

Eficácia, segurança e redução de custos no implante de cateter venoso central de longa permanência em pacientes dialíticos realizado por nefrologista

Effectiveness, safety and cost reduction of long-term tunneled central venous catheter insertion in outpatients performed by an interventional nephrologist

Autores

Artur Quintiliano¹ 

Marcel Rodrigues Gurgel Praxedes² 

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Medicina Integrada, Natal, RN, Brasil.

² Hospital Monsenhor Walfredo Gurgel, Natal, RN, Brasil.

RESUMO

Introdução: Procedimentos invasivos realizados por nefrologistas podem reduzir o número de procedimentos no mesmo paciente, complicações e atrasos na obtenção de acesso vascular definitivo, bem como proporcionar menor custo para o Sistema de Saúde. **Objetivo:** Demonstrar a segurança, a eficácia e os resultados dos implantes de cateteres venosos centrais de longa permanência (CLP) realizados por nefrologista sem fluoroscopia. **Métodos:** Estudo retrospectivo que analisou 149 implantes de CLP por nefrologista no centro cirúrgico de clínica de diálise, sem auxílio de fluoroscopia, no período de março/2014 a setembro/2017. Os dados coletados consistiram em: características demográficas da população estudada, taxas de sucesso, procedimento abortado, falha no procedimento, complicações observadas, patência do cateter e custos. **Resultados:** Houve um elevado número de tentativas fístulas arteriovenosas ($1,72 \pm 0,84$) e de cateter de curta permanência ($2,87 \pm 1,9$) até a realização de um acesso vascular definitivo. O sítio vascular preferido foi a veia jugular interna direita (80%). Taxas de sucesso, procedimentos abortados e falhas foram de 93,3%, 2,7% e 4,0%, respectivamente, com apenas 5,36% de pequenas complicações. A patência dos CLP com 1, 3, 6 e 12 meses foram de 93,38%, 71,81, 54,36% e 30,2%, respectivamente, com média de 298 ± 280 dias (mediana 198 dias). Os custos dos procedimentos foram em torno de US\$ 496. Disfunção foi o principal motivo da remoção do cateter (34%). **Conclusão:** Nossa análise mostra que o implante de CLP por nefrologista no centro cirúrgico de clínica de diálise é eficaz e seguro e está associado à redução significativa de custos.

Palavras-chave: Dispositivos de Acesso Vascular; Redução de Custos; Terapia de Substituição Renal.

ABSTRACT

Introduction: Invasive procedures performed by trained nephrologists can reduce delays in making a definitive vascular access, complications, number of procedures on the same patient, and costs for the Public Health System. **Objective:** to demonstrate that a long-term tunneled central venous catheter (LTCVC) implanted by a nephrologist is safe, effective, and associated with excellent results. **Methods:** A retrospective study analyzed 149 consecutively performed temporary-to-long-term tunneled central venous catheter conversions in the operating room (OR) from a dialysis facility from March 2014 to September 2017. The data collected consisted of the total procedures performed, demographic characteristics of the study population, rates of success, aborted procedure, failure, complications, and catheter survival, and costs. **Results:** the main causes of end stage renal disease (ESRD) were systemic arterial hypertension and diabetes mellitus, 37.9% each. Patients had a high number of previous arteriovenous fistula (1.72 ± 0.84) and temporary catheter (2.87 ± 1.9) attempts until a definitive vascular access was achieved, while the preferred vascular site was right internal jugular vein (80%). Success, abortion, and failure rates were 93.3%, 2.7% and 4%, respectively, with only 5.36% of complications (minors). Overall LTCVC survival rates over 1, 3, 6, and 12 months were 93.38, 71.81, 54.36, and 30.2%, respectively, with a mean of 298 ± 280 days (median 198 days). The procedure cost was around 496 dollars. Catheter dysfunction was the main reason for catheter removal (34%). **Conclusion:** Our analysis shows that placement of LTCVC by a nephrologist in an OR of a dialysis center is effective, safe, and results in substantial cost savings.

