

건강상태 평가를 위한 지수 개발: 헬스인덱스

문동주¹, 이성일¹, 이종선², 김경철³, 강희정⁴, 양용주¹

¹한국생산기술연구원 로봇기술본부, ²한동대학교 기계제어공학부, ³동의대학교 한의과대학, ⁴대요메디(주)

A Suggestion on Evaluating Personal Health State: Health Index

Dongju Moon¹, Sungil Yi¹, Chong-Sun Lee², Gyeong-Cheol Kim³, Hee-Jung Kang⁴, Yongju Yang¹

¹Division for Applied Robot Technology, KITECH,

²Mechanical & Control Engineering, Handong Global University

³College of Oriental Medicine, Dong-Eui University, ⁴Daeyo Medi(Inc.)

(Received August 30, 2008. Accepted October 8, 2008)

Abstract

A health index was proposed that evaluates personal health state from both measured physiological variables and survey questions. Four health indices were defined such as cardiovascular index, stress index, obesity index, and management index. The total health index was calculated by summing these four health indices. Physiological variables such as blood pressure, heart rate variability(HRV), accelerated photoplethysmograph(APG), and body fat percentage were non-invasively measured and a survey questionnaire that asks personal health state, exercise intensity, and food preference was developed. The suggested health index was applied to thirty eight persons including 30 patients and 8 normal persons with an average age of 51.8. The average health index was estimated to be 75.1 out of 100 points. Young age group(below 50) and men group showed higher health indices than the aged(over 50) and women groups. The correlation coefficient between the cardiovascular index and stress index was found to be 0.513, which means stress is related to cardiovascular health state. The correlation coefficient between the measurements and survey questions was 0.385 for the cardiovascular index. It was as low as 0.182 for the stress index. More case studies may improve correlations between measurements and survey questions, and then, the current health index system may develop as an effective tool to evaluate personal health state.

Key words : Health index, Physiological measurements, Survey questionnarie, HRV, APG, Blood pressure, Body fat percentage

1. 서론

정보의 발전과 노령화 사회 등의 영향으로 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 사람의 다양한 생리학적 정보를 기반으로 건강상태를 진단, 예측하는 연구결과가 발표되고 있다. 생리학적 특징 정보는 사람의 나이, 성별, 키, 몸무게 등의 기본적 신체정보와 혈압, 심박수, 혈관노화도 등의 심혈관계정보, 그리고 체지방률을 고려한 비만도 등이 포함되며, 이들의 분석을 통해 질병 예측과 건강 상태에 대한 지표를 제시해 줄 수 있을 것이다. 다양한 생리학적 정보를 바탕으로 진행되는 연구는 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 관련 생체정보를 바탕으로 특정 질병을 예측 진단하는 연구

와 다중 생체 정보를 바탕으로 사람의 전반적인 건강상태를 분석하는 연구를 들 수 있다.

관련 생체정보를 바탕으로 특정 질병을 예측, 진단하는 연구의 예는 미국의 보스턴 대학에서 진행된 Framingham 연구이다. 이는 Framingham이라는 작은 마을 사람들을 대상으로 1948년부터 나이, 성별, 인종, 직업 뿐 아니라 평소 생활에서의 식습관, 운동, 질병이력과 진료내용 등을 설문을 통해 분석하였고, 진찰 및 혈압 측정 등의 의학적 검사를 일정 기간마다 수행하여 그 자료를 연구 분석한 논문들을 발표하였다. 현재 고혈압, 심근 경색증, 협심증, 뇌졸중, 고지혈증, 체중이나 비만이 건강에 미치는 영향 등에 대한 의학적 정설 중 상당 부분은 Framingham 연구에서 나온 1200여 편의 논문을 기반으로 하고 있다. Framingham 연구의 한 예는 심장병과 관련된 위험요소들을 이용한 심장병 예측방법이다.[1] 이는 관상동맥질환의 예측을 위해 혈압, 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤 등의 위험인자들과 나이, 당뇨, 흡연정도

Corresponding Author : 이종선
한동대학교, (791-708) 경상북도 포항시 북구 풍해읍 남송리3 기계제어공학부
Tel : +82-54-260-1393 / Fax : +82-54-260-1312
E-mail : cstee@handong.edu
이 논문은 지식경제부에서 시행하는 차세대 성장동력사업의 연구 결과로써, 한국생산기술연구원이 주관하는 '헬스케어로봇 공통인터페이스' 과제의 연구결과입니다

등을 고려하여 심장병 예측 지표를 개발한 것이며 의사가 이로부터 관상동맥질환을 예측할 수 있도록 한 것이다.

