

명세서

발명의 명칭: 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션

기술분야

- [1] 관련출원과의 상호인용
- [2] 본 출원은 2019년 10월 18일 자 한국 특허 출원 10-2019-0130146호에 기초한 우선권의 이익을 주장하며, 해당 한국 특허 출원의 문헌에 개시된 모든 내용은 본 명세서의 일부로서 포함된다.
- [3] 기술분야
- [4] 본 발명은 근시 진행 억제제를 포함한 근시 치료를 목적으로 하는 디지털 치료제(digital therapeutics, 이하 DTx)에 관한 것으로서, 특히 근시의 발병기전을 밝히고자 하는 기초 과학적 논문과 관련 임상시험 논문에 대한 문헌 조사와 전문가 리뷰를 통해 아동기/청소년기 축성 근시에 대한 발병 기전(mechanism of action, 이하 MOA)을 도출하고, 이를 바탕으로 아동기/청소년기 축성 근시의 진행 억제와 치료를 위한 치료 가설(therapeutic hypothesis)과 디지털 치료 가설(digital therapeutic hypothesis)을 확립하는 것을 포함한다.
- [5] 또한, 본 발명은 상기 아동기/청소년기 축성 근시의 디지털 치료 가설을 임상적으로 검증하고 디지털 치료제로 구현하기 위한, 애플리케이션(application)의 합리적 설계와 그를 바탕으로 한 아동기/청소년기 축성 근시의 진행 억제와 치료를 목적으로 하는 디지털 장치 및 애플리케이션의 제공을 포함한다.

배경기술

- [6] 한국의 근시 환자 유병률은 매우 높은데, 2008년에서 2012년까지의 데이터를 분석한 결과, 특히, 우리나라 12-18세 청소년의 근시 유병률(-0.75 디옵터 이상)은 80.4%로 인구학적으로 60대 노인 근시 유병률(18.5%)의 4.35배이며, 고도 근시의 유병률(-6 디옵터 이상)은 12%로서 60대(1.5%)보다 8배나 높게 나타났으며, 미국, 영국 등의 청소년 근시 유병율에 비교하여 3배 가까이 높은 수치를 보였다.
- [7] 더 심각한 것은, 우리나라 청소년 근시 환자의 약 70%가 중증도 및 고도 근시 환자인 것으로 조사됐다. 초등학생의 근시 유병률 또한 1980년에 23% 내외였던 것에 비해, 1990년대 38%, 2000년대 46.2%로 꾸준히 증가하고 있다.
- [8] 세계 보건 기구(WHO)는 근시를 질병으로 인식하고 있지만, 전 세계적으로 아직까지 근시에 대한 뚜렷한 치료제가 없는 실정이다. 최근, 중국, 싱가포르, 한국 등에서 근시 유병율이 갑자기 증가한 것과 더불어, 근시는 향후 실명까지 유발할 수 있는 안과 질환인 점이 부각되면서 다시 학계의 주목을 받기 시작했다.
- [9] 근시의 종류는 안구의 축이 길어져서 발생하는 축성 근시(axial myopia)와 수정체나 각막 등의 굴절률 증가로 인한 굴절성 근시(refractive myopia,

indexmyopia)로 나뉜다. 축성 근시는 망막이나 맥락막에 영향을 미치지 않는 단순 근시(simple myopia)와 망막에 변성을 가져와 실명을 유발하기도 하는 변성 근시(degenerative myopia)로 다시 분류된다. 당뇨에 의한

수정체핵경화(nuclear sclerosis)나 원추각막(keratoconum)을 제외하면 대부분의 근시는 초등학교 연령부터 진행이 가속화되는 단순 축성 근시에 해당한다.

- [10] 이러한 근시의 진행을 늦추거나 치료하는 방법으로서, 약물(아트로핀)과 특수 렌즈(예를 들면, 드림 렌즈)를 사용하는 방법이 알려져 있다. 그러나 아트로핀의 경우는 동공 확장으로 인한 심한 눈부심이 발생할 수 있다. 또한, 드림 렌즈의 경우는 각막 손상의 위험성이 크기 때문에, 시력 교정 안경과 비교할 때 그 임상적 활용이 제한적이다.

- [11] 이와는 별개로, 근시 치료용 기구, 눈운동법, 눈운동 애플리케이션 등이 많이 개발되어 판매되고 있으나, 대부분이 그 임상적 유효성에 대한 근거가 부족하고 별도의 인허가 절차 없이 판매되고 있는 실정이다. 이처럼, 병원에서 근시 진단을 받은 아동기/청소년기 환자가 근시의 진행 억제와 치료를 위해 할 수 있는 신뢰성 높은 치료법이 부재한 현실이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명은 먼저 아동기/청소년기 성장에 따른 안구 발달 단계 및 근시 진행의 신경체액적 요인(neuro-humoral factors)을 고려하여, 근시에 대한 발병 기전, 치료 가설, 디지털 치료 가설을 도출한다. 본 발명은 근시 디지털 치료 가설에 기초하여 광자극 환경하에서 환자가 디지털 과제의 반복적 수행을 통해, 근시의 진행을 억제하고 치료효과를 제공하는 신뢰성을 확보할 수 있는 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션의 제공을 그 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [13] 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치는 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설에 기초하여 상기 근시의 치료를 위한 디지털 치료제 모듈(digital therapeutics module)을 생성하고, 그 디지털 치료제 모듈에 기초하여 구체화된 디지털 과제를 생성하고, 상기 디지털 과제를 제1 사용자에게 제공하는 디지털 과제 생성부 및 상기 디지털 과제에 대한 상기 제1 사용자의 수행 결과를 수집하는 결과 수집부를 포함할 수 있다.

- [14] 본 발명의 일 실시 예에 따른 축성 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션은 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설에 기초하여 상기 근시의 치료를 위한 디지털 치료제 모듈을 생성하는 단계, 상기 디지털 치료제 모듈에 기초하여 구체화된 디지털 과제를 생성하는 단계, 상기 디지털 과제를 제1 사용자에게 제공하는 단계, 및 상기 디지털 과제에 대한 상기 제1 사용자의 수행 결과를 수집하는 단계를 포함하는 동작을 컴퓨팅 장치로 하여금 수행하도록 할 수 있다.

