

수정된 Ashworth 척도와 수정된 Tardieu 척도의 검사자간, 검사자내 신뢰도 비교 연구



The Journal Korean Society of Physical Therapy

- 최윤희, 이정아¹, 신화경²
- 강남세브란스병원 물리치료실, ¹국립재활원 재활연구소 운동인지기능재활연구과, ²대구가톨릭대학교 의료과학대학 물리치료학과

Inter-Rater and Intra-Rater Reliability of the Modified Ashworth Scale and the Modified Tardieu Scale: A Comparison Study

Yul-Jung Choi, PT; Jung-Ah Lee, PT, PhD¹; Hwa-Kyung Shin, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Gangnam Severance Hospital; ¹Department of Motor & Cognitive Rehabilitation, National Rehabilitation Center Research Institute; ²Department of Physical therapy, College of Medical Science, Catholic University of Daegu

Purpose: The purpose of this study was to assess and compare the reliability of the Modified Tardieu Scale (MTS) with the Modified Ashworth Scale (MAS) in patients with hemiplegia.

Methods: Two experienced physical therapists examined twenty six patients (17 male and 9 female) with an age range of 19-83 years (mean=51.9 SD=15.2). They assessed the elbow flexor/extensor muscle spasticity in the affected side. Inter- and intra-rater reliability of the MAS and the MTS were calculated using kappa statistics. Intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated to determine the inter- and intra-rater reliability of the angle of muscle reactions (R2-R1).

Results: The intra-rater reliability of the MAS (K=0.39-0.55) and MTS (K=0.33-0.55) was fair to moderate. The inter-rater reliability was significantly higher as measured with MTS (K=0.54-0.66) in comparison with MAS (K=0.52). Intra-rater reliability of R2-R1 was moderate to almost perfect (ICC=0.52-0.86), and inter-rater reliability was substantial (ICC=0.74-0.76).

Conclusion: The MTS provides higher inter-rater reliability compared with the MAS in hemiplegia patient analysis, but intra-rater reliability of both scales was not significantly different. Thus further research is needed to examine not only reliability, but also validity of these measurement systems.

Keywords: Plasticity, Functional MRI, Motor learning, Modified ashworth scale, Modified tardieu scale, Reliability, Spasticity

논문접수일: 2010년 5월 14일

수정접수일: 2010년 7월 19일

게재승인일: 2010년 7월 31일

교신저자: 이정아, leejungah@korea.kr

1. 서론

경직은 뇌졸중 환자에서 흔히 볼 수 있는 증상으로, 중추신경계의 질환으로 인해 속도 의존적인 장력성 신장 반사가 특징으로 과도한 건의 경련이 동반되며, 이는 신장 반사의 과도한 흥분성 때문에 생기는 것으로 정의된다.^{1,2} 장기간의 경직은 통증, 비정상적 자세, 움직임의 방해, 기형, 능동 또는 수동 관절 움직임의 제한, 구축 및 기능적 제한을 야기한다.² 따라서 경직의 완

화는 통증을 줄이고, 독립적인 생활을 향상시키는 데 도움을 주므로 재활치료의 주요 관심 분야이다.³

임상에서 경직의 평가는 치료의 효과를 판단하고, 약의 처방 혹은 수술을 계획하며, 치료 목표를 설정하기 위해서 사용하고 있으며, 전기 생리학적 반사 검사, 생체 역학적 분석, 근전도검사, 진자검사, 수정된 Ashworth 척도(modified Ashworth scale, MAS), 수정된 Tardieu 척도(modified Tardieu scale, MTS) 등에 의해 평가되고 있다.⁴ 전기 생리학적 반사 검사, 생

체 역학적 분석, 근전도 검사, 진자 검사는 객관적이라는 장점이 있으나, 임상에서 사용하기에 제약이 따른다.⁴ 반면 MAS와 MTS는 상대적으로 주관적인 요소를 포함하고 있지만, 임상에서 쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있다.

