

# 무선통신 기반의 심박수측정기 Bodypro\_PAPS(DS100)의 신뢰도와 타당도

김창환 · 송영은 · 김병완 · 이재정 대전대학교 · 임재형 카이스트 · 이홍우 (주)두성기술

## 국문초록

본 연구의 목적은 국내에서 개발한 무선통신 기반의 심박수측정기 Bodypro\_PAPS(DS100; 두성기술, 한국)의 타당도와 신뢰도를 확인하는 것이다. Bodypro\_PAPS(DS100)의 타당도를 확인하기 위한 준거장비는 Polar(T-31) 모델을 사용하였고, 연구 목적에 따라 준거장비와 개발장비 두 가지를 모두 피험자에게 착용시킨 후 운동부하검사(Bruce Treadmill Max Protocol)를 실시하였다. 신뢰도 확인은 피험자에게 Bodypro\_PAPS(DS100)를 착용시킨 후 통제된 시간과 속도에 따라 2회 반복하여 걷거나 뛰도록 하였다. 연구의 대상은 대전시에 소재하고 있는 D대학교에 재학중인 남녀 학생 총 116명으로 타당도 검사 57명, 신뢰도 검사 59명이 참여하였다. 자료분석은 SPSS 16.0을 이용하여 상관분석을 실시하였고, 이때 통계적 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다. 분석결과 Bodypro\_PAPS(DS100)의 타당도는 시간단위(1분간격)에 따라  $r=.702(p=.001)$ 에서  $r=.989(p=.001)$  사이의 값으로 나타났다. 또한 신뢰도는 시간단위(1분간격)에 따라  $r=.511(p=.001)$ 에서  $r=.789(p=.001)$  사이의 값으로 나타났다. 분석결과 Bodypro\_PAPS(DS100)는 심박수측정기로 비교적 높은 타당도를 보였지만, 신뢰도는 중간정도 이상의 수준으로 확인되었다.

주요어 : 심박수측정기, 신뢰도, 타당도

## I. 서론

신체활동(physical activity)은 골격근이 에너지를 소비하며 발생하는 신체의 움직임(Caspersen, Powell & Christenson, 1985)으로 신체활동의 부족은 현대인의 다양한 건강문제를 일으키는 질병인 비만과 과체중을 유발시킨다(Ainsworth et al., 2000; Lengfelder, 2001). 그리고 비만과 과체중은 고혈압, 당뇨병, 심혈관질환등의 만성질환 뿐 아니라 퇴행성 관절질환과도 밀접한 관계를 가지고 사망률에 직·간접적으로

관여한다(김수영 등, 2004; 윤현정 등, 2008; 한창동 등, 2008). 심장관련 질환은 건강을 위협하는 가장 커다란 요인 중 하나로 고혈압, 동맥경화 뇌졸중 및 심근경색 등의 심혈관 질환 위험요인과 깊게 연계되어 있다(Anderssen et al., 2007; Castelli, 1984). 1999년 통계청 발표에 의하면 1990~1999까지 뇌졸중, 심장병 등의 심혈관계 질환으로 사망한 경우가 교통사고에 의한 사망률보다 높다고 하였다. 그 중 45%가 혈중지질 질환이고, 31%가 관상동맥 관련 질환이다(김남익, 2003). 심박수와 산소 섭취량의 정확한 측정과 관리는 이 두 가지 질환의 사전예측과

\* 이 논문은 2010년 (주)두성기술의 연구의뢰 및 지원을 받아 수행된 연구임

교신저자 송영은 namupado@nate.com

대전광역시 동구 용운동 96-3 대전대학교

질병에 대한 생리적 치료법을 마련할 수 있게 해준다.

신체활동 시 훈련의 테스트와 신체활동 모니터링은 건강관리에 중요하다(Porszasz, Stringer & Casaburi, 2007). 신체활동은 신체활동의 형태, 빈도, 강도등에 따라 측정하고 평가하기 위해 그동안 다양한 도구와 방법들이 개발되어 왔다(Ainsworth, 2003). 신체활동의 현장측정도구(field measure)에는 심박수모니터(heart rate monitors), 보행계수기(pedometer), 가속도계(accelerometer), 자기보고질문지(self-report questionnaire)등이 있다(강민수, 박재현, 김혜진, 2004). 이중 심박수모니터는 심폐능력의 정밀평가와 에너지 소비량을 알 수 있는 하나의 방법으로 신체활동을 효과적으로 평가할 수 있고(Freedson & Miller, 2000; Strath et al., 2002), 운동생리학 연구에 필수 불가결하다(Pinnington et al., 2001). 또한 질병의 진단과 예후, 질병에 대한 심각성, 질병이 갖고 있는 진행성 여부의 평가, 그리고 임상실험의 최종적인 목표인 치료요법에 대한 생리적 반응에 중요하게 사용(Bradley & O'Neill, 2005; Bradley & Moran, 2008; McKone, Barry, Fitzgerald & Gallagher, 2002; Ram et al., 2005)되고 있어, 심장과 관련한 측정은 정확하게 계속되어야 한다(Peel & Utsey, 1993).