발명의 효과

- [15] 본 발명의 측정 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션에 따르면, 측정 근시 진행의 신경체액적 요인을 고려하여 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설, 디지털 치료 가설을 도출하고, 이에 기초하여 적절한 광자극 환경의 설정 하에서 환자에게 디지털 과제를 제시하고 그 수행 결과를 수집 분석하여, 근시의 진행을 억제하고 치료를 제공하는 신뢰성을 있는 디지털 장치 및 애플리케이션을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도 1a는 본 발명에서 제안된 아동기/청소년기 측정 근시의 발병 기전을, 도 1b는 본 발명에서 제안된 측정 근시의 치료 가설을, 도 1c는 본 발명에서 제안된 측정 근시의 디지털 치료 가설을 나타내는 도면이다.
- [17] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [18] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션의 입력과 출력 루프를 나타내는 도면이다.
- [19] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션에 따른 피드백 루프를 나타내는 도면이다.
- [20] 도 5a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 근시 장치 및 애플리케이션에서 디지털 치료를 구현하는 모듈 설계를 나타내는 도면이고, 도 5b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션을 뒷받침하는 배경 요인을 나타내는 그림이다.
- [21] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션을 이용하여 환자 맞춤 디지털 처방을 지정하는 방법을 나타내는 도면이다.
- [22] 도 7a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 수행 환경 설정을 나타내고, 7b 내지 7g는 본 발명의 일 실시 예에 따른 각 모듈의 구체적 과제의 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다.
- [23] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션의 동작을 나타내는 흐름도이다.
- [24] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션에서 디지털 과제를 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [25] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션에서 피드백 제어에 따라 동작을 반복 수행하는 것을 나타내는 흐름도이다.
- [26] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치의 하드웨어 구성을 나타내는 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [27] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시 예들에 대해 상세히

설명하고자 한다. 본 문서에서 도면상의 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

- [28] 본 문서에 개시되어 있는 본 발명의 다양한 실시 예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시 예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 다양한 실시 예들은 여러 가지 형태로 실시될 수 있으며 본 문서에 설명된 실시 예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.
- [29] 다양한 실시 예에서 사용된 "제1", "제2", "첫째", 또는 "둘째" 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 해당 구성 요소들을 한정하지 않는다. 예를 들면, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성 요소로 바꾸어 명명될 수 있다.
- [30] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [31] 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미를 가지는 것으로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 발명의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.
- [32] 종래의 신약 개발은 현장에서의 의학적 필요를 확인하고, 해당 질병에 대한 전문가 리뷰와 메타분석을 활용한 발병 기전을 제안하고 이를 토대로 한 치료 가설을 도출하는 것에서 시작한다. 또한, 치료 가설에 입각하여 치료 효과를 기대한 약물의 라이브러리를 준비한 후, 스크리닝을 통해 후보물질을 찾아내고, 해당 후보물질의 최적화 및 전임상 시험을 거쳐, 임상이전단계부터 유효성과 안전성을 확인하여 최종 후보 약물을 확정하게 된다. 그리고, 해당 후보 약물의 대량 생산을 위해 CMC(chemistry, manufacturing, and controls)를 확립한 후 해당 후보 약물의 임상 시험을 진행하여 발병 기전과 치료 가설에 대한 검증을 수행하고 후보 약물에 대한 임상적 유효성 및 안전성을 확인하게 된다.
- [33] 특허의 관점에서는 신약 개발의 업스트림(upstream)에 해당하는 약물 타겟과 신호전달(drug target/signaling)은 많은 불확실성을 가지고 있다. 그리고, 많은 경우 기존에 보고되었던 결과를 종합, 해석하는 방법론을 취하기 때문에, 발명의 신규성을 인정받기가 어려운 경우가 많다. 그에 반하여 약물 타겟과 신호전달을 조절하여 질병을 치료할 수 있는 약물의 발명은, 수많은 신약 연구 개발의 연구 방법론의 발전에도 불구하고, 일부 항체나 핵산(DNA, RNA) 치료제 분야를 제외하면, 가장 높은 수준의 창의성이 요구된다. 결과적으로 약물의 분자적 구조는 신약 분야에서 가장 강력한 물질 특허를 구성하는 가장 핵심적 요소이다.

