

한국판 버그 균형척도 평가도구의 라쉬분석

이정아

연세대학교 대학원 재활학과

이충휘

연세대학교 보건과학대학 물리치료학과 및 보건과학연구소

박소연

세연아동발달연구소

황수진

연세대학교 대학원 재활학과

Abstract

Application of Rasch Analysis to the Korean Berg Balance Scale

Jung-ah Lee, M.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

Chung-hwi Yi, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Institute of Health Science, Yonsei University

So-yeon Park, Ph.D., P.T.

Seiyon Child Development Center

Su-jin Hwang, M.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

This study was designed to examine, using Rasch analysis, the rating scale performance of the Korean version of the Berg Balance Scale (BBS). The subjects were 95 elderly people at community dwelling. Subjects (19 men, 76 women) ranged in age from 65 to 91 years. Rasch analysis was then done by means of the Winsteps program to determine the validity and reliability of the Korean version of the BBS evaluation tools for elderly people. The results were as follows: Twenty-one elderly people were excluded for misfit persons. Three items were found to be misfits and the order of item difficulty of the remaining 11 items was arranged. Elderly people BBS ability is indicated by $-.94 \sim 7.41$ logit, and the transformation formula is $\text{score} = (\text{logit score} + .94) / (.94 + 7.41) \times 100$. This transformation formula can be applied to Korean elderly people for balance ability. In the order of difficulty of evaluation items, the most difficult item was "Standing on one foot" and the easiest item was "Standing to Sitting". In conclusion, the Korean version of BBS evaluation tool for the elderly people has been proved valid and will be useful in clinical practice and research in Korea.

Key Words: Balance; Berg Balance Scale; Rasch analysis.

I. 서론

65세 이상의 노인들 중 약 30%가 매년 한 두 번의

낙상(falling)을 경험한다(Campbell 등, 1981; Nevitt 등, 1989; Perry, 1982; Prudham과 Evans, 1981; Tinetti 등, 1988). 넘어지면서 생긴 골절 등의 외상으로 인하여

통신저자: 박소연 soyeonparkpt@gmail.com

심각한 합병증을 갖게 될 뿐만 아니라 심리적으로도 일상생활에서의 자신감이 결여되거나, 사회생활에서 소외감을 느끼는 등 우울증을 겪기도 한다(Nevitt, 1991). 그 결과 노인들은 일상생활에서 움직임이 감소하는 등 신체적 활동이 현저하게 저하되어 독립적인 생활을 영위하기 어려워지고(Nevitt 등, 1990), 다시 넘어짐에 대한 두려움을 갖게 된다(Tinetti 등, 1990). 재활과 물리치료 분야에서는 낙상 위험에 노출된 노인들에게 낙상의 발생을 감소시키고자 낙상의 위험성을 알리고 이를 예방하기 위한 교육을 강화하고 있다(Berg 등, 1992; Bogle Thorbahn과 Newton, 1996; Newton, 1997).

버그 균형척도(Berg Balance Scale)는 균형능력을 평가하는데 국내외에서 널리 사용하고 있는 도구로 측정이 쉽고 비용이 적게 들어, 지역사회 노인의 균형능력을 평가하여, 낙상의 위험성을 예측하는데 사용되는 중요한 평가도구로 알려져 있다(Berg 등, 1992; Shumway-Cook 등, 1997). 이 측정 도구는 측정자 내신뢰도 $r=.99$ 와 측정자간 신뢰도 $r=.98$ 로 높은 신뢰도와 타당도를 가진 도구이다(Bogle Thorbahn과 Newton, 1996). 버그 균형척도는 14개의 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목은 0~4점의 5점 서열척도로 이루어져 있다. 지금까지는 이 척도의 점수를 56점 만점 중 45점 기준으로, 45점 미만일 경우 낙상의 가능성이 높다고 판정하였다(Riddle과 Stratford, 1999). 그러나 버그 균형척도의 경우 점수체계가 서열척도로 이루어져 있으므로 각 항목의 점수를 더하는 것은 직접적으로 환자의 능력을 판정한다고 볼 수 없고, 총점 자체도 각 항목에서 의미하는 기능적인 수준을 반영하지 못한다. 따라서 임상에서 환자의 기능을 평가하고, 앞으로의 기능을 예측하려는 목적으로 사용되기 위해서는 서열척도로 이루어진 평가도구의 총점을 사용하기 보다는 각 항목의 점수를 등간척도화 시키는 것이 전제되어야 한다(이충휘, 2004).