다중 생체 정보를 바탕으로 사람의 건강 상태를 분석하는 연구의 예는 박승훈 등이 연구한 주기적인 생리변수 측정과 전자 건강 설문문을 이용한 재택건강관리 서비스시스템이다[2]. 이는 만성질환자, 퇴원한 환자 및 자신의 건강을 염려하는 정상인을 대상으로 매일 측정된 심전도, 혈압, 혈중 산소 포화도, 혈당, 체중 등의 생리변수와 운동량, 식사량 및 건강에 대한 설문응답을 분석하여 의사가 건강 상태를 지속적으로 파악하고 비정상적인 상태를 발견할 수 있도록 개발된 시스템이다. 이 연구는 의료 전문가만이 원격으로 1차적 측정 데이터를 분석 평가할 수 있으므로, 기본 생체측정과 설문응답의 자동 분석을 통하여 심혈관지수, 스트레스지수 등의 건강지수를 점수화하여 건강 위험성을 제시하고 생활 습관에 대해 조언하는 본 연구와는 차이가 있다. 그 외에도 Furlong 등은 생리학적 정보가 아닌 생활과 관련된 요소들인 감각(의사소통, 청력, 언어능력), 행복감, 자기관리, 아픔 또는 불편함, 학습 능력 그리고 운동능력 등을 사용하여 건강 활용 지수(Health Utility Index)를 정의하고 모집단군에 대하여 분석, 평가하여 지수화하는 방법을 제시하였다[3].

생체 정보를 활용하여 심혈관계의 노화도와 스트레스를 판단하는 기법들이 최근 연구되고 있다. Takazawa 등은 혈류용적맥파를 2차미분한 가속도맥파(APG) 파형이 나이와 밀접한 상관관계를 갖고 있음을 밝혀내고 파형의 모양에 따라 혈관노화도를 판단하는 방법을 제시하였다.[4-6] 이 분류법을 활용하여 현재 혈관나이를 예측해 주는 의료가기가 시판되고 있다. 유럽의 연구팀은 심장박동수의 변화도(HRV)를 분석하여 스트레스를 예측하는 방법을 연구하였다.[7-10] 이들은 심박수변화도의 시간영역 및 주파수영역에서의 특징을 분석하여 스트레스의 정도를 판단하였다. 현재 이 방법을 활용하여 스트레스를 예측해 주는 의료가기들이 시판되고 있다. 위에 언급된 혈관노화도와 스트레스의 정도를 판단하는 기법들은 그동안의 연구를 통해 신뢰성이 구축되어 있고 쉽게 측정될 수 있으므로 본 연구에서 건강지수를 산출하는 데에 활용된다.

본 논문에서는 사람의 심혈관계, 스트레스, 비만도 등에 관련된 생리학적인 측정정보와 이와 연관된 임상병리학적 설문응답을 조합하여 사람의 건강 상태를 분석하고 개인의 건강관리 및 질병 예방을 위한 4개의 건강지수(심혈관지수, 스트레스지수, 비만지수, 관리지수) 및 통합 건강지수(바이오지수)를 제시한다. 이 지수들을 계산하기 위하여 생체신호 측정데이터와 설문데이터의 각 요소에 대한 가중치를 설정하였다. 본 연구에서 개발되는 건강지수시스템을 헬스장 등에 비치하면 회원들의 건강지수 변동상황을 지속적으로 파악하여 관리할 수 있으므로 사용자들에게 흥미를 제공하고 운동 동기를 높이며 건강관리에 기여할 수 있다.

II. 건강지수시스템

A. 건강지수 시스템의 구성

본 연구의 헬스인덱스 시스템에서는 심혈관지수, 스트레스지수, 비만지수, 관리지수 등의 4가지의 건강지수를 정하고 모든 지수에 같은 가중치를 주어 평균값으로 바이오지수를 산출하였다. 그림 1은 각 건강지수와 바이오지수가 산출되는 과정을 나타낸다. 4가지 건강지수는 생리학적 측정정보와 사용자 설문응답정보들에 점수를 부여하고 이들을 합산하여 100점 만점으로 계산되도록 하였다. 건강지수에 따라 설문과 측정의 중요도를 다르게 고려하여 가중치를 부여 하였다.

표 1~4는 4가지 건강지수의 산출에 사용된 측정정보 및 설문정보들을 보여주며 이들의 점수와 가중치를 나타낸다. 표 1의 심혈관지수의 경우는 혈압과 혈관노화도 등을 통해 심혈관계 건강의 측정이 가능할 것으로 판단되어 설문보다는 측정에 높은 가중치 0.6을 주었고, 표 2의 스트레스지수의 경우는 측정정보 보다는 설문결과를 더 중요시하여 설문에 0.6의 가중치를 부여하였다. 표 1을 보면 심혈관지수는 혈압정보가 40%의 측정정보를 담당하고 혈관노화도가 30%, 심박수는 15%, 심박수변화도는 15%의 측정정보를 담당하도록 하였다. 표 2의 스트레스지수에서는 혈압정보의 가중치는 30%로 낮아지고 심박수변동의 FFT분석으로 계산되

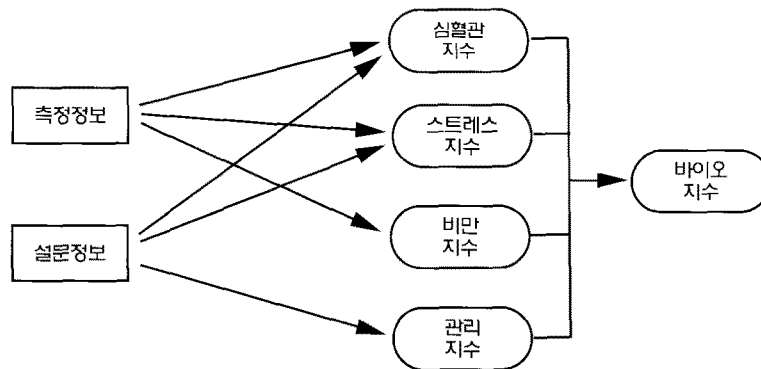


그림 1. 헬스 인덱스의 산출
Fig. 1. Flow for health index estimation

표 1. 심혈관지수의 산출을 위한 측정정보와 설문정보

Table 1. Measurement and questionnaire information for estimating cardiovascular index

