

비침습적 검사를 통한 건강 정도 측정을 위한 바이오체크 유닛과 건강지수의 개발

Development of Bio-Check Unit and Health Index for Measuring Health Degree through Noninvasive Examination

이종선^{1,✉}, 이성일², 소병록², 박병강³, 정인욱³, 이승주¹, 박선균¹, 한청은¹
Chong Sun Lee^{1,✉}, Sung Il Yi², Byung Rok So², Byung Kang Park³, In Wook Chung³, Seung Ju Lee¹,
Seon Kyun Park¹ and Chengen Han¹

¹ 한동대학교 기계제어공학부 (College of Mechanical & Control Engineering, Handong Global University)

² 한국생산기술연구원 로봇기술본부 (Division of Applied Robot Technology, KITECH)

³ 한동대학교 선린병원 가정의학과 (Department of Family Medicine, Sunlin Hospital)

✉ Corresponding author: cslee@handong.edu, Tel: 054-260-1393

Manuscript received: 2011.3.24 / Accepted: 2011.4.8

A bio-check unit and health index were developed to provide information on personal health state with easily available noninvasive measurements and surveys. Four health indices were defined such as cardiovascular index, stress index, obesity index, and management index. Methods were developed to calculate health index scores from measured physiological signals and answer of survey questions. In order to evaluate effectiveness of the health indices, a clinical trial was conducted for 362 persons who visited general hospital for annual health inspection. The cardiovascular index showed a good correlation coefficient of 0.685 with the cardiovascular health graded by a medical doctor. The stress index showed a good correlation coefficient of 0.638 with the results of stress questionnaires being used in the public health center. Once the health index function is added in the bio-check unit, the unit may provide useful contents for personal health management.

Key Words: Bio-check Unit (바이오체크유닛), Health Index (건강지수), Physiological Measurement (생리학적 측정), Survey (설문)

1. 서론

건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 쉽게 얻을 수 있는 생리학적 정보를 통해 건강 상태를 진단하고 예측하려는 시도들이 있어 왔다. 여기에 쓰이는 생리학적 정보에는 나이, 성별, 키, 몸무게 등의 기본적 신체정보와 혈압, 심박수, 혈관노화도 등의 심혈관계 정보, 그리고 체지방률을 고려한

비만도 등이 포함된다. 여러 가지의 생체 정보를 바탕으로 사람의 건강 상태를 분석하는 연구의 예는 Park¹이 연구한 주기적인 생리변수 측정과 전자 건강설문을 이용한 재택건강관리 서비스시스템이다. 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 설문응

답을 분석하여 의사가 건강 상태를 지속적으로 파악하고 비정상적인 상태를 발견할 수 있도록 개발된 시스템이다. 이 연구는 다수의 의료기기가 필요하고 얻어진 데이터에 대하여 의료 전문가만이 원격으로 접속할 수 있으므로, 본인이 직접 측정과 설문 응답으로 건강상태를 평가하는 자동시스템과는 차이가 있다.

심혈관 관련 생체정보를 바탕으로 특정 질병을 예측하고 진단하는 연구의 대표적인 예는 미국의 보스턴 대학에서 진행된 프래밍(Framingham) 연구이다. 프래밍 연구 가운데 심장병과 관련된 위험요소들을 이용한 심장병 예측 방법도 있었는데 이는 관상동맥질환을 예측하기 위해 혈압, 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤 등의 위험인자 등과 나이, 당뇨, 흡연 정도 등을 고려하여 심장병 예측 지표를 개발한 것이며 의사가 이로부터 관상동맥질환을 예측할 수 있도록 한 것이었다.² 이 방법은 병원을 방문하여야 하며 비침습적인 방법이 아니므로 본 연구에서 추구하는 자동시스템과는 차별화 된다.