라쉬분석(Rasch analysis)은 각 항목의 점수체계를 서열척도에서 등간척도로 변환시켜줄 뿐만 아니라, 일차원적인 구성에 관한 적합도 분석을 하여 평가도구의 타당성을 정확하게 분석할 수 있는 도구이다(Fisher 2003; Nilsson 등, 2005). 라쉬분석 방법은 재활치료 과정 동안 환자의 기능적 상태를 파악하거나 기능적 예후를 예측하는 등 임상적인 변화를 알아보기 위하여 반복 측정 하는 평가도구를 분석하는데 활용되고 있다(Chang과 Chan, 1995). 최근 국내외에서는 라쉬분석을 활용하여 평가도구를 개발하거나 검증하는 연구들이 활

발하게 진행되고 있다. Physical Functioning(McHorney 등, 1997; Siebens 등, 2005), Community Ambulatory Physical Performance Scale(CAPPS: White 등, 2004), Stroke Impact Scale(SIS: Duncan 등, 2003), Rivermead Mobility Index(RMI: Antonucci 등, 2002), Berg Balance Scale(BBS: Kornetti 등, 2004), Hierarchical Assessment of Balance and Mobility(MacKnight와 Rockwood, 2000), Tittle's control balance ration(Piquero 등, 2001), Incontinence Impact Questionnaire(Handa와 Massof, 2004), Examination of the Perception of Facial Affect(Gumpel과 Wilson, 1996), Level of Rehabilitation Scale-III(Velozo 등, 1995), Medical Rehabilitation Follow Along(MRFA: Baker 등, 1997), Oswestry Classification Scheme(White와 Velozo, 2002) 등이 있다. 그러나 국내에서는 평가도구 자체를 개발하려는 연구가 드물다. 또한 라쉬분석을 활용하여 수행된 재활관련 연구는 한글판 대동작 기능 평가도구(박소연, 2005)와 뇌졸중 환자의 일상생활 동작을 평가한 연구(이재신, 2005)외에는 없다.

Kornetti 등(2004)은 기존의 버그 균형척도를 라쉬분석을 이용하여 항목의 난이도를 알아보고, 각 항목마다 척도를 재조정하는 연구를 진행하였다. 그러나 한국에서는 균형능력 평가를 위해 버그 균형척도를 사용하고 있으나, 신뢰도나 타당도의 검증 없이 외국에서 개발된 도구를 그대로 번역하여 사용하고 있는 실정이다(오운택 등, 2000). 따라서 본 연구에서는 한국어로 번역된 버그 균형척도의 각 항목들이 노인들의 균형능력을 평가하는데 적합한 항목인지 알아보고 각 항목의 난이도를 분석하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 원주시 소재의 요양원 및 재가노인 65세 이상(65~91세)의 노인 95명(남: 19, 여: 76)을 대상으로 하였다. 연구대상자의 선정조건은 독립적으로 일상생활이 가능한자, 균형유지 능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자, 시각 또는 체성 감각의 심각한 손상이 없는 자, 불균형과 낙상에 영향을 미치는 신경학적 이상 또는 근골격계의 이상이 없는 자로 하였다. 자료수집은 2006년 4월 초부터 2006년 6월 초까지 노인들을 대상으로 평가 자료를 수집하였다.

