

뇌졸중 환자의 근긴장도 평가를 위한 개정된 개정된 Ashworth 척도의 신뢰도

김태호 · 김용욱¹

대구보건대학 물리치료과, ¹전주대학교 물리치료학과

Reliability of the Modified Modified Ashworth Scale for the Muscle Tone of Poststroke Patients

Tae-ho Kim, PT, PhD, Yong-wook Kim, PT, MS¹

Department of Physical Therapy, Daegu Health College

¹*Department of Physical Therapy, Jeonju University*

<Abstract>

Purpose : The clinical scale to assess spasticity of muscle was widely used the modified Ashworth scale (MAS). But reliability of the MAS has been controverted for ambiguity among the grades. The purpose of this study was to establish the inter-rater reliability of the modified MAS (MMAS) translated into Korean in stroke patients.

Methods : Twenty-five patients (sixteen men and nine women) with hemiplegia (ten right and fifteen left) were measured by two raters who were physical therapist in the rehabilitation hospital. The raters assessed spasticity of shoulder adductor, elbow flexor, wrist flexor, hip adductor, knee extensor, and ankle plantar flexor in the same patients according to ratings criteria of the MAS and the MMAS.

Results : For the inter-rater reliability of the MAS, two raters agreed on 57.3% and the Kappa values were moderate ($\kappa=0.41$) between two rater. The inter-rater reliability of the MAS was fair for the wrist flexor and the hip adductor and moderate for the other muscles. The intra-rater reliability was good for the shoulder adductor and the knee extensor and moderate for the other muscles. For the inter-rater reliability of the MMAS, two raters agreed on 84.7% and the Kappa values were good ($\kappa=0.78$) between two rater. The inter-rater reliability of the MMAS was moderate for the hip adductor, and good for the shoulder adductor and the wrist flexor, and very good for the other muscles. The intra-rater reliability was good for the wrist flexor and the hip adductor and very good for the other muscles.

Conclusion : This study suggests that the MMAS translated into Korean is reliable test scale for the spasticity with stroke patients in the clinical field.

Key Words : Modified Ashworth Scale, Modified Modified Ashworth Scale, Reliability, Spasticity, Stroke

I. 서 론

뇌졸중과 같은 상위운동신경원 손상이 있는 환자에게는 양성적 증상과 음성적 증상이 나타난다(Young, 1994). 음성적 증상으로는 근 약화, 기민성(dexterity)의 저하, 쉽게 피로해짐이 나타난다. 양성적 증상은 근긴장도와 힘줄반사의 항진, 간대성 경련(clonus), 경직(spasticity), 바빈스키 양성반응, 연부조직의 변화와 구축, 연합반응, 경직성 이긴장증(spastic dystonia), 굽힘근과 펴근의 연축(spasm) 등이 있다(Barnes와 Johnson, 2001; Young, 1994). 경직은 상위운동신경원 증후군에서 나타나는 신장반사의 과흥분된 결과로, 과도한 힘줄반사와 더불어 긴장성 신장반사가 관절운동의 속도에 따라 증가하는 특징을 가진 운동장애로 정의한다(Lance, 1980). 뇌졸중 환자의 경직은 공동운동(synergy)패턴을 증가시켜 수의적 운동 기능을 방해함으로써 보행, 이동, 균형의 어려움을 야기하고, 관절구축, 통증, 성기능 장애, 회음부 위생 저하 등의 문제로 인하여 일상생활동작 수행 능력에 부정적인 영향을 줄 수 있다(김태호와 정이정, 2002; 박병규 외, 2003; Rekan, 2010). 다른 한편으로, 경직은 심부정맥혈전을 막거나, 서기나 이동, 보행에 대해 긍정적인 역할에도 기여를 하기 때문에 경직에 대한 치료에 신중을 기해야 한다(Rekan, 2010).

경직을 평가하는 방법으로는 개정된 Ashworth 척도(modified Ashworth scale: MAS)와 같이 관절을 수동적으로 움직였을 때 측정자가 느끼는 저항의 정도를 평가하는 주관적인 방법이 있다(Bohannon과 Smith, 1987). 경직을 객관적으로 평가하는 생체역학적인 방법으로 전기촉각기나 비디오를 이용하는 진자검사(Stillman과 McMeeken, 1995)와 등속성 장비(성덕현 등, 2002; Becher 등, 1998)를 이용한 검사방법이 있으며, 간접적인 생체역학적인 방법으로 보행시의 지면 반발력을 통한 보행분석을 이용한다

(Butler 등, 1992). 또한 척수반사를 이용하는 힘줄 반사검사와 근전도를 통해 H반사나 F파를 분석하여 경직의 정도를 확인하는 신경생리학적 방법이 사용되고 있다(Barnes와 Johnson, 2001).

