



## Diagnosis and treatment of the Nutcracker syndrome: a review of the last 10 years

### *Diagnóstico e tratamento da síndrome de quebra-nozes (nutcracker): revisão dos últimos 10 anos*

Guilherme Lourenço de Macedo<sup>1</sup>, Matheus Alves dos Santos<sup>1</sup>, Andrey Biff Sarris<sup>1</sup>, Ricardo Zanetti Gomes<sup>1</sup>

#### Abstract

The nutcracker syndrome is characterized by a group of clinical manifestations caused by compression of the Left Renal Vein. The main symptoms are: macro and micro hematuria, proteinuria, and flank pain. Diagnosis is usually made after excluding other causes, because there are no clinical criteria for diagnosis. Confirmation is by Doppler ultrasonography or computed tomography. Treatment can vary, depending on patient characteristics and the severity of the symptoms, while conservative treatment, open surgery, and endovascular surgery may be employed. Currently, open surgery is still the first-line treatment, but some less invasive approaches are gaining acceptance.

**Keywords:** renal nutcracker syndrome; hematuria; nephrectomy; stents.

#### Resumo

A síndrome de quebra-nozes é caracterizada por um grupo de manifestações clínicas que ocorrem por conta da compressão da veia renal esquerda. Seus principais sintomas são macro e micro-hematúria, proteinúria e dor no flanco. O diagnóstico é geralmente realizado após a exclusão de outras causas mais comuns, por conta da ausência de critérios clínicos para diagnóstico. Sua confirmação é feita por exames de imagem, com uso da ultrassonografia Doppler e tomografia computadorizada. O tratamento pode variar com as características do paciente e com a gravidade dos sintomas, e inclui o tratamento conservador, a cirurgia aberta e a cirurgia endovascular. Atualmente, a cirurgia aberta continua sendo a linha de frente, mas abordagens menos invasivas vêm ganhando cada vez mais espaço.

**Palavras-chave:** síndrome de quebra-nozes; hematúria; nefrectomia; stents.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Departamento de Medicina Ponta Grossa, PR, Brasil.

Financial support: None.

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

Submitted: December 18, 2017. Accepted: June 06, 2018.

The study was carried out at Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, PR, Brazil.

## ■ INTRODUCTION

The nutcracker syndrome is a rare clinical entity caused by compression of the left renal vein (LRV) by the superior mesenteric artery (SMA) as it passes between the SMA and the abdominal aorta (anterior nutcracker syndrome).<sup>1,2</sup> However, certain atypical variations of this arrangement have been described in the literature, the most common of which is posterior nutcracker syndrome, which occurs when the LRV is retroaortic and is subjected to compression between the spinal column and the abdominal aorta.<sup>2,3</sup> The compressive process causes varying levels of extrinsic stenosis of the renal branch, with results ranging from asymptomatic cases – in the majority of cases – to episodes of macroscopic hematuria, proteinuria, renovascular hypertension, flank pain, dyspareunia, dysmenorrhea, and pelvic varicose veins.<sup>1,4</sup> Other, rarer, manifestations include syncope, hypotension, and tachycardia (symptoms of autonomic dysfunction), Henoch-Schönlein purpura, Berger's disease, membranous nephropathy, hypercalciuria, and nephrolithiasis.<sup>5,6</sup> The etiopathogenesis of pelvic pain is complex and hormones appear to play a contributing role, since female patients have more pain episodes and greater intensity of pain, especially during the premenstrual period, probably induced by progesterone levels.<sup>4</sup>

Certain reservations with regard to use of the terms “phenomenon” and “syndrome” should be noted. Although they are often treated as synonyms in the literature, “syndrome” should be reserved for cases in which the patient manifests symptoms, while “phenomenon” should be employed to refer to asymptomatic cases.<sup>3</sup>

While the syndrome apparently affects a higher proportion of female patients, its exact prevalence remains unknown. This is not simply due to the condition's rarity, but also to the wide variability of its symptomatic presentations. Reported cases involve patients with ages ranging from infancy to the seventh decade of life, with greater prevalence among young adults (20 to 30 years) and middle-aged adults.<sup>7,8</sup>

Diagnosis is challenging and is generally made after exclusion of other more common causes, since there are no specific clinical diagnostic criteria.<sup>9</sup> Confirmation of the syndrome is by imaging exams, of which Doppler ultrasonography is the most widely used method.<sup>1,2</sup> Treatment varies depending on the severity of symptoms, ranging from conservative management for young patients or those with mild symptoms, to surgical and endovascular approaches for those who do not improve after conservative conduct or who have severe symptoms.<sup>5</sup>

## ■ METHOD

For this review, the LILACS, MEDLINE, PubMed, and SciELO databases were used to identify publications from 2007 to 2017 in English, Spanish, and Portuguese. Search expressions were constructed using the terms Renal Nutcracker Syndrome, Stents, Hematuria, and Nephrectomy and combinations of them with the Boolean operator AND. A total of 84 articles published during the preestablished period and covering the subject were selected for the study, after exclusion of items that were in other languages or were published before 2007. After analytical reading of the article abstracts, 37 articles were considered directly related to diagnosis and treatment, and were then read in full for analysis of criteria (Figure 1).

## ■ COMMENTS

### Diagnosis

Presence of the clinical presentations described above, especially recurrent and isolated macroscopic hematuria, when present in young patients, should arouse a diagnostic suspicion.<sup>1,4</sup> Although there are minimal findings reported in the literature, some studies have demonstrated a considerable number of cases in asymptomatic patients. Poyraz et al.<sup>10</sup> assessed 1,000 abdominal computed tomography scans with contrast and observed a 4.1% rate of diagnosis of nutcracker phenomenon. In the same study, just 8.8% of the patients diagnosed with LRV compression exhibited micro-hematuria or proteinuria with no other known etiology, and 5.5% of the patients had signs of varicocele or pelvic congestion.<sup>10</sup> Diagnosis of nutcracker syndrome is confirmed by imaging exams, as already mentioned. Venography with measurement of the renal vein pressure gradient is the gold-standard method, but its invasive nature makes it a later resort that is very often unnecessary for diagnosis. The initial investigative examination most widely used in clinical practice is Doppler ultrasound of the renal veins. In addition to enabling evaluation of flow, Doppler can also reveal the compressive process caused by the SMA.<sup>1,2</sup> Diagnostic criteria for the nutcracker syndrome include:

- a) A venous pressure gradient between the LRV and the inferior vena cava (IVC)  $\geq 3$  mmHg;
- b) A five times increase in maximum flow velocity in the LRV as it passes the SMA, in relation to the renal hilum;
- c) Computed tomography angiography or magnetic resonance angiography showing an angle between the aorta and the SMA of less than 45°.<sup>1</sup>

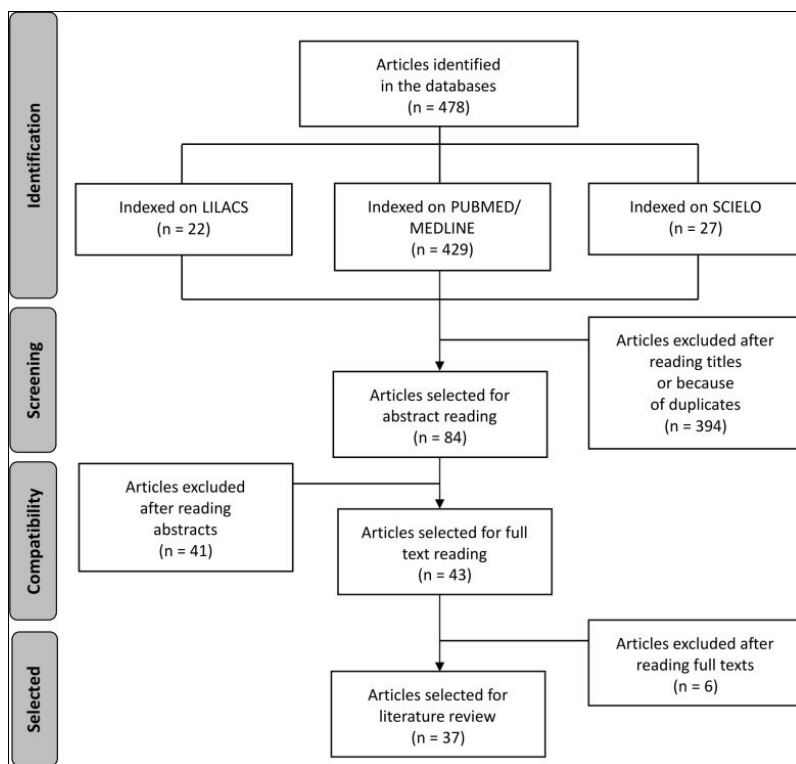


Figure 1. Search strategy for review of nutcracker syndrome.

The five times increase in flow velocity offers sensitivity of 80% and specificity close to 95% for nutcracker syndrome.<sup>11</sup> Doppler spectral analysis can also be used to measure the post-stenotic peak velocity, which normally exceeds 100 cm/s.<sup>12</sup>

Computed tomography and magnetic resonance imaging (MRI) are additional methods, but in the past they were little used for diagnosis of nutcracker syndrome.<sup>1</sup> However, recent studies have recommended tomography as the first diagnostic option because of its better accuracy and the opportunity it offers to conduct a wider assessment of abdominal findings.<sup>2,10</sup> Both tomography and MRI can show collateral circulation in the renal hilum, premature opacification of the left gonadal vein (LGV) (suggestive of reflux) and reduction of the aortomesenteric angle (< 10°).<sup>12</sup> The decision on whether to use tomography or Doppler ultrasound to investigate nutcracker syndrome should therefore be made on the basis of each patient’s characteristics: the urgency of diagnosis, exposure to radiation, cost and accessibility of the examination, other non-vascular abdominal diagnostic possibilities, and others.

