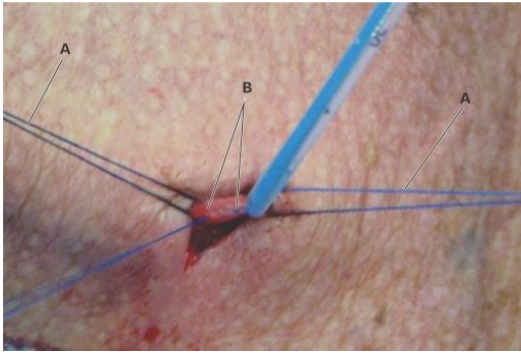


Figura 2. Técnicas de punção das veias profundas mais frequentemente utilizadas para inserção de cateteres venosos. (A) Punção anterior da veia jugular interna (VJI). Entrada entre os ventres do músculo esternocleidomastoideo, com agulha inclinada a 45° em direção ao mamilo ipsilateral; (B) Punção posterior da VJI. Agulha introduzida em direção medial, abaixo do ramo clavicular do músculo esternocleidomastoideo; (C) Punção infraclavicular da veia subclávia com entrada entre os terços médio e lateral da clavícula; (D) Punção da veia femoral realizada medialmente ao local onde é palpado o pulso arterial femoral.



Figura 3. Punção por via posterior da veia jugular interna direita com auxílio do ultrassom. No detalhe, imagem ultrassonográfica da punção mostrando a extremidade da agulha (seta) no interior da veia. VJI: veia jugular interna; ACC: artéria carótida comum.



**Figura 4.** Dissecção de veia jugular externa (VJE) para inserção de cateter de longa permanência. (A) Reparo proximal e distal da VJE; (B) Venorrafia, evitando ligadura distal da VJE e permitindo a manutenção do fluxo pelo vaso.

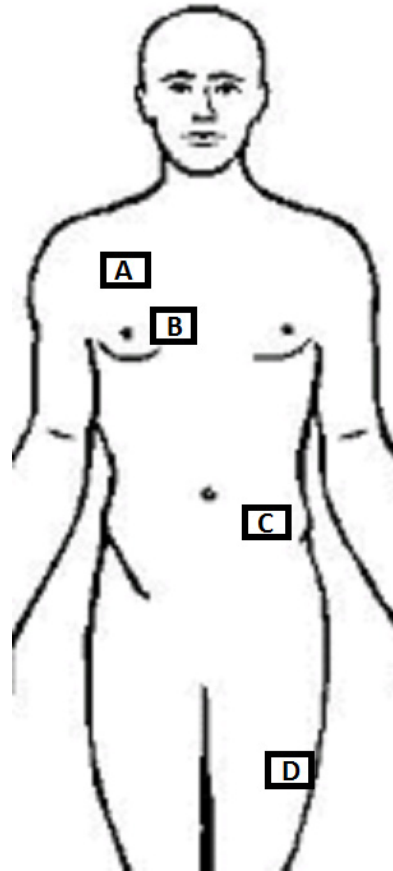
Quando a opção recai sobre a dissecção de veia superficial, faz-se a venotomia, para que o cateter seja introduzido até que a ponta atinja posição central. O vaso é ligado distalmente, com nova ligadura proximal envolvendo o cateter, tendo-se o cuidado de não provocar a sua constrição. No caso de veias mais calibrosas, uma sutura ao redor da incisão, em substituição à ligadura, permite a manutenção do fluxo sanguíneo, evitando tromboflebites (Figura 4).

O trajeto venoso até o átrio é mais retilíneo à direita, motivo pelo qual a preferência é pela introdução por esse lado. Em caso de tumores na região do tórax (por exemplo, neoplasias de mama), apesar de não haver impedimento para a passagem do cateter pelo mesmo lado, geralmente realiza-se o procedimento no lado contrário ao do tumor.

A extremidade proximal do cateter é deixada na junção átrio-cava, com atenção quanto à ocorrência de arritmias provocadas pelo dispositivo. Em muitos casos, a ponta do cateter pode ficar dentro do átrio direito, sem prejuízo para o paciente.

A loja do reservatório deve ser confeccionada em local firme e distante de áreas em que a pele não seja íntegra, como nas situações em que há estomas, radiodermite ou lesões tumorais ulceradas. Sempre que possível, o reservatório é implantado na parede anterior do tórax, logo acima da fáscia do músculo peitoral (Figura 5). Em pacientes obesos, com tecido celular subcutâneo muito espesso, pode haver dificuldade na punção do reservatório caso este fique alocado sobre a fáscia muscular. Em tal circunstância, a loja do reservatório pode ser feita mais superficialmente, no plano adiposo, deixando-se um mínimo de 2 cm de espessura de tecido subcutâneo sobre o dispositivo.

Quando o acesso se faz através das veias femoral ou safena interna, a loja do reservatório pode ser



**Figura 5.** Locais mais frequentes de implante do reservatório. Quando a escolha recai sobre veias que drenam para o sistema cava superior, o reservatório pode ser instalado em posição infraclavicular (A) ou paraesternal (B). Quando da opção pelas veias safena interna ou femoral, o reservatório pode ser posicionado próximo à crista ilíaca anterossuperior (C) ou na face anterolateral da coxa (D).

confeccionada no abdome, medialmente à crista ilíaca anterossuperior, ou na face anterolateral da coxa (Figura 5).

Após o preparo adequado da loja, que compreende hemostasia rigorosa para redução dos riscos de infecção, o cateter é passado por trajeto subcutâneo a partir do local de introdução venosa até a loja. Após essa manobra, realiza-se novo controle radiológico para certificação de que a extremidade do dispositivo se mantém em posição adequada, além de outro teste de fluxo/refluxo. O reservatório é então conectado ao cateter e posicionado no interior da loja, onde é fixado com dois pontos de fio inabsorvível à fáscia muscular. Antes do fechamento do tecido subcutâneo e da pele, faz-se novo teste de fluxo/refluxo, dessa vez punccionando o reservatório, lavando o cateter com o mínimo de 20 mL de solução fisiológica e infundindo solução de heparina antes da retirada da agulha.

## ■ COMPLICAÇÕES ASSOCIADAS AOS CATETERES TOTALMENTE IMPLANTÁVEIS RELACIONADAS AO PROCEDIMENTO DE IMPLANTE

As intercorrências decorrentes do ato operatório de implante são as relativas a acidentes de punção para acesso a uma veia central, como pneumotórax, hemotórax e punção arterial inadvertida, ou à navegação dos dispositivos endovasculares (fio-guia, introdutor, cateter), entre os quais perfuração venosa e lesão miocárdica<sup>35,36</sup>.

Hematomas e infecções de loja ou trajeto precoces também são eventos adversos que podem estar associados à operação para colocação dos cateteres totalmente implantáveis<sup>26</sup>.

Quando o procedimento é realizado com base em parâmetros anatômicos, o risco de pneumotórax nas punções subclávia e jugular pode chegar a 3%<sup>37,38</sup>, enquanto punções acidentais de artérias ocorrem em 5% a 10% dos casos<sup>38</sup>. Em alguns estudos, o auxílio da US eliminou a ocorrência de hemotórax e pneumotórax, além de ter-se associado à punção arterial inadvertida com frequência inferior a 1%<sup>39</sup>. Nesses estudos, todavia, ao contrário do nosso, não houve comparação com punções realizadas através de parâmetros anatômicos.

Ocorreram, no serviço dos autores, em 1.255 procedimentos de implante de cateter totalmente implantável, 18 (1,4%) intercorrências relacionadas ao procedimento, entre as quais um (0,1%) pneumotórax e 14 (1,1%) punções arteriais inadvertidas, nove delas em procedimentos guiados por US (0,9% do total)<sup>40</sup>. Nossos dados mostraram que a não utilização da US para guiar a punção venosa é fator de risco para punção arterial iatrogênica mas não para outras complicações, como hemo e pneumotórax<sup>40</sup>.

## ■ COMPLICAÇÕES ASSOCIADAS AOS CATETERES TOTALMENTE IMPLANTÁVEIS RELACIONADAS AO USO DO IMPLANTE

### Complicações infecciosas

As complicações infecciosas são as mais frequentemente relacionadas com cateteres de longa permanência e a principal causa de retirada precoce (antes do final do tratamento) do cateter<sup>26</sup>. A infecção pode ser de loja ou de corrente sanguínea.

### Infecção de loja

O diagnóstico é feito pelo exame clínico quando há sinais flogísticos (dor, hiperemia, aumento do calor local) na região do reservatório. Pode haver coleção na loja, às vezes acompanhada de deiscência

com drenagem de secreção purulenta. O tratamento conservador não costuma trazer bons resultados, levando à retirada do cateter na maioria dos casos, associada à antibioticoterapia sistêmica.

### Infecção de corrente sanguínea

O diagnóstico de infecção de corrente sanguínea (ICS) ainda é um grande desafio em pacientes com cateteres de longa permanência. Febre e calafrios geralmente estão associados à ICS, mas são sintomas inespecíficos. Quando há suspeita, deve-se obter um par de hemoculturas (HMC) pareadas (aeróbica e anaeróbica) do cateter central e do acesso vascular periférico. O diagnóstico de ICS é estabelecido nas seguintes situações:

- Crescimento do mesmo agente em cultura do cateter e HMC periférica.
- HMC central e periférica positivas:
- *Diferencial de tempo para positividade*: HMC central tem crescimento do microrganismo pelo menos 2 horas antes de HMC periférica.
- *HMC quantitativa*: HMC central tem crescimento do agente infeccioso pelo menos três vezes maior que na HMC periférica.
- HMC central positiva e HMC periférica negativa.
- Quando houver sepse sem outro foco infeccioso presumível.

Enquanto se aguarda o resultado das HMC, o tratamento empírico deve incluir cobertura para agentes Gram-positivos e Gram-negativos. Após a identificação do agente infeccioso, deve-se ajustar a terapia conforme o resultado das culturas<sup>41</sup>, mantendo antibiótico sistêmico associado a terapia de selo (lockterapia) por 7 a 14 dias. Após 72 horas de antibioticoterapia eficaz combinada com lockterapia, um novo par de HMC pelo cateter deve ser coletado, independentemente da resposta clínica. Em caso de persistência da positividade para o mesmo agente da infecção, o cateter deve ser removido.

Em pacientes com bacteremia ou fungemia persistentes por até 72 horas após a retirada do cateter, a antibioticoterapia deve ser mantida por 4 a 6 semanas.

