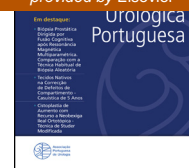




Associação  
Portuguesa  
de Urologia

Acta Urológica Portuguesa

[www.elsevier.pt/acup](http://www.elsevier.pt/acup)



## ARTIGO DE REVISÃO

# Comparação entre a utilização dos fios de sutura barbado e de poliglactina em cirurgia urológica laparoscópica – uma revisão sistemática



Paulo Dinis\*, Pedro Nunes e Alfredo Mota

*Serviço de Urologia e Transplantação Renal, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Coimbra, Portugal*

Recebido a 1 de julho de 2015; aceite a 26 de março de 2016

Disponível na Internet a 25 de abril de 2016

### PALAVRAS-CHAVE

Fio barbado;  
Laparoscopia;  
Nefrectomia parcial;  
Prostatectomia  
radical

**Resumo** A sutura intracorporal é considerada um dos procedimentos mais difíceis e desafiantes da cirurgia laparoscópica urológica. A rafia do parênquima renal durante a refrectomia parcial e a anastomose vesico-uretral na prostatectomia radical laparoscópica constituem passos críticos e consumidores de tempo, que requerem uma longa curva de aprendizagem. Na tentativa de otimizar esse procedimento, foi criado em março de 2009 um fio barbado unidirecional com o intuito de manter a tensão nas linhas de sutura, evitando a necessidade de o trancar com nós.

Após uma breve experiência de utilização desse fio na rafia do parênquima renal durante a nefrectomia parcial laparoscópica, com sensação subjetiva de ter tornado o procedimento mais simples, rápido e eficaz, decidiu-se realizar uma revisão sistemática da literatura que comparasse a utilização do fio de poliglactina com o fio barbado unidirecional, no sentido de averiguar o real benefício da sua utilização.

A utilização do fio barbado parece simplificar a técnica da nefrorrafia durante a nefrectomia parcial laparoscópica e melhora a sua eficiência, traduzida pela redução significativa do tempo de isquemia quente e, eventualmente, das complicações perioperatórias. A sua utilização na prostatectomia radical permite a realização da anastomose vesico-uretral de forma segura e significativamente mais rápida, com taxas de complicações pós-operatórias no máximo equivalentes. Poderá haver uma redução global de custos com a utilização deste fio, embora análises globais mais robustas sejam ainda necessárias.

© 2016 Associação Portuguesa de Urologia. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: [Pj.s.dinis@gmail.com](mailto:Pj.s.dinis@gmail.com) (P. Dinis).

**KEYWORDS**

Barbed suture;  
Laparoscopy;  
Partial nephrectomy;  
Radical  
prostatectomy

## Comparison between the use of barbed and polyglactin sutures in urologic laparoscopic surgery - a systematic review

**Abstract** The intracorporeal suture is considered one of the most difficult and challenging procedures of the urologic laparoscopic surgery. The suture of the renal parenchyma during partial nephrectomy and the vesico-urethral anastomosis in radical prostatectomy are critical and time consuming steps requiring a long learning curve. In an attempt to optimize these procedures, it was created on March 2009 a unidirectional self-retaining bearded suture to maintain the tension in the suture lines even avoiding the need to run knots.

After a brief experience using a barbed suture during the laparoscopic partial nephrectomy with a subjective feeling of having made the procedure simpler, faster and more effective, we decided to conduct a systematic literature review on the use of of the usual polyglactin vs. a barbed suture to ascertain the real benefit its use.

Comparing to the usual polyglactin suture, the use of a barbed one appears to simplify the nephrorrhaphy technique during laparoscopic partial nephrectomy significantly reducing the warm ischemia time and possibly the perioperative complications. Its use in the laparoscopic radical prostatectomy allows performing the vesico-urethral anastomosis safely and significantly faster with similar postoperative complication rates. There may be an overall cost reduction using this suture, although stronger global analyses are still needed.

© 2016 Associação Portuguesa de Urologia. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introdução e objetivo

A sutura intracorporal é considerada um dos procedimentos mais difíceis da cirurgia laparoscópica urológica e constitui um desafio mesmo para cirurgiões experientes<sup>1</sup>. A rafia do parênquima renal durante a nefrectomia parcial e a anastomose vesico-uretral na prostatectomia radical laparoscópica constituem passos críticos, consumidores de tempo e que requerem uma longa curva de aprendizagem. O facto de a primeira necessitar quase sempre de ser realizada rapidamente para reduzir o tempo de isquemia quente, e o facto de a segunda ser realizada num espaço tão confinado como a pélvis, acrescentam grande dificuldade técnica e física aos procedimentos.