### Treatment

Nutcracker syndrome is a disease with variable severity and symptomatic presentation that reflect the degree of LRV compression, renocaval hypertension,

and development of collateral circulation.<sup>5</sup> Treatment of the syndrome is still a controversial subject, both with relation to choice of the best methods to be used for each patient and to the indications for treatment according to the diagnostic criteria employed.<sup>7,8</sup> Options vary from conservative treatment to nephrectomy, with countless invasive and endovascular surgical procedures between these two extremes.<sup>3</sup> The choice of treatment depends on the severity of symptoms, and interventions are generally reserved for patients who are symptomatic (Figure 2). Procedures are guided by the expectations for reversal of the symptoms, by the stage of progression of the syndrome, and by the age of the patient, aiming not only to reduce hypertension in the LRV, but also to alleviate pelvic reflux in patients with venous congestion.<sup>3,5</sup>

### Conservative treatment

Conservative treatment is recommended for patients with discrete hematuria and mild symptoms.<sup>5,7,8</sup> Conservative treatment should be maintained for young patients, under the age of 18 years, for 24 months.<sup>4,5,8</sup> This is because physical development, growth of connective and adipose tissue close to the origin of the SMA and between it and the LRV, together with formation of collateral veins, may alleviate compression and venous hypertension, resulting in spontaneous

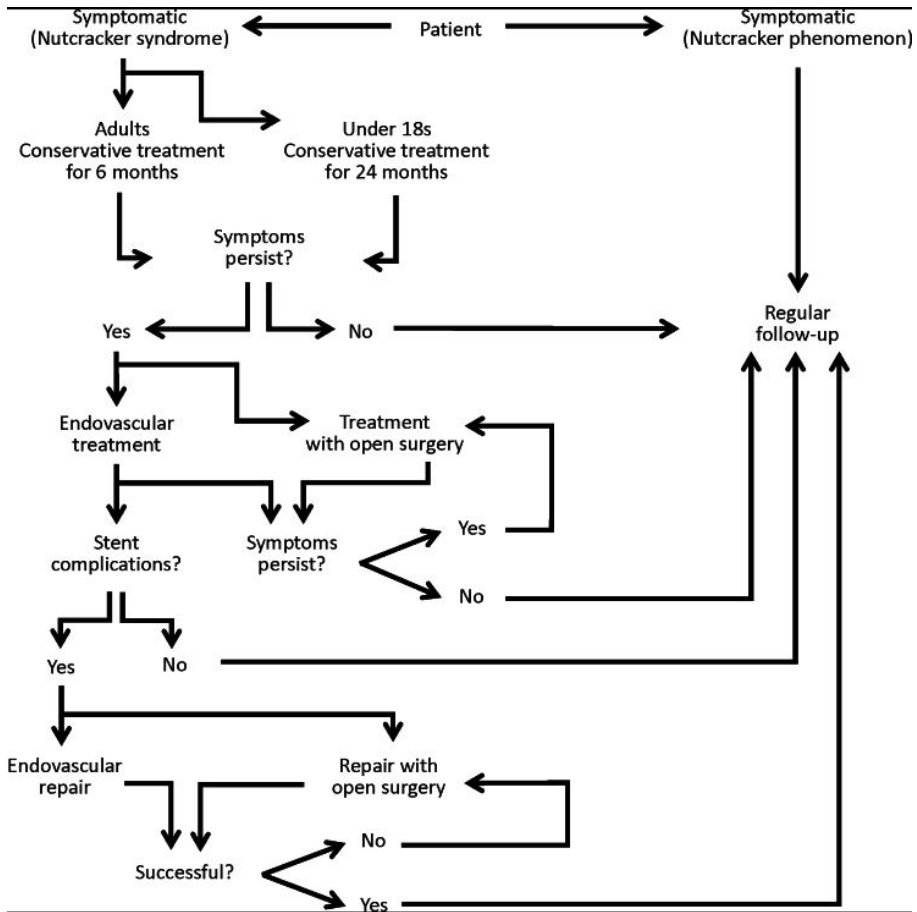


Figure 2. Treatment approach for nutcracker syndrome.

remission from symptoms.<sup>3,7</sup> Around 75% of young patients with hematuria exhibited complete resolution of symptoms over this period.<sup>4,5,7,8</sup>

Adults should be monitored for at least 6 months before they are subjected to any procedures. This period is often sufficient for resolution of the condition in elderly patients with atypical and tolerable symptoms.<sup>3</sup> Low dose aspirin can be used to improve renal perfusion, although its use as routine has been questioned.<sup>3,7</sup> Additionally, angiotensin-converting enzyme inhibitors can help to relieve orthostatic proteinuria.<sup>3,4,7,8</sup> Elastic compression stockings can also be useful for patients with pelvic and flank pain.<sup>13,14</sup>

### Surgical treatment

The earliest descriptions of surgical interventions for nutcracker syndrome were published in the 1970s. Since then, a wide variety of techniques have been described.<sup>13,14</sup> Treatment is indicated in patients with severe symptoms, such as intense hematuria, combined or not with anemia, intense pelvic pain and pain in

the abdominal flank, or symptoms persisting for more than 6 months in adults and 24 months in those less than 18 years old.<sup>3,5,15,16</sup> Surgical treatment is necessary to avoid development of chronic glomerulopathy and compromised renal function, permanent dilatation of the gonadal vein, and thrombosis of the renal vein.<sup>5,15</sup> Open surgery methods have been associated with greater morbidity, when compared to less invasive methods, because of the prolonged period of renal congestion, the need for additional anastomoses, and the extensive dissection involved.<sup>5</sup>

### Open surgery for anterior nutcracker syndrome

- a) Transposition of the LRV: this is the most common and effective surgery for treatment of anterior nutcracker syndrome and was first used for this purpose in 1982 by Stewart et al.<sup>3,17</sup> It consists of sectioning the LRV and distal reimplantation to the IVC via a transabdominal, transperitoneal midline

approach.<sup>3,5,17,18</sup> For patients who have an LRV with a permanent distortion caused by long term compression or those in whom the LRV is excessively tensioned after transposition, the great saphenous vein can be used as a patch or extension graft, respectively.<sup>3,17</sup> Despite the low postoperative risk, possible complications include deep venous thrombosis, retroperitoneal hematoma, paralytic ileus, and intestinal obstruction by adhesions.<sup>7,13</sup> A considerable number of patients undergo restenosis and occlusion of the transposed vein and require reintervention.<sup>19</sup> The advantages of this operation are the short period of renal ischemia and few anastomoses, with high rates of symptomatic resolution, especially of the complaints of hematuria and flank pain, and it is considered the gold standard treatment for nutcracker syndrome.<sup>7,14,18</sup> Reed et al., conducted an 11-year study with 11 patients preferably treated with transposition of the LRV, observing resolution of hematuria in all patients and improvement or resolution of pain in eight of them, with no postoperative complications. They also reported a 27% reintervention rate.<sup>20</sup>

b) Left kidney autotransplantation: this is a highly invasive procedure consisting of nephrectomy and retransplantation of the kidney to the iliac fossa.<sup>3</sup> It is considered a complete procedure because it effectively normalizes LRV pressure levels and corrects any possible posterior renal ptosis, offers excellent results, and is associated with low morbidity.<sup>3,7,21</sup> However, there are additional risks that should be taken into consideration, such as the duration of renal ischemia, anastomoses of the renal artery and ureter, and the need for considerable surgical exposure.<sup>3,7</sup>

c) Transposition of the SMA: this procedure comprises transposition of the SMA from its origin at the aorta and reimplantation at a point below the LRV, which is a more complex procedure when compared to venous transposition, but is a surgical option that requires little retroperitoneal exposure and reduces the risk of LRV thrombosis.<sup>3,7,16</sup> However, it is rarely used because of the significant risk of arterial thrombosis – secondary to the reanastomosis – and of mesenteric ischemia, combined with an elevated rate of postoperative complications.<sup>3,7,16,18</sup>

- d) Nephropexy: a treatment method initially described in the 1980s.<sup>16</sup> Simple nephropexy with excision of varicosities, which is a procedure that only resolves renal ptosis, has been discouraged because it does not treat the primary pathophysiology.<sup>21,22</sup> According to Hmida et al., nephropexy is used as an etiologic treatment when it is conducted concurrently with lowering of the LRV, via lobectomy with a retroperitoneal approach. Since this procedure involves a low risk of injury to intraperitoneal organs, it can be considered a treatment option for young patients.<sup>22</sup>
- e) Nephrectomy: this is the most radical of the surgical procedures and is recommended in cases in which hematuria persists after different therapeutic approaches, especially after transposition of the LRV.<sup>7</sup>
- f) Renocaval bypass: this technique employs the great saphenous vein to construct a bypass and does not require transposition of the LRV.<sup>17</sup> The saphenous vein is anastomosed proximally to the IVC, below the LRV, and distally to the LRV. Both anastomoses are performed with partial clamping so that they have little effect on venous hemodynamics. There is no need to ligate the lumbar veins, the gonadal vein, or the left renal vein if they are not refluxing, since they do not affect the anastomoses. There are limited long-term results available and little experience with this procedure.<sup>3</sup>
- g) Transposition of the LGV: in this procedure the LGV is exposed via the transverse mesocolon, isolated, transected distally and reimplanted to the IVC below the inferior mesenteric vessels with interrupted sutures using 6.0 polypropylene thread.<sup>3,17</sup>

Laparoscopic techniques have been increasing in popularity as minimally invasive surgery techniques improve.<sup>18</sup> Laparoscopic nephrectomy and autotransplantation avoid extensive abdominal incisions and are associated with reduced postoperative morbidity and discomfort and shorter hospital stays.<sup>16</sup> Procedures for splenorenal bypass and LRV transposition by laparoscopy have also been described. Both techniques offer patients improvements to symptoms and pain; however, the splenorenal technique involves a risk of causing complications involving the spleen and LRV hypertension is unaffected.<sup>7,18</sup> In 2015, Thaveau et al.<sup>23</sup> described using robot systems for transposition of the LRV, followed by embolization of the ovarian

vein, reporting that 6 months after the operation the patient was asymptomatic.

