

생체센서를 이용한 치매진단용 어플리케이션 프로그램과 산소챔버의 융합

조면균¹, 최효선², 김형준^{3*}

¹세명대학교 정보통신학부, ²(주)에프디크리에이트, ³세명대학교 한의예과

Integration of Application Program for Dementia Diagnosis using Biometric Sensor and Oxygen Chamber

Myeon-gyun Cho¹, Hyo Sun Choi² and Hyeong-Jun Kim^{3*}

¹Division of Information Communication, Semyung University, ²FD Create Ltd.

³Pediatrics Department in Oriental Hospital, Semyung University

요 약 본 연구의 목적은 생체센서와 자체진단 프로그램의 연동을 통하여 치매를 조기에 진단할 수 있는 스마트폰용 어플리케이션을 개발하는 것이다. 생체센서로부터 산소포화도와 혈압 데이터를 블루투스를 통해 수신 받고 스마트폰에 내장된 치매진단 설문지와 기억력 테스트 게임 등의 점수를 합산하여 스마트폰은 최종 치매지수를 도출해낸다. 간단한 임상실험 통해 치매 판단용 임계값을 결정하고 치매지수와 비교하여 치매를 진단하였다. 60세 이상의 노인에게 제안 어플리케이션을 적용한 결과, 초기 치매를 쉽고 빠르게 진단 가능함을 알 수 있었다. 추가적으로 산소챔버와 제안하는 치매진단용 어플리케이션을 융합함으로써 초기 치매를 치료하는 의료기기로서의 가능성을 제시하였다.

Abstract The purpose of this research is to develop Dementia-diagnosis application program through inter-working between biometric sensors and smart phone with diagnostic programs. Receiving data from 2 biometric sensors, SpO2 and HRV(heart rate variability) with Bluetooth and adding scores from questionnaires and memory test game, smart phone can draw a final Dementia Index(DI). Simple clinical tests provided threshold for Dementia, and diagnosis was made by comparing the DI with the threshold. We performed testing on persons aged over 60 and found out the proposed application can be used to diagnose Dementia easily and quickly. Additionally, we have shown the potential of oxygen chamber combined with Dementia-diagnosis application as a medical equipment to ease or cure Dementia in its early stages.

Key Words : Application Program, Biometric Sensor, Dementia Diagnosis, Oxygen Chamber, Smart Phone

1. 서론

치매는 연령의 증가에 따라 유병률이 증가하는 대표적인 질병으로 65세 이상 인구의 약 10%가 유병률을 나타낼 만큼 흔한 노인성 질환이다. 특히 우리나라의 인구 고령화는 급속하게 진행되어 치매환자도 매년 급증하고 있으며 이로 인한 치료 및 관리비용 등의 사회적 비용도 막대하다[1].

치매는 주로 인지기능의 저하 외에도 지능, 언어, 주의와 집중력, 판단력, 학습능력, 문제해결능력, 시공간 지각력까지 이상이 온 상태를 말하며 비가역적(irreversible)으로 점차 악화되어 가는 특징을 보인다[2]. 치매 환자는 신체 및 정신 기능의 저하로 일상생활의 동작 능력과 자립 정도가 약화되기 때문에, 환자 본인뿐 아니라 가족과 지역 사회에서 치매 질환 환자의 부양에 따른 부담이 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 특히 치매노인이 느끼

본 연구는 보건복지부 한의학선도 기술개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (과제번호: B110052)

*Corresponding Author : Hyeong-Jun Kim(Semyung Univ.)

Tel: +82-43-649-1887 email: khjoongy@hanmail.net

Received August 13, 2013

Revised (1st September 9, 2013, 2nd September 23, 2013)

Accepted November 7, 2013

는 주관적인 삶을 질을 조사해본 결과 정상노인에 비해 유의하게 낮은 결과를 보였다[3].

치매의 원인에 따른 분류는 뇌졸중 등과 같이 뇌기능 장애와 동반되는 혈관성 치매와 알츠하이머병과 같은 퇴행성 치매로 크게 나눌 수 있다. 이중 혈관성 치매는 퇴행성 치매와는 달리 추가 발생 가능한 이차적 뇌혈관 질환을 예방하면 치매의 발생 또는 진행을 막을 수 있으므로 조기 발견 및 조기 치료가 중요하다고 알려져 있다 [4,5].

뇌영상 의학적 방법을 통한 조기 진단적 접근은 임상적으로 충분한 증상이 나타나기 전에 병을 진단하는데 도움이 된다[6]. 하지만 바쁜 현대 사회에서는 병원을 방문해서 비용과 시간이 많이 드는 정밀진단을 받는 것은 쉽지 않은 일이므로 치매를 조기에 발견하지 못하고 결국 병이 악화되어 조기 치료시기를 놓치는 주요 원인이 되고 있다. 치매의 진단은 아직까지 의사의 임상적 진단에 의존하고 있으며 어떠한 검사도구도 대신할 수 없는 상황이다[6,7]. 그러므로 보다 정확하고 신속한 치매 진단을 위하여 객관적인 평가도구의 도입 및 손쉬운 치매진단 기기의 개발이 절실한 실정이다.

