Journal of Retina 2018;3(1):13-19
https://doi.org/10.21561/jor.2018.3.1.13

ORIGINAL ARTICLE

pISSN 2508-1926
eISSN 2508-3589

리빙랩 기반의 보급형 휴대형 안저 카메라 개발

Development of a Portable Camera Based on Living-Lab Methodology

김진하[1], 김윤택[2]

Jin Ha Kim[1], Yun Taek Kim[2]

[1]이화여자대학교 의과대학 안과학교실, [2]서울케이안과

[1]Department of Ophthalmology, Ewha Womans University School of Medicine, Seoul, Korea
[2]Seoul K Eye Center, Cheonju, Korea

Purpose: To develop a portable fundus camera based on the Living Lab method.
Methods: We developed a portable fundus camera using Living Lab methodology. For user-centered design, initial specification of the fundus camera was determined based on the result of a questionnaire by the Korean Retina Society members, and a trial product was manufactured. To verify its usability and clinical usefulness, a second living lab group was constructed. It was comprised of six centers (three University hospitals, two private clinics, and one health welfare social cooperative). Fundus images of 320 volunteers were taken; the photographs were evaluated by one retina specialist. Inspectors in six centers answered questionnaires after using the trial product. The manufacturer produced a prototype based on user evaluation of the trial product and the efficiency of the photographs.
Results: The questionnaires showed that the requirements for the fundus camera were low-cost, high pixel count, autofocus, weight of about 1 kg, and a nonmydriatic design. Three hundred and twenty photographs were taken using the trial product and detection of readable fundus photos was 81.56%. Thus, the first prototype camera was made based on user needs identified by questionnaires.
Conclusions: A user-centered/user-driven fundus camera was developed that showed a favorable clinical usefulness. The Living-lab method enabled the incorporation of user-driven requirements into the process of developing a portable fundus camera. This case suggests the applicability of the Living Lab method for developing medical instruments.

Keywords: Fundus photograph; Living lab; Portable fundus camera

서론

최근 연구 방법론으로 리빙랩(living lab)이 시도되는 사례가 증가하고 있다. 리빙랩은 개발 과정에 최종 사용자들이 적극적으로 참여하여 문제를 해결하는 개방형 모델로, 사용자가 기술 개발에 참여하고, 실제 기술이 적용되는 현장이 기술을 시험하는 테스트베드의 역할을 갖게 된다[1]. 이러한 과정은 기업이 기술개발 후 이를 사용자가 검증하는 '베타 테스트'와 유사해 보일 수 있으나, 기존의 방법이 선형적/기술 공급자적 모델에 기초하여 연구 개발이 진행됨에 비해, 리빙랩은 사용자가 주도하여 수요를 발굴하고, 기술 혁신의 주요 주체로 참여한다는 점에서 그 차이를 갖게 된다. 즉 기존의 베타 테스트는 공급자가 기술을 발굴, 기획, 개발하고 이후 사용자가 참여하여 검증하는 단계가 추가되는 것이라면(traditional innovation), 리빙랩은 기술의 발

Address reprint requests to Yun Taek Kim, MD, PhD
Seoul K Eye Center, 2F Jemison Tower, 115 Sajik-daero, Seowon-gu, Cheongju 28568, Korea
Tel: 82-43-715-7582, Fax: 82-43-715-7584
E-mail: jjongofhim@hanmail.net

Received: 2017. 9. 20
Revised: 2017. 11. 4
Accepted: 2017. 11. 9

* This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) Grant (NRF-2015M3C8A8050079).

굴, 기획 단계에서부터 사용자가 참여하는 것이라고 할 수 있다(user-driven innovation) [2,3].

안저 카메라는 1926년 Carl-Zeiss사에 의해 처음 상용화된 이래로 가장 널리 사용되는 안과 진단 기기 중 하나이다[4]. 특히 촬영에 소요되는 시간이 비교적 적으면서도 많은 정보의 획득이 가능하여 진료에 널리 사용되고 있으며[5,6], Scanning laser ophthalmoscope (SLO), adaptive optics (AO) 등의 도입으로 인해 고해상도의 영상과 넓은 화각의 영상의 획득이 가능해졌다[4,7]. 그러나 기존의 광학 안저 카메라와 비교할 때, SLO, AO 등은 보다 많은 정보를 제공해 줄 수 있지만 비용이 증가하는 것 또한 사실이다[4].