수정된 Ashworth 척도는 근육 경직을 측정하기 위한 도구로 6등급으로 구분되어 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 도구이다. Smith 등³은 2명의 측정자가 편마비 환자의 주관절 굴곡근에 대한 경련성정도의 측정시간 신뢰도를 구한 결과, 신뢰도가 양호하다고 하였다. 또한 여러 연구의 수정된 Ashworth 척도는 뇌졸중, 다발성경화증, 척수손상 같은 다양한 환자 군에서 검사자간 신뢰도는 약함에서 중간으로 보고되었다.⁵⁻⁸ MTS는 근육 경직을 측정하기 위한 도구로 Tardieu 등에 의해서 개발되었고, 이후에 Held 등과 Pierrot-Deseilligny, Boyd와 Graham에 의해서 발전되어 현재의 MTS가 만들어졌다.⁹ 이 척도는 경직 평가 시 두 가지 속도(느린 속도, 빠른 속도)로 수동 움직임을 하여 경직의 양과 경직이 느껴지는 저항점의 각도를 기록하여 측정한다. MTS는 근육 경직을 측정하기 위한 도구로 적절하며 신뢰도가 양호하다고 보고되었다.^{10,11}

그러나 현재 MTS와 MAS를 비교하여 어떤 척도가 유의하게 신뢰도가 높은지에 대한 연구는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들을 대상으로 MAS와 MTS의 검사자간, 검사자내 신뢰도를 측정하여 비교함으로써 임상에서 경직 평가를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상과 검사자

경기도 소재 J 종합병원에 근무하는 2명의 물리치료사가 검사자로 참여하였다. 2명의 검사자는 주로 신경계 손상 환자의 운동 치료와 경직 평가 업무를 하며, 임상경력은 각각 1년과 5년이었다(Table 1). 실험 전에 각각의 척도에 대해서 45분간 측정 방법과 등급판정 기준에 대한 이론적 설명과 실습을 하였다.⁵ 성인 편마비 환자 26명이 실험에 참가하였으며, 편마비 환자의 선정 조건은 1) 18세 이상, 2) 손상 후 한 달이 지난 편마비 환자, 3) 검사자의 지시사항을 이해할 수 있는 환자, 4) 경직

Table 1. General characteristics of testers (N=2)

Tester	Gender	Age (years)	Main task	Clinical career (years)
1	male	27	Physical therapy and evaluation	1
2	male	31	Physical therapy and evaluation	5

관련한 약을 복용하지 않는 환자로 하였다. 제외조건은 1) 주관절에 통증이 있거나 수술을 했던 환자 2) 깁스를 했었거나 보톡스 시술을 한 환자 3) 실험에 동의를 하지 않은 환자로 하였다(Table 2).

Table 2. General characteristics of subjects (N=26)

Age (years) (Mean±SD)	Time from stroke (months) (Mean±SD)	Gender (male/female)	Paretic side (left/right)
51.9±15.2	20.3±27.6	17/9	16/10

2. 실험방법

실험 전 나이, 성별, 약물 복용 여부, 이환 기간과 편측을 기록하였다. 두 명의 검사자는 각각의 환자를 무작위로 선별하여 평가하였다.⁹ 초기 평가 후 일주일 뒤에 재평가를 하였다. 이 기간 동안 경직에 영향을 미치는 의학적 처치 및 치료는 실시하지 않도록 하였으며, 재평가 시 초기평가와 같은 시간과 장소에서 동일한 자세로 측정하였다. 검사 전과 휴식 시에는 환자를 누워있는 상태에서 해부학적 자세로 표준화 하였으며 모든 환자의 평가는 치료용 매트에 반듯이 누워 팔꿈치를 편 상태에서 손목을 중립자세에 놓고 하지를 평행하게 놓은 편안한 자세를 취하도록 하였다. 또한 검사자는 서로의 측정값을 알지 못하도록 하였다.

1) MAS 측정 절차

MAS측정은 반복된 움직임의 횟수를 줄이기 위하여 각 검사자는 MAS측정 시에 주관절 굴곡과 신전을 한번씩만 하도록 제한하였다. 먼저 환자의 팔을 가능한 최대로 굽힌 자세에서 다시 가능한 최대로 펴서 신장시켜 놓은 후 신장된 팔을 다시 굴곡시키면서 0~4의 점수를 측정하였으며 반대로 신전 시키면서 반응을 측정하였다.⁵ 검사자는 측정 시 가능한 빠른 속도로 움직여 근육의 반응을 측정하였다.¹² 등급 판정 기준은 다음과 같다. 0은 근긴장도의 증가가 없다. 1은 굴곡·신전 운동을 시킬 때 관절 가동 범위 끝부분에서 약간의 저항이 감지되며, 근 긴장도의 약간의 증가를 보인다. 1+는 가동 범위의 1/2 이하에서부터 약간의 저항이 감지되며 근 긴장도가 약간의 증가를 보인다. 2는 전 가동 범위에서 현저히 근 긴장도가 증가하지만 움직임은 쉽다. 3은 전 가동 범위에서 상당히 근 긴장도가 증가하고 수동 운동이 어렵다. 4는 수동 운동이 불가능하다.

