



Segurança e Acuidade Diagnóstica da Biópsia Percutânea de Massas Renais: Uma Experiência Inicial de um Único Centro

Accuracy and Safety of Percutaneous Core Biopsy in Management of Renal Masses: An Initial Single-Center Experience

Paulo Mota^{1,2*}, João Torres^{1,2}, Nuno Morais^{1,2}, Agostinho Cordeiro^{1,2}, Emanuel Carvalho-Dias^{1,2}, Francisco Botelho^{1,2}, Carlos Oliveira^{1,2}, Mário Cerqueira-Alves^{1,2}, Estevão Lima^{1,2}

Resumo

Introdução: A caracterização de massas renais através da realização de biópsia antes do tratamento cirúrgico é atualmente uma opção. Sem esta caracterização prévia doentes com massas renais benignas podem ser submetidos a cirurgias desnecessárias. O objetivo foi determinar a acuidade diagnóstica e a segurança da biópsia de massas renais.

Material e Métodos: Estudo prospetivo uni-institucional de 38 doentes submetidos a biópsia de massa renal no período compreendido entre julho de 2014 e maio de 2016.

Resultados: A biópsia foi diagnóstica em 76,3% (n = 29) dos casos. Em 21,7% (n = 6) das biópsias diagnósticas, a análise histológica demonstrou lesões benignas. Nos doentes submetidos a cirurgia verificou-se uma concordância global de 100% entre o resultado da biópsia e o resultado patológico da peça cirúrgica. A taxa de complicações foi de 5,3% (n = 2), ambas classificadas como grau I na escala Clavien-Dindo.

Conclusão: A biópsia de massas renais mostrou elevada acuidade diagnóstica e segurança, podendo evitar a realização de cirurgias desnecessárias. Este procedimento poderá vir a fazer parte da avaliação prévia à decisão de tratamento em doentes com massas renais.

Palavras-chave: Biópsia por Agulha; Nefrectomia; Neoplasias do Rim.

Introdução

As massas renais constituem um grupo heterógeno de lesões renais, podendo ser classificadas como malignas ou benignas.¹ Destas, destaca-se o carcinoma de células renais (CCR), que representa cerca de 90% das lesões malignas do rim do adulto, e 2% a 3% de todas as neoplasias malignas, sendo um dos tumores urológicos com mortalidade mais elevada.^{1,2}

¹Surgical Sciences Research Domain, Life and Health Sciences Research Institute, ICVS/3B's - PT Government Associate Laboratory, The Clinic Academic Center – Braga, Association (2CA-Braga), School of Medicine, University of Minho, Braga, Portugal

²Department of CUF Urology and Service of Urology - Hospital of Braga, Braga, Portugal

Abstract

Introduction: The characterization of renal masses by biopsy before a surgical procedure is currently an option. Without this prior characterization, patients with benign renal masses may be likely to undergo unnecessary surgeries. The purpose was to determine the diagnostic accuracy and safety of renal mass biopsy.

Material and Methods: Prospective uni-institutional study of 38 patients submitted to renal mass biopsy in the period from July 2014 to May 2016.

Results: The biopsy was diagnostic in 76.3% (n = 29) of the cases. In 21.7 % (n = 6) of the diagnostic biopsies, histology showed benign lesions, namely oncocytoma. In patients undergoing surgery, there was a 100% overall agreement between the biopsy result and the pathological outcome of the surgical specimen. The complication rate was 5.3% (n = 2), classified as Clavien-Dindo I.

Conclusion: Renal mass biopsy showed high diagnostic acuity and safety, which may prevent unnecessary surgeries. This procedure may be part of the evaluation prior to the decision to treat patients with renal masses.

Keywords: Biopsy, Needle; Kidney Neoplasms; Nephrectomy.