본 연구는 보건(지)소 등의 환경에서 선별검사 등을 목적으로 사용될 수 있는 휴대형 안저 카메라의 개발을 목표로 하였다. 특히 거동이 불편한 환자군을 상정하였기에 휴대형으로 안저의 촬영이 가능하도록 하였으며, 보건(지)소의 환경을 고려할 때, 가격이 상대적으로 낮은 광학식 안저 카메라 방식을 택하였다. 또한 다양한 사용자를 상정하여 리빙랩의 방법론을 도입하였다. 본 논문은 리빙랩의 방법론을 도입하여 안저 카메라를 개발하는 과정에 대한 기술과 임상 적용 결과의 보고, 리빙랩 시행 후의 결과물 기술을 목표로 한다.

대상과 방법

본 안저 카메라의 개발은 리빙랩의 방법론을 도입하여 진행되었으며, 이는 아이디어 및 개념 정립이 이루어지는 '탐색 리빙랩 단계', 개발 단계에서 수요자와 공급자의 상호작용에 의해 진행되는 '실험 리빙랩'으로 구성되었다[8]. 시판 전 기기는 아이디어 구현 및 의견 수렴을 위한 시작품과 시판용 제품의 검정을 위한 시제품으로 구분된다. 1차년도에는 1, 2, 3차 시작품이 제작되었으며, 탐색 리빙랩 단계에서는 2차 시작품이, 실험 리빙랩에서는 3차 시작품이 이용되었으며, 이를 바탕으로 2차년도에는 시제품, 시판용 제품을 제작하기로 하였다.

탐색 리빙랩 단계

안저 카메라 개발의 아이디어 및 개념 정립 시 수요자의 필요를 수용하고자 안저 카메라의 사용 경험이 풍부하고 지식이 많은 한국망막학회 회원을 대상으로 설문을 진행하였다. 설문은 6개 항목으로, 이들은 수요자의 필요사항 점검, 안저 카메라의 사양 등에 대한 질문으로 구성되었다(Appendix). 설문의 내용 및 진행, 통계처리 등은 (주)인포웍크가 연구자와 협의하여 진행되었다.

탐색 리빙랩을 위한 1차/2차 시작품의 제작

탐색 리빙랩 단계에서 사용된 시제품은 휴대형 안저 카메라의 실험실 수준의 1차/2차 시작품으로 동국대학교 의료기기 개발센터와의 협업에 의해 구현되었다. 광학부는 기존의 상용 디지털 카메라를 이용하였으며, 대물렌즈로는 SuperField 렌즈(Volk, Mentor, OH, USA)를 이용하였다. 1차/2차 시작품은 개념 수립 및 사양 결정을 목적으로 하였기에, 제작에 소요되는 기간과 비용의 단축이 필요하여, 상용 렌즈(Superfield; Volk)와 상용 카메라(DSC-RX100M2, Sony, Tokyo, Japan)를 이용하여 제작되었다[4,9,10]

실험 리빙랩

개발된 3차 시작품의 성능 및 사용성을 평가하고 이를 개발자와 함께 개발하는 단계로 3개 대학병원과 1개 안과 전문 병원, 1개 안과 의원, 1개 지역사회 기반의 의료기관이 포함되었다. 여기에는 한양대학교 구리병원, 동국대학교 일산병원, 이대 목동병원 등 3개의 대학병원과 밝은 세상 21 안과 전문 병원, 수원이안과의원, 그리고 원주 의료복지 사회적 협동조합이 포함되었다(IRB No. EUMC 2016-08-012).

실험 리빙랩의 목적은 시작품을 통해 개선점을 발견하여 이를 제품에 반영하는 것이다[11]. 이를 위해서는 실제로 시작품을 사용하는 경험이 필요하였다. 이들 기관은 2016년 9월 1일부터 30일까지 각각 50명 이상의 자원자에 대해 본 기기를 이용하여 안저를 촬영하였으며, 이들 영상은 구축된 웹사이트(http://livinglab.cafe24.com/)에 업로드되고, 1명의 망막 전문의에 의해 판독 가능 여부를 판정하였다. 판독 가능 여부는 안저 영상에서 망막 정맥의 3번째 가지를 구별할 수 있는 경우 판독 가능한 영상으로 판정하였다[6]. 본 기기에 대한 사용 경험 획득을 위해 각 시험자는 기기 사용 1일, 3일에 기기 사용 경험에 대한 설문을 시행하였다. 설문은 13문항으로 개발되었으며, 사용 편의성에 대한 설문과 의견 수집을 목적으로 하였다.

