

# 스마트폰의 가속도 센서를 이용한 정적균형능력 측정의 신뢰도 연구

한슬기<sup>1</sup>, 이인학<sup>2\*</sup>, 박누리<sup>3</sup>

<sup>1</sup>영동대학교 물리치료학과, <sup>2</sup>대전보건대학교 물리치료학과, <sup>3</sup>서초참요양병원

## Reliability of static balance abilities measure using a smartphone's acceleration sensor

Seul-Ki Han<sup>1</sup>, In-Hak Lee<sup>2\*</sup>, Nu-Ri Park<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Youngdong University

<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Daejeon Health Sciences College

<sup>3</sup>Seochocham Hospital

**요약** 본 연구는 스마트폰의 가속도 센서를 이용하여 정적균형능력을 측정하는데 있어 신뢰도를 알아보고자 실시하였다. 본 연구의 연구대상자는 최근 3개월 이내에 골절, 수술, 염증성 관절염이 없고 정기적인 운동을 시작하지 않은 Y대학교의 학생 30명을 대상으로 하였다. 본 연구에 사용된 스마트폰은 갤럭시S5LTE (SM-G900F, Samsung, Korea, 2014)였고 어플리케이션은 Sensor Kinetics pro (Ver.2.1.2, INNOVENTIONS Inc, US, 2015)를 사용하였다. 정적균형능력은 1회당 3번씩 측정하였으며 하루 간격으로 검사-재검사로 시행되었다. 1차 측정과 2차 측정은 동일하게 진행되었다. 본 연구의 분석은 Wilcoxon 부호순위검정, 급내상관계수(ICC(2,1))를 사용하였다. 본 연구의 연구결과는 다음과 같았다. 눈을 뜬 상태에서 1차 측정과 2차 측정 간에 유의한 차이가 없었고( $p>0.05$ ) 강한 양의 상관관계를 보였으며( $r>0.75$ ,  $p<0.05$ ) 매우 높은 일치도(ICC $>0.80$ )를 보였다. 눈을 감은 상태에서 1차 측정과 2차 측정 간에 유의한 차이가 없었고( $p>0.05$ ) 강한 양의 상관관계를 보였으며( $r>0.75$ ,  $p<0.05$ ) 매우 높은 일치도(ICC $>0.80$ )를 보였다. 본 연구를 통해 스마트폰은 정적균형능력 측정에 있어 가능성이 있다는 사실을 알 수 있었으며 본 연구가 향후 균형능력측정 전용 어플리케이션 개발에 기초자료가 되기를 기대해본다.

**Abstract** The purpose of this study is to investigate the reliability of static balance measurements using a smartphone. Thirty subjects were selected among university students who had no fractures, history of operation, or inflammatory arthritis, and they had not started regular exercise during the past three months. The smartphone used in this study was a Galaxy S5LTE (SM-G900F, Samsung, Korea, 2014), and the application was a Sensor Kinetics Pro (Ver. 2.1.2, INNOVENTIONS Inc., US, 2015). Static balance ability was measured three times at one-day intervals between tests and retests. The first and second measurements used the same process. Analysis was done using the Wilcoxon signed rank test and intraclass correlation coefficient (ICC (2,1)). The results were as follows. With eyes opened, there was no significant difference ( $p>0.05$ ), a high volume of correlation ( $r>0.75$ ,  $p<0.05$ ), and very high reliability (ICC $>0.80$ ) between the first measurement and second measurement. With eyes closed, there was also no significant difference ( $p>0.05$ ), a high volume of correlation ( $r>0.75$ ,  $p<0.05$ ), and very high reliability (ICC $>0.80$ ) between the measurements. The results show that the smartphone is likely accurate for measuring static balance. This study will look forward to being the only basis for measuring future application development and the ability to balance.