심혈관 지수	종류	정보	점수	가중치
측정정보	혈압	수축기혈압	15	0.6
		이완기혈압	15	
		맥압(수축기혈압-이완기혈압)	10	
	심박수	심박수(안정시)	15	
		심박수변화도(HRV)	15	
	혈관노화도	가속도맥파(APG)	30	
설문정보	설문	가끔 가슴이 울렁거리고 맥박이 고르지 않게 된다	25	0.4
		가슴이 답답하거나 갑자기 가슴에 통증이 오는 경우가 있다	15	
		조금만 움직이거나 계단의 한층만 올라가도 금방 숨이 차다	10	
		잠을 자다가 숨이 차 깨는 경우가 자주 있다.	10	
		평소 이유 없이 뒷목과 어깨가 뻐근하고 어지럽다.	5	
		팔다리가 자주 저리다	5	
		심혈관계 가족병력	10	
		당뇨병을 앓고 있다	10	
		고지혈증이 있다	10	

표 2. 스트레스지수의 산출을 위한 측정정보와 설문정보

Table 2. Measurement and questionnaire information for estimating stress index

스트레스 지수	종류	정보	점수	가중치
측정정보	혈압	수축기혈압	10	0.4
		이완기혈압	10	
		맥압(수축기혈압-이완기혈압)	10	
	심박수	심박수(안정시)	20	
		심박수변화도(HRV)	50	
설문정보	설문	상기된다	20	0.6
		자주 한숨이 나온다.	20	
		뒷골이 뻐근하다(뻐뻐찌근하다)	10	
		속이 더부룩하다(소화가 잘 안된다)	10	
		두통이 있다.	10	
		깊은 잠에 들지 못하거나 자다가 자주 깨어난다.	10	
		감정의 기복이 심하고 불안하다	10	
오늘 안 좋은 일이 있었다.	10			

는 저주파적분/고주파적분(LF/HF)의 비율이 측정정보의 50%를 차지하도록 하였다. 이 비율은 유럽의 연구팀[7]에 의해 스트레스를 측정하는 정보로서 제시되었고 최근에 시판되는 심박수변이도 계측 의료기기에서 스트레스를 산출하는 정보로 활용되고 있다. 비만지수는 BMI와 체지방률에 각각 50%씩 가중치를 주었고 측정정보로만 충분히 판단 가능하므로 설문정보가 없다. 관리지수는 개인의 건강관리현황을 나타내는 값으로 설문결과로만 지수를 산출하였다.

표1~4에 나타난 것처럼 심혈관지수, 스트레스지수, 관리지수에 대하여 자가진단적인 특징을 묻는 질문을 각각 9개, 8개, 12개씩 만들고 각 질문의 중요도에 따라 차별된 점수를 주어 해당 건강지

수의 설문점수를 계산하였다. 심혈관지수의 경우, 심혈관계 관련 신체상태와 질병이력에 대한 질문세트가 있으며, 스트레스지수는 감정 및 스트레스와 관련된 신체상태를 묻는 질문으로 구성된다. 관리지수의 경우는, 운동, 식습관, 기호식품섭취, 생활습관 등에

표 3. 비만지수의 산출을 위한 측정정보

Table 3. Measurement information for estimating obesity index

비만지수	측정정보	점수	가중치
측정정보	BMI	50	1.0
	체지방률	50	
설문정보	없음	0	0.0

표 4. 관리지수의 산출을 위한 설문정보

Table 4. Questionnaire information for estimating management index

관리지수	종류	설문정보	점수	가중치
설문정보	운동	주 3-4회 이상의 규칙적인 운동 시간을 갖는다	25	1.0
		담배를 하루 (한갑이상, 반갑, 무) 이상 피운다.	25	
	기호	술을 일주일에 3회 이상 마신다.	5	
		커피(하루 5잔이상, 3잔이상, 2잔이하)	5	
	음식	야식/간식을 자주 먹는다	5	
		하루 세끼를 적당한 시간에 꼬박꼬박 먹는다.	5	
		과음 과식을 하지 않는다.	5	
		인스턴트식품을 즐겨 먹는다.(기름기 있는)	5	
		음식을 짜고 맵게 먹는 편이다.	5	
		식사 후 눕는 습관이 있다.	5	
	생활습관	건강한 성생활을 유지하고 있다	5	
	기타	감정을 잘 조절하지 못한다	5	

대한 질문으로 구성하였다. 사용된 질문세트와 가중치에 해당되는 점수는 각 건강지수에 대하여 알려져 있는 증상에 대하여 의학전문가와 면밀한 검토를 통해 구성하였다.

