

해상에서 심혈관질환 예측인자로 BIA활용가능성 분석 (혈중 총콜레스테롤과 부위별 지방두께 비교)

BIA Feasibility Analysis as Predictors of Cardiovascular Disease in the Sea (Total Cholesterol Compared with Fat Thickness by Region)

나승권^{1*} · 박은주²

¹한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 전자통신학과

²아주대학교 의학과 사회보건의학 전공

Seung-kwon Na^{1*} · Eun-Ju Park²

¹Department of Electronics and Communication, Korea Polytechnic College Gangneung Campus, Gangwon-do 210-932, Korea

²Department of Preventive Medicine & Public Health, Ajou University School of Medicine, Gyeonggi-do 443-721, Korea

[요 약]

본 연구는 장기간의 해상활동으로 의료기관 방문이 어려운 해상 활동자의 심혈관계질환 예측인자로 검사가 용이한 생체전기저항분석법 (BIA; bioelectrical impedance analysis)의 활용이 가능한지를 확인해보았다. 현재 심혈관성질환의 예측인자로 사용되고 있는 총콜레스테롤 측정치를 기준으로 BIA의 측정치와 관련성을 통계적 방법으로 분석한 결과 인체부위별 지방두께와 상관관계를 보였으며, 특히 왼쪽(왼)허벅지의 지방두께가 총 콜레스테롤 측정치와 높은 상관관계를 나타냈다. 이 결과로 장기적인 해상 활동을 요하는 사람들은 BIA 검사를 통해 왼쪽허벅지의 지방두께 변화를 심혈관질환의 예측인자로 활용할 수 있을 것이다. 하지만 선행연구의 부재로 후속연구가 필요하고 해상이라는 특수 상황이 고려된 측정도구의 정확성과 타당성 진단이 이루어져야 될 것으로 사료된다.

[Abstract]

This study have researched on feasibility of bioelectrical impedance analysis (BIA, which is simple useful evaluation tool for predictive factor of cardiovascular disease) to patients who have to travel along the sea for a long-period time and have difficulty in visiting medical institutions. We studied on the basis of total cholesterol value, which is nowadays widely used tool for predictive factor of cardiovascular disease, and also studied its association with BIA value via statistical analysis. Our result showed correlation with fat thickness of individual sites, and especially, fat thickness of left thigh showed high relation with total cholesterol value. This result shows that people who are in travel of long-period of time at sea are feasible of using BIA to evaluate changes of left thigh fat thickness as predictive factor for cardiovascular disease. Due to lack of advanced researches further studies should be done. And based on special circumstances in sea, more studies should be done to validity concerning this circumstances and accuracy of this evaluation tool.

Key word : Bioelectrical impedance analysis, Cardiovascular disease, Fat thickness, left thigh, Total cholesterol.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.6.582>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 7 November 2014; Revised 24 November 2014
Accepted (Publication) 10 December 2014 (30 December 2014)

*Corresponding Author; Seung-kwon Na

Tel: +82-33-610-6183

E-mail: skna2@hanmail.net

1. 서론

혈청 콜레스테롤은 각종 심혈관성질환의 예측인자로 사용되고 있으며 심혈관질환은 우리나라에서 사망원인 중 세 번째를 차지하고 있다. 하지만 혈중 콜레스테롤은 다른 검사에 비해 비교적 쉬운 검사이기는 하나 침습적인 방법이고 의료기관을 방문하지 않고는 불가능한 검사이다. 이에 장기적인 해상활동으로 의료기관 방문이 어려운 사람에게서 쉽게 심혈관성질환을 예측할 수 있는 인자가 있다면 혈관질환의 이환율 및 사망률을 감소시킬 수 있을 것이다.

체질량지수 및 체성분분석 등은 비만의 중요한 진단기준으로 이용되고 있을 뿐만 아니라 심혈관 질환과 당뇨병의 예측 지표로도 활용되고 있다[1].