실시간으로 건강정보를 알려주는 한 예는 체지방 측정기를 들 수 있다. 헬스클럽 등에 비치하여 비만정보를 알려 줄 뿐 아니라 운동을 장려하는 기폭제 역할을 하고 있다. 최근에는 손가락에서 혈류용적맥파를 측정하여 혈관노화도 (Accelerated Photoplethysmograph: APG)와 심박수변이도(Heart Rate Variability: HRV)를 산출하여 혈관의 노화 정도 및 자율신경 활동도와 관련된 스트레스를 평가해주는 기기들이 개발되어 의료기기전사회에 가면 흔히 볼 수 있을 정도로 발전되었다. 이들 기기들은 비침습적인 방법을 사용하고 본인이 직접 검사하여 즉석에서 데이터를 볼 수 있으므로 흥미를 끌고 있으며 병원에서 의료용 목적으로 활용되기도 한다.

이동 가능한 소형의 분석기기를 통해 개인의 건강상태를 쉽게 알아 볼 수 있다면 건강정보 제공 및 건강관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위하여 본 연구에서는 비침습적이며 실시간으로 결과를 알 수 있는 검사를 통해 사람의 건강상태를 나타낼 수 있도록 바이오체크유닛과 건강지수를 개발하였다. 바이오체크유닛에서 다양한 생체신호들을 측정할 수 있도록 센서 인터페이스를 구축하였고 사용자 인터페이스를 통해 설문응답을 실시하고 검사 결과를 알아 볼 수 있다.³ 건강지수로서는 심혈관지수, 스트레스지수, 비

만지수, 관리지수 등의 4 가지를 정의하였고 생리학적인 측정정보와 설문 응답의 각 요소에 대하여 점수를 산출할 수 있는 기준을 만들어 각 건강지수의 점수를 산출하게 된다.⁴ 개발된 건강지수의 유효성을 평가하기 위하여 362 명의 일반인을 대상으로 임상실험을 실시하였고, 건강의 절대기준과 건강지수의 상관성이 높아지도록 측정 및 설문 요소들에 대한 가중치를 조정하였다.

2. 바이오체크유닛과 건강지수

Fig. 1 에 도시된 바이오체크 유닛의 좌우에는 혈압, 맥진과, 심박수변이도, 심전도, 체지방 등의 측정부가 장착되어 생체정보를 비침습적으로 쉽게 측정하며 중앙의 모니터를 통해 문진이 가능하다.³ 측정의 안정감과 편의성을 갖도록 인체공학적인 외관디자인을 구현하였고, 핵심명령어를 음성으로도 인식할 수 있도록 음성인식기능을 갖고 있다. 혈압은 커프를 팔에 두르고 측정하도록 되어 있으며, 맥진과는 손목의 세 포인트를 눌러서 측정한다. 혈류용적맥파, 심전도, 체지방은 좌우의 손잡이를 잡은 상태에서 측정할 수 있다. 바이오체크유닛에는 뒤에 설명되는 건강지수를 산출하는 기능이 탑재되며 이를 위하여 문진을 하게 된다. 검사 결과를 저장하여 이력을 관리하는 기능과 데이터를 외부기관에 전송할 수 있는 네트워크 기능을 갖고 있다.

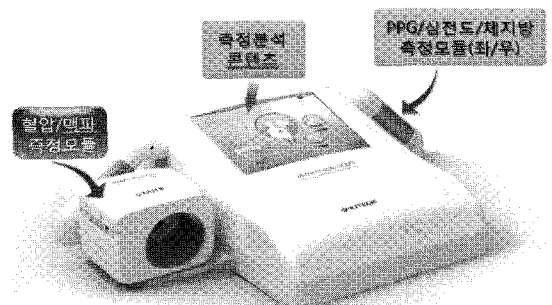


Fig. 1 Bio-Check Unit

건강지수로서 심혈관지수, 스트레스지수, 비만지수, 관리지수 등의 4 가지를 정의하였다.⁵ 각 건강지수를 구할 때에 Fig. 2 에 도시된 것처럼 설문과 측정 정보를 이용하였다. 측정정보는 각 건강지수 별로 적절한 생체신호를 측정하고 측정된 생