Situações que requerem retirada imediata do cateter, sem tentativa de preservação, estão na Tabela 2.

Além dos cuidados com antisepsia e assepsia no procedimento de implante, há evidências de que a inserção por punção está associada a menor risco de infecção em comparação com a inserção por

Tabela 2. Indicações para retirada do cateter de longa permanência.

Instabilidade hemodinâmica
Hemocultura positiva para <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida spp</i>
Sepse ou bacteremia persistentes após 48 horas de antibioticoterapia adequada
Complicações sistêmicas (por exemplo., embolia séptica, osteomielite, endocardite)

dissecção venosa<sup>42</sup>. É aconselhável usar dispositivos com câmara dupla somente quando estritamente necessário e manter o cateter para utilização somente em tratamentos quimioterápicos.

As complicações infecciosas na nossa instituição foram as mais frequentes, com prevalência de 13%, 0,35/1.000 dias de uso<sup>40</sup>. A maior parte (66%) dessas intercorrências foi tardia e, portanto, associada ao uso do dispositivo e não ao procedimento de implante<sup>40</sup>.

### Complicações não infecciosas

#### Trombose venosa profunda

Além da possível presença de fatores associados à neoplasia que aumentam os riscos de trombose venosa profunda, como hipercoagulabilidade, lesão endotelial pelo agente quimioterápico e compressão venosa pelo tumor, a presença do cateter pode ser considerada outro fator de risco.

A trombose venosa profunda (TVP) pode gerar sinais e sintomas, tais como dor no trajeto venoso, edema de membro, edema de face e presença de circulação venosa colateral na parede torácica. O diagnóstico é feito através de exames de imagem, como *duplex scan* venoso para os territórios cervical, abdominal e de membros. Se a suspeita for de trombose do tronco braquiocefálico venoso ou de veia cava superior, a angiografia por tomografia computadorizada ou ressonância magnética é mais adequada. Muitas vezes, todavia, o paciente é assintomático e o diagnóstico é feito em exames de rotina realizados durante o tratamento oncológico<sup>43</sup>.

Uma vez estabelecido o diagnóstico de TVP, inicia-se de imediato anticoagulação plena (desde que não haja contraindicação clínica). Pacientes muito sintomáticos, com trombozes extensas, como nos casos de síndrome da veia cava superior, podem ser candidatos a tratamento fibrinolítico, pesando os riscos de complicações hemorrágicas<sup>44</sup>.

Se o cateter mantém o funcionamento adequado, deve ser preservado, uma vez que não há benefício em retirá-lo, além do risco de nova trombose venosa provocada por novo cateter em outro local. A retirada fica restrita aos casos em que o cateter perde o fluxo,

o que acontece quando a TVP envolve a extremidade do dispositivo<sup>45</sup>.

Manter a ponta do cateter próxima ou dentro do átrio direito, mesmo nos casos em que o implante é feito por acesso femoral ou safeno, é manobra que contribui para a redução da ocorrência de TVP associada ao cateter.

Entre as complicações não infecciosas registradas na nossa instituição, houve 27 (2,2%) casos de TVP, representando 0,06/1.000 dias de uso<sup>40</sup>. Essa ocorrência é compatível com o que encontramos em outros estudos, nos quais a frequência de TVP variou entre 0,03 a 1,2/1.000 dias de uso<sup>46</sup>. Alguns autores relatam maior risco de TVP no acesso pela veia subclávia em comparação com a introdução via jugular interna<sup>47-50</sup>, enquanto outros apontam o acesso subclávio como favorável em relação aos outros acessos quanto à incidência de TVP<sup>49</sup>. O acesso femoral também é apontado como de maior risco para TVP em alguns estudos<sup>47,48</sup>. Nossos dados, entretanto, não mostraram relação entre o sítio de introdução e a ocorrência de TVP<sup>40</sup>.

#### Mau funcionamento

Situação na qual ocorre disfunção apenas de refluxo ou deficiência tanto no refluxo quanto na infusão de medicamentos. O mau funcionamento pode ser devido a falha técnica no implante, como posicionamento inadequado da extremidade do cateter, angulação excessiva ou pinçamento do cateter (Figura 6). Essa última situação é mais frequente quando o cateter é passado por punção de veia subclávia, já que o espaço entre a primeira costela e a clavícula é estreito. O mau funcionamento desde as primeiras punções do cateter é indicativo de falha técnica no procedimento de implante<sup>26</sup>.

A presença do cateter no espaço intravascular pode provocar a formação de fibrina ao seu redor, impedindo o refluxo por atuar como mecanismo de válvula quando se faz pressão negativa durante a aspiração (Figura 7). Nos cateteres com a válvula em fenda na extremidade, a capa de fibrina pode impedir não só o refluxo como também a infusão de fluidos<sup>45,51</sup>.

Outra condição que traz prejuízo ao funcionamento é a formação de trombos no lúmen do cateter, em decorrência de refluxo de sangue que pode ocorrer, por exemplo, com a pressão negativa quando da retirada da agulha de punção do reservatório<sup>52</sup>.

A avaliação de um cateter com mau funcionamento começa pela checagem da punção. Muitas vezes a deficiência de fluxo se deve à punção inadequada do reservatório. O passo seguinte é a realização de uma radiografia simples de tórax, com a finalidade de



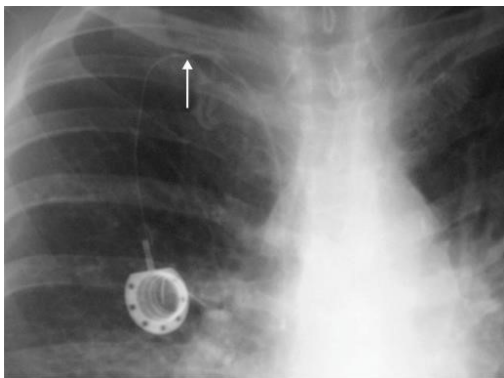


Figura 6. Constrição do cateter (seta) no espaço entre a clavícula e a primeira costela.

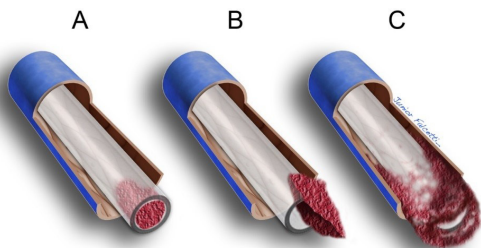


Figura 7. Formação de fibrina na ponta do cateter. (A) Coágulo ou fibrina no interior da luz do cateter; (B) Trombo envolvendo principalmente a área externa do cateter, podendo atuar como mecanismo de válvula, impedindo o refluxo de sangue quando se gera pressão negativa; (C) Trombose envolvendo circunferencialmente a extremidade do dispositivo, obstruindo significativamente a luz do cateter.

avaliar o posicionamento do cateter. A extremidade pode estar mal posicionada devido a falha técnica por ocasião do implante, ou então por migração após um implante adequado. Caso o posicionamento do cateter esteja adequado, sem angulação excessiva e sem sinais de fratura ou pinçamento, pode-se tentar a terapia fibrinolítica, com bons resultados se a disfunção tiver ocorrido há menos de 15 dias<sup>26</sup>.

A TVP pode ser causa de perda da função, se esta envolver a extremidade do cateter<sup>26</sup>.

### Embolização do cateter

Pode acontecer quando o cateter se desconecta do reservatório, ou então por fratura do cateter, sendo esta última mais frequente nos casos em que o dispositivo é implantado por punção de veia subclávia<sup>45,51</sup>.

A suspeita é levantada quando o cateter não apresenta refluxo e o paciente queixa-se de dor à

infusão de medicamentos. A radiografia simples pode mostrar o cateter desconectado do reservatório ou a fratura completa e possível embolização do cateter. Lesões parciais no cateter não provocam embolização e são diagnosticadas por meio de exame contrastado evidenciando extravasamento do contraste.

Nesses casos, a retirada do dispositivo é mandatória. Se tiver ocorrido fratura completa com migração, pode-se conseguir a remoção do cateter por via endovascular.

### Rotação do reservatório

A rotação do reservatório faz com que a área de punção fique contra a parede torácica e o fundo virado para cima, impedindo a punção<sup>26</sup>.

A radiografia de tórax em perfil evidencia a rotação de reservatórios metálicos. Se estes forem de material radiotransparente (plástico), a palpação deve ser suficiente para o diagnóstico, já que o reservatório não irá aparecer no exame de imagem.

O tratamento requer reabordagem cirúrgica para reposicionamento e fixação do reservatório.

### Extrusão do reservatório

A deiscência da pele com exposição do reservatório pode ser decorrente de processo infeccioso, mas também ocorre por necrose da pele, que pode aderir ao reservatório se não houver tecido celular subcutâneo suficiente sobre o dispositivo<sup>53</sup>.

Para evitar essa complicação, deve-se escolher o melhor local para confecção da loja do reservatório, evitando áreas com pouco tecido adiposo, como nas proximidades do manúbrio esternal. Em pacientes caquéticos, deve-se dar preferência ao reservatório de baixo perfil.

### Falhas do material

Os defeitos primários do dispositivo são raros nos dias atuais, porém ainda podem ser vistos em centros com grande demanda.

Como o tratamento quimioterápico, opção em grande parte dos pacientes oncológicos, é baseado na infusão de drogas endovenosas de maneira intermitente e por período prolongado, cateteres totalmente implantáveis são frequentemente indicados<sup>26,28</sup>. Tais dispositivos aumentam o conforto e a segurança do tratamento infusional, já que muitas drogas são vesicantes e, não raro, o paciente oncológico apresenta dificuldade no acesso periférico. Desde que manipulados em centros especializados e por equipe de enfermagem treinada no manejo desses dispositivos, os cateteres totalmente implantáveis permitem também a infusão de outros medicamentos por via endovenosa e a coleta

de amostras de sangue para análise laboratorial. Essas funções são especialmente úteis quando o paciente está sob regime de internação hospitalar para o tratamento da doença oncológica ou de alguma intercorrência clínica. Modelos mais recentes (por exemplo, Dignity® - Medcomp®, PowerPort® - Bard®) permitem a infusão de soluções através de bombas injetoras, tolerando pressões de até 300 psi e infusões de até 5 mL/seg, o que possibilita a realização de exames como a tomografia computadorizada com injeção de contraste através do cateter.

A manutenção do dispositivo é, portanto, de grande importância para esses pacientes, considerando o longo tempo de tratamento antineoplásico. Dessa forma, a determinação dos fatores de risco para as complicações relacionadas ao cateter de longa duração é essencial para a sua manutenção até o final do tratamento<sup>54</sup>.

