비뇨의학 Urology Digest 3(3):108-115 (2022)
ISSN : 2713-7910 (Print)
ISSN : 2733-5453 (Online)

Review article

ProudP®: 소리로 측정하는 요속검사와 배뇨일지

송지영*
Soundable Health (사운더블 헬스) 창업자 및 대표

*Corresponding author: csong@soundable.health

1. 서론

본고에서는 한국에서 창업, 개발한 하부요로증상 측정 스마트폰 앱 proudP®(프라우드피)의 개발 과정과 현재 미국에서의 사용 현황을 소개하고자 한다. 필자는 KAIST에서 전자공학 박사 학위 취득 후 LG전자, Lam Research Corporation 등 전자산업의 글로벌 기업에서 연구개발, 기술전략, 상품기획 및 사업전략 업무를 거쳐 2017년 Soundable Health(사운더블 헬스) 社를 창업하고 proudP 기술 개발을 시작하였다.

당시 미국 뿐 아니라 한국에서도 디지털 헬스 분야의 여러 스타트업이 다양한 제품과 서비스를 활발하게 연구개발 하고 있었으며, 특히 의료영상판독을 중심으로 인공지능을 의료에 도입하려는 분야가 많은 주목을 받고 있었다. 필자와 공동창업자들은 이미 많은 훌륭한 창업기업들이 앞서가고 있는 영상분석 분야보다, 아직 개척되지 않은 음향분석을 활용하는 분야에 기술적인 흥미를 가지고 가능성을 보았으며, 특히 모든 환자들이 이미 가지고 있는 스마트폰을 활용하여 만성질환을 관리할 수 있는 분야를 탐색하였다. 만성질환 중 혈압, 당뇨, 수면 등은 이미 스마트폰 및 주변기기를 활용한 관리가 시작되어 시장의 경쟁이 치열하였고, 비슷한 규모로 많은 환자를 보유한 비뇨기건강 분야에는 유독 환자 자가관리 분야의 솔루션이 없다는 사실에 주목하게 되었다.

비뇨의학, 특히 배뇨 증상 분야는 일반 대중들에게 친숙한 분야라 하기 어려울 수 있으나, 필자는 함께 생활하는 가족이 30년 이상 배뇨장애로 어려움을 겪는 모습을 가까이 지켜보며 배뇨 증상이 환자 본인과 가족에 미치는 영향을 잘 알고 있었고, 또한 공동창업자도 환자로서의 경험을 가지고 있어 문제의식에 공감을 하게 되었다. 소리를 분석하여 요속과 배뇨량을 안다는 것이 가능할지, 특히 빠르다-느리다, 많다-적다 정도의 간단한 정성적인 분류가 아니라 실제 속도와 양을 정량적으로 예측할 수 있는 정도까지 기술적으로 가능할지 궁금하다는, 다소 가벼운 마음으로 연구개발을 시작하였다.

기술적인 탐색으로 시작했던 작업에서 임상적인 활용이 가능한 수준의 구현 가능성이 보이면서, 본격적으로 연구개발을 진행하고 분당서울대학교병원에서 첫 임상연구를 진행, 초기 결과를 2018년 International Continence Society (ICS)에서 발표하기도 하였다 [1]. 그 해 제품 초기 버전을 개발하고, 2019년 3월부터 FDA 513(g), 510(k) Pre-submission 절차를 통해 해당 등급, 품목, 선행제품 등에 대한 논의를 거쳐 최종적으로 2019년 말 2등급 요류계로 등록을 하게 되었다 [그림 1]. 이후 현재까지 주로 미국의 대학병원, 개원 비뇨의학 전문 클리닉 및 개인 사용자들을 대상으로 proudP 솔루션을 제공해 오고 있다.

OPEN ACCESS

The Association of Korean Urologist
3(3):108-115, 2022
URL: www.urodigest.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright ⓒ 2022 by The Association of Korean Urologist. All Rights Reserved.