비만의 정도를 평가하기 위해서는 신체성분을 분석하여 체지방의 축적된 정도를 정확하게 측정하는 것이 중요하다. 비만 진단검사가 갖추어야 하는 조건으로는 정밀도와 정확도가 높아야 하고 쉽게 측정할 수 있어야 하며 재현성이 높고 피검자에게 주는 불편함이 크지 않아야 한다. 비만 정도를 평가하기 위한 측정방법으로 체밀도 검사법은 직접측정법으로 특수한 시설과 복잡한 과정을 거쳐야 하기 때문에 주로 연구목적으로만 사용되고 있다.[2] 간접측정법으로 체질량 지수(BMI; body mass index), 피부두께측정(skin fold thickness)은 외형적인 비만 정도는 대략적으로 알 수 있지만 체내에 축적된 지방의 정도는 알 수 없어 객관적인 체지방량측정에 생체전기저항분석법(BIA; bioelectrical impedance analysis)과 이중에너지 방사선 흡수법(DEXA; dual-energy x-ray absorptiometry)을 이용하고 있다.

BIA는 체내수분을 전기적인 방법을 이용하여 측정하는 기술로 신체에 미세한 전류를 흘렸을 때 수분, 지방, 근육 등에서의 전류저항 및 전도성이 각각 다르게 나타나는 성질을 이용하여 전기 저항치를 측정하여 간편하게 체내수분, 체지방 등의 신체조성을 측정한다. 즉, 지방은 전기전도에서의 효율이 매우 떨어져 저항이 크며, 수분과 전해질을 포함하는 체지방조직은 전류에 저항이 낮다는 점을 이용하여 간접적으로 지방량을 측정한다.[3],[4]

1969년 Hoffer등이 처음으로 복잡한 인체의 구조를 단순한 원통형의 구조로 가정하여 체내의 총수분량이 전신의 전기 저항값과 역비례관계가 있다는 것을 보고하였으며, 이후 1980년대에 Luskaski, Kushner, Segal에 의해 건강한 개인을 대상으로 한 BIA의 타당성이 입증되었고[5]-[8], DEXA와 BIA를 이용한 체지방과 체지방의 측정값은 Bland-Altman plot 분석을 통해 본 결과 높은 상관관계와 일치도를 가지고 있어 체지방량의 측정에 BIA를 사용하는 것에는 문제가 없을 것으로 사료된다[9]. 나아가 인체를 하나의 원통모양으로 고려하여 체성분을 분석하는 방법보다 서로 다른 모양과 밀도, 단면적을 가지고 있는 팔, 다리, 몸통을 따로 측정하는 기술의 발달로 보다 정확하게 체성분을 측정하게 되었다. BIA는 단시간에 쉽게 체지방량을 측정할 수 있는 체성분 분석법으로 경제적이고 사용이 용이

하여 현재 스포츠, 운동과학 및 보건의료분야에서 널리 사용하고 있다.

최근에 생체전기저항분석법의 신뢰성을 높이기 위해 다양한 측정방식과 분석알고리즘이 적용된 시스템이 개발되고 있다. 원격의료계측의 일환으로 변화 생체계측에 적합한 생체전기 임피던스 분석 시스템을 개발하여 181명의 체지방량 표준값을 기준으로 회귀분석을 하여 변화 체지방 추정식을 세우고 그 적용가능성을 확인한 연구[10] 및 PDA (personal digital assistant)와 결합 가능한 체지방 측정 모듈을 개발하고 PDA와 연동되는 전체적인 시스템 운영 소프트웨어를 개발한 후 시중에 시판되고 있는 기기의 체지방량과의 비교를 통해 시스템의 신뢰성을 입증한 연구도 있었다[11].

본 연구에서는 BIA에 의해 측정된 인체 부위별 지방두께가 혈중총콜레스테롤을 어느 정도 반영하는지를 검토하고 의료기관방문이 어려운 오랜 해상생활자의 심혈관성질환 예측인자를 통하여 심혈관성 질환을 예방 할 수 있는 근거를 마련하고자 하였다.