최근 신속한 치매진단을 위한 방법들이 제안되고 있는데 첫째로 우리 정부에서 시행 하고 있는 복지정책으로 보건소에서 수행하는 간이 정신상태 검사 설문(MMSE-DS : Mini-Mental State Examination for Dementia Screening) 통한 치매 진단을 들 수 있다[8,9]. 둘째, 비교적 쉽게 구할 수 있는 생체센서인 산소포화도(SpO₂) 측정기를 통한 산소포화도와 노인성 질병(치매)의 상관관계 연구가 소개된바 있다[10,11]. 셋째, 고혈압 및 두부혈압의 상승이 각종 성인질환과 뇌졸중, 치매, 중풍의 원인으로 작용한다는 연구논문이 있었다[12,13]. 마지막으로 건망증은 치매의 신호가 될 수 있으므로 기억력 테스트 게임을 치매진단에 활용 가능성이 제기되었다 [14,15].

하지만 기존의 연구들은 치매진단을 위한 일부요소를 제안했을 뿐, 치매진단의 정확도를 위하여 종합적으로 고려하는 방법은 제시되지 않았으며 사용자로 하여금 손쉽게 진단하는 방법에 대한 제안도 없었다. 그러므로 기존 치매진단 요소들을 종합적으로 고려하고 언제 어디서나 쉽고 신속하게 치매를 진단할 수 있는 스마트폰용 어플리케이션 (앱)의 개발이 필요하게 되었다.

산소는 인간의 생존에 필수적인 물질로서 신체 및 정신 활동에 필요한 에너지를 공급하는 역할을 한다. 혈중 산소포화도란 혈액 내 산소와 결합한 헤모글로빈의 양이 전체 헤모글로빈의 양에서 차지하는 백분위이고, 혈액 내 산소의 농도를 나타내는 중요한 생리 지표이다[16]. 산소

는 인체에서 대사 작용이 가장 활발한 기관인 뇌 활동에 중요한 물질로서, 중추신경계는 산소 부족에 가장 민감한 조직이며, 동맥혈 산소 분압의 저하는 주의력, 기억력, 의사결정 능력 등의 뇌기능에 변화를 초래하기도 한다[17]. 즉, 고농도 산소를 공급하면 혈중 산소 포화도가 증가하였고 정답률의 증가 및 반응 시간의 감소와 같은 인지 수행능력의 향상이 보고되었다[18,19]. 그러므로 산소챔버를 통한 고압 산소의 공급이 치매의 치료 및 예방에 도움이 될 것이라 생각하여 치매진단 기술과 융합하고자 한다.

그러므로 본 논문에서는 치매 관리를 언제 어디서나 보다 쉽게 할 수 있도록, 현대인들이 항상 소지하고 다니는 스마트폰과 생체센서들과의 접목을 통한 치매 진단 어플리케이션을 제안한다. 추가적으로 치매의 예방과 치료에 도움이 될 수 있는 산소챔버를 이용한 산소치료 시스템을 스마트폰 치매진단 기술과 융합하여 구현한다.

2. 본론

본 장에서는 기존연구 중에서 스마트폰과 연동을 통해 치매진단에 활용 가능한 진단도구들[8-15]을 정리하고, 이것을 활용하여 치매를 진단하고 치료하기위해 개발된 스마트폰용 어플리케이션의 구조와 동작방법을 설명한다.

2.1 치매진단을 위한 기존의 연구

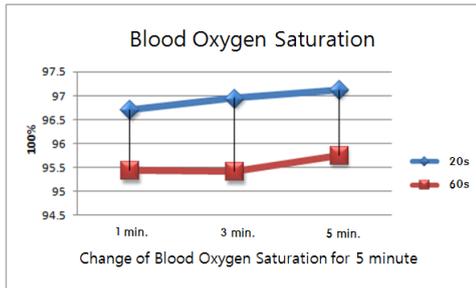
2.1.1 MMSE-DS 치매선별 간이검사

치매의 조기발견 및 조기치료를 위하여 정확하고 효율적인 치매선별 도구의 필요성이 대두되고 있다. 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 간이 정신상태 검사(MMSE : Mini-Mental State Examination)는 민감도와 특이도가 뛰어난 치매 선별도구였다[8]. 하지만 MMSE는 기억력의 평가비중이 적고 피검자의 학력에 좌우되는 경향이 있었다. 그러므로 MMSE의 한계점들을 개선하고 한국노인의 인구학적 특성과 문화적 특성이 반영됨과 동시에 진단정확도가 우수한 한국어판 간이 정신상태검사(MMSE-Dementia Screening)가 개발되어 표준화 작업을 거치고 신뢰도와 타당성을 검증받게 되었다[9].