2. 측정도구(Berg Balance Scale)

버그 균형척도는 14개의 항목으로 구성되어 앉기, 서기, 자세변화의 3개 영역으로 나눌 수 있다. 앉기 영역(의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기), 서기 영역(잡지 않고 서 있기, 두 눈을 감고 잡지 않고 서 있기, 두 발을 붙이고 잡지 않고 서 있기, 한 다리로 서 있기, 왼쪽과 오른쪽으로 뒤돌아보기, 바닥에 있는 물건을 집어 올리기, 한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기, 선 자세에서 앞으로 팔을 뻗쳐 내밀기), 자세변화 영역(앉은 자세에서 일어나기, 선 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동하기, 제자리에서 360° 회전하기, 일정한 높이의 발판 위에 발을 교대로 놓기)의 3영역으로 구성되어 있다. 0점에서 4점의 5점 서열척도로 구성되어 있으며 14개 항목에 대한 총합은 56점이다. 전체 항목을 수행하는 데에는 약 15~20분이 소요된다(Cole 등, 1994).

3. 분석방법

수집된 버그 균형척도 평가 자료는 Winsteps (Winsteps, Chicago, IL, U.S.A.) version 3.61.1을 사용하여 라쉬분석을 실시하였다. 각 항목과 대상자가 균형 능력 평가도구에 적합한지를 판정하였으며, 각 항목의 난이도를 산출하고, 항목을 난이도 순서대로 배열하였다. 부적합한 항목(misfit item)의 기준은 각 항목의 내적합지수의 평균자승잔차(mean square residual: MnSq)값이 .6보다 작거나 1.4보다 큰 동시에 Z-값이 -2보다 작거나 2보다 큰 경우로 정하였다. 부적합한 대상자(misfit person)를 판정한 기준은 대상자의 내적합지수의 평균자승잔차 값이 -2보다 작거나 2보다 큰 동시에 Z-값이 -2보다 작거나 2보다 큰 경우로 정하였다.

III. 결과

1. 적합도 판정

대상자의 적합도를 분석한 결과 버그 균형척도를 평가한 대상자 95명 중 21명이 부적합한 것으로 판정하였다. 부적합한 대상자를 제외하고, 적합한 대상자 74명(77.89%)의 자료를 대상으로 분석을 실시하였다. 평가도구의 단일성 여부는 내적합지수를 기준으로 판정하였다. 부적합 판정을 받은 평가항목은 ‘의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기’ 항목과 ‘제자리에서 360° 회전하기’, ‘한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기’

항목의 총 3항목이었다(표 1).

2. 난이도

균형능력을 평가하는데 부적합하다고 판정된 3개의 항목을 제외한 11항목을 난이도 순서대로 배열하였다(그림 1). 그림 1에서 가장 위에 위치해 있는 ‘한 다리로 서 있기’ 항목이 가장 어려운 난이도를 보인 항목이며, 가장 아래에 위치한 ‘선 자세에서 앉기’ 항목이 난이도가 가장 쉬운 항목으로 나타났다.

서열척도로 측정된 버그 균형척도의 점수를 등간척도로 변환하기 위한 식을 완성하여 표준점수를 산출하였다. 본 연구에서 균형능력을 평가하는데 적합하다고 판정된 11항목에, 적합한 대상자라고 판정된 74명의 평가 결과를 라쉬분석을 하였을 때, 대상자의 능력은 -9.4~7.41 로짓으로 표시할 수 있으며, 표준점수를 산출하는 식은 다음과 같다.

$$\text{표준점수} = \frac{(\text{대상자의 로짓 점수} + .94)}{(.94 + 7.41)} \times 100$$

3. 분리 신뢰도

라쉬분석에서는 표본 집단과는 독립적으로 모든 능력수준에 따라 측정의 표준오차가 산출되며, 대상자 분리지수와 항목 분리지수의 두 가지로 추정한다. 이러한 추정의 분리지수는 표준오차개념이며, 지수가 클수록 측정기능수준이 정확하다는 의미이다. 즉, 항목이나 대상자의 차이가 잘 구분되었거나 독립적이라는 의미이다. 본 연구결과는 대상자 신뢰도는 .92에 분리지수 3.45이며, 평가항목에 대한 신뢰도 .99에 분리지수는 8.67로 나타났다(표 2).