II. 본론

혈액화검사와 함께 BIA를 시행한 성인 남녀를 대상으로 혈액검사를 통하여 얻어진 총콜레스테롤 측정치를 240 mg/dL을 기준(240 mg/dL 미만을 정상군, 240 mg/dL 이상을 비정상군)으로 하여 BIA에서 측정된 부위별 지방 두께의 차이를 비교 분석하였다.

2-1 연구대상자

연구 대상자는 2013년 3월부터 12월까지 원주시 1개 의료기관에서 국가건강검진프로그램 참여자 중 동의하에 생체전기 저항법을 시행한 총 309(남자 131명, 여자 178명)을 대상으로 하였다.

2-2 측정도구

1) 국가검진프로그램 혈액화검사

공복 시 정맥혈을 10 cc 채취하여 혈청을 분리한 후 혈액자동분석기를 이용하여 혈청 총 콜레스테롤(serum total cholesterol)을 enzymatic method로 측정하였으며, 단위는 이mg/dL이다.

고지혈증군의 분류는 hyperlipidemia treatment guideline committee(1996)의 기준에 따라 분류하였다. 즉 혈청 총 콜레스테롤 농도가 240 mg/dL이상인 경우를 고 콜레스테롤혈증군(HC; hypercholesterolemia)으로 200 mg/dL 미만인 경우 정상군(NC; normocholesterolemic group)으로 구분하였다[9].

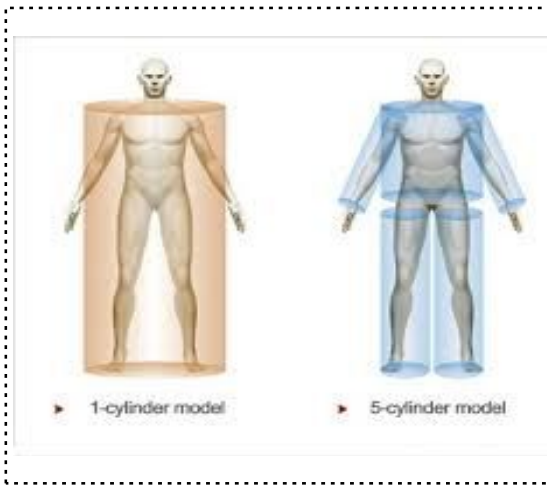


그림 1. 부위별 직접 인피던스 측정법
 Fig. 1. Direct segmental multi frequency bioelectrical impedance analysis.

2) InBody

그림 1에서는 인바디의 부위별 직접인피던스 측정방법 (DSM-BIA; direct segmental multi frequency bioelectrical impedance analysis)을 보여주는 것으로, 인체의 팔, 다리 그리고 몸통 인피던스를 각각 측정하는 방식이다.

인체를 하나의 원통모양으로 고려하여 체성분을 분석하는 방법보다 더 정확한 평가를 위해 서로 다른 모양과 밀도, 단면적을 가지고 있는 팔, 다리, 몸통을 따로 측정하였다.

그림 2에서 보는바와 같이 전류는 주파수에 따라 세포막을 투과하는 정도가 달라지는데, 초기 BIA법은 50 kHz의 단일 주파수만 사용하여 세포내외와 세포의 수분을 정확하게 측정하기 어려웠지만 인바디로 1 kHz~1 MHz 사이의 다 주파수를 사용하여 세포내 수분과 세포외 수분을 측정하였다.

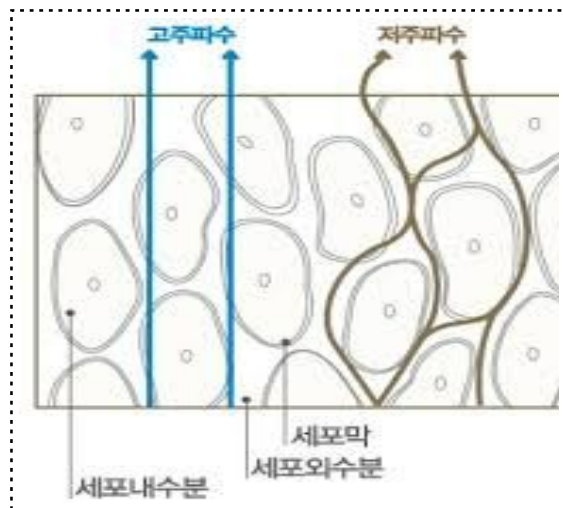


그림 2. 인바디의 다주파수 측정법
 Fig. 2. The frequency measurement of InBody.

