

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
(UNIRIO)

VINICIUS CABRAL FARIA

CISTOSCOPIA VIRTUAL TRIDIMENSIONAL: UMA AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA PARA ESTENOSES DE URETRA.

Rio de Janeiro
2025

VINICIUS CABRAL FARIA

CISTOSCOPIA VIRTUAL TRIDIMENSIONAL: UMA AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA PARA ESTENOSES DE URETRA.

Projeto de adequação tecnológica de Mestrado Profissional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Medicina, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Medicina – área de concentração: Técnicas videoassistidas e minimamente invasivas.

Orientador: DR. ANDRÉ GUILHERME LAGRECA DA COSTA CAVALCANTI

Rio de Janeiro
2025

Catalogação informatizada pelo(a) autor(a)

C224 Cabral Faria, Vinicius
Cistoscopia virtual tridimensional: uma avaliação não invasiva para estenoses de uretra / Vinicius Cabral Faria. -- Rio de Janeiro : UNIRIO, 2025.
28

Orientador: André Guilherme Lagreca da Costa Cavalcanti.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em , 2025.

1. Reconstrução tridimensional. 2. Estenose de Uretra. 3. Ressonância. I. Lagreca da Costa Cavalcanti, André Guilherme, orient. II. Título.

VINICIUS CABRAL FARIA

CISTOSCOPIA VIRTUAL TRIDIMENSIONAL: UMA AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA PARA ESTENOSES DE URETRA.

Projeto de adequação tecnológica de Mestrado Profissional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Medicina, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Medicina – área de concentração: Técnicas videoassistidas e minimamente invasivas.

Aprovada em

_____

Prof. Dr. André Guilherme Lagreca da Costa Cavalcanti (Orientador)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

_____

Prof. Dr. Maurício Rubinstein
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

_____

Prof. Dr. Juan Renteria
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uretroscopia convencional 10
Figura 2 - Uretrocistografia Retrógrada 11
Figura 3 - Uretrocistografia Retrógrada 12
Figura 4 - Ultrassonografia 13
Figura 5 - Tomografia Computadorizada 13
14
17
18
19

Figura 6 - Uretroressonância 20
Figura 7 - Uretroressonância 20
Figura 8 - Navegação Uretral 24
Figura 9 - Reconstrução tridimensional .....
Figura 10 - Reconstrução tridimensional .....
Figura 11 - Navegação Uretral .....
Figura 12 - Navegação Uretral .....

LISTA DE VÍDEOS

Vídeo 1 ..... **18**
Vídeo 2 ..... **18**
Vídeo 3 ..... **18**

RESUMO

INTRODUÇÃO: Com uma prevalência global estimada em 0,6%, a estenose de uretra emerge como uma preocupação significativa de saúde pública, afetando aproximadamente 1 em cada 200 homens. Dentre os possíveis métodos diagnósticos temos exames como a uretrocistoscopia convencional, a uretrocistografia e, mais recentemente, a uretrorresonância magnética. Na busca de melhores métodos diagnósticos, a cistoscopia virtual tridimensional, assim como a reconstrução tridimensional, surge como uma alternativa não invasiva de avaliação de patologias uretrais, podendo auxiliar no diagnóstico e programação cirúrgica de possíveis correções de tais patologias.

MÉTODOS: Foram reconstruídas, através do software Slicer3D, 12 ressonâncias magnéticas funcionais de uretra. Através dessa reconstrução foi realizada a navegação uretral como uma uretroscopia e visualizadas suas alterações patológicas, além da reconstrução de suas estruturas adjacentes.

RESULTADOS: A reconstrução tridimensional das imagens foi realizada com sucesso em todos os 12 casos, permitindo a visualização detalhada da uretra e

das estruturas adjacentes. Em 6 dos 12 casos foram identificadas estenoses de uretra, com precisão total em relação à localização e extensão das estenoses quando comparadas com a ressonância respectiva. Adicionalmente, a técnica possibilitou a identificação de alterações nas estruturas adjacentes.

CONCLUSÃO: Concluímos que a reconstrução das ressonâncias e sua navegação mostrou viabilidade como um método não invasivo auxiliar ao diagnóstico das estenoses de uretra, mostrando com acurácia o local da estenose e as estruturas adjacentes, auxiliando, assim, em uma possível programação cirúrgica dos casos.

Palavras-chave: cistoscopia virtual, estenose de uretra, uretra, uretroscopia, Reconstrução virtual, ressonância magnética, uretrorresonância.

ABSTRACT

INTRODUCTION: With an estimated global prevalence of 0.6%, urethral stricture is a significant public health concern, affecting approximately 1 in 200 men. Among the possible diagnostic methods are conventional uretroscopy, urethrocystography, and more recently, urethral magnetic resonance imaging. In the search for better diagnostic methods, three-dimensional virtual cistoscopy, as well as three-dimensional reconstruction, emerge as non-invasive alternatives for the evaluation of urethral pathologies, potentially aiding in the diagnosis and surgical planning of these conditions.

METHODS: Twelve functional magnetic resonance images of the urethra were reconstructed using the Slicer3D software. Through this reconstruction, urethral navigation was performed similarly to a uretroscopy, allowing the visualization of pathological alterations as well as adjacent structures.