**Keywords** : Balance measurement, Reliability, Smartphone, Static Balance, Test-retest

## 1. 서론

균형은 평형상태에서 몸을 유지하는 능력으로수의적 움직임의 기본이며 신체의 안정성을 마련하고 팔다리를

\*Corresponding Author : In-Hak Lee(Daejeon Health Sciences College)

Tel: +82-42-670-9334 email: ihlee@hit.ac.kr

Received March 15, 2016

Revised (1st April 11, 2016, 2nd April 12, 2016, 3rd April 14, 2016)

Accepted June 2, 2016

Published June 30, 2016

이용하여 환경과 상호작용이 가능하도록 한다[1]. 균형 능력이 손상되면, 건강한 사람도 기능이 제한되고 균형 능력을 평가하면 낙상의 위험을 예측할 수 있으므로 균형능력을 객관적으로 측정하는 것은 매우 중요하다[2].

균형능력을 측정하기 위해서는 족저압을 기초로 하여 COP(center of pressure)의 동요를 추적하여 균형능력을 측정하는 장비들이 있다. 대표적으로 MTD-Balance system[3] Good Balance system[4] BPM[5], Air-balance system 3D[6], Biodex Balance System 등 [7]이 사용되고 있다. 그러나 이러한 장비들은 매우 고가이고 별도의 넓은 공간이 요구되며, 전문적인 기술도 요구된다.[8]. 이러한 고가의 장비를 이용하지 않더라도 BBS(Berg Balance Scale)와 같이 특별한 장비가 필요없는 균형능력 측정 검사방법이 있지만 이러한 검사방법은 천장효과와 바닥효과로 인해 폭넓게 사용할 수 없다[9].

이에 따라 Wii-Fit와 같은 가정용 콘솔게임기를 이용하여 균형능력을 측정하는 것이 적합한지에 관한 연구가 일부 진행되고 있다[8]. 그러나 이러한 가정용 콘솔게임도 TV가 필요하고 장비들이 기존의 고가의 균형능력 측정 장비보다는 간소하지만 휴대하기에는 여전히 부담스러우며, 별도의 공간이 요구되는 한계를 가지고 있다.

반면, 스마트폰은 우리 주변에서 흔하게 접할 수 있고 시간과 공간의 제약이 크지 않다. 스마트폰은 가속도와 스마트폰의 회전을 측정할 수 있는 가속도센서와 자이로스코프센서가 탑재되어 있어 각종 측정 장비로써 가능성이 제시되고 있다[10]. 최근, 스마트폰을 각종 측정장비로 활용하고자 하는 연구가 진행되고 있다. Lim 등 (2015)은 스마트폰으로 어깨관절가동범위를 측정하는 연구를 발표하였고[11] Matsumura와 Yamakoshi(2013)는 스마트폰을 이용하여 심박수를 측정하는 연구를 진행하였으며[12], 정필환 등(2013)은 스마트폰을 이용하여 보행 시, 보행 빈도를 측정하는 연구를 발표하였다[13]. 그리고 양혜경과 용환승(2014)은 스마트폰을 이용한 동작인식에 대한 연구를 발표하였다[10].

그러나 스마트폰의 가속도 센서를 이용하여 균형능력을 측정하는 것과 관련된 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 스마트폰의 가속도 센서를 이용하여 정적 균형능력을 측정하는데 있어 신뢰도를 알아보고자 실시하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구계획

본 연구는 검사-재검사 신뢰도를 확인하기 위하여 하루 간격으로 1차 측정과 2차 측정으로 실시되었으며, 각 측정 시마다 눈을 뜨고 3회, 눈을 감고 3회 측정하였다 (Fig. 1)

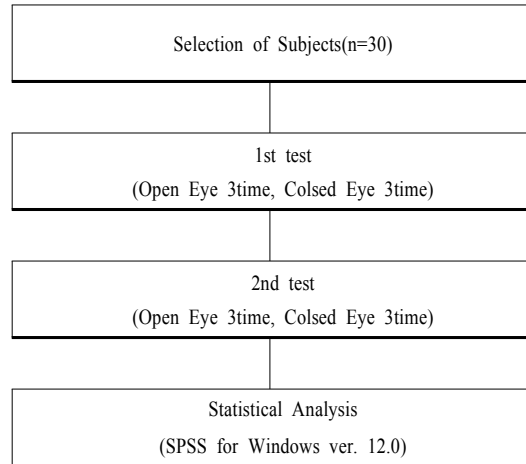


Fig. 1. Schematic diagram of the study framework

### 2.2 연구대상자

본 연구는 D지역의 D대학교에 재학 중인 20~30세의 건강한 학생 30명을 대상으로 하였고 구체적 선정기준은 다음과 같다.