A incidência de massas renais tem aumentado nas últimas duas décadas,³ e a razão deste aumento deve-se ao maior uso de exames de imagem de diagnóstico no estudo de outras patologias abdominais. Assim, a identificação incidental de massas renais provavelmente continuará ainda a aumentar nos próximos anos. Atualmente, mais de metade das massas renais são encontradas acidentalmente em doentes assintomáticos.²⁻⁴ Além de aumentar a incidência, o aumento do uso dos exames imagiológicos abdominais mudou também o padrão morfológico das massas renais na sua identificação. Estas também são diagnosticadas mais precocemente, sendo por isso mais pequenas e correspondem provavelmente a doença em estadio oncológico mais precoce.² Consequentemente, surgiram novas formas de tratamento destas lesões, como a vigilância ativa e técnicas ablativas, cada vez mais

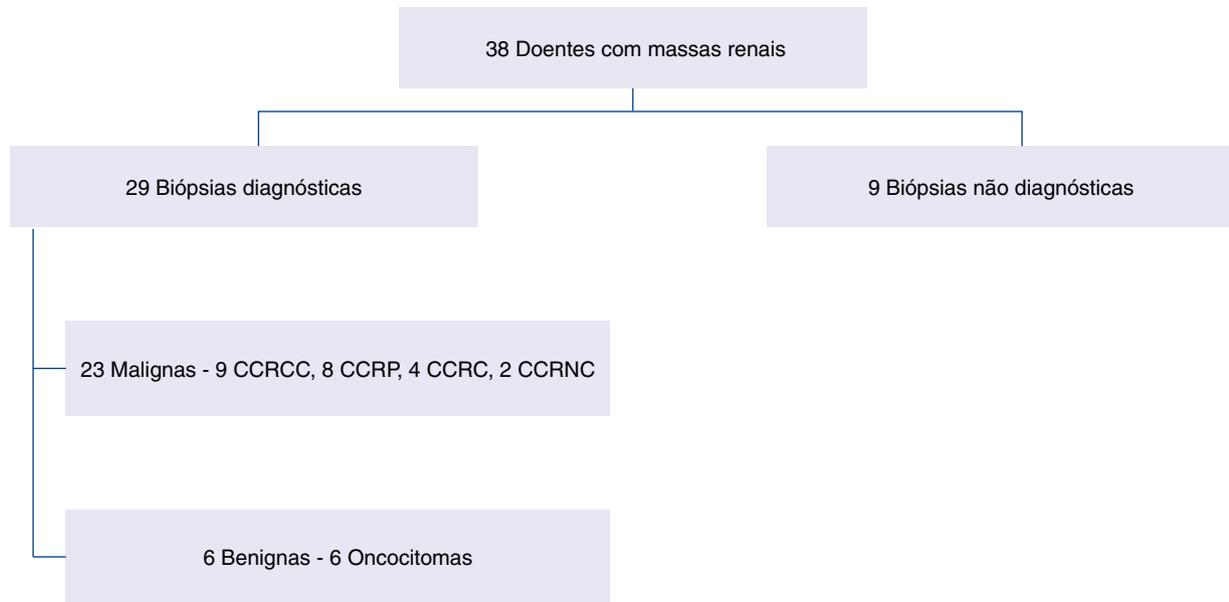


Figura 1: Resultados das biópsias das massas renais. CCRCC, CCR de células claras; CCRP, CCR papilar; CCRC, CCR cromóforo; CCRNC, CCR não classificado.

utilizadas, e por vezes concorrentes com o tratamento clássico, a nefrectomia parcial ou radical.^{5,6}

O atual desafio é conseguir o equilíbrio entre a necessidade de tratamento cirúrgico de tumores agressivos e a vigilância de tumores menos agressivos ou benignos.⁷

Embora os exames de imagem (tomografia computadorizada - TC ou ressonância magnética - RM) com contraste tenham uma acuidade diagnóstica elevada para cancro renal, a heterogeneidade destas lesões faz com que estes sejam incapazes de prever com segurança o comportamento do tumor. Deste modo a maior parte dos doentes é submetido a cirurgia eletiva e o diagnóstico definitivo é realizado após a análise anatomo-patológica. Assim, lesões renais benignas, só são diagnosticadas após a sua remoção cirúrgica.^{2,8}