심박수모니터는 학생건강체력평가시스템(PAPS: Physical activity promotion system)의 중요 구성요소 중 하나로서 심폐능력의 정밀 평가를 위해 사용된다. 이를 측정하기 위한 대표적 장비가 무선심박측정기이다. 무선심박측정기는 첨단 기술로 만들어진 장비로서 학생들의 체력 검사의 기능을 갖고 있으며 신체활동에 대한 동기부여의 역할을 한다. 그리고 무선심박측정기는 지속적인 모니터링이 용이하기 때문에 장시간 거부감 없이 정밀한 평가와 진단으로 개인별 정밀 검사가 가능하다는 장점을 갖고 있다. 현재 미국은 2,000여개의 학교에 무선심박측정기를 도입, 수업시간에 활용하고 있으며 현재 우리나라에서도 초·중·고등학교, 휘트니스센터, 의료기관등에서 활용되고 있다.

따라서 이 연구는 국내에서 개발된 무선심박수측정기의 정확한 신뢰도와 타당도를 확인하기 위하여 진행되었다. Bodypro-PAPS(DS100; 두성기술, 한

국)는 심폐지구력(정밀)평가를 위한 무선심박수측정 및 자동송수신기로 지그비 무선통신 방법을 사용해 가슴벨트와 손목밴드를 통해 측정하고, 측정된 데이터는 PC로 전송되어 Web PAPS용 파일 및 EXCEL파일로 자동저장 된다. 측정 시 측정자의 안정성을 보장(분당 심박수 40회 이하, 200회 이상 도달시 위험경고 표시)하고, 측정과 동시에 심폐지구력 정밀평가가 가능하며, 최대 100명까지 동시 측정이 가능하고 최대 측정거리는 150m에 이른다. 이 장비는 대한민국 정부출연연구원의 원천기술과 국가 정책 과제로 개발되어 현재 전국 초·중·고등학교를 비롯해 군부대, 의료기관, 보건소, 엘리트선수, 전국 대학교 체육학과 및 운동처방학과에 운동처방관련 연구용으로 그 사용이 확대되어 있다. 또한 2009년 EBS의 교육방송프로그램, 2010년 MBC, E채널등의 방송프로그램에 협찬되었고, 2010년 IT융합기술사업화 지원을 위한 대전시 'u-웰빙도시' 시범서비스 사업에 참여 장비이기도 하다. 이렇듯 국내개발 장비의 활용은 활발히 이루어지고 있는 반면 신뢰도와 타당도에 관한 정보는 미비하다. 국산 제품의 체계화된 정보의 제공이 필요한 시기이다.

따라서 이 연구는 국내에서 개발된 무선통신 기반의 심박수측정기의 정확한 신뢰도와 타당도 관련 기초자료를 제공함으로써 국내개발 장비를 통한 신체활동 연구분야의 활성화를 도모하는데 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 대전 소재 D대학교에 재학중인 남·여 학생 중 유산소운동과 운동부하검사 경험이 있는 학생 총 125명을 대상으로 실시하였다. 본 연구에서 심박수측정기의 타당도와 신뢰도를 검증하기 위해 설계된 실험 방법은 연구대상에게 트레드밀에서 통제된 속도와 시간으로 반복하여 걷거나 뛰도록 하는 것이기 때문에 두 장비에 익숙한 유경험자를 통해 안정성 있는 자료를 수집하기 위하여 군집표집방법(Cluster Sampling Method)으로 표본을 추출하였다. 연구목

적, 내용과 절차에 대해 충분히 설명하고 실험참가에 대한 동의를 얻은 후 실험은 진행되었다. 신뢰도와 타당도 연구에 따라 개인정보 입력의 오류, 반복측정 시 동일한 방법으로 참여하지 않은 학생은 각각 8명, 11명으로 이들의 자료를 제외한 대상자의 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상

