

머리-목 회전이 편부전마비 환자의 팔꿈치 신전근력에 미치는 영향

유욱재
연세대학교 보건과학대학 재활학과
이상은
연세의료원 영동세브란스 물리치료실
이정원
연세의료원 재활병원 물리치료팀

Abstract

Influence of Head-Neck Rotation on Static Elbow Extension Force in Patients with Hemiparesis

Yoo Wook-jae, B.H.Sc., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation, College of Health Science, Yonsei University

Lee Sang-eun, B.H.Sc., R.P.T.

Dept. of Physical Therapy, Youngdong Severance Hospital, Yonsei University Medical Center

Lee Jeong-weon, B.H.Sc., R.P.T., O.T.R.

Dept. of Physical Therapy, Yonsei Rehabilitation Hospital, Yonsei University Medical Center

The purpose of this investigation was to examine the influence of head and neck(HN) position in the transverse plane on the static production of elbow extension force in the involved(paretic) upper extremity of patients with hemiparesis. On this study, thirty patients who had experienced a cerebrovascular accident were matched with neurologically intact subjects. Force of static elbow extension was tested with a hand-held dynamometer, twice with the HN rotated toward the paretic side and twice with the HN rotated toward the non-paretic side. Elbow extension force differed significantly with the HN in the two position in patients with hemiparesis but not in normal persons($\alpha=0.05$). Results of this study support the conclusion that HN position in the transverse plane influences the production of static elbow extension force on the paretic side in patients with hemiparesis.

Key Words : Hemiplegia; ATNR; Static force.

I. 서론

머리와 목의 위치에 따른 사지 근육 활동의 변화는 Magnus와 de Kleijin(1912)에 의해 긴장성 목반사라는 이름으로 처음 제기되었다. 이들은 대뇌 피질이 제거된 토끼 연구에서 지질의 근긴장도가 머리의 위치에 따라 달라지며, 이 반사가 목에 위치한 고유감각 수용기의 자극에 의해 일어난다고 주장하였다. 이 주장은 McCouch등(1951)의 마로가 제거된 고양이 연구에서 다시 한번 확인되었다. 그중 머리-목 회전에 따른 지질의 변화를 비대칭성 긴장성 목반사(asymmetrical tonic neck reflex, ATNR)라 하는데, 전통적인 형태는 머리와 목이 회전되었을 때 얼굴 쪽 지질에서는 신전과 외전이, 머리 쪽에서는 굴곡과 내전이 나타나는 것이다. 이 반사는 사지 전체에서 모두 보이지만 하지보다는 상지에서 더욱 뚜렷이 나타난다(Rider, 1972).

일반적으로 원시 반사들은 보다 성숙된 정위반사와 평형반응에 의해 억제됨에 따라 점차 감소하게 되나(Fiorentino, 1973), 사라지는 것이 아니라 상위 중추가 성숙함에 따라 통합되는 것이다(Ayres, 1972). 비대칭성 긴장성 목반사도 다른 정상 유아의 원시반사처럼 출현과 통합의 과정을 거치는데 그 시기에 대해서는 학자들마다 조금씩 의견을 달리하고 있다. 비대칭성 긴장성 목반사의 출현과 통합시기에 대해서는 정도의 차이는 있으나 대체로 생후 5개월 수준에서 사라진다는 것과, 그 이후에 이 반사가 나타나는 것은 비정상적인 발달의 징후라는 것에는 의견을 보이고 있지 않다. 그러나 비대칭성 긴장성 목반사가 통합된 이후에 정상적으로 이 반사가 나타날 수 있는가에 대해서는 아직도 논란의 여지가 많이 남아 있다.