A biópsia de massas renais (BMR) surge como uma ferramenta potencialmente segura e útil na caracterização destas lesões,^{7,9-13} tendo a sua utilização crescido nos últimos anos. Apesar de estar demonstrado que a BMR tem maior acuidade diagnóstica que o estudo imagiológico,¹⁰ esta ainda não é recomendada técnica de eleição e não é utilizada regularmente na maioria dos centros que tratam massas renais.¹⁴ O receio de complicações, de sementeira ou disseminação e baixa acuidade diagnóstica são apontados como os fatores da sua menor utilização. Contudo séries recentes mostram resultados animadores, e uma potencial mudança de paradigma.^{11,12,15}

Adicionalmente, a cirurgia renal está associada a morbilidade potencialmente importante, nomeadamente hemorragia (< 10%), insuficiência renal aguda (< 2%) e mortalidade peri-operatória relevante,^{16,17} ainda mais se for tido em considera-

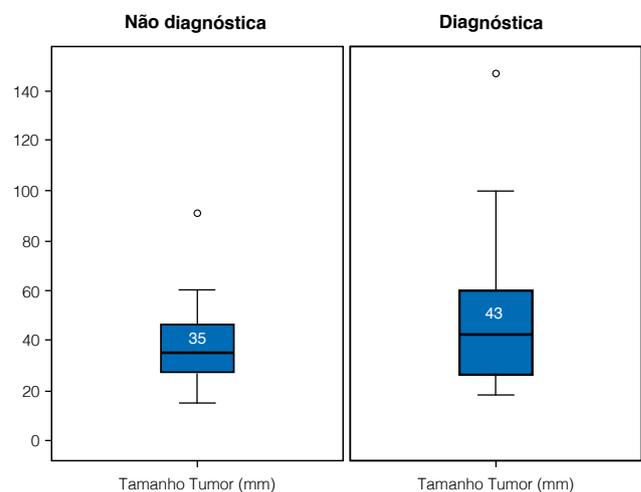


Figura 2: A distribuição dos tamanhos das massas renais de acordo com o tipo de biópsia revelou uma tendência estatística ($p = 0,097$).

ção que existem doentes com tumores benignos submetidos ao risco cirúrgico e anestésico desnecessariamente.⁸ A longo prazo, a cirurgia está relacionada aumento do risco de insuficiência renal crónica e doença cardiovascular.¹⁷

Assim, é importante definir um método de estratificação de risco pré-operatório das massas renais, que auxilie na decisão terapêutica. A BMR surge como a opção lógica na orientação pré-cirúrgica de massas renais.

Neste trabalho descrevemos a experiência do nosso centro na realização de BMR como meio auxiliar de decisão terapêutica.

**Tabela 1:** Características dos doentes e das massas renais das biópsias diagnósticas e não diagnósticas

Variável	Total (n=38)	Biópsias diagnósticas (n=29)	Biópsias não diagnósticas (n=9)	Valor de p
Idade, anos, média (\pm dp)	66,2 (\pm 11,6)	66,3 (\pm 12,1)	65,9 (\pm 10,8)	0,967
Género n (%)				
Masculino	20	16 (80%)	4 (20%)	0,358
Feminino	18	13 (72,2%)	5 (28,8%)	
Biópsia renal, n (%)				
Lado esquerdo	19	15 (78,9%)	4 (21,1%)	0,315
Lado direito	19	14 (73,6%)	5 (26,4%)	
Localização da lesão:				
1/3 superior	10	8 (80%)	2 (20%)	0,347
1/3 médio	10	8 (80%)	2 (20%)	
1/3 inferior	18	13 (72,2%)	5 (28,8%)	
Tamanho da massa renal (mm) média (\pm dp)	45,4 (\pm 26,2)	47,9 (\pm 28,5)	39,8 (\pm 20,2)	0,456
Aparência exofítica:				
Sim	30	23 (76,6%)	7 (23,4%)	0,157
Não	8	6 (75%)	2 (25%)	
Nº de cores da biópsia				
2	10	8 (80%)	2 (20%)	0,179
3	28	21 (75%)	7 (25%)	