Apesar dos avanços em relação à confecção dos cateteres e à técnica operatória<sup>26,28</sup>, as complicações decorrentes do procedimento de implante e do uso do dispositivo descritas acima continuam a desafiar a equipe multidisciplinar envolvida no tratamento desses pacientes.

Variações quanto à técnica de implante, assim como a ocorrência de complicações e a maneira de lidar com elas, podem estar associadas a questões institucionais, o que deve motivar cada centro oncológico a monitorar a evolução dos seus pacientes portadores de cateteres totalmente implantáveis.

## REFERÊNCIAS

- Harvey W. *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. Florence: R. Lier & Co.; 1628.
- Barsoum N, Kleeman C. Now and then, the history of parenteral fluid administration. *Am J Nephrol*. 2002;22(2-3):284-9. PMID:12097754. <http://dx.doi.org/10.1159/000063775>.
- Dudrick SJ. History of vascular access. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2006;30(1, Supl):S47-56. PMID:16387910. <http://dx.doi.org/10.1177/01486071060300S1547>.
- Gordon HE. Historical development of vascular access procedures. In: Wilson SE, editor. *Vascular access surgery*. 2. ed. Chicago: Year Book; 1988. p. 1.
- Blundell J. Successful case of transfusion. *Lancet*. 1829;I:431-2.
- O'Shaughnessy WB. Experiments on the blood in cholera. *Lancet*. 1832;40:1831-2.
- Latta T. Injections in cholera. *Lond Med Gazz*. 1832;379-82.
- Matas RM. A clinical report on intravenous saline infusion in the Charity Hospital, New Orleans (1881 to 1891). *New Orleans Med Surg J*. 1891;181(14):83-8.
- Zimmermann B. Intravenous tubing for parenteral therapy. *Science*. 1945;101(2631):567-8. PMID:17780134. <http://dx.doi.org/10.1126/science.101.2631.567>.
- Aubaniac R. L'injection intraveineuse sous-claviculaire: avantages et technique. *Presse Med*. 1952;60(68):1456. PMID:13027062.
- Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta Radiol*. 1953;39(5):368-76. PMID:13057644. <http://dx.doi.org/10.3109/00016925309136722>.
- Wilson JN, Owens JC. Continuous monitoring of venous pressure in optimal blood volume maintenance. *Surg Forum*. 1961;12:94-6. PMID:14007384.
- Yoffa D. Supraclavicular subclavian venepuncture and catheterisation. *Lancet*. 1965;2(7413):614-7. PMID:4157504. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(65\)90519-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(65)90519-2).
- Broviac JW, Cole JJ, Scribner BH. A silicone rubber atrial catheter for prolonged parenteral alimentation. *Surg Gynecol Obstet*. 1973;136(4):602-6. PMID:4632149.
- Hickman RO, Buckner CD, Clift RA, Sanders JE, Stewart P, Thomas ED. A modified right atrial catheter for access to the venous system in marrow transplant recipients. *Surg Gynecol Obstet*. 1979;148(6):871-5. PMID:109934.
- Belin RP, Koster JK Jr, Bryant LJ, Griffen WO Jr. Implantable subcutaneous feeding chamber for noncontinuous central venous alimentation. *Surg Gynecol Obstet*. 1972;134(3):491-3. PMID:4621851.
- Niederhuber JE, Ensminger W, Gyves JW, Liepman M, Doan K, Cozzi E. Totally implanted venous and arterial access system to replace external catheters in cancer treatment. *Surgery*. 1982;92(4):706-12. PMID:7123491.
- Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clin Proc*. 2006;81(9):1159-71. PMID:16970212. <http://dx.doi.org/10.4065/81.9.1159>.
- Gallieni M, Pittiruti M, Biffi R. Vascular access in oncology patients. *CA Cancer J Clin*. 2008;58(6):323-46. PMID:18971486. <http://dx.doi.org/10.3322/CA.2008.0015>.
- Biffi R, De Braud F, Orsi F, et al. A randomized, prospective trial of central venous ports connected to standard open-ended or Groshong catheters in adult oncology patients. *Cancer*. 2001;92(5):1204-12. PMID:11571734. [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0142\(20010901\)92:5<1204::AID-CNCR1439>3.0.CO;2-9](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0142(20010901)92:5<1204::AID-CNCR1439>3.0.CO;2-9).
- Zottele Bomfim GA, Wolosker N, Yazbek G, et al. Comparative study of valved and nonvalved fully implantable catheters inserted via ultrasound-guided puncture for chemotherapy. *Ann Vasc Surg*. 2014;28(2):351-7. PMID:24094470. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2013.01.025>.
- Galloway S, Bodenham A. Long-term central venous access. *Br J Anaesth*. 2004;92(5):722-34. PMID:15003979. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/ae109>.
- Registered Nurses' Association of Ontario RNAO [site na Internet]. Ontario: Assessment and Device Selection for Vascular Access; 2004. [atualizado 2008; citado 2016 set 08]. <http://rnao.ca/bpg/guidelines/assessment-and-device-selection-vascular-access>
- Bishop L, Dougherty L, Bodenham A, et al. Guidelines on the insertion and management of central venous access devices in adults. *Int J Lab Hematol*. 2007;29(4):261-78. PMID:17617077. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-553X.2007.00931.x>.
- Silveira RCCP. O cuidado de enfermagem e o cateter de Hickman: a busca de evidências [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2005.
- Wolosker N, Yazbek G, Nishinari K, et al. Totally implantable venous catheters for chemotherapy: experience in 500 patients. *Sao Paulo Med J*. 2004;122(4):147-51. PMID:15543368. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-31802004000400003>.
- Zerati AE, Wolosker N, Motta-Leal-Filho JM, Nabuco PH, Puech-Leão P. Totally implantable venous catheters: insertion via internal jugular vein with pocket implantation in the arm is an alternative

- for diseased thoracic walls. *J Vasc Access*. 2012;13(1):71-4. PMID:21748723. <http://dx.doi.org/10.5301/JVA.2011.8486>.
28. Wolosker N, Yazbek G, Munia MA, Zerati AE, Langer M, Nishinari K. Totally implantable femoral vein catheters in cancer patients. *Eur J Surg Oncol*. 2004;30(7):771-5. PMID:15296992. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejso.2004.05.019>.
  29. Power A, Singh S, Ashby D, et al. Translumbar central venous catheters for long-term haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25(5):1588-95. PMID:20023114. <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfp683>.
  30. Powell S, Belfield J. Complex central venous catheter insertion for hemodialysis. *J Vasc Access*. 2014;15(Supl 7):S136-9. PMID:24817471. <http://dx.doi.org/10.5301/jva.5000250>.
  31. Denny DF Jr. Venous access salvage techniques. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2011;14(4):225-32. PMID:22099015. <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2011.05.006>.
  32. Yazbek G, Zerati AE, Malavolta LC, Nishinari K, Wolosker N. Endovascular techniques for placement of long-term chemotherapy catheters. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 2003;58(4):215-8. PMID:14534674. <http://dx.doi.org/10.1590/S0041-87812003000400005>.
  33. Cavanna L, Civardi G, Vallisa D, et al. Ultrasound-guided central venous catheterization in cancer patients improves the success rate of cannulation and reduces mechanical complications: a prospective observational study of 1,978 consecutive catheterizations. *World J Surg Oncol*. 2010;8(1):91. PMID:20958986. <http://dx.doi.org/10.1186/1477-7819-8-91>.
  34. Peris A, Zagli G, Bonizzoli M, et al. Implantation of 3951 long-term central venous catheters: performances, risk analysis, and patient comfort after ultrasound-guidance introduction. *Anesth Analg*. 2010;111(5):1194-201. PMID:20829559. <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181f333c1>.
  35. Dariushnia SR, Wallace MJ, Siddiqi NH, et al. Quality improvement guidelines for central venous access. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21(7):976-81. PMID:20610180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2010.03.006>.
  36. Teichgräber UK, Gebauer B, Benter T, Wagner HJ. Central venous access catheters: radiological management of complications. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2003;26(4):321-33. PMID:14667113.
  37. Dariushnia SR, Wallace MJ, Siddiqi NH, et al. Quality improvement guidelines for central venous access. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21(7):976-81. PMID:20610180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2010.03.006>.
  38. Teichgräber UK, Gebauer B, Benter T, Wagner HJ. Central venous access catheters: radiological management of complications. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2003;26(4):321-33. PMID:14667113.
  39. Fankhauser GT, Fowl RJ, Stone WM, Money SR. Elimination of pneumothorax and hemothorax during placement of implantable venous access ports using ultrasound and fluoroscopic guidance. *Vascular*. 2013;21(6):345-8. PMID:23493277. <http://dx.doi.org/10.1177/1708538112472279>.
  40. Zerati AE, Figueredo TR, de Moraes RD, et al. Risk factors for infectious and noninfectious complications of totally implantable venous catheters in cancer patients. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2016;4(2):200-5. PMID:26993868. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2015.10.008>.
  41. Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2009;49(1):1-45. PMID:19489710. <http://dx.doi.org/10.1086/599376>.
  42. O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. Centers for Disease Control and Prevention. *MMWR Recomm Rep*. 2002;51(RR-10):1-29. PMID:12233868.
  43. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58(5):508-24. PMID:24593804. <http://dx.doi.org/10.1111/aas.12295>.
  44. Debourdeau P, Farge D, Beckers M, et al. International clinical practice guidelines for the treatment and prophylaxis of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer. *J Thromb Haemost*. 2013;11(1):71-80. PMID:23217208. <http://dx.doi.org/10.1111/jth.12071>.
  45. Nishinari K, Wolosker N, Bernardi CV, Yazbek G. Totally implantable ports connected to valved catheters for chemotherapy: experience from 350 Groshong devices. *J Vasc Access*. 2010;11(1):17-22. PMID:20119917.
  46. Wolosker N, Yazbek G, Nishinari K, et al. Totally implantable venous catheters for chemotherapy: experience in 500 patients. *Sao Paulo Med J*. 2004;122(4):147-51. PMID:15543368. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-31802004000400003>.
  47. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58(5):508-24. PMID:24593804. <http://dx.doi.org/10.1111/aas.12295>.
  48. Debourdeau P, Farge D, Beckers M, et al. International clinical practice guidelines for the treatment and prophylaxis of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer. *J Thromb Haemost*. 2013;11(1):71-80. PMID:23217208. <http://dx.doi.org/10.1111/jth.12071>.
  49. Araújo C, Silva JP, Antunes P, et al. A comparative study between two central veins for the introduction of totally implantable venous access devices in 1201 cancer patients. *Eur J Surg Oncol*. 2008;34(2):222-6. PMID:17566692. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejso.2007.04.003>.
  50. Verso M, Agnelli G. Venous thromboembolism associated with long-term use of central venous catheters in cancer patients. *J Clin Oncol*. 2003;21(19):3665-75. PMID:14512399. <http://dx.doi.org/10.1200/JCO.2003.08.008>.
  51. Pignataro BS, Nishinari K, Wolosker N, Bomfim GA. Fracture and migration into the coronary sinus of a totally implantable catheter introduced via the right internal jugular vein. *BMJ Case Rep*. 2014;1:2014. PMID:25452299.
  52. Araújo C, Silva JP, Antunes P, et al. A comparative study between two central veins for the introduction of totally implantable venous access devices in 1201 cancer patients. *Eur J Surg Oncol*. 2008;34(2):222-6. PMID:17566692. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejso.2007.04.003>.
  53. Nishinari K, Bernardi CV, Wolosker N, Yazbek G. Retained catheter: a rare complication associated with totally implantable venous ports. *J Vasc Access*. 2010;11(2):159-61. PMID:20119912.
  54. Freire MP, Pierrotti LC, Zerati AE, et al. Infection related to implantable central venous access devices in cancer patients: epidemiology and risk factors. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2013;34(7):671-7. PMID:23739070. <http://dx.doi.org/10.1086/671006>.

