

뇌성마비 환아에서 족부변형에 대한 Botulinum Toxin A의 치료효과

연세대학교 의과대학 재활의학과교실 및 삼육재활병원*

박 기 영 · 장 성 구*

= Abstract =

Treatment Effects of Botulinum Toxin A in Cerebral Palsy with Foot Deformities

Gi-young Park, M.D. and Sung-Koo Jang, M.D.*

*Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine
Department of Rehabilitation Medicine, Samyook Rehabilitation Hospital**

The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of intramuscular botulinum toxin A injection in cerebral palsy with foot deformities using roentgenogram. We have studied 26 children with cerebral palsy (age 3 to 13 years old). They were twenty spastic diplegias, three hemiplegias and three mixed types (spasticity and athetosis). The botulinum toxin A was injected into gastrocnemius or peroneus muscles with an electromyographic guidance. Before injections, passive joint angles of the ankle were assessed by the goniometric measurements. A plantar-flexion angle of talus, dorsiflexion angle of calcaneus, and talar-calcaneal divergence angle were measured using the lateral and anterior-posterior roentgenograms of the foot with weight-bearing for the assessment of equinovalgus of ankle. Follow-up assessments were performed at 1 and 3 months after the injection. At 1 month after the injection into gastrocnemius muscle, there was an increased range of passive ankle joint motion, decreased plantar-flexion angle of talus, and increased dorsiflexion angle of calcaneus. These changes were still significant at 3 months after the injection. After the injection into peroneus muscle, the talar-calcaneal divergence angle was significantly decreased. This study provides the evidence that the treatment with botulinum toxin A improves the ankle joint motion in cerebral palsy with feet deformities by reducing hypertonicity, spasticity and dynamic contracture. In addition, the lateral and anterior-posterior roentgenograms of the foot with weight bearing seems to be the simple and objective methods to evaluate the effectiveness of intramuscular botulinum toxin A injection in cerebral palsy with foot deformities.

Key Words: Botulinum toxin A, Cerebral palsy, Foot deformities, Roentgenograms

*본 논문은 1997년 연세대학교 의과대학 연구비 보조에 의해 이루어졌음.

서 론

뇌성마비 환자의 족부변형은 뇌성마비의 형태에 따라 다양하게 나타나며 이로 인하여 환자의 보행과 운동능력 향상에 방해가 된다. 뇌성마비 환자의 족부변형을 치료하기 위하여 물리치료, 경구약물 제제, alcohol이나 phenol을 이용한 신경차단, 보조기, plaster casting 그리고 정형외과적 수술 등이 사용되어 왔다. 최근 들어 botulinum toxin A 주사는 족부변형을 가진 뇌성마비 환자에서 근육경직과 파긴장을 감소로 인한 근육의 종적 성장을 증대시켜 고정구축의 발생 빈도와 정도를 줄일 뿐 아니라 보행과 운동조절 능력을 향상시킨다.^{1,8,10,14} 그러나 이제까지 연구는 침족 변형에 대한 botulinum toxin A의 치료 효과에 한정되었고 외반을 포함한 전반적인 족부변형에 대한 보고는 부족한 상태이다.

뇌성마비 환자에서 botulinum toxin A 주사후 경직의 감소, 보행 및 기능적 향상을 측정하기 위하여 Ashworth scale, spasm frequency scale, 관절운동범위, gross motor function test, 비디오 분석, 3 차원 보행 분석등 다양한 방법들이 이용되고 있다.^{1,6,9,11~14}

3차원 보행분석은 족부변형에 대한 정확하면서도 객관적 측정방법이나 비용이 비쌀 뿐 아니라 환자가 보행이 불가능한 경우에는 사용할 수 없으며 성인과 달리 환자의 협조가 부족한 경우 반복측정시 자료의 재현성이 감소하게 된다. 그의 나머지 방법들은 족부변형을 정확히 측정하기에는 부족하며, 주관적인 요소로 인하여 검사자에 따라 다른 결과를 나타낼 수 있다.