Material e Métodos

DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Foi realizado um estudo observacional analítico prospetivo realizado no Serviço de Urologia do Hospital de Braga, submetido a aprovação pela Comissão de Ética institucional. Foram incluídos todos os doentes adultos submetidos a BMR por massa renal sólida detetada por estudo imagiológico (TC e/ou RM), constituindo estes os únicos critérios de inclusão. Não foram definidos critérios de exclusão. Os doentes com lesões quísticas ou suspeitas de neoplasia urotelial não foram submetidos a biópsia e, portanto, não foram incluídos neste estudo.

RECOLHA DE INFORMAÇÃO

A recolha de dados, decorreu no período entre julho de 2014 e maio de 2016, através da consulta do processo clínico eletrónico e dos registos de enfermagem.

Foram registadas as características demográficas (idade, sexo), terapêutica prévia, características da lesão (lateralidade, localização, tamanho, aparência exofítica, histologia da biópsia e da peça cirúrgica, grau de Fuhrman, tipo de imagem de deteção da lesão), e características do procedimento (número de cores de biópsia), e tipo de intervenção subsequente.

Foram também registadas as complicações pós-biópsia através da classificação de Clavien-Dindo,¹⁸ bem como o tipo de complicação e terapêutica instituída.

TÉCNICA DA BIÓPSIA

Todos as biópsias foram realizadas por médicos do serviço de urologia sob a orientação de imagem (TC ou ecografia). As biópsias foram realizadas usando anestesia local e agulha de 16 Gauge. O número de amostras colhidas (2 ou 3 cores) foi decidida pelo médico mediante a qualidade macroscópica do fragmento obtido.

AVALIAÇÃO ANATOMOPATOLÓGICA

A histologia do tumor foi determinada de acordo com a metodologia usada pelo serviço de Anatomia Patológica da unidade hospitalar e estando de acordo com a classificação da Organização Mundial da Saúde.¹ Estudos específicos de imuno-histoquímica foram realizados a critério do anatomopatologista.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DA INFORMAÇÃO RECOLHIDA

O tratamento estatístico dos dados recolhidos foi realizado através do programa IBM® SPSS® STATISTICS, v23.0. Calcularam-se as medidas de tendência central e de dispersão para as variáveis contínuas e as frequências absolutas e relativas para as variáveis categóricas. Os valores de p foram calculados através do teste qui-quadrado para as variáveis categóricas, do teste *One Way ANOVA* e *t-Student* para as variáveis contínuas com distribuição normal, e do teste de Kruskal-Wallis e U de Mann-Whitney para as variáveis contínuas com dis-



tribuição não normal. Foram efetuadas regressão logística multivariáveis. Rejeitou-se a hipótese nula quando o nível de significância (p) foi inferior a 0,05.

Resultados

Foram incluídos no estudo 38 doentes. A biópsia foi diagnóstica em 29 (76,3%) casos. Das 29 biópsias diagnósticas, 23 (79,3%) revelaram histologia maligna e seis (21,7%) histologia benigna (Fig. 1). Dos doentes com biópsia não diagnóstica, quatro foram submetidos a uma segunda biópsia, tendo esta sido diagnóstica em dois (50%) dos casos.

Dos nove doentes com biópsia não diagnóstica, sete foram submetidos a nefrectomia e constatou-se neoplasia maligna em cinco casos e benigna em dois casos. Nos dois doentes restantes foi decidido vigilância imagiológica apertada.

Em 37 doentes a biópsia foi eco-guiada e num paciente foi guiada por TC.

Das 23 biópsias que revelaram histologia maligna, nove (39,1%) corresponderam a CCR células claras, oito (34,8%) a CCR papilar, quatro (17,4) a CCR cromóforo, e dois (8,7%) a CCR não classificado. Nas 6 biópsias com histologia benigna, esta correspondeu a oncocitoma em 100% dos casos.