체신호를 점수화 한 후, 가중치를 부여하여 100 점 만점으로 구한다. 설문정보는 각 지수 별로 적절한 질문세트를 만들고 각 질문의 답변에 따라 점수화 하고 가중치를 부여하여 100 점 만점으로 구한다. 심혈관지수와 스트레스지수의 측정과 설문 점수의 가중치로 0.5 를 부여하였다. 단, 지수의 특성을 고려하여 비만지수는 측정정보만으로, 관리 지수는 설문정보만으로 구한다. 4 가지 건강지수값이 높을 수록, 심혈관 건강이 좋고, 스트레스가 적고, 비만도가 낮고, 건강관리상태가 좋은 것을 의미한다.

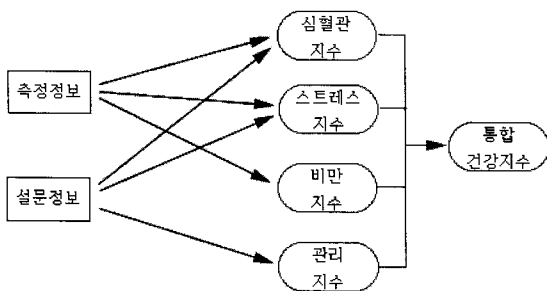


Fig. 2 Health index estimation

Table 1 에는 측정정보의 종류와 가중치가 도시되었다. 심혈관지수에 사용된 가속도맥파는 맥박에 따른 손가락혈관의 반경변화를 나타내는 혈류용적맥파를 두 번 미분한 값이며, 혈관의 노화도를 평가하는 신호로 알려져 있다.^{6,7} 심박수변이도는 자율신경활동도를 나타내는 지표로서 스트레스와 관련되어 있는 것으로 알려져 있다.^{8,9} 맥진파강도(Augmentation Index: AI)는 한방 맥진기에서 측정되는 맥의 강도를 나타내며 혈관의 긴장도를 나타내는 신호로 알려져 있다.¹⁰ 비만지수에서 체질량지수는 키에 대한 체중의 적절성을 통해 외적인 비만을 평가하고, 체지방률은 지방과 근육의 비율을 통해 내적인 비만을 평가한다.

건강지수의 산출에 필요한 각 측정치의 가중치는 가정의학과 전문의의 의견을 통하여 부여하였다. 각 측정치에 대하여 정상범위에서 벗어난 정도에 따라 점수를 낮추는 방법으로 점수화를 구현하였다.¹¹ 예를 들어 심혈관지수의 경우, 혈압은 최고혈압 129 이하, 최저혈압 84 이하인 경우 100 점을 주었고 혈압이 높아짐에 따라 5 단계의 등급으로 나누어 75 점, 50 점, 25 점, 0 점을 부여하였다. 가속도맥파는 혈관노화도에 따른 파형을 A, B, C,

D, E, F 의 6 등급으로 분류하여 점수화 하였으며, 심박수변이도는 주파수 해석을 통해 정상범위에서 벗어난 정도에 비례하여 점수를 낮추는 방법을 고안하였다. 혈관긴장도를 나타내는 맥진파강도는 정상범위에서 벗어난 정도에 따라 5 개의 등급으로 나누어 점수화 하였다.

Table 1 Measurement information and weighting factor for estimating health index

Measured Variables	Cardiovascular Index	Stress Index	Obesity Index
Blood Pressure	60%		
Accelerated Photoplethysmograph	15%		
Heart Rate Variability	15%	100%	
Augmentation Index	10%		
Body Mass Index			50%
Body Fat Percentage			50%

Table 2 Summary of survey information for estimating health index

	Number of Questions	Contents
Cardiovascular Index	10	Case history, daily life, management state
Stress Index	20	Physical, behavior, psychological/emotional state
Management Index	7	Life style and eating habits related to remaining life span