그러나 족부 방사선 촬영은 족부변형에 대하여

보행유무에 상관없이 비용이 저렴하면서도 객관적으로 평가할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 뇌성마비 환자의 족부변형에 대하여 botulinum toxin A 주사의 치료효과를 조사하고, 족부 방사선촬영을 이용하여 botulinum toxin A 주사가 족부변형에 미치는 영향을 평가하여 향후 뇌성마비 환자의 포괄적 재활치료에 도움을 주고자 하였다.

연구대상 및 방법

1996년 1월 11일부터 1997년 10월 30일까지 삼육 재활병원과 영동세브란스 병원 재활의학과에 입원 또는 외래치료를 받고 있는 경직 및 혼합형 뇌성마비 환자들 중 족부의 침족과 외반에 대해 botulinum toxin A를 주사 맞은 26명을 대상으로 하였다(Table 1, 2).

대상 환자들은 botulinum toxin A 주사전 병력, 이학적 검사, 보행상태 등을 조사하였다. 검사 결과를 바탕으로 표적근육을 선택한 후 체중에 따라 botulinum toxin A 적당량을 근전도검사 유도 하에 근육 주사 하였다.

주사전, 주사후 1개월, 3개월에 족부 변형에 대한 botulinum toxin A의 효과를 조사하기 위하여 체중부하 상태에서 족부 방사선촬영, modified Ashworth scale, 도수 측각도계를 이용한 관절의 수동적 운동 범위를 측정하였다.

족부 방사선 촬영은 도움에 상관없이 환자가 직립시 체중부하 상태에서 족 측면 및 전후면 방사선 촬영을 시행하여 침족인 경우 거골의 족저굴곡각과 종골의 배측굴곡각을 측정하였고(Fig. 1), 외반인 경우 거골경부를 이분하는 선과 종골의 외측경계와

Table 1. Age and Sex Distribution

Age(yrs)	No. of cases(%)		Total(%)
	Male	Female	
0~5	5	8	13(50.0)
6~10	5	3	8(30.8)
11 ≤	3	2	5(19.2)
Total	13(50.0)	13(50.0)	26(100.0)

Table 2. Types of Cerebral Palsy

Types	No. of cases(%)
Spastic diplegia	20(77.0)
Spastic hemiplegia	3(11.5)
Mixed	3(11.5)
Total	26(100.0)

평행한 선이 이루는 거골-종골 개산각을 측정하였다 (Fig. 2).

본 연구에서 얻은 결과들은 paired t-검정, Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 통계학적 유의성을 검정하였다.

결 과

1) 주사전후 Ashworth scale

경직 및 혼합형 뇌성마비 환아 26명의 평균 Ashworth scale은 주사전 3.9이었으나 주사 1개월후 2.6,

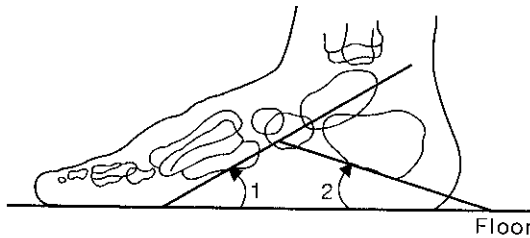


Fig. 1. Tracing of weight-bearing lateral radiograph of child's foot. Angle 1 is plantar-flexion angle of talus; angle 2 is the dorsiflexion angle of calcaneus.

3개월후 2.7로 주사후 통계학적으로 유의하게 감소하였다(Table 3).

2) 주사전후 족관절 수동적 배측굴곡 운동범위 중 최대위치

비복근에 주사한 44예의 족관절 수동적 관절운동 범위는 슬관절 신전시 최대 배측굴곡각은 주사전 3.3°, 주사후 1개월 17.8°, 3개월 20.5°, 슬관절 굴곡시

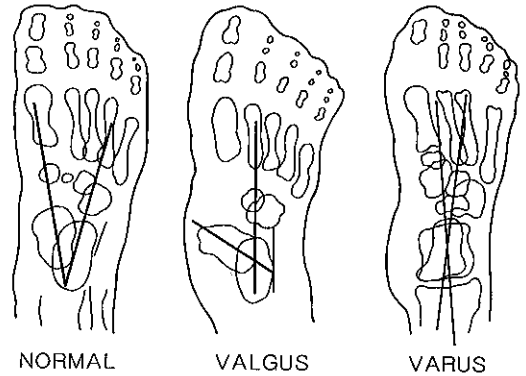


Fig. 2. Tracing of anterior-posterior weight-bearing radiographs of children's foot. Talar-calcaneal divergence angles.