Wells(1944)는 정상 성인에게 긴장성 목반사가 일어날 수 있음을 처음으로 제시하였고 Paramenter(1975)는 6-10세의 아동들을 대상으로 연구한 결과, 아동들이 손을 무릎에 없

고 꿰어앉아 있을 때 머리와 목을 돌린 쪽의 지질에서 비대칭성 긴장성 목반사가 일어날 수 있다고 주장했다. 5-6세와 7-8세의 정상아와 뇌성마비 아동과의 비교 연구에서 권오윤과 정낙수(1990)도 뇌성마비 아동에 비해 그 정도는 약하지만 정상 아동에게도 이 비대칭성 긴장성 목반사를 발견할 수 있었다. Deutsch 등(1987)은 18-35세의 학생 48명을 대상으로 머리-목 위치가 등척성과 등장성 운동에 미치는 영향에 대한 연구에서 비대칭성 긴장성 목반사의 영향을 발견할 수 있었으며, 상지 치료계획 수립시 이점을 고려해야 한다고 주장했다.

반면, Geddes와 O'Grady(1979)는 20-32세의 정상 성인을 대상으로 실험한 결과 긴장성 목반사의 징후는 발견할 수 없었다고 했다. Anderson과 Bohannon(1989)은 21-55세의 정상 성인 30명을 대상으로 엎드린 자세에서 머리 회전이 팔꿈치 신전근의 근력에 주는 영향에 대한 연구를 통해 비대칭성 긴장성 목반사가 성인에게 영향을 주지 않는다고 결론지었다.

앞에서 언급한 바와 같이 반사란 어떤 자극에 대한 반응이며, 신생아 때 나타나는 원시반사는 아동이 정상 발달하면서 그 영향력이 점차 감소되어 더 높은 수준의 정위 또는 평형반응으로 통합된다. 그러나 상위중추 신경계에서 억제하는 통제기능이 손상을 받거나 지연되었을 때 원시반사들은 통합되지 않고 정상발달이나 감각통합을 방해한다(Fiorentino, 1973). 그러므로 뇌성마비 아동들에게 이 반사는 뚜렷이 나타나며(권오윤과 정낙수, 1990; Bobath, 1971; Gesell, 1938) 신경학적 손상 수준과 회복 정도를 평가하는데 중요한 지표의 하나로 검사되고 있다(Paramenter, 1983; Rider, 1972). 그러나 뇌성마비와는 달리 정상발달을 거친 후에 질병이나 사고 등으로 인하여 뇌손상을 받은 환자에게서도 같은 반응을 볼 수 있는가에 대해서는 여러가지 주장이 제기되고 있다. 뇌혈관 장애로 인한 편마비와 비대칭성 긴장성 목반사와의 관

계에 대해서는 Bobath와 Brunnstrom의 주장이 대표적이다(Warren, 1984). Brunnstrom(1970)은 이 반사를 비롯한 다른 원시반사들이 뇌혈관 장애 후에 나타나는 것은 운동조절이 다시 통합 이전의 상태로 회귀하는 것을 뜻하며, 이 반응을 운동이나 동작에 이용하여 정상적인 조절 형태를 재 구축시키려 하였다. 다시 말해 편마비 환자의 의지적인 팔꿈치 신전에 머리-목 회전에 따른 지질의 변화를 이용한다는 것이다. 이와는 반대로 Bobath(1978)는 편마비 환자에게 비대칭성 긴장성 목반사가 나타나는 것은 인정하였으나, 이 반사가 정상적인 고위중추 수준의 정위반응과 평형반응의 통합을 방해한다고 주장했다. 따라서 머리-목 회전을 이용하여 동작을 유발시키는 것은 원시적이고 전형적인 형태를 강화하여 선택적인 동작으로의 진행을 차단한다고 하였다. 이외에도 많은 연구에서 머리-목 회전이 사지 근육 활동의 변화에 영향을 미친다고 주장하고 있다(Rider, 1972; Gillette, 1964). 특히 Walshe(1923)는 편마비 환자에서 비대칭성 긴장성 목반사와 강직과의 관계를 관찰하여 머리-목 회전이 지절에 나타나는 강직의 강도와 분포에 변화를 준다고 했으며 이것은 Twitchell(1951)에 의해 재확인되었다.