- [34] 이러한 물질 특허를 통해 강력히 보호받는 약물들과 달리 디지털 치료제는 원칙적으로 소프트웨어로 구현된다. 디지털 치료제의 속성상 치료제로서의 임상적 검증과 인허가 프로세스를 고려할 때, 해당 질병에 대한 디지털 치료제의 합리적 설계 및 이를 기반으로 한 소프트웨어 구현은 특허로 보호받아야 할 매우 창의적 발명의 과정이라고 할 수 있다.
- [35] 즉, 본 발명과 같은 디지털 치료제의 핵심은 해당 질병의 치료에 적합한 디지털 치료제의 합리적 설계와 이를 바탕으로 한 임상적 검증이 가능한 구체적인 소프트웨어의 개발에 있다. 이러한 관점에서 구현된 본 발명의 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션에 대해 이하에서 구체적으로 설명하고자 한다.
- [36] 도 1a는 본 발명에서 제안된 아동기/청소년기 축성 근시의 발병 기전을, 도 1b는 본 발명에서 제안된 축성 근시의 치료 가설을, 도 1c는 본 발명에서 제안된 축성 근시의 디지털 치료 가설을 나타내는 도면이다.
- [37] 이하에서 설명하는 본 발명의 근시 진행 억제와 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션은 아동기/청소년기 축성 근시에 대한 임상시험 논문의 문헌조사와 전문가 리뷰를 통해 도출된 발병 기전과 치료 가설을 바탕으로 구현되었다.
- [38] 일반적으로 말하자면, 질병 치료는 특정 질병을 병태생리학적 기능 및 기질적 측면에서 분석하여 시작점, 진행점 및 종말점을 결정한다. 그리고, 해당 질병의 인구학적 특성 및 질병 통계학적 분석을 통하여 질병의 증상(indication)을 정의한다. 또한, 확정된 증상에 해당하는 환자의 생리, 특히 신경체액적 요인을 분석하고, 환자의 신경체액적 요인을 질병에 관련된 부분으로 범위를 좁혀 발병 기전을 도출한다.
- [39] 다음으로, 질병과 연관된 해당 신경체액적 요인의 조절에 직접적인 관계가 있는 행위와 환경 제어를 통해 해당 질병을 치료하는 치료 가설을 도출한다. 이런 치료 가설을 디지털 치료제로 구현하기 위해, 환자의 "행위/환경 제어 → 신경체액적 요인 조절"로 연결되는 반복적 디지털 과제와 수행을 통한 치료효과 달성이라는 디지털 치료 가설을 제안한다. 본 발명의 디지털 치료 가설은 환자의 행위(행동, 정서, 인지 영역 포함) 변화, 환경 개선, 환자 참여를 구체적인 과제(instruction)의 형태로 제시하고 그 수행을 수집·분석하는 디지털 장치 및 애플리케이션으로 구현된다.
- [40] 이상에서 설명한 임상시험에 대한 문헌조사는 메타분석, 데이터 마이닝을 통해 수행될 수 있으며, 각 분석 단계에서 임상전문의 피드백과 심층 리뷰가 적용될 수 있다. 기본적으로 본 발명은 이상에서 설명한 과정을 통해 축성 근시의 발병 기전과 치료 가설을 추출할 수 있으며, 이에 기초하여 신경체액적 요인을 조절하여 축성 근시의 진행 억제와 치료를 위한 디지털 치료제로서의 디지털 장치 및 애플리케이션을 제공하는 것을 포함한다.
- [41] 그러나, 본 발명에 따른 축성 근시의 발병 기전과 치료 가설의 추출 방법이 이상에서 설명한 방법에만 제한되는 것은 아니며, 이 외에도 다양한 방법을 통해

질병의 발병 기전과 치료 가설을 추출할 수 있다.

- [42] 도 1a를 참조하면, 아동기/청소년기의 다양한 위험 요인(risk factors), 예를 들면, 근거리 작업, 교육, 인종, 유전, 기타 요인(조산, 다이어트, 광 노출, 출생 계절, 높은 안압 등)이 아동기/청소년기의 신경체액적 요인의 불균형을 초래할 수 있다. 이로 인해, IGF, 코티솔, 도파민 이상(異常)으로 안구 주변의 공막(鞏膜)에서 단백질다당(proteoglycan) 생성에 이상이 발생하고, 그 결과 안축이 비정상적으로 자라 축성 근시가 발생한다.
- [43] 도 1b를 참조하면, 본 발명에 따른 축성 근시의 치료 가설은 환자의 행위 (행동, 정서, 인지 영역 포함)와 환경, 그리고 환자 참여를 통한 신경체액적 요인의 밸런스 회복을 통한 축성 근시의 진행 억제와 치료이다.
- [44] 도 1c를 참조하면, 축성 근시의 디지털 치료 가설은 환자의 행위 변화, 환경 개선, 참여를 구체적 과제의 형태로 제시하고 그 수행을 수집·분석하는 디지털 장치 및 애플리케이션으로 구현된다. 본 발명의 디지털 치료제를 이용하면, 상기의 디지털 입력(과제)과 출력(수행)을 통해 아동기/청소년기 축성 근시 환자의 신경체액적 요인들의 불균형을 교정하여 축성 근시의 진행 억제와 치료를 달성할 수 있다.
- [45] 한편, 도 1a 및 1b에서는 축성 근시의 발병 기전과 치료 가설에 관하여 설명하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며 모든 종류의 근시, 그 외에 기타 다른 질병에 대해서도 본 발명의 방법론을 적용할 수 있을 것이다.
- [46] 또한, 도 1a 및 1b에서는 신경체액적 요인을 IGF(insulin-like growth factor), 코티솔(cortisol), 도파민(dopamine)으로 설명하였으나, 이는 예시적인 것일 뿐 본 발명에 따른 근시의 발병 기전과 치료 가설에 있어서 신경체액적 요인이 이에 제한되는 것은 아니며, 근시에 영향을 주는 모든 신경체액적 요인이 고려될 수 있다.
- [47] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [48] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 시스템(000)은 디지털 과제 생성부(010), 센싱 데이터 수집부(020), 수행 입력부(030), 결과 분석부(040), 데이터베이스(050) 및 보안부(060)를 포함할 수 있다.
- [49] 아동기/청소년기 축성 근시에 대한 발병 기전, 치료 가설 및 디지털 치료 가설에 기초하여 의사(제2 사용자)는 해당 환자의 근시의 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션으로 구현되는 디지털 치료제를 처방할 수 있다. 이 때, 디지털 과제 생성부(010)는 근시에 대한 신경체액적 요인과 행동/환경 간의 상호작용에 기초하여 디지털 치료제 처방을 환자가 실행할 수 있는 구체적 행동 과제로 환자에게 제공하는 장치이다. 예를 들면, 신경체액적 요인은 IGF, 코티솔 및 도파민 등을 포함할 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니며, 근시를 유발할 수 있는 모든 신경체액적 요인이 고려될 수 있다.