RESULTS: The three-dimensional reconstruction of the images was successfully completed in all 12 cases, allowing detailed visualization of the urethra and adjacent structures. In 6 of the 12 cases, urethral strictures were identified with complete accuracy regarding the location and extent of the strictures when compared to the diagnoses obtained by its MRI. Additionally, the technique enabled the identification of changes in adjacent structures.

CONCLUSION: We concluded that the reconstruction of the MRI images and their navigation proved viable as a non-invasive method to assist in the diagnosis of urethral strictures, accurately showing the location of the stricture and adjacent structures, thus aiding in the possible surgical planning of cases.

Keywords: Virtual cystoscopy, urethral stricture, urethra, uretroscopy, virtual reconstruction, magnetic resonance.

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

Abreviação/ Sigla	**Significado**

EU	Estenose Uretral
UCGRM	Uretroscistografia Retrógrada e Miccional
ITU	Infecção do trato urinário
RNM	Ressonância Magnética
URNM	Uretrorresonância
USG	Ultrassonografia
URS	Uretrocistoscopia
TC	Tomografia Computadorizada
RVT	Reconstrução virtual tridimensional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

..

2. OBJETIVOS 15

.

3. MATERIAIS E MÉTODOS 16

4. RESULTADOS 18

. 21

5. DISCUSSÃO 25

6. CONCLUSÃO 26

.

7. BIBLIOGRAFIA .....

..

1. INTRODUÇÃO.

A estenose uretral (EU) é definida como um estreitamento patológico da uretra, representando um desafio significativo na prática médica e, especialmente, no âmbito urológico, com importantes impactos na qualidade de vida dos pacientes e familiares. A prevalência global desta condição é estimada em 0,6%, afetando a proporção de 1 em cada 200 homens, com uma incidência mais elevada em indivíduos acima dos 55 anos.[1]

No Brasil, quando falamos sobre as principais causas da EU, a etiologia mais comum é iatrogênica (43,4%), seguida por idiopática (21,7%), trauma (21,5%) e inflamatória (13,7%). Das causas iatrogênicas, 59% foram secundárias à instrumentação uretral (60% por cateterização uretral e 40% por procedimentos transuretrais), 24,8% por outros procedimentos (prostatectomia, radioterapia, postectomia etc.) e 16,2% por falhas em reparos de hipospadia.[2]

O diagnóstico da EU inicia-se com uma avaliação dos sintomas e o exame físico genital. Havendo suspeita clínica, podemos solicitar inicialmente uma uretrocistoscopia (Figura 1) ou uma uretrocistografia retrógrada e miccional (UCGRM) (Figura 2). [3]

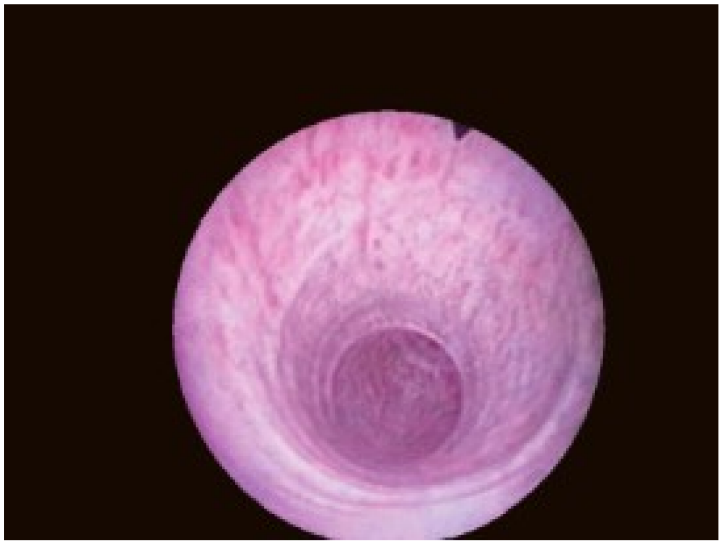


Figura 1 - Uretroscopia convencional.

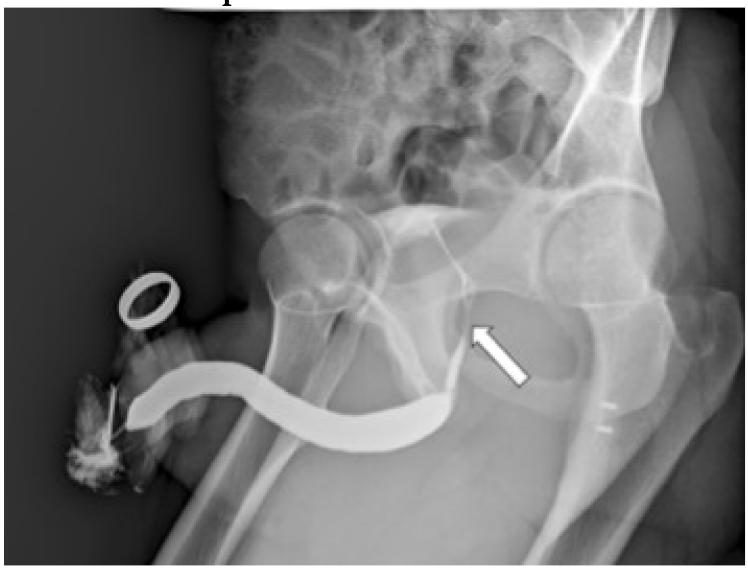


Figura 2 - Uretrocistografia Retrógrada.