B. 측정정보와 설문정보의 점수 분류

혈압의 경우, 수축기혈압, 이완기혈압, 맥압(수축기혈압-이완기혈압)에 대한 미국심장협회(AHA)의 기준에 따라 정상범위에 있는 경우에는 만점을 주었고 정상에서 벗어난 정도에 따라 4등급으로 나누어 영점까지 점수를 주었다. 심장박동수의 경우, 안정시에 100회/분 이하의 경우에는 만점을 주었고 벗어나는 경우에는 영점을 주었다. 비만도(BMI)의 경우, 미국심장폐혈액연구원의 가이드라인에 따라 25이하를 정상으로 하여 만점을 주고 40이상에서 영점을 주도록 총 5등급으로 나누어 점수화 하였다. 체지방률의 경우, 나이별 성별 정상치 가이드라인에 따라 5등급으로 나누어 점수화 하였다. 심박수변화도(HRV)의 경우, 심박수 변화의 FFT를

계산하여 0.04~0.15Hz 사이의 저주파영역 적분값(LF)과 0.15~0.40Hz 사이의 고주파영역 적분값(HF)을 구하고 두 값의 비율(LF/HF)을 활용하여 5등급으로 점수화 하였다[7]. 가속도맥파(APG)의 경우, 파형의 모양에 따라 혈관노화도의 등급이 5~6 단계로 나뉘므로 측정된 APG파형의 특징값에 따라 파형의 모양을 분류하는 알고리즘을 개발하여 5등급으로 점수화하였다[4]. 이 분류는 본 연구의 APG측정에 사용된 Meridian사의 DPA기기의 혈관노화도 분류결과와 매우 유사한 값을 나타내었다.

설문의 경우는, 각 질문의 답변을 정도에 따라 상 중 하의 세 등급으로 나누어 구분할 수 있도록 질문을 주었고 각각 100점, 50점, 0점을 부여하였다.

III. 임상실험 결과

안산 청록한방병원에서 한의학 교수, 전문의와 의료기기 업체

표 5. 측정정보에 의한 건강지수 점수

Table 5. Health index scores estimated from measured information

건강지수	종류	가중치 (%)	평균	표준편차	평균과 표준편차
심혈관지수	수축기혈압	15	92.1	16.3	72.5 ± 14.7
	이완기혈압	15	96.5	10.4	
	맥압	10	76.4	27.9	
	맥박	15	100	0	
	혈관노화도	30	50.0	39.4	
	심박변이도	15	44.7	43.2	
스트레스지수	수축기혈압	10	92.1	16.3	68.9 ± 21.2
	이완기혈압	10	96.5	10.4	
	맥압	10	76.4	27.9	
	맥박	20	100	0	
	심박변이도	50	44.7	43.2	
비만지수	BMI	50	82.9	24.7	63.2 ± 26.6
	체지방률	50	43.4	34.2	

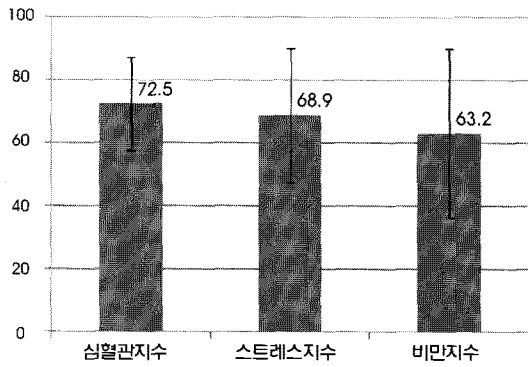


그림 2. 측정정보에 의한 건강지수 점수
Fig. 2. Health index scores estimated from measured information

전문가의 감독 아래에서 45명의 환자와 일반인을 대상으로 생체 정보를 측정하고 설문조사를 실시하였다. 혈압은 간호사가 직접 측정하였고 심박수변이도와 가속도맥파는 Meridian사의 DPA기기를 사용하여 측정하였다. 키와 몸무게는 간호사가 측정하였고 체지방률은 KM메드기기를 활용하여 측정하였다. 45명의 대상자 중에서 설문조사와 측정과정에서 유효하지 않다고 판단되는 데이터를 보인 7명을 제거한 후 총 38명(환자 30명, 일반인 8명)을 추출하여 건강지수를 계산하였다. 환자그룹은 중풍으로 인하여 입원 치료 받고 있는 사람이었으며 일반인그룹은 그들의 간병인 또는 보호자였다. 유효한 실험대상자의 평균나이는 51.8세이며, 남자 23명 여자 15명 이었다.

A. 건강지수 점수

표 5에는 측정정보만에 의해 산출된 각 생리변수 및 건강지수 점수에 대한 평균과 표준편차를 나타내었다. 각 건강지수는 100점 만점을 기준으로 하였고, 높은 점수가 건강한 상태를 나타낸다. 수

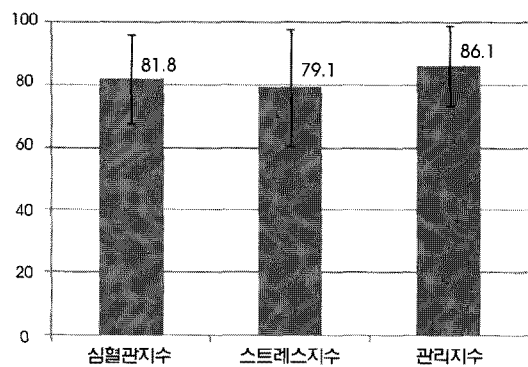


그림 3. 설문정보에 의한 건강지수 점수
Fig. 3. Health index scores estimated from questionnaire information