그러나 최근에 Warren(1984)은 근전도를 이용하여 각각 14명씩의 편마비 환자와 정상대조군에서 머리-목 회전과 비대칭성 긴장성 목반사와의 관계를 연구한 결과, 편마비 환자와 정상인 모두에게서 비대칭성 긴장성 목반사의 징후를 발견할 수 없었으며, Bohannon과 Andrews(1989)도 31명의 편마비 환자를 대상으로 머리-목 회전이 마비된 쪽의 팔꿈치 굽힘 근력의 변화를 일으키지 않았다고 주장했다.

이와같이 원시반사가 통합된 이후의 정상인에게서나 뇌손상으로 인한 편마비 환자들에게서 머리-목 회전이 사지 근육의 활동에 영향을 주는가에 대해서는 학자들마다 상이한 주장을 하고 있다. 따라서 본 연구의 목적

은 일반적으로 쉽게 취할 수 있는 자세(Bohannon, 1986)에서, 임상적으로 많이 고려되는 근력검사(Clarkson 과 Gilewich, 1989)를 통하여 정상 성인과 편마비 환자에게서 머리-목 회전이 사지 근육의 활동에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는데 있다. 만일 비대칭성 긴장성 목반사가 근육의 활동에 영향을 미친다는 것을 보인다면 임상에서의 평가와 치료과정에서 머리와 목의 위치가 고려 되어야 할 것이다(Kottke 등, 1988).

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 기간

본 연구의 대상은 뇌혈관장애로 인하여 편마비 증상이 있다고 진단을 받고 국립재활병원, 원주 기독교병원, 의정부 성모병원, 상지대학교 부설 한방병원에서 재활치료를 받고 있는 환자 30명과 이 연구의 취지를 알고 참여하겠다고 자원한 머리회전과 상지운동의 영향을 미치는 정형 외과적 신경 생리학적 문제가 없는 정상인 30명을 대상으로 하였다(표 1, 2, 3, 4).

본 연구에 참가한 편마비 환자는 다음의 선정조건을 갖추었다.

첫째, 뇌혈관 장애로 인하여 이차적으로 편마비가 된 환자.

둘째, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있는 환자.

셋째, 머리-목 회전이 수의적으로 가능한 환자.

넷째, 환측의 팔꿈치 신전근력이 1.0 kg 이상의 힘을 낼 수 있는 환자.

2. 실험방법

모든 피험자들은 치료대에 편안하게 바른 누운 자세로 어깨는 30° 정도 외전시킨 후 팔꿈치는 90° 굴곡시키고 전완은 중립 위치에 두었다. 무작위로 머리와 목의 위치를 설정한 후 Hand-held dynamometer를 외측

경상돌기(styloid process)바로 윗부분에 수직으로 대었다. 대리작용을 방지하기 위하여 어깨와 팔의 앞쪽을 고정하였다. 구두지시와 함께 최소한 3초 이상의 팔꿈치 신전근의 등척성 운동을 하게 하였으며, 지속적으로 최대 근력을 유지시키기 위하여 구두지시를 3초 이후에도 계속 주고 운동 시작 4-5초 후

에 측정자 임의로 Dynamometer를 이탈시켰다. 30초의 휴식을 취한 후 같은 자세에서 재측정을 하고, 다시 1분간의 휴식후 머리와 목의 위치를 반대 방향으로 놓고 다시 측정하였다. 시각적인 되먹임을 제거하기 위하여 피험자의 눈은 가리고 실시하였다(그림1).



그림1. 피험자의 측정 자세

3. 분석방법

편마비 환자와 정상인 각각의 머리-목 회전에 따른 팔꿈치 신전근의 변화를 비교하기 위하여 짝비교 t검정을 하였으며 통계 처리에는 SPSS/PC+를 사용했다. 통계학적 유의성을 검정하기 위하여 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

가. 편마비 환자의 성별 및 연령분포
연구대상자 30명중 남자가 15명(50%), 여자가 15명(50%) 이었으며 연령분포는 33세에서 81세까지로 평균연령은 64.2세였다(표1).