2.1.2 산소포화도(SpO₂) 측정

고농도 산소를 공급하였을 때 노인의 혈중 산소포화도에 비해 젊은이의 혈중 산소포화도(SpO₂)가 더 크게 나타나고 동시에 인지기능을 수행할 때 혈중 산소포화도의 절대값과 인지수행능력은 양의 상관관계가 있다[10]. 그

리므로 산소포화도 센서를 활용하면 간단하게 인지능력의 이상 및 치매의 초기단계를 측정할 수 있는 가능성이 있다. 아래그림은 20대와 60대의 혈중산소 포화량을 나타낸 것으로 95%이하가 되면 산소포화량의 이상으로 볼 수 있다[11].



[Fig. 1] Differences of Blood Oxygen Saturation between 20s and 60s

2.1.3 혈압(HRV: Heart Rate Variable) 측정

고혈압과 두부혈압의 상승에 의한 혈류장애는 만신두통과 피로, 성인병 나아가 뇌졸중, 치매 및 중풍의 원인으로 작용하고 있다[12].

일반적으로 뇌혈류 장애 및 뇌졸중의 진단은 뇌혈류속도 측정기, MRI나 PET와 같은 대형의 고가장비에 의존하고 있다. 그러나 이러한 장비의 이용은 조기진단의 의미보다 발병 후 정확한 진단을 위한 의료행위로 뇌졸중, 치매와 같은 난치성 질환의 사전진단 작업으로 보기는 어렵다.

이와 같이 뇌졸중과 치매는 혈압보다 두부혈압과 더 밀접한 관계가 있지만 쉽고 간편하게 혈압과 두부혈압을 동시에 측정하는 기기는 없었다. 하지만 혈압이 높은 사람에게서 두부혈압이 높은 양의 위험도 상관관계가 있으므로 혈압을 측정하여 간단하게 뇌혈류 장애의 위험을 예측할 수 있다[13].



[Fig. 2] Game screen of 'Quick Remember 20' [15]

2.1.4 인지지각 반응도 측정

치매의 초기증상은 기억력 및 인지지각 능력이 떨어지고 주변자극에 대한 반응속도가 늦어지는 현상이 두드러진다. 흔히 건망증이란 이름으로 불리기도 하지만 상태가 심각해지면 치매초기로 의심해 볼 수 있다[14]. 그러므로 간단한 기억력게임을 이용하여 인지지각능력 및 기억력의 지속 정도를 측정할 수 있다. 반대로 Fig. 2와 같은 기억력 향상 등의 기능적인 게임을 통해서 인지지각 장애와 초기치매의 치료에 사용하기도 한다[15].

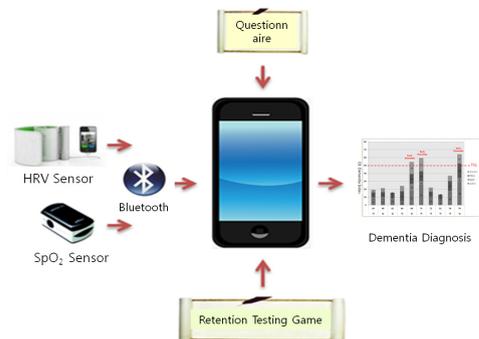
그러므로 본 논문에서는 MRI와 PET 같은 고가의 의료 장비대신 저렴하고 측정이 손쉬운 산소포화도(SpO₂)와 혈압(HRV) 등의 생체센서를 도입하고 스마트폰 내에 설문지와 인지지각측정 게임을 내장하여 복합적으로 치매를 진단하는 어플리케이션의 개발에 활용하고자 한다.

2.2 제안하는 스마트폰용 치매진단 어플리케이션과 그 반응방법

2.2.1 치매진단 어플리케이션의 구성

앞 절에서는 스마트폰에 적용했을 때 치매의 진단에 사용할 수 있는 다양한 기술들을 소개하였다. 그리하여 본 논문에서는 스마트폰에 간이 정신 상태검사(MMSE-DS)를 위한 전자설문지와 인지지각 측정용 숫자 기억력 test 게임을 내장시키고 외부 생체센서로 혈압과 산소포화도 센서를 채택하여 무선으로 데이터를 수신함으로써 종합적으로 치매진단에 활용하고자 한다.