MAS는 현재 임상에서 가장 널리 사용되는 경직 평가 도구이다. Bohannon과 Smith(1987)는 5등급 척도로 된 Ashworth 척도를 6등급으로 수정하여 MAS를 발표하였으며, 편마비 환자의 팔꿈관절 굽힘근에 대한 경직 평가로 신뢰할 만하다고 하였다. Bodin과 Morris(1991)도 2명의 훈련된 측정자 사이에 손목 굽힘근에 대한 경직 평가로 MAS가 신뢰도가 높다고 하였다. 그러나 Sloan 등(1992)은 MAS가 팔꿈관절에서는 신뢰도가 높지만, 무릎관절에서는 경직 평가도구로 신뢰할 수 없다고 하였으며, Allison 등(1996)은 발목관절의 발바닥쪽굽힘근에 대한 경직 평가로 MAS를 이용하는 것이 어렵다고 강조하였다. Blackburn 등(2002)과 Clopton 등(2005)도 경직의 등급을 나누기가 어려워 MAS의 측정자간 신뢰도가 낮다고 하였다. 또한 Ashworth 척도와 MAS를 비교하여 MAS 보다 Ashworth 척도가 신뢰도가 더 높다고 보고하기도 하였다(Hass 등, 1996). Pandyan 등(2003)은 63명의 환자를 대상으로 팔꿈관절의 경직을 평가 한 후, MAS가 낮은 등급의 경직을 측정하기에는 타당하지 않다고 주장하였다.

Ansari와 동료들(2006)은 15명의 편마비 환자를 대상으로 팔꿈관절 굽힘근의 경직을 Ashworth 척도와 MAS로 평가하여 두 가지 척도 모두 신뢰도가 낮다고 하였으며, 이에 대한 대안으로 개정된 MAS(modified modified Ashworth Scale:MMAS)를 제시하였다. Ashworth 척도는 '수동적으로 신장' 시키는 평가에 대한 명확한 해설이나 정의가 제시되지 못하고(김태호와 정이정, 2002), MAS는 등급 1과 1⁺, 1⁺와 2를 구별하는 것이 어려워 신뢰도가 낮게 보고되었다(Ansari 등, 2006). MMAS는 MAS의 등급 1과 1⁺, 1⁺와 2의 모호한 차이를 위하여 1⁺를 삭제

하고, 등급 2의 의미를 명확히 하였다(Ansari 등, 2006; 2008b). Ansari 등(2008b)은 15명의 뇌졸중 환자의 무릎 펴기의 경직평가에서 MMAS가 신뢰할 만하다고 하였으며, Naghdi 등(2008)도 30명의 편마비 환자를 대상으로 MMAS로 손목 굽힘근의 경직을 평가하여 매우 높은 측정자간 신뢰도를 보고하였고, Ghotbi 등(2009)도 22명의 신경계 환자의 하지근육의 경직을 평가하여, MMAS가 임상에서 경직을 평가하기 위한 신뢰도 높은 평가도구임을 입증하였다.

국내에서는 이충휘와 구애련(1994)이 MAS의 신뢰도를 입증하였으며, 김태호와 정이정(2002)이 MAS의 모호한 등급을 지적하며, 한글판 Tone Assessment Scale(TAS)의 신뢰도에 대하여 보고하였을 뿐, 아직 MMAS를 소개하거나 한글판 MMAS에 대한 신뢰도에 대한 연구가 전무한 실정이다. 본 연구의 목적은 한글판 MMAS의 신뢰도를 평가하여, 임상에서 MAS를 대신하여 경직을 평가하기 위한 적합한 평가도구인지 확인하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 대구시 북구에 위치한 재활병원에서 입원치료를 받고 있는 뇌졸중 환자 25명을 대상으로 하였다. 상지나 하지의 골절 등 정형외과적 문제가 없었으며, 연구자의 지시를 이해할 수 있는 환자를 선정하였다. 근긴장도의 변화가 심한 이긴장증(dystonia)을 가진 환자와 측정하고자 하는 관절의 관절가동범위가 1/2이하로 제한되어 있는 환자는 대상에서 제외하였다. 연구대상자들에게 실험의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 하였으며, 실험에 자발적 참여 의사를 위한 동의서를 받았다.