- [50] 디지털 과제 생성부(010)는 의사로부터의 입력에 기초하여 디지털 과제를 생성할 수 있다. 이 경우, 디지털 과제 생성부(010)는 의사가 환자(제1 사용자)를 진단하여 수집한 정보에 기초하여 디지털 과제를 생성할 수 있다. 또한, 디지털 과제 생성부(010)는 환자로부터 수신한 정보에 기초하여 디지털 과제를 생성할 수 있다. 예를 들면, 환자로부터 수신한 정보는 환자의 기저 요인(basal factors), 의료 정보, 디지털 치료제 이해능력(digital therapeutics literacy)을 포함할 수 있다. 이 때, 기저 요인은 환자의 활동량(activity), 심박수, 수면, 식사(영양과 열량) 등을 포함할 수 있다. 의료 정보는 환자의 EMR(electronic medical record), 가족력, 유전적 취약성(genetic vulnerability), 유전적 감수성(genetic susceptibility) 등을 포함할 수 있다. 디지털 치료제 이해능력은 디지털 치료 과제 및 장치에 관한 환자의 접근성(accessibility)과 수용자세 등을 포함할 수 있다.
- [51] 디지털 과제 생성부(010)는 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설을 반영하여, 가상 매개변수를 활용, 디지털 모듈을 생성할 수 있다. 이 때, 가상 매개변수는 환자의 환경, 행동, 감정 및 인지 측면에 대하여 도출될 수 있다. 이에 관해서는 도 5에서 상세히 후술하고자 한다.
- [52] 디지털 과제 생성부(010)는 환자가 치료 효과를 얻기 위해 구체적으로 설계된 디지털 과제를 생성하고, 그 과제를 환자에게 제공한다. 예를 들면, 디지털 과제 생성부(010)는 밝은 광환경을 통해 광자극을 제공하면서, 동시에 각 디지털 치료제 모듈의 구체적 디지털 과제를 생성할 수 있다.
- [53] 센싱 데이터 수집부(020)와 수행 입력부(030)는 디지털 과제 생성부(010)를 통해 제공된 디지털 과제에 대한 환자의 수행 결과를 수집할 수 있다. 구체적으로, 디지털 과제에 대한 환자의 준수도(adherence)를 센싱하는 센싱 데이터 수집부(020)와 디지털 과제에 대해 환자가 직접 수행 결과를 입력할 수 있는 수행 입력부(030)로 구성되며, 디지털 과제에 대한 환자의 수행 결과를 출력한다.
- [54] 결과 분석부(040)는 환자의 행동 준수도나 참여를 미리 설정된 주기로 수집하여 외부에 보고할 수 있다. 따라서, 의사는 환자가 직접 내원하지 않더라도 애플리케이션을 통해 디지털 과제의 수행 경과를 지속적으로 모니터링 할 수 있다.
- [55] 데이터베이스(050)는 근시에 대한 발병 기전, 치료 가설, 사용자에게 제공된 디지털 과제, 사용자의 수행 결과에 관한 데이터를 저장할 수 있다. 도 2에서는 데이터베이스(050)가 근시 치료를 위한 디지털장치(000)에 포함되는 것으로 나타내었으나, 데이터베이스(050)는 외부의 서버에 구비되어 있을 수 있다.
- [56] 한편, 디지털 과제 생성부(010)에 의한 디지털 과제의 입력과 센싱 데이터 수집부(020)/수행 입력부(030)에 의한 환자의 디지털 과제 수행 결과의 출력, 그리고 결과 분석부(040)에 의한 평가라는 일련의 루프는 복수 회 반복하여 수행될 수 있다. 이 때, 디지털 과제 생성부(010)는 이전 회 차에서 제공된 환자의 디지털 과제와 그 출력값 및 평가를 반영하여 현재 회 차에 대한 환자 맞춤

디지털 과제를 생성할 수 있다.

- [57] 이와 같이, 본 발명의 축성 근시 진행 억제 및 치료를 위한 디지털 치료 장치에 따르면, 축성 근시의 신경체액적 요인을 고려하여 축성 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설, 디지털 치료 가설을 도출하고, 이에 기초하여 환자에게 적절한 광자극 환경의 설정과 축성 근시 치료를 위한 디지털 과제를 제시하며 그 수행을 수집·분석함으로써, 신뢰성을 확보할 수 있는 근시 치료가 가능하게 된다.
- [58] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션의 입력과 출력 루프를 나타내는 도면이다.
- [59] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션은 해당 디지털 처방을 과제의 형태로 환자에게 입력하고, 해당 디지털 과제에 대한 수행 결과를 출력할 수 있다.
- [60] 환자에게 제공되는 디지털 과제는 행동, 정서, 인지에 대한 구체적인 행위과제와 환자의 광환경을 제어하는 것을 포함할 수 있다. 도 3에 나타난 것과 같이, 디지털 과제는 눈운동, 스트레스 감소, 성취감, 광자극 등을 포함할 수 있다. 그러나, 이는 예시일 뿐 본 발명에 따른 디지털 과제가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [61] 디지털 과제에 대한 환자의 수행 결과는 1) 과제-수행 로그인/로그아웃 정보, 2) 눈운동, 스트레스와 관련된 심박수, 산소포화도 변화와 같은 패시브 데이터(passive data)의 형태로 센싱되는 준수도 정보, 그리고 3) 환자 수행 결과의 직접 입력 정보로 구성된다.
- [62] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 축성 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션의 피드백 루프를 나타내는 도면이다.
- [63] 도 4를 참조하면, 전술한 도 3의 단일 피드백 루프를 복수 회 반복 수행하여 신경체액적 요인을 조절함으로써 축성 근시의 진행 억제와 치료를 달성하는 것을 나타내고 있다.
- [64] 축성 근시의 경우 질병적 특성상 그 치료를 위해서는 짧게는 10주 길게는 아동기/청소년기 전체에 걸친 장기간의 디지털 치료와 관찰이 요청된다. 이러한 특성 때문에 축성 근시의 진행 억제 및 치료 효과는, 해당 치료 과정 동안의 단순 과제-수행 반복보다는 피드백 루프에 의한 과제-수행의 점진적 향상을 통해 보다 효과적으로 달성될 수 있다.
- [65] 예를 들면, 첫 회의 디지털 과제와 수행 결과는 단일 루프에서는 입력값과 출력값으로 주어지지만, N회 실행 시 루프의 되먹임 프로세스를 이용하여 이번 루프에서 생성된 입력값과 출력값을 반영하여 다음번 루프의 입력을 조정하여 새로운 디지털 과제를 생성할 수 있다. 이러한 피드백 루프를 반복함으로써 환자 맞춤 디지털 과제를 도출하고 동시에 치료 효과를 극대화할 수 있다.
- [66] 이처럼, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션에서는 이전 회 차(예를 들면, N-1 회 차)에서 제공된 환자의 디지털 과제 및 과제 수행 결과에 관한 데이터를 이용하여 현재 회 차(예를 들면,

N 회 차)에 대한 환자의 디지털 과제와 수행 결과를 산출할 수 있다. 즉, 이전 루프에서 산출된 환자의 디지털 과제 및 과제 수행 결과에 기초하여 다음 루프에서의 디지털 과제를 생성할 수 있다. 이 때, 피드백 프로세스는 필요에 따라 다양한 알고리즘과 통계적 모델이 사용될 수 있다.