결국, 현대인이 항상 휴대하는 스마트폰과 생체센서인 SpO₂ 와 혈압센서의 결합하여 언제 어디서나 장소에 없이 자신의 건강 상태를 파악 가능하기 때문에, 병이 발병 후 치료 목적으로 사용된 기존 고가 장비들과는 달리 치매의 위험으로부터 신속하게 예방 및 대비할 수 있다.

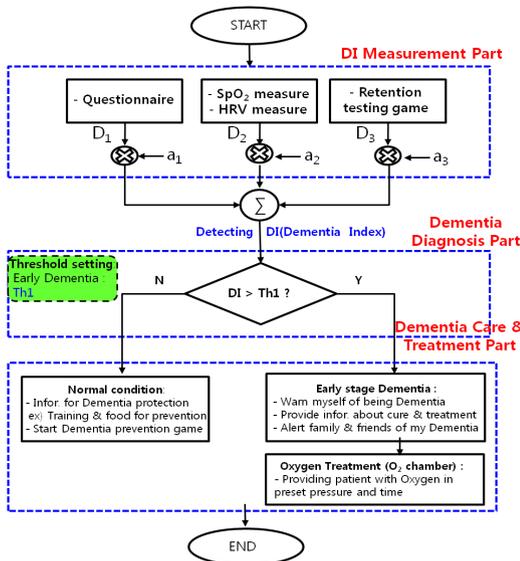


[Fig. 3] Proposed Dementia diagnosis application program using smart phone and biometric sensors

Fig. 3은 블루투스를 이용하여 혈압 및 산소포화도 센서로부터 생체정보를 수신 받고 설문지와 인지 진단용 게임을 내장한 스마트폰용 앱을 통하여 종합적으로 스마트폰 사용자의 치매를 진단하는 시스템을 나타낸 것이다.

2.2.2 제안하는 어플리케이션의 치매진단 절차와 그 반응 방법

Fig. 4는 생체센서, 설문지, 인지진단 게임을 통해서 나온 데이터로 치매 지수를 결정하고 치매지수(DI)와 임계값을 비교하여 치매의 단계를 정상과 치매초기 단계로 나누고 해당하는 치매예방 및 치료에 도움이 되는 프로그램을 수행하는 스마트폰용 어플리케이션의 동작 순서도이다.



[Fig. 4] Flow chart of proposed Dementia diagnosis and treatment system using smart phone with biometric sensors and oxygen chamber

우선 치매진단의 기준이 되는 치매지수는 식(1)로 계산할 수 있다.

$$DI = \sum_{k=1}^3 D_k \cdot a_k \quad (\text{where } a_1=0.4, a_2=0.4, a_3=0.2) \quad (1)$$

즉 치매결정에 있어 설문지의 가중치는 40%, SpO2와 HRV등의 생체센서의 가중치는 40%, 마지막으로 인지기능력 측정을 위한 숫자기억 게임의 가중치는 20%로 하여 최종 치매지수(Dementia Index)를 도출한다.

둘째로 도출된 치매지수와 임상실험에서 결정된 임계치(Th1: threshold 1)를 비교하여 정상상태인지 경증의 치매인지를 판단한다. 중증의 치매는 외형상 쉽게 판단 가능할 뿐 아니라 판별 후 치료의 효과가 적기 때문에 고려하지 않았다.

셋째로 치매로 판별되면 스마트폰은 그 반응으로 사용자 본인과 가족에게 경고하며 치매치료관련 정보를 제공한다.

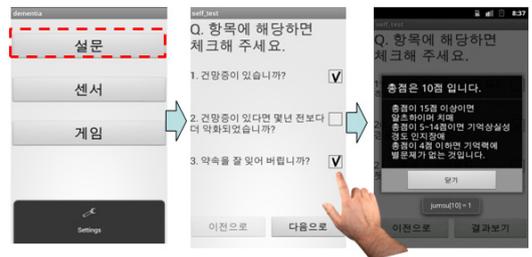
마지막으로 초기단계 치매의 경우, 스마트폰과 산소챔버가 블루투스 통신으로 적정량의 산소를 환자에게 자동 공급함으로써 치매의 치료에 도움이 되는 산소치료 시스템을 구성한다.

3. 실험 및 구현

본장에서는 생체센서와 설문지 그리고 인지지각능력 게임을 스마트폰과 연결하여 치매를 진단하는 안드로이드기반의 어플리케이션을 개발하는 과정을 설명한다. 그리고 실제 개발된 치매진단 어플리케이션으로 임상 실험한 결과를 보인다. 또한 제안 어플리케이션을 산소챔버와 융합하여 치매진단 및 치료가 동시에 가능한 산소치료 시스템을 구현한다.

3.1 스마트폰의 전자 설문지를 통한 치매지수 도출

국가에서 지정한 치매 진단 설문지인 MMSE-DS를 이용하여 간단하게 치매에 대하여 검진할 수 있다. 사용한 설문내용은 논문[9]에서 제시한 내용을 40점 만점으로 정규화 하여 스마트폰에 맞게 구현하였다. Fig. 5와 같이 질문사항이 해당되면 체크 표시하는 방식이며 나중에 설문 점수를 확인할 수 있다.