4. 평정 척도 분석

0, 1, 2, 3, 4의 5점 척도를 라쉬모형을 사용하여 범주곡선을 그린 결과이다(그림 2). 각 범주가 적절한 질서를 갖추고 있고, 각각의 범주가 다른 범주와 완전하게 구별되어있다. 또한 두 척도 간 교차점이 일정한 간격을 이루고 있어, 측정된 특성들은 난이도가 분명하고 독립적으로 구분됨을 보여준다.

IV. 고찰

본 연구는 한국 노인을 대상으로 측정된 버그 균형

표 1. 버그 균형척도 항목의 적합도 판정

항목	로짓값	내적합지수		외적합지수	
		평균자승잔차	Z	평균자승잔차	Z
앉은 자세에서 일어나기	-.92	.60	-2.2	.74	-.4
잡지 않고 서 있기	-1.14	.73	-1.3	.38	-1.2
의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기*	-2.48	.48	-2.4	.20	-.7
선 자세에서 앉기	-1.73	.64	-1.8	.55	-.4
의자에서 의자로 이동하기	-1.33	.63	-1.9	.41	-1.0
두 눈을 감고 잡지 않고 서 있기	-.44	1.09	.5	.66	-.8
두 발을 붙이고 잡지 않고 서 있기	.03	.74	-1.4	.81	-.5
선 자세에서 앞으로 팔을 뻗어 내밀기	2.09	.85	-.9	.87	-.7
바닥에 있는 물건을 집어 올리기	-.29	1.08	.5	1.60	1.4
왼쪽과 오른쪽으로 뒤돌아보기	-.44	1.26	1.3	1.35	.9
제자리에서 360° 회전하기*	.24	1.52	2.5	1.30	1.0
일정한 높이의 발판 위에 발을 교대로 놓기	.27	1.05	.3	.70	-1.0
한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기*	2.40	1.60	3.3	1.52	2.8
한 다리로 서 있기	3.73	1.03	.2	1.38	2.0

*내적합지수의 평균자승잔차(mean square residual) 범위가 .6보다 작거나 1.4보다 큰 동시에 Z-값이 -2보다 작거나 2보다 큰 경우로 부적합한 항목을 나타낸다.

표 2. 대상자의 균형능력 평가도구 항목의 분리 신뢰도

	평균의 표준오차 (SEa of Mean)	분리지수 (Separation Index)	분리신뢰도 (Separation Reliability)
대상자	.30	3.45	.92
항목	.62	8.67	.99

SEa: standard error

척도의 점수를 라쉬분석하여 균형을 측정하는데 적합한 항목을 선정하고, 항목의 난이도를 구하고, 대상자의 표준점수를 산출하는 추정식을 구하였다. 버그 균형척도는 균형능력을 측정하기 위한 도구로 측정하기 쉽고, 비용이 들지 않으면서도 균형능력의 손상으로 발생할 수 있는 낙상을 예측하는데 유용한 도구로 널리 사용되어 왔다(윤승호와 김봉옥, 1994; 이현주, 2001; Berg 등, 1992b). 우리나라에서도 노인의 낙상 인구가 증가하면서 이에 따른 재활의 어려움, 의료비의 지출 등의 문제가 발생하면서(오희영과 임영미, 2003), 낙상의 위험에 노출된 군을 판별하기 위하여 노인 복지관이나 노인 병원 등에서 외국의 척도를 그대로 사용하거나, 버그 균형척도를 한글로 번역하여 신뢰도나 타당도에 대한

검증 없이 광범위하게 사용되고 있다(오윤택 등, 2000).