---

**Correspondência**

Antonio Eduardo Zerati  
Universidade de São Paulo – USP, Faculdade de Medicina, Hospital  
das Clínicas  
Rua Joaquim Floriano, 820, cj. 61 – Itaim Bibi  
CEP 04534-003 - São Paulo (SP), Brasil  
Tel.: (11) 3071-1464  
E-mail: aezerati@uol.com.br

**Informações sobre os autores**

AEZ - Professor Livre-docente, Hospital das Clínicas, Faculdade de  
Medicina da Universidade de São Paulo (USP).  
NW - Professor Associado, Faculdade de Medicina da Universidade  
de São Paulo (USP).  
NL - Professor Titular da Disciplina de Cirurgia Vascular e  
Endovascular, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo  
(USP).  
PPL - Professor Titular da Disciplina de Cirurgia Vascular e  
Endovascular, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo  
(USP).

**Contribuições dos autores**

Concepção e desenho do estudo: AEZ, NW, NL, PPL  
Análise e interpretação dos dados: AEZ, NW  
Coleta de dados: AEZ  
Redação do artigo: AEZ  
Revisão crítica do texto: AEZ, NW, NL, PPL  
Aprovação final do artigo\*: AEZ, NW, NL, PPL  
Análise estatística: AEZ  
Responsabilidade geral pelo estudo: AEZ

\*Todos os autores leram e aprovaram a versão final  
submetida ao J Vasc Bras.

# Totally implantable venous catheters: history, implantation technique and complications

## *Cateteres venosos totalmente implantáveis: histórico, técnica de implante e complicações*

Antonio Eduardo Zerati<sup>1</sup>, Nelson Wolosker<sup>1</sup>, Nelson de Luccia<sup>1</sup>, Pedro Puech-Leão<sup>1</sup>

### Abstract

Access to the venous system is of vital importance for diagnosis and treatment of patients with the most varied range of clinical conditions, whether for taking blood samples or for infusion of solutions. In 1616, Harvey described the circulatory system on the basis of studies in animals and 4 decades later Sir Christopher Wren conducted the first intravenous infusions in living beings. Since then there has been constant evolution in access technique and infusion devices. Of particular note is the creation of long-term catheters in the 1970s, particularly totally implantable devices, which revolutionized cancer treatment, increasing both safety and comfort for oncology patients. The objectives of this article are to review historical data on vascular access and discuss the implantation technique and the main complications associated with procedures for placement and use of totally implantable venous access devices.

**Keywords:** historical article; catheters; vascular access devices; infection; ultrasonography, interventional.

### Resumo

O acesso ao sistema venoso, seja para coleta de amostras de sangue ou para infusão de soluções, é de vital importância para o diagnóstico e tratamento de pacientes com as mais variadas condições clínicas. Desde que Harvey, em 1616, descreveu o sistema circulatório a partir de estudos em animais e que Sir Christopher Wren, 4 décadas depois, realizou a primeira infusão endovenosa em seres vivos, a evolução na técnica de acesso e nos dispositivos para infusão tem sido constante. Merece destaque a criação dos cateteres de longa duração na década de 1970, em especial os totalmente implantáveis, que revolucionaram o tratamento do câncer, aumentando a segurança e o conforto dos pacientes oncológicos. Este artigo tem como objetivo a revisão de dados históricos relativos ao acesso vascular e a discussão da técnica de implante e das principais complicações associadas ao procedimento de colocação e ao uso dos cateteres totalmente implantáveis.

**Palavras-chave:** artigo histórico; cateteres; dispositivos de acesso vascular; infecção; ultrassonografia de intervenção.

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo – USP, Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, São Paulo, SP, Brazil.

Financial support: None.

Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.

Submitted: November 17, 2016. Accepted: April 04, 2017.

The study was carried out at Instituto do Câncer do Estado de São Paulo, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brazil.

## ■ HISTORY

The physiology of blood vessels began to be revealed in the seventeenth century when Harvey, who conducted experiments with animals, published a description of the circulatory system in the 1616 work *Excercitatio Anatomica de Moto Cordis et Sanguinis in Animalibus*.<sup>1</sup> This knowledge made it possible, a few decades later, to conduct interventions in the blood vessels of living beings, as Folly did in 1654, when he conducted the first blood transfusion between two animals using a silver tube inserted into an artery in the donor and a bone cannula inserted into a vein in the recipient.<sup>2</sup>

In 1656, Sir Christopher Wren, best known as the architect responsible for St Paul's Cathedral, performed the first infusion into the venous system of living beings, administering, opium, beer, and wine into the veins of dogs, for which he employed a goose quill connected to a pig's bladder.<sup>3</sup>

In 1663, Robert Boyle and in 1667, Richard Lower described blood transfusions from animals to humans.<sup>4</sup> The first blood transfusion between human beings did not happen until 1818, when Blundell<sup>5</sup> transfused to a patient in postpartum hemorrhagic shock blood that had been extracted from a different person.

In 1831, O'Shaughnessy,<sup>6</sup> and the following year Latta,<sup>7</sup> successfully treated cholera patients with intravenous infusions of saline solution, and the same principle was described for treatment of people in shock.<sup>8</sup>

The first polyethylene catheter introduced by puncture via the lumen of a needle was created in 1945 and was then released commercially under the name Intracath® (BD Worldwide, Franklin Lakes, New Jersey).<sup>9</sup>

Access to the venous system by puncture was pioneered by the French military surgeon Robert Aubaniac, who described the technique in 1952.<sup>10</sup> The method he used of puncturing the subclavian vein enabled infusion of greater volumes of fluids more rapidly for treating people in hypovolemic shock on the battlefield. The technique described by Aubaniac involved a medial access, guiding the puncture laterally and inferiorly in the direction of the fossa adjacent to the sternum. Postmortem dissections showed that the point at which the catheters entered the subclavian vein was close to the junction with the internal jugular vein.<sup>10</sup>

In 1952, Seldinger<sup>11</sup> described intravascular insertion of catheters, advancing them along a flexible guidewire introduced by puncture. This technique remains the basis for procedures used for endovascular access today.

Insertion of central catheters via peripheral veins in the limbs was described in 1960 by Wilson, with the objective of monitoring the central venous pressure of critical patients.<sup>12</sup>

Percutaneous supraclavicular access to the subclavian vein was described in 1965 by Yoffa.<sup>13</sup> At the time, other techniques for percutaneous catheterization of the internal and external jugular veins were already in use.<sup>3</sup>

Evolution to long-term access routes began in 1973, when Broviac created a silicone catheter that exited via the anterior wall of the thorax after subcutaneous tunneling from the puncture site. The device was synthesized in silicone and included a polyester cuff that provoked an inflammatory reaction, offering better fixation of the catheter by adhesion of the cuff to subcutaneous tissue.<sup>14</sup>

In 1979, Hickman adapted Broviac's device, creating a new, larger-caliber, model that could be used for plasmapheresis and bone marrow transplantation (BMT).<sup>15</sup>

Another major step in the evolution of vascular accesses was the creation of totally implantable catheters. This technique emerged during the 1970s, after Belin et al.<sup>16</sup> described implantation of a central venous catheter (CVC) with a subcutaneous chamber for infusion of parenteral nutrition, in 1972. In 1982, Niederhuber et al.<sup>17</sup> released the results of experiments with 30 totally implantable devices used to treat patients with cancer, 20 of which were placed with the tip in a central venous position, while the remainder were in arterial positions. Such totally implantable catheters are widely used today, primarily for cancer treatment, and are the subject of this article.

## ■ VASCULAR ACCESSES IN CANCER/ ONCOLOGY PATIENTS

To ensure that it is capable of offering patients both safety and comfort, the choice of vascular access should take a variety of factors into account, such as definition of which drugs will be administered, the predicted duration of treatment, the frequency with which the access will be employed, the possibility that it will be needed for transfusion of blood products, and the condition of the patient's peripheral venous network.

## ■ TYPES OF CATHETERS

Different types of venous access can be classified in terms of duration of use, frequency of use, and the site at which the tip is positioned (Table 1).

**Table 1.** Classification of the most widely used types of catheter.

Catheter	Duration	Insertion/position of tip	Frequency of use
Jelco®	Up to 4 days	P/P	Continuous
Short-term CVC	Up to 3 weeks	C/C	Continuous
PICC	Up to 12 months	P/C	Continuous/Intermittent
Semi-implantable	Months to years	C/C	Continuous/Intermittent
Totally implantable	Years	C, P/C	Intermittent

P: peripheral; C: central; PICC: peripherally inserted central catheter; CVC: central venous catheter.

Short-duration peripheral catheters are manufactured from teflon or silicone, are around 35 to 52 mm long, and are inserted via puncture of peripheral veins, in a low-risk procedure. They are inexpensive, offer short durability, and are most often used in clinical practice with hospitalized patients.