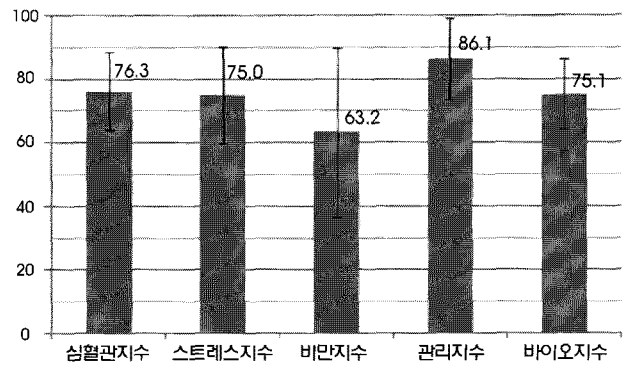


그림 4. 측정정보와 설문정보를 고려한 건강지수 점수
Fig. 4. Health index scores estimated from measurement and questionnaire information

측기 및 이완기 혈압정보는 90점을 넘는 높은 점수를 보이며 맥박수는 만점을 보이는 반면, 혈관노화도와 심박수변이도는 50점 이하의 낮은 값을 나타내고 있다. 표준편차를 살펴보면 심박수변이도, 혈관노화도, 맥압, 수축기혈압, 이완기혈압 순으로 높은 값을 보이므로 심박수변이도와 혈관노화도가 건강지수의 개인별 점수 차이에 중요한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

그림 2에는 측정정보에 의한 38명의 건강지수 평균값과 표준편차를 나타내었고, 그림 3에는 설문정보에 의한 건강지수값을 나타내었다. 심혈관지수와 스트레스지수는 측정에 의한 값이 70점 근처이며 설문에 의한 값이 80점 근처로서 측정보다 설문이 약 10점 정도 높은 값을 보였다. 비만지수는 63.2로 계산되어 보통 이상으로 평가되며 관리지수는 86.1로 높은 수준의 관리상태에 있음을 알 수 있다. 그림 4에는 측정정보와 설문정보에 가중치를 주어 최종적으로 구한 4가지 건강지수 및 이들을 통합한 바이오지수 점수를 나타내었다. 심혈관지수와 스트레스지수의 평균은 각각 76.3과 75.0으로 계산되었고 바이오지수는 평균 75.1을 나타내었다.

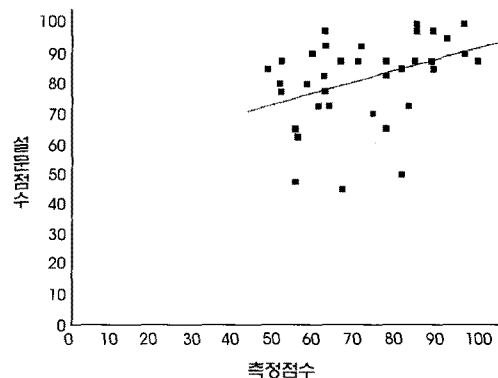


그림 5. 심혈관지수에 대한 측정점수와 설문점수의 상관관계
Fig. 5. Correlation between measured scores and questionnaire scores for cardiovascular index

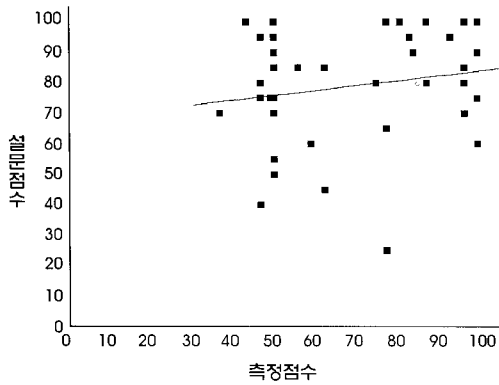


그림 6. 스트레스지수에 대한 측정점수와 설문점수의 상관관계
 Fig. 6. Correlation between measured scores and questionnaire scores for stress index

B. 건강지수의 상관관계

측정정보와 설문정보의 상관관계를 알아보기 위해 두 정보에 대한 심혈관지수와 스트레스지수의 개인별 분포관계를 그림 5~6에 각각 도시하였다. 선형피팅을 시도한 결과, 심혈관지수의 경우는 측정점수와 설문점수의 상관계수가 0.385로 계산되었고 스트레스지수의 경우는 상관계수 0.182를 나타내었다. 그러므로 상관계수는 전체적으로 낮은 값을 보이며 심혈관지수의 상관계수가 스트레스지수의 경우 보다 더 높은 값을 보이고 있다. 개별 측정정보점수와 심혈관 설문정보점수의 상관관계를 계산한 결과, APG는 0.301, HRV는 0.264를 보였다. 반면에 혈압의 경우는 0.088의 아주 낮은 상관계수값을 나타내었다. 개별 측정정보점수와 스트레스 설문정보점수의 상관관계를 시도한 결과, HRV는 0.178, 혈압은 0.004로서 낮은 값을 보였다.