2) MTS 측정 절차

MTS는 Mehrholz 등⁸에 의해 발표된 문헌에 기술된 측정절차를 따랐다. 검사자는 처음에 가장 느린 스트레칭 속도로 (V1) 주관절 굴곡과 신전의 관절 가동 전 범위(R2)를 움직여 스테인

레스(stainless) 형태의 측각기(Preston, USA)로 그 범위를 측정하였다.⁸ 그리고 가능한 빠른 속도로(V3) 주관절 굴곡과 신전을 시켜 첫 번째 저항점에서 근육 경직 반응과 각도(R1)를 측정하였다. 측정 시 사용되는 측각기는 항상 같은 것을 사용하게 하였다.

경직의 양을 나타내는 저항점 각도는 측정된 관절 전 범위 각도(R2)와 근육 반응 각도(R1)를 뺀 R2-R1의 형태로 기록하였다. 즉, 검사자는 1) 가장 느린 스트레칭 속도로(V1)로 움직인 후 수동관절 전 가동 범위(R2)를 측정한다. 2) 가장 빠른 속도(V3)로 수동 움직임 시 발생하는 근육반응의 양으로 점수를 매긴다. 3) 가장 빠른 속도(V3)에서 생성되는 첫 번째 저항점에서 근육반응 각도(R1)를 측정한다.

측정 시 가장 빠른 속도에서 나타나는 근육 반응의 양은 0~5의 척도로 표현된다. 0의 점수는 수동 움직임 시 근 긴장도의 증가가 없는 상태, 1은 수동 움직임 시 약간의 저항은 있으나 전 범위에서 정확한 저항점이 없는 상태, 2는 전 범위 움직임 중 정확한 저항점이 생성되며 수동 움직임이 방해 받는 상태, 3은 정확한 저항점이 생기는 각도에서 근 경련이 10초 이하의 시간에서 나타나는 상태, 4는 정확한 저항점이 생기는 각도에서 근 경련이 10초 이상 시간 지속될 때, 5는 수동 관절 움직임이 불가능한 상태이다.

3. 자료분석

MAS와 MTS의 신뢰도를 알아보기 위하여 카파지수를 이용하였다. 두 가지의 척도가 다른 측정 수준(level of measurement)이기 때문에 Kappa 지수(K)를 사용하였고, 통계 패키지는 SPSS 14.0으로 계산되었다. Landis와 Koch¹⁵는 카파 지수를 0.00~0.20=매우 약함(slight), 0.21~0.40=약함(fair), 0.41~0.60=중간(moderate), 0.61~0.80=높음(substantial), 0.81~0.99=매우 높음(almost perfect)이라고 구분하였다.

또한 MTS에서 저항이 나타나는 각도 측정에 대한 신뢰도를 알아보기 위하여 급간 내 상관계수(ICC)를 이용하였다. 급간 내 상관계수는 0.00~0.39=낮음(low), 0.40~0.59=중간(moderate), 0.60~0.79=중상(moderately high) 그리고 0.80~1.00=높음(high)으로 구분되었다.¹⁶

III. 결과

MAS와 MTS의 검사자내 신뢰도 비교에서 MAS의 주관절 굴곡과 신전의 신뢰도는 검사자 1과 검사자 2에서 K=0.39~0.55(p<0.05)였고, MTS는 K=0.33~0.55(p<0.05)으로 두 척도 모두 약함(fair)에서 중간(moderate)이었다. 검사자간 신뢰도

에서 MAS의 주관절 굴곡과 신전은 모두 K=0.52(p<0.05)로 중간(moderate)을 보였고, MTS는K=0.54~0.66(p<0.05)로 중간(moderate)에서 높음(substantial)을 보였다(Table 3).