### Open surgery for posterior nutcracker syndrome

A retroaortic LRV compressed between the spinal column and the abdominal aorta produces the same symptomology as the anterior variant of the syndrome.<sup>17</sup> Open surgery for anterior transposition of the LRV has become the treatment recommended for posterior nutcracker syndrome.<sup>24</sup> This procedure consists of excision of the LRV, leaving a small margin from the IVC wall, translocation of the vein to a position anterior of the aorta, and reimplantation to the IVC – generally in a position superior to its previous location, in order to relieve the pressure.<sup>17</sup> Deser et al.<sup>25</sup> report successful use of a polytetrafluoroethylene (PTFE) prosthetic graft for renocaval bypass in a patient with nutcracker. However, PTFE is not recommended as a first-line option for this procedure because of the risk of early thrombosis and infection.<sup>3</sup>

### Endovascular treatment

Endovascular surgery is a form of intervention that is becoming ever more popular among specialists for treatment of vascular lesions, including nutcracker syndrome.<sup>13,14,26,27</sup> Although many surgeons still choose traditional open surgery methods, this type of intervention involves a greater risk of morbidity and of complications, when compared with less invasive approaches.<sup>13</sup> Thus, since reported cases in which endovascular treatment has been used have achieved satisfactory results for treatment of venous obstruction diseases, these approaches are increasingly recommended by researchers.<sup>26</sup> One of the largest studies undertaken with this type of technique to date compared 15 patients treated using endovascular methods with 5 patients treated using open surgery. It showed that in the years following these procedures, all patients treated with stents were asymptomatic, although two had persistent microscopic hematuria after physical exercise and one stent migrated to the right atrium, requiring surgery.<sup>28,29</sup>

At least 150 successful cases of endovascular treatment have been reported in the medical literature.<sup>27</sup> However, information on long-term follow-up is still lacking, which justifies the reluctance to use it with young patients.<sup>8,30,31</sup> While it is a simple and attractive option, complications include stent migration, fractures, and venous occlusion.<sup>28</sup> The techniques used are embolization of the LGV and stent placement.<sup>15</sup>

### Stents

Endovascular stent placement is an alternative treatment option. It is usually preferable to open surgery because of the long period of renal congestion,

because of the greater likelihood of complications in these cases, and because of the need for extensive dissection in this type of operation.<sup>6</sup>

The first report of using vascular endoprostheses to treat nutcracker syndrome dates from the 1990s.<sup>13,14,18,28</sup> Wallstents® were used and these are still the devices most preferred by surgeons, although since then many other models have been used, with good results, such as the spiral Z-stent®, Nikki® stent, Palmaz® stent, and SmartControl® stent.<sup>13,32</sup> Two of the most important studies of this subject, both Chinese, confirm the success of endovascular methods. In 2011, Chen et al. reported follow-up of 61 patients for 5 years and 6 months, reporting excellent or good improvement for 59 patients, with total resolution or improvement of symptoms of flank pain, hematuria, and proteinuria.<sup>32</sup> In 2012, Wang et al.<sup>26</sup> analyzed 30 patients, in 29 of whom the renocaval pressure gradient was successfully reduced (calculated by comparison of measurements taken before and after procedures), with regression of complaints of pain, hematuria, and varicocele on the left side in male patients within 6 months of stent placement. Compression of the LRV is relieved by stenting in the majority of patients, although it is not known whether the drop in renocaval pressure occurs immediately or gradually.<sup>32</sup>

The ideal stent should have enough radial strength to eliminate stenosis, good conformability to fit the epithelium of the vessel and little length shrinkage to enable adequate positioning.<sup>13,26,32</sup> The SmartControl® stent combines high radial strength and flexibility with less than 8% shrinkage in length. The Palmaz® stent and the Wallstent® exhibit greater device contraction, which can reach from 5 to 25% and more than 30%, respectively.<sup>32</sup> Self-expanding stents (Wallstent®) are the most frequently employed, and the recommendation is that a device with a length of 6 or 8 centimeters should be used, positioned at the first division of the LRV.<sup>26</sup> Additionally, in order to avoid migration of the device, it is suggested that the stent should be around 20% larger than the venous diameter at the renal hilum. The basic size is considered to be 16 mm in diameter by 60 mm in length for patients with occidental ancestry and 14 mm in diameter by 60 mm in length for patients with oriental ancestry, because of the smaller anatomic proportions characteristics of the latter population.<sup>32</sup> Use of balloon catheter angioplasty is controversial and is not essential.<sup>13,26,32</sup> Chen et al. recommend that balloon expansion should only be used in cases in which stenosis of the LRV remains after stent placement.<sup>32</sup>

Patients must take anticoagulant medication and antiplatelet drugs for 2 to 3 months, which is the time needed for complete endothelialization of the stent.<sup>19,33</sup>

The therapeutic regimen recommended is 3 days on low molecular weight heparin, 30 days on clopidogrel, and 3 months on aspirin.<sup>33</sup>

The principal complications of this intervention method include incorrect stent placement, device migration, partial displacement of the stent into the IVC, and migration to the renal hilum region of the LRV.<sup>7</sup> Less common complications include embolization of the stent, in-stent restenosis, and thrombosis or fracture resulting in venous occlusion.<sup>7,19,32</sup> These complications are primarily due to type and size of the device, balloon dilation, and insufficient knowledge on the part of the surgeon who conducts the procedure.<sup>7,34</sup>

Even though the current literature suggests that the procedure is safe, caution is still needed, because the stent migration rate is 7.3% for all cases reported to date. The reasons for migration may be the effect of cardiac movements, activities too soon after surgery, incompatibility between the diameter of the LRV and the diameter of the stent, or incorrect positioning.<sup>29</sup> The first-line, and safest, option for treatment of stent migration is percutaneous removal.<sup>32</sup> However, under certain circumstances, such as migration to the heart, use of a special stent, or endothelialization in an inappropriate location, percutaneous removal may be difficult or impossible, requiring surgical intervention, which is a procedure associated with high morbidity rates.<sup>32,35</sup>

One type of stent that is mentioned little in the literature is the extravascular device. Compared to endovascular stents, it is a less invasive option, if the possibility of device migration is taken into account. Intravascular stents should be recommended with caution, especially when the patient is a child or adolescent, since the lumen of the LRV can increase in diameter and the device may no longer serve its purpose as physical development progresses. The extravascular device is an alternative option for maintaining the device in the correct position.<sup>29</sup>

### Embolization of the LGV

Once nutcracker syndrome has set in, one of its possible consequences is insufficient blood volume outflow from the LGV, causing a buildup of blood and dilatation of its walls, which can even lead to rupture.<sup>8</sup> Patients with this syndrome, with or without hematuria, may have symptoms of gonadal vein insufficiency, which manifest as varicocele in men and pelvic congestion syndrome in woman. Although treatment of the LRV stenosis can alleviate gonadal reflux, it is generally not effective for improving the symptoms.<sup>3</sup> In these cases, endovascular embolization of the gonadal veins can achieve relief from symptoms

in 56 to 98% of patients. In rare cases, complications include coil displacement into the lung.<sup>8</sup>

Since its introduction in 1993, transcatheter embolization of the LGV has become the gold standard for treatment of pelvic congestion syndrome secondary to insufficiency of ovarian and pelvic veins. Several embolic agents have been described, including sclerosing foam, glue, vascular plugs, and coils.<sup>36</sup>

The procedure is typically conducted via a femoral access, although jugular access can also be used.<sup>3</sup> Imaging examinations of the LRV should be performed to confirm drainage of the left kidney, since patients with severe compression may be heavily dependent on pelvic flow.<sup>3,37</sup>

According to the current literature, the decision on whether to treat one or both ovarian veins should be taken on the basis of the severity of symptoms, the degree of reflux through each ovarian vein, and the anatomy of pelvic varicosities. Clinical analysis and experience should be used to direct embolization therapy in conjunction with symptoms, anatomy, and functional studies.<sup>36</sup>

## CONCLUSIONS

Although rare, nutcracker syndrome is present in medical practice. It is therefore necessary to learn about it to be in a position to correctly diagnose and manage patients. Clinical findings and a high degree of diagnostic suspicion are decisive factors for establishing the ideal conduct, especially in patients who have not undergone imaging exams previously. There is a wide range of surgical options and only profound theoretical and practical mastery of these techniques enables the correct choice to be made for the various different types of patients with the syndrome. It is therefore evident that there is a need to improve underlying theoretical knowledge of nutcracker syndrome, which is the objective of this review.

## REFERENCES

1. Calado R, Braz M, Lobo L, Simão C. Síndrome de Nutcracker: hematúria sem diagnóstico. *Acta Med Port.* 2011;24(Suppl 3):695-8. PMID:22856415.
2. Zucker EJ, Ganguli S, Ghoshhajra BB, Gupta R, Prabhakar AM. Imaging of venous compression syndromes. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2016;6(6):519-32. <http://dx.doi.org/10.21037/cdt.2016.11.19>. PMID:28123973.
3. Avgerinos ED, McEnaney R, Chaer RA. Surgical and endovascular interventions for nutcracker syndrome. *Semin Vasc Surg.* 2013;26(4):170-7. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2014.06.014>. PMID:25220323.
4. Novaes LF, Silva Saguia LN, Di Miguéli CA, et al. Young woman with nutcracker syndrome without main clinic manifestation:

- hematuria-case report. *Int J Surg Case Rep.* 2017;31:225-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijscr.2017.01.052>. PMID:28189985.
5. Daily R, Matteo J, Loper T, Northup M. Nutcracker syndrome: symptoms of syncope and hypotension improved following endovascular stenting. *Vascular.* 2012;20(6):337-41. <http://dx.doi.org/10.1258/vasc.2011.cr0320>. PMID:22734085.
  6. Gulleroglu K, Gulleroglu B, Baskin E. Nutcracker syndrome. *World J Nephrol.* 2014;3(4):277-81. <http://dx.doi.org/10.5527/wjn.v3.i4.277>. PMID:25374822.
  7. Ananthan K, Onida S, Davies AH. Nutcracker syndrome: an update on current diagnostic criteria and management guidelines. *Eur J Vasc Surg.* 2017;3(6):886-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.02.015>. PMID:28356209.
  8. Kurklinsky AK, Rooke TW. Nutcracker phenomenon and Nutcracker syndrome. *Mayo Clin Proc.* 2010;85(53):552-9. <http://dx.doi.org/10.4065/mcp.2009.0586>. PMID:20511485.
  9. Venkatachalam S, Bumpus K, Kapadia SR, Gray B, Lyden S, Shishehbor MH. The Nutcracker syndrome. *Ann Vasc Surg.* 2011;25(8):1154-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2011.01.002>. PMID:21439772.
  10. Poyraz AK, Firdolas F, Onur MR, Kocakoc E. Evaluation of left renal vein entrapment using multidetector computed tomography. *Acta Radiol.* 2013;54(2):144-8. <http://dx.doi.org/10.1258/ar.2012.120355>. PMID:23117197.
  11. Cardarelli-Leite L, Velloni FG, Salvadori PS, Lemos MD, D'Ippolito G. Síndromes vasculares abdominais: achados de imagem característicos. *Radiol Bras.* 2016;49(4):257-63. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2015.0136>. PMID:27777480.
  12. Kim SH, Cho SW, Kim HD, Chung JW, Park JH, Han MC. Nutcracker syndrome: diagnosis with Doppler US. *Radiology.* 1996;198(1):93-7. <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.198.1.8539413>. PMID:8539413.
  13. Hulsberg PC, McInerney E, Partovi S, Davidson JC, Patel IJ. Minimally invasive treatments for venous compression syndromes. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2010;6(6):582-92. <http://dx.doi.org/10.21037/cdt.2016.10.01>. PMID:28123978.
  14. Menard MT. Nutcracker syndrome: when should it be treated and how? *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther.* 2009;21(2):117-24. <http://dx.doi.org/10.1177/1531003509338402>. PMID:19703821.
  15. Berthelot JM, Douane F, Maugars Y, Frampas E. Nutcracker syndrome: a rare cause of left flank pain that can also manifest as unexplained pelvic pain. *Joint Bone Spine.* 2016;84(5):111-6. PMID:27932281.
  16. Xu D, Liu Y, Gao Y, et al. Management of renal nutcracker syndrome by retroperitoneal laparoscopic nephrectomy with ex vivo autograft repair and autotransplantation: a case report and review of the literature. *J Med Case Reports.* 2009;3(1):82. <http://dx.doi.org/10.1186/1752-1947-3-82>. PMID:19946558.
  17. Said SM, Gloviczki P, Kalra M, et al. Renal Nutcracker syndrome: surgical options. *Semin Vasc Surg.* 2013;26(1):35-42. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2013.04.006>. PMID:23932560.
  18. He Y, Wu Z, Chen S, et al. Nutcracker syndrome—how well do we know it? *Urology.* 2014;83(1):12-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2013.08.033>. PMID:24139744.
  19. Erben Y, Gloviczki P, Kalra M, et al. Treatment of Nutcracker syndrome with open and endovascular interventions. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2015;3(4):389-96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvsv.2015.04.003>. PMID:26992616.
  20. Reed NR, Kalra M, Bower TC, Vrtiska TJ, Ricotta JJ 2nd, Gloviczki P. Left renal vein transposition for Nutcracker syndrome. *J Vasc Surg.* 2009;49(2):386-93, discussion 393-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.09.051>. PMID:19216958.
  21. Hmida W, Mallat F, Othmen MB, Limayem F, Mosbah F. Modified medial nephropexy for treatment of the anterior nutcracker syndrome. *Urol Ann.* 2014;6(4):352-5. <http://dx.doi.org/10.4103/0974-7796.141004>. PMID:25371615.
  22. Wang L, Yi L, Yang L, et al. Diagnosis and surgical treatment of Nutcracker Syndrome: a single-center experience. *Urology.* 2009;73(4):871-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2008.11.043>. PMID:19193424.
  23. Thaveau F, Nicolini P, Lucureau B, Georg Y, Lejay A, Chakfe N. Associated Da Vinci and magellan robotic systems for successful treatment of nutcracker syndrome. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2015;25(1):60-3. <http://dx.doi.org/10.1089/lap.2013.0532>. PMID:25531954.
  24. Skeik N, Gloviczki P, Macedo TA. Posterior Nutcracker Syndrome. *Vasc Endovascular Surg.* 2011;45(8):749-55. <http://dx.doi.org/10.1177/1538574411419376>. PMID:21890560.
  25. Deser SB, Onem K, Demirag MK, Buyukalpelli R. Surgical treatment of posterior nutcracker syndrome presented with hyperaldosteronism. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016;22(5):682-4. <http://dx.doi.org/10.1093/icvts/ivw018>. PMID:26892192.
  26. Wang X, Zhang Y, Li C, Zhang H. Results of endovascular treatment for patients with nutcracker syndrome. *J Vasc Surg.* 2012;56(1):142-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2012.01.007>. PMID:22575480.
  27. Quevedo HC, Arain SA, Abi Rafeh N. Systematic review of endovascular therapy for nutcracker syndrome and case presentation. *Cardiovasc Revasc Med.* 2014;15(5):305-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carrev.2014.04.008>. PMID:24907226.
  28. Baril DT, Polanco P, Makaroun MS, Chaer RA. Endovascular management of recurrent stenosis following left renal vein transposition for the treatment of Nutcracker syndrome. *J Vasc Surg.* 2011;53(4):1100-3. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.10.112>. PMID:21215570.
  29. Tian L, Chen S, Zhang G, Zhang H, Jin W, Li M. Extravascular stent management for migration of left renal vein endovascular stent in nutcracker syndrome. *BMC Urol.* 2015;15(1):73-6. <http://dx.doi.org/10.1186/s12894-015-0063-0>. PMID:26205510.
  30. Cunha JR Jr, Souza TC, Feitosa AT, Brizzi JR, Tinoco JA. Tratamento endovascular da Síndrome de Quebra-nozes (Nutcracker). *J Vasc Bras.* 2013;12(3):247-51. <http://dx.doi.org/10.1590/jvb.2013.034>.
  31. Alcocer-Gamba MA, Martínez-Chávez JA, Alcántara-Razo M, et al. Tratamiento endovascular exitoso del síndrome de cascanueces con stent autoexpandible. *Arch Cardiol Mex.* 2012;82(4):303-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.acmx.2012.09.006>. PMID:23164741.
  32. Chen S, Zhang H, Shi H, Tian L, Jin W, Li M. Endovascular stenting for treatment of Nutcracker syndrome: report of 61 cases with long-term followup. *J Urol.* 2011;186(2):570-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2011.03.135>. PMID:21683388.
  33. Hansraj N, Hamdi A, Khalifeh A, Wise E, Sarkar R, Toursavatkohi S. Nutcracker syndrome: case report on the management of recurrent stenosis after stenting. *Vasc Endovascular Surg.* 2017;51(4):203-8. <http://dx.doi.org/10.1177/1538574417700012>. PMID:28424043.
  34. Wu Z, Zheng X, He Y, et al. Stent migration after endovascular stenting in patients with nutcracker syndrome. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2016;4(2):193-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvsv.2015.10.005>. PMID:26993867.
  35. Rana MA, Oderich GS, Bjarnason H. Endovenous removal of dislodged left renal vein stent in a patient with nutcracker syndrome. *Semin Vasc Surg.* 2013;26(1):43-7. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2013.04.004>. PMID:23932561.
  36. O'Brien MT, Gillespie DL. Diagnosis and treatment of the pelvic congestion syndrome. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.*



2015;3(1):96-106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvsv.2014.05.007>. PMID:26993690.

37. Ferreira M, Lanziotti L, Abuhadba G, Monteiro M, Capotorto L, Spicacci JL. Dor pélvica crônica: o papel da síndrome do quebranozes. *J Vasc Bras.* 2008;7(1):76-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492008000100014>.

---

**Correspondence**

Guilherme Lourenço de Macedo  
Rua Teixeira Mendes, 512 - Uvaranas  
CEP 84031-000- Ponta Grossa (PR), Brasil  
Tel.: +55 (42) 99118-8363  
E-mail: [gui-gmchess@hotmail.com](mailto:gui-gmchess@hotmail.com)

**Author information**

GLM, MAS and ABS - Medical students, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).  
RZG - MD and PhD in Surgical Medicine from Universidade Federal do Paraná (UFPR); Adjunct professor, Departamento de Medicina, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

**Author contributions**

Conception and design: GLM, RZG  
Analysis and interpretation: GLM, MAS, ABS  
Data collection: GLM  
Writing the article: GLM, MAS, ABS  
Critical revision of the article: GLM, MAS, ABS  
Final approval of the article\*: RZG, GLM, MAS, ABS  
Statistical analysis: GLM, MAS, ABS  
Overall responsibility: GLM, MAS, RZG

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



## Diagnóstico e tratamento da síndrome de quebra-nozes (*nutcracker*): revisão dos últimos 10 anos

### *Diagnosis and treatment of the Nutcracker syndrome: a review of the last 10 years*

Guilherme Lourenço de Macedo<sup>1</sup>, Matheus Alves dos Santos<sup>1</sup>, Andrey Biff Sarris<sup>1</sup>, Ricardo Zanetti Gomes<sup>1</sup>

#### Resumo

A síndrome de quebra-nozes é caracterizada por um grupo de manifestações clínicas que ocorrem por conta da compressão da veia renal esquerda. Seus principais sintomas são macro e micro-hematúria, proteinúria e dor no flanco. O diagnóstico é geralmente realizado após a exclusão de outras causas mais comuns, por conta da ausência de critérios clínicos para diagnóstico. Sua confirmação é feita por exames de imagem, com uso da ultrassonografia Doppler e tomografia computadorizada. O tratamento pode variar com as características do paciente e com a gravidade dos sintomas, e inclui o tratamento conservador, a cirurgia aberta e a cirurgia endovascular. Atualmente, a cirurgia aberta continua sendo a linha de frente, mas abordagens menos invasivas vêm ganhando cada vez mais espaço.

**Palavras-chave:** síndrome de quebra-nozes; hematúria; nefrectomia; stents.

#### Abstract

The nutcracker syndrome is characterized by a group of clinical manifestations caused by compression of the Left Renal Vein. The main symptoms are: macro and micro hematuria, proteinuria, and flank pain. Diagnosis is usually made after excluding other causes, because there are no clinical criteria for diagnosis. Confirmation is by Doppler ultrasonography or computed tomography. Treatment can vary, depending on patient characteristics and the severity of the symptoms, while conservative treatment, open surgery, and endovascular surgery may be employed. Currently, open surgery is still the first-line treatment, but some less invasive approaches are gaining acceptance.

**Keywords:** renal nutcracker syndrome; hematuria; nephrectomy; stents.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Departamento de Medicina, Ponta Grossa, PR, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

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

Submetido em: Dezembro 18, 2017. Aceito em: Junho 06, 2018.