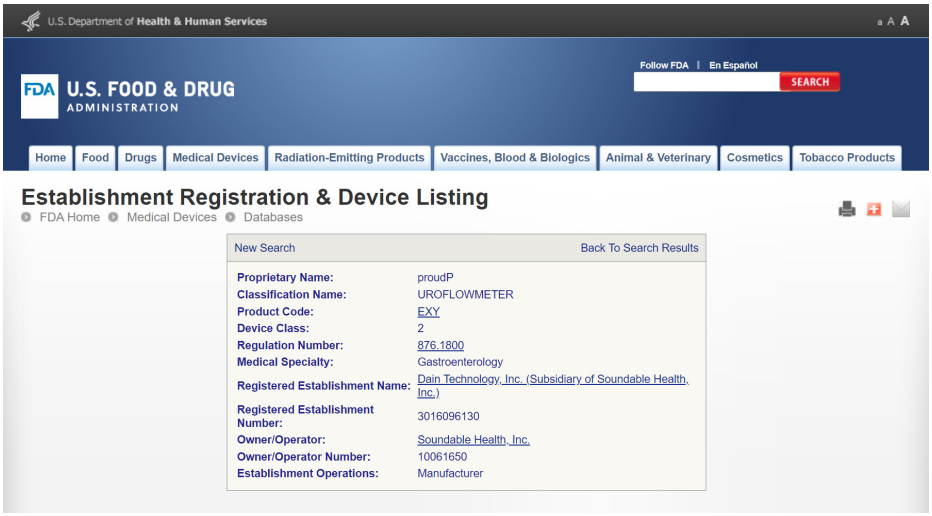


그림 1. proudP FDA 의료기기 등록 현황 (출처: FDA Establish Registration & Device Listing 웹사이트)

본고에서는 특히 미국에서의 경험을 중심으로 proudP 제품에 대한 임상적 수요, 제품의 특징과 기술의 원리, 임상 활용 사례, 그리고 향후 추진 방향을 소개하고자 한다.

2. 임상적 필요성

proudP는 스마트폰 앱으로, 환자 본인이 본 앱을 활용하여 가정 등 본인의 생활 환경에서 편리하게 요속검사와 배뇨일지 작성을 수행할 수 있다. 배뇨일지의 경우 본래 배뇨컵을 활용하여 환자가 직접 수행하지만, 요속검사의 경우 가정에서의 환자 자가 요속 측정의 임상적 필요성에 대해 최근에서야 여러 의견이 대두되기 시작하였으며 아직 Clinical Principle이나 Expert Opinion 수준으로는 정립되어 있지 않다. 본 장에서는 미국의 주요 임상가 및 연구자들과 당사에서 생각하는 가정 내 요속 측정의 임상적 필요성, 그리고 배뇨일지 작성의 한계에 대해 논의한다.

2.1. 가정에서의 요속측정(Home Uroflow) 필요성

- **병원 요속검사의 한계**: 혈압에서의 '백의고혈압', '가면고혈압'과 같이, 요속검사에서도 가정과 같은 편안한 생활환경이 아닌 병원의 낯설고 긴장된 환경에서 실제 배뇨양상과 다르게 검사가 수행될 수 있다. 특히 환자의 요의가 충분치 않거나 많이 긴장된 상황에서 요속검사를 수행하여 배뇨량이 150 cc 미만이 되는 경우가 전체 요속검사 건 수 중 20%~40%에 달하며, 이는 임상현장에서 요속검사를 수행하는 여러 의료진 인터뷰를 통해서 뿐 아니라 한국, 미국의 여러 대학병원 및 개원 비뇨의학과 클리닉의 요속검사 결과 수만례 이상의 분석을 통해 확인할 수 있었다.

  요속검사의 프로토콜에 따르면 배뇨량이 150 cc 이상, 일부 임상가들의 자체적인 다소 완화된 기준을 따르더라도 최소 100 cc 이상인 경우에 측정된 최대요속 및 폐색 가능성 여부가 진단에 의미있는 참고치가 될 수 있으며, 그렇지 않은 경우 폐색 가능성으로 인한 것인지 단순히 적은 배뇨량으로 인한 낮은 최대요속인지 분별이 어렵다. 환자가 편안한 환경에서 다회 측정한 값을 함께 고려한다면, 병원 요속검사에서의 이러한 '인공적인 환경', '단회 측정'의 한계를 보완할 수 있을 것으로 기대된다.