Short-duration central venous catheters are polyurethane devices of 20 to 30 cm in length and with calibers of up to 8 Fr, that are implanted via puncture of a central vein (internal jugular, subclavian, axillary, or femoral), with the tip positioned close to the cavoatrial junction. There are versions with single or multiple lumens, and they are always for continuous use, exclusively in patients who have been admitted to hospital. Home use is not recommended, because the risks of infection and/or of displacement of the device are greater, because they are not tunneled, and are held fixed in place by a non-absorbable suture to the skin at the entry orifice. The largest-caliber model (12 Fr), known as the Shilley catheter, offers the high flow rates needed for hemodialysis sessions or apheresis, with the drawback that they are short-duration.

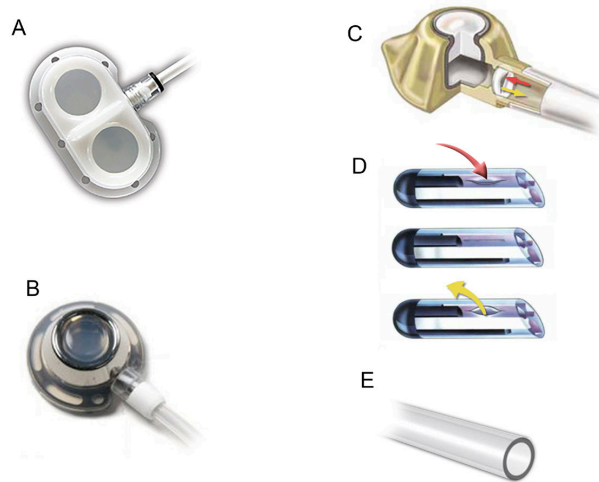
Peripherally inserted central catheters (PICCs) are also inserted by puncture of a superficial vein, generally in an upper limb (antecubital, basilic, cephalic), or guided by ultrasonography (US), also by puncture of the brachial vein. These catheters are not tunneled, but they offer long duration and the tip is maintained in a central position. They can be used continuously or intermittently, for treatment at home or in hospital settings. The insertion procedure is low-risk and can be performed at the bedside, foregoing the convenience of controlling advancement of the catheter with imaging. Since these catheters are long (50 to 65 cm in length) and of fine caliber (up to 5 Fr), they are not appropriate for infusion of large volumes in short periods of time. They offer the advantage of ease of removal, but there are disadvantages related to issues of esthetics and comfort.

Tunneled catheters offer greater durability, because the subcutaneous path is a protective factor against infections,<sup>18</sup> in addition to providing better fixation for the device.<sup>19</sup> Semi-implantable

catheters are introduced via an entry orifice in the skin (generally in the anterior wall of the thorax) and passed via a subcutaneous route to the site of entry into a central vein, from which point they continue in the intravascular space until the tip reaches its position close to the cavoatrial junction. There are two main types of semi-implantable catheters: a more malleable model with symmetrical tips to the lumens (generally two), known as a Hickman line, and a more rigid type that can pass mean flows of 350 to 450 mL/min and has tips designed to minimize recirculation of blood (lumens with symmetrical tips – for example, Palindrome™ –, Covidien®, asymmetrical tips – for example, Mahurkar™, Covidien® –, or separate tips – Splitcath®, Medcomp®), in general known as permcaths. Both types have a Dacron® cuff that is placed within the subcutaneous tunnel, ideally 2 cm from the catheter entry orifice. This cuff provokes an inflammatory reaction, leading to adherence, resulting in better fixation of the device around 1 month after implantation.

Another type of long-stay catheter is the totally implantable version, known as a portacath. These catheters have a diameter less than 10 Fr and can be implanted via a peripheral or central vein and, after taking a subcutaneous path, are connected to a reservoir (port) that is generally implanted over the muscular fascia of the site chosen for construction of the pocket that will accommodate the port. No part of the assembly is outside of the body and so this type of catheter has a lower risk of infection and greater durability than the semi-implantable type.<sup>18</sup> Ports are fabricated from titanium or plastic and may have single or double chambers (Figure 1). Devices are available with and without valves and in some valved models the valve is positioned in the port and in others it is at the catheter tip (Figure 1). The theoretical advantage of valved catheters is to reduce the occurrence of malfunction caused by intracatheter thrombi, by preventing inadvertent reflux of blood. However, the superiority of valved catheters has not been confirmed.<sup>20,21</sup>

Some newer catheter models are more resistant and allow infusion of fluids at higher pressures



**Figure 1.** Types of totally implantable catheter (ports). (A) Double-chamber plastic port; (B) Single metal port; (C) Valve located in port; (D) Valve at end of closed-tip catheter. Negative pressure opens the valve, allowing blood to be drawn. At rest, the slit remains closed. Positive pressure, in turn, opens the valve to allow infusion of medications; (E) Open-tip catheter without valve.

(up to 5 mL/s, 300 psi), such as injection via the catheter using a contrast pump for imaging exams (for example, Dignity® - Medcomp, PowerPort® - Bard).

Long-term catheters (PICC, semi-implantable and totally implantable) are manufactured from silicone or polyurethane, and each has different characteristics. While silicone offers better biocompatibility and lower risk of provoking thrombosis,<sup>22</sup> a polyurethane catheter has thinner walls, allowing a larger diameter internal lumen in relation to a silicone catheter with the same external diameter, resulting in a lower risk of obstruction.<sup>19</sup>

## ■ INDICATIONS FOR USE

Peripheral accesses are preferred for short-term infusion of solutions (a few days) in patients with a preserved venous network and for infusion of solutions that are not vesicant. If vesicant solutions leak, they cause intense irritation, formation of boils (vesicles) and tissue necrosis. Patients being treated with non-vesicant chemotherapy for shorter periods can benefit from this type of access.

Central venous access becomes more appropriate than peripheral when the solution to be infused has a pH < 5.0 or > 9.0, osmolarity > 500 mOsm/L, or vesicant characteristics.<sup>23,24</sup> Other indications include a need to monitor central venous pressure and factors making peripheral access impossible, which are relatively common in oncology patients. Short-term central venous access should only be used with inpatients and for periods of less than 3 weeks.<sup>19</sup>

In cases for which central access will be needed for longer periods (some months) or the patient must be cared for at home, a PICC is an alternative option. Nowadays, PICCs are increasingly fitted for patients on outpatient chemotherapy, because they allow intermittent use. Since part of the catheter remains outside of the body, exiting via the puncture site, they can cause discomfort.

High flow semi-implantable catheters (permcath) are indicated for patients who require hemodialysis for longer periods and for individuals on apheresis programs, which consists of a process for collecting peripheral stem cells mobilized into the blood circulation after treatment with granulocyte colony stimulating factor (G-CSF), preparatory to bone marrow transplantation. Hickman catheters offer the possibility of simultaneous infusion of different solutions, including blood products, in addition to their use for BMT. They also enable blood samples to be drawn for analysis, thereby offering increased comfort by avoiding frequent vein punctures, and can also be used for administration of prolonged intravenous parenteral nutrition.<sup>25</sup>

The main indications for totally implantable catheters are a need for frequent venous access, use of vesicant drugs, and a peripheral venous system that cannot be used for access. These catheters require percutaneous puncture to access the port, which is why they are more indicated for intermittent use, allowing the skin to recover during intervals in treatment. They are almost exclusively used for chemotherapy treatment of cancer patients.<sup>26</sup>



## ■ TECHNIQUES FOR PLACEMENT OF TOTALLY IMPLANTABLE CATHETERS

The operation to implant one of these catheters is performed in an appropriate setting, in which the patient's vital signs can be monitored and imaging support is available, particularly fluoroscopy equipment. In general, this infrastructure is found in operating theaters and radiology suites.

The type of anesthesia depends on the patient's clinical status and the surgical team's preferences. Generally, local anesthesia combined with sedation is sufficient. Since this is a clean operation, antibiotic prophylaxis is not required.

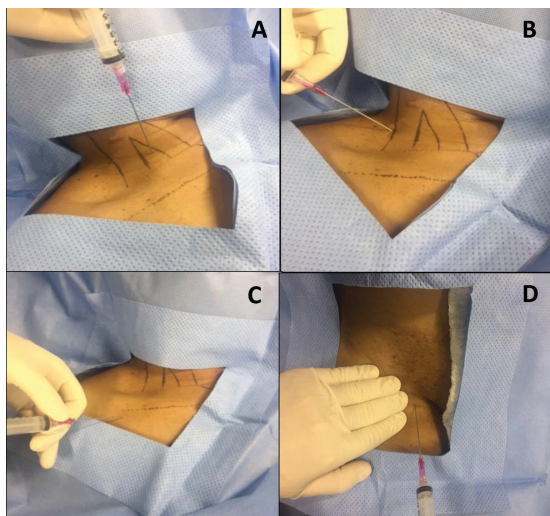
Choice of the implantation site is based on which vein will be used to insert the catheter and the site in which the port pocket will be created. The preference is for insertion into veins that drain to the superior vena cava system. An anterior chest wall that does not offer adequate conditions is a relative indication for choosing veins of the inferior vena cava system, since the port can be placed in a number of alternative sites, such as the upper limbs.<sup>27</sup> However, thrombosis of the superior vena cava is an absolute indication for insertion via internal saphenous or femoral veins.<sup>28</sup> In exceptional situations, alternative options are translumbar puncture of the inferior vena cava, transhepatic percutaneous access, cannulation of collateral veins and recanalization of obstructed veins.<sup>29-31</sup>

The access technique is dependent of the vessel chosen. In general, superficial veins (external jugular, cephalic, basilic, and saphenous) are accessed by dissection, whereas deep veins (internal jugular, subclavian, and femoral) are reached by puncture<sup>26,32</sup> (Figure 2). Refinements in materials (needles, guidewires) have resulted in puncture of deep veins becoming the procedure of choice in the majority of centers. Utilization of ultrasonography in the operating room makes it possible to assess the vein chosen for puncture, allowing diagnosis of asymptomatic thrombosis before the operation is started. This resource also enables puncture to be guided by ultrasound, reducing the risk of accidents, such as arterial puncture and pneumothorax (Figure 3).<sup>33,34</sup>

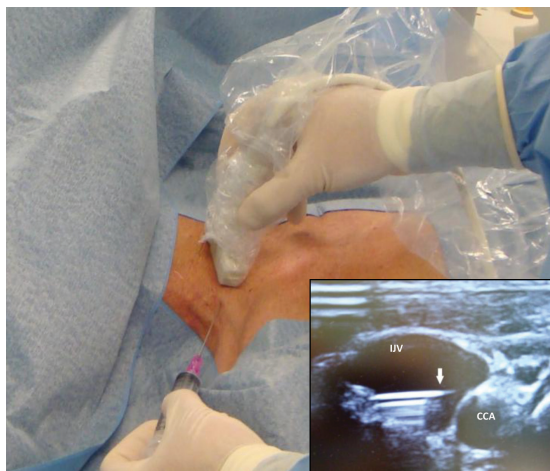
When the option chosen is dissection of a superficial vein, a venotomy is performed to allow the catheter to be inserted and advanced until the tip reaches the central position. The vessel is ligated distally and a proximal ligature is placed around the catheter, taking care not to constrict it. In the case of larger caliber veins, a suture around the incision, rather than

ligature, allows maintenance of blood flow, avoiding thrombophlebitis (Figure 4).