O estudo foi realizado na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, PR, Brasil.

## ■ INTRODUÇÃO

A síndrome de quebra-nozes (SQN) (*nutcracker syndrome*), entidade clínica rara, consiste na compressão da veia renal esquerda (VRE) pela artéria mesentérica superior (AMS) em sua passagem entre esta e a aorta abdominal (SQN anterior)<sup>1,2</sup>. Algumas variações atípicas dessa disposição, no entanto, já foram descritas na literatura, entre as quais se destaca a SQN posterior, que ocorre quando a VRE é retroaórtica e passa a ser comprimida entre a coluna vertebral e a aorta abdominal<sup>2,3</sup>. O processo compressivo leva a diferentes níveis de estenose extrínseca do ramo renal, acarretando desde quadros assintomáticos – o que ocorre na maioria dos casos – até episódios de hematuria macroscópica, proteinúria, hipertensão renovascular, dor em flancos, dispareunia, dismenorria e varizes pélvicas<sup>1,4</sup>. Síncope, hipotensão e taquicardia (sintomas de disfunção autonômica), púrpura de Henoch-Schönlein, doença de Berger, nefropatia membranosa, hipercaleiúria e nefrolitíase são manifestações que podem raramente se associar<sup>5,6</sup>. A etiopatogenia da dor pélvica é complexa e o papel hormonal parece contribuir, já que pacientes do sexo feminino têm aumento da intensidade e dos episódios de dor especialmente no período pré-menstrual, induzido, provavelmente, pelos níveis de progesterona<sup>4</sup>.

Ressalvas quanto ao emprego dos termos “fenômeno” e “síndrome” devem ser feitas. Apesar de serem comumente utilizados como sinônimos na literatura, o uso de “síndrome” deve se limitar às ocasiões em que o paciente apresenta sintomas. “Fenômeno”, por sua vez, deverá ser empregado em casos de pacientes assintomáticos<sup>3</sup>.

Embora a síndrome afete, aparentemente, um número superior de pacientes do sexo feminino, sua exata prevalência permanece desconhecida. Isso se deve não só à raridade com que ocorre, mas também à extensa variabilidade de apresentação sintomática. Os casos registrados envolvem pacientes com idades que variam desde o período da infância até a septuagésima década, com maior prevalência em pacientes jovens (entre 20 e 30 anos) e adultos de meia-idade<sup>7,8</sup>.

O diagnóstico é desafiador, geralmente feito após a exclusão de outras causas mais comuns, haja vista a ausência de critérios clínicos específicos de diagnóstico<sup>9</sup>. A confirmação da síndrome é feita por exames de imagem, sendo a ultrassonografia com Doppler o método mais utilizado<sup>1,2</sup>. O tratamento varia de acordo com a gravidade sintomática, abrangendo abordagens conservadoras para pacientes jovens ou com sintomas leves, ou abordagens cirúrgicas e endovasculares para aqueles que não obtiveram melhora após a terapia conservadora ou que apresentam sintomas severos<sup>5</sup>.

## ■ MÉTODO

Para a presente revisão, foram consideradas publicações nas bases de dados LILACS, MEDLINE, PubMed e SciELO que estivessem compreendidas no período de 2007 a 2017, nos idiomas inglês, espanhol e português. Para a expressão da pesquisa, foram utilizados os descritores *Renal Nutcracker Syndrome*, *Stents*, *Hematuria* e *Nephrectomy*, bem como a combinação entre elas através do operador booleano AND. Selecionaram-se 84 artigos datados do período pré-estabelecido e que abordavam a temática deste estudo, excluindo-se aqueles que se apresentavam em outro idioma ou de épocas anteriores. Após leitura analítica com base nos resumos dos artigos, consideraram-se 37 trabalhos relacionados diretamente com diagnóstico e tratamento, que foram lidos na íntegra para análise dos critérios (Figura 1).

## ■ COMENTÁRIOS

### Diagnóstico

A presença clínica supracitada, especialmente hematuria macroscópica recorrente e isolada, quando presente em pacientes jovens, deve levar à suspeição diagnóstica<sup>1,4</sup>. Apesar de os achados da literatura serem mínimos, alguns estudos têm demonstrado um número importante de casos de pacientes assintomáticos. Poyraz et al.<sup>10</sup> avaliaram 1.000 tomografias computadorizadas de abdome com contraste e observaram 4,1% de diagnósticos do fenômeno de quebra-nozes. Ainda nesse estudo, apenas 8,8% dos pacientes diagnosticados com compressão da VRE apresentavam micro-hematuria ou proteinúria sem outra etiologia conhecida, e 5,5% dos pacientes ainda apresentavam sinais de varicocele ou congestão pélvica<sup>10</sup>. O diagnóstico confirmatório da SQN é realizado por exame de imagem, como já referido. A venografia com aferição de gradiente de pressão da veia renal é o método padrão-ouro, mas o caráter invasivo a deixa como opção tardia, muitas vezes desnecessária, para o diagnóstico. O exame de avaliação inicial mais utilizado na prática clínica é o ultrassom com Doppler de veias renais. Além de permitir a avaliação do fluxo, o Doppler possibilita a visualização do processo compressivo efetuado pela AMS<sup>1,2</sup>. Entre os critérios diagnósticos da SQN, têm-se:

- a) Existência de um gradiente venoso entre a VRE e a veia cava inferior (VCI)  $\geq 3$  mmHg;
- b) Aumento de cinco vezes na velocidade máxima do fluxo na VRE na passagem pela AMS em relação ao hilo renal;
- c) Angiotomografia ou angiorressonância com ângulo entre a aorta e a AMS inferior a 45°<sup>1</sup>.

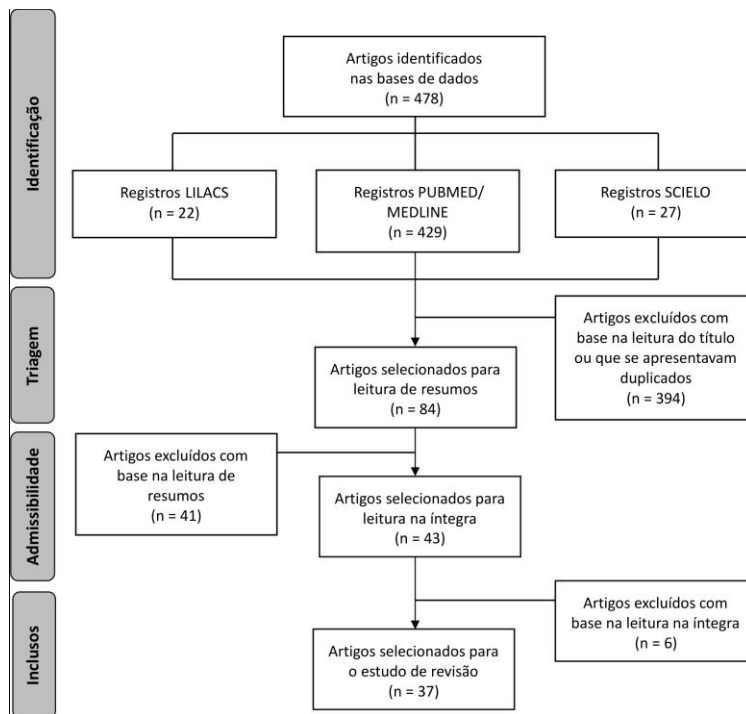


Figura 1. Estratégia de busca usada para revisão da literatura sobre a síndrome de quebra-nozes.

O aumento de cinco vezes na velocidade de fluxo corresponde a uma sensibilidade de 80% e uma especificidade próxima de 95% para SQN<sup>11</sup>. Com o uso do Doppler espectral, ainda é possível medir a velocidade de pico pós-estenótica, que normalmente se encontra acima de 100 cm/s<sup>12</sup>.

A tomografia computadorizada e a ressonância magnética são métodos adicionais, porém pouco utilizados no passado, para o diagnóstico de SQN<sup>1</sup>. No entanto, novos estudos têm apontado para o uso da tomografia como primeira opção diagnóstica devido à sua maior acurácia, além de avaliação mais ampla dos achados abdominais<sup>2,10</sup>. A tomografia e a ressonância podem demonstrar circulação colateral no hilo renal, opacificação precoce da veia gonadal esquerda (VGE) (inferindo refluxo) e redução do ângulo aortomesentérico (< 10°)<sup>12</sup>. Sendo assim, a decisão do uso de tomografia ou Doppler para avaliação de SQN deve recair sobre as características de cada paciente – urgência do diagnóstico, exposição à radiação, custo e acessibilidade do exame, outras suspeitas diagnósticas abdominais não vasculares, entre outras.

### Tratamento

A SQN é uma doença de gravidade e apresentação sintomática variável que reflete o grau de compressão da VRE, de hipertensão renocaval e de desenvolvimento

colateral de circulação<sup>5</sup>. O tratamento da síndrome ainda permanece um tópico controverso, tanto na escolha da melhor modalidade a ser utilizada para cada paciente quanto nas indicações para tratamento de acordo com os critérios diagnósticos utilizados<sup>7,8</sup>. As opções variam desde tratamento conservador até nefrectomia, com inúmeros procedimentos cirúrgicos invasivos e endovasculares entre esses dois extremos<sup>3</sup>. A escolha terapêutica depende da gravidade dos sintomas, e as intervenções estão reservadas, geralmente, aos pacientes que se encontrem sintomáticos (Figura 2). Os procedimentos são guiados pela expectativa de reversão dos sintomas, pelo estágio de evolução da síndrome e pela idade do paciente, objetivando não só a redução da hipertensão na VRE, mas também a redução do refluxo pélvico em pacientes que apresentem congestão venosa<sup>3,5</sup>.