Table 3. Inter-rater and intra-rater reliability of the MAS and MTS (N=26)

Tester	Elbow motion	MAS			MTS		
		K	SE	p	K	SE	p
Tester 1	Flexion	0.55	0.12	0.00	0.55	0.12	0.00
Intra-rater	Extension	0.44	0.16	0.00	0.47	0.14	0.00
Tester 2	Flexion	0.49	0.13	0.00	0.33	0.11	0.01
Intra-rater	Extension	0.39	0.13	0.01	0.46	0.14	0.00
Inter-rater	Flexion	0.52	0.14	0.00	0.66	0.13	0.00
	Extension	0.52	0.13	0.00	0.54	0.16	0.00

MAS: Modified ashworth scale
 MTS: Modified tardieu scale
 K: Kappa
 SE: Standard error
 p<0.05

MTS에서 경직을 나타내는 각도 측정 시 검사자 1과 검사자 2의 검사자내 신뢰도는 주관절 굴곡과 신전에서 ICC=0.52~0.86로 중간(moderate)에서 높음(high)을 보였고 검사자간 신뢰도에서는 ICC=0.74~0.76으로 중상(moderately high)을 보였다(Table 4).

IV. 고찰

경직을 평가하고 치료 효과를 분석하는 것은 환자의 예후와 치료를 위해 중요하다. 그러나 경직을 평가하는 방법은 아직 어렵고 미해결된 과제로 남아 있다. 이번 연구의 목적은 임상에서 가장 널리 쓰이고 있는 MAS와 MTS 평가의 신뢰도를 비교해

Table 4. Inter-rater and intra-rater reliability of the angle of muscle reactions on MTS (N=26)

reliability	Elbow motion	ICC R2-R1	95% confidence interval	P
Tester 1	Flexion	0.81	0.62~0.91	0.00
	Extension	0.64	0.35~0.82	0.00
Tester 2	Flexion	0.52	0.18~0.75	0.00
	Extension	0.86	0.71~0.93	0.00
Inter-rater	Flexion	0.74	0.50~0.88	0.00
	Extension	0.76	0.53~0.88	0.00

MTS: Modified tardieu scale
 ICC: Intraclass correlation coefficient
 R2-R1: The difference between passive range of movement following slow velocity stretch and angle of catch following fast velocity stretch
 p<0.05

보는데 목적이 있다.

MAS는 경직을 평가하는 데 가장 빠르고 쉬우며 많은 연구에 널리 사용되는 방법이다.^{2,17} 많은 연구에서 MAS는 뇌졸중, 다발성 경화증, 척수손상 같은 다양한 환자 군에서 검사자간 신뢰도는 약함에서 중간으로 보고되었다.^{5-7,12}

Corry 등¹⁸에 의하면 뇌성마비 환자 대상의 실험에서 MTS는 MAS에 비교해 좀 더 정확하며 민감도가 높다고 보고하였고, Fosang 등¹⁴의 실험에서는 MAS보다 MTS가 높은 신뢰도를 보였다고 하였다. 하지만 본 연구에서 두 검사자가 평가한 점수의 검사자내 신뢰도는 MAS와 MTS 둘다 약함(fair)에서 중간(moderate)으로 나타났다. 검사자간 신뢰도에서는 MAS는 중간(moderate)을 보였고, MTS는 중간(moderate)에서 높음(substantial)으로 유의한 차이를 보여 MTS가 검사자간의 신뢰도에서 약간 높음을 알 수 있었다. Mehrholz 등⁸의 연구에서는 검사자내 신뢰도의 경우 MAS는 $K=0.47\sim0.62$ 로 중간(moderate)에서 높음(substantial), MTS에서는 $K=0.52\sim0.87$ 로 중간(moderate)에서 매우 높음(almost perfect), 검사자간 신뢰도에서는 MAS는 $K=0.16\sim0.42$, MTS는 $K=0.29\sim0.53$ 으로 두 척도 모두 약함(fair)에서 중간(moderate)으로 나왔다. 본 연구에서는 1년차와 5년차로 검사자를 나누어 검사 후 다시 검사를 하기까지 1주일의 간격을 두었지만 Mehrholz 등⁸의 연구에서는 같은 2년차의 검사자가 하루 간격으로 측정하였고 두 명의 환자는 같은 날 재측정하였기 때문에 두 연구의 결과에 차이가 있는 것으로 생각된다. 본 연구 결과에서 검사자내 신뢰도는 전반적으로 1년차와 5년차의 신뢰도 차이가 거의 없었다. 이는 임상 경험이 많다고 해서 반드시 높은 신뢰도를 보이는 것은 아니라는 것을 나타낸다고 볼 수 있다. 여러 연구에 따르면 실험자들의 숙련도에 따라 신뢰도의 수준은 영향을 받지 않는다고 하였고, 도구 사용의 연습시간을 늘리거나 검사방법의 친숙도가 신뢰도를 높이는데 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.⁹