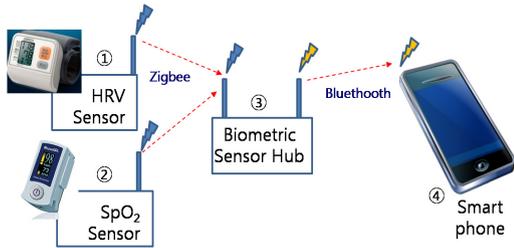


[Fig. 5] Screen shot of carrying out question investigation for Dementia using smart phone

3.2 블루투스를 이용한 생체센서로부터 치매 지수 도출

블루투스는 근거리 무선통신 규격의 하나로, 2.45GHz 주파수를 이용하여 반경 10~100m 범위 안에서 휴대폰과 주변전자제품간의 고속으로 데이터를 주고받을 수 있으므로 손쉽게 생체센서로부터 측정데이터를 얻기 위해 채택하였다.

Fig. 6과 Fig. 7은 스마트폰에서 생체센서로부터의 데이터를 수집하여 DI를 도출하는 그림이다. 2개 이상의 센서로부터 동시에 데이터를 수집하기 위하여 HRV와 SpO₂센서는 Zigbee로 생체신호 수집부에 데이터를 보내고 이 신호는 Bluetooth로 한 번에 스마트폰으로 전송된다.



[Fig. 6] Block diagram of wireless communication between biometric sensors and smart phone



[Fig. 7] Picture of smart phone measuring DI(Dementia Index) from HRV and SpO₂ sensors

산소 포화도의 최댓값은 99%로 아주 건강한 경우이며 위험수치는 85%이하이다. 그러므로 측정데이터를 점수화 하는 과정을 나타내면 다음과 같다.

$$DI_{SpO_2} = \frac{(14 - (SpO_2 - 85))}{14} * 20, \quad 85 \leq SpO_2 \leq 99$$

$$= 20, \quad SpO_2 < 85 \quad (2)$$

또한 고혈압의 경우 두부혈압의 상승을 동반하므로 치매의 발생위험도를 높이는 주요 원인이 된다. HRV 센서로 측정된 수축기 혈압, H_{max}를 기준으로 160(mmHg)이상이면 고혈압 2단계, 140이상이면 고혈압 1단계, 120이상이면 경계혈압, 120 이하이면 정상으로 판단했다. 이때의 점수화 과정은 Table 1과 같다.

[Table 1] Mapping table between Hmax and DI_{HRV}

Range of H _{max}	H _{max} ≤ 120	120 < H _{max} ≤ 140	140 < H _{max} ≤ 160	H _{max} > 160
Decision	Normal 1	Alert	Hypertension 1	Hypertension 2
DI _{HRV} Score	0	6	12	18

3.3 스마트폰용 인지각 게임을 통한 치매지수의 도출

Fig. 8과 같은 숫자기억 Test를 통해 환자의 인지 능력을 정량화 하고 전체에서 20%의 비중으로 치매지수 도출에 기여한다.

게임의 진행방법은 5초간 4개의 숫자를 보이고 20초간 화면에서 지운 후에, 기억한 숫자를 보기에서 체크하면 맞은 숫자를 점수화한다. 3번 반복하여 수행하는데 최고점은 12점이고 높을수록 정상이므로 아래와 같이 표현된다.

$$DI_{game} = ((12 - (game\ score)) / 12) * 20 \quad (3)$$

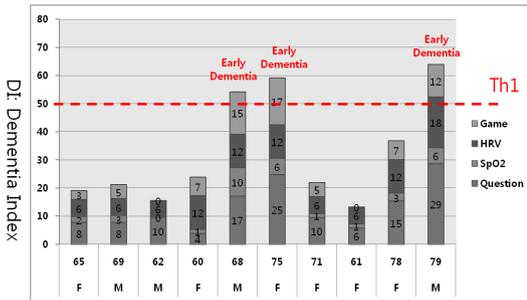


[Fig. 8] Screen shot of retention testing game in smart phone to measure DI

3.4 결정된 치매지수와 임계값으로부터 초기 치매를 진단

설문지, 생체센서 및 인지각게임을 통해 수집된 데이터를 바탕으로 결정된 최종 치매지수(DI)를 임상실험에 의한 임계값과 비교하여 최종 판결을 내리는 단계이다. Fig. 9는 한방병원에 내원한 임의의 60세 이상 환자를

대상으로 제안하는 스마트폰용 치매진단 어플리케이션과 생체센서를 이용하여 치매지수를 도출한 그림이다. 이때 임계값 50은 보호자로부터 치매초기로 밝혀진 환자들을 다른 환자와 구분 짓는 임시 판단 값으로 이 임계값 보다 치매지수가 큰 환자는 치매초기로 판정하였다.