결과

탐색 리빙랩 단계

2015년 12월 4일 한국망막학회 회원 86명을 대상으로 설문이 진행되었다. 86명의 응답자 중 72명(83.7%)은 대학병원(급) 의료기관에, 8명(9.3%)은 안과 전문병원, 5명(5.8%)은 의원에 종사하였다. 전체 응답자의 95.3%가 안저 카메라를 사용 중이었으며, 97.7%가 휴대형 안저 카메라를 사용하지 않는 것으로 나타났다. 휴대형 안저 카메라를 사용 중인 2명(2.4%)은 모두 대학병원에 소속되어 있었다.

휴대형 안저 카메라를 사용하지 않는 이유로는 높은 가격이 가장 많았으며(30.1%), 그 외 낮은 영상의 질(29.2%), 필요성 부재(16.8%) 순서였다. 휴대형 안저 카메라에 요구되는 사양으로는 높은 화소수(≥5mega pixel)가 가장 많았으며(34.0%), 자동

https://doi.org/10.21561/jor.2018.3.1.13

Figure 1. Images from the 1st trial product (A), 3rd trial product (B) and a fundus photograph (C) taken with the 3rd trial product. On the basis of the information collected with the questionnaire and interviews, the camera was interconnected with a laptop so a wider display could be used. The design was based on an earlier digital camera model so that it would be familiar and convenient to use for anyone.

Table 1. Readable rate of fundus photographs taken with the 3rd trial product at each institute

Read-ablity	Dongguk University Ilsan Hospital	Happy Eye 21 Hospital	Doctor Lee's Eye Clinic	Wonju Health Welfare Social Cooperative	Ewha Womans University Mokdong Hospital	Hanyang University Guri Hospital	Total
Yes	47	48	48	38	46	34	261
No	3	1	4	28	7	16	59
Total	50	49	52	66	53	50	320
Percentage	94.00	97.96	92.31	57.58	86.79	68.00	81.56

초점(21.3%), 1 kg대 무게(20.6%), 무산동 촬영 가능(19.9%) 순서였다. 또한 저가격, 휴대형 안저 카메라에서 생략 가능한 기능으로는 green filter의 적용이 가장 많았으며(55.8%) 그 외 낮은 무게(20.9%), 무산동촬영기능(15.1%), 해상도(5.8%), 자동초점(3.5%) 순서였다[5,9,12].

3차 시작품의 제작

시작품은 탐색단계에서 수집한 결과를 고려하여 개발되었다. EN778 CMOS (Eyenix, Suwon, Korea)를 사용하였으며, 노트북과 유선으로 연결하여 촬영하도록 하였다. 이는 탐색 단계에서의 설문 결과 휴대형 안저 카메라의 경우 영상의 질이 낮아 사용하지 않는다는 답변이 많음을 고려한 것이다. 기존 휴대형 안저 카메라는 비교적 작은 디스플레이를 사용하게 되는데, 이 경우 영상의 질이 낮은 경우에도 안저 카메라에 부착된 작은 디스플레이에서는 상이 비교적 선명하게 보이지만, 진료를 위해 거치형 모니터를 통해 보게 되면 상이 흐리게 보일 수 있다는 가정에 기반하였다. 따라서 안저 촬영 시 비교적 큰 디스플레이를 이용하기 위해 노트북과 카메라를 연동하였다. 무게는 560 g으로 측정되었으며, 사용자 편의를 위해 기존의 상용 디지털카메라와 유사한 user interface (UI)를 도입하였다. 본 시작품은 1차/2차 시작품과 달리 상용 카메라를 배제하고 카메라 모듈을 이용하여 제작되었으며, 임상시험을 위해 의료기기 제조 인증을 획득하였다(DNC-C1, 16-466호, 식품의약품안전처) (Fig. 1).

실험 리빙랩

임상 성능 평가

6개 기관에서 320명의 피험자를 대상으로 안저 영상을 획득하였다. 이들 중 판독 가능한 영상은 261명(81.56%)에서 획득되었다. 기관별로 분석하면, 원주 의료복지 사회적 협동조합은 66명의 영상 중 38명(57.58%)에서 판독이 가능하여 가장 낮은 수치를 보였으며, 밝은안과21 의원의 영상은 49명의 영상 중 48명(86.8%)에서 판독이 가능하여 가장 높은 판독률을 나타내었다(Table 1).