MTS의 근육반응 각도 급간 내 상관계수의 검사자내 신뢰도는 $ICC=0.52\sim0.85$ 로 중간(moderate)에서 높음(high)을 보였고, 검사자간 신뢰도에서는 $ICC=0.74\sim0.76$ 로 중상(moderately high)을 보여 경직으로 인한 근육반응을 측정한 점수의 신뢰도보다 높게 나왔다.⁹ 이 결과는 Mehrholz 등⁸에서 보고된 각도 측정의 신뢰도와 비슷한 결과를 보였고, Ansari 등⁹의 연구에서도 보고한 R2-R1의 ICC값이 0.72로 높다고 한 것과 비슷한 결과를 보였다. MTS의 R1, R2-R1 값의 신뢰도는 임상적으로 매우 중요한 의미를 가진다. 근육이 신장될 때 R1 값은 경직의 반응으로 볼 수 있으며 R2-R1의 값은 근육 경직 양의 정도를 의미하기 때문이다. 또한 MTS의 R2-R1 값은 뇌성마비 아동의 근육에 보톡스 주사 적용 또는 수술적 중재 후 효과 평가나 경직 감소의 평가를 위한 도구로 유용하다고 하였다.

본 연구에서 MTS의 경직 반응에 대한 각도 신뢰도를 측정하는 R2-R1값을 결정할 때 R2 값인 전범위의 각도를 측각기로 측정 시 방법을 표준화 했음에도 불구하고 검사자간, 검사자내 측정 각도가 각각 다르게 나왔다. Kilgour 등¹⁹에 따르면 연구에 참여한 경험이 많은 물리치료사들이 관절 각도의 측정에서 끝 범위 각도를 결정하는 데 어려움이 있었다고 하였다. 여기에서 알 수 있듯이 검사자가 관절의 끝 범위 각도를 정확히 결정하는 것이 신뢰도를 측정하는데 영향을 미칠 수 있으며 정확한 관절 범위 각도의 결정이 신뢰도를 더 높일 수 있는 방법이라 생각된다.

본 연구에서는 여러 논문에서 보고되었던 것과는 달리 MAS와 MTS의 근육반응 점수에서 검사자내 신뢰도의 차이는 거의 없었고 임상적으로 의미를 가질 만큼 높은 수준의 신뢰도가 나오지 않았다. 검사자간 신뢰도에서는 MTS의 신뢰도가 약간 높았다. 그리고 MTS의 R2-R1값의 신뢰도는 상당히 높음을 알 수 있었다.

이번 연구를 통해 주목해야할 점은 비록 본 연구에서 검사자간, 검사자내의 신뢰도는 큰 차이가 없었지만 MTS가 1980년도 Lance에 의해 정의된 경직의 평가에 좀 더 가까운 방법이라는 것이다. MAS의 경우 경직의 특징인 Clonus의 평가 부분이 없었으며 평가 시 각 점수에 따른 근육반응 저항점의 기준이 모호했다. 또한 MTS의 R2-R1의 각도 값이 신뢰도가 높아 환자의 근육 긴장도를 감소시키는 치료 또는 의학적 중재 후 효과를 평가하기에 유용하다고 생각된다.

본 연구에서는 측정 환자들의 일괄적 컨디션 조절, 감정변화, 검사 시 주변 소음, 온도 등의 변수를 조절하기 힘든 점이 있었고 대상자의 수가 적었던 점과 대상이 편마비로 국한된 것이 제한점이었다고 생각된다. 앞으로 연구에서는 뇌졸중, 다발성 경화증, 척수손상, 외상성 뇌손상 등의 다양한 환자를 대상으로 신뢰도 연구가 필요하며 하지의 경직도 평가해야 할 것이다. 또한 MAS의 신뢰도를 연구한 문헌이 많은 반면 아직까지 MTS의 신뢰도를 평가한 연구가 미비해 앞으로 더 많은 연구가 필요하며, 신뢰도뿐만 아니라 타당도에 대한 연구도 필요하다고 생각된다.

