한국BOBATH학회지 제4권 제1호
J Korean Acad Bobath Vol. 4 No.1, 1999

경직형 양측마비 환아의 보툴리눔 톡신 A 효과의 지속성에 따른 보행상태

송미영 · 이유라 · 두정희 · 임선규
연세의료원 재활병원 물리치료팀

Abstract

Change of Gait Pattern Based on Continous Effect of Botulinum Toxin A on Spastic Diplegia

Mi-Young Song · Yu-Ra Lee · Jung-Hee Doo · Sun-kyu Lim
Dept. of Physical Therapy, Yonsei Rehabilitation Hospital, Yonsei University Medical Center

The purpose of this research is to determine the effectiveness of botulinum toxin A injection at least for six-month period by observing spasticity and gait pattern in child with cerebral palsy. The subject of this research was a child with spastic diplegia. She was five years old who could walk by herself. Botulinum toxin A injection was administered on both gastrocnemius muscles and adductor longus. Spasticity was measured by using Modified Ashworth scale, and passive range of motion was measured by using goniometer. The capacity of movement and characteristics of walking were measured by using GMFM(gross motor function measure) and footprint. Follow up assessments were performed at 6 and 9 months after injection. In result, it was increased that one dimention of GMFM which is walking, running, and jumping from 62 points to 64 points. The changes of walking status using footprint were observed. The speed, cadence, step length, stride length, and base of support were decreased while the degree of the foot angle was increased. In conclusion, botulinum toxin A on spastic diplegia is thought to decrease spasticity and to increase the capacity to walk and move for a long period of time. And the more research should be done on more various cases and parts in the future.

Key Words: Botulinum toxin A, Spastic diplegia, Pattern of gait and movement

I. 서 론

보툴리눔 톡신은 clostridum에서 생성된 polypeptide로써 그 종류는 A, B, C, D, E,

F, G로써 7종류가 있으며 그 중 가장 강력하며 널리 사용되는 것은 A형이다. 그 작용기전은 신경근육 시냅스부위의 시냅스 전부위에서 아세틸콜린의 분비를 차단하여(Sellin, 1981; 서정환 등, 1998) 수개월후 신경의 말단발아에 의해 새로운 신경근 접합이 형성됨으로써 가역적 근 마비를 가져오는 것으로 알려져 있다(Melling, 1998).

Koman 등(1993)은 1993년에 뇌성마비 아동에게 처음으로 보툴리늄 톡신을 주사하여 경직의 감소를 보고하였으며 그 이후 경직형이나 무정위 운동형 뇌성마비아동을 대상으로 한 연구에서 보툴리늄 효과를 보고하였다(Wong, 1998). Denislic과 Meh(1995)는 무정위 운동형 뇌성마비 아동에서 손의 움직임 및 발자세를 개선시켜 기능적 장애의 향상을 보고하였다. 최근들어 보툴리늄 톡신 A 주사는 뇌성마비, 뇌졸중, 외상성 뇌손상, 다발성 경화증, 배뇨괄약근 실조증에서 경직을 완화시키는 새로운 치료방법으로 이용되고 있다(Dunne 등, 1995; Dykstra 등, 1990; Grazko 등, 1995; Neville, 1994; Pierson 등, 1996; Snow 등, 1990).

뇌성마비 아동에서 나타나는 경직을 감소시키기 위하여 물리치료, 경구약물 제재, 신경절단술 및 선택적 후근절제술, 약제를 이용한 신경차단, 보조기, 정형외과적 수술, 전기자극 요법등이 이용되어왔다. 그러나 약물요법이나 화학적 신경차단 및 운동점 차단 등에서 부작용이 나타나고 있어 최근에는 보툴리늄 톡신 A 주사가 근육경직과 과긴장을 감소시켜 운동조절을 향상시킬 뿐만 아니라 근육의 종적성장을 증대시켜 고정구축의 발생빈도와 정도를 줄여주어 가동력과 일상생활의 독립성을 증진시켜주는 새로운 치료 방법의 하나로 이용되고 있다(이재호 등, 1998; Denislic, 1995).