- **배뇨 자체의 변동성**: 배뇨량의 경우 방광용적이나 과민성/저활동성 뿐 아니라 식음료 섭취, 건강 상태, 사회적 요인 등에 의해 변동폭이 크다. 또한 최대요속은 배뇨량이 변함에 따라 달라진다는 것이 일찍이 알려져 있다 [2]. 이러한

변동 요인 외에도, 인간의 하부요로계는 기계장치가 아니기 때문에, 환자가 증상의 변화 없이 동일한 배뇨량에서도 다른 요속이나 패턴을 보이는 경우도 많다는 것을 당사와 University of Texas Southwestern Medical Center 공동 연구팀에서 하부요로증상 보유 남성환자 500여명의 최장 2년까지의 home uroflow 데이터로부터 발견하였다(이는 병원에서의 1회 혈압 측정과 가정에서의 24시간 혈압검사, 또는 1회 혈당측정과 연속혈당측정 경우와 유사한 부분이 있다고 할 수 있다).

이러한 변동성을 감안할 때, 병원에서의 1회 측정만으로는 환자의 배뇨양상을 종합적으로 파악하는데에 한계가 있을 수 있다. 변동성을 가진 지표의 경우 1회가 아닌 다회 반복 관찰을 통해 통계적으로 충분한 대표성을 갖는 값을 얻을 수 있으며, 최대요속에 있어 최소 10회 이상에서 최대 30회에 이르기까지의 반복측정이 필요하다는 여러 선행 연구들 또한 존재한다 [3-5].

- **증상 변화 추적 또는 치료 효과 평가**: 치료 개시 이후, 특히 약물이나 수술적 치료 전후의 변화를 평가하는데 있어, 환자의 내원이 가능하다면 병원에서의 증상설문, 요속검사 그리고 집에서의 배뇨일지 작성 등의 결과를 참고할 수 있다. 하지만 환자의 병원 방문이나 추가 검사가 어려운 경우, 특히 미국과 같이 의료비용이 비싸고 의료접근성이 크게 떨어지는 경우, 증상의 변화를 바탕으로 진단이나 치료계획 수립, 치료 효과 평가를 하기 어려운 것이 현실이다. 이러한 경우 환자가 자가 측정을 수행하고 데이터를 원격으로 의료진에게 전송하는 방법을 통해 도움을 받을 수 있다.
- **원격진료 및 환자 참여형 의료**: 미국에서는 COVID-19 팬데믹 이후 비뇨의학과에서도 원격진료(virtual visit)가 널리 도입되었다. 이 과정에서 단순 문진 뿐 아니라 Physical exam(신체 및 증상 계측 등의 실제 검사)을 추가하여 진료의 질과 수가를 높이고자 하는 의료진들의 수요에 의해 당사 proudP 제품의 의료현장 도입도 앞당겨진 바 있다. 또한 미국 의료시스템의 최근 동향 중 하나인 소비자주의(Consumerism) 측면에서도 환자들이 적극적으로 진단치료 과정에 참여하거나, 스스로 필요한 서비스들을 찾아 활용하며 건강을 적극적으로 관리하고 총의료비용을 줄이는 과정에서 proudP 제품의 활용이 늘어나고 있다.

  한편 미국의 비뇨의학과 개원가는 종래 병원 형태의 50%에 달하던 단독 또는 소규모(1~3명) 클리닉이 대규모 병원에 편입되는 통합(consolidation) 동향이 가속화 되며, 사모펀드 또는 대규모 병원이 여러 소규모 클리닉과 중소형 클리닉 그룹을 적극적으로 합병하고 있다. 이러한 합병 후 환자 유치와 수익성 개선을 위해 디지털 도구 및 미디어를 적극적으로 활용하고 있으며, 당사 솔루션을 활용한 디지털 마케팅과 환자 유치 등에 대한 문의와 협력 논의가 이루어지고 있다.

2.2. 배뇨일지 작성의 한계점

- **환자 순응도**: 배뇨일지의 임상적 가치에 비해 환자들의 작성 순응도가 충분히 높지 않다는 것이 많은 연구에 의해 보고되고 있으며, 실제 미국의 임상가들과의 다양한 인터뷰를 통해서도 반복적으로 확인할 수 있었다. 정확한 눈금이 있는 배뇨컵을 사용하지 않거나, 눈금을 잘 읽지 못하거나, 측정을 잊어버리는 경우, 종이에 기입을 잊는 경우가 흔했으며, 다음 진료 시 지참을 하지 않거나, 지참을 하더라도 병원 앞 주차장에서 생각나는대로 황급히 기입을 해 오는 경우도 많았다. proudP 앱을 활용하여 배뇨일지를 작성하는 경우, 매 배뇨 시 앱을 활용한 녹음만 잊지 않는다면 배뇨컵과 종이 없이 편리하게 작성과 데이터 공유가 가능하다. 이에 전통적인 배뇨일지 방식보다 만족도, 편의성, 선호도 측면에서 환자들이 높게 평가하였으며, 임상적 수요 또한 매우 높은 것으로 나타났다.
- **의료진 생산성**: 환자가 배뇨일지를 작성해 오면 의료진은 기입된 값들을 읽어 배뇨일지를 판독하고 판독 소견서를 작성해야 하는데, 글자를 읽기 어렵거나, 기입된 값들을 암산으로 집계하여 판독 소견서에 필요한 판독표를 채워야