Uma adequada avaliação por métodos de imagem é fundamental não apenas na confirmação diagnóstica de uma EU, mas também no planejamento cirúrgico do tratamento. Informações precisas sobre a exata localização da estenose, seu comprimento, calibre uretral e a extensão do processo fibrótico ao tecido esponjoso peri-uretral são fundamentais na decisão sobre a técnica cirúrgica a ser empregada no tratamento.

A UCGRM ainda pode ser considerada o padrão no diagnóstico e no planejamento cirúrgico de pacientes com EU. O método diagnóstico consiste em injetar material radiopaco através do meato uretral utilizando

uma sonda normalmente acoplada na fossa navicular. O referido material expande a uretra, permitindo a visualização de estreitamentos por toda a estrutura após uma radiografia simples. Após esta fase, é realizado um enchimento da bexiga com este mesmo material radiopaco e solicitado que o paciente urine, fase na qual é possível visualizar com melhor precisão o colo vesical e a uretra posterior. (Figura 3)[4]



Figura 3 - Uretrocistografia retrógrada.

Não há contraindicações absolutas encontradas na literatura médica para esses exames. No entanto, algumas contraindicações relativas são consensuais: gravidez, ITU (a profilaxia com antibióticos deve ser considerada em pacientes com histórico de ITU, e se houver uma infecção ativa, o adiamento do exame é aconselhado), instrumentação recente e alergia ao contraste iodado, especialmente se houver extravasamento de contraste da uretra ou bexiga. Complicações decorrentes do meio de contraste são raras, apesar disso, podem ocorrer complicações relacionadas à técnica, como trauma uretral, extravasamento de contraste e hematúria. [5]

Entre outros métodos diagnósticos da EU é válido citar também a ultrassonografia (USG) e a tomografia (TC).

A USG é feita de forma semelhante à UCGRM, pois, assim como nesta técnica, é colocada uma sonda Foley no meato uretral e fixada através do balonete na fossa navicular. Em seguida, são injetados pela sonda cerca de 100 ml de uma solução de NaCl 0,9%, enquanto um probe linear de alta frequência (15–18 MHz) é colocado no segmento ventral do pênis para visualização dos eixos axial e longitudinal, e um probe de 9 – 12 MHz na região perineal para visualização da uretra bulbar, a fim de se averiguar possíveis estreitamentos patológicos. (Figura 4). [7]



Figura 4 – Ultrassonografia.

A TC se utiliza da mesma técnica. Nela, o paciente é mantido em decúbito dorsal e injetado material radiopaco durante a obtenção das imagens (normalmente em cortes finos de 1-3 mm). Assim como na UCGRM, há segmento miccional, solicitando-se ao paciente a micção durante a realização da tomografia. (Figura 5) [4]

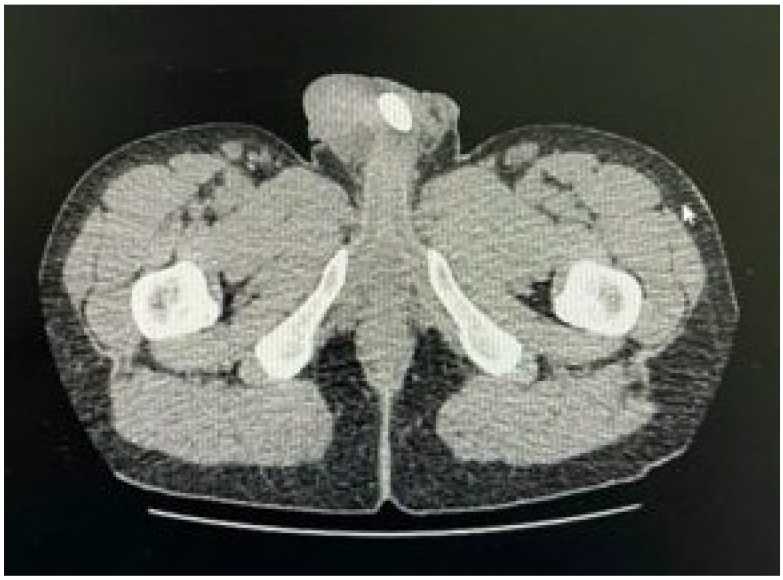


Figura 5 - Tomografia Computadorizada.

A avaliação adequada da patologia é crucial para um manejo clínico eficaz, visando diminuir complicações como retenção urinária e infecções recorrentes do trato urinário. Atualmente a Uretrorresonância (URNM) tem surgido como uma opção menos invasiva, permitindo uma adequada e detalhada visão da anatomia uretral e de suas estruturas adjacentes [9] (Figura 6).