- [67] 이와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션에서는 신속한 피드백 루프를 통해 환자에게 적합한 환자 맞춤 디지털 과제의 최적화가 가능하다.
- [68] 도 5a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 근시 장치 및 애플리케이션에서 디지털 치료를 구현하는 모듈 설계를 나타내는 도면이고, 도 5b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션을 뒷받침하는 배경 요인을 나타내는 그림이다.
- [69] 도 5a에 나타낸 것과 같이, 근시에 대한 발병 이전에 기초한 치료 가설이 만들어지면 타겟이 되는 신경체액적 요인(예를 들면, IGF, 코티솔, 도파민 등)을 도출할 수 있다. 이러한 신경체액적 요인의 조절에 구체적 과제를 대응시키기 위해, 가상 매개변수를 활용하였다. "신경체액적 요인-가상 매개변수-모듈"의 상관 관계를 이용하여, 근시 치료에 필요한 모듈을 도출하였다. 각 모듈은 후술할 도 7에서 좀 더 구체적으로 모듈 별 과제의 형태로 설명할 것이다. 이 때, 각 모듈은 실제 디지털 장치 또는 애플리케이션으로 구현되는 디지털 치료제의 기본 설계 단위이며 구체적 과제들의 집합이다.
- [70] 구체적으로, 도 5a를 참조하면, 축성 근시에 대한 발병 이전과 치료 가설을 통해 도출된 신경체액적 요인은 IGF, 코티솔(혹은 코티솔에 영향을 받는 TGF-beta) 및 도파민(혹은 GABA agonist/antagonist, glucagon)일 수 있다. 근시 치료를 위해서는 해당 연령대에서 안구 발달에 영향을 주는 IGF와 도파민의 분비를 촉진시키고 코티솔의 분비는 억제시키도록 조절하여야 한다.
- [71] 각 신경체액적 요인의 제어를 환경(빛), 행동(운동), 정서(스트레스 감소), 인지(성취감)를 가상 매개변수로 활용하여 디지털 치료제 모듈에 대응시켰다. 그리고, 변환된 모듈에 기초하여 각 모듈 별 구체적인 디지털 과제를 생성하였다. 이 때, 디지털 과제는 모니터링을 통해 출력 가능한 수행 환경 설정과 모듈(눈운동, 체조, 자아, 안전·편안, 재미, 및 성취 모듈)을 포함할 수 있다. 그러나, 이는 예시일 뿐 본 발명에 따른 모듈에 이에 제한되는 것은 아니다.
- [72] 한편, 도 5b를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션의 모듈 설계에 있어서 배경 요인을 함께 고려할 수 있다.
- [73] 여기서, 배경 요인은 본 발명에 따른 디지털 근시 치료의 임상적 유효성을 검증하는 과정에서 임상 실험 결과의 보정을 위해 필요한 요소이다. 구체적으로, 도 5b에 나타낸 배경 요인 중 기저 요인(basal factors)은 활동량(activity), 심박수, 수면, 식사(영양과 열량) 등을 포함할 수 있고, 의료 정보는 환자가 내원했을 때 작성한 EMR, 가족력, 유전적 취약성 및 감수성 등을 포함할 수 있으며, 디지털 치료제 이해능력은 디지털 치료 과제 및 기기에 대한 환자의 접근성과

수용자세를 포함할 수 있다.

- [74] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션을 이용하여 환자 맞춤 디지털 처방을 지정하는 방법을 나타내는 도면이다.
- [75] 도 6의 (A)는 일상적 환자-의사간 문진을 통한 처방 과정을 나타내고, 도 6의 (B)는 의사가 복수의 디지털 과제와 그 수행 결과의 분석을 통해 환자 맞춤 디지털 처방을 지정해 주는 방식을 나타낸다.
- [76] 이처럼, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션을 이용함에 있어서, 도 6의 (B)에서 나타낸 바와 같이, 일정 기간 동안 환자의 과제와 수행 결과를 의사가 검토하여 환자 맞춤으로 근시 치료를 위한 모듈의 종류와 각 모듈 별 과제를 조정할 수 있다.
- [77] 도 7a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 수행 환경 설정을, 7b 내지 7g는 본 발명의 일 실시 예에 따른 각 모듈의 구체적 과제의 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다.
- [78] 축성 근시의 디지털 치료의 경우, 통상적으로 10주 이상 지속적인 환자의 참여가 필수적이기 때문에 청소년기 아동이 디지털 치료에 대해 재미를 느끼고 자발적으로 참여하는 것이 무엇보다 중요하다. 이러한 맥락에서 각 모듈에는 게임적 요소를 넣어 모듈을 구성할 수 있다. 후술할 바와 같이, 축성 근시의 개선 및 치료를 위해 구현된 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션에서 각 모듈은 기본 설계 단위이며 구체적 과제들의 집합이다.
- [79] 도 7a를 참조하면, 수행 환경 설정의 구체적 과제 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다. 이 때, 수행 환경 설정은 도 2의 디지털 과제 생성부(010)의 구성으로 포함될 수 있다.
- [80] 구체적으로, 수행 환경 설정은 조도 센서를 이용한 수행 환경의 밝기를 설정하는 것을 포함하며, 타 모듈들은 설정된 광환경 하에서 수행된다.
- [81] 일반적으로 햇빛은 안구 건강과 밀접한 관계를 가지고 있다. 직사광선에 노출된 것과 같은 정도의 강한 광자극은 망막의 신경 세포에 작용하여 도파민 분비를 촉진하여 공막을 지지해주는 단백질다당의 합성을 유도한다. 이는 정상적인 안축장 길이 조절에 필수적 요인이다.
- [82] 이와 같이, 환자에게 광자극을 제공하기 위해 조도 센서를 이용하여 현재 환경의 조도를 측정하도록 하거나, 현재 광환경에 대한 알람을 제공하여 환자가 디지털 치료에 참여하는 환경을 밝게 제어하도록 할 수 있다.
- [83] 도 7b를 참조하면, 눈운동 모듈의 구체적 과제 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다. 이 때, 눈운동 모듈은 도 2의 디지털 과제 생성부(010)의 구성으로 포함될 수 있다.
- [84] 눈운동에 대한 디지털 과제는 환자의 눈운동, 바이오피드백(biofeedback), 안구 관련 행동 제어를 포함하며, 동안근에서 IGF의 분비를 촉진시킨다. 구체적으로, 눈운동 모듈의 행동 과제는 눈운동, 눈 깜박임, 원거리 주시, 눈 감기 등과 같이