Na tentativa de otimizar esses procedimentos, foi criado em março de 2009 um fio barbado unidirecional (V-Loc™) com o intuito de distribuir a tensão na linha de sutura, promovendo uma aproximação de tecidos eventualmente mais rápida, eficiente e económica<sup>2</sup>. Este fio de sutura sintético absorvível possui microâncoras intercaladas inclinadas ao longo do seu comprimento, com o objetivo de evitar o seu deslizamento e a necessidade de o trancar com nós. Esta sutura sem nó mostrou ser, no mínimo, equivalente em termos de manutenção da aproximação dos tecidos a uma sutura convencional com nó<sup>1</sup>. Este dado é especialmente importante em cirurgia urológica, já que uma anastomose estanque é considerada indispensável.

Após uma breve experiência de utilização de um fio barbado (V-Loc™) no nosso serviço na rafia do parênquima renal durante a nefrectomia parcial laparoscópica, com sensação subjetiva de ter tornado o procedimento mais simples, rápido e eficaz, decidiu-se realizar uma revisão sistemática dos estudos comparativos disponíveis para averiguar o real benefício da sua utilização.

## Métodos

Procedeu-se a uma revisão da literatura disponível com base numa pesquisa na *Medline/Pubmed/Medscape* pelas palavras-chave: «*radical prostatectomy*», «*partial nephrectomy*», «*V-loc*» e «*barbed suture*», selecionando para análise todos os trabalhos científicos que realizassem a comparação de resultados entre a utilização do fio de poliglactina habitual e o fio barbado, nos procedimentos de prostatectomia radical e de nefrectomia parcial laparoscópicas, assistidas ou não por robot.

## Resultados

As conclusões dos trabalhos analisados são apresentadas na [Tabela 1](#).

## Discussão e conclusão

A sutura intracorporal laparoscópica é uma das tarefas mais desafiantes e consumidoras de tempo para os cirurgiões<sup>1</sup>. A utilização de fios de sutura convencionais e a realização de nó de segurança no final da sutura constituem ainda a prática mais habitual em cirurgia urológica laparoscópica. Embora largamente realizadas, estas suturas podem tornar-se lassas, requerendo tração constante pelo cirurgião ou repetidos movimentos de aperto, que podem potencialmente condicionar colisão dos instrumentos, rasgadura da sutura, cansaço e conseqüentemente menor eficácia do procedimento. Algumas estratégias conhecidas para minimizar estas desvantagens podem passar pela aplicação de clips, Hem-o-lok® ou Lapra-Ty®, para travar o fio durante a sutura. Para tentar ultrapassar estas dificuldades, foi introduzido no