Keywords: Vascular Access Devices; Renal Replacement Therapy; Cost Savings.

Data de submissão: 24/05/2019.

Data de aprovação: 02/07/2019.

Correspondência para:

Artur Quintiliano

E-mail: artur_bezerra@hotmail.com

DOI: 10.1590/2175-8239-JBN-2019-0108



INTRODUÇÃO

O acesso vascular para tratamento de hemodiálise é melhor alcançado com o uso de uma fístula arteriovenosa (FAV). No entanto, cateteres de hemodiálise são amplamente utilizados na prática atual: 15-50% dos pacientes na Europa e 60% nos Estados Unidos tiveram seu tratamento iniciado com um cateter de curta permanência (CCP).¹ As diretrizes do *National Kidney Foundation Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI) recomendam que, quando há expectativa de que um CCP seja necessário por mais de três semanas, a opção deve ser o implante de um cateter de longa permanência (CLP).²

Procedimentos invasivos realizados por nefrologistas, especialmente em áreas de difícil acesso ao cirurgião vascular ou radiologista intervencionista, podem reduzir atrasos na obtenção de acesso vascular definitivo, complicações e o número de procedimentos no mesmo paciente, bem como gerar menos custo para o Sistema Único de Saúde (SUS). Assim, os nefrologistas estão tomando a iniciativa de realizar esses procedimentos, e, conforme dados recentes, com segurança, sucesso e excelentes resultados.³

Neste estudo, avaliamos a eficácia e a segurança de implante de CLP realizado por nefrologista através da conversão de CCP para um CLP, em centro cirúrgico de uma clínica de hemodiálise, sem auxílio de fluoroscopia. Também apresentamos os desfechos clínicos, as complicações e o custo dos procedimentos.

METODOLOGIA

Estudo retrospectivo da coorte de pacientes incidentes e não incidentes em hemodiálise. Foram realizados 149 implantes de CLP no centro cirúrgico de uma clínica de diálise de março de 2014 a setembro de 2017, em Natal, RN (Brasil). Os cateteres foram implantados nas veias jugulares internas ou femorais. Antibiótico profilático não foi administrado rotineiramente. As razões para a posterior remoção do CLP foram criação de fístulas, transferência de modalidade de terapia, recuperação da função renal, transplante renal, morte, infecção ou disfunção do cateter e remoção acidental.

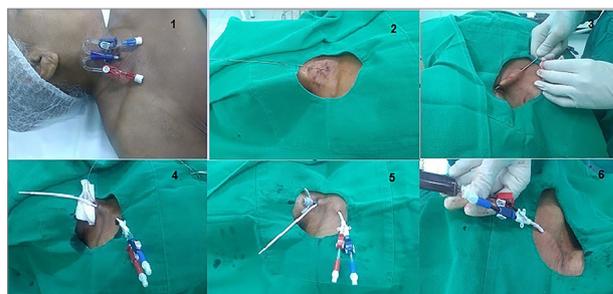
Os dados, coletados pelo nefrologista responsável pelos procedimentos e pela equipe de enfermagem da diálise, consistiram em: procedimentos realizados, características demográficas da população estudada, taxas de sucesso, procedimento abortado, falha no procedimento, complicações observadas, custos e patência do cateter.

TÉCNICA DA INSERÇÃO DO CATETER VENOSO CENTRAL DE LONGA PERMANÊNCIA (FIGURA 1)

Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo nefrologista e por um técnico de enfermagem no centro cirúrgico de uma clínica de diálise, sob condições estéreis, sem assistência de fluoroscopia e guiados por ultrassom, quando necessário. O sítio vascular para implante, em ordem de preferência, foram veia jugular interna direita (VJID), veia jugular interna esquerda (VJIE) e veias femorais (VF). Sempre que o CCP estava em uma VF, era primeiramente tentado um novo implante na VJID, por este sítio ser reconhecidamente uma melhor opção de acesso vascular. Se não houvesse sucesso, era mantido o implante do cateter definitivo nessa topografia.