As características demográficas e das lesões renais estão resumidas nas Tabelas 1 e 2. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para as variáveis representadas na Tabela entre as biópsias diagnósticas e não diagnósticas.

Dos 38 doentes que realizaram biópsia, 26 (68,4%) foram submetidos a nefrectomia, um (2,6%) realizou crioablação, um (2,6%) ablação por radiofrequência, cinco (13,2%) ficaram em vigilância imagiológica periódica, três (7,9%) tiveram alta da consulta de urologia. Em dois doentes (5,3%) foram diagnosticadas metástases no estadiamento oncológico, tendo sido orientados para tratamento sistémico.

Assim, dos doentes potencialmente elegíveis para tratamento curativo com diagnóstico apenas por imagem (36, excluindo os dois doentes com metástases), oito (22,2%) não foram submetidos a tratamento invasivo. De referir que para além dos seis doentes diagnosticados com oncocitoma em biópsia, nos dois casos de biópsia não diagnóstica após repetição, foi definida vigilância imagiológica por se tratarem de massas renais pequenas e doentes com idade avançada.

Vinte e seis peças de nefrectomia foram analisadas histologicamente. Destas, duas mostraram oncocitoma e 24 tumores malignos, nove CCR células claras, cinco CCR papilar tipo 1, seis CCR papilar tipo 2, três CCR cromóforo e um CCR não classificado.

A classificação histológica de acordo com o grau de Fuhrman e a sistema internacional TMN, quando disponibilizados, estão resumidos na Tabela 2.

Relativamente à acuidade diagnóstica das biópsias efetu-

Tabela 2: Classificação histológica de acordo com o grau de Fuhrman e a sistema internacional TMN

Grau de Fuhrman (n=38)	n (%)
1	2
2	12
3	3
4	1
Sem informação	20 (52,6%)

Estadiamento TNM (n=38)	n (%)
pT1a Nx	5 (31,3)
pT1b Nx	7 (43,8)
pT2a Nx	3 (18,8)
pT1b Nx	1 (6,3)
Sem informação	22 (57,9%)

das, a percentagem de concordância foi de 80% ($K = 0,690$ com $p < 0,001$). Nos casos em a histologia da biópsia definiu o sub-tipo histológico a percentagem de concordância foi de 100% com a peça histológica da cirurgia ($K = 1,000$; $p < 0,001$).

O tamanho da massa renal não influenciou significativamente a capacidade diagnóstica da biópsia, contudo existiu uma tendência para massas maiores terem maior probabilidade de fornecerem fragmentos com possibilidade de serem diagnósticos (Fig. 2 e Tabela 3).

Foi efetuada uma regressão logística multivariada de alguns preditores de biópsia diagnóstica, tendo sido encontradas algumas tendências estatísticas, apresentadas na Tabela 3. No entanto nenhuma conclusão definitiva pode ser feita.

Em dois (5,3%) doentes submetidos a biópsia registram-se complicações. Em Ambos a complicação foi o hematoma um subcapsular renal, tendo sido tratados conservadoramente, correspondendo assim a grau 1 de classificação de Clavien-Dindo. Estes dois doentes tinham sido submetidos a biópsia do 1/3 superior do rim.

Discussão

A relação risco/benefício da BMR pré-decisão terapêutica é atualmente um ponto de intensa discussão, contudo existe um número crescente de publicações em favor da sua realização.¹¹

**Tabela 3:** Regressão logística multivariada de alguns preditores de biópsia diagnóstica

Variável	Odds Ratio	IC 95%	Valor p
Idade (por cada ano de aumento)	0,970	0,893 – 1,054	0,472
Género (feminino <i>versus</i> masculino)	1,220	0,213 – 6,995	0,823
Lateralidade (esquerda <i>versus</i> direita)	0,520	0,105 – 2,583	0,424
Localização	6,796	0,424 – 108,894	0,176
Superior <i>versus</i> média Superior <i>versus</i> inferior	0,800	0,112 – 5,744	0,825
Tamanho do tumor (por cada mm de aumento)	1,022	0,985 – 1,060	0,251
Aparência exofílica (sim <i>versus</i> não)	0,594	0,040 – 8,885	0,706