Table 3. Ashworth Scale Before and After Injection

	No. of scale		
	Before	After 1 month	3 months
Ashworth scale(0-5)	3.9±0.4	2.6±0.6*	2.7±0.8*

Values are mean±SD, *p<0.01

Table 4. End Positions of Ankle Dorsiflexion in Passive Range of Motion Before and After Injection

Passive range of motion	No. of degree		
	Before	After 1 month	3 months
Ankle dorsiflexion(n=44)			
With knee extension	3.3±10.2	17.8±8.9*	20.5±9.0*
With knee flexion	21.4±11.8	33.5±12.3*	36.7±11.8*

Values are mean±SD, *p<0.01

Table 5. Plantar-flexion Angle of Talus, Dorsiflexion Angle of Calcaneous, and Talar-calcaneal Divergence Angle Before and After Injection

Angle	No. of degree		
	Before	After 1 month	3 months
Plantar-flexion of talus(n=44)	53.6±15.6	45.3±10.1*	44.3±8.7*
Dorsiflexion of calcaneous(n=44)	-6.3±13.1	-1.1±8.1*	-0.8±7.9*
Talar-calcaneal divergence angle(n=9)	43.1±9.8	32.8±9.8*	33.1±8.3*

Values are mean±SD, *p<0.01

최대 배측굴곡각은 주사전 21.4°, 주사 1개월후 33.5°, 3개월후 36.7°로 주사후 통계학적으로 유의하게 증가하였다(Table 4).

3) 주사전후 거골 족저 굴곡각, 종골 배측 굴곡각 및 거골-종골 개산각

체중부하 상태하의 단순 방사선 촬영상 비복근에 주사한 44예의 거골 족저 굴곡각은 주사전 53.6°, 주사후 1개월 45.3°, 3개월 44.3°, 종골 배측 굴곡각은 주사전 -6.3°, 주사후 1개월 -1.1°, 3개월 -0.8°로 주사전후 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 외반근에 주사한 9예의 거골-종골 개산각은 주사전 43.1°, 주사후 1개월 32.8°, 3개월 33.1°로 주사전에 비해 통계학적으로 유의하게 감소하였다(Table 5).

고 찰

뇌성마비 환자의 족부변형은 뇌성마비의 분류에 따라 다양하며 환자의 운동발달, 보행 등에 장애를 초래할 뿐 아니라 통증과 퇴행성 관절염 등의 합병증을 야기한다. 족관절 침족은 경직형 뇌성마비 환자에서 가장 흔한 변형으로 지속적인 침족 보행은 중족골두에 통증을 일으키게 된다. 외반족과 내반족 변형은 거주상관절과 종입방관절의 이탈구로 인하여 발생하게 된다. 외반족 변형은 경직성 편마비에서도 발생할 수 있으나 경직성 양마비에서 주로 발생하며, 제 1 중족골두와 무지의 내측면의 비정상적 압력으로 인하여 전족부의 내측에 변지와 거주상관절의 퇴행성 관절염이 발생하게 된다. 그 외 내반족 변형은 경직형 편마비에서 주로 발생하며 제 5 중족골의 기저 부위에 변지와 더불어 압력을 증가시

킨다.²⁾

Bennet등⁴⁾은 230명의 족부변형을 가진 뇌성마비 환아에서 내반족은 경직성 편마비의 94%에서 발생하였고, 외반족은 경직성 사지마비와 양마비 환아의 64%에서 발생하였다고 보고하였다.