**Tabela 1** Análise dos estudos comparativos publicados

Cirurgia	Autores	Tipo de estudo/ n.º doentes/ follow-up	Resultados	
			Vantagens	Desvantagens
<i>RIM</i>				
NPLAR	Sammon et al., 2011 <sup>3</sup>	RCS/15 (VL) vs. 15 (PG)/NE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor IQ (18,5 vs. 24,7 min, p = 0,008)</li> <li>• Sem deslizamentos do fio ou lacerações do parênquima</li> </ul>	• + 12,55 \$/caso
NPL	Jeon et al. 2013 <sup>4</sup>	RCS/13 (VL) vs. 24 (PG)/NE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor IQ (24,5 vs. 31,9 min, p = 0,01)</li> <li>• Sem fístulas urinárias (0 vs. 12,5%)</li> </ul>	
NPL	Erdem et al. 2013 <sup>5</sup>	RCS/33 (VL) vs. 33 (PG)/NE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duração da renorrafia interna menor (350 vs. 505 sec, p = 0,004)</li> <li>• Menor IQ (19 vs. 28 min, p = 0,037)</li> </ul>	
NPL	Zondervan et al., 2012 <sup>6</sup>	RCS/31 (VL) vs. 31 (PG)/1 mês	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor taxa de complicações perioperatórias (6,5 vs. 22,6%, p = 0,038)</li> <li>• Tendência para menor necessidade transfusional (3 vs. 19%, p = 0,085)</li> </ul>	
<i>Próstata</i>				
PRL	Arslan et al. 2014 <sup>7</sup>	RCT/45 (VL) vs. 47 (PG)/6 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo cirúrgico (179 vs. 196,1 min, p &lt; 0,001)</li> <li>• Menor tempo AVU (24 vs. 40 min, p &lt; 0,001)</li> <li>• Menos fístulas urinárias (0 vs. 5, p = 0,001)</li> <li>• Menor tempo de algiação (9 vs. 14 dias, p &lt; 0,001)</li> <li>• Menor tempo de internamento (2,1 vs. 4,2 dias, p &lt; 0,001)</li> <li>• Menor taxa de IU aos 6 meses ≥ 2 pensos (6,7 vs. 21,3%)</li> <li>• Sem episódios de retenção urinária</li> </ul>	
PRL	Takeda et al. 2014 <sup>8</sup>	RCS/30 (VL) vs. 30 (PG)/3 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo AVU (13,2 vs. 19,1 min, p &lt; 0,001)</li> <li>• Menor taxa de IU aos 3 meses ≥ 2 penso (36 vs. 76,7%)</li> </ul>	
PRAR	Williams et al. 2010 <sup>9</sup>	RCT/45 (VL) vs. 36 (PG)/2 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo AVU (9,7 vs. 9,8 min, p = 0,014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior taxa de fístulas urinárias (9 vs. 1%, p = 0,019)</li> <li>• Maior tempo de algiação (11,1 vs. 8,3 dias, p = 0,048)</li> <li>• Elevação de custos/caso (51,52 vs. 8,44 \$, p &lt; 0,001)</li> </ul>

Tabela 1 (Continuação)

Cirurgia	Autores	Tipo de estudo/ n.º doentes/ follow-up	Resultados	
			Vantagens	Desvantagens
PRAR	Tewari et al. 2010 <sup>10</sup>	RCS/50 (VL) vs. 50 (PG)/NE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo cirúrgico (106 vs. 114,5 min, <math>p &lt; 0,001</math>)</li> <li>• Menor tempo AVU (7 vs. 12 min, <math>p &lt; 0,001</math>)</li> </ul>	
PRAR	Zorn et al. 2011 <sup>11</sup>	RCT/35 (VL) vs. 35 (PG)/NE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo AVU (13,1 vs. 20,8 min, <math>p &lt; 0,01</math>)</li> <li>• Menor necessidade de ajuste da tensão de sutura colocando clips adicionais (6 vs. 24%, <math>p = 0,03</math>)</li> <li>• Redução de custos na instituição (48,05 vs. 70,25 \$CAN)</li> </ul>	
PRAR	Hemal et al. 2012 <sup>12</sup>	RCS/25 (VL) vs. 25 (PG)/6 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo AVU (8,4 vs. 14,3 min, <math>p = 0,0001</math>)</li> <li>• Menor tempo de internamento (1,9 vs. 2,7 dias, <math>p = 0,023</math>)</li> <li>• Sem complicações nos períodos de <i>follow-up</i></li> </ul>	
PRAR	Massoud et al. 2013 <sup>13</sup>	PS/40 (VL) vs. 40 (PG)/um ano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo AVU (8,5 vs. 11,5 min, <math>p = 0,001</math>)</li> <li>• 97,5% continentes (0 pensos) aos 12 meses</li> <li>• Sem diferenças em relação a estenose da AVU aos 12 meses</li> <li>• Redução global de custos (989 vs. 1.187 €)</li> </ul>	
PRAR	Sammon et al. 2011 <sup>14</sup>	RCT/33 (VL) vs. 31 (PG)/9 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tempo AVU (10,1 vs. 13,8 min, <math>p &lt; 0,001</math>)</li> <li>• Sem estenoses da AVU aos 9 meses</li> <li>• Melhor AUA-symptoms score (8 vs. 5,5, <math>p = 0,04</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevação de custos/caso (70,95 vs. 28,50 \$)</li> </ul>

AVU: anastomose vesico-uretral; IQ: isquemia quente; IU: incontinência urinária; NE: não especificado; NPLAR: nefrectomia parcial laparoscópica assistida por robot; NPL: nefrectomia parcial laparoscópica; PRAR: prostatectomia radical assistida por robot; PRL: prostatectomia radical laparoscópica; PS: prospective series; RCS: retrospective comparative series; RCT: randomized control trial.

armamentário do cirurgião um fio de sutura com pequenas barbas inclinadas que é autoancorável. Devido a esta propriedade, deixa de existir a necessidade de o cirurgião ter que manter tração na sutura, permitindo-lhe trabalhar de forma mais eficaz com as 2 mãos e focar-se exclusivamente na correta colocação do ponto<sup>3</sup>.