최근 재활분야에서는 라쉬분석을 활용하여 기존의 평가도구를 검증 또는 보완하거나, 평가도구를 개발하는 연구가 증가하고 있다(박소연, 2005; 이재신, 2006). 평가도구를 라쉬분석하면 기존 평가도구의 단점을 보완하고 환자의 변화를 측정하는데 유용하게 사용할 수 있고(Nilsson 등, 2005), 평가도구를 개발과정 사용되는 분석방법 중에서도 질적으로 검정력이 가장 우수한 것으로 주목받고 있다(Chang과 Chan, 1995; Downing, 2003). 다시 말해서 대상자의 개인별 잠재적 능력의 수준의 분석과 잠재능력을 분석하여 수행 가능한 평가항목의 추정할 수 있을 뿐만 아니라, 추정된 항목의 특성이 대상자 집단의 특성에 영향을 받지 않고 평가항목의

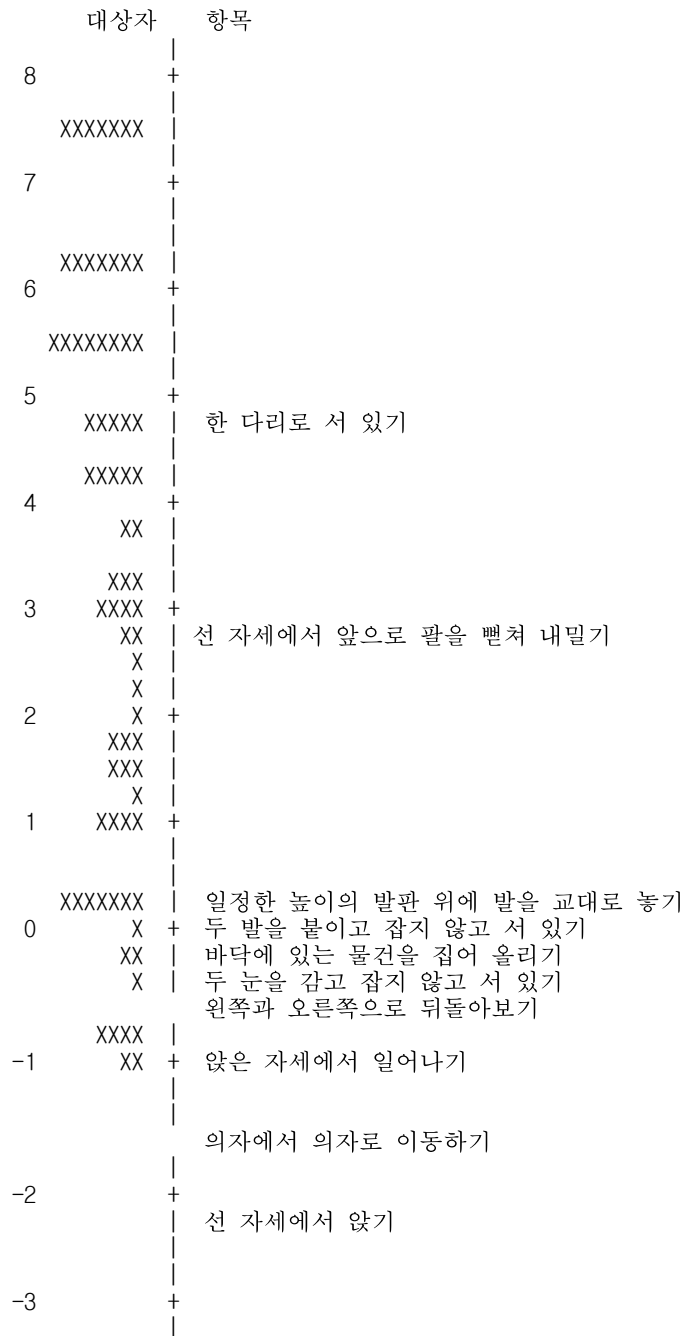


그림 1. 대상자와 항목분포도(Items and Persons map)

난이도에 상관없이 환자능력 측정이 가능하다는 장점을 가지고 있다(Piquero 등, 2001).