하는 일에 시간이 소요되며, 특히 환자와 마주한 짧은 시간 내에 이러한 작업들을 빨리 수행해 내야 하는데 어려움을 느끼는 것으로 나타났다. proudP의 의료진 웹 대시보드(환자의 개별 데이터 값을 모아 놓은 데이터베이스)를 활용하는 경우 환자가 측정하는 즉시 원격으로 데이터를 수집하고 판독표를 자동으로 계산하여, 숫자의 착오나 계산 오류 없이 효율적으로 판독하고 진료에 활용할 수 있다.

3. proudP 제품 및 기술

- **proudP - Everyday Uroflow**: proudP 앱은 서론에서 상술한 바와 같이 FDA 2등급 요류계로, 추가 하드웨어나 액세서리 없이 사용자 본인의 스마트폰에서 동작한다. 환자나 일반 건강 소비자들이 앱스토어에서 앱을 다운로드 받아 설치하고, 배뇨 시 앱을 통해 배뇨 소리를 녹음하면 인공지능 엔진이 해당 음향을 분석, 요속검사와 같은 지표들을 계산하고 앱 화면을 통해 사용자에게 표출한다.

  proudP 앱을 통해서 배뇨량, 최대요속, 평균요속, 배뇨시간, 요속커브를 측정할 수 있으며, 3박 4일 간 매번 배뇨를 측정하면 배뇨컵과 종이가 없이도 72시간 배뇨양상기능검사와 같은 배뇨일지를 작성할 수 있다. 또한 최근 업데이트를 통해 전립선증상점수설문과 발기능측정설문(9월 지원 예정) 또한 앱에서 수행이 가능하다 [그림 2]. 본인이 다니고 있는 병원과 연계하여 proudP를 사용하고 있는 환자들의 경우, 환자들이 증상설문이나 배뇨측정을 하는 즉시 해당 결과가 의료진의 웹 대시보드로 전송된다. 스마트폰 앱인 proudP는 기존의 하드웨어 의료기기와 달리 현재 앱스토어를 통해 100% 디지털 방식으로 배포되고 있다 [그림 3].

- **배뇨속도 예측 기술 및 임상 검증**: proudP 앱에서는 스마트폰 마이크를 통해 환자 배뇨 소리를 녹음하고, 녹음된 신호의 전처리를 거쳐 인공지능 예측모델을 통해 매 순간 t의 요속 Q(t)를 예측한다 [그림 4]. 이러한 순간요속 Q(t)에서 가장 높은 값을 최대요속, 배뇨시간에 걸친 순간요속의 적분값을 배뇨량, 배뇨시간에 걸친 순간요속의 평균을 평균요속으로 계산하며, 순간요속을 배뇨시간에 걸쳐 도시한 것을 요속커브로 결과화면에 표출한다.

  배뇨 시, 배뇨근이 수축하고 요도괄약근이 이완하며 방광 내 소변이 방광 출구를 지나 요도를 따라 몸 밖으로 배출

그림 2. proudP를 통한 전립선증상점수설문(좌) 및 요속측정(우) 결과 화면 예시

된다. 이 때 소변은 난류를 형성하게 되며, 이러한 난류가 몸 밖으로 배출되어 공기 중을 지나 변기의 물 속으로 떨어지는 과정에서 다양한 음향 이벤트가 발생된다. 이는 사람도 인지할 수 있는 음향의 크기, 음색 등 특정한 음향 특성 뿐 아니라 사람은 인지하지 못하지만 신호를 분석하면 알 수 있는 다양한 음향 특성을 나타내며, 요속에 따라 발생되는 음향 이벤트의 특징과 강도가 달라져 음향 특성을 통해 요속을 유추할 수 있다는 것이 proudP 기술의 원리이다.