임피던스
 Impedance

R	RA	LA	TR	RL	LL
1kHz	373.0	370.0	31.2	277.0	278.0
5kHz	362.1	359.3	29.6	266.0	266.0
50kHz	314.0	313.0	25.6	229.0	230.0
250kHz	279.0	283.0	21.6	204.0	204.0
500kHz	269.0	275.0	20.6	198.0	199.0
1000kHz	248.0	254.0	18.1	194.0	195.0
Xc					
5kHz	98.9	34.0	3.0	51.8	49.5
50kHz	56.2	91.9	9.5	11.3	12.8
250kHz	18.7	49.8	5.9	83.1	80.8

그림 3. 몸통의 인피던스를 따로 측정하여 전체성분 산출
 Fig. 3. Full ingredient derived by separately measuring the impedance of the body.

2-3 연구방법

신체 계측치 측정에 있어 신장은 맨발로 신장측정계를 이용하여 소수점 한자리까지 측정하였고, 체중은 표준체중계(헬스가드, Fanics, FA-94H)의 영점을 맞춘 후 소수점 한자리까지 측정하였다. BIA법은 Inbody330(InBody Co. Seoul, Korea)을 사용하였으며, 피검자들은 직립자세로 팔과 다리를 약간 벌린 자세를 취하고 측정계의 표시된 위치에 맨발로 올라선 후 손으로 전극 손잡이를 잡고 기계의 측정 순서대로 체성분 분석을 시행하였다. 기기에 내장된 프로그램에 의해 부위별 전기 저항에 따라 체지방량(FBM; body fat mass), 근육량(LBM; lean body mass), 체지방률(%BF; percent body fat)이 분석되었다.

혈청 총 콜레스테롤은 공복시 정맥혈을 10 cc 채취하여 혈청을 분리한 후 혈액자동 분석기를 이용하여 혈청 총 콜레스테롤(serum total cholesterol)을 enzymatic method로 측정하였으며 비만이 위험요인 및 원인으로 작용하는 심혈관질환의 위험인자로 공복 시 총콜레스테롤이 240 mg/dL 이상으로 정의하였다.

국가검진프로그램에서 제공된 설문지를 통하여 성별, 연령 등 사회인구학적 특성 및 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등의 병력 등을 조사하였고 기본적으로 키, 몸무게 및 수은혈압계를 사용하여 혈압을 측정하였다.

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS version 18.0 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 자료의 정규성 검증을 위해 Kolmogorov-Smirnov 분석을 시행하여 모든 변수의 정규분포를 확인하였다. 사후 분석 방법으로 Bonferroni 검정을 사용하였고 통계학적 검정을 위한 유의 수준은 >α=0.05로 정하였다.

III. 통계결과

요인별 기술적 통계분석을 실시하고 상관관계를 분석을

실시한 결과 총콜레스테롤 측정치와 인체부위별 지방두께가 유의미한 결과를 보였다. 특히 총콜레스테롤 기준 지방두께의 차이에서는 복부의 지방두께가 유의확률이 높았으나 상관관계분석에서는 왼허벅지의 지방두께가 높은 상관율을 보였다. 이는 왼허벅지의 지방두께 측정치가 높을수록 총콜레스테롤이 240 mg/dL 이상인 비정상군에 속할 확률이 높다는 것을 의미한다.

3-1 기술적통계

표 1에서 보는바와 같이 연구 대상자 성별분포는 남자 42.4%, 여자 57.6%로 남녀 비는 1: 1.39로 여자가 많았다.