2. 측정 도구 및 방법

1) Modified modified Ashworth Scale

Ansari 등(2006)이 제시한 영어로 된 MMAS를 한글로 번역하여 한글판 MMAS를 제시하였다. MMAS는 MAS를 기준으로 하여 등급 1⁺를 삭제하고, 등

급 2에 1⁺의 의미를 포함시켰다. 한글판 MAS는 여러 교과서에 나온 내용과 김태호와 정이정(2002)에서 언급한 한글판 MAS를 함께 검토하였다. 한글판 MMAS는 영어로 된 MMAS의 원문내용을 최대한 반영하여 2명의 의료전문가가 각각 번역하였으며, 8명의 재활병원 물리치료사가 포함된 번역회의에서 논의한 후 하나의 번역된 한글판 MMAS를 만들었다. 이렇게 번역된 한글판 MMAS를 재활병원 물리치료사들에게 환자를 평가할 때 일주일 동안 실제 사용하도록 하였으며, 다시 번역회의를 통해 치료사들이 사용하면서 의미가 모호한 부분이 어떤 부분인지 검토한 후 수정하여 최종적으로 결정하였다(부록).

2) 실험 절차

재활치료 경력이 3년 된 물리치료사 2명이 경직 평가를 하였다. 물리치료사는 남녀 각 1명이었으며, 사전에 MMAS 등급을 충분히 숙지하도록 하였다. 경직 평가는 환자 한 사람에게 대하여 같은 날, 같은 환경에서 두 측정자에 의해 독립적으로 시행되었다. 측정자의 순서는 무작위 순서로 하였으며, 이들에 걸쳐 MAS와 MMAS를 번갈아 가며 시행하였고, MAS와 MMAS의 순서도 무작위로 하였다. 경직 평가를 위한 관절의 근육은 어깨관절 모음근, 팔꿈치관절 굽힘근, 손목관절 펴기, 엉덩관절 모음근, 무릎관절 펴기, 발목관절 발바닥쪽굽힘근으로 하였다(Ansari 등, 2008a). 평가 근육의 순서도 무작위로 하였으며, 한 관절당 2회 반복측정을 하였으며, 반복측정간 휴식시간은 3분으로 하였다. 측정자와 다른 측정자 사이의 휴식시간은 30분으로 하였다. 한 측정자의 평가결과를 다른 측정자가 알 수 없게 하였으며, 측정자에게 MAS와 MMAS의 평가지를 따로 만들어 주었으며, 평가가 종료된 후 바로 수거하였다. 측정자가 대상자의 관절을 수동적으로 움직일 때, 일정한 속도를 위하여 '원-사우젠-원(one thousand one)'을 세면서 평가하도록 하였다(Bohannon과 Smith, 1987).

3. 통계 처리

MAS와 MMAS의 측정자간 일치도와 측정자내

Table 1. Interpretation of Kappa values

Kappa statistic	Strength of agreement
< 0.21	Poor
0.21 - 0.40	Fair
0.41 - 0.60	Moderate
0.61 - 0.80	Good
0.81 - 1.00	Very good

일치도를 백분율(%)로 계산하였으며, 이에 따른 신뢰도는 Kappa(κ)통계를 사용하였다. 자료의 통계처리는 SPSS 11.5를 이용하였다. Kappa 통계 결과에 대한 해석은 Brennan과 Silmann(1992)이 제시한 일치도의 세기로 해석하였다(Table 1).

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특징

연구 대상자 중 남자는 16명 여자는 9명 이었으며, 오른쪽 편마비는 11명, 왼쪽 편마비는 14명 이었다. 대상자들의 일반적 특징은 Table 2와 같다.

Table 2. General characteristics of subjects (N=25)

Characteristics	Values
Age(years)	55.68±11.68 ^a
Height(cm)	166.32±7.25
Weight(kg)	67.38±7.36
Duration of onset time(months)	12.24±18.10
Stroke type	
Hemorrhage(14)	Basal ganglia ICH ^b 10
	Thalamic ICH 2
	Subdural hemorrhage 1
	Cerebral ICH 1
Infarction(11)	Middle cerebral artery infarc. 8
	Basal ganglia infarction 3

^aMean±SD.