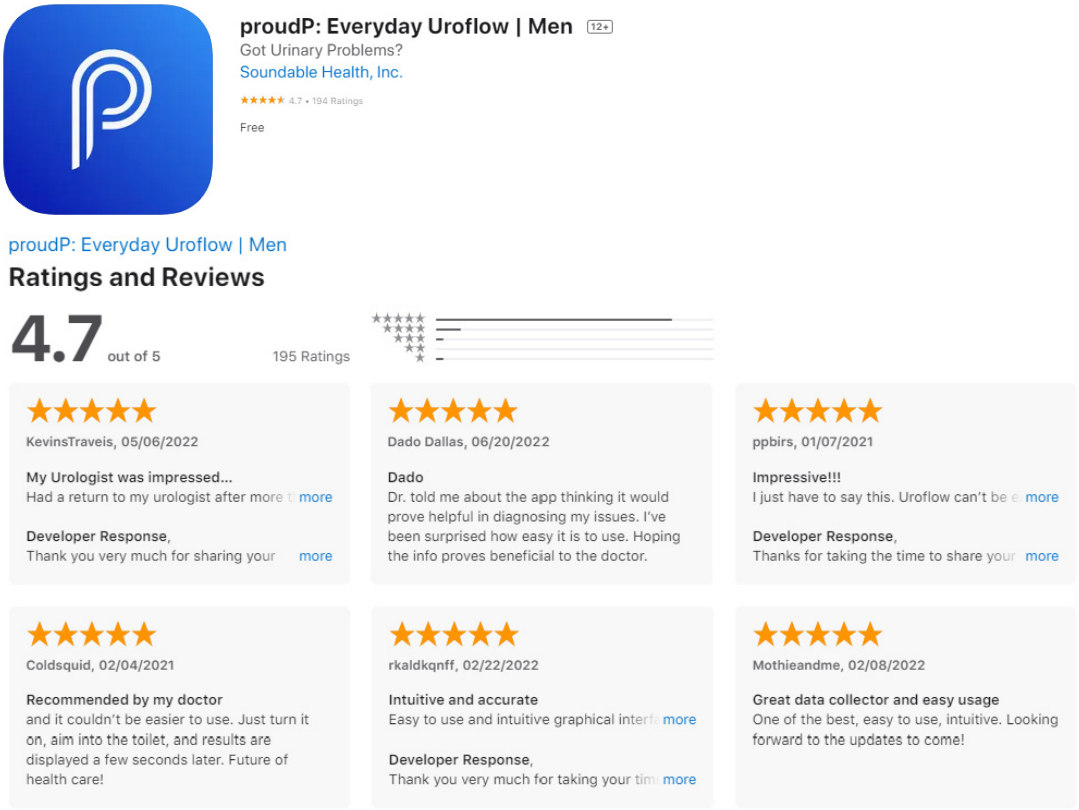


그림 3. 미국 앱스토어에서의 제품 유통 현황 (출처: 아이폰 앱스토어 미국 웹사이트)