우리나라의 재활분야에서는 다양한 평가도구가 사용되고 있지만, 외국의 척도를 그대로 사용하거나, 평가도

구를 한글로 번역하여 신뢰도나 타당도에 대한 검증없이 사용하고 있는 실정이다(박소연, 2005). 버그 균형척도도 마찬가지로 외국의 척도를 그대로 사용하거나, 버그 균형척도를 한글로 번역하여 노인 복지관이나 병원

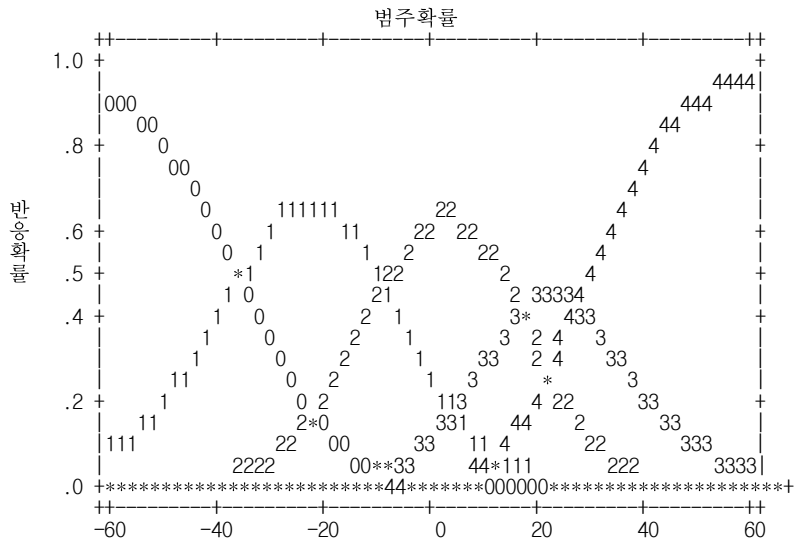


그림 2. 대상자의 균형능력 수준을 평가한 점수 척도의 배열

에서 광범위하게 사용되고 있지만(이현주, 2001), 이에 타당도와 신뢰도를 검증한 연구는 없었다.

이 연구에서는 지역사회 거주 노인 95명을 대상으로 한국어로 번역된 버그균형척도를 사용하여 검사를 실시한 후, 라쉬분석을 실시하였다. 대상자에 대한 적합도를 분석한 결과 부적합 판정을 받은 대상자는 22.11%로 부적합 판정을 받은 대상자의 대부분이 버그균형척도의 항목의 난이도에 비해 균형능력이 탁월하게 좋았다. 이 연구의 결과에서는 부적합 대상자를 제외하고 결과를 판정하였다. 버그 균형척도의 14개 항목에 대한 부적합 판정을 받은 평가항목은 '의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기' 항목과 '제자리에서 360° 회전하기', '한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기' 항목의 총 3항목이었다(표 1). 부적합한 항목으로 판정되는 대표적인 경우는 항목이 부적절한 용어로 기술되어 있거나 애매한 표현으로 이해하기 어려운 경우, 또는 측정하고자 하는 특성 이외에 다른 영향을 받는 경우이다(이재신, 2005). 본 연구에서는 '제자리에서 360° 회전하기'와 '한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기' 항목 등을 설명하였을 때 대다수의 노인들이 의미를 정확하게 이해하지 못하는 애매한 표현으로 생각되어져서 부적합한 항목으로 선정된 것으로 생각된다. 평가시에 평가자가 시범을 먼저 보여서 따라하게 하였거나, 대상자 선정기준에 이해력을 알아볼 수 있는 기준이 있었다면 각 항목에 대해서 대상자가 이해하지 못하는 경우가 적었을 것이라 생각한다.

적합한 11개의 항목을 난이도 별로 배열해 본 결과, 가장 어려운 항목은 '한 다리로 서기' 이었고, 가장 쉬운 항목은 '선 자세에서 앉기' 항목이었다. Kometti 등 (2004)이 버그 균형척도의 14항목을 라쉬분석하여 분석한 연구에 의하면, 가장 어려운 항목은 '한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기' 이었고, 그 다음 어려운 항목은 '일정한 높이의 발판 위에 발을 교대로 놓기', '한 다리로 서 있기' 순이었으며, 가장 쉬운 항목은 '의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기' 이었으며, 그 다음 쉬운 항목은 '선 자세에서 앉기', '잡지 않고 서 있기' 순이었다. 미국과 우리나라에서 모두 가장 쉬운 항목과 가장 어려운 항목은 일치하지는 않지만, 비슷한 난이도 배열에 속해 약간의 차이를 보였다. 항목을 난이도에 따라 배열함으로써 평가과정에서도 난이도가 높은 수준의 항목을 검사할 때는 평가자가 조금 더 주의를 기울여서 대상자의 안전에도 세심한 주의를 가져야 할 것이다.