안구 추적 기술(eye tracking technology)을 이용하여 환자 준수도를 모니터링할 수 있다. 그러나, 눈운동 모듈의 수행 결과 수집은 안구 추적 기술에 제한되는 것은 아니며, 과제에 대한 수행 결과의 환자 직접 입력을 포함한다.

- [85] 도 7c를 참조하면, 신체운동 모듈의 구체적 과제 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다. 이 때, 신체운동 모듈은 도 2의 디지털 과제 생성부(010)의 구성으로 포함될 수 있다. 신체운동 모듈은 느린 속도의 편안한 신체운동 및 복근 운동을 포함하며 휴식, 이완, 심호흡 등을 통해 스트레스를 감소시켜 코티솔의 분비를 억제하는 일련의 행동과제(behavioral instruction)로 구성될 수 있다.
- [86] 구체적으로, 신체운동 모듈의 행동 과제는 이완 체조, 심호흡, 명상, 눈마사지 등과 같은 행동과제를 포함한다. 그리고, 그 수행 결과를 바이오피드백(EEG, ECG, EMG, EDG 등 측정) 장치나 범용 센서(activity, HR 등 측정)를 이용하여 센싱 데이터 수집부(020)로 수집하거나 혹은 환자가 직접 수행 입력부(030)를 이용 입력하는 방법을 포함한다. 본 발명의 행동 과제는 소아정신과에서 아동의 스트레스 해소를 위해 널리 이용하고 있는 행동 치료법을 준용하여 구성하였다.
- [87] 일반적으로 근시의 진행과 청소년기의 진행은 밀접한 관계가 있다. 특히, 이 시기에는 연령대, 성별, 성격, 취향에 따라 자아, 안전·편안(속풍이, ventilation), 재미, 성취에 대한 다양성이 클 수 밖에 없다. 이러한 편차들을 커버하기 위해 각 환자의 개별 특성에 맞게 각 모듈 별 디지털 과제를 맞춤형으로 제시하는 것이 바람직하다. 특히 대화와 같이 앱과의 상호 커뮤니케이션이 필요한 과제는 빅데이터 분석, 인공지능 분석과 결합하여 개발 가능하다.
- [88] 도 7d를 참조하면, 자아 모듈의 구체적 과제 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다. 이 때, 자아 모듈은 도 2의 디지털 과제 생성부(010)의 구성으로 포함될 수 있다.
- [89] 구체적으로, 자아 모듈의 과제는 청소년들의 자존감을 높이고 스트레스를 낮추는 역할을 목적으로 한다. 이를 위해 예를 들면, 대화, 그림 그리기, 명상, 일기쓰기, 나만의 안전 공간 만들기(safety place 과제), 내가 좋아하는 것들(장소, 시간, 계절, 색깔, 음식, 사람 등), 나만의 버킷 리스트, 가고 싶은 여행 장소 정하고 계획 짜기 등의 과제를 구성할 수 있다. 이러한 과제들은 소아 정신과에서 자존감을 높이고 아동 혹은 청소년의 스트레스 해소를 위해 널리 이용하고 있는 심리 치료법을 준용하여 구성하였다.
- [90] 도 7e를 참조하면, 안전·편안 모듈의 구체적 과제 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다. 이 때, 안전·편안 모듈은 도 2의 디지털 과제 생성부(010)의 구성으로 포함될 수 있다.
- [91] 구체적으로, 안전·편안 모듈의 과제는 청소년들의 스트레스를 낮추는 속풍이(ventilation) 역할을 목적으로 한다. 이를 위해 예를 들면, 수다, 표현하기(글쓰기, 노래, 그림), 애니메이션적으로 불쾌한 감정 떠나 보내기(trash can 과제) 등의 과제를 구성할 수 있다. 이러한 과제들은 소아 정신과에서 아동

혹은 청소년의 스트레스 해소를 위해 널리 이용하고 있는 심리 치료법을 준용하여 구성하였다.