보툴리늄 톡신 A 주사직후 뇌성마비아에게서 근경직 완화와 보행상태의 향상이 나타나며, 약효기간은 대개 3개월부터 6개월까지로 알려져 있다(Joseph, 1994). 그러나 습득된 운동능력의 향상 및 보행상태의 변화에 대해 장기적인 효과를 기대할 수 있는지에 대한 의문이 제기되어진 바 본 연구에서는 뇌성마비아의 경직과 보행양상의 관찰을 통해 보툴리늄 톡신 A 주사의 효과가 6개월 이상 지속되는지를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연세의료원 재활의학과에서 뇌성마비 진단을 받았고 스스로 보행이 가능한 5세된 여자환아 1명을 대상으로 하였으며, 1999년 1월에 보툴리늄 톡신 A 주사를 양쪽 비복근과 양쪽 장내전근에 시행하였다(표 1).

이 환아는 1)족관절 저굴근의 경직, 2)보

표 1. Patient Clincal Data

Age(yrs)/sex	Diagnosis	Muscles injected	Total amount injected
5 /F	spastic diplegia	Adductor longus Gastrocnemius	25U 75U

행장애, 3)족관절 고정변형이 없는 상태에서 주사를 시행하였으며, Modified Ashworth Scale, PROM(passive range of motion), GMFM(gross motor function measure) 을 사용하여 주사전,후에 보행 및 운동능력이 향상된 아동이었다.

2. 연구방법

연구방법으로써 Modified Ashworth Scale 를 이용하여 경직도를 측정하였고, 도수 측각계를 이용하여 관절의 수동적 운동범위를 측정하였으며, 운동능력의 변화를 보기 위하여 Russel 등(1989)이 고안한 GMFM 도구를 이용하여 그 중에서 2가지 영역인 서기, 걷기 · 달리기 · 뛰기 항목을 평가하였다. 이 평가는 주사전과 주사후 3개월, 6개월, 9개월에 시행하였다.

보행특성을 알아보기 위하여 Boening(1977)의 방법인 footprint를 이용하였으며, 그 방법은 다음과 같이 실시하였다.

1) 평평한 물리치료실 바닥에 길이 600cm, 폭 80cm의 흰색 벽지를 깔고 테이프로 바닥에 고정시킨다.

2) 보행전 검사자는 피검자에게 "편안하게 걸으세요."라고 말한다.

3) 검사시 대상자의 주위에 가족과 검사자 이외에는 없도록 하며, 검사도중 가족은 말하지 않도록 한다.

4) 연구대상자를 맨발인 걸음으로 2회 왕복하게 하여 상황에 익숙하게 한다.

5) 그 다음 양발의 뒷꿈치부분과 발가락부위에 인주를 묻힌다.

6) 맨발로 바로 선 자세에서 피검자에게 처음 지시한 사항과 동일하게 "편안하게 걸으세요."라고 말한다. 이때 보행속도를 전자초시계(Digital stop watch)로 처음 세 번째 걸음의 heel-strike때부터 끝부분 15cm선 마지막 걸음의 toe-off까지로 한다. Footprint를 하여 종이에 찍힌 발자욱 가운데 처음 세 번째 걸음의 heel-strike와 마지막 15cm를 제외한 가운데 거리로 속도와 걸음수를 계산하였으며, 가운데 3쌍의 발자욱을 가지고 걸음, 보폭, 지지면, 발각도를 측정한다.

보툴리눔 톡신 A 주사후 향상된 보행상태가 계속 지속되는지의 여부를 알아보기 위하여 footprint를 6개월과 9개월에 평가하여 비교하였다.

3. 용어의 정의

1) 속도(gait velocity) : 보행한 거리를 소요된 시간으로 나눈값을 말하며, cm/sec로 표시한다.

2) 걸음수(cadence) : 보행한 거리에 찍힌 발자욱 수를 시간으로 나누어 표시하며, 걸음/분으로 표시한다.

3) 보폭(stride length) : 발뒤꿈치에서 같은쪽 발의 다음 발자욱 뒷꿈치까지의 간격을 말한다.

4) 걸음(step length) : 발뒤꿈치에서 반대쪽 발의 다음 발자욱 뒷꿈치까지의 간격을 말한다.

5) 지지면(base of support) : 발뒷꿈치의 가운데 부분에서 두 번째 발가락의 중족지관절까지 그은 선의 1/3지점을 표시하며, 다음 보폭에 같은 지점을 연결하여 반대편 선까지의 직각거리를 두발사이의 체중지지면으로 한다.

6) 발각도(foot angle) : 발뒷꿈치의 가운데 부분에서 두 번째 발가락의 중족지관절까지 그은 선의 1/3지점을 표시하여, 다음 보폭에 같은 지점을 연결하여 반대편 선까지의 직각거리를 두발사이의 체중지지면으로 한다.