표1. 편마비 환자의 성별 및 연령별 분포

(단위: 명)

	남(%)	여(%)	계(%)
65세 미만	8(26.7)	7(23.3)	15 (50.0)
65세 - 74세	4(13.3)	4(13.3)	8 (26.7)
75세 이상	3(10.0)	4(13.3)	7 (23.3)
계	15(50.0)	15(50.0)	30(100.0)

평균연령: 64.2 ± 11.5(세)

나. 편마비의 환측 분류

연구대상자 30명중 우측편마비 환자가 17명(56.7%), 좌측편마비 환자가 13명(43.3%)으로 우측편마비 환자가 좌측편마비 환자보다 4명 많았다(표2).

표2. 편마비의 환측분류

	환자수(명)	백분율(%)
우측편마비	17	56.7
좌측편마비	13	43.3
계	30	100.0

다. 발병후 기간

1996년 7월 31일 기준으로 환자의 발병후

기간을 보면 최저 1개월에서 최고 110개월까지였다(표3).

표3. 발병후 기간

	환자수(명)	백분율(%)
6개월 이하	13	43.3
7개월 - 18개월	9	30.0
19개월 이상	8	26.7
계	30	100.0

라. 대조군의 일반적인 특성

연구대상자 30명 중 남자가 7명(23.3%),

여자가 23명(76.7%)이었으며, 연령분포는 53세에서 83세까지로 평균연령은 72.6세였다(표4).

표4. 대조군의 일반적인 특성

성	나이(세) ± 표준편차
남 (n=7)	71.6 ± 9.32
여 (n=23)	73.0 ± 5.30

평균연령: 72.6 ± 6.30(세)

2. 실험군에서 머리-목 회전에 따른 팔꿈치 근력차에 대한 비교

편마비 환자에게서 얼굴이 실험지절을 향

했을 때의 측정값과 후두부가 실험지절을 향했을 때의 근력 측정값간의 차이에는 $p < 0.05$ 로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표5).

표5. 편마비 환자에게서 머리-목 위치에 따른 근력 비교 (N=30)

	근력(kg, 평균±표준편차)	자유도	t-값	Prob.
얼굴측	5.4933 ± 2.365	29	4.72	0.000
후두측	4.7000 ± 2.434			

*p<0.05

3. 대조군에서 머리-목 위치에 따른 근력 비교

정상인에게서 얼굴이 실험지절을 향했을

때의 측정값과 후두부가 실험지절을 향했을 때의 근력 측정값간의 차이에는 P>0.05로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표6).

표6. 정상인에게서 머리-목 위치에 따른 근력 비교 (N=30)

	근력(kg, 평균±표준편차)	자유도	t-값	Prob.
얼굴측(n=30)	7.2817 ± 3.616	29	- 0.32	0.750
후두측(n=30)	7.3367 ± 3.756			

*p>0.05

IV. 고찰

1. 실험방법에 대한 고찰

본 연구에서는 Hand-Held Dynamometer를 사용하여 머리-목 회전에 따른 팔꿈치 신전근력의 차이를 등척성 운동을 통하여 알아보려 하였다. Hand-Held Dynamometer는 많은 학자들에 의하여 그 신뢰도가 높다고 인정되었으며(Trudelle-Jackson 등, 1994; Bohannon, 1986), 여러 연구에서 등척성 운동시 근력측정에 자주 사용되었다(이정원 등, 1996; Andrews 등, 1996; Brinkmann, 1994; Bohannon 등, 1991). 다만 다른 연구들이 대부분 굽힘근을 대상으로 실험한 것과는 달리 본 연구에서는 신전근을 측정하였다. Fellow 등(1994)이 25명의 편마비 환자를 대상으로 팔꿈치의 수의적인 운동에 영향을 주는 것은 길항근의 고긴장도라기 보다는 주동근의 긴장도에 따른다는 연구에 바탕을 둔 것으로

일반적으로 편마비 환자들이 상지 근육의 굽힘근에서 협력작용(synergy pattern)을 통한 고긴장도를 나타내기 때문에 굽힘근을 측정한다는 것은 제한을 유발할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 신전근을 택하였다.