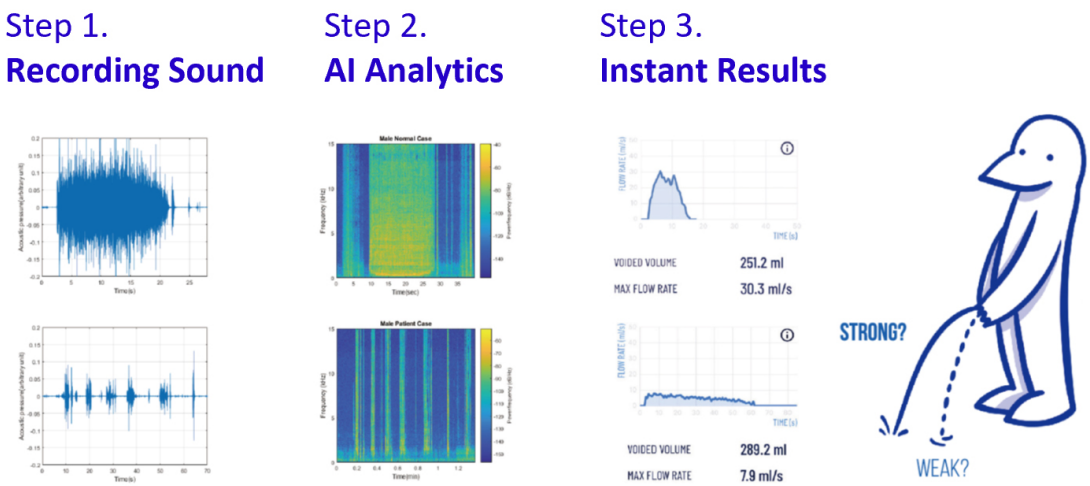
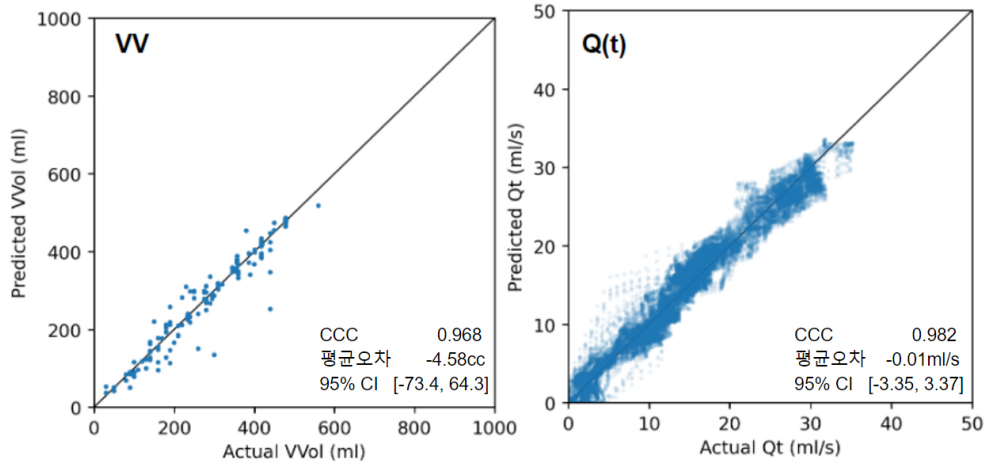


그림 4. proudP 앱을 이용한 자가 요속검사 동작 절차 (출처: 당사 자체 제품 소개 자료)



CCC: Concordance-Correlation Coefficient, CI: Confidence Interval

그림 5. proudP 배뇨예측 알고리즘의 배뇨량 및 요속 성능 평가(출처: 당사 내부 제품 소개 자료)

본 기술을 탑재한 제품이 임상 수준의 요속검사 결과를 도출할 수 있는지에 대해 한국과 미국에서 다양한 설계의 임상연구를 수행하였다. 병원 요류계와의 1:1 비교를 통한 개념검증 연구부터, 정밀 저울 등을 사용하여 순간요속, 최대요속, 배뇨량 등을 검증하였으며, 한국에서는 분당서울대학교병원, 경희의료원, 이대목동병원, 미국에서는 University Texas Southwestern Medical Center, New Jersey Urology, Penn State Health, Mount Sinai Medical Center, Weill Cornell Medical Center, Texas Children's Hospital 등에서 연구를 진행하며 결과를 국제 학술대회 및 학술지에 발표해오고 있다. 금년 상반기의 미국-한국 공동연구 결과로 gold standard와 당사 제품을 비교하였을 때 순간요속은 0.98, 배뇨량은 0.97의 상관도를 보였으며, 95% 신뢰구간에서도 임상적 마진에 가까운 성능을 보였다 [그림 5]. 이는 통제된 환경이 아닌 환자 스스로 측정하는 환경에서 나타난 결과로 더욱 신뢰할만 하다 할 수 있으며, 이러한 임상연구 외에도 현재까지 국내외에서 23만건 이상 수집한 실사용데이터(Real-World Data)를 바탕으로 예측 알고리즘 성능을 고도화하고 배뇨양상을 정밀하게 관찰하는 다양한 후속 연구들을 진행하고 있다.

4. 미국에서의 임상 활용 사례

본 장에서는 미국 의료진과 환자들이 proudP 제품을 어떻게 활용하고 있는지 소개한다.