Weld et al.<sup>15</sup> avaliaram pela primeira vez o papel da sutura barbada na reconstrução do trato urinário. Essa análise *in vitro* revelou que aquela sutura consegue uma força de aproximação dos tecidos semelhante a uma sutura habitual. Também realizaram estudos em modelo animal que mostraram que a incidência de fístula urinária não era superior àquela de quando o fio utilizado era o convencional. No entanto, análises histopatológicas revelaram uma reação fibrótica mais acentuada com a utilização do fio barbado. Os autores colocaram como hipótese para esse achado

o eventual maior traumatismo dos tecidos, condicionado pelo atrito do fio barbado. Este facto poderia constituir um obstáculo à sua utilização em cirurgia urológica reconstitutiva, nomeadamente pelo eventual risco aumentado de estenose da anastomose vesico-uretral da prostatectomia radical laparoscópica.

Mais tarde, Moran et al.<sup>16</sup> compararam a sutura contínua com fio barbado com a clássica técnica Van Velthoven na anastomose vesico-uretral num modelo *in vitro* usando o robot cirúrgico Da Vinci®. Estes autores notaram que, cortando ambos os fios na quarta passagem, havia disrupção completa da linha de sutura realizada com monocryl, enquanto a linha de sutura realizada com fio barbado não sofria alterações significativas.

A utilização do fio barbado na nefrectomia parcial foi explorada inicialmente por Shikanov et al.<sup>17</sup> em 2009. Os

autores descreveram o encerramento do sistema coletor e do parênquima renal com fio barbado durante a nefrectomia parcial laparoscópica em 10 porcos e concluíram que era, pelo menos, tão eficaz e seguro como a técnica habitual.

Pela análise da [Tabela 1](#) é possível verificar que, em todos os trabalhos analisados<sup>7-14</sup>, houve uma redução significativa do tempo necessário (27% em média) para realizar a anastomose vesico-uretral na prostatectomia radical laparoscópica, quer tradicional quer assistida por robot com a utilização do fio barbado, o que leva a considerar que o procedimento se torna tecnicamente mais simples.

No entanto, William et al.<sup>9</sup> relataram que este tipo de sutura se associava a maior taxa de extravasamento de contraste no cistograma realizado ao 8.º dia de pós-operatório e conseqüentemente a maior tempo de algáliação. Estes dados são contrariados por um estudo mais recente de Arslan et al.<sup>7</sup> que mostra taxas de fístula urinária inferiores aquando da utilização do fio barbado, concluindo que a anastomose vesico-uretral se realiza mais rapidamente e sem acréscimo de efeitos adversos, sejam fístula urinária, estenose da anastomose, retenção urinária ou incontinência urinária. Mais ainda, esses autores e Takeda et al.<sup>8</sup> apresentaram taxas de incontinência urinária pós-operatórias inferiores com a utilização do referido fio.

Uma desvantagem deste fio parece ser a dificuldade na sua remoção devido às barbas se houver um erro no posicionamento<sup>16</sup>. No entanto, nos primeiros 2,5 cm o fio não apresenta barbas, pelo que se o erro for reconhecido precocemente é possível removê-lo e reposicioná-lo. Por outro lado, se for usado de forma incorreta, o fio pode cortar os tecidos pelo efeito de serra que as barbas lhe conferem<sup>18</sup>.