	구분	나이(세)	신장(cm)	체중(kg)
타당도	남 n=50	21.8±1.95	175.5±6.39	73.8±9.23
	여 n=7	20.7±0.48	162.4±4.11	53.0±3.74
신뢰도	남 n=58	22.2±2.48	175.9±5.24	68.7±7.51
	여 n=1	24.0	161.0	51.0

## 2. 측정도구 및 장소

측정도구는 2010년 에서 개발된 심박수측정기 Bodypro\_PAPS(DS100; 두성기술, 한국)와 Polar (T-31)모형을 사용하였다. Bodypro\_PAPS(Physical Activity Promotion System)는 심폐지구력 정밀 평가를 위한 무선통신 기반의 심박수 정밀측정 시스템으로 신체활동 혹은 운동 시 정확한 심박수 측정을 통해 개인의 심폐능력에 맞는 운동량을 결정할 수 있는 기초자료를 제공할 목적으로 개발되었다. 무선통신 거리 150m내에서 최대 100명의 심폐지구력 평가가 동시에 가능하고, 운동 시간 중 심박수를 실시간 모니터링 할 수 있으며, 측정값의 자동 기록과 분석으로 편리함을 증대시켰다. 또한 손목형 옵션장치로 여학생 측정의 어려움을 해소하였으며, 장비의 구성은 그림 1과 같다. Bodypro\_PAPS(DS100)의 타당도를 검증하기 위한 준거장비는 심전도계와의 타당도 연구에서 .90이상으로 확인된 Polar로 선정하였다.

측정은 D대학 내 10대의 런닝머신이 비치된 휘트니스센터와 운동부하검사가 가능한 운동검사실에서 이루어졌다.



그림 1. 장비의 구성

## 3. 실험절차 및 방법

신뢰도 검증은 전체참여자 총 70명을 4개의 그룹으로 나누어 조별로 측정을 진행하였다. 1그룹에 해당하는 16명을 측정장소인 휘트니스센터에 모아 Bodypro\_PAPS(DS100)을 착용시키고 측정방법을 자세히 설명한 후 8명을 먼저 런닝머신에서 정해진 속도에 따라 걷거나 달리게 하였다. 그 사이 대기하는 8명은 기록 및 보조를 하였고, 측정장소 내에는 연구원 4인 이상이 배치되어 상황을 살피고 관리하였다. 신뢰도 검증은 속도에 따른 장비의 신뢰도를 확인하기 위하여 3가지 속도로 구분하여 실시하였다. 속도는 ACSM(2009)에서 설정하고 있는 걷기속도 (3~6km/h), 달리기속도(8km/h이상)를 토대로 보통걷기 6.0km/h, 빠르게 걷기 7.0km/h, 달리기 8.0km/h의 속도로 설정하고 속도별로 각 5분씩 총 15분 2회를 반복하여 실시하였다. 검사의 실시시간 간격은 60분이었으며, 피험자의 심폐능력에 따라 1차와 2차 3가지 속도에 따른 신체활동 유형(걷기, 달리기)은 동일하게 통제하였다(예: 1차 7.0km/h 속도에서 걷기를 선택한 피험자는 2차 7.0km/h 속도에서도 걷도록 함).

타당도검증은 전체참여자 총 65명을 대상으로 운동검사실에서 1명씩 이루어졌다. Bodypro\_PAPS(DS100)와 Polar(T-31) 두 장비를 모두 착용시킨 후 측정방법을 자세히 설명하고 운동부하검사에서 가장 많이 사용되는 Bruce Treadmill Max Protocol에 따라 진행되었다. 초기부하인 속도 2.7km/h, 경사도 10%에서 걷기를 3분간 지속하다가 3분마다 1.3-1.5km/h의 속도와 2% 경사도를 증가시켰다. 이