설문정보는 Table 2 에 요약된 바와 같이 심혈관, 스트레스, 관리 영역의 질문세트를 만들어 가중치를 주어 점수화 한다. 사용된 질문세트와 가중치는 임상실험 결과에 대한 상관관계 통계분석과 가정의학과 전문의의 검토를 통해 부여하였다.¹⁰ 심혈관지수에서는 병력, 증상, 관리상태 등의 질문을 조합하여 중요도에 따라 서로 다른 가중치를 주었다. 스트레스지수의 경우, 임상에서 사용하고 있는 각종 스트레스 설문들을 신체, 행동, 심리/감정 등으로 구분하여 질문 20 개를 재구성하였고 가중치는 동일하게 주었다. 관리지수에서는 Alameda7 으로 알려진 흡연, 음주, 운동, 식사, 수면, 체중 등의 일상적인 건강행위의 실천과 관련

된 질문 7 개에 동일한 가중치를 부여하여 점수를 계산하였다. 이 점수는 인간의 잔여수명과 밀접한 관련을 갖는 것으로 알려져 있다.¹²

3. 임상실험 및 분석

3.1. 임상실험의 실시

개발된 건강지수의 유효성을 평가하기 위하여 포항소재 1 개 병원 건강증진센터에서 약 5 주 동안 임상실험을 실시하였다. 신체검사를 받으러 오는 사람 중에서 자원자를 선발하여 본 연구에서 추구하는 설문지에 답하도록 하고 의뢰기기로 측정을 하였다. 검사시간대는 점심시간 이전인 오전 10 시반부터 1 시반 사이였고, 오전에 공복 상태가 아니거나 전날 술을 많이 마신 경우는 검사 대상에서 제외하였다. 임상실험을 실시할 당시에는 바이오체크유닛이 아직 개발시험 중이었므로 상용의 료기기를 사용하여 측정을 하였다. 혈압은 병원에 비치된 자동혈압기를 활용하였고, 심박수변이도와 혈관노화도의 측정을 위해 IEMBIO(주)의 Canopy7 을 활용하였고, 맥파의 혈관긴장도의 분석을 위해 대요메디(주)의 DMP-3000, 체지방 측정을 위해 자원메디칼(주)의 IOI-353 을 활용하였다.

산출된 스트레스지수의 유효성을 판단하기 위해, 스트레스의 절대기준으로서 보건소설문지를 활용하였다.¹⁰ 심혈관지수의 유효성을 판단하기 위한 심혈관계 건강의 절대기준으로 가정의학과 전문의의 판단 및 프래밍스코어² 를 사용하였다. 이를 위하여 바이오체크유닛에서 쓰일 심혈관지수의 산출에는 필요없지만 심전도 및 혈액검사를 실시하여 프래밍스코어 산출과 의사의 판단을 돕도록 하였다. 가정의학과 전문의의 판단점수(이하 의사 판단점수)는 피검자의 측정 결과와 면담내용을 근거로 하여 심혈관계 건강을 5 등급화 하여 산출하였다.¹⁰ 본 연구에서는 위에서 기술한 절대기준 값이 심혈관지수 및 스트레스지수 값의 상관관계에서 상관계수 $p > 0.5$ 를 만족하는지를 통해 개발하려는 건강지수의 유효성을 판단하고자 하였다. 관리지수와 비만지수는 건강지수 관찰을 위한 보조 자료로 활용한다. 나이에 따른 건강지수의 변화를 관찰하고자 하는 목적을 갖고 있으므로 연령대별 유효피험자 수를 남녀 각각 30 명 이상으로 하여 총 364 명이 참여하였다. 이 중에서 2 명을 제외한 유효피검자 362 명에 대해 SPSS 프로그램으로 통계 분석을 실시하였다. 피검자의 평균나이는 44.7 세

이었다.