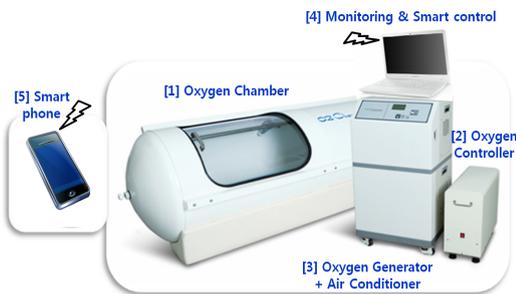


[Fig. 9] Result of Dementia Diagnosis for the Aged over 60's from the Dementia Index using the proposed smart phone applications and Biometric Sensors

3.5 치매 진단결과에 따른 산소챔버를 이용한 산소치료 시스템 구현

산소챔버를 통한 고압산소의 제공방법은 대기압보다 높은 환경에서 산소를 흡입하여 산소가 체내의 혈액에 침투하도록 유도하고 모세혈관을 통해 체내에 고순도의 산소를 공급하는 산소치료요법으로 최근 연구가 활발히 진행되고 있다[20-22].

이러한 고농도의 산소흡입은 헤모글로빈과 결합하는 산소량을 증가시킴으로 골절, 인대손상들의 정형 외과적 질환과 급성발작, 질식성 뇌중, 시신경염 등의 신경질환 뿐 아니라, 뇌의 신진대사 활동을 증진시키어 공간지각 및 언어 인지 능력을 향상시키는데도 긍정적 역할을 한다는 연구결과가 있었다[23-31].



[Fig. 10] Oxygen chamber medical device with oxygen generator operating with the control signal from smart O₂ controller and smart phone communication

[Table 2] Setting pressure and treatment time for Oxygen chamber from the diagnosis result of Dementia

Decision	Oxygen Pressure (ATA)	Treatment Time	Effect
Normal	1.1	30 min	Prevention of Dementia
Early Dementia	1.5	50 min	Moderating Dementia

본 연구팀은 산소챔버를 이용하여 냉증치료를 위한 고압산소 발생기를 개발하였는데[20], 그 시스템을 바탕으로 치매진단용 스마트폰 어플리케이션과 연동하여 진단 결과에 따라 동작하는 산소발생 시스템을 구현하였다. Fig. 10은 스마트폰과 산소챔버 컨트롤시스템(노트북)이 블루투스 통신을 통하여 치매진단 결과를 전달하고, 진단 결과에 따라 Table 2과 같이 지정된 산소압과 시간동안 동작하도록 한 산소치료 시스템이다.

추가적으로 치매진단 결과, 치료기록, 치매예방 및 치료에 도움이 되는 정보들을 사생활 노출 없이 개인의 스마트폰에 전송받고 저장할 수 있다.

3. 결론

치매(혈관성, 알츠하이머)와 같은 질병은 치료보다는 예방이 최우선이며, 발병 후에는 병의 악화 속도를 늦추는 것이 최선이다. 그러므로 본 논문에서는 매일 지니고 있는 스마트폰과 간단한 구조의 생체센서 모듈을 이용하여 자신의 치매를 실시간으로 진단할 수 있는 어플리케이션을 개발하고 임상실험을 통해 초기치매진단 도구로 사용가능함을 보였다.

정확한 치매진단을 위해서는 인공기관에 임상실험 절차를 검증받아 신뢰도를 높이고, 더 많은 환자에게 적용함으로써 임계값과 치매진단 알고리즘을 개선해야 할 것이다. 하지만 본 논문에서는 치매진단에 사용가능한 생체센서들과 검출프로그램들을 스마트폰에 직접 구현해 봄으로써 치매진단도구로 쓸 수 있다는 가능성을 타진하는 것에 의의를 두고자한다.

추가적으로 기존에 개발된 산소챔버와 개발된 치매진단용 어플리케이션을 융합하여 치매진단과 치매치료가 동시에 가능한 산소치료 시스템을 구현함으로써 치매진단 및 치료용 의료기기로 제안하였다. 결론적으로 제안하는 스마트폰용 어플리케이션과 산소챔버를 이용하여 실시간으로 자신의 치매여부를 진단하고 사전에 예방한다

면 갑작스런 치매발병으로 인한 고통과 가족의 부담을 최소화 할 수 있을 것이다.