### Tratamento conservador

É recomendado aos pacientes com hematúria discreta e pouco sintomáticos<sup>5,7,8</sup>. A abordagem conservadora deverá ser mantida em pacientes jovens, menores de 18 anos, durante 24 meses<sup>4,5,8</sup>. Isso porque o desenvolvimento físico, o crescimento de tecido conjuntivo e adiposo próximo à origem da AMS e entre esta e a VRE, juntamente à formação de veias colaterais, podem aliviar a compressão e a hipertensão venosa, resultando em remissão espontânea dos

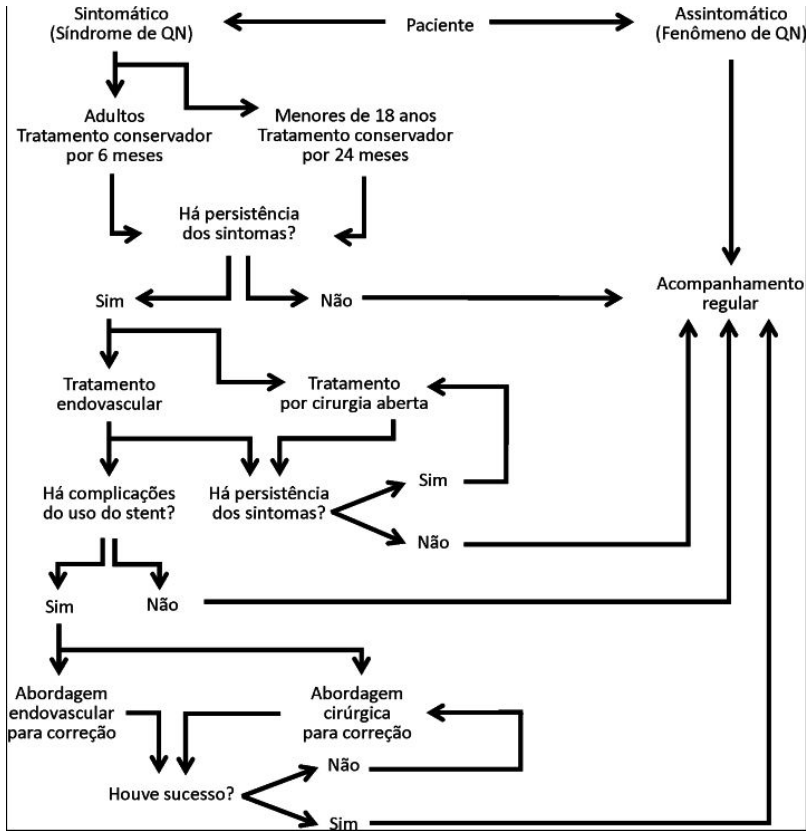


Figura 2. Abordagem terapêutica da síndrome de quebra-nozes.

sintomas<sup>3,7</sup>. Cerca de 75% dos pacientes jovens com hematúria tiveram resolução completa dos sintomas nesse período<sup>4,5,7,8</sup>.

Em adultos, o acompanhamento deve ser de, ao menos, 6 meses antes da realização de qualquer procedimento. Frequentemente, esse período é suficiente para a resolução do quadro em pacientes idosos com sintomas atípicos e toleráveis<sup>3</sup>. Baixas doses de aspirina para melhorar a perfusão renal podem ser utilizadas, embora seu uso rotineiro seja motivo de questionamento<sup>3,7</sup>. Além disso, a utilização de inibidores da enzima conversora de angiotensina pode contribuir para o alívio da proteinúria ortostática<sup>3,4,7,8</sup>. O uso de meias elásticas de compressão para pacientes com dor pélvica e no flanco também pode ser útil<sup>13,14</sup>.

### Tratamento cirúrgico

As primeiras descrições de intervenções cirúrgicas para a SQN ocorreram na década de 1970. Desde então, uma ampla variedade de técnicas têm sido registradas<sup>13,14</sup>. As indicações terapêuticas são para pacientes que se apresentem com sintomas severos, como hematúria intensa, acompanhada ou não de anemia, dor pélvica e no flanco abdominal de forte

intensidade, ou sintomas persistentes por período superior a 6 meses no adulto e 24 meses em menores de 18 anos<sup>3,5,15,16</sup>. O tratamento cirúrgico se faz necessário para evitar o desenvolvimento de glomerulopatia crônica e comprometimento da função renal, bem como a dilatação permanente da veia gonadal e trombose da veia renal<sup>5,15</sup>. Os métodos cirúrgicos abertos têm sido associados a uma maior morbidade, se comparados aos métodos menos invasivos, devido ao longo período de congestão renal, à necessidade de anastomoses adicionais e à extensa dissecação<sup>5</sup>.

### Cirurgia aberta para SQN anterior

- a) Transposição da VRE: é a cirurgia mais comum e efetiva para o tratamento de SQN anterior, aplicada primeiramente em 1982 por Stewart et al.<sup>3,17</sup>. Consiste na secção da VRE e reimplantação distal na VCI por meio de abordagem medial transabdominal transperitoneal<sup>3,5,17,18</sup>. Para pacientes que apresentem VRE com distorção permanente devido ao longo tempo de compressão ou aqueles em que a VRE se encontrar muito

- tensionada após a transposição, a veia safena magna pode ser utilizada como remendo e enxerto de extensão, respectivamente<sup>3,17</sup>. Apesar do baixo risco pós-operatório, as complicações possíveis incluem trombose venosa profunda, hematoma retroperitoneal, íleo paralítico e obstrução intestinal por aderência<sup>7,13</sup>. Um número considerável de pacientes apresenta reestenose e oclusão da veia transposta, requerendo novas intervenções<sup>19</sup>. As vantagens dessa cirurgia são o curto período de isquemia renal e poucas anastomoses, com altas taxas de resolução sintomática, em especial das queixas de hematúria e dor no flanco, tornando-a o padrão-ouro no tratamento da SQN<sup>7,14,18</sup>. Reed et al., em um estudo feito ao longo de 11 anos com 11 pacientes tratados preferencialmente com transposição de VRE, observaram resolução da hematúria em todos os pacientes e melhora ou resolução da dor em oito deles, sem nenhuma complicação pós-operatória. Relataram também uma taxa de reintervenção de 27%<sup>20</sup>;
- b) Autotransplante do rim esquerdo: procedimento altamente invasivo que envolve nefrectomia e transplante renal para a fossa ilíaca<sup>3</sup>. É considerado um procedimento completo por ser eficaz na normalização dos níveis pressóricos da VRE e por corrigir uma possível ptose renal posterior, sendo associado a excelentes resultados e baixa morbidade<sup>3,7,21</sup>. Entretanto, riscos adicionais devem ser levados em consideração, como tempo de isquemia renal, anastomoses de artéria renal e ureter, e necessidade de grande exposição cirúrgica<sup>3,7</sup>;
- c) Transposição da AMS: a transposição da AMS de sua origem aórtica para ser reimplantada em um ponto inferior à VRE, procedimento mais complexo de ser realizado se comparado à transposição venosa, é uma alternativa cirúrgica que possui pouca exposição retroperitoneal e reduz o risco de trombose da VRE<sup>3,7,16</sup>. Entretanto, o risco significativo de trombose arterial – devido à reanastomose – e isquemia mesentérica, juntamente à elevada taxa de complicações pós-operatórias, tornam seu uso raro<sup>3,7,16,18</sup>;
- d) Nefropexia: modalidade terapêutica descrita inicialmente na década de 1980<sup>16</sup>. A nefropexia simples com excisão das varicosidades, um

procedimento resolutivo apenas da ptose renal, tem sido desencorajada por não tratar a fisiopatologia primária<sup>21,22</sup>. De acordo com Hmida et al., a nefropexia é usada para o tratamento etiológico quando ocorre concomitante com o abaixamento da VRE através de lobectomia e abordagem retroperitoneal. Tal procedimento, por apresentar baixo risco de lesão de órgãos intraperitoneais, pode ser encarado como uma opção para o tratamento de pacientes jovens<sup>22</sup>;

- e) Nefrectomia: é o mais radical dos procedimentos cirúrgicos, recomendado em casos de persistência da hematúria após diferentes formas de abordagens terapêuticas, especialmente após a transposição da VRE<sup>7</sup>;
- f) Derivação renocaval: técnica que utiliza a veia safena magna como derivação sem a necessidade de transposição da VRE<sup>17</sup>. A veia safena é anastomosada proximalmente na VCI, abaixo da VRE, e distalmente na VRE. Ambas as anastomoses são realizadas com clampeamento parcial para que interfiram pouco na hemodinâmica venosa. As veias lombares, a veia gonadal e a veia adrenal esquerda não necessitam ser ligadas se não apresentarem refluxo, pois não afetam as anastomoses. Trata-se de um procedimento com resultados em longo prazo e experiência limitados<sup>3</sup>;
- g) Transposição da VGE: procedimento no qual a VGE é exposta via mesocolotransverso, isolada, transeccionada distalmente e reimplantada na VCI abaixo dos vasos mesentéricos inferiores com sutura interrompida com fio 6.0 de polipropileno<sup>3,17</sup>.

As técnicas laparoscópicas têm ganhado destaque com o avanço da tecnologia em cirurgia minimamente invasiva<sup>18</sup>. A nefrectomia e o autotransplante laparoscópicos evitam extensas incisões abdominais, estando associados a menor morbidade e desconforto pós-operatórios, com tempo de estadia hospitalar reduzido<sup>16</sup>. Procedimentos de derivação esplenorrenal e transposição de VRE por laparoscopia também foram relatados. Ambas as técnicas registraram melhoras nos sintomas de dor dos pacientes; entretanto, na técnica esplenorrenal, há risco de se causar complicações ao baço e de hipertensão da VRE permanecer<sup>7,18</sup>. Thaveau et al.<sup>23</sup>, em 2015, reportaram o uso de sistemas robotizados para transposição da VRE seguida de embolização de veia ovariana, de modo que a paciente, seis meses após a operação, encontrava-se assintomática.

## Cirurgia aberta para SQN posterior

A VRE retroaórtica, comprimida entre a coluna vertebral e a aorta abdominal, produz a mesma sintomatologia que a variante anterior da síndrome<sup>17</sup>. A cirurgia aberta com transposição anterior da VRE tem sido o tratamento recomendado para SQN posterior<sup>24</sup>. O procedimento consiste na excisão da VRE com pequena margem da parede da VCI, translocação da veia para uma posição anterior à aorta e sua reimplantação na VCI – geralmente em posição superior à que se encontrava anteriormente, de forma a livrar a pressão<sup>17</sup>. Deser et al.<sup>25</sup> relataram o uso bem-sucedido de prótese de politetrafluoretileno (PTFE) para *bypass* renocaval em paciente com *nutcracker*. Entretanto, o PTFE não é recomendado como opção primária para esse procedimento devido ao risco precoce de trombose e infecção<sup>3</sup>.