3.2 건강지수 점수 비교

Table 3 에서는 건강지수의 남녀 평균 및 표준편차 값을 도시하였다. 심혈관지수, 스트레스지수, 비만지수는 평균값 84.0, 80.7, 80.2 점을 나타내었으며, 관리지수는 67.3 점으로 가장 낮은 값을 보인다. 심혈관지수의 설문점수와 스트레스지수의 측정점수가 88.4 및 85.9 로서 상당히 높은 값을 나타내고 있다. 표준편차는 비만지수가 19.3 으로 가장 높은 값을 보임으로, 비만도의 개인 편차가 큰 것을 알 수 있다.

남녀 간의 가장 큰 점수 차이는 관리지수에서 발생하였다. 관리지수는 여자가 4.9 점 높고, 스트레스 지수와 관리지수는 여자가 2.4 점 및 1.8 점 낮다. 심혈관지수는 남녀간에 1 점 이하의 차이를 보인다. 관리지수에서 남자의 표준편차가 여자보다 상당히 높은 것으로부터 남자의 경우, 관리를 잘 하는 그룹과 잘 안하는 그룹으로 구별된다는 것을 알 수 있다.

Table 3 Average score and standard deviation of health index for male and female subjects

Health Index	Sex	Survey Score	Measurement Score	Total Score
Cardiovascular Index	M	88.0±13.5	79.3±15.5	83.6±11.5
	F	88.7±13.2	80.0±15.7	84.3±12.0
Stress Index	M	77.7±15.4	86.3±11.3	82.0±9.1
	F	73.7±17.2	85.6±10.0	79.6±10.1
Obesity Index	M		81.2±20.2	81.2±20.2
	F		79.4±18.6	79.4±18.6
Management Index	M	64.6±18.1		64.6±18.1
	F	69.5±13.6		69.5±13.6

3.3 상관관계 분석

Table 4 에는 본 연구에서 조사한 여러가지 항목 사이의 피어슨 상관계수를 도시하였다. 상관계수 0.3 이하는 약한 상관관계, 0.3~0.7 은 뚜렷한 상관관계, 0.7 이상은 강한 상관관계를 의미한다. 의사판단점수와 심혈관설문점수 및 심혈관측정점수의 상관계수는 0.610 및 0.515 이며, 의사판단등급과 심혈관총점과의 상관계수는 0.685 로서 더 높아졌다. 심혈관설문점수와 심혈관측정점수의 상관계수는 0.326 으로서 설문과 측정은 적절한 상관성을 나타내었다. 심장혈관의 질병위험도를 나타내는

Table 4 Pearson's correlation coefficients between health index items

	Age	Cardiovascular Survey Score	Cardiovascular Measurement Score	Cardiovascular Index Score	Framingham Score	Doctor's Score	Stress Survey Score	Stress Measurement Score	Stress Index Score	Survey Score of Public Health Center	BMI Score	Body Fat Percentage Score	Management Index Score
Cardiovascular Survey Score	-0.429												
Cardiovascular Measurement Score	-0.434	0.326											
Cardiovascular Index Score	-0.530	0.780	0.846										
Framingham Score	0.616	-0.498	-0.557	-0.650									
Doctor's Score	-0.553	0.610	0.515	0.685	-0.613								
Stress Survey Score	0.077	0.154	-0.077	0.035	0.088	-0.062							
Stress Measurement Score	-0.515	0.369	0.373	0.455	-0.470	0.394	-0.069						
Stress Index Score	-0.262	0.359	0.172	0.316	-0.224	0.198	0.777	0.574					
Survey Score of Public Health Center	0.047	0.152	-0.079	0.032	0.107	-0.065	0.819	-0.049	0.638				
BMI Score	-0.156	0.360	0.278	0.387	-0.188	0.273	-0.089	0.220	0.066	-0.085			
Body Fat Percentage Score	-0.421	0.394	0.352	0.455	-0.225	0.317	-0.039	0.356	0.192	-0.010	0.709		
Obesity Index Score	-0.334	0.410	0.346	0.460	-0.226	0.322	-0.065	0.322	0.150	-0.045	0.898	0.947	
Management Index Score	0.177	0.119	-0.010	0.060	0.004	-0.041	0.327	-0.010	0.262	0.302	0.284	0.129	0.210

프레밍스코어와 심혈관설문점수, 측정점수, 총점과의 상관계수는 -0.498, -0.557, -0.650 으로 의사판단 점수와의 상관계수와 유사한 경향을 보였다. 프레밍스코어는 위험도이므로 상관계수가 음의 값으로 나타난다.