Como não houve assistência fluoroscópica, a escolha do CLP (comprimento total e comprimento ponta-cuff) a ser utilizado baseou-se na radiografia de tórax realizada antes dos procedimentos, de modo que a ponta do cateter permanecesse na entrada do átrio direito (5 cm abaixo do brônquio dominante). Se o sítio de inserção fosse muito alto (3 cm acima da clavícula), os pacientes eram submetidos a uma nova punção, de modo a ficar mais próximo da clavícula. Essa manobra tem como objetivo garantir uma curvatura suave do cateter e evitar torção (ou seja, o *kinking*). Em todos os pacientes de nossa amostra foram utilizados cateteres de duplo lúmen do tipo Permcath (MEDCOMP Inc., Harleysville, PA, USA) com 14,5 french de diâmetro, com tamanho total e tamanho ponta-cuff variando de 36-45 cm e 19-35 cm, respectivamente, dependendo do local de inserção, extensão do túnel e tamanho do paciente. Não foi necessária sedação, apenas anestesia local com lidocaína 2%.

Figura 1. Sequência do implante do cateter venoso central de longa permanência. Nota: 1) Cateter de curta permanência (CCP) em VJID, 2-3 cm acima da clavícula; 2) Introdução do fio-guia e remoção do CCP; 3) Criação do túnel subcutâneo; 4) Passagem do cateter de longa permanência (CLP) pelo túnel utilizando o tunelizador; 5) Introdução da bainha *peel-way* pelo fio-guia e remoção do fio; 6) CLP introduzido e testado fluxo sanguíneo em ambas as vias do cateter.



Todos os pacientes tinham um CCP previamente implantado e foram substituídos por um CLP através da introdução de um fio-guia pelo lúmen venoso do cateter temporário, que foi então removido. Posteriormente, foi criado um túnel subcutâneo e o CLP passou pelo túnel utilizando um tunelizador fornecido com o kit do cateter. O próximo passo consistiu na introdução da bainha *peel-way* pelo fio-guia. O dilatador e o fio foram removidos e o cateter foi inserido por dentro da bainha, que foi retirada. Foram realizados testes de fluxo de sangue pelas vias arterial e venosa, hemostasia compressiva, preenchimento dos lúmens com heparina na concentração de 5000 u/mL e fixação do cateter com fio nylon 3-0. Caso não fornecesse fluxo, o cateter era imediatamente removido.

O procedimento de implante do CLP era classificado como bem-sucedido se o cateter atingisse fluxo sanguíneo de 300 mL/min ou mais na sessão de hemodiálise seguinte ao procedimento, sendo essa informação obtida pelo relato da clínica de diálise do paciente.³

REMOÇÃO DO CATETER

As indicações para remoção foram confecção de FAV, transferência de modalidade terapêutica, recuperação da função renal, transplante renal, morte, infecção, disfunção² (incapacidade de manter um fluxo sanguíneo acima de 300 mL/minuto com uma pressão negativa na bomba propulsora de 250 mmHg nos primeiros 60 minutos de hemodiálise) e remoção acidental. Os cateteres foram removidos sem sedação, apenas com anestesia local. Foi usado fio-guia quando havia intenção de substituição de um CLP por um CCP ou outro CLP, situação em que um novo sítio de saída e túnel foram criados.

MANEJO DURANTE OS PROCEDIMENTOS

A pressão sanguínea, frequência cardíaca e saturação de oxigênio foram monitoradas continuamente durante toda a realização dos procedimentos por um técnico de enfermagem.