^bIntraCerebral Hemorrhage.

2. 경직평가의 신뢰도

MAS를 이용한 뇌졸중 환자의 경직 평가에서

Table 3. Overall agreement in MAS between two raters (N=25)

Rater1	Rater2						Total
	0	1	1 ⁺	2	3	4	
0	36	7	3	0	0	0	46
1	16	31	11	4	0	0	62
1 ⁺	0	4	13	7	0	0	24
2	0	4	5	5	6	0	17
3	0	0	0	0	1	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0
Total	52	43	32	16	7	0	150

Percentage agreement=57.3%

Kappa value=0.41, SE=0.05(p<0.01).

Table 4. Overall agreement in MMAS between two raters (N=25)

Rater1	Rater2					Total
	0	1	2	3	4	
0	37	3	0	0	0	40
1	5	38	7	0	0	50
2	0	6	48	1	0	55
3	0	0	1	4	0	5
4	0	0	0	0	0	0
Total	42	47	56	5	0	150

Percentage agreement=84.7%

Kappa value=0.78, SE=0.04(p<0.01).

측정자간 신뢰도는 측정한 여섯 관절 근육의 전체 사례에서는 57.3%의 일치도가 나타났으며, 중간(moderate)의 신뢰도 세기를 보였다(Table 3). MAS를 이용한 개별 근육에서는 무릎 폼근에 대한 일치도가 가장 높았으며, 손목 굽힘근에 대한 일치도가 가장 낮았다(Table 5). MAS의 측정자내 신뢰도에서는 68.9%의 일치도가 나타났으며, 어깨 모음근과 무릎 폼근은 양호(good), 나머지 근육들은 중간의 신뢰도 세기를 보였다(Table 6).

MMAS를 이용한 경직 평가에서 측정자간 신뢰도는 전체 사례에서는 84.7%의 측정자간 일치도를 보였으며, 양호의 신뢰도 세기를 보였다(Table 4). MMAS에서 개별 근육에서는 팔꿈 굽힘근과 발목 발바닥쪽굽힘근에 대한 일치도가 96%와 92%로 나타났으며, 신뢰도의 세기는 중간에서 매우 양호(very

Table 5. Interrater reliability of the MAS between two raters (N=25)

Test muscle	Agreement(%)	Kappa	SE	<i>p</i>	Strength
Shoulder adductor	64	0.52	0.14	< 0.00	Moderate
Elbow flexor	64	0.52	0.13	< 0.00	Moderate
Wrist flexor	40	0.24	0.12	0.03	Fair
Hip adductor	52	0.37	0.13	< 0.00	Fair
Knee extensor	72	0.51	0.16	< 0.00	Moderate
Ankle plantar flexor	56	0.42	0.13	< 0.00	Moderate

Table 6. Intrarater reliability of the MAS between two raters (N=25)

Test muscle	Agreement(%)	Kappa	SE	<i>p</i>	Strength
Shoulder adductor	72	0.61	0.12	< 0.00	Good
Elbow flexor	68	0.57	0.13	< 0.00	Moderate
Wrist flexor	60	0.47	0.12	< 0.00	Moderate
Hip adductor	68	0.56	0.13	< 0.00	Moderate
Knee extensor	80	0.67	0.13	< 0.00	Good
Ankle plantar flexor	68	0.56	0.13	< 0.00	Moderate

Table 7. Interrater reliability of the MMAS between two raters (N=25)

Test muscle	Agreement(%)	Kappa	SE	<i>p</i>	Strength
Shoulder adductor	84	0.76	0.11	< 0.00	Good
Elbow flexor	96	0.93	0.07	< 0.00	Very good
Wrist flexor	72	0.62	0.12	< 0.00	Good
Hip adductor	72	0.58	0.14	< 0.00	Moderate
Knee extensor	88	0.83	0.12	< 0.00	Very good
Ankle plantar flexor	92	0.86	0.10	< 0.00	Very good

Table 8. Intrarater reliability of the MMAS between two raters (N=25)

Test muscle	Agreement(%)	Kappa	SE	<i>p</i>	Strength
Shoulder adductor	88	0.82	0.10	< 0.00	Very good
Elbow flexor	96	0.93	0.07	< 0.00	Very good
Wrist flexor	80	0.73	0.11	< 0.00	Good
Hip adductor	80	0.69	0.12	< 0.00	Good
Knee extensor	92	0.84	0.11	< 0.00	Very good
Ankle plantar flexor	92	0.86	0.10	< 0.00	Very good

good) 사이를 보였다(Table 7). MMAS의 측정자내 신뢰도에서는 87.8%의 일치도가 나타났으며, 손목 굽힘근과 엉덩 모음근은 양호, 나머지 근육들은 매우 양호의 신뢰도 세기를 보였다(Table 8).