## Tratamento endovascular

A cirurgia endovascular tem sido uma forma de intervenção cada vez mais popular entre os especialistas para o tratamento de lesões vasculares, incluindo a SQN<sup>13,14,26,27</sup>. Mesmo que muitos cirurgiões ainda optem pelo método tradicional de cirurgia aberta, esse tipo de intervenção apresenta um risco maior de morbidade e de complicações se comparado com abordagens menos invasivas<sup>13</sup>. Dessa forma, com os casos relatados do uso de terapia endovascular conquistando resultados satisfatórios no tratamento de doenças de obstrução venosa, tal abordagem vem sendo cada vez mais indicada pelos pesquisadores<sup>26</sup>. Um dos maiores estudos realizados com esse tipo de técnica até o momento foi feito comparando 15 pacientes tratados por método endovascular com 5 pacientes tratados por meio de cirurgia aberta. Ele mostrou que, nos anos seguintes aos procedimentos, todos os pacientes tratados com stent estavam assintomáticos, apesar de dois demonstrarem hematuria microscópica persistente após exercício físico e um stent ter migrado para o átrio direito, necessitando de cirurgia<sup>28,29</sup>.

No mínimo, 150 casos bem-sucedidos de tratamento endovascular já foram relatados na literatura médica<sup>27</sup>; contudo, informações sobre o acompanhamento por longo período ainda estão em falta, justificando o receio de se utilizar essa abordagem em pacientes jovens<sup>8,30,31</sup>. Conquanto seja uma opção mais simples e atraente, suas complicações incluem migração do stent, fraturas e oclusão venosa<sup>28</sup>. As técnicas utilizadas são a embolização da VGE e a colocação de stent<sup>15</sup>.

## Stent

A colocação de stent endovascular é uma opção alternativa de tratamento. É usualmente preferível à cirurgia aberta devido ao longo período de congestão

renal, por conta da maior possibilidade de complicações nesses casos, e à necessidade de extensa dissecação presentes nesse tipo de operação<sup>6</sup>.

O primeiro relato de uso de endopróteses vasculares para o tratamento da SQN data da década de 1990<sup>13,14,18,28</sup>. Nessa época, o Wallstent<sup>®</sup> foi utilizado, e tal equipamento ainda permanece como o de maior preferência pelos cirurgiões; desde então, muitos outros modelos foram aplicados com bons resultados, como Z-stent<sup>®</sup> espiral, Nikki<sup>®</sup> stent, Palmaz<sup>®</sup> stent e SmartControl<sup>®</sup> stent<sup>13,32</sup>. Duas das principais pesquisas realizadas com esse tema, ambas de autoria chinesa, reiteram o sucesso do método endovascular. Em 2011, Chen et al. acompanharam 61 pacientes durante 5 anos e 6 meses, obtendo quadro de melhora excelente ou boa para cerca de 59 pacientes, com resolução total ou melhora dos sintomas de dor nos flancos, hematuria e proteinúria<sup>32</sup>. Wang et al.<sup>26</sup>, em 2012, analisaram 30 pacientes, 29 dos quais obtiveram redução dos gradientes de pressão renocaval, calculados comparativamente antes e após os procedimentos, com regressão das queixas de dor, hematuria e varicocele no lado esquerdo em pacientes masculinos em um período de até 6 meses após a colocação do stent. A compressão da VRE é aliviada com o stent na maior parte dos pacientes, embora não se saiba se a queda da pressão renocaval ocorra de maneira imediata ou gradual<sup>32</sup>.

O stent ideal deve ter alta força radial para abolir a estenose, boa conformabilidade para se adaptar ao epitélio do vaso e pouco encolhimento no comprimento para permitir um posicionamento adequado<sup>13,26,32</sup>. O SmartControl<sup>®</sup> stent combina alta força radial e flexibilidade com menos de 8% de encolhimento de seu comprimento. O Palmaz<sup>®</sup> stent e o Wallstent<sup>®</sup> têm maior contração do aparelho, que chega a ser de 5 a 25% e de mais de 30%, respectivamente<sup>32</sup>. Os stents autoexpansíveis (Wallstent<sup>®</sup>) são mais frequentemente utilizados, e a recomendação é de que seja usado um dispositivo de 6 ou 8 centímetros de comprimento, posicionando-o na primeira divisão da VRE<sup>26</sup>. Além disso, para evitar a migração do aparelho, sugere-se que o stent seja cerca de 20% maior que o diâmetro venoso no hilo renal. O tamanho considerado base é de 16 mm de diâmetro por 60 mm de comprimento em pacientes de ascendência ocidental e 14 mm de diâmetro por 60 mm de comprimento em pacientes de ascendência oriental, por conta das menores proporções anatômicas características dessa população<sup>32</sup>. O uso do cateter balão de angioplastia é controverso e não essencial<sup>13,26,32</sup>. Chen et al. recomendam que a expansão do balão somente seja utilizada nos casos em que a estenose da VRE permaneça mesmo após a implantação do stent<sup>32</sup>.

Faz-se necessário que os pacientes utilizem medicamento anticoagulante e antiagregante plaquetário durante 2 a 3 meses, período necessário para que ocorra a endotelização completa do stent<sup>19,33</sup>. O regime terapêutico recomendado consiste em 3 dias de heparina de baixo peso molecular, 30 dias de clopidogrel e 3 meses de aspirina<sup>33</sup>.

As principais complicações desse meio de intervenção incluem colocação incorreta do stent, migração do dispositivo, deslocamento parcial do stent para a VCI e migração para a região do hilo renal da VRE<sup>7</sup>. Complicações menos comuns incluem embolização do stent, reestenose intra-stent e trombose ou fratura resultando em oclusão venosa<sup>7,19,32</sup>. Essas complicações se devem principalmente ao tipo e tamanho do dispositivo, dilatação do balão e escasso conhecimento do cirurgião que realizou o procedimento<sup>7,34</sup>.

Mesmo que a literatura atual sugira que esse procedimento seja seguro, é necessário cautela, pois a taxa de migração do stent é de 7,3% em todos os casos já relatados. A razão da migração pode ser o efeito do movimento cardíaco, atividades muito precoces após a cirurgia, incompatibilidade entre o diâmetro da VRE e o diâmetro do stent, ou posicionamento incorreto<sup>29</sup>. A primeira e mais segura escolha para o tratamento do stent migrado é a remoção percutânea<sup>32</sup>. Entretanto, sob certas circunstâncias, como migração para o coração, uso de stent especial ou endotelização em local inadequado, a remoção percutânea pode ser difícil ou impossível, com necessidade de intervenção cirúrgica, procedimento que possui altas taxas de morbidade<sup>32,35</sup>.

Uma forma de stent pouco presente na literatura é o extravascular. Comparado ao stent endovascular, é uma modalidade menos invasiva, se for levada em consideração a possibilidade de migração do dispositivo. Especialmente quando os pacientes são crianças e adolescentes, o stent intravascular deve ser recomendado com cautela, pois a luz da VRE pode aumentar de diâmetro e o aparelho não servir mais durante o desenvolvimento físico. A modalidade extravascular é uma forma alternativa de manter o dispositivo no seu devido lugar<sup>29</sup>.

### Embolização da VGE

Uma vez que a SQN se instala, uma de suas possíveis consequências é a drenagem insuficiente do volume sanguíneo da VGE, ocorrendo acúmulo de sangue e dilatação de suas paredes, podendo resultar em seu rompimento<sup>8</sup>. Pacientes que apresentam essa síndrome, com ou sem hematúria, podem revelar sintomas de insuficiência da veia gonadal, que se apresenta como varicocele no homem e síndrome de congestão pélvica na mulher. Mesmo que o tratamento da estenose da

VRE possa aliviar o refluxo gonadal, geralmente não é eficiente em melhorar os sintomas<sup>3</sup>. Para isso, a embolização endovascular das veias gonadais pode resultar em alívio dos sintomas em 56 a 98% dos pacientes. Em casos raros, as complicações incluem o deslocamento das molas (*coils*) para o pulmão<sup>8</sup>.

Desde sua introdução em 1993, a embolização transcater da VGE se tornou o padrão-ouro no tratamento de síndrome da congestão pélvica secundária à insuficiência de veias ovarianas e pélvicas. Diversos agentes “embolizadores” foram descritos, como espuma esclerosante, cola, *plugs* vasculares e molas<sup>36</sup>.

O procedimento é tipicamente feito via acesso femoral, embora o acesso jugular também possa ser utilizado<sup>3</sup>. Exames de imagem da VRE devem ser realizados para garantir que a drenagem do rim esquerdo esteja sendo feita, pois pacientes com compressão severa podem ser bastante dependentes do fluxo pélvico<sup>3,37</sup>.

A partir da literatura atual, a decisão quanto a tratar uma ou ambas as veias ovarianas deve depender da gravidade dos sintomas, do grau de refluxo em cada veia ovariana e da anatomia das varicosidades pélvicas. A análise clínica e a experiência devem ser utilizadas para guiar a emboloterapia em conjunto com sintomas, anatomia e estudos funcionais<sup>36</sup>.

## CONCLUSÃO

Apesar de rara, a SQN está presente na prática médica. Faz-se necessário, portanto, o seu conhecimento para a realização de correto diagnóstico e manejo do paciente. Os achados clínicos e a alta suspeição diagnóstica são fatores decisivos para o estabelecimento da conduta, especialmente em pacientes que não realizaram exames de imagem previamente. As opções cirúrgicas são amplas e apenas o domínio aprofundado teórico-prático dessas técnicas permite a escolha correta diante dos diferentes tipos de pacientes portadores da síndrome. Sendo assim, torna-se evidente a necessidade de fortalecer os conhecimentos teóricos embasados em SQN, tal como realizado nesta revisão.

