

Velocidade Média De Encurtamento Da Fibra Detrusora: Fundamentos Fisiológicos, Geométricos E Aplicação Clínica Na Avaliação Da Função Miccional.

Maria Verônica de Araújo Pires¹; Carlos José de Lima ²

¹ Universidade Anhembi Morumbi.
(mariaveronicapires46@gmail.com)

² Universidade Anhembi Morumbi; Centro de Inovação, Tecnologia e Educação
(cdclidima@gmail.com)

Resumo: A função miccional normal depende do equilíbrio entre o armazenamento vesical sob baixa pressão e esvaziamento eficiente, mediado por uma contração detrusora coordenada, sustentada e sincronizada com o relaxamento do assoalho pélvico e do esfíncter uretral externo. Alterações nesse mecanismo resultam em disfunções do trato urinário inferior, caracterizadas por padrões miccionais ineficazes, aumento do volume residual pós-miccional (RPM), prolongamento do tempo de esvaziamento e risco de comprometimento do trato urinário superior. A urodinâmica constitui o padrão-ouro para a identificação dos mecanismos fisiopatológicos dessas disfunções, baseando-se em parâmetros pressóricos (pressão detrusora — PDET), volumétricos (capacidade vesical, volume eliminado e resíduo pós-miccional) e de fluxo urinário (Q). Contudo, trata-se de um método invasivo, que utiliza cateteres uretrais, podendo interferir na fisiologia miccional, limitando a avaliação da eficiência biomecânica do detrusor, especialmente em indivíduos com hipocontratilidade. A urofluxometria, embora não invasiva, apresenta baixa especificidade para diferenciar obstrução da via de saída vesical de alterações primárias da contratilidade do detrusor quando analisada isoladamente. Neste contexto, propõe-se a utilização de modelo matemático teórico baseado na análise da variação volumétrica vesical ao longo do tempo de esvaziamento, com o objetivo de ampliar a avaliação funcional da micção por métodos não invasivos. A aquisição dos dados fundamenta-se em métodos disponíveis na prática clínica. O tempo total de micção (tm) e o volume miccional eliminado são obtidos por urofluxometria livre, realizada de acordo com os critérios padronizados pela International Continence Society (ICS). O resíduo pós-miccional é estimado por ultrassonografia, e o volume vesical pré-miccional é inferido pela soma do volume eliminado ao resíduo pós-miccional. Do ponto de vista geométrico, a bexiga pode ser aproximada, em condições próximas à capacidade funcional, a uma estrutura de geometria regular, permitindo estabelecer relações matemáticas entre volume e diâmetro interno. Considerando uma aproximação esférica, o raio interno de curvatura R (cm), o volume correspondente V (cm³) pode ser expresso pela equação da esfera: $V = (4/3)\pi R^3$. Sabendo-se que o diâmetro interno (d em centímetros) é definido por $d = 2R$, obtém-se: $d = \{(6V)/\pi\}^{1/3}$. Durante a micção, o volume intravesical reduz-se progressivamente em função do escoamento urinário. A partir dos volumes inicial e residual, estimam-se os diâmetros vesicais inicial (di) e final

(df). A variação do diâmetro (Δd), ao longo do tempo total da micção, permite definir a velocidade média de encurtamento da fibra detrusora (V_{DETMED}), expressa pela equação $V_{\text{DETMED}} = (d_i - d_f)/t_m$ (cm/s), representando a taxa média de variação geométrica vesical durante o esvaziamento. Esse parâmetro integra informações volumétricas e temporais em um único índice dinâmico, refletindo o desempenho global do esvaziamento vesical, em condições fisiológicas, sem a interferência de métodos invasivos. Valores elevados da V_{DETMED} refletem integridade contrátil e coordenação vesicoesfincteriana adequada, enquanto valores reduzidos, especialmente quando associados ao prolongamento do tempo miccional e elevação do RPM, sugerem baixa eficiência biomecânica do detrusor. Assim, a velocidade média de encurtamento da fibra detrusora representa uma proposta conceitual inovadora, fundamentada em princípios geométricos, biomecânicos e hidrodinâmicos. Seu potencial reside em ampliar a avaliação não invasiva da função miccional, embora sua aplicabilidade clínica dependa de validação subsequente.

Palavras-chave: Disfunção miccional, Urofluxometria, Velocidade média de encurtamento da fibra detrusora.