DESFECHO DOS PROCEDIMENTOS

Os resultados de cada procedimento realizado foram classificados como: bem-sucedido, falha ou abortado. A definição de procedimento “bem-sucedido” foi descrita acima. “Falha” foi definida como um processo

completo, mas não preenchia o critério estabelecido de sucesso. Um procedimento foi considerado abortado quando houve a tentativa, mas não pôde ser concluído, e por isso foi abandonado. Procedimentos com ambos os termos, “falha” e “abortado”, devem ser considerados sem sucesso.

COMPLICAÇÕES

As complicações observadas neste estudo foram classificadas de acordo com a Sociedade de Radiologia Intervencionista.⁴ De acordo com esta Sociedade, todas as complicações, incluindo eventos pulmonares e cardíacos que ocorrem dentro de 30 dias após o procedimento, foram consideradas como relacionadas ao procedimento. As complicações menores foram aquelas que não necessitaram de terapia específica e foram resolvidas sem qualquer consequência adversa. As principais complicações são definidas como aquelas que exigiram aumento no nível de cuidados ou resultaram em hospitalização, sequelas adversas permanentes ou morte. Se uma complicação não pôde ser tratada com sucesso, resultou em falha no procedimento. O sangramento tardio foi definido como um episódio hemorrágico que requereu tratamento médico após a hemostasia inicial ter sido alcançada. Hipotensão (PAS \leq 90 mm Hg ou PAD \leq 60 mmHg) e saturação de oxigênio \leq 90% em qualquer momento durante o procedimento foram consideradas complicações.

CUSTOS INCLUÍDOS E EXCLUÍDOS NA ANÁLISE

Foram incluídos neste estudo custos de honorários médicos com anesthesiologistas, cirurgiões, nefrologistas e radiologistas, taxa de centro cirúrgico e de sala de recuperação, enfermagem, assistência de fluoroscopia e insumos. O objetivo era determinar a diferença de custos a partir da perspectiva do centro analisado. Foram excluídos da análise procedimentos para avaliar ou tratar as complicações relacionadas ao procedimento.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram descritos em frequência, média e mediana, conforme apropriado. As variáveis categóricas foram expressas como frequência e porcentagens. A análise de sobrevivência foi realizada utilizando o método de Kaplan-Meier. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software IBM SPSS® 22 Statistics.

RESULTADOS

Os pacientes são predominantemente do sexo feminino (52,63%) e estão na quinta década de vida ($55 \pm 15,1$ anos). As principais causas da doença renal crônica (DRC) são hipertensão arterial sistêmica (HAS) e diabetes mellitus (DM), 37,58 % cada, seguido de glomerulonefrite crônica - GNC (13,42%). As principais comorbidades foram HAS (77,85%), DM (37,58%), insuficiência cardíaca (8,72%) e obesidade (4,49%). Os pacientes tiveram um número elevado de tentativas anteriores de FAV ($1,72 \pm 0,84$) e de CCP ($2,87 \pm 1,9$) até o implante do CLP, e os sítios vasculares preferidos para implante foram VJID (79,86%), VF (11,40%) e VJIE (6,05%). 12 pacientes tiveram um número ainda maior de cateteres prévios: 7 pacientes com oito CCPs; 5 pacientes com nove; e 1 paciente com dez. O tempo transcorrido entre o primeiro CCP até o implante do CLP foi de $4,2 \pm 1,07$ meses (Tabela 1).

Um total de 139 (93,3%) casos foram bem-sucedidos, com apenas 4 (2,7%) casos abortados - 1 por agitação excessiva do paciente e 3 por falha na realização da conversão CCP para CLP. Em apenas 6 (4%) pacientes, o procedimento falhou, ou seja, o processo foi concluído, mas o cateter não mostrou fluxo sanguíneo satisfatório e foi removido. Alguns pacientes apresentaram um pequeno sangramento ($n = 7 / 4,7\%$), mas nenhum deles teve sangramento significativo ou necessidade de suporte transfusional. As principais complicações, que ocorreram em apenas 8 casos (5,36%), foram hipotensão leve ($n = 6 / 4,02\%$) e dessaturação ($n = 2 / 1,34\%$), sem morte, instabilidade hemodinâmica, arritmias e insuficiência respiratória ou hospitalizações nos primeiros 30 dias após os procedimentos (Tabela 2).