4가지 건강지수들 사이의 상관관계가 어느 정도 있는지 조사해 보았다. 그림 7에는 심혈관지수와 스트레스지수와의 상관관계를 보여준다. 두 지수의 상관관수는 0.513으로 계산되어 4가지 지수 사이의 상관계수 중에서 가장 높은 값을 보였다. 비만지수와 관리

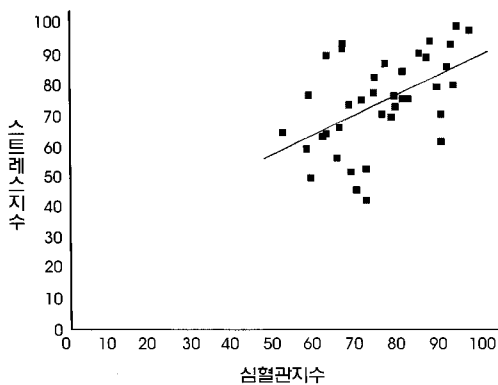


그림 7. 심혈관지수와 스트레스지수의 상관관계
 Fig. 7. Correlation between cardiovascular index and stress index

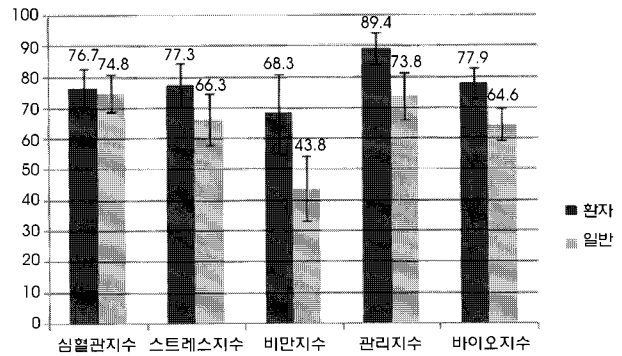


그림 8. 환자와 일반인의 건강지수 비교
 Fig. 8. Comparison of health index for patients and normal persons

지수 사이의 상관관수는 0.339로 두 번째로 높은 값을 나타내었다. 비만지수와 심혈관지수, 비만지수와 스트레스지수의 상관계수는 0.1 이하의 낮은 값을 보여 상관관계가 약한 것으로 나타났다.

C. 병력, 나이, 성별 건강지수 비교

그림 8에는 중풍 환자(30명, 평균나이 51.6세)와 일반인(8명, 평균나이 52.8세)의 건강지수를 비교하였다. 도시된 바와 같이 환자군의 건강지수가 오히려 높게 나타났다. 두 그룹의 심혈관지수는 유사하나 스트레스, 비만, 관리 지수가 일반인에서 훨씬 낮았다. 일반인의 경우는 간병인 및 보호자들이었기 때문에 장기간의 병원 생활로 인해 건강관리가 잘 안되어 비만했고 스트레스가 환자보다 오히려 더 심한 상황이었던 것으로 보인다. 반면 중풍환자 그룹은 위험상황에서 벗어나 요양을 통해 건강이 회복되고 있었던 부분이 반영된 것으로 판단된다.

그림 9에는 남(23명, 평균나이 50.0세)과 여(15명, 평균나이 54.6세)의 건강지수를 비교하였다. 도시된 바와 같이 남자의 건강지수가 전반적으로 높게 나타났다.

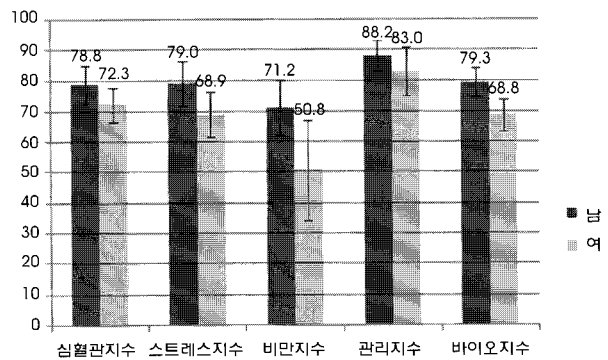


그림 9. 성별 건강지수 비교
 Fig. 9. Gender comparison of health index scores

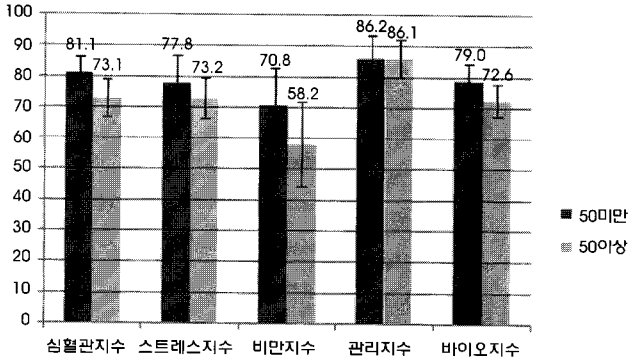


그림 10. 나이별 건강지수 비교
Fig. 10. Age comparison of health index scores

그림 10에는 50세 미만(15명, 평균나이 37.0세)과 50세 이상(23명, 평균나이 61.5세)의 건강지수를 비교하였다. 예상대로 50세 이상에서의 건강지수가 더 낮았다. 하지만 두 그룹의 관리지수는 유사하다.