그러나, 많은 편마비 환자들이 피질조절(cortical control) 장애에 의한 흉쇄유돌근의 약화가 초래되어 능동적인 머리-목 회전이 힘들게 된다(Mastaglia 등, 1986). 따라서 본 연구에서 환측방향으로 머리-목 회전을 시도하였을 때 회전된 상태를 유지하기 힘들어서 머리를 중립방향으로 돌리려는 경향이 강해져 완전한 머리-목 회전이 유발되지 않을 가능성도 배제할 수 없다. 또한 완전히 팔꿈치 신전근만 사용하는 것이 아니라 어깨관절의 외회전근 또는 내회전근을 함께 사용할 수 있었기에 측정시 어깨와 상완을 고정하였다.

실험결과를 분석함에 있어서 한쪽 방향에서 2회 측정된 후 그 측정값의 평균으로 모

든 분석의 측정치로 삼았는데 이는 연세대학교 원주캠퍼스에 재학 중인 30명의 남,녀를 대상으로 예비조사를 한 결과 급간내 상관계수(intraclass correlation coefficients)가 실험지철과 얼굴이 일치하였을 때 0.99, 그 반대방향에서는 0.98로 높은 상관관계를 보여 평균을 측정값으로 사용하는데 문제가 없었다.

2. 실험결과에 대한 고찰

머리-목 회전에 따른 사지의 근 긴장도 변화는 앞서 서론에서 언급한 것과 같이 중추신경계의 수준을 평가하는 척도로서의 역할을 수행하고 동시에 Gesell(1938)이 강조했듯이 기능적인 측면에도 영향을 준다. 특히 편마비 환자의 경우 협력작용의 하나로 얼굴과 목이 환측으로부터 돌아가 있는 경향이 뚜렷하기 때문에 비대칭성 긴장성 목반사가 편마비 환자에게 영향을 미친다면 목의 위치가 일정하게 유지되는 경향은 환측의 굴곡 경향을 더욱 강화될 것이다. 본 연구는 머리-목 회전에 따른 팔꿈치 근력의 변화를 살펴보아 비대칭성 긴장성 목반사가 편마비 환자에게 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 또한 대조군으로 비슷한 연령의 정상인을 대상으로 같은 실험을 하여 편마비 환자에게 단독적으로 반사의 영향이 이루어지는지의 여부를 보이고, 나아가 원시반사가 통합된 이후에 일정한 상황에서 다시 그 반사가 나타날 수 있는가도 함께 알아보았다.

결과에서 알 수 있듯이 바로 누워있을 때 편마비 환자에게서 머리-목 회전에 따라 팔꿈치 신전근력의 차이가 있었으며, 이것은 Bohannon과 Andrews(1989)가 같은 실험 방법으로 팔꿈치 굽힘근에 행했던 실험을 반박하는 것이다. 반면 정상인에 경우에는 그 차이를 볼 수 없었다. 이것 역시 이전에 행해졌던 많은 실험들의 결과를 인정(Anderson과 Bohannon, 1989; Geddes와 O'Grady, 1989)또는 반박(권오윤과 정낙수, 1990; Deutsch, 1987; Parementer, 1975)하는 것이다.

그러나, 뇌혈관 장애의 영향이 여러 가지 요인들에 따라서 달라질 수 있음을 선행연구에서 간과하였기 때문에 본 연구에서는 그 요인들에 대해서도 함께 알아보았다.