- [92] 도 7f를 참조하면, 재미 모듈의 구체적 과제 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다. 이 때, 재미 모듈은 도 2의 디지털 과제 생성부(010)의 구성으로 포함될 수 있다.
- [93] 구체적으로, 재미 모듈은 환자가 애플리케이션을 사용하여 재미를 느끼게 하는 과제로서, 청소년기 특성에 맞게 음악, 게임, 또는 동영상 등의 다양한 콘텐츠를 이용하여 구성될 수 있다. 또한, 재미 모듈에서 재미 과제는 환자의 디지털 치료 참여의 지속성을 향상시키는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- [94] 도 7g를 참조하면, 성취 모듈의 구체적 과제 예시 및 출력 데이터 수집 방식을 나타낸다. 이 때, 성취 모듈은 도 2의 디지털 과제 생성부(010)의 구성으로 포함될 수 있다.
- [95] 구체적으로, 성취 모듈은 환자의 과업 수행과 그 완수의 성취감을 통한 도파민의 분비를 촉진하는 과제들을 포함할 수 있다. 여기서, 과업 성취 과제는 과업을 주고 그 달성을 통해 환자가 성취감을 느끼게 하는 과제로서, 환자의 참여 기간에 맞게 과업을 업데이트할 수 있고, 자발적 참여를 유도할 수 있는 게임을 포함할 수 있다. 예를 들면, 게임의 구체적 형식은 학습, 숨은 그림 또는 다른 그림 찾기, 퀴즈 등으로 다양하게 구성 가능하다.
- [96] 특히 성취 모듈 중에서 퀴즈 형태로 구현되는 부분은 환자의 건강정보 이해능력과 디지털 치료제 이해능력을 높이는 부가적 효과를 기대할 수 있다. 이런 건강정보 및 디지털 치료제 이해능력의 향상은 환자의 치료 참여 지속과 수행도의 향상을 위해 필수적 요소이다.
- [97] 전술한 것과 같이, 본 발명에 따른 디지털 치료는 10주 이상의 환자 참여가 필요하며, 이 기간 동안 상술한 모듈들의 과제를 성실히 수행하는 자체가 환자의 성취감을 형성할 수 있도록 성취 모듈에 칭찬(보상) 과제를 만들 수 있다. 칭찬 과제에서 환자의 적극적인 치료 참여는 환자-보호자, 환자-의사 간의 신뢰와 보상을 통해 성취감으로 피드백이 가능하다.
- [98] 이상에서 도 7b 내지 도 7g에 나타낸 디지털 과제들은 단지 예시적인 것일 뿐, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며 환자에게 제공되는 디지털 과제는 경우에 따라 다양하게 설정될 수 있다.
- [99] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션의 동작을 나타내는 흐름도이다.
- [100] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션은 먼저, 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설에 기초하여 근시의 치료를 위한 디지털 치료제 모듈을 생성할 수 있다(S810). 이 때, 단계 S810에서는 근시에 대한 신경체액적 요인(예를 들면, IGF, 코티솔, 도파민 등)에 기초하여 디지털 치료제 모듈을 생성하도록 할 수 있다.
- [101] 한편, 단계 S810에서는 의사로부터의 입력에 기초하여 디지털 치료제 모듈을

생성할 수 있다. 이 경우, 의사가 환자를 진단하여 수집한 정보와 이에 기초하여 작성한 처방 결과에 기초하여 디지털 치료제 모듈을 생성할 수 있다. 또한, 단계 S810에서는 환자로부터 수신한 정보(예를 들면, 기저 요인, 의료 정보, 디지털 치료제 이해능력 등)에 기초하여 디지털 치료제 모듈을 생성할 수 있다.

- [102] 그리고, 단계 S820에서는 디지털 치료제 모듈에 기초하여 구체화된 디지털 과제를 생성할 수 있다. 단계 S820은 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설에 대해 환자의 환경, 행동, 정서 및 인지에 관한 가상 매개변수를 적용하여 디지털 치료제 모듈을 생성할 수 있다. 이에 관해서는 도 5에서 설명하였으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [103] 이 때, 디지털 과제는 광환경 설정, 눈운동, 신체운동, 자아, 안전·편안, 재미 및 성취 모듈 중 적어도 하나에 대해 생성될 수 있다. 수행 환경 설정과 각 모듈 별 구체적인 디지털 과제에 대한 설명은 도 7a 내지 7g에서 설명한 것과 같다.
- [104] 다음으로, 디지털 과제를 환자에게 제공할 수 있다(S830). 이 경우, 디지털 과제는 행동, 정서, 인지에 관련되며 눈운동/신체운동과 같이 환자의 과제 준수도를 센서를 이용하여 모니터링 할 수 있는 디지털 과제나 환자가 직접 수행 결과를 입력하는 디지털 과제의 형태로 제공될 수 있다.
- [105] 제시된 디지털 과제를 환자가 수행하고 나면, 디지털 과제에 대한 환자의 수행 결과를 수집할 수 있다(S840). 단계 S840에서는 전술한 것과 같이 디지털 과제에 대한 환자의 준수도를 모니터링 하거나, 디지털 과제에 대해 환자가 수행 결과를 입력함으로써 디지털 과제에 대한 수행 결과를 수집할 수 있다.
- [106] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션은 디지털 과제를 생성하는 단계와 디지털 과제에 대한 환자의 수행 결과를 수집하는 단계가 피드백 루프에 따라 복수 회 반복하여 수행될 수 있다. 이 경우, 디지털 과제를 생성하는 단계는 이전 회 차에서 제공된 환자의 디지털 과제와 수집된 환자의 디지털 과제에 대한 수행 결과 데이터에 기초하여 현재 회 차에 대한 환자의 디지털 과제를 생성하도록 할 수 있다.
- [107] 이와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션에 따르면, 근시의 신경체액적 요인을 고려하여 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설을 도출하고, 이에 기초하여 환자에게 디지털 과제를 제시하고 적절한 광자극 환경하에서 디지털 과제를 수행하게 하고 그 결과를 수집·분석함으로써, 근시 진행 억제와 치료의 치료의 신뢰성을 확보할 수 있다.
- [108] 이상에서는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치 및 애플리케이션에 관하여 근시 치료의 관점에서만 설명하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며 근시 이외에 다른 질환에 있어서도 위에서 설명한 것과 실질적으로 동일한 방식에 따라 디지털 치료를 수행할 수 있을 것이다.
- [109] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션에서 디지털 과제를 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [110] 도 9를 참조하면, 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설에 기초하여 근시 치료를

위한 모듈과 구체화된 디지털 과제를 생성하는 과정(도 8의 단계 S810, S820)과 도 5 과정의 상술이다.