4. 분석방법

본 연구에서 얻은 결과 등은 선 그래프를 이용하여 비교하였다.

III. 결 과

1. 환아의 주사 전후의 경직도 상태

경직의 정도를 Modified Ashworth scale로 측정한 결과 주사전 점수 3, 주사후 3개월 때 점수 2, 주사후 6개월 때 점수 2, 주사후 9개월 때 점수 2로서 주사직후에는 주사전과 비교시 감소된 상태를 보였으나 주사후 3개월 이후에는 경직의 변화가 없었다(표 2).

2. 주사전후의 수동적 관절 가동 범위의 변화

슬관절 신전상태에서나 굴곡상태에서 주사전후에 수동적 족관절 운동범위는 정상가동범위를 보였다.

표 2. Modified Ashworth Scale before and after injection

	No. of scale			
	Before(Rt/Lt)	After 3months	6months	9months
Modified Ashworth Scale (0 -5)	3 / 3	2 / 2	2 / 2	2 / 1

표 3. GMFM Score in 2 Dimensions before and after injection

Dimension	Score			
	Before	After 3months	6months	9months
standing	32	33	33	33
walking, running, jumping	46	58	62	64

3. 주사전후 운동능력 점수의 변화

GMFM 도구중 서기와 걷기·달리기·뛰기의 2가지 영역을 측정하였으며 서기영역에서는 주사전과 주사후 3개월시에는 증가하였으나 그 이후에는 변화가 없었으며, 걷기·달리기·뛰기 영역에서는 주사전과 주사후 3개월시 크게 증가되는 경향을 보였으며 그후에도 지속적으로 증가하였다(표 3).

4. 보행상태

Footprint를 이용하여 보행상태중 속도(그림 1), 걸음수(그림 2), 좌·우측의 보폭(그림 3), 걸음(그림 4), 지지면(그림 5), 발각도(그림 6)를 보았으며, 주사후 6개월에 측정할때보다 주사후 9개월에 측정시에 발각도는 증가하였고 그외 항목들은 감소하였다.

IV. 고 찰

뇌성마비 환아에서 나타나는 경직과 관절구축은 보행에 큰 영향을 끼친다. 따라서 보행을 시작하는 뇌성마비아동에게서 경직의 완화를 시도하는 주 목적은 이상보행의 정도를 감소시키고 근육 신장을 용이하게 하여 적극적인 보행훈련을 포함한 운동치료를 시행함으로써 좀 더 정상보행을 가능하게 하도록 하며, 이차적으로 올 수 있는 골관절 변형의 예방 또는 변형 정도를 지연시킴으로써 그 기능을 유지하는데 있다. 궁극적으로는 일상생활 동작의 편이성을 도우는데 있다.

경직을 감소시키는 방법으로는 물리치료, 경구약물 제재, 알코올이나 페놀을 이용한 신경차단, 신경절단술 및 선택적 후근 절제술, 보조기 그리고 정형외과적 수술등이 사용되어 왔다. 최근들어 보툴리늄 톡신 A 주사는 경직 및 관절구축을 완화시키는 새로운 치료방법으로 이용되고 있다(이재호 등, 1998; Denislic, 1995).