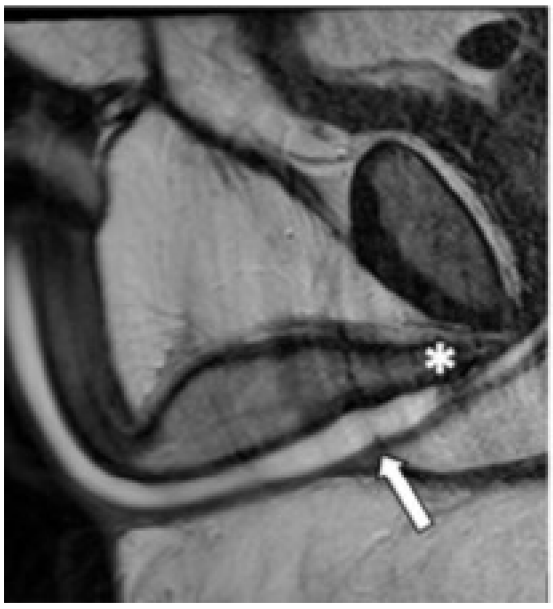


Figura 6 – Uretrorresonância.

Técnicas de reconstrução tridimensional virtual (RTV) a partir de imagens de USG, TC e RNM vêm sendo utilizadas para diversos propósitos diagnósticos e de planejamento cirúrgico. Tais ferramentas têm permitido uma visualização mais detalhada das estruturas anatômicas.

No contexto oncológico, a RTV já é amplamente utilizada no manejo de tumores renais. Estudos como o de Porpiglia et al. demonstraram que a reconstrução 3D de imagens de TC auxilia no planejamento de nefrectomias parciais, impactando positivamente na redução de margens cirúrgicas. [10]

É válido citar, ainda, pesquisas como aquelas conduzidas por Werner et al.que exploraram a navegação virtual utilizando a RTV em casos de obstruções de trato inferior em fetos. Tal método permitiu uma avaliação precisa da anatomia urinária fetal, possibilitando, por conseguinte, uma intervenção minimamente invasiva e mais precisa. [11]

2.OBJETIVOS.

Avaliar a viabilidade técnica da cistoscopia virtual tridimensional como uma ferramenta não invasiva para o diagnóstico de EU, utilizando a reconstrução tridimensional de imagens da RNM.

3. MATERIAIS E MÉTODOS.

Para este estudo foram selecionadas retrospectivamente 12 URNM obtidas através do banco de dados do serviço de radiologia da Rede Dasa (Diagnósticos da América). A idade dos pacientes variou de 30 a 65 anos, sendo a média de 55 anos. Dos 12 exames, 6 apresentavam estenoses de uretra bulbar de etiologia idiopática confirmadas por diagnóstico radiológico prévio e utilizaram a RNM para melhor planejamento cirúrgico; os outros 6 exames foram considerados sem alterações, porém com suspeita clínica de EU. Os pacientes foram selecionados com base em critérios de inclusão que consideravam a presença de ressonâncias magnéticas de alta qualidade, realizadas com protocolos específicos para avaliação da uretra, e a seleção do banco de imagens foi realizada com a anuência do serviço de radiologia da Rede Dasa e do Comitê de Ética do Hospital Universitário Gaffreé e Guinle/HUGG/UNIRIO (CAAE: 81984524.4.0000.5258).

As imagens de ressonância magnética foram adquiridas por meio de um scanner de ressonância magnética de alta resolução da marca Siemens, modelo Magnetom Aera 1.5T, com capacidade de 1,5 tesla.

Para a realização da URNM, além do acesso venoso para administração de gadolínio intravenoso, procedeu-se a uma assepsia da glande e do restante do pênis. Em seguida, foram instilados 20 a 40 ml de gel de lidocaína à 2% (20 mg/ml) pelo meato uretral utilizando-se uma seringa de 60 ml, um injetor ou um cateter urinário. Após a introdução do gel, foi colocada uma gaze estéril firme na glande, impedindo que o material saísse pelo meato e mantendo-se a expansão das estruturas uretrais. Ato contínuo, foi realizada a captura das imagens da primeira fase. Logo após a captura inicial, foi solicitado que o paciente realizasse uma micção espontânea para a captura da fase miccional. Foram utilizadas sequências multiplanares pesadas em T1 e T2, com e sem supressão de gordura, e

sequências dinâmicas pesadas em T2 no plano sagital, em repouso e durante esforço miccional. Após a administração endovenosa de gadolínio, foram obtidas imagens pesadas em T1 com supressão de gordura no plano sagital. (Figura 7)

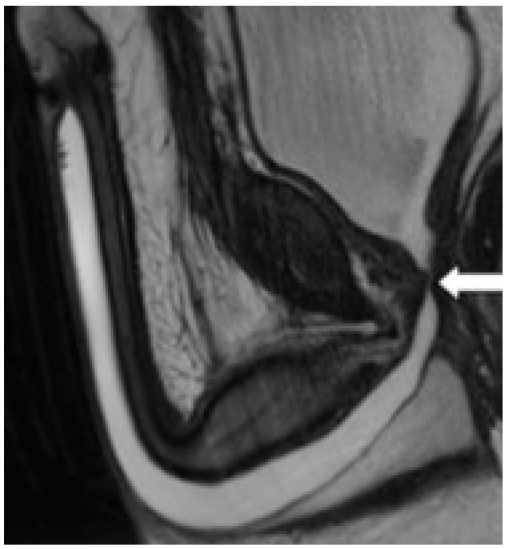


Figura 7 – Uretrorresonância.

Os dados de imagem DICOM da RNM foram exportados para o *software* Slicer 3D (version 5.6.2, Slicer Organization, Boston, MA, USA) para a reconstrução tridimensional das estruturas uretrais.