본 연구의 스트레스지수와 보건소 스트레스설문과의 상관계수는 0.638 로 뚜렷한 상관관계를 갖는다. 스트레스설문점수와 스트레스측정점수의 상관계수는 -0.069 로서 설문과 측정은 관계가 거의 관계가 없는 것으로 나타났다. 한편, 4 가지 건강지수 사이의 상관관계를 살펴 볼 때, 비만지수는 심혈관지수와 0.460 의 뚜렷한 상관관계를 나타냈으며, 스트레스지수와 심혈관지수는 0.316, 관리지수와 스트레스지수는 0.262 의 상관관계를 나타내었다.

4. 고찰 및 결론

비침습적이며 실시간으로 쉽게 할 수 있는 검사를 통해 사람의 건강상태를 나타낼 수 있도록 바이오체크유닛과 건강지수를 개발하였다. 바이오체크유닛에서 다양한 생체신호들을 측정할 수 있도록 센서 인터페이스를 구축하였고 모니터를 통해 설문에 응답하고 검사 결과를 알아 볼 수 있다. 측정의 안정감과 편의성을 갖도록 인체공학적인 관디자인을 구현하였고, 핵심명령어를 음성으로도 인식할 수 있도록 음성인식기능을 갖고 있다. 건강지수로서는 심혈관지수, 스트레스지수, 비만지수, 관리지수 등의 4 가지를 정의하였고 생리학적인 측정정보와 설문 응답의 각 요소에 대하여 점수를 산출할 수 있는 기준을 만들어 각 건강지수의 스코어를 산출하였다. 개발된 건강지수의 유효성을

평가하기 위하여 일반인을 대상으로 임상실험을 실시하였다.

심혈관지수는 의사판단점수와 상관계수가 0.685 로 뚜렷한 상관관계를 보였고, 설문점수와 측정점수의 상관계수는 0.326 으로서 설문과 측정이 적절한 분담을 하고 있다고 평가된다. 심혈관 설문 10 개를 점수화 한 설문점수는 의사판단과 0.610 의 높은 상관관계를 보였다. 심혈관 측정점수에 활용된 혈압, 혈관노화도, 심박수변이도, 혈관긴장도 점수들은 의사판단점수와 상관계수 0.422, 0.369, 0.294, 0.093 을 각각 보였다. 이 중에서 혈관긴장도는 절대기준값인 의사판단과 가장 낮은 상관계수값을 보였는데, 본 연구에서는 이를 고려하여 혈관긴장도의 측정 가중치를 가장 낮은 10%로 주었다. 혈관긴장도는 바이오체크유닛에서 인체의 좌우균형도를 산출하는 기능으로도 활용되므로 유용한 측정변수이다. 혈압, 혈관노화도, 심박수변이도는 의학적으로 심혈관계에 의미가 있는 변수로 알려져 있고, 임상실험에서 절대 기준인 의사판단점수와 뚜렷한 상관관계를 보였으므로 심혈관건강의 판단 정보가 될 수 있다고 사료된다.