References

- [1] Hyun Cho, Zoonki Ko, "Current State of Senile Dementia and Improvement of the Long Term Care Insurance for Elderly People", Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 12, pp. 5816-5825, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.12.5816>
- [2] K. H. Lee, C. Y. Kim, S. H. Kim, "Diagnosis and Treatment of Dementia", Journal of the Korean Physical Therapy Science, Vol. 9, No. 3, pp. 171-178, 2002.
- [3] B. K. Yeon, G. H. Suh, S. G. Ryu, J. W. Lim, H. S. Bang, J. Y. Shin, C. H. Han, "Comparison Study of Quality of Life in Depressed, Demented and Normal Elderly", Journal of Korean Geriatric Psychiatry, Vol. 3, No. 2, pp. 157-164, 1999
- [4] Kyeong-gyu Choi, "Feature and Treatment of Vascular Dementia", Korean journal of clinical geriatrics, Vol. 7, No. 1, pp. 43-46, 2006.
- [5] Jea-hong Lee, "Treatment of Vascular Dementia", Journal of Neural Assoc., Vol. 21, No. 5, pp. 445-454, 2003.
- [6] K. J. Lee, D. W. Lee, S. H. Ryu, E. J. Han, H. Y. Jung, "Survey of Neuroimaging and Biological Screening Tests for Early Detection of Dementia", Journal of Korean Geriatric Psychiatry, Vol. 10, No. 1, pp. 41-47, 2006.
- [7] Baik-Seok Kee, "Senile Dementia ; Diagnosis and Differential Diagnosis", Journal of Korean Geriatric Psychiatry, Vol. 3, No. 1, pp. 22-21, 1999.
- [8] Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR., "Mini-mental state - A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician", J Psychiatry Res, Pergamon Press, Vol. 12, pp. 189-198, 1975.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- [9] J. W. Han, T. H. Kim, J. H. Jhoo, J. H. Park, J. L. Kim, S. H. Ryu, S. W. Moon, I. H. Choo, D. W. Lee, J. C. Yoon, Y. J. Do, S. B. Lee, M. D. Kim, K. W. Kim, "A Normative Study of the Mini-Mental State Examination for Dementia Screening (MMSE-DS) and Its Short form(SMMSE-DS) in the Korean Elderly", Journal of Korean Geriatric Psychiatry, Vol. 14, No. 1, pp. 27-37, 2010.
- [10] S. C. Chung, S. Iwaki, G. R. Tack, J. H. Yi, J. H. You, J. H. Kwon, "Effect of 30% oxygen administration on verbal cognitive performance, blood oxygen saturation and heart rate", Psychophysiology and Biofeedback Vol. 31, pp. 281-293, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10484-006-9023-5>
- [11] M. H. Choi, J. H. Kim, S. J. Lee, J. W. Yang, J. H. Y, J. H. Jun, H. J. Kim, T. S. Lee, S. C. Chung, "Differences of Blood Oxygen Saturation between 20s and 60s due to Amount of Highly Concentrated Oxygen Administration", Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility, Vol. 13, No. 1, pp. 41-46, 2010.
- [12] Gibbs JM, Wise RJS, Leenders KL, Jones T, "Evaluation of cerebral perfusion reserve in patients with carotid artery occlusion" Lancet Vol. 11, pp. 310-314, 1984.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(84\)90361-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(84)90361-1)
- [13] Y. H. Lee, S. B. Ko, D. M. Jeong, "Diagnosis parameters extraction by correlativity analysis of blood pressure and head blood pressure and Development of multi-function automatic blood pressure monitor", Journal of the Electronics Engineers of Korea, Vol. 40, No. 6, pp. 58-67, 2003.
- [14] Byung-sung Kim, "Wellbeing Clinic : Does forgetfulness become Dementia?", Korea employers federation, Monthly Issues for employers federation, Vol. 354, pp. 64-65, 2008.
- [15] Hwa-Min Lee, Min Hong, "A Study on Learning Effect of Serious Game for Memory Improvement", The Journal of Korean Association of Computer Education, Vol. 14, No. 5, pp. 39-46, 2011.
- [16] Fujiwara, T., Maeda, M., "Effects of oxygen and refresh space for the elderly", Journal of Human Life Engineering, Vol. 2, No. 1, pp. 8-11, 2011.
- [17] Horwitz B., McIntosh A. R., Haxby, J. V., Grady C. L., "Network analysis of brain cognitive function using metabolic and blood-flow data", Behavioral Brain Research, Vol. 66, pp. 187-193, 1995.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0166-4328\(94\)00139-7](http://dx.doi.org/10.1016/0166-4328(94)00139-7)
- [18] S. C. Chung, J. H. Kwon, H. W. Lee, G. R. Tack, B. Lee, J. H. Yi, and S. Y. Lee, "Effects of high concentration oxygen administration on n-back task performance and physiological signals", Physiological Measurement, Vol. 28, pp. 389-396, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/0967-3334/28/4/005>
- [19] S. C. Chung, B. Lee, G. R. Tack, J. H. Yi, H. W. Lee, J. H. Kwon, M. H. Choi, J. S. Eom and J. H. Sohn,