Nosso custo total para cada procedimento foi em torno R\$ 1.636 (implante), dos quais R\$ 1.520 (cateter incluso) com custos fixos e R\$ 116 com custos variáveis.

A patência dos CLP com 1, 3, 6 e 12 meses foram de 93,38%, 71,81%, 54,36% e 30,2%, respectivamente, com média de 298 ± 280 dias (mediana 198 dias) (Figura 2). As principais causas de remoção do cateter ($n = 71$) foram por disfunção ($n = 24 / 33,8\%$), infecção ($n = 17 / 23,94\%$), morte ($n = 16 / 22,5\%$), procedimento sem sucesso ($n = 7 / 9,88\%$) e transplante, modificação da modalidade de terapia, alta do paciente de instalações de diálise

TABELA 1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DA POPULAÇÃO ESTUDADA

Variável	n = 149
Idade (anos)	$55 \pm 15,1$
Gênero (Feminino - %)	52,63%
Etiologia da DRC (n - %)	
Hipertensão arterial	56 - 37,58%
Diabetes mellitus	56 - 37,58%
Glomerulonefrite crônica	20 - 13,42%
Outros	17 - 11,40%
Comorbidades (n - %)	
Hipertensão arterial	116 - 77,85%
Diabetes mellitus	56 - 37,58%
Insuficiência cardíaca	8 - 8,72%
Obesidade	7 - 4,49%
Nº de CCP prévios (média \pm DP)	$2,87 \pm 1,9$
Nº de FAV prévias (média \pm DP)	$1,72 \pm 0,84$
Sítio vascular (n - %)	
Veia jugular interna direita	119 - 79,86%
Veias femurais	17 - 11,40%
Veia jugular inteira esquerda	9 - 6,04%
Veia subclávia esquerda	3 - 2,01%
Veia subclávia direita	1 - 0,67%

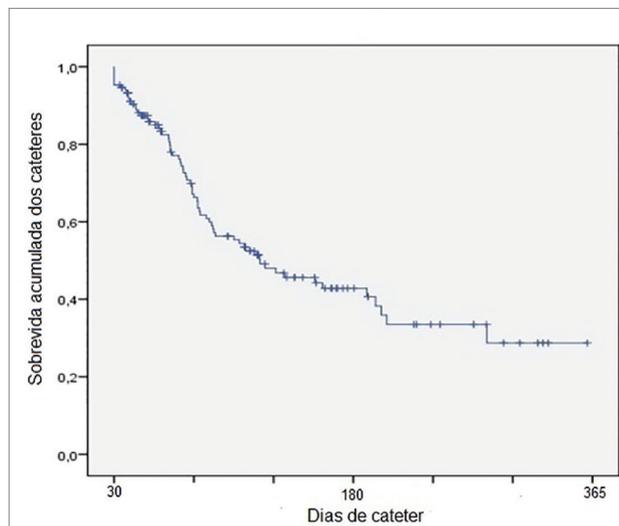
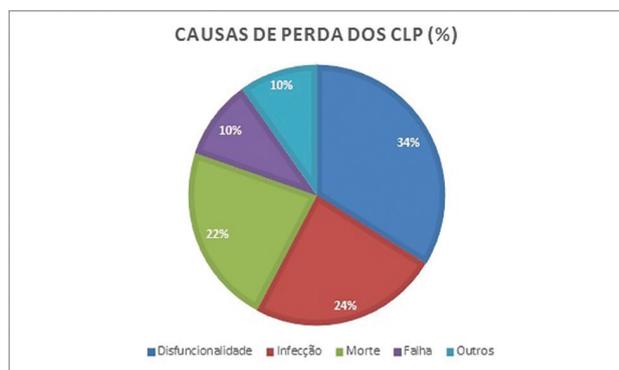
Nota: DRC - doença renal crônica; FAV - fistula arteriovenosa; CCP - cateter de curta permanência; DP - desvio-padrão.