스트레스지수와 보건소설문과의 상관계수는 0.638 로 뚜렷한 상관관계를 나타내었다. 스트레스 설문점수와 측정점수는 거의 영의 상관계수를 보여 둘 사이의 관계가 거의 없었다. 그 이유는 스트레스 측정점수가 심박수변이도의 주파수 분석에 의거하여 산출되었고, 이 값은 자율신경 활동도가 적절한 범위 안에 있는지를 나타내기 때문에 현재의 스트레스상태 보다는 스트레스 대처능력(저항력)과 관계 있는 것으로 판단된다.⁷ 본 연구의 스트레스 측정점수를 상용 심박수변이도 측정기기 Canopy9 (IEMBIO)에서 제시하는 스트레스지수와 비교하면, 매우 높은 상관관계인 0.868 을 보인다. 이 사실로부터 상용기기에서 제공하는 스트레스 지수는 자율신경의 활동도와 관련된 스트레스 저항력을 의미한다는 것을 알 수 있었다. 그러므로 본 연구에서 개발된 스트레스지수는 설문을 통한 현재의 스트레스상태와 측정을 통한 스트레스저항력을 합쳐서 스트레스를 평가하고 있다고 볼 수 있다.

심혈관지수, 스트레스지수, 비만지수는 80 점대의 평균점수를 나타내었으나, 관리지수는 67.3 점으로 가장 낮은 값을 보였다. 설문 및 측정값을 살펴보면 심혈관지수의 설문점수와 스트레스지수의 측정점수가 88.4 및 85.9 로서 상당히 높은 값

을 나타내고 있으므로, 이들의 점수를 낮추는 방향으로 점수화 수식을 조정하는 것이 바람직해 보인다. 표준편차는 비만지수가 19.3 으로 가장 높은 값을 보임으로, 비만도의 개인 편차가 큰 것을 알 수 있다. 성별 건강지수를 비교해 본 결과, 남자가 여자보다 스트레스지수와 비만지수가 높았고 여자는 남자보다 심혈관지수와 관리지수가 높았다. 남자의 경우, 관리지수의 표준편차가 여자보다 상당히 큰 것으로 나타났는데, 이는 관리를 잘 하는 그룹과 안 하는 그룹의 차이가 남자에게서 심한 것을 의미한다.

건강지수 사이의 연관성을 살펴보면, 비만지수가 심혈관지수와 0.460 의 뚜렷한 상관관계를 나타냄으로서 비만도는 심혈관건강과 관련이 크다는 사실을 알 수 있었다. 스트레스지수와 심혈관지수가 0.316 의 상관관계를 나타낸 것은 두 지수가 어느 정도 연관성을 갖고 있음을 말해 준다. 관리지수는 스트레스지수와 0.262 의 상관계수를 나타냄으로서 건강관리를 잘하면 스트레스를 낮출 수 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 얻은 건강지수 사이의 상관계수는 본 연구의 이전 연구인 Moon 등¹³의 연구에서 얻어진 값들과 다소 차이가 있었으나 전체적인 경향은 유사하였다. 이러한 차이는 Moon 등의 연구에서 사용한 건강지수 산출식이 본 연구와 차이가 있으며, 중풍환자라는 특정집단을 대상으로 하였기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 건강지수의 나이대별 회귀 수식을 찾아냄으로서 개인 건강지수의 등급화를 구현할 수 있다. 또한, 4 가지 건강지수를 합산한 통합건강지수의 개념을 도입할 수 있다.¹¹ 만일 통합건강지수를 4 가지 건강지수의 임상실험 결과 얻어진 표준편차의 역수를 가중치로 하여 산출하면 Fig. 3 과 같은 나이별 분포를 갖는다. 만일, 50 세 여성의 통합건강지수값이 82.5 점으로 산출되었다면, 그래프에 나타난 50 세 여성의 평균값인 77.6 점보다 높으므로 건강상태가 양호하다고 평가할 수 있다. 그러므로, 나이회귀식에 근거하여 각 건강지수의 등급을 점수대로 나누어 표시하면, 자신의 건강상태에 대해 좀 더 객관적인 비교 정보를 얻을 수 있다. 본 연구의 통계분석은 362 명에 대한 것으로 지속적으로 데이터를 확보한다면 바이오체크유닛에서 4 가지 건강지수를 통해 개인의 건강상태를 등급화하고 적절한 조언을 통해 건강관리에 도움이 되는 콘텐츠를 제공하는 프로그램으로 발전할 수 있을 것이다.