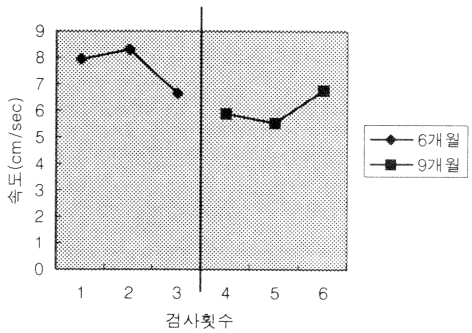

그림 1. 6개월과 9개월간의 속도 변화

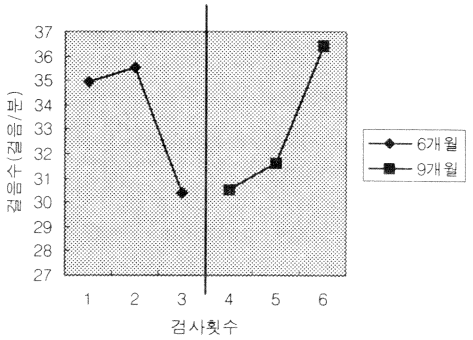

그림 2. 6개월과 9개월간의 걸음수 변화

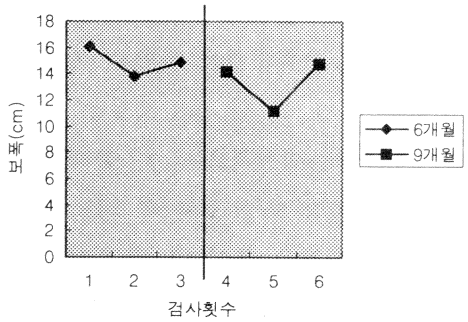

그림 3. 6개월과 9개월간의 보폭 변화

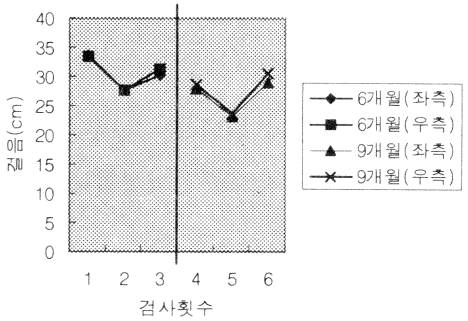

그림 4. 6개월과 9개월간의 좌우측 걸음 변화

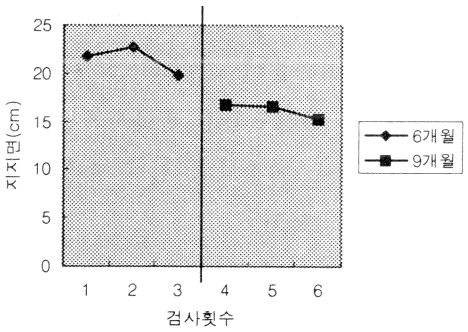

그림 5. 6개월과 9개월간의 지지면 변화

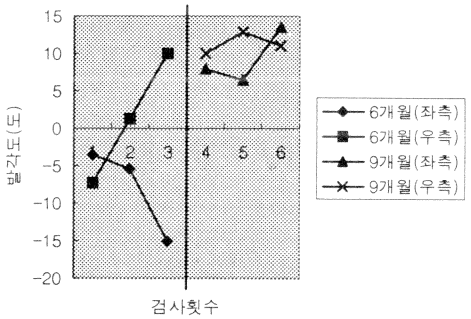

그림 6. 6개월과 9개월간의 좌우측 발각도 변화

보툴리늄 톡신 A 주사의 적응증은 경직형 뇌성마비아동에서 경직이 국한된 부위에 존재하거나 근육의 동적 구축으로 인하여 자세 혹은 보행에 방해가 되는 경우이다. 그리고 운동장애형(dyskinetic movement)의 경우에 지절의 과제수행을 증진시키고, 움직임의 수행에 중요한 역할을 하는 추체외로계에도 영향을 주어 근긴장도 감소, 자세조절능력 향상, 보행양상의 변화가 나타나는 것으로 보고하고 있다(이재호 등, 1998; Cosgrove 등, 1994; Koman 등, 1993)

보툴리늄 톡신 A의 약리작용은 신경근 접합부위에서 아세틸콜린을 함유한 연접소포의 분비를 억제하여 신경전달을 차단시킨다. 그러나 현재까지 아세틸콜린 분비를 억제시키는 정확한 기전은 규명되지 않았지만 3가지 가설들, 즉 첫째 신경자극시 Ca이온의 유입억제, 둘째 Ca이온의 유출유도, 셋째 신경말단에서 아세틸콜린 유리에 직접작용이 제안되고 있다(박기영, 1997).