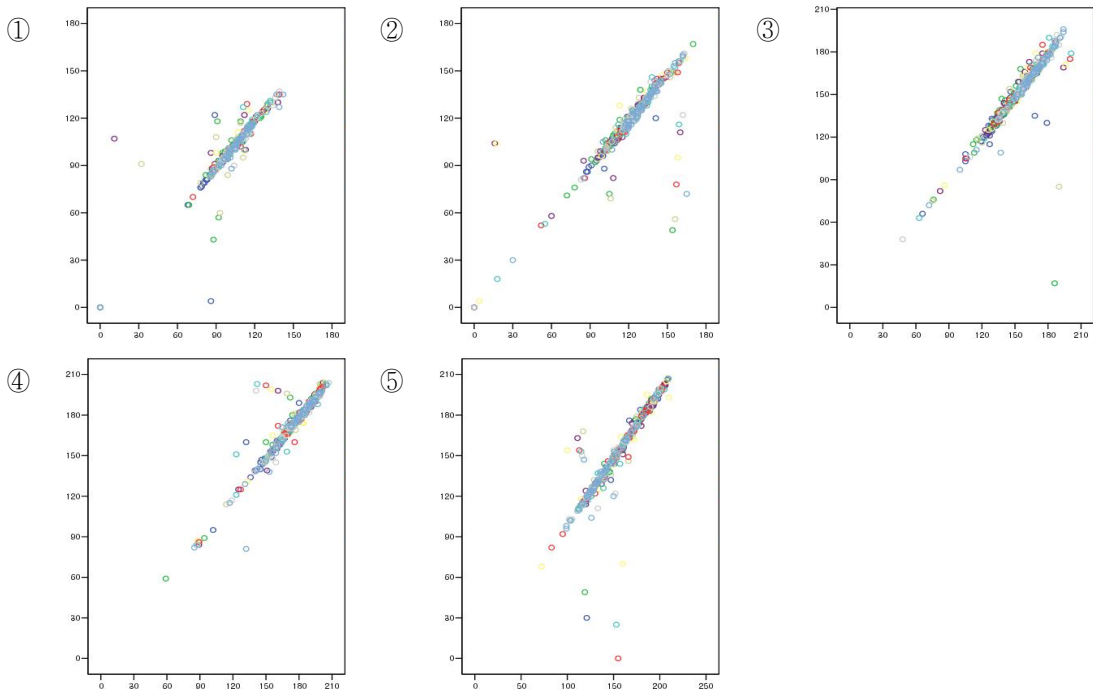


그림 2. Bodypro\_PAPS(DS100)와 Polar(T-31)의 상관관계

와 같이 부하를 증가시켜 참여자가 더 이상 실험에 참여할 수 없을 때 실험을 종료하였다. 장비의 탈·부착 및 기계의 오류등으로 인한 변수가 될 수 있는 실험실의 모든 환경적 요인을 제거하고 모든 피험자를 동일한 조건으로 측정하였다.

#### 4. 자료처리

분석은 Windows용 SPSS 16.0 program을 이용하여 평균과 표준편차(Mean, SD)를 산출하였다. 신뢰도와 타당도를 확인하기 위해 피어슨의 적률상관계수(Pearson's Product correlation coefficient)를 산출하였다. 이때, 모든 통계적 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

### III. 연구결과

#### 1. Bodypro\_PAPS(DS100)의 공인타당도

측정도구의 타당도에는 논리적타당도, 내용타당도, 준거타당도, 구인타당도 등이 있는데 본 연구에서는 비슷한 개념을 측정하는 도구와 상관성이 높은지를 확인하는 타당도검증이므로 구인타당도 중에서 수렴 타당도를 통하여 검증하였다(강상조, 박재현, 강민수, 2010).

Bodypro\_PAPS(DS100)의 타당도 검증을 위하여 분석에 사용된 자료는 전체 참여자 65명 중 개인정보 입력의 오류등으로 인한 부정확한 자료를 제외한 57명(남자 50명, 여자 7명)의 자료이다. 또한 운동부하검사 자료중에서 총 15분동안 20초 간격으로 측정된 심박수 자료만을 분석에 사용하였는데 그 이유는 참여자의 최대심박수는 평균적으로 운동부하검사 시작 후 남자 11분, 여자 9분40초에서 나타났고, 검사 시작 15분 이후 피험자의 심폐능력에 따라 운동종료