표 2에서 총 콜레스테롤을 기준으로 정상군이 206명으로 66.7%, 측정치가 240 mg/dL 이상으로 고지혈증으로 볼 수 있는 비정상군이 103명으로 33.3% 차지하였다.

표 3에서 보는 바와 같이 심혈관 총콜레스테롤은 최소값이 53 mg/dL이고 최대값은 371 mg/dL로 측정되었다.

표 4에서는 복부지방두께의 평균이 제일 높은 것을 알 수 있다.

표 5에서 보는 바와 같이 총 콜레스테롤 기준에 따른 지방두께 차이에 대해 살펴보면 총 콜레스테롤 기준에 따른 가슴 지방두께 ($t = 2.956, p < 0.01$), 복부 지방두께 ($t = 3.210, p < 0.001$), 오른팔 지방두께 ($t = 2.998, p < 0.01$), 왼팔 지방두께 ($t = 2.822, p < 0.01$), 오른 허벅지 지방두께 ($t = 2.410, p < 0.05$), 왼 허벅지 지방두께 ($t = 2.215, p < 0.05$)로 나타나 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

표 1. 성별빈도

Table 1. Frequency of sex.

	빈도	백분율(%)
남	131	42.4
여	178	57.6
합 계	309	100.0

표 2. 총 콜레스테롤 기준

Table 2. Based on total cholesterol.

	빈도	백분율(%)
비정상	103	33.3
정상	206	66.7
합 계	309	100.0

표 3. 각 요인별 기술통계

Table 3. Each factor by descriptive statistics.

	N	최소값	최대값	평균	표준편차
나이	309	27	87	53.12	13.143
신장	309	141	183	161.45	9.038
몸무게	309	42	99	63.58	10.755
허리둘레	309	61	107	81.84	8.551
수축기혈압	309	12	191	126.56	17.782
이완기혈압	309	54	114	81.07	9.985
혈색소	309	7	18	14.05	1.604
공복혈당	309	43	301	91.66	25.032
총 콜레스테롤	309	53	371	189.95	36.949
HDL 콜레스테롤	309	21	92	48.59	11.494
트리글리 세라이드	309	35	550	140.63	100.228
LDL 콜레스테롤	309	0	310	109.69	39.339
GOT	309	13	85	25.95	10.616
GPT	309	9	109	24.15	15.976
r-GTP	309	10	258	34.98	37.209

표 4. 지방두께 요인별 기술통계

Table 4. Fat thickness factor by descriptive statistics.

	N	최소값	최대값	평균	표준편차
가슴 지방두께	309	0	2	0.93	0.276
복부 지방두께	309	0	2	1.12	0.329
오른팔 지방두께	308	0	1	0.63	0.182
왼팔 지방두께	309	0	1	0.64	0.182
오른허벅지 지방두께	308	0	2	1.00	0.306
왼허벅지 지방두께	306	0	2	1.02	0.309

표 5. 총콜레스테롤 기준에 따른 지방두께차이

Table 5. Fat thickness differences in total cholesterol standard.

	기준	N	평균	표준편차	t	유의확률
가슴 지방두께	비정상	103	0.99	0.297	2.956**	0.003
	정상	206	0.89	0.259		
복부 지방두께	비정상	103	1.20	0.360	3.210***	0.001
	정상	206	1.08	0.305		
오른팔 지방두께	비정상	102	0.67	0.198	2.998**	0.003
	정상	206	0.61	0.170		
왼팔 지방두께	비정상	103	0.68	0.200	2.822**	0.005
	정상	206	0.62	0.168		
오른허벅지 지방두께	비정상	103	1.06	0.329	2.410*	0.017
	정상	205	0.97	0.291		
왼허벅지 지방두께	비정상	102	1.08	0.332	2.215*	0.027
	정상	204	1.00	0.293		

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3-2 총콜레스테롤 요인과 지방두께간의 상관관계

표 6에서 보는바와 같이 총콜레스테롤 과 왼 허벅지 지방두께와는 $r = 0.157$ ($p < 0.05$)의 정(+)의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 이는 총 콜레스테롤이 높을수록 왼 허벅지 지방두께가 커짐을 알 수 있고 왼허벅지의 지방두께가 콜레스테롤 정상군과 비정상군에 높은 상관관계를 보이고 있어 고콜레스테롤의 예측인자로 왼허벅지의 지방두께를 활용할 수 있겠다.