IV. 토의 및 결론

개인의 건강상태를 제공하는 헬스인덱스 시스템을 개발하여 임상적용을 하였다. 이를 위하여 심혈관계 건강, 스트레스의 정도, 비만도 및 개인건강의 관리상태를 나타내는 4가지 지수를 정하고, 생체정보측정과 설문조사를 통하여 각 지수를 점수화 하는 프로그램을 개발하였다.

임상적용 결과, 측정정보와 설문정보의 평균값은 유사한 값을 나타내었으나 두 정보의 개인분포 상관관계는 높지 않았다. 측정값은 객관적인 값이며 설문값은 개인의 주관적인 판단에 의한 것이므로 두 정보 사이에서 1에 가까운 상관계수를 기대할 수는 없으나 어느 정도의 상관성을 보이는 것이 필요할 것으로 판단된다. 심혈관지수에서 측정과 설문 사이의 상관계수가 가장 높았으며, 특히 APG와 심혈관계 설문 사이의 상관계수가 가장 높았고 그 다음으로 HRV와 심혈관계 설문 사이였다. 반면에 혈압값은 심혈관계 설문과 스트레스 설문 사이에 영에 가까운 상관계수를 나타냄으로서 혈압 보다는 APG와 HRV가 심혈관건강에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 스트레스지수의 경우, 측정정보와 설문정보 사이의 상관계수가 심혈관지수에 비하여 반 정도 밖에 되지 않는 낮은 값을 보였는데, 이는 스트레스의 측정도구로서 주로 활용된 HRV의 주파수 성분비율(LF/HF)의 스트레스 측정 효과와 관계가 있다고 판단된다. 심박변화도를 통해 스트레스 상태를 진단하는 기구가 최근에 의료기기로서 시판되고 있으나, 심박변화도가 측정 때마다, 시간대에 따라 변화가 심하다는 사실을 고려하면 한 번의 심박변화도 측정으로 스트레스 상태를 진단하는 것의 신뢰도에 한계가 있음을 알 수 있다. 측정의 편차를 극복하는 방법으로서 LF/HF 비율의 정상범위를 좀 더 넓게 주어 현재의 기준보다 높은 점수를 취

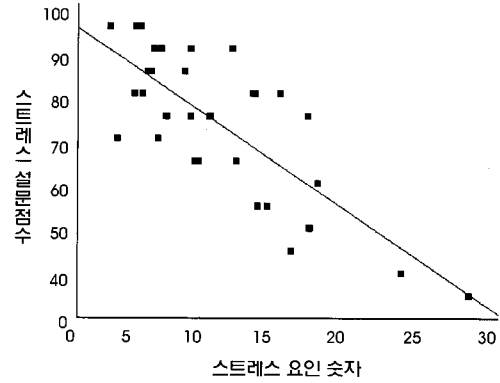


그림 11. 스트레스 설문점수와 스트레스 요인 숫자와의 상관관계
Fig. 11. Correlation between stress factors and questionnaire scores

득하도록 하는 방안을 생각해 볼 수 있다. 본 연구에서는 이 주파수 성분비율이 1.2~1.7 사이에 올 경우에 심박변이도 점수에서 만점을 취득할 수 있도록 프로그램 되어 있다.

4가지 건강지수들 사이의 상관계수 분석 결과, 심혈관지수와 스트레스지수 사이의 상관계수가 0.513으로 가장 높았다. 이는 심혈관계지수와 스트레스지수의 측정정보가 약 50% 정도 공유된 데에 기인한다고 보지만, 두 지수별 설문정보 사이의 상관계수 역시 0.435의 높은 값을 나타낸 것으로 판단할 때, 심혈관계 질환이 스트레스의 주요 원인이 된다는 사실을 알 수 있다. 비만지수와 관리지수는 두 번째로 높은 상관계수값인 0.339를 보임으로서, 비만한 경우에는 건강관리상태가 낮음을 알 수 있다. 비만지수와 심혈관지수, 비만지수와 스트레스지수의 상관계수는 0.1 이하로 나타남으로서 임상실험그룹에서 비만과 심혈관계 질환 및 스트레스와의 상관관계는 약한 것으로 나타났다.

병력, 나이, 성별 건강지수를 비교해 본 결과, 남자인 경우 그리고 나이가 적을수록 높은 건강지수값을 보였다. 그러나 오히려 중풍환자의 경우가 일반인 보다 높은 지수를 나타낸 것은 특이한 사항이다. 특히, 심혈관지수는 유사했으나 비만, 관리, 스트레스 지수들이 일반인 그룹에서 크게 낮았다. 그 이유는 일반인 그룹으로 분류된 간병인과 환자 보호자들이 오랜 시간 간호보조 역할을 하면서 개인적인 건강관리가 잘 되지 않았고 스트레스를 많이 받았다는 사실에 기인한 것으로 보인다. 반면 중풍환자 그룹은 위험상황에서 벗어나 요양을 통해 건강이 회복되고 있었던 부분이 반영된 것으로 판단된다.

한편, 본 연구에서 시도된 설문정보의 타당성을 테스트하기 위해 임상대상 38명중에서 30명에 대하여 스트레스와 관련된 다른 양식의 설문조사를 병행하였다. 그림 11의 가로축의 숫자는 설문에서 제시된 스트레스 요인이 자신에게 있는지의 여부를 예 아니요로 답한 숫자를 의미한다. 이 질문은 환경, 신체, 행동, 감정에 관련된 Holmes의 조사설문과 보건복지부의 국민스트레스 관리를 위한 설문을 조합하여 구성되었다. 세로축은 본 연구에서 만들어진 설문정보에 답한 점수이다. 그림 11에서 볼 수 있듯이 두 설문

의 상관계수는 0.775의 높은 값을 보였다.