- [111] 단계 S910에서는 먼저 근시에 대한 발병 기전과 치료 가설을 입력 받을 수 있다. 이 때, 근시의 발병 기전과 치료 가설은 전술한 것과 같이 근시에 대한 체계적인 관련 임상시험에 대한 문헌 조사와 전문가 리뷰를 통해 사전 도출된 것일 수 있다.
- [112] 그리고, 입력된 발병 기전과 치료 가설로부터 근시의 신경체액적 요인을 예측할 수 있다(S920). 이 때, 단계 S920을 통해 예측된 근시의 신경체액적 요인은 IGF, 코티솔, 도파민 등으로 도출될 수 있다. 이러한 신경체액적 요인에 관해서는 도 5에서 구체적으로 설명하였으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [113] 단계 S930에서는 예측된 신경체액적 요인들에 가상 매개변수를 대응하여, 디지털 치료제 모듈을 생성할 수 있다. 여기서, 가상 매개변수는 근시의 신경체액적 요인을 디지털 치료제 모듈로 변환하는 교환기(converter)의 역할을 하며, 도 5에서 나타낸 바와 같이 신경체액 요인과 환경, 행동, 정서 및 인지 요인 사이의 생리학적 연관 관계를 설정하는 과정이다.
- [114] 다음으로, 생성된 디지털 치료제 모듈에 기초하여 구체화된 디지털 과제를 생성할 수 있다(S940). 이 때, 구체적인 디지털 과제는 도 7a 내지 7g에서 설명한 광환경 설정, 눈운동, 신체운동, 자아, 안전·편안, 재미 및 성취 모듈에 의해 생성될 수 있다.
- [115] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션에서 피드백 제어에 따라 동작을 반복 수행하는 것을 나타내는 흐름도이다.
- [116] 도 10에서는 근시 치료를 위한 디지털 애플리케이션에 의한 디지털 과제의 생성과 수행 결과 수집이 N회차 수행되는 것으로 설명한다. 이 경우, 먼저 근시의 발병 기전과 치료 가설을 입력 받을 수 있다(S1010). 또한, 이전 회 차에서 제공된 디지털 과제와 수행 결과 데이터를 수신할 수 있다(S1020). 만약, 현재 수행 중인 회 차가 첫 번째인 경우에는 이전 데이터가 없으므로 단계 S1020은 생략할 수 있다.
- [117] 다음으로, 입력된 발병 기전과 치료 가설, 이전 회 차에서 제공된 디지털 과제 및 수행 결과 데이터에 기초하여 현재 회 차에 대한 디지털 과제를 생성할 수 있다(S1030). 그리고, 생성된 디지털 과제에 대한 사용자의 수행 결과를 수집할 수 있다(S1040).
- [118] 단계 S1050에서는 현재 회 차가 N회 차 이상인지 여부를 판단한다. 만약, 현재 회 차가 N회 차 미만인 경우(NO), 다시 단계 S1020으로 돌아가서 단계 S1020 내지 S1040을 반복하여 수행할 수 있다. 한편, 현재 회 차가 N회 차 이상인 경우(YES), 즉 디지털 과제의 생성과 수행 결과 수집 과정이 N회 수행된 경우에는 피드백 동작을 종료할 수 있다.
- [119] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털 장치의 하드웨어

구성을 나타내는 도면이다.

- [120] 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 근시 치료를 위한 디지털장치의 하드웨어(600)는 CPU(610), 메모리(620), 입출력 I/F(630) 및 통신 I/F(640)를 포함할 수 있다.
- [121] CPU(610)는 메모리(620)에 저장되어 있는 근시 치료를 위한 디지털프로그램을 실행시키고, 디지털 근시 치료를 위한 각종 데이터를 처리하며 디지털 근시 치료에 관한 기능들을 수행하는 프로세서일 수 있다. 즉, CPU(610)는 메모리(620)에 저장되어 있는 근시 치료를 위한 디지털프로그램을 실행시킴으로써, 도 2에 나타난 각 구성의 기능들을 수행하도록 할 수 있다.
- [122] 메모리(620)는 근시 치료를 위한 디지털프로그램을 저장할 수 있다. 또한, 메모리(620)는 전술한 데이터베이스(050)에 포함된 디지털 근시 치료를 위해 사용되는 데이터들, 예를 들면, 환자의 디지털 과제, 과제 수행 결과, 환자의 의료 정보 등을 포함할 수 있다.
- [123] 이러한 메모리(620)는 필요에 따라서 복수 개 마련될 수도 있을 것이다. 메모리(620)는 휘발성 메모리일 수도 있으며 비휘발성 메모리일 수 있다. 휘발성 메모리로서의 메모리(620)는 RAM, DRAM, SRAM 등이 사용될 수 있다. 비휘발성 메모리로서의 메모리(620)는 ROM, PROM, EAROM, EPROM, EEPROM, 플래시 메모리 등이 사용될 수 있다. 상기 열거한 메모리(620)들의 예를 단지 예시일 뿐이며 이들 예로 한정되는 것은 아니다.
- [124] 입출력 I/F(630)는, 키보드, 마우스, 터치 패널 등의 입력 장치(미도시)와 디스플레이(미도시) 등의 출력 장치와 CPU(610) 사이를 연결하여 데이터를 송수신할 수 있도록 하는 인터페이스를 제공할 수 있다.
- [125] 통신 I/F(640)는 서버와 각종 데이터를 송수신할 수 있는 구성으로서, 유선 또는 무선 통신을 지원할 수 있는 각종 장치일 수 있다. 예를 들면, 통신 I/F(640)를 통해 별도로 마련된 외부 서버로부터 전술한 디지털 행동기반 치료에 관한 각종 데이터를 수신할 수 있다.
- [126] 이와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 컴퓨터 프로그램은 메모리(620)에 기록되고, CPU(610)에 의해 처리됨으로써, 예를 들면 도 2에서 도시한 각 기능 블록들을 수행하는 모듈로서 구현될 수도 있다.
- [127] 이상에서, 본 발명의 실시 예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시 예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다.
- [128] 또한, 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재할 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의

지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [129] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.