시간이 다르게 나타났기 때문이다. 그림 2는 Bodypro\_PAPS(DS100)와 Polar(T-31)의 20초 단위로 측정된 심박수이며 부하를 증가시킨 3분 단위로 ①1분~3분, ②3분20초~6분, ③6분20초~9분, ④9.분20초~12분 ⑤12분20초~15분으로 구분되어 있다. 이는 전체적으로 왼쪽이 낮고 오른쪽이 높은 직선의 형태를 취하고 있어 두 장비가 정적상관관계에 있다는 것을 알 수 있다. 구체적인 상관분석의 결과는 표 2에서 제시하고 있다. 전체적으로 두 장비간의 상관계수는  $r=.702(p=.001)$ 에서  $r=.989(p=.001)$  사이의 높은 상관으로 나타났다. 특히, 2분( $r=.989, p=.001$ ), 3분( $r=.989, p=.001$ ), 8분( $r=.970, p=.001$ ), 9분( $r=.985, p=.001$ ), 10분( $r=.972, p=.001$ ), 11분( $r=.908, p=.001$ ), 12분( $r=.965, p=.001$ ), 13분( $r=.957, p=.001$ ), 15분( $r=.964, p=.001$ )에서 매우 높은 상관관계로 나타나 전체변량 100%중 두 장비가 공통적으로 91% 이상 관련되어 있는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 Bodypro\_PAPS(DS100)의 타당도 정보를 제공한다.

표 2. Bodypro\_PAPS(DS100)의 공인타당도

시간 (분)	측정도구	N	Mean	SD	r
1분	Bodypro	57	102.0	20.33	.873***
	Polar	57	101.1	18.70	
2분	Bodypro	57	105.7	18.24	.989***
	Polar	57	103.9	18.16	
3분	Bodypro	57	106.8	18.46	.989***
	Polar	57	104.1	18.13	
4분	Bodypro	57	119.9	20.66	.790***
	Polar	57	115.7	22.12	
5분	Bodypro	57	124.9	16.88	.818***
	Polar	57	121.3	17.27	
6분	Bodypro	57	128.9	19.76	.816***
	Polar	57	124.9	20.42	
7분	Bodypro	57	148.7	17.67	.702***
	Polar	57	145.6	18.61	
8분	Bodypro	57	158.8	15.74	.970***
	Polar	57	156.9	15.28	

9분	Bodypro	57	163.7	20.97	.985***
	Polar	57	161.4	22.14	
10분	Bodypro	57	174.8	18.02	.972***
	Polar	57	173.5	18.66	
11분	Bodypro	57	177.6	18.05	.908***
	Polar	57	176.4	18.07	
12분	Bodypro	57	172.5	23.27	.965***
	Polar	57	169.3	25.85	
13분	Bodypro	57	166.7	26.70	.957***
	Polar	57	165.2	26.32	
14분	Bodypro	57	151.7	28.18	.780***
	Polar	57	147.2	34.13	
15분	Bodypro	57	142.0	23.83	.964***
	Polar	57	139.7	24.22	

$p<.001$ \*\*\*

## 2. Bodypro\_PAPS(DS100)의 신뢰도

Bodypro\_PAPS(DS100)의 신뢰도 검증은 검사-재검사 신뢰도를 통하여 확인 하였고, 전체 참여자 총 70명 중 반복측정 시 동일한 조건으로 참여하지 않았거나 개인정보 입력오류를 갖고 있는 부정확한 자료 11명의 자료를 제외한 59명(남자 58명, 여자 1명)의 자료를 대상으로 상관분석을 실시하였다(표 3).

표 3. Bodypro\_PAPS(DS100)의 검사-재검사 신뢰도

속도	시간 (분)	측정	N	Mean	SD	r
6km/h	1분	1차	59	110.6	13.24	.576***
		2차	59	110.0	10.25	
	2분	1차	59	110.9	13.34	.694***
		2차	59	111.5	9.10	
	3분	1차	59	111.1	12.07	.669***
		2차	59	112.0	10.92	
	4분	1차	59	111.7	11.30	.620***
		2차	59	111.1	12.15	
	5분	1차	59	113.1	12.38	.752***
		2차	59	113.7	10.67	

7km/h	6분	1차	59	121.1	11.11	.777***
		2차	59	121.7	11.47	
	7분	1차	59	124.0	11.87	.740***
		2차	59	123.7	12.43	
	8분	1차	59	126.4	13.16	.737***
		2차	59	126.1	13.59	
	9분	1차	59	126.7	12.66	.789***
		2차	59	127.2	13.74	
	10분	1차	59	129.2	12.82	.774***
		2차	59	128.7	15.17	
	11분	1차	59	139.6	14.74	.622***
		2차	59	138.7	14.14	
8km/h	12분	1차	59	142.9	14.99	.511***
		2차	59	144.0	14.50	
	13분	1차	59	144.3	14.38	.560***
		2차	59	146.1	14.45	
	14분	1차	59	145.8	16.21	.577***
		2차	59	147.5	14.57	
	15분	1차	59	147.5	14.59	.526***
		2차	59	148.1	15.15	