평가 점수를 서열척도에서 등간척도로 변환하는 식을 완성하였는데, 이것은 라쉬모형을 적용하여 리커트 척도로 평가한 서열척도인 원점수를 등간척도로 변환시켜 환자의 능력을 추정하고, 평가에서 절대적인 기준을 제공하여 환자들이 지닌 특성이나 능력을 규명할 수 있게 위함이었다(Fisher, 2003). 이러한 검사결과를 응용하면 재활 치료 과정에서도 환자의 기능수준과 항목의 난이도를 고려하여 치료의 목표를 선정하거나, 치료과정에서 직접적으로 응용할 수 있을 것이라 기대된다.

V. 결론

한국 노인을 대상으로 버그 균형척도를 적용하여 라쉬분석을 하였다. 그 결과 적합한 판정을 받은 대상자 74명을 대상으로 다시 라쉬분석을 한 결과, 부적합 판정을 받은 항목은 '의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기' 항목과 '제자리에서 360° 회전하기', '한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기'이었다. 적합한 판정을 받은 11항목의 난이도를 순서대로 배열한 결과, 가장 어려운 항목은 '한 다리로 서기'이었고, 가장 쉬운 항목은 '선 자세에서 앉기 항목'이었다. 대상자의 능력 범위는 -0.94~7.41 로짓으로 표시할 수 있으며, 표준점수를 예측한 공식은 다음과 같다.

$$\text{표준점수} = (\text{대상자의 로짓점수} + 0.94) / (0.94 + 7.41) \times 100.$$

따라서 본 연구에서 사용한 버그 균형척도는 타당도와 신뢰도가 입증된 도구로 볼 수 있다. 추후에 임상에서 노인의 균형 능력을 평가하고 균형 능력 치료 효과를 알아보는 지표로 사용할 수 있을 것이다.

인용문헌

박소연. 한국판 대동작 기능 평가도구의 Rasch 분석. 연세대학교 대학원, 박사학위논문, 2005.
오윤택, 구애련, 정보인 등. 원주지역노인의 일상생활동작 수행형태조사. 대한작업치료학회지. 2000;8(1):1-14.
오희영, 임영미. 낙상후 대퇴골절 수술 노인의 신체기능, 의료이용 및 낙상의 두려움. 성인간호학회지. 2003;15(3):432-440.
윤승호, 김봉옥 공역. 임상보행분석. 서울, 도서출판 세진기획, 1994.
이재신. 라쉬분석을 이용한 뇌졸중 환자용 일상생활수행 평가도구 개발. 연세대학교 대학원, 박사학위논문, 2005.
이충휘. 연구방법론. 서울, 계축문화사, 2004.
이현주. 노인에서 Berg 균형 척도, 보행 변수, 그리고 넘어짐과의 관계. 연세대학교 대학원, 석사학위논문, 2001.
Antonucci G, Aprile T, Paolucci S. Rasch Analysis of the Rivermead Mobility Index: A study using mobility measures of first-stroke inpatients.