사용성 평가

6개 기관에서 안저 촬영을 시행한 14명 중 11명이 설문을 응답하였다. 안저 촬영의 난이도는, 첫날 설문에서는 사용성 편의성을 평가하였을 때, 보통 6, 나쁨 4, 매우 나쁨 1이었으며, 촬영 소요시간에 대한 설문 결과는 좋음 1 보통 4, 나쁨 4, 매우 나쁨 2명으로 사용 편의성과 소요시간 모두 낮은 평가를 받았다. 3일째의 설문 결과는 촬영이 많이 쉬워졌다고 평가한 응답자 3, 조금 쉬워졌다고 평가한 응답자 3, 동일하다고 응답한 평가자 4명으로 촬영의 편의성은 높지 않은 것으로 판단하였다. 이의 원인으로 지적한 사항은, fixation target의 부재, 팔의 고정, 자동초점 기능의 부재, 짧은 초점거리 등이 지적되었다. 그 밖의 사용자 편의성에 대해서는, 연결선이 복잡함(3명), liquid-crystal-display (LCD) 등 자체 화면의 필요(6명)를 응답하였으며, 무게

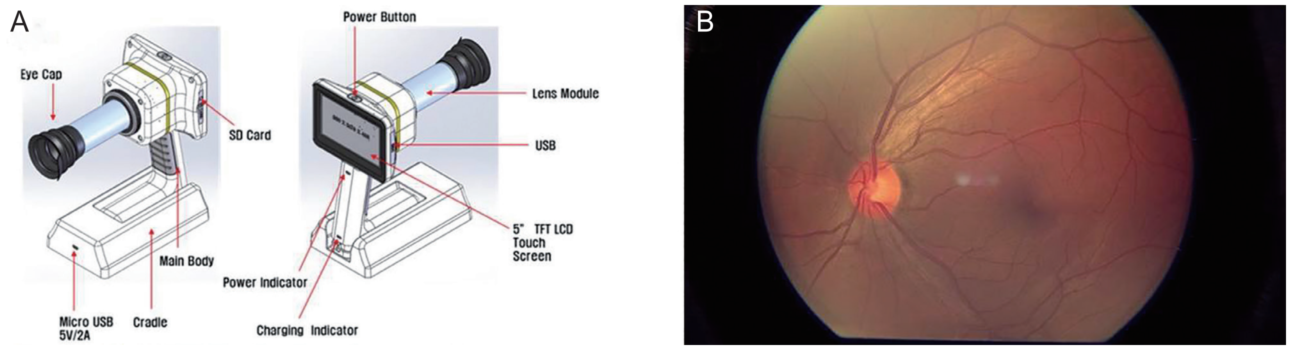

Figure 2. After using the 3rd trial product, user evaluations were collected and the 1st prototype fundus camera (A) was produced based on those results and included autofocus, marking of fixation target, and longer focal length. Fundus photograph (B) taken with the 1st prototype fundus camera. SD = secure digital; USB = universal serial bus; TFT LCD = thin-film-transistor liquid-crystal-display.

는 2명의 평가자는 무겁다고 평가하였고, 9명의 사용자는 적당하다고 평가하였다.

1차 시제품의 제작

실험 리빙랩 단계에서 도출된 성능 및 사용성에 대한 의견을 바탕으로 1차 시제품을 개발하였다. 사용성 평가에서 3차 시작품은 주시점의 제시, 자동초점기능, 짧은 초점거리 개선, 자체 디스플레이 등의 필요가 요구되었으며, 유선으로 컴퓨터와 연결해야 하는 점 또한 불편사항으로 지적되었다. 1차 시제품은 이를 반영하여 녹색 주시점이 포함되었으며, 자동 초점 기능이 탑재되었다. 또한 초점거리는 기존의 7 mm에서 22 mm로 개선되었으며, 5인치의 자체 디스플레이를 탑재하였다. 또한 기존 기기의 경우 컴퓨터의 USB 3.0을 통해 전원을 공급받았으나, 본 시제품은 배터리를 내장하였다(Fig. 2).