$p < .001$ \*\*\*

전체적으로 살펴보면 상관계수 .70~.90사이의 높은 상관은 보통걷기(6.0km/h) 구간의 5분  $r=.752$  ( $p=.001$ ), 빠르게걷기(7.0km/h) 구간의 6분  $r=.777$  ( $p=.001$ ), 7분  $r=.740$  ( $p=.001$ ), 8분  $r=.737$  ( $p=.001$ ), 9분  $r=.789$  ( $p=.001$ ), 10분  $r=.774$  ( $p=.001$ )에서 나타났다. 그 외 모든 구간에서는 .50~.60 사이의 보통 정도의 상관관계로 나타났다.

#### IV. 논의 및 결론

국내에서 개발된 무선통신 기반의 심박수측정기인 Bodypro\_PAPS(DS100)의 활용은 활발히 이루어지고 있음에도 불구하고 신뢰도와 타당도에 관한 검증은 이루어지지 않고 있다. 따라서 이 연구는 Bodypro\_PAPS(DS100)의 신뢰도와 타당도 관련 기초자료를 제공하고자 한다.

본 연구에서는 Bodypro-PAPS(DS100)의 타당도와 신뢰도를 평가하기 위하여 심박수측정기로서 그 신뢰도와 타당도를 인정받고 있는 Polar(T-31)의 검사결과와 비교분석하였고, 검사-재검사를 통하여 신뢰도를 확인하였다.

개발장비와 비교장비에 의해 15분동안 측정된 심박수의 상관계수는 전체적으로 .70이상의 높은 상관관계를 보였다. 특히 2분( $r=.989$ ), 3분( $r=.989$ ), 8분( $r=.970$ )~13분( $r=.957$ ), 15분( $r=.964$ )에서는 .90이상의 매우 높은 상관계수로 나타났고, 특히 심박수가 150회가 넘어가는 8분 이후의 시간대에서 .90이상의 매우 높은 상관으로 나타났다. Polar의 경우 심전도 계와의 타당도 연구에서 .90이상의 완벽한 타당도로 확인된 바 있다(Jeffrey et al., 2000; Nunan et al., 2009). 따라서 본 연구를 통해 개발된 심박수측정기 Bodypro\_PAPS(DS100)는 Polar와의 높은 상관계수로 나타나 이를 고려하여 임상, 연구상황에서의 사용을 권고할 수 있는 것으로 판단된다.

Bodypro-PAPS(DS100)를 착용하고 두 번 반복 측정하여 얻은 심박수의 피어슨의 상관계수는  $r=.511$ 에서  $r=.789$  사이의 보통상관에서 높은 상관으로 확인되었다. 신뢰도 확인과정에서 가장 높은 상관을 보인 구간은 빠르게 걷기(7.0km/h)의 6분~10분 사이로 심박수는 약 120회~130회 정도였고, 신뢰도는 .70이상으로 나타났다. 이는 타당도 분석결과 .80이상으로 확인(6분~7분 사이)된 평균심박수 약 120~130회 정도와 일치하여 Bodypro-PAPS(DS100)의 신뢰도와 타당도가 가장 좋은 구간은 평균 심박수 약 120~130회 정도의 구간인 것으로 확인되었다.

이와 같이 Bodypro-PAPS(DS100)의 타당도와 신뢰도를 확인한 결과 높은 타당도와 중간정도의 신뢰도를 알 수 있었고, 이를 고려하여 임상, 연구상황에서의 사용을 권고할 수 있는 것으로 판단된다.

예전 트레드밀 연구의 경우 실험실에서 장비를 착용한 피험자와 측정 데이터를 추적하는 컴퓨터간의 케이블이 설치되어 장소적인 제약과 환경적인 한계가 있었다. 그러므로 실질적인 효용성이 떨어지는 측정 방식을 벗어나야했다. 이러한 필요성에 따라 무선 측정기의 개발이 외국에서 경쟁적으로 이루어졌다(McArdle,

Katch & Katch, 1991). 최근 심박수모니터는 옷에 직접 부착하여 편안하게 착용할 수 있도록 하여 노인들의 활동감시와 수면평가(Augustyniak P, 2011)를 위하여 사용되기도 하고, 만성폐색성 폐질환을 앓고 있는 환자를 모니터(Healey et al., 2009)하는데 이용되며, 가슴에 달아 운전자의 건강상태를 실시간 체크(신홍섭 등, 2010)하는데까지 활용되고 있다. 이미 우리나라에서도 국내 기술력의 확보를 통하여 제품을 생산하고 시계형 심박수측정기와 의복형 심박수측정기는 상용화 되어 있다. 이에 따른 제품의 신뢰도와 타당도 검증을 체계적으로 확인하고 제품의 체계화된 정보를 제공하여 신뢰롭고 타당한 장비임을 제시할 수 있어야 할 것이다.