## REFERÊNCIAS

1. Calado R, Braz M, Lobo L, Simão C. Síndrome de Nutcracker: hematúria sem diagnóstico. *Acta Med Port.* 2011;24(Suppl 3):695-8. PMID:22856415.
2. Zucker EJ, Ganguli S, Ghoshhajra BB, Gupta R, Prabhakar AM. Imaging of venous compression syndromes. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2016;6(6):519-32. <http://dx.doi.org/10.21037/cdt.2016.11.19>. PMID:28123973.
3. Avgerinos ED, McEnaney R, Chaer RA. Surgical and endovascular interventions for nutcracker syndrome. *Semin Vasc Surg.* 2013;26(4):170-7. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2014.06.014>. PMID:25220323.



4. Novaes LF, Silva Saguia LN, Di Migueli CA, et al. Young woman with nutcracker syndrome without main clinic manifestation: hematuria-case report. *Int J Surg Case Rep.* 2017;31:225-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsc.2017.01.052>. PMID:28189985.
5. Daily R, Matteo J, Loper T, Northup M. Nutcracker syndrome: symptoms of syncope and hypotension improved following endovascular stenting. *Vascular.* 2012;20(6):337-41. <http://dx.doi.org/10.1258/vasc.2011.cr0320>. PMID:22734085.
6. Gulleroglu K, Gulleroglu B, Baskin E. Nutcracker syndrome. *World J Nephrol.* 2014;3(4):277-81. <http://dx.doi.org/10.5527/wjn.v3.i4.277>. PMID:25374822.
7. Ananthan K, Onida S, Davies AH. Nutcracker syndrome: an update on current diagnostic criteria and management guidelines. *Eur J Vasc Surg.* 2017;3(6):886-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.02.015>. PMID:28356209.
8. Kurklinsky AK, Rooke TW. Nutcracker phenomenon and Nutcracker syndrome. *Mayo Clin Proc.* 2010;85(53):552-9. <http://dx.doi.org/10.4065/mcp.2009.0586>. PMID:20511485.
9. Venkatachalam S, Bumpus K, Kapadia SR, Gray B, Lyden S, Shishehbor MH. The Nutcracker syndrome. *Ann Vasc Surg.* 2011;25(8):1154-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2011.01.002>. PMID:21439772.
10. Poyraz AK, Firdolas F, Onur MR, Kocakoc E. Evaluation of left renal vein entrapment using multidetector computed tomography. *Acta Radiol.* 2013;54(2):144-8. <http://dx.doi.org/10.1258/ar.2012.120355>. PMID:23117197.
11. Cardarelli-Leite L, Velloni FG, Salvadori PS, Lemos MD, D'Ippolito G. Síndromes vasculares abdominais: achados de imagem característicos. *Radiol Bras.* 2016;49(4):257-63. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2015.0136>. PMID:2777480.
12. Kim SH, Cho SW, Kim HD, Chung JW, Park JH, Han MC. Nutcracker syndrome: diagnosis with Doppler US. *Radiology.* 1996;198(1):93-7. <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.198.1.8539413>. PMID:8539413.
13. Hulsberg PC, McInerney E, Partovi S, Davidson JC, Patel JJ. Minimally invasive treatments for venous compression syndromes. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2010;6(6):582-92. <http://dx.doi.org/10.21037/cdt.2016.10.01>. PMID:28123978.
14. Menard MT. Nutcracker syndrome: when should it be treated and how? *Perspect Vasc Endovasc Ther.* 2009;21(2):117-24. <http://dx.doi.org/10.1177/1531003509338402>. PMID:19703821.
15. Berthelot JM, Douane F, Maugars Y, Frampas E. Nutcracker syndrome: a rare cause of left flank pain that can also manifest as unexplained pelvic pain. *Joint Bone Spine.* 2016;84(5):111-6. PMID:27932281.
16. Xu D, Liu Y, Gao Y, et al. Management of renal nutcracker syndrome by retroperitoneal laparoscopic nephrectomy with ex vivo autograft repair and autotransplantation: a case report and review of the literature. *J Med Case Reports.* 2009;3(1):82. <http://dx.doi.org/10.1186/1752-1947-3-82>. PMID:19946558.
17. Said SM, Głowiczki P, Kalra M, et al. Renal Nutcracker syndrome: surgical options. *Semin Vasc Surg.* 2013;26(1):35-42. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2013.04.006>. PMID:23932560.
18. He Y, Wu Z, Chen S, et al. Nutcracker syndrome—how well do we know it? *Urology.* 2014;83(1):12-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2013.08.033>. PMID:24139744.
19. Erben Y, Głowiczki P, Kalra M, et al. Treatment of Nutcracker syndrome with open and endovascular interventions. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2015;3(4):389-96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvsv.2015.04.003>. PMID:26992616.
20. Reed NR, Kalra M, Bower TC, Vrtiska TJ, Ricotta JJ 2nd, Głowiczki P. Left renal vein transposition for Nutcracker syndrome. *J Vasc Surg.* 2009;49(2):386-93, discussion 393-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.09.051>. PMID:19216958.
21. Hmidia W, Mallat F, Othmen MB, Limayem F, Mosbah F. Modified medial nephropexy for treatment of the anterior nutcracker syndrome. *Urol Ann.* 2014;6(4):352-5. <http://dx.doi.org/10.4103/0974-7796.141004>. PMID:25371615.
22. Wang L, Yi L, Yang L, et al. Diagnosis and surgical treatment of Nutcracker Syndrome: a single-center experience. *Urology.* 2009;73(4):871-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2008.11.043>. PMID:19193424.
23. Thaveau F, Nicolini P, Lucereau B, Georg Y, Lejay A, Chakfe N. Associated Da Vinci and magellan robotic systems for successful treatment of nutcracker syndrome. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2015;25(1):60-3. <http://dx.doi.org/10.1089/lap.2013.0532>. PMID:25531954.
24. Skeik N, Głowiczki P, Macedo TA. Posterior Nutcracker Syndrome. *Vasc Endovascular Surg.* 2011;45(8):749-55. <http://dx.doi.org/10.1177/1538574411419376>. PMID:21890560.
25. Deser SB, Onem K, Demirag MK, Buyukalpelli R. Surgical treatment of posterior nutcracker syndrome presented with hyperaldosteronism. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016;22(5):682-4. <http://dx.doi.org/10.1093/icvts/ivw018>. PMID:26892192.
26. Wang X, Zhang Y, Li C, Zhang H. Results of endovascular treatment for patients with nutcracker syndrome. *J Vasc Surg.* 2012;56(1):142-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2012.01.007>. PMID:22575480.
27. Quevedo HC, Arain SA, Abi Rafeh N. Systematic review of endovascular therapy for nutcracker syndrome and case presentation. *Cardiovasc Revasc Med.* 2014;15(5):305-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carrev.2014.04.008>. PMID:24907226.
28. Baril DT, Polanco P, Makaroun MS, Chaer RA. Endovascular management of recurrent stenosis following left renal vein transposition for the treatment of Nutcracker syndrome. *J Vasc Surg.* 2011;53(4):1100-3. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.10.112>. PMID:21215570.
29. Tian L, Chen S, Zhang G, Zhang H, Jin W, Li M. Extravascular stent management for migration of left renal vein endovascular stent in nutcracker syndrome. *BMC Urol.* 2015;15(1):73-6. <http://dx.doi.org/10.1186/s12894-015-0063-0>. PMID:26205510.
30. Cunha JR Jr, Souza TC, Feitosa AT, Brizzi JR, Tinoco JA. Tratamento endovascular da Síndrome de Quebra-nozes (Nutcracker). *J Vasc Bras.* 2013;12(3):247-51. <http://dx.doi.org/10.1590/jvb.2013.034>.
31. Alcocer-Gamba MA, Martínez-Chávez JA, Alcántara-Razo M, et al. Tratamiento endovascular exitoso del síndrome de cascanueces con stent autoexpandible. *Arch Cardiol Mex.* 2012;82(4):303-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.acmx.2012.09.006>. PMID:23164741.
32. Chen S, Zhang H, Shi H, Tian L, Jin W, Li M. Endovascular stenting for treatment of Nutcracker syndrome: report of 61 cases with long-term followup. *J Urol.* 2011;186(2):570-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2011.03.135>. PMID:21683388.
33. Hansraj N, Hamdi A, Khalifeh A, Wise E, Sarkar R, Toursavadkoshi S. Nutcracker syndrome: case report on the management of recurrent stenosis after stenting. *Vasc Endovascular Surg.* 2017;51(4):203-8. <http://dx.doi.org/10.1177/1538574417700012>. PMID:28424043.
34. Wu Z, Zheng X, He Y, et al. Stent migration after endovascular stenting in patients with nutcracker syndrome. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2016;4(2):193-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvsv.2015.10.005>. PMID:26993867.
35. Rana MA, Oderich GS, Bjarnason H. Endovenous removal of dislodged left renal vein stent in a patient with nutcracker syndrome. *Semin Vasc Surg.* 2013;26(1):43-7. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2013.04.004>. PMID:23932561.

36. O'Brien MT, Gillespie DL. Diagnosis and treatment of the pelvic congestion syndrome. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2015;3(1):96-106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvsv.2014.05.007>. PMID:26993690.
37. Ferreira M, Lanziotti L, Abuhadba G, Monteiro M, Capotorto L, Spicacci JL. Dor pélvica crônica: o papel da síndrome do quebranozes. *J Vasc Bras.* 2008;7(1):76-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492008000100014>.

---

**Correspondência**

Guilherme Lourenço de Macedo  
Rua Teixeira Mendes, 512 - Uvaranas  
CEP 84031-000- Ponta Grossa (PR), Brasil  
Tel: (42) 99118-8363  
E-mail: gui-gmchess@hotmail.com

**Informações sobre os autores**

GLM, MAS e ABS - Estudantes da graduação em Medicina,  
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).  
RZG - Graduado em Medicina; Doutor em Clínica Cirúrgica,  
Universidade Federal do Paraná (UFPR); Professor adjunto,  
Departamento de Medicina, Universidade Estadual de Ponta Grossa  
(UEPG).

**Contribuição dos autores**

Concepção e desenho do estudo: GLM, RZG  
Análise e interpretação de dados: GLM, MAS, ABS  
Coleta de dados: GLM  
Redação do artigo: GLM, MAS, ABS  
Revisão crítica do artigo: GLM, MAS, ABS  
Aprovação final do artigo\*: RZG, GLM, MAS, ABS  
Análise estatística: GLM, MAS, ABS  
Responsabilidade geral pelo estudo: GLM, MAS, RZG

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