"Hydrological mechanism underlying the improvement in visuospatial performance due to 30% oxygen inhalation", *Applied Ergonomics*, Vol. 39, pp. 166-170, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2007.05.008>

[20] Myeon-Gyun Cho, Hyo Sun Choi, "Design of Oxygen Chamber System for Diagnosis and Treatment of Cold Hypersensitivity", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 13, No. 12, pp. 6013-6021, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.12.6013>

[21] Ki Chang Nam, Ju Hwan Lee, S. M. Kim, S. Y. Lee, B. Y. Lee, "Performance & Safety Test of Hyperbaric Chamber", in *Proc., CICS 2009*, pp. 117-118, 2009.

[22] J. H. Lyoo, K. H. Um, J. S. Bae, J. Y. You, M. J. Jang and Y. K. Kim, "A Study on Clinical Use of Hyperbaric Oxygen Therapy of the Oral and Maxilla-facial Region", *Journal of the Korean association of oral and maxilla-facial surgeons*, Vol. 27, No. 5, pp. 447-452, 2001.

[23] S. K. Tae, K. W. Kim, S. H. Cho, P. G. Lee, "Hyperbaric Oxygen Therapy In Orthopedic Surgery", *Korean Journal of Orthopedic Surgery*, Vol. 24, No. 2, pp. 557-564, 1989.

[24] K. J. Kim, "Diving and Hyperbaric Medicine", *Korean Journal of Anesthesiology*, Vol. 54, No. 5, pp. 479-485, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4097/kjae.2008.54.5.479>

[25] J. Daruwalla, C. Christophi, "Potential Effects of Hyperbaric Oxygen Therapy in Acute Pancreatitis", *ANZ journal of Surgery*, Vol. 76, No. 7, pp. 625-630, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1445-2197.2006.03793.x>

[26] S. C. Chung, J. H. Sohn, G. R. Tack, J. H. Yi, "Changes in Verbal Cognitive Performance, Blood Oxygen Saturation and Heart Rate due to 30% Oxygen Administration", *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 22, No. 4, pp. 173-180, 2005.

[27] J. J. Im, Y. C. Lim, "Electronic Stethoscope using PVDF Sensor for Wireless Transmission of Heart and Lung Sounds", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 12, No 6, pp. 57~63, 2012.

[28] J. G. Lim, C. S. Choi, T. E. Park, H. S. Ki, B. An, "Android Based Mobile Combination Login Application", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 13, No 3, pp.

151~156, 2013.

[29] A. Jo, J. S. Park, Y. H. Seo, G. J. Jang, "Performance Improvement of Human Detection in Thermal Images using Principal Component Analysis and Blob Clustering", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 13, No 2, pp. 157~163, 2013.

[30] Y. H. An, Y. D. Joo, "Security Enhancement of Biometrics-based Remote User Authentication Scheme Using Smart Cards", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 12, No 1, pp. 231~237, 2012.

[31] Y. D. Joo, "Security Improvements on Smart-Card Based Mutual Authentication Scheme", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, Vol 12, No 6, pp. 91~98, 2012.

조 면 균(Myeon-Gyun Cho)

[정회원]



- 1994년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 졸업 (학사)
- 1996년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 석사 졸업 (석사)
- 1996년 3월 ~ 2008년 2월 : 삼성전자 통신연구소 책임연구원
- 2006년 9월 : 연세대학교 전기전자공학과 박사졸업 (박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 정보통신학부 부교수

<관심분야>

이동통신, 감성공학, 생체센서, 임베디드 시스템

최 효 선(Hyo Sun Choi)

[정회원]



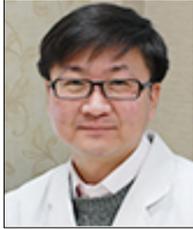
- 1997년 2월 : 국립충주대학교 전자공학과 졸업 (학사)
- 2006년 2월 : 한세대학교 IT 대학원 졸업 (석사)
- 2009년 2월 : 한세대학교 IT 대학원 졸업 (박사)
- 2009년 11월 ~ 현재 : (주)에프디크리에이트 대표이사

<관심분야>

New IT(Arduino & Smart Phone), Ubiquitous, Capstone Design

김 형 준(Hyeong-Jun Kim)

[정회원]



- 1993년 2월 : 경희대학교 한의학과 졸업 (학사)
- 1995년 2월 : 경희대학교 한의과대학원 졸업 (석사)
- 1998년 8월 : 경희대학교 한의과대학원 졸업 (박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 한의과대학 한의학과 교수

<관심분야>

부인과학, 냉증치료, 갱년기증후군