V. 결 론

혈중 총콜레스테롤의 증가는 고지질혈증을 진단 보다 체지방과 관련된 심혈관질환의 위험 요인으로서의 그 중요성이 더 크다. 하지만 침습적인 방법으로 의료기관 방문이 어려운 사람들에게는 검사가 용이하지 않다. 전문 의료기관을 방문하지 않고도 접근이 용이하고 검사시간이 짧은 BIA를 통해 고콜레스테롤혈증을 예측하여 심혈관계 질환의 예방 및 건강증진을 가능하게 하여 삶의 질을 향상시키고 심혈관계질환으로의 이환율과 사망률을 감소시킬 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 콜레스테롤 기준에 따른 심혈관질환 위험요인이거나 할 수 있는 총콜레스테롤을 측정하여 정상군과 비정상군으로 나누어 생체전기저항분석법(BIA)을 통해 측정된 인체 각 부위별 지방의 두께를 비교하였다. 이는 장기적으로 해상에서 머물러 있는 사람들의 건강상태를 체크하는데 있어 BIA가 측정하기 어려운

표 6. 총콜레스테롤 요인과 지방두께간의 상관관계

Table 6. The correlation between total cholesterol and fat thickness factor.

	총콜레스테롤	가슴 지방두께	복부 지방두께	오른팔 지방두께	왼팔 지방두께	오른허벅지 지방두께	왼허벅지 지방두께
총콜레스테롤	1						
가슴 지방두께	0.201 (**)	1					
복부 지방두께	0.202 (**)	0.978 (**)	1				
오른팔 지방두께	0.207 (**)	0.953 (**)	0.935 (**)	1			
왼팔 지방두께	0.187 (**)	0.949 (**)	0.933 (**)	0.948 (**)	1		
오른허벅지 지방두께	0.179 (**)	0.810 (**)	0.757 (**)	0.899 (**)	0.887 (**)	1	
왼허벅지 지방두께	0.157 (**)	0.797 (**)	0.732 (**)	0.882 (**)	0.868 (**)	0.985 (**)	1

*p<0.05, **p<0.01

침습적 방법의 총콜레스테롤검사를 대체 할 수 있는지를 모색하고 특히 인체부위별로 예측인자를 확인하고자 하였다. 연구 대상자들은 BIA를 시행하고 동시에 혈액학검사를 통해 혈청 콜레스테롤을 분석하였다.

본 연구 결과 총 콜레스테롤 기준에 따른 지방두께 차이를 보면 가슴 지방두께, 복부 지방두께, 오른팔 지방두께, 왼팔 지방두께, 오른허벅지 지방두께, 왼허벅지 지방두께 모두 통계적으로 유의하게 나왔으며, 이는 지방두께가 두꺼워질수록 총 콜레스테롤 수치가 높을 수 있다는 것을 시사하며 심혈관 질환으로 이환될 가능성이 지방두께를 유지 하는 사람에 비해 높다고 할 수 있다. 비교적 검사가 용이한 BIA를 통해 인체부위별 지방두께의 변화추이를 살펴보면 심혈관성질환의 위험을 예측하고 식생활과 운동 등을 통한 관리를 한다면 심혈관질환으로 인한 사망률을 낮출 수 있을 것이다.