고찰

본 휴대형 안저 카메라의 개발은 휴대형 안저 카메라를 실제로 사용하는 집단에서 수요가 있어 이를 제안하고, 실제 개발 과정에서 시제품을 통해 요구 사항을 보다 구체화하여 이를 반영하는 리빙랩의 방법을 채용하였다.

리빙랩이란 혁신 과정에 사용자가 적극적으로 참여하는 '사용자 주도형' 방법론으로 사용자의 생활공간 자체가 일종의 실험실이 되고 생활공간에서 활동이 이루어지면서 새로운 제품, 정책, 제도, 서비스, 기술 개발이 진행되는 것을 의미한다. 이는 1991년 Baigier에 의해 실험이 이루어지다가 2005년 매사추세츠 교수 W. Mitchell에 의해 처음으로 정립된 것으로 알려져 있다. 기존의 선형적, 기술 공급자적 개발 모델 대신 사용자 주도형 혁신 모델에 대한 관심이 커지며 공개 소프트웨어, 스포츠 관련 기술 개발, 게임 개선 등에서 리빙랩이 사용되게 되었으며, 2006년 유럽 리빙랩 운동이 전개되며 유럽 전반으로 확산되었다. 이후 유럽 외 아시아, 아프리카, 아메리카에서도 도시개발, 설계, 서비스 등 여러 방면에서 활발하게 운영되고 있다.

이러한 리빙랩(living lab)은 아직 대한민국의 연구자들에게는 생소한 개념이다. 지금까지의 연구 개발은 '기초연구 → 응용 및 개발연구 → 상용화 및 확산'의 선형(linear) 모델을 기본으로 하고 있기 때문에 연구 개발의 시작점이 상용화 및 확산의 대상이 되는 실수요자의 요구가 아닌, 기초연구/응용 개발 연구의 공급자의 시도라는 점에서 수요자가 소외될 수 있는데, 리빙랩은 이러한 연구 개발에서 벗어나 사용자의 잠재적 요구를 파악하며 사용자가 주도적으로 연구에 참여할 수 있도록 착안된 방법론이다[1,8]. 따라서 리빙랩은 연구 개발의 방향 및 목적의 발굴에부터 연구, 개발, 검정 과정에 실사용자 그룹이 주도적으로 참여한다는 점에서 기존 연구방법과 차이를 갖게 된다. 본 사례의 경우, 안저 카메라 개발의 수요가 실사용자에 의해 제안되고, 사양(specification) 및 개념 설정 단계에 실사용자 그룹(한국망막학회 회원 설문)이 참여하였으며, 개발 및 수정 단계에 6개 기관의 실사용자 그룹이 참여하는 등의 과정을 거치게 되었다.

그렇기 때문에 리빙랩 기반의 개발은 실사용자가 필요한 기기를 개발하게 됨에 따라, 실수요자의 필요를 수용하게 되어 보다 시장친화적인 기기가 만들어지게 되는 장점이 있다. 즉 실수요자가 실제 상황에서 기기를 개발하게 되면서 수요자에 의해 사용성이 개선되고, 이는 사용자가 보다 사용하기에 적합한 기기로 다듬어지게 되는 것을 의미한다. 이러한 부분은 정부 연구비를 사용하게 되는 공공 연구에 리빙랩의 방법이 적용될 경우 정부 재원의 일정 부분을 국민의 필요를 위해 사용하게 하는 장점이 있다[1,2]. 연구비의 재원이 실생활에의 적용과 거리가 있는 첨단 부분에 주로 투입될 경우 공공 연구비가 공공의 목적과는 다소 거리가 있는 부분에 투입될 가능성이 있음에 비해, 리빙랩 방법을 적용하여 시민 사회에서 공공의 수요를 발굴하고, 이들 수요에 맞춘 연구 개발이 이루어진다면, 공공의 이익을 도

https://doi.org/10.21561/jor.2018.3.1.13

모할 수 있는 장점이 있다.