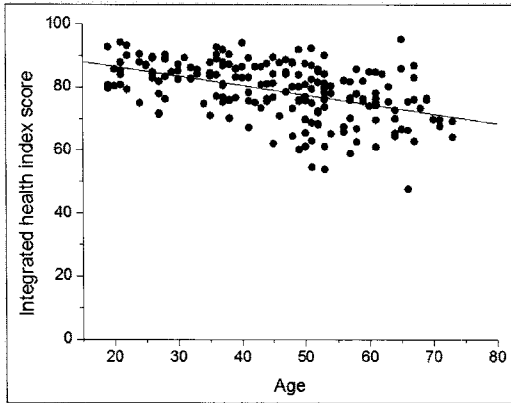


Fig. 3 Distribution of integrated health index score for women with age-dependent regression equation

후 기

본 연구는 지식경제부에서 시행하는 차세대 성장동력사업의 연구 결과로써, 한국생산기술연구원이 주관하는 ‘헬스보조 로봇 공통 인터페이스 응용 기술 개발’ 과제(10029014-2009-22)의 지원을 받아 수행되었음.

참고문헌

1. Park, S. H., Woo, E. J., Lee, K. H. and Kim, J. C., "Home health care service using routine vital sign checkup and electronic health questionnaires," *Journal of Biomedical Engineering Research*, Vol. 22, No. 5, pp. 469-477, 2001.
2. Peter, W. F., Ralph, B. D., Levy, D., Belanger, A. M., Silbershatz, H. and Kannel, W. B., "Prediction of coronary heart disease using risk factor categories," *Circulation*, Vol. 97, No. 18, pp. 1837-1847, 1998.
3. Yi, S. I. and Kim, K. Y., "System for biometric information to measure," Korean Patent, 10-1009958, 2011.
4. Yi, S. I. and Kim, K. Y., "System and method health to measure, and record media recorded program for implement thereof," Korean Patent, 10-1009959, 2011.
5. Lee, C. S., Han, C., Moon, D. J. and Yi, S. I., "Health index and clinical study for evaluating its effectiveness," *Proc. of KSPE Autumn Conference*, pp. 647-648, 2010.

6. Takazawa, K., Tanaka, N., Fujita, M., Matsuoka, O., Saiki, T., Aikawa, M., Tamura, S. and Ibukiya, C., "Assesment of vasoactive agents and vascular aging by the second derivative of photoplethysmogram waveform," *Hypertension*, Vol. 32, No. 2, pp. 365-370, 1998.
7. Bortolotto, L. A., Blacher, J., Kondo, T., Takazawa, K. and Safer, M. E., "Assessment of vascular aging and atherosclerosis in hypertensive subjects: second derivative of photoplethysmogram versus pulse wave velocity," *American J. of Hypertension*, Vol. 13, No. 2, pp. 165-171, 2000.
8. Task Force Team for HRV, "Heart rate variability, standard of measurement, physiological interpretation, and clinical use," *European Heart Journal*, Vol. 17, No. 3, pp. 354-381, 1996.
9. Choi, H. S., "Use of HRV as a tool for evaluating stresses," *Stress Research*, Vol. 13, No. 2, pp. 59-63, 2005.
10. Kim, K. C. and Kang, H. J., "Pulse Biomedical Engineering," *Daeyo Medi.*, 2007.
11. Chung, I. W. and Lee, C. S., "Clinical Study of Personal Health Index for Use in Health-assist Robot," KITECH, 2010.
12. Kang, J. H., "New Family Medicine," *Korean Academy Family Medicine*, p. 183, 2007.
13. Moon, D. J., Yi, S. I., Lee, C. S., Kim, G. C., Kang, H. J. and Yang, Y. J., "A Suggestion on evaluating personal health state: health index," *J. of Biomedical Engineering Research*, Vol. 29, No. 5, pp. 397-404, 2008.