보툴리늄 톡신 A의 약효기간은 저자마다 다양하게 보고하고 있다. Calderon 등(1994)은 약효기간이 5개월에서 8개월이라고 보고하였고, Carr 등(1998)은 약효가 3개월에 소실되어지지만, 기능적인 향상은 그이후까지도 지속되어진다고 하였으며, 주사후 2에서 3일 사이에 경직이 감소되어지며 약 3주에 최대의 감소를 보인다고 하였다. Pullman(1994)은 보툴리늄 톡신 주사후 1-4일에서 반응이 보이며 종종 7-10일에 나타나기도 한다고 보고하였다. 또한 4개월에서 6개월이후까지도 약효가 지속된다고 하였다. 그러나 대개 3개월 부터 6개월 이내로 알려져 있다(박기영, 1997; Joseph, 1994). 근육긴장의 감소는 주사후 1일부터 4일 사이에 나타나기 시작하여 2주때 최대효과를 나타내고 6내지 16주 동안 정적인 상태를 유지한 후 2개월 동안 서서히 주사전 상태로 회복된다(Denislic 등, 1993; Dunne 등, 1995; Koman 등, 1993; Pierson 등, 1996). 그러나 Cosgrove 등(1994)은 보행이 불가능한 경직형 뇌성마비 환아에서 슬와부 근육근 주사후 향상된 보행상태를 18개월 후에도 지속되었다고 보고하였다. 또한 박기영(1997)의 연구에 의하면 보툴리늄 톡신 A 주사후 운동능력 및 보행상태의 향상이 6개월 이후에도 지속되었다고 보고하였다. 본 연구에서는 주사이후 지속적인 운동능력 및 보행양상의 변화를 보기 위하여 GMFM 및 footprint를 이용한 보행상태를 주사후 6개월과 주사후 9개월에 측정하였다.

GMFM 에서 서기영역은 주사후 6개월과 9개월에 모두 33점의 동일한 점수를 보였으나. 걷기·달리기·뛰기 영역에서는 주사후 6개월에 62점, 주사후 9개월에 64점으로 약간의 증가를 보였다.

Footprint 에서 주사후 6개월 보다 주사후 9개월 측정에서 속도, 걸음수, 걸음, 보폭, 지

지면은 증가되고 발각도는 감소되는데 이는 주사후 9개월 측정시에 안정성이 증가되어 속도가 감소되어짐으로 인해 걸음수, 걸음, 보폭, 지지면이 감소하고 발각도가 증가된 것으로 생각된다. Norkin과 Levangie(1993)은 정상적인 편안한 걸음 속도에서 속도가 빨라지면 걸음수, 걸음, 보폭, 지지면이 증가되고 발각도는 감소되어 이로 인해 안정성을 증가시킨다고 하였다.

이러한 호전된 양상을 보인 것은 보툴리늄 톡신 주사에 의한 효과와 더불어 병행된 물리치료에 의해 습득된 기능들이 뇌에 engram 되었기 때문이라고 생각된다. Dengler 등(1993)은 주사후 경직형 족하수증의 호전이 보툴리늄 톡신 A의 국소적 항경직성효과외에 추가된 물리치료의 효과일수도 있다고 하였으며 서정환 등(1998)은 보툴리늄 톡신의 주사 이후의 효과에 영향을 미치는 인자로써 주사용량, 주사근육, 장애후의 기간, 주사후 재활치료 여부, 나이 등의 여러가지 인자가 있을 수 있다고 하였다. 보툴리늄 톡신은 단기적으로 경직완화에 주된 효과를 보이지만 장기적으로는 주사효과뿐만 아니라 물리치료를 통해 보행양상 및 운동능력 등의 기능적 측면에서 효과를 기대할 수 있다는 것을 알게되었다.

본 연구에서는 한명의 경직형 양측마비 아동을 대상으로 하였기 때문에 뇌성마비아동에게 모두 적용하기에는 한계점이 있으며, footprint를 이용한 측정법은 보행의 질적인 요소를 분석할 수 없다는 제한점을 갖고 있다. 앞으로는 더 많은 환아를 대상으로 한 연구와, 다양한 타입과 다양한 부위에서의 주사후 보행능력 향상이 장기간 지속되는지에 대한 연구도 함께 이루어져야 할 것이며 좀 더 정교한 시스템을 이용하여 보행의 양적인 요소뿐만 아니라 질적인 요소도 평가되어야 할 것이다.

V. 결 론

경직성 양측마비 환아에서 보툴리늄 톡신 A 주사후 지속적인 효과를 통한 보행양상의 변화를 GMFM, footprint등을 이용하여 주사후 6개월과 주사후 9개월에서 추적관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. GMFM 도구중 서기영역에서는 주사후 6개월과 주사후 9개월에 33점으로 변화가 없었다.

2. GMFM 도구중 걷기·달리기·뛰기 영역에서는 주사후 6개월에 62점에서, 주사후 9개월에 64점으로 약간의 증가를 보였다.

3. Footprint를 이용한 보행상태의 변화에서는 속도, 걸음수, 걸음, 보폭, 지지면이 주사후 6개월 측정시보다 주사후 9개월 측정시에 감소되어지는 양상을 보였으며, 발각도에서는 주사후 6개월때보다 주사후 9개월때

에 증가되는 양상을 보였다.