본 연구는 '탐색 리빙랩 단계-시제품 제작-실험 리빙랩-시제품 개선의 단계'로 진행되었다. 탐색 리빙랩 단계는 개발 목적을 구체화하고, 시제품의 사양을 정하기 위해 필요하였다. 특히 본 기기의 개발이 공급자가 사양을 정하지 않고, 수요자로부터 사양에 대한 의견을 수렴하여 이를 결정한 점이 특기할 만하다. 이는 초기 시제품 제작에 있어, 기업의 시행착오를 줄여주고, 개발의 목적을 단순화하여 보다 진행을 빠르게 할 수 있는 장점이 있다고 할 수 있다. 본 기기의 개발에서 탐색 리빙랩 단계는 특히 중요하였는데, 이는 초기 공급자가 정해놓은 사양과 수요자의 요구가 상이하였기 때문이다. 이는 시제품의 개발에 반영되어 초기의 개념과 달리 자체 수광부의 개발, 높은 해상도의 센서 사용 등으로 반영되었다. 특히 기기에 사용되는 sensor의 해상도 변경이 주목할 만하다. 기기에 사용되는 sensor의 해상도가 높아지면 수광부에서 단위 면적당 화소수가 증가하게 되고, 이는 비교적 적은 광량에서 촬영이 이루어지는 안저 카메라의 특성상 noise가 증가하게 되는 점, 진료 시 1,920 × 1,080의 모니터를 주로 이용하는 점 등을 고려할 때 연구자와 개발사는 2백만 화소의 센서를 채용하는 것이 가장 적정할 것으로 판단하였으나, 탐색 리빙랩의 결과 고사양의 카메라에 대한 수요가 크다고 판단하여 이를 토대로 5백만 화소의 센서를 채용하기로 결정하였다.

실험 리빙랩 단계의 결과를 보면, 임상적 성능은 81.56%의 영상이 판독 가능하다는 비교적 양호한 결과를 보였다. 이는 예상치를 뛰어넘는 결과로, 각 기관별 차이는 두드러지지 않았다. 다만 원주 의료복지 사회적 협동조합의 경우 타 기관과 비교할 때, 비교적 낮은 판독 가능률(57.58%)을 보였는데, 이는 본 기관에서 안저 촬영을 시행한 경험이 없다는 점, 피험자 군이 비교적 나이가 많은 점에 기인하는 것으로 판단된다.

1차 시제품 사용 후 사용성 평가의 결과를 살펴보면, 사용자의 대다수가 안저 촬영의 난이도가 높다고 평가하였다. 특히 이의 원인으로 주시점의 부재, 자동 초점의 부재, 짧은 초점거리로 인한 불편이 제기되었다. 또한 자체 디스플레이가 없는 점, 유선으로만 촬영이 가능한 점 등이 사용상 불편한 사항으로 제시되어, 2차 시제품 개발 시 이를 반영하였다.

리빙랩은 개발의 시행착오를 줄일 수 있는 과정이다. 특히 제품 개발의 개념을 정립하는 단계부터 시장의 요구를 반영할 수 있으며, 시판 후 평가(post-marketing surveillance)를 시판 전에 시행하는 효과를 얻을 수 있다. 구체적으로 기업에게는 시장 베타테스트 환경과 유사하나, 그보다는 더욱 적극적인 수요자의 개입을 발견할 수 있으므로, 수요 발굴과 제품 기획의 단계부터 수요자의 필요를 수용하는 장점이 있다. 또한 시장 판매가 중요한 기업으로서는 실제 구매자가 될 수 있는 실수요자가 개발에 참여하게 됨에 따라 시장의 필요를 기획부터 적용할 수 있으며, 부수적으로 시장 규모의 평가, 시판 전 광고 효과 등이 가능하다. 또한 개발과정에서 시행 착오를 단축할 수 있는 장점이 있으므로 비교적 규모가 작은 스타트업 또는 벤처 기업 등에서 개발의 문턱을 낮추는 효과가 있다. 그러나 아직 이러한 개념은 연구자와 개발사에게는 생소하여, 개발사의 입장에서는 리빙랩의 방법을 차용하는 것이 쉽지 않다. 특히 리빙랩의 구성에서 사용자를 대표할 수 있는 사용자 집단을 선정하고 이들과 소통해야 한다는 점, 이러한 경험이 연구자와 개발자에게 없는 점 등은 개발사가 리빙랩을 추가적인 부담으로 느끼게 할 수 있다.