Os recursos financeiros dos sistemas de saúde são cada vez mais restringidos e a pressão para aplicar técnicas e procedimentos mais custo-efetivos é grande, pelo que a questão económica se reveste de particular importância quando novos elementos são introduzidos. Quanto a este aspeto, analisámos trabalhos com resultados contraditórios. Williams et al.<sup>9</sup> referem um aumento de custos/caso na realização da sutura de 510% com a utilização do fio barbado (51,52 vs. 8,44\$) e Sammon et al.<sup>14</sup> uma elevação dos custos/caso de 148% (70,95 vs. 28,50\$). Por outro lado, Zorn et al.<sup>11</sup> apresentam uma redução de custos/caso na sua instituição de 31,6% (70,25 vs. 48,05 CAN\$). Esta disparidade prende-se essencialmente com a utilização de um número diferente de fios na realização das suturas. Em termos globais, não considerando apenas a sutura, Massoud et al.<sup>13</sup> apresentam uma redução de custos de 16,6%. Dado que os estudos disponíveis são de amostragem relativamente pequena, tornam-se necessárias mais análises de custos realizadas de forma global e padronizada.

No que diz respeito à realização de nefrectomia parcial laparoscópica, quer clássica quer assistida por robot, a utilização do fio barbado na nefrorrafia parece traduzir-se numa diminuição média de 26,8% no tempo de isquemia quente<sup>3-5</sup>, parâmetro que é considerado como fundamental quando pretendemos aferir os resultados da nefrectomia parcial. Por outro lado, os estudos analisados reportam uma menor taxa de complicações perioperatórias com a utilização desse fio, de entre as quais o surgimento de fístulas urinárias. Parece existir também uma tendência para a menor necessidade de suporte transfusional<sup>3,4,6</sup>.

No único estudo que analisa os custos envolvidos na nefrectomia parcial, Sammon et al.<sup>3</sup> apontam para um acréscimo de 12,55\$/caso, valor que os autores consideram negligenciável perante os ganhos de eficácia obtidos.

Menos consensual parece ser a utilização do fio barbado na ureteropieloplastia laparoscópica. No único trabalho publicado a este respeito foram encontradas durante o seguimento taxas de recidiva de estenose elevadas em possível contexto de fibrose associada a este fio<sup>19</sup>. No entanto, o reduzido número de casos analisados (6) é uma limitação desse estudo. Serão necessários mais ensaios para esclarecer o papel do fio barbado nesta cirurgia.

Muito recentemente, Albisinni et al.<sup>20</sup> convidaram urologistas envolvidos em cirurgia minimamente invasiva a responder a um questionário, com o objetivo de avaliar a sua experiência com a utilização do fio barbado. Concluíram que a sua utilização é aceite e difundida pelos urologistas, e que complicações cirúrgicas precoces (principalmente fístula urinária) e tardias (principalmente estenoses anastomóticas) foram observadas em <2% dos casos pela maioria dos participantes.

Assim, a utilização do fio barbado parece simplificar a técnica da nefrorrafia durante a nefrectomia parcial laparoscópica e melhora a sua eficiência, traduzida pela redução significativa dos tempos de isquemia quente e eventualmente das complicações perioperatórias. Por outro lado, a sua utilização na prostatectomia radical permite a realização da anastomose vesico-uretral de forma segura e significativamente mais rápida, com taxas de complicações pós-operatórias, no máximo, equivalentes para os tempos de seguimento apresentados. Poderá haver uma redução global de custos com a utilização deste fio, embora estudos com uma amostragem maior e com um tempo de seguimento mais longo sejam ainda necessários.

## Referências

1. Greenberg JA. The use of barbed sutures in obstetrics and gynecology. *Rev Obstet Gynecol.* 2010;3(3):82-91.
2. Rosen AD. Use of absorbable running barbed suture and progressive tension technique in abdominoplasty: A novel approach. *Plast Reconstr Surg.* 2010;125(3):1024-7.
3. Sammon J, Petros F, Sukumar S, Bhandari A, Kaul S, Menon M, et al. Barbed suture for renorrhaphy during robot-assisted partial nephrectomy. *J Endourol.* 2011;25(3):529-33.
4. Jeon SH, Jung S, Son HS, Kimm SY, Chung BI. The unidirectional barbed suture for renorrhaphy during laparoscopic partial nephrectomy: Stanford experience. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2013;23(6):521-5.
5. Erdem S, Tefik T, Mammadov A, Ural F, Oktar T, Issever H, et al. The use of self-retaining barbed suture for inner layer renorrhaphy significantly reduces warm ischemia time in laparoscopic partial nephrectomy: Outcomes of a matched-pair analysis. *J Endourol.* 2013;27(4):452-8.
6. Zondervan PJ, Gozen AS, Opondo D, Rassweiler JJ, de la Rosette JJ, Laguna MP. Partial nephrectomy: Is there an advantage of the self-retaining barbed suture in the perioperative period? A matched case-control comparison. *World J Urol.* 2012;30(5):659-64.
7. Arslan M, Tuncel A, Aslan Y, Kozacioglu Z, Gunlusoy B, Atan A. Comparison of the urethrovaginal anastomoses with polyglactone (Monocryl®) and bidirectional barbed (V-Loc 180®)