이상의 결과로 보툴리늄 톡신 A는 경직형 양측마비 환아에서 근육의 경직을 감소시키고 보행 및 운동능력향상이 장기간 지속되어진다고 생각한다. 그리고 향후에는 더 많은 대상을 이용한 연구가 필요하다고 생각된다.

참고문헌

김종만, 이충휘, 구애련. 시각 및 청각 되먹임을 통한 하지 체중 이동 훈련이 편마비 환자 보행특성에 미치는 효과에 관한 연구. 한국전문물리치료학회지. 1995;2:9-23.

박기영. 뇌성마비 환아에서 Botulinum toxin A의 치료효과. 대한재활의학협회지. 1997;21:390-398.

서정환, 김상수, 김남균, 이주홍. 보툴리늄 독소 주사 효과의 정량적 분석을 위한 복합근 활동전위 측정. 대한재활의학회지. 1998;22:1225-1231.

이재호, 홍도선, 김영희. 뇌성마비 환아의 Botulinum Toxin A 주사후 보행양상 의 변화. 한국전문물리치료학회지. 1998;5:44-50.

Calderon GR, Calderon SR, Rincon RM, Garcia RJ, Mino AE. Botulinum toxin A in management of cerebral palsy. Pediatr Neurol. 1994;10:284-288.

Carr LJ, Cosgrove AP, Gringras P, Neville BGR. Position paper on the use of botulinum toxin in cerebral palsy. Arch Dis Child. 1998;79:271-273.

Cosgrove AP, Corry IS, Graham HK. Botulinum toxin in the management of the lower limb in cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1994;36:386- 396.

Dengler R, Neyer U, Wohlfarth K, Bettig U, Janzik HH. Local botulinum toxin in the treatment of spastic drop foot. J Neurol. 1993;239:375-378.

Denislic M, Meh D. Botulinum toxin in the treatment of cerebral palsy. Neuropediatrics. 1995;26:249-252.

Dunne Jw, Heye N, Dunne SL. Treatment of chronic limb spasticity with botulinum toxin A. Neurol Neurosurg Psychiatry. 1995;58:232-235.

Dykstra DD, Sidi A. Treatment of detrusor-sphincter dyssynergia with botulinum A toxin: a double-blind study. Arch Phys Med Rehabil 1990;71:24-26.

Gooch JL, Sandle TV. Botulinum toxin for spasticity and athetosis in children with cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil. 1996;77:508-511.

Grazko MA, Polo KB, Jabbari B. Botulinum toxin A for spasticity, muscle spasm, and rigidity. Neurology. 1995;45:712-717.

Jankovic J, Hallett M. Therapy with Botulinum Toxin. New York, Marcel Dekker, Inc., 1994:307-320, 523-533.

Koman LA, Mooney JE, Smith B, et al. Management of cerebral palsy with botulinum toxin: Preliminary investigation. J Pediatr Orthop. 1993;13:489-495.

Koman LA, Mooney JE, Smith B, Goodman A, Mulvaney T. Management of cerebral palsy with botulinum toxin: Report of a preliminary, randomized, double-blind trial. J Pediatr Orthop. 1994;14:299-303.

Melling J, Hambeleton P, Schone CC. Clostridium botulinum toxins: nature and preparation for clinical use. Eye. 1988;2:16-23.

Neville B. Botulinum toxin in the cerebral palsies. BMJ 1994;309:1526-1527.

Norkin C, Levangie P. Joint Structure & Function: A comprehensive analysis. Philadelphia, F.A. Davis co., 1993:408-411.

Pierson SH, Katz DI, Tarsy D. Botulinum toxin A in the treatment of spasticity: functional implications and patient selection. Arch Phys Med Rehabil 1996;77:717-721.

Russell D, Rosenbaum PL, Codman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S. Gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. Dev Med Child Neurol. 1989;31:341-352.

Sellin LC, The action of botulinum toxin at the neuromuscular junction. Med Biol. 1981;59:11-20.

Shores M. Footprint Analysis in gait documentation. Phys Ther. 1980;60: 1163-1168.

Snow BJ. Tsui JKC, Bhatt MH, Varelas M, Hashimoto SA, Cakne DB. Treatment of spasticity with botulinum toxin: a double-blind study. Ann Neurol. 1990;28:512-515.

Wong V. Use of Botulinum toxin injection in 17 children with spastic cerebral palsy. Pediatri Neurol. 1998;18:124-131.