O Slicer 3D, *software* utilizado neste estudo, é uma plataforma de código aberto amplamente utilizada para visualização, análise e reconstrução de imagens médicas tridimensionais de RNM, TC e USG. O processamento das imagens seguiu as etapas de importação de dados da RNM no formato DICOM; segmentação utilizando ferramentas semiautomáticas para isolar os tecidos de interesse (uretra, próstata, corpo cavernoso e bexiga) e segmentação manual em áreas mais complexas; reconstrução tridimensional das estruturas segmentadas com renderização em tempo real; e navegação virtual utilizando módulos do *software* que simulou uma uretrocistoscopia convencional. Salienta-se, no ponto, que os modelos em questão foram reconstruídos e avaliados por dois urologistas experientes, garantindo os detalhes anatômicos essenciais.

Após a reconstrução tridimensional, os modelos virtuais das uretras foram navegados por meio das ferramentas de visualização do Slicer 3D. Referida navegação virtual foi realizada de maneira semelhante a uma uretrocistoscopia convencional.

Durante a navegação virtual, foram registradas observações detalhadas das características morfológicas da uretra, incluindo a localização e a extensão das estenoses. Efetuou-se, ainda, a comparação com as imagens da própria ressonância. **(Vídeo 1)** [12]

4. RESULTADOS.

Todas as 12 ressonâncias magnéticas funcionais de uretra foram reconstruídas com sucesso utilizando-se o software Slicer3D. As reconstruções tridimensionais permitiram a visualização detalhada da uretra e das estruturas adjacentes, incluindo o corpo cavernoso, a próstata e a bexiga. A segmentação anatômica foi realizada com precisão, proporcionando imagens claras e definidas. Os exames, conforme ressaltado, foram avaliados por dois urologistas experientes, a confirmar a qualidade técnica e acurada dos resultados.

A navegação virtual da uretra foi realizada em todos os casos, simulando com sucesso uma uretrocistoscopia convencional. Em 6 dos 12 exames não foram visualizados estreitamentos uretrais durante a navegação, assim como não foram visualizados na RNM, confirmando a normalidade do resultado. **(Vídeo 2)**[13]

Nos outros 6 exames foram identificadas estenoses de uretra. Tais estenoses foram visualizadas como estreitamentos significativos da uretra, com extensão e localização variando entre os pacientes. **(Vídeo 3)**[14]



Figura 8 - Navegação evidenciando estenose de uretra na porção bulbar.

As estenoses estavam localizadas na porção bulbar e membranosa da uretra em todos os 6 casos.



Figura 9 - Reconstrução evidenciando estenose de uretra na porção bulbar.



Figura 10 - Reconstrução de paciente com cistostomia.

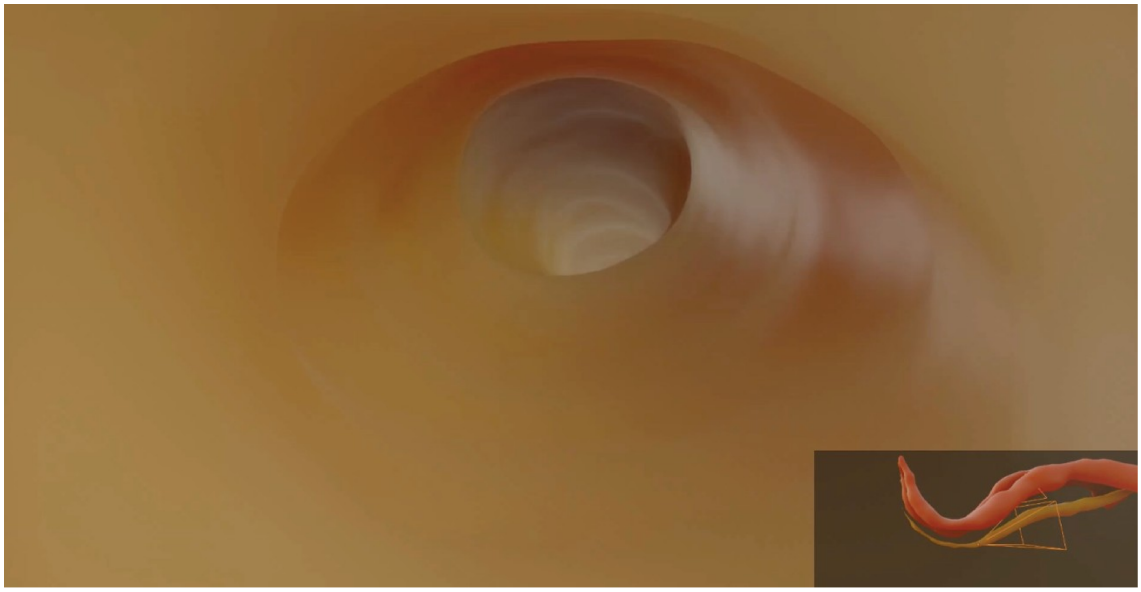


Figura 11 - Navegação uretral.