먼저, 뇌혈관 장애에 의한 좌, 우측 손상 영역에 따른 나타나는 증상의 차이가 있다는 점이다. 보통 좌측 편마비 환자의 경우 공간 인식능력 결여를 비롯하여 전체적인 지각능력이 상대적으로 떨어진다. 그리고 우측 편마비 환자는 운동신경 장애와 운동초기에 실행의 어려움, 운동지연, 그리고 방향감각 결핍 등의 특징을 지니고 있다(Umphred, 1990). 상기 사항들은 편마비 환자의 손상측에 따라 다른 실험결과를 보일 수 있음을 보여주고 있다. 그러나, 본 연구에서 좌, 우측편마비 환자간의 팔꿈치 근력차에 대한 차이는 보이지 않았다. 물론 전체적인 근력의 수치의 차이는 보였으나 머리-목 회전에 따른 근력차에는 손상영역의 위치가 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

또, 발병후의 기간을 1-6개월, 7-18개월, 19개월 이상의 세 집단으로 나누어 비교해 본 결과 집단간의 비대칭성 긴장성 목반사의 영향을 발견할 수 없었다. 이것은 Bohannon(1987)이 186명의 편마비 환자의 상지 운동능력을 평가한 연구에서 상지 운동능력은 발병후의 기간보다는 입원후의 치료기간에 따라서 좌우된다고 주장한 바와 일치하나 앞으로 치료기간에 따른 비교가 필요함을 과제로 남겼다.

이외에도 환자의 나이를 65세 이하, 66-75세, 76세 이상의 세 집단으로 나누어 분석했으며, 성별에 따른 차이도 비교해 보았는데, 이 요소들도 통계학적으로 머리-목 회전에 따른 팔꿈치 근력차에 영향을 미치지 않는다고 분석되었다. 다만 나이에 따른 집단간 비교에서 65세 이하 집단과 76세 이상 집단을 유의수준 0.1로 놓고 분석하였을 때 근력차간에 차이를 발견하였다. 그러나 연구대상자의 수가 적으며 65세 미만 집단의 수가 나머지 두 집단의 합 의 수와 같기 때문에 그룹

간의 비교는 신뢰성이 떨어진다. 따라서 이 점 역시 보다 자세한 검토가 필요하다고 할 수 있다.

본 연구는 앞서 설명한 요소들이 실험결과에 영향을 주지 않았기 때문에 전체 편마비 환자들을 요소간의 구분 없이 측정값을 평가하였다. 그러나 검토한 이외의 요소들, 특히 뇌혈관장애의 발병원인, 발병횟수, 고유수용성감각 손상정도, 경직의 정도, 우세(dominant)여부 등에 따른 연구가 더 필요하다고 여겨진다. 또한 고정적인 자세와 운동방법으로 비대칭성 긴장성 목반사의 영향을 검사하는 대신, 역동적인 운동에서의 변화에 대해서도 연구되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 머리-목회전에 의한 상지근력의 변화를 팔꿈치 신전근을 통하여 알아보고자 하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 정상성인에게서 머리-목 회전은 팔꿈치 신전근력에 영향을 주지 않았다($p > 0.05$).

둘째, 편마비 환자에게서 머리-목을 손상된 지질 방향으로 돌렸을 때에서 그 반대 방향으로 돌렸을 때보다 팔꿈치 신전근력이 더 크게 나타났다($p < 0.05$).

본 연구의 결과로 편마비 환자를 평가하고 치료함에 있어서 머리-목의 회전위치, 즉 비대칭성 긴장성 목반사의 영향이 고려되어야 한다.

인용문헌

권오윤, 정낙수. 정상아동과 뇌성마비 아동의 비대칭성 긴장성 경반사에 관한 비교연구. 대한물리치료사협회지. 1990;11:1-8.
이정원, 김중휘, 원종임. 성인편마비의 몸통 근력과 다리 체중부하 특성에 관한 연구