TABELA 2 DESFECHOS DOS PROCEDIMENTOS

Variável	n - %
Sucesso (n - %)	139 - 93,3%
Abortado (n - %)	4 - 2,70%
Falha (n - %)	6 - 4,00%
Pequeno sangramento	7 - 4,70%
Grande sangramento	0 - 0 %
Complicações (n - %)	8 - 5,36%
Hipotensão	6 - 4,02%
Hipoxemia	2 - 1,34%
Morte	0 - 0%
Arritmia/IH/IR	0 - 0%

Nota: IH - instabilidade hemodinâmica; IR - insuficiência respiratória.

ou confecção de FAV ($n = 7 / 9,88\%$) (Figura 3). A primeira infecção ocorreu com $8,14 \pm 6,4$ meses, a taxa de infecção foi de 1,87/1000 cateteres dia e infecções com necessidade de remoção de cateter em 0,7/1000 cateteres dia. Considerando o período de 30 dias após implante, ocorreu apenas 1,34% de infecções (dois pacientes) relacionadas à técnica de implante.

Figura 2. sobrevida global dos cateteres.**Figura 3.** Causas de perda dos cateteres definitivos (CLP).

DISCUSSÃO

Todos os pacientes deste estudo iniciaram hemodiálise através de CCP, e a maioria deles teve um número elevado de tentativas de confecção de FAV ou trocas de cateter provisórios até o implante de um CLP. As razões para isso foram: falência primária da FAV recém-criada, provavelmente devido ao alto número de pacientes diabéticos e idosos, falência tardia das FAVs (lesões vasculares estenóticas), múltiplas infecções de cateter, cateter implantado inicialmente em veias femorais (predispondo à infecção e disfunção) e disfunção do cateter. Além disso, ocorreu um tempo médio elevado entre o implante do cateter provisório e o do CLP (4 meses), considerando o número de eventos ocorrendo no paciente durante intervalo.

Nosso trabalho mostrou segurança e efetividade na técnica proposta, mesmo tendo sido realizado no centro cirúrgico de uma clínica de diálise, com apenas 8 (5,3%) casos de pequenas complicações e uma taxa de sucesso de 93,3%. Nossas taxas de complicações estão de acordo com outras publicações,^{5,6} que mostraram que esse tipo de procedimento é seguro. A patência apresentada em

nosso trabalho foi 91,94%, 82,5% e 63% com 30, 60 e 120 dias, respectivamente, enquanto outro estudo⁷ demonstrou taxa de sucesso de 100% nos implantes, mas com procedimentos realizados em regime hospitalar, e patência de 92%, 82% e 68% para os mesmos períodos, respectivamente. Tivemos uma falha precoce com necessidade de remoção de cateter (< 30 dias) de 6,62%; bem superior ao apresentado na literatura - 1,4%.⁸

A principal causa de remoção do cateter foi disfunção provavelmente devido à trombose, formação de bainha de fibrina na ponta do cateter, ponta do cateter mal posicionada e aos *kinkings* (dobras ou acotovelamentos). Como os procedimentos foram feitos sem assistência de fluoroscopia, pode ter havido *kinkings* (dependendo do grau da flexão e do ângulo) que não puderam ser detectados ou corrigidos no momento do implante do cateter. Assim, a melhor forma de otimizar os fluxos do cateter foi reduzir os *kinkings* pela punção da veia jugular o mais próximo possível da clavícula, após um planejamento bem feito, para que a ponta do cateter ficasse na entrada do átrio direito, pelo estudo da radiografia prévia ao procedimento. Nesses pacientes que apresentaram disfunção do cateter, foi feito raio x do tórax para diagnóstico dos *kinkings*. Em caso positivo, a opção era substituição do CLP por um CCP ou outro CLP, situação em que um novo sítio de saída e túnel eram criados. Caso não fosse diagnosticada a torção, era administrado trombolítico (alteplase). Em ambos os casos, houve melhora dos fluxos sanguíneos, mesmo que de forma parcial. Ocorreram 9 casos de acotovelamento, sendo necessário a substituição desses cateteres, mantendo o mesmo sítio.