- **원격 모니터링**, **원격 진료**: 환자들의 경우 진료 시 담당 비뇨의학과 전문의로부터 proudP 제품을 소개받아 다음 진료 전까지 가정에서 측정을 수행한다. 의료진은 해당 기간 동안 원격으로 측정 결과를 모니터 하거나, 다음 진료 시 환자와 함께 측정 데이터를 검토한다. 약을 처방받은 경우 해당 약이나 처방 용량이 잘 듣는지, 가정에서의 다회 측정 요속검사의 최대요속, 평균요속, 요속커브, 배뇨량 수치를 바탕으로 검토하며, 수술의 경우 수술 전 2주 정도부터 수술 후 최대 8주 사이의 최대요속과 요속커브, 배뇨량 변화 경과를 살펴본다.

  특히 근래 미국에서는 전립선 비대증 최소침습수술(MIST, Minimally-Invasive Surgical Therapies)의 임상 도입 확대가 활발히 이루어지고 있으며, Teleflex 社의 Urolift®, Boston Scientific 社의 Rezum™ Water Vapor Therapy, Procept Biorobotics 社의 Aquablation® 세 가지 수술법이 시장확대를 위해 각축을 벌이고 있다. 임상의료진 뿐 아니라 각 기업에서도 자사 수술법의 단기/중장기 효과와 부작용을 객관적으로 평가, 홍보하고 잠재적인 수술 환자를 발굴하기 위해 proudP를 활용한 임상진료와 홍보, 임상연구 등을 적극적으로 검토하며 협력을 논의하고 있다.

- **유효성 평가 전향적 임상연구**: 당사가 clinicaltrial.gov 등을 통해 조사한 결과, 종래 비뇨의학분야 신약이나 수술법 유효성 평가에 있어 최대요속의 개선을 확인하기 위해 가장 많이 사용된 평가변수는 IPSS 설문점수 변화인 것으로 나타났다. 이는 IPSS 증상점수설문이 요속검사에 비해 수행의 접근성, 비용, 효율성 등의 측면에서 뛰어나기 때문인 것으로 추정된다. proudP 솔루션을 통해 기존의 평가변수를 디지털化하여 활용할 수 있고, 가정에서의 요속검사를 2차적인 평가변수로 결합하여 보다 종합적으로 유효성을 평가할 수 있을 것으로 많은 기대를 받으며 연구자들과 협력하고 있다. 또한 BPH 수술, 전립선암 수술 및 항암치료 등으로 인한 배뇨장애 부작용을 추적하는 연구로의 활용도 검토되고 있다.

  COVID-19 팬데믹이 본격적으로 시작된 2020년에는, 미국에서 진행되던 대부분의 전향적 임상시험이 연구대상자 모집 및 피험자들의 사이트 방문 어려움 등으로 인해 일시 중단되었으며, 이를 계기로 각종 디지털 도구를 활용하여 원격으로 진행되는 분산형 임상시험(DCT, Decentralized Clinical Trial)이 급격히 확산되었다. proudP 솔루션도 비뇨의학 분야에서 즉시 활용 가능한 분산형 임상시험 도구로 임상연구자들의 많은 주목을 받게 되었으며, 전립선 수술, 과민성 방광 치료기기 등의 임상연구 및 시판 후 모니터링 도구로 사업영역을 확장하고 있다.

- **배뇨양상 관찰 후향적 임상연구, 레지스트리**: 2장에서 상술한 바와 같이 연구개발 시점부터 2022년 7월 기준 23만 건 이상의 요속측정 데이터를 수집해 왔으며, 사용자 중에는 메디케어 수혜가 시작되는 65세 이상부터 최고령 90세에 이르기까지 노령 환자가 절반 이상으로 파악되고 있다. 전립선 비대증 환자 연령이 점점 낮아지고 있는 추세이나 아직까지 대부분 60세 이상의 상대적 고령인 상황에서, 스마트폰을 활용한 자가 측정이 현실적으로 가능한지 제품 초기에 상당히 많은 우려가 있었다. 실제 도입 이후로는 오히려 기획과 개발을 한 당사에서 놀랄 정도로 고령 환자들은 스마트폰을 상당히 잘 사용하였고, 매우 높은 순응도로 적극적으로 proudP를 활용하였다(의료진이 10번~15번 정도 측정을 권고 시, 특별한 교육 프로그램 없이 스스로 사용법을 터득하여 평균 30회, 최대 200회 이상까지 측정). 이렇게 빠르게 축적되고 있는 가정 내 다회 측정 요속 데이터를 후향적으로 분석하여, 미국에서 당사와 협력하고 있는 여러 연구자들은 24시간 배뇨양상의 일주기적 변화, 최대요속의 내재적 변동폭, 시술 전후 최대요속-배뇨량의 정밀한 변화, 다회 측정 데이터를 통한 저장 증상의 정밀한 분석 등, 종래에는 관찰하기 어려웠던 배뇨양상을 다각도로 분석하며 연구하고 있다. 또한 전립선, 방광 관련 질환자 레지스트리 구축 시 새로 수집이 가능한 지표로 proudP를 활용한 최대요속, 배뇨량, 배뇨간격 등의 추가를 모색하고 있다.