이와 같은 족부 변형들은 각각의 형태에 따라 다양한 원인들에 의해 발생하게 된다. 침족은 경직형 마비에서 장딴지 근육들의 탄력성이 경직으로 인한 장딴지 근육들의 지속적 수축과 족관절 배측굴곡의 불충분한 중추조절로 인하여 골격성장에 따라 근육성장이 미치지 못하여 발생하게 된다. 또한 경직형 양마비 환자에서 동적 침족은 내측 슬와부 근육의 경직과 구축으로 인하여 이차적으로 발생할 수 있다. 내반족은 경직형 족내반 근육의 힘이 족외반 근육의 힘보다 강할 때 경직형 근육의 불균형으로 인하여 발생한다. 외반족은 경직형 외반근들이 중족부와 전족부를 과도하게 지속적으로 외전하여 주상골을 외측으로 당길 뿐 아니라 거골 골두를 지지하는 족측인대를 당겨서 발생하게 된다.²⁾

뇌성마비 환자의 족부변형을 치료하기 위하여 물리치료, 경구약물 제재, alcohol이나 phenol을 이용한 신경차단, 보조기, plaster casting 그리고 정형외과적 수술 등이 사용되어 왔다. 정형외과적 수술은 수술 시기의 제한, 수술에 따른 마취의 위험성, 수술후 장기간의 고정으로 인한 근육의 위축과 운동능력의 저하가 단점으로 지적되어 왔다. 최근 들어 botulinum toxin A 주사는 경직 및 동적 구축을 감소시켜 뇌성마비 환자의 족부변형에 대한 새로운 치료 방법의 하나로 이용되고 있다.^{1,8,10,14)}

Cosgrove와 Graham⁷⁾은 동물실험에서 botulinum toxin A는 과도한 경직을 감소시켜 근육의 정상적 중

적 성장을 회복하고 관절의 구축을 예방할 수 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 슬와근의 경직과 구축으로 인한 이차적 동적 침착과 족관절의 고정구축으로 인한 침착은 제외한 후 비복근의 경직과 동적구축으로 인한 침착 변형에 대하여 내외측 비복근에 botulinum toxin A 3.0~5.0 U/kg를 주사하였다. 주사후 구축된 근육의 탄력성을 증가시키기 위하여 비복근의 신장운동과 보조기 착용을 권장하였고, 족관절 배측굴곡을 활성화하기 위하여 Bobath운동요법을 시행하였다. 슬관절 신전과 굴곡시 최대 족관절 배측 굴곡각은 주사후 1개월, 3개월에 주사 전에 비해 통계학적으로 유의하게 증가하고, 주사후 3개월 때 최대각은 1개월 때보다 유의하게 증가하였다. 그러므로 botulinum toxin A 주사후 포괄적 재활치료를 3개월 이상 시행하여야 최대효과를 얻을 수 있다고 생각한다.

뇌성마비 환아에서 botulinum toxin A 주사후 치료효과를 판정하기 위하여 Ashworth scale, spasm frequency scale, 수동 및 능동적 관절운동 범위, gross motor function test, 비디오 분석, 및 3 차원 보행분석등 여러 가지 방법들이 이용되고 있다.^{1,6,9,11-14)} 박¹⁾은 25명의 뇌성마비 환아를 대상으로 수동적 관절운동 범위, modified Ashworth scale, gross motor function test를 이용하여 Botulinum toxin A 주사후 보행 및 운동능력이 향상되었다고 보고하였다. Koman 등¹¹⁾은 족부변형을 가진 보행이 가능한 16명의 뇌성마비 환자를 대상으로 botulinum toxin A 주사후 보행시 관절의 위치와 보행 양상을 비디오 촬영한 후 이를 분석하여 physician rating scale을 사용하여 치료효과를 분석하였다. Cosgrove등⁹⁾은 26명의 뇌성마비 환아를 대상으로 하여 하지근육에 botulinum toxin A를 주사한 후 임상적 검사와 보행분석을 이용하여 치료효과를 비교하였다. Sutherland등¹⁴⁾은 침착변형을 보이는 뇌성마비 환아의 비복근에 botulinum toxin A를 주사한 후 3 차원 동작분석기를 사용하여 치료효과를 측정하였다.