5. DISCUSSÃO.

A avaliação da estenose uretral por métodos de imagem é extremamente importante para o planejamento do tratamento, visto que hoje há uma diversidade de opções de tratamento, que incluem procedimentos endoscópicos, reconstruções mediante substituição tecidual (retalhos e/ou enxertos), técnicas de ressecção da área de estenose com reconstrução primária (uretroplastia anastomótica com ou sem preservação vascular), abordagens robóticas e cirurgias em dois tempos. Como qualquer técnica cirúrgica, principalmente na urologia reconstrutiva, a maioria dos estudos são relatos de séries retrospectivas,

com poucas evidências científicas para apontar o método mais eficaz. Dessa forma, é importante entender, no momento da escolha do tipo de tratamento, as características da estenose, sua etiologia e as características do paciente para que se possa trabalhar com a técnica mais personalizada possível.

A caracterização da estenose é feita basicamente através de métodos de imagem, buscando-se as definições as mais precisas possíveis a respeito da localização da estenose, seu comprimento, seu calibre (que irá refletir a largura do leito uretral após a realização de uma uretrotomia), qualidade do tecido esponjoso periuretral (espongiofibrose) e a relação da uretra com estruturas adjacentes.

A UCGRM ainda é o método mais utilizado para o diagnóstico da EU, sendo capaz de informar o tamanho, número, localização e calibre das estenoses. Por ser um método que utiliza apenas uma radiografia convencional e contraste, tem como vantagem o seu custo, a disponibilidade e o fato de já ser uma técnica muito bem empregada e largamente utilizada pelos urologistas. Importante citar, contudo, que consiste em um método com precisão variável quanto ao tamanho dos estreitamentos (o que pode impactar na decisão cirúrgica), além de não conseguir informar dados de estruturas adjacentes como o corpo esponjoso, sendo normalmente um exame combinado com a uretrocistoscopia. As complicações mais frequentemente relatadas da uretrografia retrógrada incluem desconforto do paciente, infecção do trato urinário e reação ao contraste iodado. Além disso, há uma exposição significativa à radiação neste procedimento, o que pode ser relevante em pacientes jovens ou naqueles que necessitam de múltiplas UCGRM ao longo do acompanhamento de sua enfermidade.[4] No ponto, o diagnóstico

de fístulas uretrais, por exemplo, é de difícil definição através do referido método, sendo visualizado apenas um extravasamento de contraste.[15,16]

A USG, por sua vez, é um método de imagem bem estabelecido para diversas patologias, podendo ser utilizado tanto para o diagnóstico da EU, quanto para a identificação de divertículos, fístulas e falsos-trajetos. Possibilita, nesse sentido, a localização exata do local, tamanho e gravidade de estenoses, assim como a viabilidade dos tecidos adjacentes. Trata-se de um método não invasivo, indolor e sem uso de radiação, podendo ser até mesmo superior à UCGRM. A USG, contudo, possui uma acurácia de cerca de 60% para estenoses de uretra posterior, além de ser um método examinador-dependente. [17] Comparando este método com a UCGRM, a USG viabiliza uma avaliação mais precisa de comprimento e localização das estenoses, além de ser um método menos desconfortável para o paciente e com menor taxa de sangramento. [18]

A TC, por outro lado, ainda que menos utilizada, consegue fornecer um detalhamento anatômico preciso tanto da anatomia uretral quanto das estruturas adjacentes, assim como a localização e tamanho da estenose, além de permitir métodos de reconstrução tridimensional que podem auxiliar em traumas de uretra posterior com fraturas ósseas, consistindo em um dos melhores métodos de imagem para se visualizar estruturas ósseas. Trata-se, porém, de um método diagnóstico que envolve radiação ionizante e apresenta limitações na visualização de tecidos moles, como como o corpo esponjoso, além de processos fibróticos ou inflamatórios, sendo uma técnica pouco utilizada para procedimentos eletivos.

Por último, nos últimos anos a RNM tem ganhado popularidade no diagnóstico e avaliação pré-operatória da EU. Inicialmente era utilizada apenas para a avaliação da espongiofibrose nas estenoses de uretra posterior, mas, com o passar do tempo, ganhou espaço na avaliação da EU

como um todo. Ainda existem poucos trabalhos sobre o uso da RNM no diagnóstico de estenose de uretra anterior, mas os existentes mostram sua alta sensibilidade e especificidade.[19] O método permite a visualização de tecidos moles com qualidade superior à TC, sendo esta uma das principais vantagens sobre a técnica descrita anteriormente. Permite, nesse sentido, uma boa visualização de toda a uretra, assim como a identificação da localização, extensão e tamanho das estenoses. Além disso, pelo fato de possibilitar uma melhor visualização de tecidos moles, é capaz de precisar tecidos cicatriciais, fibróticos e edemas, informações essenciais para um planejamento cirúrgico adequado. A RNM também consegue avaliar outras estruturas como próstata e bexiga, sendo especialmente útil no diagnóstico de estenoses pós-traumáticas decorrentes de trauma pélvico (deslocamento do ápice prostático, por exemplo).[20] Comparando-a com a UCGRM, tem-se que ambos os métodos possuem resultados semelhantes no diagnóstico da EU, porém a RNM é capaz de fornecer mais informações, como o grau de espongiofibrose. Almeja-se que, no tratamento de estenoses de uretra anterior, possam ser utilizados os dois métodos, sendo um complementar ao outro. [20]

Por outro lado, há de se destacar que a RNM possui limitações práticas, como custo elevado e disponibilidade, além de algum grau de falsos-positivos para EU, principalmente em casos de estenose de uretra anterior. [21,16]

Em nossa prática, consideramos a RNM um método ideal para a avaliação de estenoses de uretra bulbar (principalmente bulbar proximal) e de uretra posterior (incluindo estenoses traumáticas, relacionadas a radioterapia e estenoses pós prostatectomia). A sua capacidade de definir com precisão o comprimento, localização da estenose e a possibilidade de se avaliar o tecido periuretral além das estruturas adjacentes (esfíncter

urinário, reto, corpo cavernoso e estruturas ósseas) nos parece bastante interessante no planejamento cirúrgico.