5. 결론 및 시사점

본고에서는 비뇨의학과의 디지털 헬스 솔루션인 proudP에 대해 임상적 수요, 제품과 기술, 현재 임상 활용 분야에 걸쳐 소개하였다. proudP는 현재 하부요로증상이 있는 남성 환자를 대상으로 미국에서 의료기기로 임상진료와 연구에 활용되고 있으며, 연내 여성 환자를 대상으로 확장하기 위해 국내외 임상연구를 진행하고 있다. 또한 전립선비대증과 과민성방광의 1차 요법인 '대기 및 행동치료'를 디지털화하는 배뇨증상 디지털치료제 연구 및 제품 상용화를 추진하고 있다.

proudP는 디지털 헬스에서 새로 부각되고 있는 디지털 진단(Digital Diagnostics) 분야 최초 제품 중 하나로, 타 만성질환 분야 대비 자가관리 및 디지털 헬스 분야 솔루션이 전무함에 가까운 비뇨의학 분야에서, 탄탄한 임상적 수요와 근거를 바탕으로 환자와 의료진에게 가치있는 솔루션이 되고자 노력하고 있다. 금년 5월 American Urological Association 및 8월 Society of Benign Prostate Diseases 연례회의에서는, 최근 최소침습 전립선 수술, 보톡스 치료법, 신경자극술(Neuro-Stimulation) 등 치료법 분야에서의 발전이 많은데 비해 비뇨기 증상과 질환의 진단, 평가 분야는

여전히 오래 전 정립된 기법에 머물러 있다는 연구자들의 의견을 자주 접할 수 있었다. 당사는 proudP 솔루션을 통해 의료진과 환자들에게 양질의 실세계데이터 및 근거(RWD/RWE, Real-World Data/Real-World Evidence)를 제공하고, 다양한 연구개발 협력을 통해 진단과 치료법 발전에 기여하고자 한다.

❖ Editorial Comment

소리를 이용하여 요류를 측정해 보려는 시도는 몇 차례 있었으나, 이렇다 할 성과를 보이지 못했다. 저자가 이끄는 Soundable Heath의 연구진은 소리를 매개로 한 데이터를 스마트폰을 이용해 수집, 독자적인 알고리즘의 인공지능을 통해 비교적 구체적이고 실용적인 요류 측정값(Uroflow data)을 제시하는 데 성공하였다. 미국의 여러 의료기관에서 유효한 임상데이터를 획득하여 검증하였고, 미국 시장에서 성공적으로 연착륙 중이다. 국내 의료 여건의 특성상 의료수가를 받기 요원하다는 이유만으로 이러한 성과를 폄하해서는 안되며, 우리나라의 젊은 과학자가 어려운 여건에서도 괄목할만한 성과를 이룬 것에 대해 축하와 격려를 아끼고 싶지 않다. 급변하는 미래의학의 한 분야인 디지털 헬스 케어 시장에서 우리나라의 스타트업이 의료진과의 긴밀한 소통과 협력을 바탕으로 성장하여, 의료 발전의 한 축을 이루기를 기원한다.

References

1. Lee YJ et al., A novel mobile acoustic uroflowmetry: Comparison of uroflowmetry and mobile acoustic uroflowmetry, International Continence Society Annual Conference, Philadelphia, 2018
2. Drach GW et al., Male Peak Urinary Flow Rate: Relationships to Volume Voided and Age, Journal of Urology, August 1, 1979
3. Sonke GS et al., Low reproducibility of maximum urinary flow rate determined by portable flowmetry, Neurourol Urodyn, 1999
4. Summers SJ et al., Male Voiding Behavior: Insight from 19,824 At-Home Uroflow Profiles, J Urol., 2021
5. Bland JM et al., Measurement error proportional to the mean, BMJ, 1996