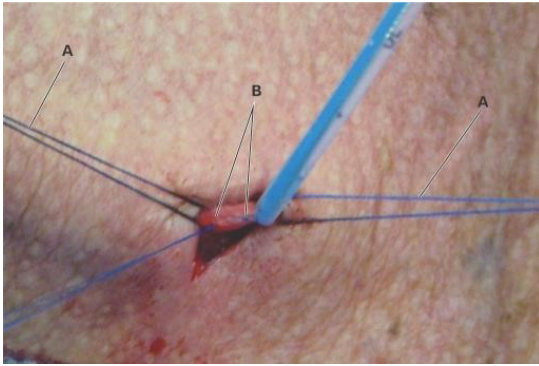
The venous path to the atrium is straighter on the right, which is why this side is preferred for insertion. In cases in which there are tumors in the thorax area (for example, breast cancer), even if there is no impediment to the catheter's passage on that side,



**Figure 2.** Deep vein puncture techniques most commonly used for insertion of venous catheters. (A) Puncture anterior of the internal jugular vein (IJV). Entry between the bellies of the sternocleidomastoid muscle, with the needle angled at 45° in the direction of the ipsilateral nipple; (B) Puncture posterior to the IJV. Needle inserted in the medial direction, below the clavicular branch of the sternocleidomastoid muscle; (C) Infraclavicular puncture of the subclavian vein, with entry between the medial and lateral thirds of the clavicle; (D) Puncture of the femoral vein medial of the site where the femoral arterial pulse is palpated.



**Figure 3.** Ultrasound guided puncture posterior of the right internal jugular vein. The detail contains the ultrasonographic image of the puncture, showing the tip of the needle (arrow) inside the vein. IJV: internal jugular vein; CCA: common carotid artery.



**Figure 4.** Dissection of the external jugular vein (EJV) to insert a long-term catheter. (A) Proximal and distal repair of the EJV; (B) Venorrhaphy, avoiding distal ligation of the EJV, maintaining flow through the vessel.

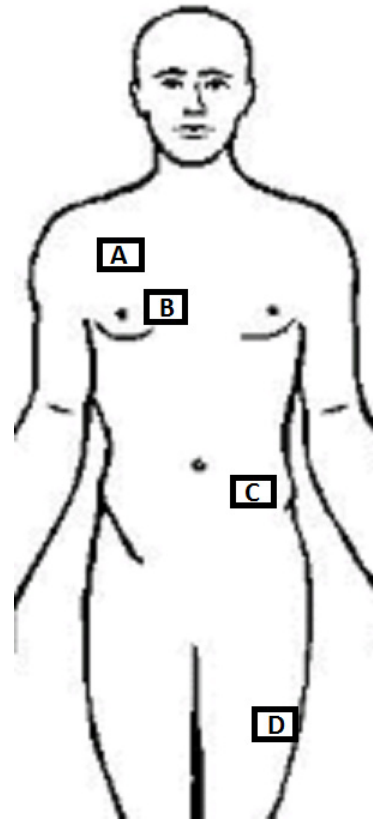
the procedure is generally conducted contralateral to the tumor.

The proximal extremity of the catheter is placed at the cavoatrial junction, carefully monitoring for possible arrhythmia provoked by the device. In many cases, the tip of the catheter may enter the right atrium, without harming the patient.

The port pocket should be created in site that is firm and is distant from areas in which the skin has lost integrity, such as result from stoma, radiodermatitis, or ulcerous tumoral lesions. Whenever possible, the port is implanted in the anterior thorax wall, just above the fascia of the pectoral muscle (Figure 5). In obese patients, very deep subcutaneous tissue could cause difficulties with puncturing the port, if it were placed directly against the muscle fascia. In such cases, the port pocket can be created more superficially, within the adipose plane, leaving subcutaneous tissue a minimum of 2 cm deep over the device.

When access is achieved via the internal saphenous or femoral veins, the port pocket can be constructed in the abdomen, medial of the anterior superior iliac crest, or on the anterolateral surface of the thigh (Figure 5).

After the port pocket has been correctly prepared, using rigorous hemostasis to reduce the risks of infection, the catheter is advanced along its subcutaneous path from the vein insertion site to the port pocket. After this, radiology is used once more to ascertain that the tip of the device is still in the correct position and another flow/backflow test is performed. The port is then connected to the catheter and positioned in the pocket, where it is fixed with two non-absorbable sutures to the muscle fascia. Before closure of the subcutaneous tissue and the



**Figure 5.** Most frequent sites for placement of the port. When veins that drain to the superior cava system are chosen, the port can be fitted in an infraclavicular (A) or parasternal (B) position. When the internal saphenous or femoral veins are chosen, the port can be placed close to the anterior superior iliac crest (C) or in the anterolateral surface of the thigh (D).

skin, and another flow/backflow test is performed, this time by puncture of the port, rinsing the catheter with at least 20 mL of saline and infusing a heparin solution before removing the needle.

#### ■ **COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH TOTALLY IMPLANTABLE CATHETERS RELATED TO THE IMPLANTATION PROCEDURE**

Intercurrent conditions caused by the operation to implant the device are related to accidents that occur during puncture to access a central vein, such as pneumothorax, hemothorax, and inadvertent arterial puncture, or to navigation of endovascular devices (guidewire, introducer, catheter), which include venous drilling and myocardial injury.<sup>35,36</sup>

Hematoma and early infections at the pocket or along the catheter path are also adverse events that

can be associated with the operation to place totally implantable catheters.<sup>26</sup>

When this procedure is conducted using anatomic parameters as a guide, the risk of pneumothorax caused during subclavian and jugular punctures can be as high as 3%,<sup>37,38</sup> while accidental punctures of arteries occur in 5 to 10% of cases.<sup>38</sup> In some studies, guiding the procedure with US eliminated occurrence of hemothorax and pneumothorax and was associated with an inadvertent arterial puncture rate of less than 1%.<sup>39</sup> However, in contrast with the present study, these studies did not compare rates with punctures conducted using anatomic parameters.

At our service, in a total of 1,255 procedures to implant totally implantable catheters, there were 18 (1.4%) complications related to the procedure, including one (0.1%) case of pneumothorax and 14 (1.1%) inadvertent arterial punctures, nine of which occurred in US-guided procedures (0.9% of the total number of procedures).<sup>40</sup> Our data show that not using US to guide venous puncture is a risk factor for iatrogenic arterial puncture, but not for other complications, such as hemothorax and pneumothorax.<sup>40</sup>

■ **COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH TOTALLY IMPLANTABLE CATHETERS RELATED TO USE OF THE IMPLANT**

**Infectious complications**

Infectious complications are most frequently related with long-term catheters and are the principal cause for early removal (before the end of the treatment) of the catheter.<sup>26</sup> Infection may occur in the pocket or in the bloodstream.

**Infection of the port pocket**

Diagnosis is by clinical examination when there are phlogistic signs (pain, hyperemia, increased local temperature) in the area of the port. There may be pus build up in the pocket, sometimes accompanied by dehiscence with drainage of purulent secretions. Conservative treatment does not generally achieve good results, and in the majority of cases the catheter has to be removed and systemic antibiotic therapy given.

**Bloodstream infections**

Diagnosis of bloodstream infections (BSI) in patients with long-term catheters is still a serious challenge. Fever and shivering are generally associated with BSI, but these are nonspecific symptoms. When a BSI is suspected, paired blood cultures (BC) should be conducted (aerobic and anaerobic) of samples from the central catheter and from the peripheral

vascular access. A diagnosis of BSI is confirmed in the following situations:

- The same infectious agent grows in both the catheter and the peripheral BCs.
- Central and peripheral BCs are positive:
- *Time difference before positive result*: central BC grows a microorganism at least 2 hours before the peripheral BC.
- *Quantitative BC*: central BC has at least three times greater growth of the infectious agent than the peripheral BC.
- Central BC positive and peripheral BC negative.
- There is sepsis with no other presumable focus of infection.

While waiting for the BC results, empirical treatment should cover both Gram-positive and Gram-negative agents. After identification of the infectious agent, treatment should be adjusted to match the culture results,<sup>41</sup> maintaining systemic antibiotics, combined with lock therapy for 7 to 14 days. After 72 hours of effective antibiotic treatment combined with lock therapy, a repeat pair of BCs should be conducted on samples collected via the catheter, irrespective of the clinical response observed. If there are still positive results for the same infectious agent, then the catheter should be removed.

Patients with bacteremia or fungemia that persists for 72 hours after removal of the catheter should be given antibiotic therapy for 4 to 6 weeks.

Table 2 lists situations that demand immediate removal of the catheter, with no attempt to save it.

In addition to taking precautions with antisepsis and asepsis during the implantation procedure, there is evidence that insertion by puncture is associated with a lower risk of infection than insertion by venous dissection.<sup>42</sup> It is also advisable to use double-chamber portals only when strictly necessary and reserve the catheter exclusively for chemotherapy treatments.

At our institution, infectious complications were the most frequent type, with a prevalence of 13%, 0.35/1,000 days of use.<sup>40</sup> The greater part (66%) of

Table 2. Indications for removal of long-term catheters.

Hemodynamic instability
Blood culture positive for <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida</i> spp
Sepsis or bacteremia that remain after 48 hours of appropriate antibiotic therapy
Systemic complications (for example, septic embolia, osteomyelitis, endocarditis)

these intercurrent conditions were late and therefore were associated with using the device and not with the implantation procedure.<sup>40</sup>

## Non-infectious complications

### Deep venous thrombosis

In addition to presence of factors associated with cancer that increase the risks of deep venous thrombosis, such as hypercoagulability, endothelial injury from the chemotherapy agents, and venous compression by the tumor, the presence of a catheter can itself be considered a risk factor.