이번연구의 한계점은 장소와 연령에 국한되어 있다는 것이다. 분석에 사용할 안정적인 데이터 확보를 위하여 20대이면서 심박수 측정장비에 익숙한 유경험자를 대상으로 시행할 수 밖에 없는 제한점이 있었으나 좀 더 적극적인 연구 대상자의 범위확대와 신뢰도가 다소 낮게 나타난 구간에서의 문제점을 찾고 개선하는 노력이 필요할 것으로 판단된다. 또한 지금까지의 심박수측정 관련 실험은 실내의 트레드밀에서 이루어져 왔다. 트레드밀과 같은 실내 상황에서의 측정은 환경적인 측면에서 결과 값의 변인이 실질적인 실외의 환경과 다르다는 지적을 피할 수 없다. 개발된 Bodypro-PAPS(DS100)가 무선통신 기반의 장비인만큼 실외환경에서의 신뢰도와 타당도에 관련된 연구도 차후 수반되어 결과를 보고하여야 할 것으로 사료된다. 이는 제품의 정확성과 다양성을 체계적인 실험으로 입증하고 제품의 신뢰도와 타당도를 증명하여 사용자에게 믿을 수 있는 제품이라는 사실을 알려 저변의 확대를 기대할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

강민수, 박재현, 김혜진 (2004). 신체활동 평가에 관한 고찰. **한국체육측정평가학회지**, 6(2), 35-54.  
강상조, 박재현, 강민수 (2010). **체육연구방법**. 도서

출판 21세기교육사.

- 김남익 (2003). **심혈관계 질환 위험 요소와 운동참여 여부가 고령자들의 건강도, 운동능력, 성인병 발병률 및 사망률에 미치는 영향**. 박사학위논문 국민대학교 대학원.
- 김수영, 신동한, 김형진, 은백린, 박상희, 이기형 (2004). 포스터: 소아비만아에서 혈중 인슐린과 비만 합병증과의 관계. **대한비만학회, 춘계학술대회**.
- 신홍섭, 정상중, 서용수, 정완영 (2010). 실시간지능형 운전자 건강 및 주의 모니터링 시스템. *The journal of the Korean institute of maritime & communication sciences*, 14(5), 1303-1310.
- 윤현정, 신호철, 최지호, 허윤석, 홍성빈, 김용성, 김경우 (2008). 비만 성인에서 대사증후군과 갑상선호르몬과의 상관관계. **대한비만학회지**, 17(1), 10-19.
- 한창동, 한창욱, 양익환 (2008). 고관절 골관절염 환자에서 비만도가 인공 고관절 치환술 직후 합병증 발생에 미치는 영향. **대한고관절학회지**, 20(1), 42-46.
- ACSM. (2009). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8th edition.
- Ainsworth, B. E., (2003). The compendium of physical activities. *Research Digest*, 4(2).
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M, Strath, S. J., O'Brien, W. L., Bassett, DR. Jr., Schmitz, K. H., Emplaincourt, P. O., Jacobs, DR. JR., & Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(9), S498-S516.
- Anderssen, S. A., Cooper, A. R., Riddoch, C, Sardinha. L. B., Harro M, Brage. S, Andersen. L. B., (2007). Low cardiorespiratory Witness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 14, 526-531.
- Augustyniak P. (2011). Wearable wireless heart rate