IV. 고 찰

본 연구는 뇌졸중 환자의 경직 평가를 위하여 MAS와 MMAS의 측정자간 신뢰도를 평가하였다.

MAS는 임상에서 가장 널리 사용하고 있는 평가척도이다. 그러나, 많은 연구에서 MAS의 낮은 신뢰도를 보고하였다(Allison 등, 1996; Ansari 등, 2006; Blackburn 등, 2002; Clopton 등, 2005; Hass 등, 1996; Sloan 등, 1992). 5등급으로 된 Ashworth 척도의 민감도를 높이기 위하여 등급을 더 추가하여 6등급의 MAS를 제시하였다(Bohannon과 Smith, 1987). 주관적인 경직 평가 도구들의 신뢰도는 측정자가 수동 운동에 대한 속도를 조절하고 저항을 평가하는 능력에 의존한다(김태호와 정이정, 2002). Bohannon과 Smith(1987)가 MAS를 소개하였을 때, 측정자가 대상자의 관절을 일정한 속도로 움직이게 하기 위하여 '원-사우젠-원(one thousand one)'을 세면서 평가하도록 하였다. 그러나, 국내에서는 임상에서 MAS를 가장 빈번히 사용하고 있지만, 대부분의 교과서에서 단지 MAS를 한글로 번역만 하였을 뿐, 구체적인 평가방법과 일정한 속도에 대한 안내를 전혀 제시하지 못하였다. 본 연구에서는 MAS와 MMAS에서 측정자에게 일정한 속도로 움직이게 하기 위하여 '원-사우젠-원'을 세면서 평가하였다. MAS에서는 'catch and release'의 명확한 정의가 부족하고, 등급 1과 1⁺의 차이를 구별하는 것이 어렵다(김태호와 정이정, 2002; Ansari 등, 2006; Barnes와 Johnson, 2001). 국내에서 번역된 MAS에서는 'catch and release'의 해석이 생략되어 등급 1이 영어의 MAS 등급 1의 의미를 충분히 반영하지 못한 채 임상에서 사용되었다. 본 연구에서도 MAS에 대한 일치도는 57.3%로 낮게 나왔으며, Kappa 값($\kappa=0.41$)도 낮게 나왔다. 평가에 대한 민감도를 높이기 위하여 등급을 추가하였으나, 오히려 오차의 가능성이 높아짐으로 신뢰도를 낮추는 결과를 초래하였다(김태호와 정이정, 2002; Ansari 등, 2006; Barnes와 Johnson, 2001).

MMAS는 Ashworth scale의 등급 1과 2의 불일치에 의한 낮은 신뢰도를 고려하고, MAS의 등급 1, 1⁺, 2의 모호한 구별을 해결하기 위하여, 등급 1⁺을 제한하고, 등급 2의 정의를 명료하게 다시 함으로서 신뢰도와 타당도를 높이고자 하였다(Ansari 등, 2006; 2008b; 2009; Ghotbi 등, 2009). Ansari 등(2009)은 편마비 환자 15명의 팔꿈관절 굽힘근과 손목 굽힘근의 경직평가에서 weighted Kappa($\kappa=0.61$,