표 5에 도시된 각 생체측정정보의 표준편차를 비교해 보면 HRV와 APG의 표준편차 값이 혈압 측정정보에 비해 두세 배 정도 높은 값을 보인다. 체지방률도 높은 표준편차를 보였다. 표준편차가 높은 생체정보는 개인에 따른 변화가 심하다는 것을 의미하므로 표준편차값은 생리정보에 주어진 점수가 중치와 함께 건강지수값 결정에 큰 영향을 미친다. 그러므로 APG는 심혈관지수에 큰 영향을 미치고 있고, HRV는 스트레스지수에 큰 영향을 미치며, 체지방률은 비만지수에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 수축기 혈압에서 이완기 혈압을 빼서 계산되는 맥압의 경우, 수축기 및 이완기 혈압보다 훨씬 큰 표준편차를 보였다. 이는 맥압의 점수분류를 위한 측정값이 비교적 좁은 범위에 있는 것에 기인한 때문으로 범위를 늘릴 필요가 있는 것으로 판단된다.(현재 30~49mmHg를 만점으로 함). 표준편차 영을 나타낸 안정시 맥박수는 건강지수 산출에 영향을 미치지 못하고 있으므로 맥박수 범위를 조절할 필요가 있다. 설문용 질문의 경우, 임상실험 대상자의 평균연령이 51.8세, 표준편차 15.5세로 고령층이 많았던 것을 고려하면 충분한 교육을 통해 설문에 답하도록 하는 것이 필요하다고 판단된다.

본 연구에서 시도한 헬스인덱스 시스템은 헬스기구 사용자의 건강 및 신체관리상태를 수치화된 값으로 나타내어 사용자에게 흥미를 제공하고, 운동을 계획적으로 하면서 건강을 관리하도록 도와주는 프로그램의 개발을 목표로 하고 있다. 시험 적용대상은 생체정보를 측정할 수 있는 장비를 탑재한 건강증진용 헬스케어 로봇이며, 헬스케어 로봇을 사용하여 건강 증진의 효과를 진단하기 위하여 개발된 건강지수를 적용하고자 한다. 본 논문은 38명의 환자와 일반인을 대상으로 하여 개발된 헬스인덱스를 적용한 임상실험의 결과로서 앞에서 언급된 몇 가지 한계점들을 갖고 있으나, 비침습적인 생체정보로부터 건강상태를 판단하는 지수개발의 첫 번째 시도로서 그 의미를 갖는다. 다양한 집단의 임상실험을 통해 건강지수 산출의 가중치와 측정정보의 점수분류법을 개선하고 반복적으로 정확한 진단이 가능하도록 설문내용을 개선하면 측정정보와 설문정보 사이에 더 높은 상관계수를 보일 수 있을 것으로 판단되며,

설문과 측정값을 기반으로 하는 보다 더 체계적인 건강지수 산출 정보시스템으로 발전할 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] W.F. Peter Wilson, B.D. Ralph Agostino, D. Levy, A.M. Belanger, H. Silbershatz, W.B. Kannel, "Prediction of coronary heart disease using risk factor categories" *Circulation*. 1998, pp.1837-1847.
- [2] S.H. Park, E.J. Woo, K.H. Lee, J.C. Kim "Home health care service using routine vital sign checkup and electronic health questionnaires", *Journal of Biomedical Engineering Research*, 2001, pp.469-477.
- [3] W.J. Furlong, D.H. Feeny, G.W. Torrance, R.D. Barr "The health utilities index system for assessing health-related quality of life in clinical studies", *Annals of Medicine*. 2001, pp.375-84.
- [4] K. Takazawa, N Tanaka, M. Fujita, O. Matsuoka, T. Saiki, M. Aikawa, S. Tamura, C. Ibukiyama, "Assesment of vasoactive agents and vascular aging by the second derivative of photoplethysmogram waveform", *Hypertension*, 1998, 32(2):365-370.
- [5] L.A. Bortolotto, J. Blacher, T. Kondo, K. Takazawa, M.E. Safer, "Assessment of vascular aging and atherosclerosis in hypertensive subjects: second derivative of photoplethysmogram versus pulse wave velocity", *American J. of Hypertension*, 2000, 13(2):165-171.
- [6] D.H. Nam, H.G. Koh, Y.B. Park, "Influence of cholesterol on APG for adult", *Korean Acupuncture & Moxibustion Society*, 2002, 19(3):126-137.
- [7] Task force team for HRV, "Heart rate variability, standard of measurement, physiological interpretation, and clinical use", *European Heart Journal*, 1996, 17:354-381.
- [8] R. McCraty, "Autonomic assessment report: a comprehensive heart rate variability analysis", *Heart Math Research Center*, 1996, pp.1-42.
- [9] H.S. Choi, "HRV as a tool for stress measurement", *Stress Research*, 2005, 13(2):59-63.
- [10] G.S. Jung, "Summary of HRV", *Korean Academy of Family Medicine*, 2004, 25(11):528-532.