Deep venous thrombosis (DVT) can cause signs and symptoms such as pain along the path of the vein, edema of a limb, facial edema, and presence of collateral venous circulation in the chest wall. Diagnosis is achieved using imaging exams, such as venous duplex scan of the cervical and abdominal regions and of limbs. If thrombosis is suspected in the venous brachiocephalic trunk or the superior vena cava, then computed tomography angiography or magnetic resonance angiography are more appropriate. However, patients are very often asymptomatic and diagnosis an incidental result of routine tests conducted during cancer treatment.<sup>43</sup>

Once a diagnosis of DVT has been made, full anticoagulation is initiated (as long as there are no clinical contraindications). Highly symptomatic patients, with extensive thromboses, such as cases of superior vena cava syndrome, may be candidates for fibrinolytic treatment, weighing up the risks of hemorrhagic complications.<sup>44</sup>

If the catheter is still functioning correctly, it should be left in place, since there is no benefit from removing it and there is a risk of provoking additional venous thromboses by placing another catheter at a different site. Removal is restricted to cases in which the catheter is no longer patent, which happens when the DVT involves the tip of the device.<sup>45</sup>

The likelihood of occurrence of catheter-related DVT is reduced by maintaining the tip of the catheter close to or within the right atrium, even in cases in which the device is implanted via a femoral or saphenous access.

Among the non-infectious complications recorded at our institution, there were 27 (2.2%) cases of DVT, equating to 0.06/1,000 days of use.<sup>40</sup> This rate is compatible with what is reported in other studies, in which the frequency of DVT varies from 0.03 to 1.2/1,000 days of use.<sup>46</sup> Some authors report that the risk of DVT is greater when a subclavian vein access is used, when compared with insertion

via the internal jugular,<sup>47-50</sup> whereas others state that the subclavian access is better than other accesses in terms of DVT incidence.<sup>49</sup> Femoral access has also been identified as involving higher risk of DVT in some studies.<sup>47,48</sup> However, our data do not show a relationship between site of insertion and occurrence of DVT.<sup>40</sup>

### Malfunctions

Malfunctions may involve dysfunctions preventing blood drawing only or of both blood drawing and infusion of medications. Malfunction may be the result of technical failure during implantation, such as incorrect positioning of the tip of the catheter, excessive angulation, or pinching of the catheter (Figure 6). The last of these three is most common when the catheter is inserted via puncture of the subclavian vein, since the space between the first rib and the clavicle is narrow. Malfunction immediately after the catheter is first punctured is indicative of technical failure of the implantation procedure.<sup>26</sup>

The catheter's presence in the intravascular space can provoke fibrin formation around it, impeding reflux by acting as a valve mechanism when negative pressure is created during aspiration (Figure 7). With catheters that have a slit-shaped valve at the tip, a fibrin layer may not only prevent blood from being drawn, but also infusion of fluids.<sup>45,51</sup>

Another condition that can impact on functioning is formation of thrombi in the catheter lumen, caused by reflux of blood that may occur, for example, when negative pressure is created by removal of the puncture needle from the port.<sup>52</sup>

Investigation of a malfunctioning catheter begins by checking the puncture. Very often failure to achieve reflux is the result of incorrect puncture of the port. The next step is a simple chest X-ray to analyze the

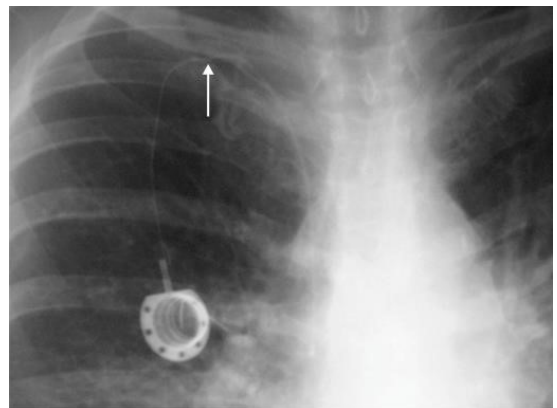
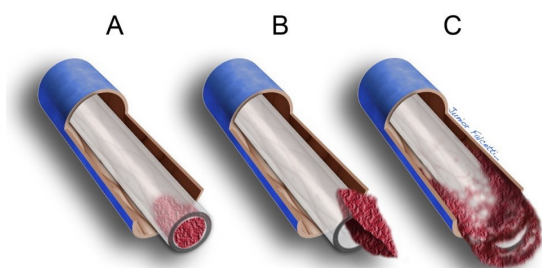


Figure 6. Constriction of the catheter (arrow) in the space between the clavicle and the first rib.



**Figure 7.** Formation of fibrin at the catheter tip; (A) Clot or fibrin inside the catheter lumen; (B) Thrombus primarily involving the external part of the catheter, which may act as a valve mechanism, preventing reflux of blood when negative pressure is generated; (C) Thrombosis enveloping the circumference of the tip of the device, significantly obstructing the catheter lumen.

position of the catheter. The tip could be misplaced because of technical failure during implantation, or as the result of migration after a successful implantation. If the catheter is correctly positioned, without excessive angulation and with no signs of fracture or pinching, fibrinolysis can be attempted and often produces good results for dysfunctions occurring less than 15 days previously.<sup>26</sup>

A DVT may cause loss of function if it involves the tip of the catheter.<sup>26</sup>

### Embolization of the catheter

This can occur if the catheter becomes detached from the port or is fractured, which is more frequent in cases in which the device is implanted by puncture of the subclavian vein.<sup>45,51</sup>

Suspicion is aroused if the catheter will not allow blood to be drawn and the patient complains of pain on infusion of medications. A simple X-ray may show the catheter detached from the port or completely fractured and possible embolization of the catheter. Partially damaged catheters do not provoke embolization and are diagnosed by an examination with contrast in which contrast leakage will be seen.

In these cases, removal of the device is mandatory. If a total fracture with migration has taken place, it may be possible to remove the catheter with endovascular techniques.

### Port rotation

If the port becomes rotated, the puncture area will be against the chest wall and the base will be facing out, preventing puncture.<sup>26</sup>

A profile chest X-ray can show rotation of metallic portals. However, if the port is made from a radiotransparent material (plastic), palpation should be sufficient for diagnosis, since the port will not be visible on the imaging exam.

Treatment requires a surgical operation to reposition and fix the port.

### Extrusion of the port

Dehiscence of the skin with exposure of the port can be a result of an infection, but may also be caused by necrosis of skin, which can adhere to the port if there is insufficient subcutaneous tissue over the device.<sup>53</sup>

To avoid this complication, the best available site should be chosen for construction of the port pocket, avoiding areas with too little adipose tissue, such as close to the manubrium of the sternum. In patients with cachexia, low-profile portals should be preferred.

### Materials failures

Nowadays, primary failures of devices are rare, but can still be observed at high-volume centers.

Chemotherapy is an option for a large proportion of cancer patients and since it is based on the infusion of intravenous drugs intermittently and for prolonged periods, totally implantable catheters are often chosen.<sup>26,28</sup> These devices increase comfort and safety of infusion treatments, since many of the drugs used are vesicant and it is not uncommon for cancer patients to have problems that make peripheral access difficult. As long as they are accessed at specialized centers and by nursing teams who have been trained to use these devices, totally implantable catheters also enable intravenous infusion of other medications and drawing of blood samples for laboratory analysis. These functions are especially useful when the patient has been admitted to hospital for treatment of cancer or an intercurrent clinical condition. More recent models (for example, Dignity® - Medcomp®, PowerPort® - Bard®) allow infusion of solutions using injection pumps, accepting pressures up to 300 psi and infusion rates up to 5 mL/s, making it possible to perform examinations such as computed tomography with contrast injected via the catheter.

Maintenance of the device is of great importance for these patients, considering the long duration of antineoplastic treatment. Therefore, determination of the risk factors for complications related to long-term catheters is essential to maintaining them until treatment is complete.<sup>54</sup>

Despite the advances that have been achieved with relation to construction of catheters and operating techniques,<sup>26,28</sup> the complications related

to implantation procedures and use of the device that have been described above remain a challenge to the multidisciplinary team responsible for treating these patients.

Variations in implantation technique and differences related to occurrence of complications and their management may be related to institutional issues, which should motivate every oncology center to monitor the progress of their patients who have totally implantable catheters.