- 최근 3개월 이내에 정기적인 운동을 시작하지 아니한 자
- 정형외과적인 수술이나 골절된 적이 없고 염증성 관절염에 대한 경험이 없는 자
- 중추신경계나 시각, 안뜰계가 손상되지 아니한 자
- 시력 안뜰게 질환으로 일상생활에서 넘어짐에 대한 경험이 없는 자
- 본 연구에 자발적으로 동의한 자

### 2.3 측정장비

본 연구에서 사용한 스마트폰은 갤럭시S5LTE (SM-G900F, Samsung, Korea, 2014)이었으며 운영체제는 안드로이드 롤리팝(Android 5.0, Google, US, 2014)

이었다. 어플리케이션은 Sensor Kinetics pro (Ver.2.1.2, INNOVENTIONS Inc, US, 2015)를 사용하였다. Sensor Kinetics pro는 스마트 폰의 움직임에 대해 가속도와 자이로스코프 값을 동시에 기록할 수 있고 기록된 측정값은 확장자명 .csv로 변환되며 모든 측정값은 메일이나 클라우드 드라이브 등으로 전송하여 컴퓨터에서 마이크로소프트사의 엑셀(excel)프로그램으로 분석이 가능하다. 표본추출률(sampling rate)은 50Hz로 하였다. 그리고 스마트폰을 조작하기 위해서 모비즌 어플리케이션 (Mobizen, Rsupport, Korea, 2013)을 사용하였다.

### 2.4 측정방법

연구대상자에게 측정방법에 대해 설명해주었고 시범을 보여주었다. 균형능력을 측정하기 위해 스마트폰을 이재영 등(2004)의 연구를 참고하여 스펀으로 자체 제작한 허리밴드로 허리뼈 3번과 4번 사이 피부에 고정하였다[14].

연구대상자는 맨발로 단단하고 평평한 바닥에 양발을 붙이고 서서 양손으로 각각 반대편 어깨를 잡도록 하였다. 측정자는 모비즌 어플리케이션을 통해 노트북으로 Sensor Kinetics pro 어플리케이션을 구동하였다, 이어서 5초 후 “시작”이라는 구두명령이 주어졌고 다시 35초 후 어플리케이션을 정지하고 저장하였으며, “그만”이라는 구두명령이 주어졌다. 각 측정 후 1분 이상의 휴식이 주어졌으며, 눈을 뜬 상태에서 측정이 완료되고 5분 이상 휴식이 주어지고 눈을 감은 상태에서 측정이 시작되었다.

### 2.5 분석방법

본 연구의 자료처리는 SPSS 12.0 for window를 이용하였고 유의수준은 0.05로 하였다.

1회당 40초씩 측정된 데이터 중 처음 5초와 마지막 5초를 제외한 30초의 데이터의 절대값으로 사용하였다. 가속도 Y축의 값은 90을 차감하고 하였다. 가속도의 3개 축(X, Y, Z)을 이용한 산출공식은 다음과 같다.

$$\text{가속도} = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

본 연구의 분석에 사용된 값은 1차 측정과 2차 측정 시 각각 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태에서 3회씩 측정된 값의 평균값을 사용하였다. 본 연구의 분석은 1차 측정과 2차 측정의 측정된 값을 비교하여 검사-재검사 측정의 신뢰도를 알아보기 위해 Wilcoxon 부호순위검정, 급내상관계수(ICC(2,1)) 실시하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 Table 1.과 같았다.

Table 1. Demographic characteristics of the subjects

	mean±SD
Gender(M/F)	9 / 21
Age(year)	23.17±4.44
Height(cm)	165.14±6.38
Weight(kg)	58.83±9.34

### 3.2 눈을 뜬 상태에서 가속도 값의 신뢰도

눈을 뜬 상태에서 가속도 값은 1차 측정과 2차 측정 간에 유의한 차이가 없었고(p>0.05) 강한 양의 상관관계를 보였으며(r>0.75, p<0.05) 매우 높은 일치도(ICC>0.80)를 보였다(table 2).