- monitor for continuous long-term variability studies. *Journal of electrocardiology*, 44(2), 195-200.
- Bradley, J. M., Moran, F., (2008). Physical training for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Syst. Rev. Issue 1*. Art. No.: CD002768.
- Bradley, J. M., O'Neill, B., (2005). Short-term ambulatory oxygen for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Syst. Rev. Issue 4*. Art. No.: CD004356.
- Caspersen C. J., Powell K. E., Christenson G. M. (1985) Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Castelli, W. P. (1984). Epidemiology of coronary heart disease. The Framingham Study. *Am. J. Med*, 76(4), 4-12.
- Freedson PS, Miller K. (2000). Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2), 21-29.
- Healey, J. Patel, S. Bonato, P. Mancinelli, C. Moy, M. (2009). Using Wearable Sensors to Monitor Physical Activities of Patients with COPD: A Comparison of Classifier Performance. *Wearable and Implantable Body Sensor Networks*, 234-239.
- Jeffrey L., Goodiea, Kevin T. Larkin and Scott Schauss. (2000). Validation of the Polar Heart Rate Monitor for Assessing Heart Rate During Physical and Mental Stress. *Journal of Psychophysiology*, 14(3), 159-164.
- Lengfelder, W. (2001). Physical inactivity: a modifiable risk factor in primary prevention? *Medizinische Kliniken(Munich)*. 96(11), 661-669.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.L. (1991). *Exercise Physiology; Energy, Nutrition, and Human Performance*. 3rd edn. Lea and Febiger, Philadelphia. 796-803.
- McKone, E. F., Barry, S. C., Fitzgerald, M. X., Gallagher, C. G., (2002). The role of supplement-mental oxygen during submaximal exercise in patients with cystic fibrosis. *Eur. Respir. J.* 20, 134-142.
- Nunan D, Donovan G, Jakovlievic DG, Hodges LD, Sandercock GR, Brodie DA. (2009). Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 243-250.
- Peel, C. & Utsey C. (1993). Oxygen consumption using the K2 telemetry system and a metabolic cart. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(3), 396-400.
- Pinnington, H. C., Wong, P., Tay, J., Green, D., & Dawson, B. (2001). The level of accuracy and agreement in measures of FEO 2, FECO 2 and VE between the Cosmed K4b 2 portable, respiratory gas analysis system and a metabolic cart. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(3), 324-335.
- Porszasz, J., Stringer, W., Casaburi, R., (2007). Equipment measurements and quality control in clinical exercise testing. In: Ward, S.A., Palange, P. (Eds.), *Clinical Exercise Testing*. *European Respiratory Society Journals Ltd., Sheffield, UK*, 108-128.
- Ram, F. S. F., Robinson, S. M., Black, P. N., Picot, J., (2005). Physical training for asthma. *Cochrane Database of Syst Rev. Issue 4*. Art. No.: CD001116.
- Strath SJ, Bassett DR Jr, Thompson DL, wartz AM. (2002). Validity of the simultaneous heart rate-motion sensor technique for measuring energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc*, 34(5), 888-894.

논문 투고일	2011년 05월 03일
논문 심사일	2011년 06월 21일
게재 확정일	2011년 08월 05일



## Reliability and Validity of Heart Rate Monitors Bodypro\_PAPS(DS100) by using wireless communication.

Chang-Hwan Kim · Young-Eun Song · Byeong-Wan Kim · Jae-Jung Lee *Daejeon University*  
Jae-Hyeng Im *KAIST* · Hong-Woo Lee *Dusung technology*

The purpose of this study was to estimate reliability and validity of Bodypro\_PAPS(DS100) which is the wireless heart rate monitor developed by South Korean corporation DU-SUNG technology. The criteria equipment to estimate the validity of Bodypro\_PAPS(DS100) was polar(T-31) model, according to the purpose of this study Bruce Treadmill Max Protocol was implemented to subjects equipped both criteria equipment and developed equipment. With equipping Bodypro\_PAPS(DS100) to subjects, the experiment with controlled time and speed was implemented twice by walking and running to estimate reliability of developed equipment. The subjects of this study were 116 male and female who were at D university in Daejeon. 57 participated in validity test and 59 participated in reliability test. The correlation analysis was implemented by using SPSS 16.0 to analyse data and the statistical significance level was set with  $\alpha=0.5$ . The result of analysis related to the validity of Bodypro\_PAPS(DS100) is from  $r=.702(p=.001)$  to  $r=.989(p=.001)$  according to the estimated time unit(1min). The result of analysis related to the reliability of Bodypro\_PAPS(DS100) is from  $r=.511(p=.001)$  to  $r=.789(p=.001)$  according to the estimated time unit(1 min). The conclusion of this study is that Bodypro\_PAPS(DS100) shows high validity relatively but reliability level of Bodypro\_PAPS(DS100) is moderate as a heart rate wireless monitor.

Key words: heart rate monitor, validity, reliability