0.78)를 통해 상지의 경직평가에서 측정자간 신뢰도가 좋다고 하였으며, Ansari 등(2008b)은 뇌졸중 환자 15명의 무릎 폼근의 경직평가에서 MMAS의 측정자간 일치도가 높게 나왔으며(80.1%), 양호의 신뢰도 세기($\kappa=0.72$)를 보고하였으며, Naghdi 등(2008)은 편마비 환자 30명을 대상으로 MMAS로 손목 굽힘근의 경직을 평가하여 매우 높은 측정자간 일치도(97.4%)와 매우 양호(very good)의 신뢰도 세기($\kappa=0.92$)를 보고하였다. 본 연구에서도 무릎 폼근과 손목 굽힘근의 경우 MMAS의 측정자간 일치도는 88%와 72%, 신뢰도 세기는 매우 양호($\kappa=0.83$)과 양호($\kappa=0.62$)로 높게 나왔다. 팔꿈관절 굽힘근은 매우 높은 측정자간 신뢰도(96%, $\kappa=0.93$)를 보였으며, 발목관절의 발바닥쪽굽힘근도 매우 높은 측정자간 신뢰도(92%, $\kappa=0.86$)를 보였다. Ghotbi 등(2009)도 엉덩 모음근과 무릎 폼근은 매우 양호, 발바닥쪽굽힘근은 양호의 측정자간 신뢰도 세기를 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 보였다. MMAS의 측정자간 신뢰도는 87.8%의 일치도로 Ansari 등(2008b)의 86.6%와 비슷한 결과를 보였다. 연구에서 MAS와 MMAS의 측정자간 및 측정자내 신뢰도를 비교한다면, MMAS가 MAS보다 높은 신뢰도를 보여주었다. 이러한 결과는 앞에서 언급한 MAS의 등급의 모호함을 MMAS에서 5등급으로 줄여 등급간의 차이를 명확히 한 결과이다(Ansari 등, 2006; 2008b; Naghdi 등, 2008).

본 연구의 제한점은 경직평가를 위해 다양한 질환을 고려하지 못하고, 뇌졸중 환자만을 대상으로 하였기 때문에 연구의 결과를 경직을 가진 환자 전체로 일반화하는 것이 어렵다. 또한 측정하고자 하는 관절 근육에 대한 표준화된 자세를 제시하지 못하여, 측정시 각기 다른 자세에서 측정함으로써 자세에 따른 영향을 고려하지 못하였다. 또한 측정자가 대상자의 관절을 수동적으로 움직일 때, 일정한 속도를 위하여 '원-사우젠-원'을 세면서 평가하도록 하였으나, 측정 관절의 관절가동범위가 관절에 따라 상이함에도 불구하고, 이 점을 개선하지 못하였다. 앞으로의 연구에서는 이러한 제한점이 고려된 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자의 경직 평가를 위하여 MAS와 MMAS의 측정자간 신뢰도를 평가하였다. MAS는 손목 굽힘근과 엉덩관절 모음근을 제외하고 중간정도의 측정자간 신뢰도를 보였고, 측정자내 신뢰도는 중간에서 양호 사이를 보였다. MMAS는 엉덩관절 모음근을 제외하고 높은 측정자간 신뢰도를 보였으며, 측정자내 신뢰도는 양호이상의 높은 신뢰도를 보였다. MAS를 대신하여, 한글로 번역된 MMAS를 이용하여 임상에서 뇌졸중 환자의 경직을 평가한다면, 신뢰도가 높은 평가도구이므로 보다 정확한 환자의 경직 정도와 치료의 효과를 평가하는데 도움을 줄 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 김태호, 정이정. 뇌졸중 후 강직(spasticity) 평가를 위한 Tone Assessment Scale의 신뢰도. 한국전문물리치료학회지. 2002;9(2):133-44.
- 박병규, 신용범, 조시철 등. 뇌졸중 환자의 경직에 대한 전기자극의 치료효과. 대한재활의학회지. 2003; 27(5):647-51.
- 성택현, 김종문, 이강우 등. 등속성 근력계를 이용한 슬관절 신근 경직의 정량적 평가. 대한재활의학회지. 2002;26(3):321-6.
- 이충휘, 구애련. 경련성(spasticity) 평가를 위한 Modified Ashworth Scale의 측정자간 신뢰도. 한국전문물리치료학회지. 1994;1(1):1-9.
- Ansari NN, Naghdi S, Arab TK, et al. The interrater and intrarater reliability of the Modified Ashworth Scale in the assessment of muscle spasticity: limb and muscle group effect. NeuroRehabilitation. 2008a;23(3):231-7.
- Ansari NN, Naghdi S, Hasson S, et al. Assessing the reliability of the Modified Modified Ashworth Scale between two physiotherapists in adult patients with hemiplegia. NeuroRehabilitation. 2009;25(4): 235-40.
- Ansari NN, Naghdi S, Moammeri H, et al. Ashworth Scales are unreliable for the assessment of muscle spasticity. Physiother Theory Pract. 2006;22(3): 119-25.
- Ansari NN, Naghdi S, Younesian P, et al. Inter-and intrarater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale in patients with knee extensor poststroke spasticity. Physiother Theory Pract. 2008b;24(3):205-13.
- Allison SC, Abraham LD, Petersen CL. Reliability of the Modified Ashworth Scale in the assessment of plantarflexor muscle spasticity in patients with traumatic brain injury. Int J Rehabil Res. 1996;19 (1):67-78.
- Barnes MP, Johnson GR. Upper motor neurone syndrome and spasticity: clinical management and neurophysiology. New York. Cambridge University. NY. 2001.
- Becher J, Harlaar J, Lankhorst GJ, et al. Measurement of impaired muscle function of the gastrocnemius, soleus, and tibialis anterior muscle in spastic hemiplegia: a preliminary study. J Rehabil Res Dev. 1998;35(3):314-26.
- Blackburn M, van Vliet P, Mockett SP. Reliability of measurements obtained with the Modified Ashworth Sclae in the lower extremities of people with stroke. Phys Ther. 2002;82(1):25-34.
- Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther. 1987;67(2):206-7.
- Bodin PG, Morris ME. Inter-rater reliability of the modified Ashworth scale for wrist flexor spasticity following stroke. 11th Congress. World Confederation of Physiotherapy. 1991;505-7.
- Brennan P, Silman A. Statistical methods for assessing observer variability in clinical measures. BMJ. 1992;304(6840):1491-4.
- Butler PB, Thompson N, Major RE. Improvement in walking performance of children with cerebral palsy: preliminary results. Dev Med Child Neurol. 1992;34(7):567-76.