Arch Phys Med Rehabil. 2002;83:1442-1449.
Baker JG, Granger CV, Fiedler RC. A brief outpatient functional assessment measure: Validity using Rasch measures. Am J Phys Med Rehabil. 1997;76(1):8-13.
Berg KO, Maki BE, Williams JL, et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. Arch Phys Med Rehabil. 1992;73:1073-1080.
Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JL, et al. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. Can J Public Health. 1992;83(Suppl 2):S7-S11.
Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. Phys Ther. 1996;76:576-585.
Campbell AJ, Reinken J, Allan BC, et al. Falls in old age: A study of frequency and related clinical factors. Age Ageing. 1981;10:264-270.
Chang WC, Chan C. Rasch analysis for outcomes measures: Some methodological considerations. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76(10):934-939.
Cole B, Finch E, Gowland C, et al. Physical Rehabilitation Outcome Measures. Williams & Wilkins, 1995.
Downing SM. Item response theory: Applications of modern test theory in medical education. Med Educ. 2003;37:739-745.
Duncan PW, Bode RK, Min Lai S, et al. Rasch analysis of a new stroke-specific outcome scale: The Stroke Impact Scale. Arch Phys Med Rehabil. 2003;84(7):950-963.
Fisher AG. Assessment of Motor and Process Skills (Volume 1): Development, standardization and administration manual. 5th ed. Colorado, Three star press, 2003.
Gumpel T, Wilson M. Application of a Rasch analysis to the examination of the perception of facial affect among persons with mental retardation. Res Dev Disabil. 1996;17(2):161-171.
Handa VL, Massof RW. Measuring the severity of stress urinary incontinence using the

- Incontinence Impact Questionnaire. *NeuroUrol Urodyn.* 2004;23(1):27-32.
- Kornetti DL, Fritz SL, Chiu YP, et al. Rating scale analysis of the Berg Balance Scale. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(7):1128-1135.
- MacKnight C, Rockwood K. Rasch analysis of the hierarchical assessment of balance and mobility (HABAM). *J Clin Epidemiol.* 2000;53(12):1242-1247.
- Malec JF. The Mayo-Portland Participation Index: A brief and psychometrically sound measure of brain injury outcome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(12):1989-1996.
- McHorney CA, Haley SM, Ware JE Jr. Evaluation of the MOS SF-36 Physical Functioning Scale (PF-10): II. Comparison of relative precision using Likert and Rasch scoring methods. *J Clin Epidemiol.* 1997;50(4):451-461.
- Nevitt MC. Falls in older persons: Risk factors and prevention. In: Berg RL, Cassells JS, eds. *The Second Fifty Years: Promoting Health and Preventing Disability.* National Academies Press, Washington, DC, 1990:263-290.
- Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, et al. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: A prospective study. *JAMA.* 1989;261:2663-2668.
- Nevitt MC, Cummings SR, Hudes ES. Risk factors for injurious falls: A prospective study. *J Gerontol.* 1991;46:M164-M170.
- Newton RA. Balance screening of an inner city older adult population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78:587-591.
- Nilsson AL, Sunnerhagen KS, Grimby G. Scoring alternatives for FIM in neurological disorders applying Rasch analysis. *Aata Neurol Scand.* 2005;111(4):264-273.
- Perry BC. Falls among the elderly: A review of the methods and conclusions of epidemiologic studies. *J Am Geriatr Soc.* 1982;30:367-371.
- Piquero AR, MacIntosh R, Hickman M. Applying Rasch modeling to the validity of a control balance scale. *Journal of Crimal Justice.* 2001;29:493-505.
- Prudham D, Evans JG. Factors associated with falls in the elderly: A community study. *Age Aging.* 1981;10:141-146.
- Riddle DL, Stratford PW. Interpreting validity indexes for diagnostic tests: An illustration using the Berg balance test. *Phys Ther.* 1999;79:939-948.
- Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, et al. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997;77:812-819.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988;319:1701-1707.
- Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol.* 1990;45(6):P239-P243.
- Veloza CA, Magalhaes LC, Pan AW, et al. Functional scale discrimination at admission and discharge: Rasch analysis of the Level of Rehabilitation Scale-III. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(8):705-712.
- White LJ, Straube D, Keehn MT. Using compensations to assess physical performance for ambulatory outpatients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(9):1519-1524.
- White LJ, Veloza CA. The use of Rasch measurement to improve the Oswestry classification scheme. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(6):822-831.

논문접수일	2006년 7월 12일
논문게재승인일	2006년 8월 15일