Um grupo brasileiro⁸ realizou um trabalho semelhante de implante de CLP através da conversão de CCP-CLP, no qual foi demonstrado que as infecções são a principal causa de remoção dos cateteres (14,5%). A taxa de infecção foi de 0,8/1000 cateter-dia, em concordância com outros trabalhos que demonstraram uma taxa de 1,0-1,1/1000 cateteres-dia.^{5,9,10} Em nossa casuística, tivemos uma taxa de infecção 1,87/1000 cateteres-dia, e eventos infecciosos foram a segunda causa de remoção dos cateteres. Nossa elevada taxa de eventos infecciosos provavelmente é decorrente do baixo perfil socioeconômico dos pacientes, o que predispõe a um maior número de eventos infecciosos.

Com relação aos custos, nosso trabalho demonstrou que os gastos com esse tipo de procedimento, da forma como foram realizados, foram bem inferiores quando comparados aos realizados em hospitais particulares

(R\$ 8.388 - valor obtido por meio de uma média de orçamentos de hospitais privados na cidade de Natal, RN) brasileiros e da rede hospitalar americana (R\$ 17.100).¹¹ Como não precisamos utilizar recursos de uma estrutura hospitalar, associado a dispensa de sedação dos pacientes com auxílio de profissional da anestesiologia, foi possível reduzir os gastos sem comprometer a segurança dos pacientes. O implante de cateter definitivo em regime hospitalar está associado a taxas de centro cirúrgico (sala de cirurgia e recuperação, assistência de fluoroscopia, insumos hospitalares), além dos honorários médicos e do salário da equipe de enfermagem.

Apesar de alguns procedimentos realizados não terem tido sucesso e ter sido necessária uma despesa adicional com a tentativa de implante com paciente internado e uso de assistência fluoroscópica, a redução global dos custos foi substancial (levando em consideração a taxa de sucesso apresentada). Essa conta coincide com os dados apresentados por Becker¹² e colaboradores, que compararam taxa de sucesso, complicações e redução de custo com implante guiado por fluoroscopia *versus* técnica semelhante à nossa.

Nosso trabalho teve como limitações a possibilidade do não registro adequado dos desfechos do binômio pacientes-cateter e a ausência de uma equipe de radiologia intervencionista ou cirurgia vascular prontamente disponível para lidar com complicações que não poderiam ser manejadas pelo nefrologista numa clínica de diálise. Outra limitação do estudo foi a análise de custo comparativa feita apenas por orçamento e com hospital particular.

Além de todos os benefícios já descritos, podemos adicionar a ausência de exposição à radiação pelo nefrologista e os pacientes. A maioria dos nefrologistas intervencionistas gasta uma grande parte do tempo de trabalho na sala de procedimentos, e planeja continuar a fazê-lo por vários anos, e os efeitos da radiação são cumulativos. A maioria dos pacientes em diálise requer procedimentos repetitivos geralmente guiados pela fluoroscopia.¹³

CONCLUSÕES

Os dados gerados em nosso estudo sugerem que o implante de CLP por nefrologista com formação intervencionista, através da conversão de CCP para CLP, em pacientes dialíticos é seguro, efetivo e pode servir como alternativa em regiões que não possuem centros cirúrgicos com assistência de fluoroscopia ou profissionais acessíveis. Além disso, os dados mostram uma redução

substancial nos custos em relação a procedimentos idênticos, realizados por cirurgiões ou radiologistas intervencionistas em hospitais terciários.