## ■ REFERENCES

- Harvey W. *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. Florence: R. Lier & Co.; 1628.
- Barsoum N, Kleeman C. Now and then, the history of parenteral fluid administration. *Am J Nephrol*. 2002;22(2-3):284-9. PMID:12097754. <http://dx.doi.org/10.1159/000063775>.
- Dudrick SJ. History of vascular access. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2006;30(1, Supl):S47-56. PMID:16387910. <http://dx.doi.org/10.1177/0148607106030051547>.
- Gordon HE. Historical development of vascular access procedures. In: Wilson SE, editor. *Vascular access surgery*. 2. ed. Chicago: Year Book; 1988. p. 1.
- Blundell J. Successful case of transfusion. *Lancet*. 1829;i:431-2.
- O'Shaughnessy WB. Experiments on the blood in cholera. *Lancet*. 1832;40:1831-2.
- Latta T. Injections in cholera. *Lond Med Gazz*. 1832;379-82.
- Matas RM. A clinical report on intravenous saline infusion in the Charity Hospital, New Orleans (1881 to 1891). *New Orleans Med Surg J*. 1891;181(14):83-8.
- Zimmermann B. Intravenous tubing for parenteral therapy. *Science*. 1945;101(2631):567-8. PMID:17780134. <http://dx.doi.org/10.1126/science.101.2631.567>.
- Aubaniac R. L'injection intraveineuse sous-claviculaire: avantages et technique. *Presse Med*. 1952;60(68):1456. PMID:13027062.
- Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta Radiol*. 1953;39(5):368-76. PMID:13057644. <http://dx.doi.org/10.3109/00016925309136722>.
- Wilson JN, Owens JC. Continuous monitoring of venous pressure in optimal blood volume maintenance. *Surg Forum*. 1961;12:94-6. PMID:14007384.
- Yoffa D. Supraclavicular subclavian venepuncture and catheterisation. *Lancet*. 1965;2(7413):614-7. PMID:4157504. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(65\)90519-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(65)90519-2).
- Broviac JW, Cole JJ, Scribner BH. A silicone rubber atrial catheter for prolonged parenteral alimentation. *Surg Gynecol Obstet*. 1973;136(4):602-6. PMID:4632149.
- Hickman RO, Buckner CD, Clift RA, Sanders JE, Stewart P, Thomas ED. A modified right atrial catheter for access to the venous system in marrow transplant recipients. *Surg Gynecol Obstet*. 1979;148(6):871-5. PMID:109934.
- Belin RP, Koster JK Jr, Bryant LJ, Griffen WO Jr. Implantable subcutaneous feeding chamber for noncontinuous central venous alimentation. *Surg Gynecol Obstet*. 1972;134(3):491-3. PMID:4621851.
- Niederhuber JE, Ensminger W, Gyves JW, Liepman M, Doan K, Cozzi E. Totally implanted venous and arterial access system to replace external catheters in cancer treatment. *Surgery*. 1982;92(4):706-12. PMID:7123491.
- Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clin Proc*. 2006;81(9):1159-71. PMID:16970212. <http://dx.doi.org/10.4065/81.9.1159>.
- Gallieni M, Pittiruti M, Biffi R. Vascular access in oncology patients. *CA Cancer J Clin*. 2008;58(6):323-46. PMID:18971486. <http://dx.doi.org/10.3322/CA.2008.0015>.
- Biffi R, De Braud F, Orsi F, et al. A randomized, prospective trial of central venous ports connected to standard open-ended or Groshong catheters in adult oncology patients. *Cancer*. 2001;92(5):1204-12. PMID:11571734. [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0142\(20010901\)92:5<1204::AID-CNCR1439>3.0.CO;2-9](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0142(20010901)92:5<1204::AID-CNCR1439>3.0.CO;2-9).
- Zottele Bomfim GA, Wolosker N, Yazbek G, et al. Comparative study of valved and nonvalved fully implantable catheters inserted via ultrasound-guided puncture for chemotherapy. *Ann Vasc Surg*. 2014;28(2):351-7. PMID:24094470. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2013.01.025>.
- Galloway S, Bodenham A. Long-term central venous access. *Br J Anaesth*. 2004;92(5):722-34. PMID:15003979. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/ae9109>.
- Registered Nurses' Association of Ontario RNAO [site na Internet]. Ontario: Assessment and Device Selection for Vascular Access; 2004. [atualizado 2008; citado 2016 set 08]. <http://rnao.ca/bpg/guidelines/assessment-and-device-selection-vascular-access>
- Bishop L, Dougherty L, Bodenham A, et al. Guidelines on the insertion and management of central venous access devices in adults. *Int J Lab Hematol*. 2007;29(4):261-78. PMID:17617077. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-553X.2007.00931.x>.
- Silveira RCCP. O cuidado de enfermagem e o cateter de Hickman: a busca de evidências [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2005.
- Wolosker N, Yazbek G, Nishinari K, et al. Totally implantable venous catheters for chemotherapy: experience in 500 patients. *Sao Paulo Med J*. 2004;122(4):147-51. PMID:15543368. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-31802004000400003>.
- Zerati AE, Wolosker N, Motta-Leal-Filho JM, Nabuco PH, Puech-Leão P. Totally implantable venous catheters: insertion via internal jugular vein with pocket implantation in the arm is an alternative for diseased thoracic walls. *J Vasc Access*. 2012;13(1):71-4. PMID:21748723. <http://dx.doi.org/10.5301/JVA.2011.8486>.
- Wolosker N, Yazbek G, Munia MA, Zerati AE, Langer M, Nishinari K. Totally implantable femoral vein catheters in cancer patients. *Eur J Surg Oncol*. 2004;30(7):771-5. PMID:15296992. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejso.2004.05.019>.
- Power A, Singh S, Ashby D, et al. Translumbar central venous catheters for long-term haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25(5):1588-95. PMID:20023114. <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfp683>.
- Powell S, Belfield J. Complex central venous catheter insertion for hemodialysis. *J Vasc Access*. 2014;15(Supl 7):S136-9. PMID:24817471. <http://dx.doi.org/10.5301/jva.5000250>.
- Denny DF Jr. Venous access salvage techniques. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2011;14(4):225-32. PMID:22099015. <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2011.05.006>.

32. Yazbek G, Zerati AE, Malavolta LC, Nishinari K, Wolosker N. Endovascular techniques for placement of long-term chemotherapy catheters. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 2003;58(4):215-8. PMID:14534674. <http://dx.doi.org/10.1590/S0041-87812003000400005>.
33. Cavanna L, Civardi G, Vallisa D, et al. Ultrasound-guided central venous catheterization in cancer patients improves the success rate of cannulation and reduces mechanical complications: a prospective observational study of 1,978 consecutive catheterizations. *World J Surg Oncol*. 2010;8(1):91. PMID:20958986. <http://dx.doi.org/10.1186/1477-7819-8-91>.
34. Peris A, Zagli G, Bonizzoli M, et al. Implantation of 3951 long-term central venous catheters: performances, risk analysis, and patient comfort after ultrasound-guidance introduction. *Anesth Analg*. 2010;111(5):1194-201. PMID:20829559. <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181f333c1>.
35. Dariushnia SR, Wallace MJ, Siddiqi NH, et al. Quality improvement guidelines for central venous access. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21(7):976-81. PMID:20610180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2010.03.006>.
36. Teichgräber UK, Gebauer B, Benter T, Wagner HJ. Central venous access catheters: radiological management of complications. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2003;26(4):321-33. PMID:14667113.
37. Dariushnia SR, Wallace MJ, Siddiqi NH, et al. Quality improvement guidelines for central venous access. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21(7):976-81. PMID:20610180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2010.03.006>.
38. Teichgräber UK, Gebauer B, Benter T, Wagner HJ. Central venous access catheters: radiological management of complications. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2003;26(4):321-33. PMID:14667113.
39. Fankhauser GT, Fowl RJ, Stone WM, Money SR. Elimination of pneumothorax and hemothorax during placement of implantable venous access ports using ultrasound and fluoroscopic guidance. *Vascular*. 2013;21(6):345-8. PMID:23493277. <http://dx.doi.org/10.1177/1708538112472279>.
40. Zerati AE, Figueredo TR, de Moraes RD, et al. Risk factors for infectious and noninfectious complications of totally implantable venous catheters in cancer patients. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2016;4(2):200-5. PMID:26993868. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvsv.2015.10.008>.
41. Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2009;49(1):1-45. PMID:19489710. <http://dx.doi.org/10.1086/599376>.
42. O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Centers for Disease Control and Prevention. MMWR Recomm Rep*. 2002;51(RR-10):1-29. PMID:12233868.
43. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. *Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58(5):508-24. PMID:24593804. <http://dx.doi.org/10.1111/aas.12295>.
44. Debourdeau P, Farge D, Beckers M, et al. International clinical practice guidelines for the treatment and prophylaxis of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer. *J Thromb Haemost*. 2013;11(1):71-80. PMID:23217208. <http://dx.doi.org/10.1111/jth.12071>.
45. Nishinari K, Wolosker N, Bernardi CV, Yazbek G. Totally implantable ports connected to valved catheters for chemotherapy: experience from 350 Groshong devices. *J Vasc Access*. 2010;11(1):17-22. PMID:20119917.
46. Wolosker N, Yazbek G, Nishinari K, et al. Totally implantable venous catheters for chemotherapy: experience in 500 patients. *Sao Paulo Med J*. 2004;122(4):147-51. PMID:15543368. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-31802004000400003>.
47. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. *Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58(5):508-24. PMID:24593804. <http://dx.doi.org/10.1111/aas.12295>.
48. Debourdeau P, Farge D, Beckers M, et al. International clinical practice guidelines for the treatment and prophylaxis of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer. *J Thromb Haemost*. 2013;11(1):71-80. PMID:23217208. <http://dx.doi.org/10.1111/jth.12071>.
49. Araújo C, Silva JP, Antunes P, et al. A comparative study between two central veins for the introduction of totally implantable venous access devices in 1201 cancer patients. *Eur J Surg Oncol*. 2008;34(2):222-6. PMID:17566692. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejso.2007.04.003>.
50. Verso M, Agnelli G. Venous thromboembolism associated with long-term use of central venous catheters in cancer patients. *J Clin Oncol*. 2003;21(19):3665-75. PMID:14512399. <http://dx.doi.org/10.1200/JCO.2003.08.008>.
51. Pignataro BS, Nishinari K, Wolosker N, Bomfim GA. Fracture and migration into the coronary sinus of a totally implantable catheter introduced via the right internal jugular vein. *BMJ Case Rep*. 2014;1:2014. PMID:25452299.
52. Araújo C, Silva JP, Antunes P, et al. A comparative study between two central veins for the introduction of totally implantable venous access devices in 1201 cancer patients. *Eur J Surg Oncol*. 2008;34(2):222-6. PMID:17566692. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejso.2007.04.003>.
53. Nishinari K, Bernardi CV, Wolosker N, Yazbek G. Retained catheter: a rare complication associated with totally implantable venous ports. *J Vasc Access*. 2010;11(2):159-61. PMID:20119912.
54. Freire MP, Pierrotti LC, Zerati AE, et al. Infection related to implantable central venous access devices in cancer patients: epidemiology and risk factors. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2013;34(7):671-7. PMID:23739070. <http://dx.doi.org/10.1086/671006>.

---

**Correspondence**

Antonio Eduardo Zerati  
Universidade de São Paulo – USP, Faculdade de Medicina, Hospital  
das Clínicas  
Rua Joaquim Floriano, 820, cj. 61 – Itaim Bibi  
CEP 04534-003 - São Paulo (SP), Brazil  
Tel: +55 (11) 3071-1464  
E-mail: aezerati@uol.com.br

**Author information**

AEZ - Tenured Professor, Hospital das Clínicas, Faculdade de  
Medicina, Universidade de São Paulo (USP).  
NW - Associate Professor, Faculdade de Medicina, Universidade de  
São Paulo (USP).  
NL - Full Professor of Vascular and Endovascular Surgery, Faculdade  
de Medicina, Universidade de São Paulo (USP).  
PPL - Full Professor of Vascular and Endovascular Surgery, Faculdade  
de Medicina, Universidade de São Paulo (USP).

**Author contributions**

Conception and design: AEZ, NW, NL, PPL  
Analysis and interpretation: AEZ, NW  
Data collection: AEZ  
Writing the article: AEZ  
Critical revision of the article: AEZ, NW, NL, PPL  
Final approval of the article\*: AEZ, NW, NL, PPL  
Statistical analysis: AEZ  
Overall responsibility: AEZ

\*All authors have read and approved of the final version of the  
article submitted to J Vasc Bras.