실제 리빙랩 시행 시 사용자가 개발 방향을 주도하는 만큼, 수요자를 대표하고, 사용상 의견을 적절하게 제시할 수 있는 사용자 집단을 선정하는 것이 중요하다. 이를 위해 본 연구는 3개의 대학병원과 1개의 안과 전문병원, 1개의 안과 의원, 1개의 의료복지사회적협동조합을 선정하였는데, 대학병원은 다양한 장비를 사용해 본 경험이 있다는 점, 기술적 이해도가 높다는 점에서 포함하였으며, 안과 전문병원과 안과 의원은 가장 많은 사용자를 대표한다는 점, 임상 경험이 풍부하다는 점으로 인해 포함하였다. 특히 의료복지사회적협동조합이 특기할 만한데, 이는 의료복지사회적협동조합은 일반의로 구성되어 있으며, 지역 사회에 기반을 둔 의료기관이라는 점에서, 향후 본 장비가 보건(지)소에 보급될 상황을 모사할 수 있을 것으로 기대되었으며, 실험 리빙랩에서, 기존 장비에 익숙한 안과 의사가 놓치기 쉬운 점을 새로운 시각에서 조명해 주었다. 본 기기의 개발 목적이 건강 불평등 해소를 위해 보건(지)소 등 안과 전문의가 상주하지 않은 기관에서 안과 검진을 가능하게 하는 것을 포함하고 있기에, 타 안과 전문기관과의 격차를 줄이기 위해 보다 촬영을 쉽게 할 수 있는 방안들 – 적외선(infrared) 영상의 밝기 조정, 시신경 유두의 표시 등 –이 비전문가의 시각에서 제시되었다는 점은 주목할 만하다[9].

반면, 연구자에게 리빙랩의 적용은 장점과 함께 단점이 존재하는 연구 방법이다[11]. 이는 리빙랩의 많은 부분이 적정 기술의 조합으로 구현 가능함에 기인하는데, 이러한 방법은 전문분야의 첨단 연구를 통해 연구의 전문성 제고를 필요로 하는 연구자에게 비교적 전문성이 낮은 적정 기술의 최적화에 많은 시간과 노력을 투입하게 됨에 따라 다소 뒤쳐질 수 있는 가능성이 있다. 이는 특히 연구자의 역량을 Science Citation Index (SCI) 등의 피인용 지수만으로 평가하는 국내의 여건상 더욱 그러하다.

안저 카메라의 개발은 2차 리빙랩에서 요구된 필요를 수용하여 현재 4차 시제품을 개발하여 진행 중에 있다. 이러한 안저 카메라의 개발은 카메라 자체로서뿐만 아니라, 리빙랩을 이용한 적정 기술의 조합을 통한 의료기기 개발 과정 자체로서도 의미를 갖는다고 할 수 있다.

Conflict of interest:

The authors disclose no potential conflicts of interest.

Reference

1. Seong J, Song W, Park I. Living lab as user-driven innovation model: case analysis and applicability. Journal of Korea Technology Innovation Society 2014;17:309-33.
2. Bergvall-Kareborn B, Stahlbrost A. Living lab: an open and citizen-centric approach for innovation. International Journal of Innovation and Regional Development 2009;1:356-70.
3. Seong J, Song W, Park I. Operating system and case presentation for Living Lab. STEPI Insight 2013 Oct(127):1-46.
4. Tran K, Mendel TA, Holbrook KL, Yates PA. Construction of an inexpensive, hand-held fundus camera through modification of a consumer "point-and-shoot" camera. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53:7600-7.
5. Maberley D, Walker H, Koushik A, Cruess A. Screening for diabetic retinopathy in James Bay, Ontario: a cost-effectiveness analysis. CMAJ 2003;168:160-4.
6. Ryan ME, Rajalakshmi R, Prathiba V, et al. Comparison among methods of retinopathy assessment (CAMRA) study: smartphone, nonmydriatic, and mydriatic photography. Ophthalmology 2015;122:2038-43.
7. Burns SA, Tumbar R, Elsner AE, et al. Large-field-of-view, modular, stabilized, adaptive-optics-based scanning laser ophthalmoscope. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis 2007;24:1313-26.
8. Dell'Era C, Landoni P. Living lab: a methodology between user–centred design and participatory design. Creativity and Innovation Management 2014;23:137-54.
9. Shen BY, Mukai S. A portable, inexpensive, nonmydriatic fundus camera based on the raspberry pi(R) computer. J Ophthalmol 2017;2017:4526243.
10. Tran K, Yates PA. Constructing a non-mydriatic point and shoot fundus camera for retinal screening. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53:3105.
11. Schuurman D, De Moor K, De Marez L, Evens T. A living lab research approach for mobile TV. Telematics and Informatics 2011;28:271-82.
12. Myung D, Jais A, He L, et al. 3D printed smartphone indirect lens adapter for rapid, high quality retinal imaging. Journal of Mobile Technology in Medicine 2014;3:9-15.