No nosso estudo, a BMR mostrou uma acuidade diagnóstica de 76,3%, o que vai de encontro a estudos previamente documentados de séries de experiência inicial,¹⁹ tratando-se da normal curva de aprendizagem do urologista e do Anatomopatologista. A percentagem de massas benignas detetadas foi de 21,7%, o que também está de acordo com o descrito em trabalhos prévios.^{19,20} Porém na maioria desses estudos as massas renais abordadas são inferiores a 4 cm. Na nossa série seis doentes foram diagnosticados com oncocitoma renal e foi evitada cirurgia desnecessária. A elevada taxa de casos de oncocitoma na nossa série deve-se provavelmente ao facto de o Urologista assistente orientar o doente com maior probabilidade para biópsia nos casos em que a suspeita imagiológica de oncocitoma era significativa.

A concordância global entre os resultados da biópsia e da amostra cirúrgica foi 80% para os diferentes subtipos histológicos de cancro renal, o que corresponde a uma acuidade diagnóstica moderadamente alta, também concordante com estudos semelhantes.¹⁹ Trabalhos mais recentes, referentes a séries de elevado volume, descrevem níveis de concordância superiores, entre 86% e 100%.^{21,22} Os estudos existentes que descreveram baixa sensibilidade e especificidade para a BMR baseiam-se em séries de casos com utilização de agulha fina ao invés da atual “*core biopsy*”. Esta última, permite a análise adicional da arquitetura do tecido, elevando assim a sua sensibilidade e especificidade. Assim, as recomendações atuais são para a realização de “*core biopsy*” sempre que se realize uma biópsia renal.^{11,12,15,23}

Neste estudo não foi avaliado a concordância relativamente ao grau de Fuhrman, contudo esta análise deverá ser realizada futuramente. Um menor grau concordância tem sido sugerido²² possivelmente devido ao facto de as massas renais serem na sua maioria heterogêneas.

Assim, tendo em conta que a prevalência de massas renais benignas é elevada (podendo chegar a ser responsáveis por até 25% das nefrectomias atualmente realizadas), a BMR poderá ter lugar para evitar a realização de procedimentos desnecessários.²⁰ Adicionalmente, a Associação Europeia de Urologia recomenda atualmente que em doentes cujo diagnóstico histológico da biópsia seja oncocitoma, este seja o considerado diagnóstico definitivo e a decisão clínica seja em função deste mesmo diagnóstico.³

O nosso estudo revelou uma baixa taxa de complicações e de baixa gravidade, o que vai de encontro ao descrito por outros autores^{5,20,21} Entre as possíveis complicações da BMR estão a hemorragia, disseminação do tumor ao longo do trajeto da agulha de biópsia, infeção, pneumotórax e fístula arteriovenosa.² A complicação mais frequente é a hemorragia, contudo na maioria dos casos esta ocorre sem manifestação clínica e é autolimitada,^{7,9,10} e podendo estar relacionada com diâmetros da agulha superiores a 19G.¹⁰ Relativamente à complicação mais temida, a disseminação do tumor, a maioria dos trabalhos recentes desmistificou este assunto, provando que a taxa de disseminação pela agulha é desprezível.^{7,9} Complicações severas como hematúria macroscópica persistente, hemorragia retroperitoneal com necessidade de transfusão sanguínea e fístulas arteriovenosas são também muito raras (< 1%).⁷ A ocorrência de complicações ≥ 2 na classificação de Clavien-Dindo¹¹ é cerca de 1%, não se tendo verificado nenhuma na nossa série.