Sobre o tema, é valido citar os estudos feitos por Werner H, que realizaram a reconstrução tridimensional do trato urinário de fetos. Neste estudo também foram utilizadas imagens de RNM para a reconstrução tridimensional do trato urinário, e em seguida realizada a navegação, diagnosticando-se com clareza válvulas de uretra posterior. Após o parto, todos os recém-natos foram submetidos a uma cistouretrografia que confirmou o diagnóstico anterior. Este estudo reafirma, portanto, que a RVT é um método complementar à RNM, totalmente viável e útil para múltiplos diagnósticos.[11]

Os resultados obtidos em nosso estudo revelam que a reconstrução tridimensional permitiu uma visualização detalhada das alterações patológicas nas uretras dos pacientes. A capacidade de navegar virtualmente dentro das uretras ofereceu uma perspectiva ampliada e precisa das condições patológicas. Além disso, percebeu-se que a reconstrução das estruturas adjacentes também auxilia na análise do tipo de tratamento a ser empregado para cada caso, ajudando o urologista no procedimento cirúrgico proposto.

Os resultados deste estudo sugerem que a cistoscopia virtual tridimensional pode ser utilizada como uma ferramenta complementar na investigação de estenoses de uretra, especialmente nos casos em que os métodos invasivos são contraindicados ou nos quais uma visão mais detalhada das estruturas adjacentes se faz necessária. A adoção dessa técnica pode melhorar a precisão diagnóstica e otimizar o planejamento cirúrgico, beneficiando tanto os pacientes quanto os profissionais de saúde.

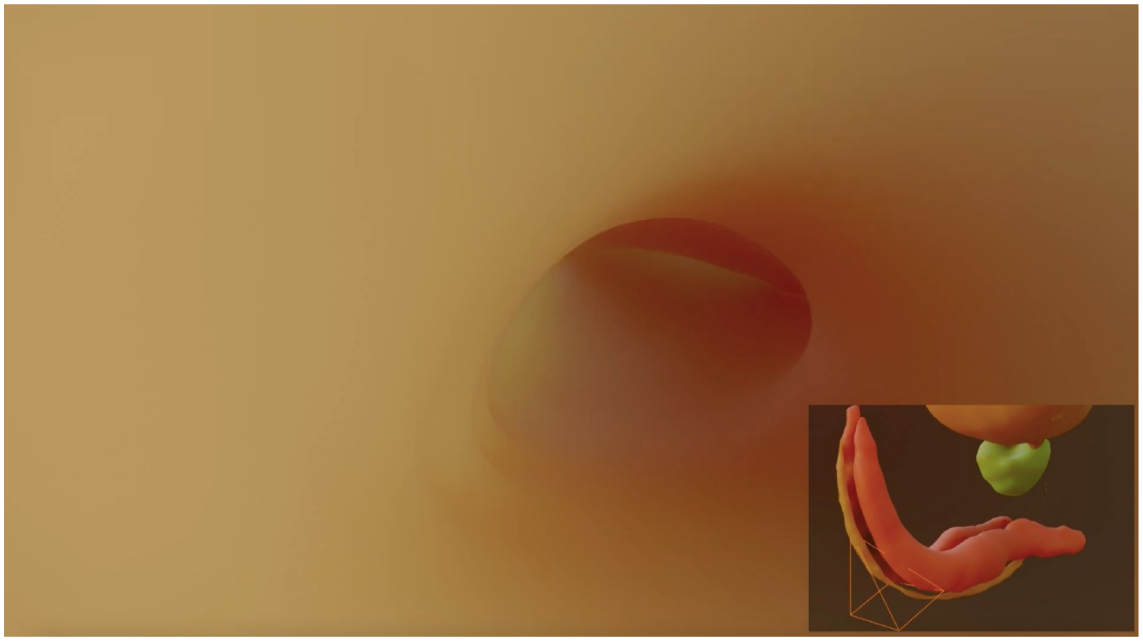


Figura 12 - Navegação Uretral.

Embora este estudo tenha demonstrado resultados promissores, algumas limitações devem ser consideradas. A amostra relativamente pequena e a natureza retrospectiva do estudo podem limitar a generalização dos achados. Outra consideração é o tempo necessário para a reconstrução tridimensional e a navegação, que pode ser mais longo em comparação com os métodos diagnósticos convencionais, além da necessidade de treinamento de profissionais a fim de que consigam realizar a reconstrução. O tempo adicional, no entanto, pode ser justificado pela riqueza de informações diagnósticas fornecidas.

6. CONCLUSÃO.

O estudo demonstrou a viabilidade da cistoscopia virtual tridimensional como técnica auxiliar no diagnóstico e na análise da EU. Trata-se de ferramenta eficaz e promissora para complementar a URNM, além de não invasiva e útil, que permite a confirmação do diagnóstico realizado pela RNM e proporciona vantagens complementares.