V. 결론

본 연구에서는 편마비 환자들을 대상으로 주관절 굴곡과 신전을 이용하여 경직을 측정하는 데 있어 임상에서 자주 사용되는 MAS와 MTS의 검사자간, 검사자내 신뢰도를 측정하여 비교하고 알아보았다. MAS와 MTS의 근육반응 점수에서 검사자내 신뢰도는 차이는 거의 없었고 임상적으로 의미를 가질 만큼 높

은 수준의 신뢰도가 나오지 않았으며, 검사자간 신뢰도에서는 MTS의 신뢰도가 약간 높았다. 그리고 MTS의 R2-R1값의 각도 신뢰도는 상당히 높음을 알 수 있었다. 따라서 편마비 환자들을 대상으로 주관절 굴곡과 신전을 이용하여 경직을 측정할 시에는 MTS를 사용하는 것이 근육 긴장도를 평가하는 데 유용하다고 생각한다.

참고문헌

1. Park JW. Longitudinal motor function recovery in stroke patients with focal pons infarction. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009;21(4):111-5.
2. Sommerfeld DK, Eek EU, Svensson AK et al. Spasticity after stroke: Its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke.* 2004;35(1):134-9.
3. Smith AW, Kirtley C, Jamshidi M. Intrarater reliability of manual passive movement velocity in the clinical evaluation of knee extensor muscle tone. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(10):1428-31.
4. Mutlu A, Livanelioglu A, Gunel MK. Reliability of ashworth and modified ashworth scales in children with spastic cerebral palsy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:44.
5. Blackburn M, van Vliet P, Mockett SP. Reliability of measurements obtained with the modified ashworth scale in the lower extremities of people with stroke. *Phys Ther.* 2002;82(1):25-34.
6. Gregson JM, Leathley M, Moore AP et al. Reliability of the tone assessment scale and the modified ashworth scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(9):1013-6.
7. Haas BM, Bergstrom E, Jamous A et al. The inter rater reliability of the original and of the modified ashworth scale for the assessment of spasticity in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord.* 1996;34(9):560-4.
8. Mehrholz J, Wagner K, Meissner D et al. Reliability of the modified tardieu scale and the modified ashworth scale in adult patients with severe brain injury: a comparison study. *Clin Rehabil.* 2005;19(7):751-9.
9. Ansari NN, Naghdi S, Hasson S et al. The modified tardieu scale for the measurement of elbow flexor spasticity in adult patients with hemiplegia. *Brain Inj.* 2008;22(13-14):1007-12.
10. Haugh AB, Pandyan AD, Johnson GR. A systematic review of the tardieu scale for the measurement of spasticity. *Disabil Rehabil.* 2006;28(15):899-907.
11. Patrick E, Ada L. The tardieu scale differentiates contracture from spasticity whereas the ashworth scale is confounded by it. *Clin Rehabil.* 2006;20(2):173-82.
12. Mehrholz J, Major Y, Meissner D et al. The influence of contractures and variation in measurement stretching velocity on the reliability of the modified ashworth scale in patients with severe brain injury. *Clin Rehabil.* 2005;19(1):63-72.
13. Yam WK, Leung MS. Interrater reliability of modified ashworth scale and modified tardieu scale in children with spastic cerebral palsy. *J Child Neurol.* 2006;21(12):1031-5.
14. Ansari NN, Naghdi S, Hasson S et al. The modified tardieu scale for the measurement of elbow flexor spasticity in adult patients with hemiplegia. *Brain Inj.* 2008;22(13-14):1007-12.
15. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33(1):159-74.
16. Feinstein AR. *Clinometrics.* New Haven, Yale University Press, 1987.
17. Brashear A, Zafonte R, Corcoran M et al. Inter- and intrarater reliability of the ashworth scale and the disability assessment scale in patients with upper-limb poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(10):1349-54.
18. Corry IS, Cosgrove AP, Duffy cm et al. Botulinum toxin a in hamstring spasticity. *Gait Posture.* 1999;10(3):206-10.
19. Kilgour G, McNair P, Stott NS. Intrarater reliability of lower limb sagittal range-of-motion measures in children with spastic diplegia. *Dev Med Child Neurol.* 2003;45(6):391-9.