Embora encorajadores estes resultados devem ser interpretados com cautela pela natureza retrospectiva do estudo e pelo facto da amostra ser pequena. Algumas variáveis que influenciam o sucesso da biópsia, como a experiência do operador e considerações tecnológicas imagiológicas e dos equipamentos, não foram controladas. Nenhuma confir-



mação cirúrgica foi realizada para as biópsias benignas. É do nosso entendimento que a repetição da biópsia deve ser encarada como rotina em casos não diagnósticos na primeira biópsia, o que não aconteceu em todos os pacientes incluídos neste trabalho.

Finalmente, no futuro, novas técnicas de imagem e avanços de técnicas de diagnóstico histológico podem melhorar a acuidade das BMR, tal como o uso de novos protocolos de imagem, colorações adjuvantes em histologia, o uso de marcadores moleculares.^{24,25} A avaliação molecular como rotina nas biópsias de massas malignas, tal como já realizado em outras neoplasias, terá certamente lugar na prática clínica, podendo fornecer traços moleculares específicos que prevejam a agressividade biológica e assim permitir a escolha da melhor estratégia terapêutica.^{26,27}

Conclusão

A biópsia de massas renais mostrou elevada acuidade diagnóstica e segurança, permitindo evitar a realização de cirurgias desnecessárias. A avaliação de massas renais com biópsia prévia à cirurgia poderá constituir a prática clínica *standard* futura. ●

Responsabilidades Éticas

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse na realização do presente trabalho.

Fontes de Financiamento: Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

Protecção de Pessoas e Animais: Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial.

Confidencialidade dos Dados: Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de doentes.

Ethical Disclosures

Conflicts of interest: The authors report no conflict of interest. Funding sources: No subsidies or grants contributed to this work.

Financing Support: This work has not received any contribution, grant or scholarship. Protection of Human and Animal Subjects: The authors declare that the procedures followed were in accordance with the regulations of the relevant clinical research ethics committee and with those of the Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki).

Confidentiality of Data: The authors declare that they have followed the protocols of their work center on the publication of patient data.

*Corresponding Author/*Autor Correspondente:

Paulo Mota

Morada: R. das Sete Fontes, 4710 Braga

E-mail: mota.paulo@med.uminho.pt

Recebido/Received: 2017-05-29

Aceite/Accepted: 2018-04-01

REFERÊNCIAS

- Eble JN, Epstein JI, Sesterhenn IA. Pathology and genetics of tumours of the urinary system and male genital organs. In: WHO classification of tumours. Lyon: IARC Press; 2004.
- Wein AJ, Kavoussi LR, Partin AW, Peters C, Campbell MF, Walsh PC. Campbell-Walsh urology. 11th ed. Philadelphia: Elsevier; 2016.
- Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S, Dabestani S, Hofmann F, Hora M, et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update. *Eur Urol*. 2015; 67:913-24.
- Volpe A, Panzarella T, Rendon RA, Haider MA, Kondylis FI, Jewett MA. The natural history of incidentally detected small renal masses. *Cancer*. 2004; 100:738-45.
- Vasudevan A, Davies RJ, Shannon BA, Cohen RJ. Incidental renal tumours: the frequency of benign lesions and the role of preoperative core biopsy. *BJU Int*. 2006; 97:946-9.
- Kunkle DA, Egleston BL, Uzzo RG. Excise, ablate or observe: the small renal mass dilemma--a meta-analysis and review. *J Urol*. 2008; 179:1227-33; discussion 33-4.
- Remzi M, Marberger M. Renal tumor biopsies for evaluation of small renal tumors: why, in whom, and how? *Eur Urol*. 2009; 55:359-67.
- Remzi M, Katzenbeisser D, Waldert M, Klingler HC, Susani M, Memarsadeghi M, et al. Renal tumour size measured radiologically before surgery is an unreliable variable for predicting histopathological features: benign tumours are not necessarily small. *BJU Int*. 2007; 99:1002-6.
- Zhang L, Li XS, Zhou LQ. Renal Tumor Biopsy Technique. *Chin Med J*. 2016; 129:1236-40.
- Lane BR, Samplaski MK, Herts BR, Zhou M, Novick AC, Campbell SC. Renal mass biopsy--a renaissance? *J Urol*. 2008; 179:20-7.
- Marconi L, Dabestani S, Lam TB, Hofmann F, Stewart F, Norrie J, et al. Systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy of percutaneous renal tumour biopsy. *Eur Urol*. 2016; 69:660-73.
- Volpe A, Kachura JR, Geddie WR, Evans AJ, Gharajeh A, Saravanan A, et al. Techniques, safety and accuracy of sampling of renal tumors by fine needle aspiration and core biopsy. *J Urol*. 2007; 178:379-86.
- Wang R, Wolf JS, Wood DP, Higgins EJ, Hafez KS. Accuracy of percutaneous core biopsy in management of small renal masses. *Urology*. 2009; 73:586-90; discussion 90-1.
- Barwari K, de la Rosette JJ, Laguna MP. The penetration of renal mass biopsy in daily practice: a survey among urologists. *J Endourol*. 2012; 26:737-47.
- Caoili EM, Bude RO, Higgins EJ, Hoff DL, Nghiem HV. Evaluation of sonographically guided percutaneous core biopsy of renal masses. *AJR Am J Roentgenol*. 2002; 179:373-8.
- Gill IS, Kavoussi LR, Lane BR, Blute ML, Babineau D, Colombo JR, et al. Comparison of 1,800 laparoscopic and open partial nephrectomies for single renal tumors. *J Urol*. 2007; 178:41-6.
- Lesage K, Joniau S, Fransis K, Van Poppel H. Comparison between open partial and radical nephrectomy for renal tumours: perioperative outcome and health-related quality of life. *Eur Urol*. 2007; 51:614-20.
- Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg*. 2009; 250:187-96.
- Leveridge MJ, Finelli A, Kachura JR, Evans A, Chung H, Shiff DA, et al. Outcomes of small renal mass needle core biopsy, nondiagnostic percutaneous biopsy, and the role of repeat biopsy. *Eur Urol*. 2011; 60:578-84.
- Richard PO, Jewett MA, Bhatt JR, Kachura JR, Evans AJ, Ziotta AR, et al. Renal Tumor Biopsy for Small Renal Masses: A Single-center 13-year Experience. *Eur Urol*. 2015; 68:1007-13.
- Volpe A, Finelli A, Gill IS, Jewett MA, Martignoni G, Polascik TJ, et al. Rationale for percutaneous biopsy and histologic characterisation of renal tumours. *Eur Urol*. 2012; 62:491-504.
- Millet I, Curros F, Serre I, Taourel P, Thuret R. Can renal biopsy accurately predict histological subtype and Fuhrman grade of renal cell carcinoma? *J Urol*. 2012; 188:1690-4.
- Campbell SC, Novick AC, Herts B, Fischler DF, Meyer J, Levin HS, et al. Prospective evaluation of fine needle aspiration of small, solid renal masses: accuracy and morbidity. *Urology*. 1997; 50:25-9.
- Barocas DA, Rohan SM, Kao J, Gurevich RD, Del Pizzo JJ, Vaughan ED, Jr., et al. Diagnosis of renal tumors on needle biopsy specimens by histological and molecular analysis. *J Urol*. 2006; 176:1957-62.
- Barocas DA, Mathew S, DelPizzo JJ, Vaughan ED, Jr., Sosa RE, Fine RG, et al. Renal cell carcinoma sub-typing by histopathology and fluorescence in situ hybridization on a needle-biopsy specimen. *BJU Int*. 2007; 99:290-5.
- Takahashi M, Rhodes DR, Furge KA, Kanayama H, Kagawa S, Haab BB, et al. Gene expression profiling of clear cell renal cell carcinoma: gene identification and prognostic classification. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2001; 98:9754-9.
- Lane BR, Li J, Zhou M, Babineau D, Faber P, Novick AC, et al. Differential expression in clear cell renal cell carcinoma identified by gene expression profiling. *J Urol*. 2009; 181:849-60.