### 3.3 눈을 감은 상태에서 가속도 값의 신뢰도

눈을 감은 상태에서 가속도 값은 1차 측정과 2차 측정 간에 유의한 차이가 없었고(p>0.05) 강한 양의 상관관계를 보였으며(r>0.75, p<0.05) 매우 높은 일치도(ICC>0.80)를 보였다(table 2).

Table 2. Reliability of balance abilites measure using a smartphone's acceleration with open eye(n=30).

	mean±SD(m/s)		Wilcoxon signed-rank test		Spearman correlation analysis		Intraclass Correlation	
	first test	second test	z	p	r	p	ICC	95%IC
open eye	1.96±1.05	1.88±0.81	0.71	0.48	0.76	<0.01**	0.82	0.34-0.95

\*p<0.05, \*\*p<0.01

**Table 3.** Reliability of balance abilities measure using a smartphone's acceleration with closed eye(n=30).

	mean±SD(m/s)		Wilcoxon signed-rank test		Spearman correlation analysis		Intraclass Correlation	
	first test	second test	z	p	r	p	ICC	95%IC
closed eye	1.94±0.82	1.99±0.86	0.53	0.59	0.85	<0.01**	0.95	0.83-0.99

\*p<0.05, \*\*p<0.01

### 3. 고찰

본 연구에서는 스마트폰을 이용하여 정적균형능력을 측정하는데 있어 신뢰도를 알아보고자 실시하였다.

본 연구의 측정방법에 있어 모비즌 어플리케이션을 사용하였다. 그것은 측정자에게 이미 고정시켜놓은 스마트폰을 터치하여 조작하기 곤란하였고 스마트폰을 계속 터치하는 것이 연구대상자의 균형을 유지하는데 있어 감각-심리적으로 영향을 줄 수도 있기 때문이었다. 그러나 모비즌을 이용한 결과, 노트북과 스마트폰 조작 간에 시간차가 발생하였고 그에 따라 본 연구에서는 어플리케이션 구동 후 5초 후 균형능력 측정을 시작하도록 실험을 계획하였으며, 그에 따라 데이터를 처리할 때 데이터집단마다 5초간의 데이터를 제거하는 번거로운 작업을 계속해야만 했다. 뿐만 아니라 스마트폰 기종에 따라 모비즌을 사용할 수 없는 한계도 발견할 수 있었다.

본 연구에서는 스마트폰을 허리에 고정함에 따라 가속도 Y축 값의 기초선이 90도였으므로 90을 차감하여 사용하였으며, 모든 개별 데이터는 절대값을 취하여 처리하였다. 이러한 과정은 모두, 연구자에 의해 이루어졌으며 이에 따른 인력/시간 소요가 컸다. 그러므로 향후에 초기 한번의 조작만으로 음성안내와 함께 측정이 모두, 이루어지고 데이터도 자동으로 계산될 수 있는 어플리케이션이 개발되어야 할 것이다. 그리고 이러한 어플리케이션 개발에 본 연구가 중요한 기초자료가 될 것으로 기대한다.

측정장비의 신뢰도는 동일한 대상에 대하여 같은 측정장비를 이용해 반복 측정하여 반복 측정된 값이 일정한지를 검정하는 것이다[15]. 이에 본 연구에서도 1차 측정과 2차 측정으로 나누어 반복 측정하였다. 기존 고가의 균형능력 측정 장비들의 ICC에 대한 연구를 보면, Ha 등(2014)은 뇌졸중 환자의 균형능력 측정에 대해 Good Balance system은 0.69 ~ 0.93이라고 하였고[16] Arifin and Abu(2014)는 한발서기 균형능력 측정에 대

해 Biodex balance system의 신뢰도가 0.77이라고 하였다[17]. 본 연구의 스마트폰의 균형능력 측정에 대한 ICC는 0.72 ~ 0.95로 매우 높게 나타나 정적균형능력을 측정하는데 스마트폰이 유용하게 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

Patterson 등(2014)과 Galán-Mercant 등(2014)의 연구를 보면, 본 연구와 달리 안드로이드계열이 아닌 아이폰을 사용하였지만 본 연구와 동일하게 스마트폰의 관성 센서의 값을 이용하여 균형능력을 측정하였고 스마트폰이 훌륭한 균형능력 측정 장비로 가치가 있다고 하여 본 연구를 지지해주고 있다[18,19].