CONFLITOS DE INTERESSES

Os autores declaram não ter conflitos de interesses relacionados à publicação deste manuscrito.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Artur Quintiliano e Marcel Rodrigues Gurge Praxedes contribuíram substancialmente na concepção ou desenho do trabalho; coleta, análise ou interpretação dos dados; redação do trabalho ou na sua revisão crítica; aprovação final da versão a ser publicada.

REFERÊNCIAS

1. Pisoni RL, Young EW, Dykstra DM, Greenwood RN, Hecking E, Gillespie B, et al. Vascular access use in Europe and the United States: results from the DOPPS. *Kidney Int.* 2002 Jan;61(1):305-16.
2. Vascular Acces 2006 Work Group. Clinical Practice Guidelines for Vascular Access. *Am J Kidney Dis.* 2006 Jul;48(Suppl 1):S176-247.
3. Efstratiadis G, Platsas I, Koukoudis P, Vergoulas G. Interventional Nephrology: a new subspecialty of Nephrology. *Hippokratia.* 2007 jan/mar;11(1):22-24.
4. Sacks D, McClenny TE, Cardella JF, Lewis CA. Society of interventional radiology clinical practice guidelines. *J Vasc Interv Radiol.* 2003 Sep;14(9 PT 2):S199-202.
5. Van Ha TG, Fimmen D, Han L, Funaki BS, Santeler S, Lorenz J. Conversion of non-tunneled to tunneled hemodialysis catheters. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2007 Mar/Apr;30(2):222-5.
6. Falk A, Prabhuram N, Parthasarathy S. Conversion of temporary hemodialysis catheters to permanent hemodialysis catheters: a retrospective study of catheter exchange versus classic de novo placement. *Semin Dial.* 2005 Sep/Oct;18(5):425-30.
7. Elias RM, Makida SCS, Abensur H, Castro MCM, Moysés RMA, Pereira BJ, et al. Insertion of tunneled hemodialysis catheters without fluoroscopy. *J Vasc Access.* 2010 Apr/Jun;11(2):138-42.
8. Silva BC, Rodrigues CE, Abdulkader RC, Elias RM. Conversion from temporary to tunneled catheters by nephrologists: report of a single-center experience. *Int J Nephrol Renovasc Dis.* 2016 Apr;9:87-94
9. Duszak Junior R, Haskal ZJ, Thomas-Hawkins C, Soulen MC, Baum RA, Shlansky-Goldberg RD, et al. Replacement of failing tunneled hemodialysis catheters through pre-existing subcutaneous tunnels: a comparison of catheter function and infection rates for de novo placements and over-the-wire exchanges. *J Vasc Interv Radiol.* 1998 Mar/Apr;9(2):321-7.
10. Garofalo RS, Zaleski GX, Lorenz JM, Funaki B, Rosenblum JD, Leef JA. Exchange of poorly functioning tunneled permanent hemodialysis catheters. *AJR Am J Roentgenol.* 1999 Jul;173(1):155-8.
11. 2016 Hemodialysis catheters coding and reimbursement guide. Available from: <http://www.medtronic.com/content/dam/covidien/library/us/en/services-support/reimbursement/reimbursement-coding-guide-hemodialysis-catheters.pdf>
12. Yevzlin AS, Song GU, Sanchez RJ, Becker YT. Fluoroscopically guided vs modified traditional placement of tunneled hemodialysis catheters: clinical outcomes and cost analysis. *J Vasc Access.* 2007 Oct/Dec;8(4):245-51.
13. Beathard GA, Urbanes A, Litchfield T. Radiation dose associated with dialysis vascular access interventional procedures in the interventional nephrology facility. *Semin Dial.* 2013 Jul/Aug;26(4):503-10.