한국 BOBATH 학회지. 1996;1(1):13-24.
Andrews W, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for the isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. Phys Ther. 1996;76:248-259.
Ayres AJ. Sensory Integration and Learning Disorders. Los Angeles, Western Psychological Services; 1972.
Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment. 2nd ed. London: William Hein mann Books; 1978.
Bohannon RW, Anderson LR. Head and neck position does not influence maximum static elbow extension force measured in healthy individuals tested while prone. Occup Ther J Res. 1989; 9:371-376.
Bohannon RW, Andrews AW. Influence of head-neck rotation on static elbow flexion force of paretic side in patients with hemiparesis. Phys Ther. 1989;69: 135-137.
Bohannon RW, Smith MB. Upper extremity strength deficits in hemiplegic stroke patients: Relationship between admission and discharge assessment and time since onset. Arch Phys Med Rehabil. 1987;68:155-157.
Bohannon RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. Phys Ther. 1986;66:206-209.
Bohannon RW, Warren ME, Cogman KA. Motor variables correlated with the hand-to-mouth maneuver in stroke patients. Arch Phys Med Rehabil. 1991; 72:682-684.
Brinkmann JR. Comparison of a hand-held and fixed dynamometer in measuring strength of patients with neuromuscular

- disease. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19:100-104.
- Brunnstrom S. *Movement Therapy in Hemiplegia.* New York, NY: Harper and Row; 1970.
- Clarkson HM, Gilewich GB. Musculoskeletal assessment. Joint range of motion and manual muscle strength assessment. *Phys Ther.* 1986;66:206-209.
- Deutsch H, Kilani H, Moustafa E, et al. Effect of head-neck position on elbow flexor muscle torque production. *Phys Ther.* 1987;67:517-521.
- Fellows SJ, Thilmann AF. Voluntary movement at the elbow in spastic hemiparesis. *Ann Neurol.* 1994;36:397-407.
- Fiorentino MR. *Reflex Testing Methods for Evaluating Central Nervous System Development.* 2nd ed. Springfield, Charles C Thomas Publishers; 1973.
- Geddes D, O'Gray W. Manifestation of tonic neck reflexes in normal adults during physical activity. *Am Correct Ther J.* 1979;33:184-187.
- Gesell A. The tonic neck reflex in the human infant. *J Pediatr.* 1938;13:455-464.
- Gillette H. Recovery of motion following cerebral insult: An appraisal of current methods of management. *Arch Phys Med Rehabil.* 1964;45:167-178.
- Kottke FJ, Stillwell GK, Lehmann JF. *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation.* 4th ed. W.B. Saunders Co; 1988.
- Magnus R. Croonian lecture-animal posture. *Proc Roy Soc. London, series B.* 1925; 98:339-353.
- Mastaglia FL, Knezevic W, Thompson PD. Weakness of head turning in hemiplegia: A quantitative study. *J Neuro.* 1986;49: 195-197.
- McCouch GP, Deering JD, Ling TH. Location of receptors for tonic neck reflex. *J Neurophysiol.* 1951;14:191-195.
- Paramenter CL. The asymmetrical tonic reflex in normal first and third grade children. *Am J Occup Ther.* 1975;29: 463-468.
- Paramenter CL. Asymmetrical tonic neck reflex rating scale. *Am J Occup Ther.* 1983;37:462-465.
- Rider BA. Relation of postural reflex to learning disabilities. *Am J Occup Ther.* 1972;26:239-243.
- Trudelle-Jackson E, Frankowski CM, Jackson AW, et al. Interdevice reliability and validity assessment of the Nicholas hand-held dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20: 302-306.
- Twitchell T. The restoration of motor function following hemiplegia in men. *Brain.* 1951;74:443-480.
- Umphred DA. *Neurological Rehabilitation.* 2nd ed. CV Mosby Co; 1990.
- Walshe FMR. On certain tonic or postural reflexes in hemiplegia with special reference to associated reactions. *Brain.* 1923;46:2-37.
- Warren MC. A comparative study on the presence of the asymmetrical tonic neck reflex in adult hemiplegia. *Am J Occup Ther.* 1984;38:386-392.
- Wells HS. The demonstration of the tonic neck and labyrinth reflexes and positive heliotropic response in normal human subject. *Science.* 1944;97:36-37.