인체부위별 지방두께 중에서도 왼허벅지의 지방두께가 총 콜레스테롤 측정치와 높은 상관관계를 보이고 있어 다른 부위보다는 주의 깊게 관찰해야할 것이 요구된다. 하지만 인체 부위별 지방두께와 심혈관계질환과의 관계에서는 복부지방, 특히 내장지방이 많을수록 심혈관계질환의 위험성이 높다는 연구 결과는 많이 입증되어 있으나, 왼 허벅지 지방두께와의 관계는 선행연구가 없어 반복적인 연구가 필요하며 정확한 연구를 위해서는 심혈관계질환에 영향을 줄 수 있는 다른 변인들의 통제가 필요하다. 또한 장기적인 해상 활동을 요하는 사람들에게 직접 적용 하기에는 여러 연구 집단에 대한 후속연구가 필요하고 해상이라는 특수 상황이 고려된 측정도구의 정확성과 타당성 진단이 이루어져야 될 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] S. H. Han and S. Y. Lee, "Dual energy X-ray absorptiometry for the obese and lean body composition measurements in adults cytometry and comparison of bioelectrical impedance measurement via -Bland-Altman Plot Analysis," *Korean Journal of Obesity*, Vol. 15, No. 4, pp. 213, 2006.

[2] H. S. Kim and S. Y. Kim, "Feasibility of biological resistance assays for pediatric body composition assessment study: comparison of dual-energy X-ray absorptiometry law," *Korean Journal of Pediatrics*, Vol. 48, No. 7, pp. 696, 2005.

[3] H. C. Lukaski and P. E. Johnson, "Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body," *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 41, No. 4, pp. 810-817, 1997.

[4] H. C. Lukaski and W. W. Bolonchuk, "Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements," *Journal, Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Vol. 59, pp.1163-1169, 1985.

[5] K. B. Tushar, "Bioelectrical Impedance Methods for Noninvasive Health Monitoring: A Review," *Journal of Medical Engineering*, Vol. 14, pp.28, 2014.

[6] D. T. Villareal, C. M. Apovian, R. F. Kushner and S. Klein, "Obesity in older adults: technical review and position statement of the american society for nutrition and NAASO," *Journal of Aging Research*, Vol. 13, pp. 11, 2013.

[7] K. R. Segal, B. Gutin and E. Presta, J. Wang, "Estimation of human body composition by electrical impedance methods a comparative study," *Journal of Applied Physiology*, Vol. 58, pp.1565-1571, 2011.

[8] D. K. Jeong and S. Y. Lee, "Simple evaluation of body composition analyzer body fat measurement capability," *American Journal of Health Promotion*, Vol. 6, No. 2, pp.79- 87, 2006.

[9] S. Y. Choi and Y. H. Joo, "Serum total cholesterol and body mass index (BMI)," *Korean Journal of Adult Nursing*, Vol. 17, No. 1, pp.149, 2005.

[10] J. K. Moon, G. S. Seo, and T. G. Im, "Development of bioelectrical impedance analysis of the Korean system for remote medical instrumentation," *Korean Journal of Biomedical Engineering*, Vol. 23, No. 5, pp.413-418, 2002.

[11] S. Y. Gwon and S. M. Lee, "PDA-based handheld body fat using body impedance method of measurement and diagnostic system development," *Korean Journal of Biomedical Engineering*, Vol. 25, No. 1, pp. 21-26, 2004.



나 승 권 (Seung-Kwon Na)

1999년 2월 : 세명대학교 전기공학과(공학사), 2001년 2월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과(공학석사)
 2008년 2월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과(공학박사) , 1981년 7월 ~1988년 4월 : 부산 위생 (한방) 병원
 1988년 5월 ~1994년 8월 : 한국수자원공사
 1994년 9월 ~2014년 7월 : 한국폴리텍대학 원주캠퍼스 의용공학과 교수
 2014년 8월 ~현재 : 한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 전자통신학과 교수
 ※ 관심분야 : 의용공학 및 대체에너지분야, 에너지변환, 전력전자응용



박 은 주 (Eun-Ju Park)

1990년 4월 ~ 1993년 8월 : 연세대학교 세브란스병원
 1994년 8월 ~ 2005년 10월 : 아주대학교 병원
 2000년 2월 : 아주대학교 보건의료전공 (행정학석사)
 2013년 2월 ~ 현재 : 아주대학교 의학과 박사과정 사회보건전공
 ※ 관심분야 : 산업안전보건과 예방의학