- Clopton N, Dutton J, Featherston T, et al. Interrater and intrarater reliability of the Modified Ashworth Sclae in children with hypertonia. *Pediatr Phys Ther.* 2005;17(4):268-74.
- Ghotbi N, Ansari NN, Naghdi S, et al. Inter-rater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale in assessing lower limb muscle spasticity. *Brain Inj.* 2009;23(10):815-9.
- Hass BM, Bergstrom E, Jamous A, et al. The inter-rater reliability of the original and of the Modified Ashworth Sclae for the assessment of spasticity in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord.* 1996;34(9):560-4.
- Lance JW. Pathophysiology of spasticity and clinical experience with baclofen. In: Lance JW, Feldmann RG, Koella WP. *Spasticity: disordered motor control.* Chicago, Year Book Medical Pub. 1980.
- Naghdi S, Ansari NN, Azarnia S, et al. Interrater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) for patients with wrist flexor muscle spasticity. *Physiother Theory Pract.* 2008; 24(5):372-79.
- Pandyan AD, Price CI, Barnes MP, et al. A biomechanical investigation into the validity of the Modified Ashworth Scale as a measure of elbow spasticity. *Clin Rehabil.* 2003;17(3):290-4.
- Rekand T. Clinical assessment and management of spasticity: a review. *Acta Neuro Scand.* 2010;122 (Suppl 190):62-6.
- Sloan RL, Sinclair E, Thompson J, et al. Inter-rater reliability of the modified Ashworth scale for spasticity in hemiplegic patients. *Int J Rehabil Res.* 1992;15(2):158-61.
- Stillmann B, McMeeken J. A video-based version of the pendulum test: technique and normal response. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(2):166-76.
- Young RR. Spasticity: a review. *Neurology.* 1994;44 (11 Suppl 9):S12-S20.

부 록

Table. English version and Korean version of Modified Modified Ashworth Scale

Grade	Modified Modified Ashworth Scale(english)	한글번역
0	No increase in muscle tone	근 긴장의 증가가 없다
1	Slight increase in muscle tone, manifested by a catch and release or by minimal resistance at the end of the range of motion when the affected part(s) is moved in flexion or extension	약간의 근긴장 증가가 있다. 환측을 굽히거나 펼 때, 관절가동범위의 끝부분에서 약한 저항이 느껴지거나, 잡았다가 놓는 느낌이 있다
2	Marked increase in muscle tone, manifested by a catch in the middle range and resistance throughout the remainder of the range of motion, but affected part(s) easily moved	현저한 근긴장 증가가 있다. 중간범위에서 붙잡는 느낌이 나타나고, 나머지 관절가동범위에 걸쳐 저항이 나타나지만, 환측은 쉽게 움직여진다
3	Considerable increase in muscle tone, passive movement difficult	수동 움직임이 어려울 정도로 근긴장이 상당히 증가되어 있다
4	Affected part(s) rigid in flexion or extension	환측을 굽히거나 펼 때 경직되어 있다