Appendix. In the exploratory living lab stage, the goal is to understand consumer needs. To do this, a questionnaire survey was conducted with the members of the Korean Retina society. The questionnaire consisted of six questions.

□ 설문지

휴대용 안저카메라에 대한 설문조사

응답결과는 통계법 제13조에 의거하여 비밀이 보장되며, 통계처리 및 미래창조과학부 주관 사회적 격차해소를 위한 휴대형 안저 카메라의 보급 사업의 기초자료 이외의 목적에는 사용되지 않습니다. 적극적인 참여를 부탁드립니다.

1. 근무하시는 의료기관의 종류(환경)는 무엇인가요?
1) 대학병원(급)　2) 안과 전문병원　3) 의원급

2. 안과 전문의를 취득하신 후 안과의로 근무하신지 얼마나 되셨나요? ______년

3. 현재 병원에서 안저카메라를 사용하고 계신지요?
1) 예　2) 아니오

4. 현재 사용중이시라면, 휴대형 안저카메라를 사용하시는지요?
1) 예　2) 아니오

4-1. 휴대형 안저카메라를 사용하지 않으신다면, 이유는 어떤 것인지요?(복수응답)
1) 가격이 비싸다.　2) 영상의 질이 낮다.
3) 촬영이 불편하다.　4) 사용할 필요성을 못 느낀다.
5) 기타: ____________________

5. 휴대형 안저 카메라에 다음 중 꼭 들어갔으면 하는 기능은 무엇입니까?
1) 낮은 무게(1kg대)　2) 높은 해상도 (5메가픽셀)
3) 자동 초점　4) 형광촬영 등을 위한 필터
5) 무산동 촬영

6. 1000만원대 휴대형 안저 카메라를 보급한다면, <u>가장 먼저 포기(허용)해도</u> 되는 기능은 무엇입니까?
1) 무게(1kg → 1.5kg)　2) 해상도(5메가 → 2메가)
3) 자동 초점　4) green 필터 등 부가기능
5) 무산동 촬영

7. 기타, 안저카메라 개발에 바라는 부가 기능 등을 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다.

설문에 참여하여 주셔서 감사합니다.

https://doi.org/10.21561/jor.2018.3.1.13

국문초록

리빙랩 기반의 보급형 휴대형 안저 카메라 개발

목적: 리빙랩의 방법론을 도입하여 안저 카메라를 개발한다.
대상과 방법: 안저 카메라의 개발을 위해 리빙랩의 방법을 도입하였다. 탐색 리빙랩 단계로 한국망막학회 회원을 대상으로 안저 카메라 개발에 필요한 정보를 획득하여 시작품을 제작하였다. 실험 리빙랩 단계로 제작된 시작품의 성능 및 사용성을 평가하기 위하여 6개 기관에서 리빙랩을 구성하여 안저 사진을 취득하고 판독 가능 여부와 안저 카메라 사용 후 설문조사를 시행하였다. 취득된 안저 사진의 효용성을 평가하고 시작품에 대한 사용자의 평가를 수집하여 공급자는 이를 토대로 시제품을 개발하였다.
결과: 휴대형 안저 카메라 개발 시 획득된 정보에 의해 낮은 가격, 높은 화소수, 자동 초점, 1 kg대 무게, 무산동 촬영 가능 등을 고려하였다. 3차 시작품을 사용하여 6개 기관에서 320명의 안저 사진을 획득하였고 판독 가능한 영상은 81.56%로 측정되었다. 사용자 평가에서 요구된 의견을 바탕으로 1차 시제품을 개발하였다.
결론: 휴대형 안저 카메라의 실수요자가 제품 개발에 참여, 시제품의 사양을 결정하여 카메라의 임상적 성능은 양호하였다. 또한 사용 후 이를 평가하여 요구된 사항을 보완할 수 있도록 하였다. 본 과정은 새로운 휴대형 안저 카메라 개발 시 리빙랩을 적용한 사례로 추후 의료기기 개발 시 리빙랩의 적용 가능성을 제시하였다는 점에서 의미가 있다.