한편, 고가의 균형능력 측정장비들이 sway length, sway area, sway speed 등 균형능력에 대해 좀 더 다양하고 구체적인 데이터를 제공해줄 수 있는 것에 비해 [20] 본 연구에서 제시할 수 있었던 스마트폰을 이용한 균형능력의 데이터는 매우 제한적이었다. 이점은 향후 전문 어플리케이션이 개발되어 어느 정도 극복되었지만 여전히, 기존 고가의 제품을 완전히 대체할 수는 없을 것으로 생각된다.

### 4. 결론

본 연구에서는 스마트폰을 이용하여 균형능력을 측정하는데 있어 신뢰도를 알아보고자 건강한 성인 30명을 대상으로 실시하였다. 구체적인 연구결과는 다음과 같다.

1. 눈을 뜬 상태에서 가속도 값은 1차 측정과 2차 측정 간에 유의한 차이가 없었고(p>0.05) 강한 양의 상관관계를 보였으며(r>0.75, p<0.05) 매우 높은 일치도(ICC>0.80)를 보였다.
2. 눈을 감은 상태에서 가속도 값은 1차 측정과 2차 측정 간에 유의한 차이가 없었고(p>0.05) 강한 양

의 상관관계를 보였으며( $r>0.75$ ,  $p<0.05$ ) 매우 높은 일치도( $ICC>0.80$ )를 보였다.

이러한 결과로 볼 때 스마트폰은 정적균형능력 측정에 있어 가능성이 있다는 사실을 알 수 있었다. 그러나 스마트폰을 이용한 균형능력 측정방법이 보급되기 위해서는 전문적인 어플리케이션이 개발되어야 할 것이다. 또한 정보가 단편적이므로 기존의 고가의 균형능력장비를 완전히 대체하기는 어려운 것으로 판단된다.