A técnica não apenas identificou as estenoses com boa precisão, mas também forneceu uma visão detalhada das estruturas contíguas, como o corpo cavernoso, próstata e bexiga. Essa visualização abrangente, conforme mencionado, pode auxiliar na avaliação das condições associadas e no planejamento de intervenções cirúrgicas.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Santucci, R. A., & Eisenberg, L. (2010). **Urethrotomy has a much lower success rate than previously reported.** *Journal of Urology*, 183(5), 1859-1862. doi:10.1016/j.juro.2009.12.097.
2. Astolfi RH, Lebani BR, Krebs RK, Dias-Filho AC, Bissoli J, Cavalcanti AG, Ximenes SF, Bertolla RP, Geminiani JJ. **Specific characteristics of urethral strictures in a developing country (Brazil)**. World J Urol. 2019 Apr;37(4):661-666. doi: 10.1007/s00345-019-02696-9. Epub 2019 Feb 27. PMID: 30810832.
3. Wessells H, Angermeier KW, Elliott S et al (2017) **Male urethral stricture: American Urological Association guideline.** *J Urol 2017 197(1):182-190*
4. Maciejewski C, Rourke K (2015) **Imaging of Urethral Stricture Disease.** *Transl Androl Urol. 4(1):2-9.*
5. Freitas PS, Alves AS, Correia PS, Dias JL. (2023). **Urethrocystography: a guide for urological surgery?** Diagn Interv Radiol. 2023 Jan 31;29(1):9-17. doi: 10.5152/dir.2022.21640. Epub 2022 Dec 21. PMID: 36959709; PMCID: PMC10679595.
6. Gupta, N., Dubey, D., & Mandhani, A. (2014). **Urethral stricture management: An overview**. *Indian Journal of Urology*, 30(1), 16-27. doi:10.4103/0970-1591.124205.
7. Krukowski J, Frankiewicz M, Kałużny A, Matuszewski M (2020) **Ultrasonographic assessment of male anterior urethra. Description of the technique of examination and presentation of major pathologies***. Med Ultrason 22(2):236-242.*
8. Harris D, Zhou C, Girardot J, Kidron A, Gupta S, Cavalcanti AG, Kayat L (2022) **Imaging in urethral stricture disease: an educational review of current techniques with a focus on MRI.** *Abdominal Radiology*
9. Joffre, F., Eurin, D., & Brunelle, F. (2017). **MRI of the urethra: Current perspectives.** *Radiology*,282(3), 765-773. doi:10.1148/radiol.2017161678.
10. Porpiglia, F, Checcucci E, Ampadore D (2020) **Three-dimensional Augmented Reality Robot-assisted Partial Nephrectomy in Case of Complex Tumours (PADUA >10): A New Intraoperative Tool Overcoming the Ultrasound Guidance.** *European Urology, v. 78, n. 2, p. 229-238, 2020*
11. Werner, H. (2017) **Three-dimensional virtual cystoscopy: Noninvasive approach for the assessment of urinary tract in fetuses with lower urinary tract obstruction**. *Prenatal Diagnosis.* 2017;37:1350-1352.

12. Faria V, Cavalcanti AG (2025) **Caso 06 [Video]**. *Youtube. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=3r85hJ3nmv0*
13. Faria V, Cavalcanti AG (2025) **Caso 03 [Video]**. *Youtube. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=PTOmuDDMwCY*
14. Faria V, Cavalcanti AG (2025) **Caso 08 [Video]**. *Youtube. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=sWEIMVszakQ*
15. Yu NC, Raman S, Patel M, Barbaric Z (2004) **Fistulas of the Genitourinary Tract: A Radiologic Review.** *Radiographics 24(5):1331-1352.*
16. Osman Y, El-Ghar M, Mansour O, Refaie H, El-Diasty T (2006) **Magnetic resonance urethrography in comparison to retrograde urethrography in diagnosis of male urethral strictures: is it clinically relevant?** *Eur Urol. 50(3):587-93*
17. El-Ghar M, Osman Y, Elbaz E, Refiae H, El-Diasty T (2010) **MR urethrogram versus combined retrograde urethrogram and sonourethrography in diagnosis of urethral stricture**. *Eur J Radiol. 74(3):e193-8*
18. Choudhary S, Singh P, Sundar E (2004) **A comparison of sonourethrography and retrograde urethrography in evaluation of anterior urethral strictures.** *Clin Radiol 2004;59:736-42*
19. Osman Y, El-Ghar MA, Mansour O, Refaie H, El-Diasty T (2006). **Magnetic resonance urethrography in comparison to retrograde urethrography in diagnosis of male urethral strictures: is it clinically relevant?** *Eur Urol 2006; 50:587–594*
20. Frankiewicz, M. (2021). **MRI in patients with urethral stricture: a systematic review.** *Diagnostic and Interventional Radiology, 27(1), 134–146.*
21. Achenbach S, Moshage W, Ropers D, Bachmann K (1998) **Curved Multiplanar Reconstructions for the Evaluation of Contrast-Enhanced Electron Beam CT of the Coronary Arteries**. *AJR Amer J Roentgenol. 170:895-899.*