- running sutures in laparoscopic radical prostatectomy. *Arch Ital Urol Androl.* 2014;30:90–4, 86(2).
8. Takeda T, Miyajima A, Kaneko G, Hasegawa M, Kikuchi E, Oya M. Unidirectional barbed suture for vesicourethral anastomosis during laparoscopic radical prostatectomy. *Asian J Endosc Surg.* 2014;7(3):241–5.
  9. Williams SB, Alemozaffar M, Lei Y, Hevelone N, Lipsitz SR, Plaster BA, et al. Randomized controlled trial of barbed polyglyconate versus polyglactin suture for robot-assisted laparoscopic prostatectomy anastomosis: Technique and outcomes. *Eur Urol.* 2010;58(6):875–81.
  10. Tewari AK, Srivastava A, Sooriakumaran P, Slevin A, Grover S, Waldman O, et al. Use of a novel absorbable barbed plastic surgical suture enables a self-cinching technique of vesicourethral anastomosis during robot-assisted prostatectomy and improves anastomotic times. *J Endourol.* 2010;24(10):1645–50.
  11. Zorn KC, Trinh QD, Jeldres C, Schmitges J, Widmer H, Lattouf JB, et al. Prospective randomized trial of barbed polyglyconate suture to facilitate vesico-urethral anastomosis during robot-assisted radical prostatectomy: Time reduction and cost benefit. *BJU Int.* 2012;109(10):1526–32.
  12. Hemal AK, Agarwal MM, Babbar P. Impact of newer unidirectional and bidirectional barbed suture on vesicourethral anastomosis during robot-assisted radical prostatectomy and its comparison with polyglactin-25 suture: An initial experience. *Int Urol Nephrol.* 2012;44(1):125–32.
  13. Massoud W, Thanigasalam R, El Hajj A, Girard F, Théveniaud PE, Chatellier G, et al. Does the use of a barbed polyglyconate absorbable suture have an impact on urethral anastomosis time, urethral stenosis rates, and cost effectiveness during robot-assisted radical prostatectomy? *Urology.* 2013;82(1):90–4.
  14. Sammon J, Kim TK, Trinh QD, Bhandari A, Kaul S, Sukumar S, et al. Anastomosis during robot-assisted radical prostatectomy: Randomized controlled trial comparing barbed and standard monofilament suture. *Urology.* 2011;78(3):572–9.
  15. Weld KJ, Ames CD, Hrubby G, Humphrey PA, Landman J. Evaluation of a novel knotless self-anchoring suture material for urinary tract reconstruction. *Urology.* 2006;67(6):1133–7.
  16. Moran ME, Marsh C, Perrotti M. Bidirectional-barbed sutured knotless running anastomosis vs. classic Van Velthoven suturing in a model system. *J Endourol.* 2007;21(10):1175–8.
  17. Shikanov S, Wille M, Large M, Lifshitz DA, Zorn KC, Shalhav AL, et al. Knotless closure of the collecting system and renal parenchyma with a novel barbed suture during laparoscopic porcine partial nephrectomy. *J Endourol.* 2009;23(7):1157–60.
  18. Shah HN, Nayyar R, Rajamahanty S, Hemal AK. Prospective evaluation of unidirectional barbed suture for various indications in surgeon-controlled robotic reconstructive urologic surgery: Wake Forest University experience. *Int Urol Nephrol.* 2012;44(3):775–85.
  19. Liatsikos E, Knoll T, Kyriazis I, Georgiopoulos I, Kallidonis P, Honeck P, et al. Unfavorable outcomes of laparoscopic pyeloplasty using barbed sutures: A multi-center experience. *World J Urol.* 2013;31(6):1441–4.
  20. Albisinni S, Limani K, Hawaux E, Peltier A, van Velthoven R. Evaluation of the single-knot running vesicourethral anastomosis 10 years after its introduction: Results from an international survey. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2014;24(9):640–6.