## References

- [1] S. G. Ji, H. G. Cha, D. G. Lee, "The Effects of Trunk Pattern Training in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Muscle Activity of Lower extremity and Static Balance in Stroke Patients", JKAIS, 14(11), pp. 5730-5736, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/kais.2013.14.11.5730>
- [2] Jarnlo, G-B, "Functional balance tests related to falls among elderly people living in the community", European Journal of Geriatrics, 5, pp. 7-14, 2003.
- [3] K. H. Jang, K. Y. Kim, "Effect of Intensive Trunk-Pelvic Stabilization Training Using Sling on Muscle Activity and Balance in Hemiplegia" JKAIS, 12(3), pp. 1244-1252, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/kais.2011.12.3.1244>
- [4] H. J. Choi, D. Y. Lee, Y. H. Kim, "The Effect of Balance and Function in Children with Spastic Cerebral Palsy using Motor Learning training with Treadmill" JKAIS, 14(2), pp. 804-810, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/kais.2013.14.2.804>
- [5] C. W. Lee, S. G. Kim, S. S. Na, "The effects of hippotherapy and a horse riding simulator on the balance of children with cerebral palsy", J Phys Ther Sci, 26(3), pp. 423-425, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.26.423>
- [6] M. C. Kim, S. K. Han, H. J. Oh, "A Comparison of the Effects of the Muscle Activity and Balance Ability by a Kind of Ground During Balance Exercise", JKAIS, 13(10), pp. 4598-4603, 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/kais.2012.13.10.4598>
- [7] H. S. Cho, H. G. Cha. "Effects of Trunk Pattern Exercise in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Integrated Transcranial Direct Current Stimulation on Function of Lower extremity in Stroke Patients", JKAIS, 15(11), pp. 6767-6773, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/kais.2014.15.11.6767>
- [8] W. D. Chang, W. Y. Chang, C. L. Lee C. Y. Feng, "Validity and reliability of wii fit balance board for the assessment of balance of healthy young adults and the elderly", J Phys Ther Sci, 25(10), pp. 1251-1253, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.25.1251>
- [9] Blum L, Korner-Bitensky N, "Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review", Phys Ther, 88(5), pp. 559-66, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20070205>
- [10] H. K. Yang, H. S. Yong, "Real-Time Physical Activity Recognition Using Tri-axis Accelerometer of Smart Phone", JOURNAL OF KOREA MULTIMEDIA SOCIETY, 17(4), pp. 506-513, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9717/kmms.2014.17.4.506>
- [11] J. Y. Lim, T. H. Kim, J. S. Lee, "Reliability of measuring the passive range of shoulder horizontal adduction using a smartphone in the supine versus the side-lying position", J Phys Ther Sci, 27(10), pp. 3119-3122, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.27.3119>
- [12] Matsumura K, Yamakoshi T, "iPhysioMeter: a new approach for measuring heart rate and normalized pulse volume using only a smartphone" Behav Res Methods, 45(4), pp. 1272-1278, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3758/s13428-012-0312-z>
- [13] P. H. Jung, S. W. Lee, C. K. Song, D. Y. Kim, "Counting Walk-steps and Detection of Phone's Orientation/Position Using Inertial Sensors of Smartphones", Journal of KIISE: Computing Practices and Letters, 13(1), pp. 46-50, 2013.
- [14] J. H. Lee, K. J. Lee, Y. H. Kim, S. H. Lee, S. W. Park, "Development of Gait Analysis Algorithm for Hemiplegic Patients based on Accelerometry", System and Control, 41(4), pp. 55-62, 2004.
- [15] C. W. Won, Y. G. Rho, S. Y. Kim, B. R. Cho, Y. S. Lee, "The validity and reliability of Korean activities of daily living(K-ADL) scale", J Korean Geriatr Soc, 6(2), pp. 98-106, 2002.
- [16] H. J. Ha, K. H. Cho W. H. Lee, "Reliability of the good balance system(®) for postural sway measurement in poststroke patients", J Phys Ther Sci, 26(1), pp. 121-124, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.26.121>
- [17] Arifin N, Abu Osman NA, Wan Abas WA, "Intrarater test-retest reliability of static and dynamic stability indexes measurement using the Biodex Stability System during unilateral stance", J Appl Biomech, 30(2), pp. 300-304, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/jab.2013-0130>
- [18] Patterson JA, Amick RZ, Thummar T, Rogers ME, "Validation of measures from the smartphone sway balance application: a pilot study", Int J Sports Phys Ther, 9(2), pp. 135-139, 2014.
- [19] Galán-Mercant A, Barón-López FJ, Labajos-Manzanares MT, Cuesta-Vargas AI, "Reliability and criterion-related validity with a smartphone used in timed-up-and-go test", Biomed Eng Online, 2(13), pp. 156, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1475-925X-13-156>
- [20] S. K. Han, M. C. Kim, C. S. An. "Comparison of effects of a proprioceptive exercise program in water and on land the balance of chronic stroke patients", J Phys Ther Sci, 25(10), pp. 1219-1222, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.25.1219>

**한 슬 기**(Seul-Ki Han)

[정회원]



- 2012년 3월 ~ 2015년 8월 : 대전보건대학교 물리치료학과 겸임교수
- 2013년 12월 : 을지대학교 대학원 보건학과(물리치료전공) 박사
- 2015년 9월 ~ 현재 : 영동대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

융복합 물리치료, 수중운동

---

**이 인 학**(In-Hak Lee)

[정회원]



- 1988년 8월 : 중앙대학교 보건행정학과 석사
- 1993년 8월 : 충남대학교 보건학과 석사
- 2000년 8월 : 대전대학교 사회복지학과 석사
- 1998년 2월 : 대구한의대학교 보건학과 박사
- 1990년 9월 ~ 1992년 2월 : 목포과학대학교 물리치료학과 전임강사
- 1992년 2월 ~ 현재 : 대전보건대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

지역사회중심재활, 노인재활, 물리적인자치료.

---

**박 누 리**(Ni-Ri Park)

[정회원]



- 2016년 2월 : 대전보건대학교 물리치료학과 졸업
- 2016년 3월 ~ 현재 : 서초참요양병원 물리치료사

<관심분야>

로봇치료, 신경계 물리치료