3차원 보행분석은 뇌성마비 환자의 족부변형을 객관적이면서도 정확히 측정할 수 있다. 그러나 단점은 비용이 비쌌 뿐 아니라 환자가 보행이 불가능한 경우에는 사용할 수 없으며, 환자의 나이가 어려 협조가 부족한 경우 반복측정시 자료의 재현성이

감소하게 된다. 그 외 나머지 방법들은 주관적이어서 검사자에 따라 다른 결과를 나타낼 수 있다.

체중부하 상태에서 족부 방사선 촬영은 비용이 저렴하면서도 객관적으로 족부 변형을 평가할 수 있는 방법으로 보행유무에 상관없이 직립이 가능한 뇌성마비 환아에서 사용할 수 있으며, 체중부하 상태에서 촬영하여 근육경직에 따른 족부 변형의 영향도 포함하여 측정할 수 있다. 그러나 족관절의 정적상태만 평가할 수 있고 동적 상태는 평가할 수 없는 단점이 있다.

Bleck과 Berzins³⁾은 체중부하 상태에서 측면 단순 방사선촬영상 정상 성인의 거골 족저굴곡각은 평균 26.5°, 5세이하 소아의 정상 거골 족저굴곡각은 35°, 정상 종골 배측굴곡각은 16.8°로 침착시 거골 족저굴곡각은 증가하고 종골 배측굴곡각은 감소하였다고 보고하였다.

본 연구에도 침착변형시 거골 족저굴곡각은 53.6°로 증가되어 있었고, 종골 배측굴곡각은 -6.3°로 감소되어 있었다. 그러나 거골 족저굴곡각은 비복근에 botulinum toxin A 주사후 1개월, 3개월에 통계학적으로 유의하게 감소되었고, 종골 배측굴곡각은 증가하였다. 그러나 수동적 관절운동 범위와 달리 주사후 1개월, 3개월 사이에는 유의한 차이가 없었다.

Bleck²⁾은 체중부하시 족 전후면 단순방사선 촬영상 거골-종골 개산각은 평균 18°로 25° 이상시 발뒤꿈치의 외반, 15° 이하시 내반이 존재한다고 보고하였다.

본 연구에서 외반족을 교정하기 위하여 비골근에 botulinum toxin A 1.5~2.0 U/kg를 주사후 근육 신장운동과 신발에 arch support를 부착하였다. 거골종골 개산각은 주사전 43.1°로 증가되어 있었으나 주사후 주사 전에 비해 유의하게 감소하여 외반이 감소함을 알 수 있었다.

내반족을 교정하기 위하여 몇 예에서 후경골근에 botulinum toxin A 1.5~2.0 U/kg를 주사하였으나 주사 전후 거골종골 개산각에는 변화가 없었다. 그 원인은 후경골근이 표피근육인 비복근이나 비골근과는 달리 심부근육으로 근전도 기계를 이용하더라도 정확한 위치에 주사하지 못하였거나, 다른 근육에서는 2 내지 4곳에 주사하였으나 후경골근에서는 1 곳밖에 주사하지 못하였기 때문이라고 생각한다. 또한 주사 용량이 부족한 것도 원인이 될 수 있다고

생각한다.

결 론

경직 및 혼합형 뇌성마비 환자들 중 족부의 침착과 외반에 대해 botulinum toxin A를 주사 받은 26명을 대상으로 족부변형에 대한 botulinum toxin A 주사의 치료효과와 체중부하 상태에서 족부 방사선촬영을 이용하여 치료효과를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 경직 및 혼합형 뇌성마비 환자 26명에서 주사 후 modified Ashworth scale이 유의하게 감소하였다.
- 2) 족관절 수동적 배측굴곡의 최대위치는 비복근에 주사한 44예에서 주사후 유의하게 증가하였다.
- 3) 거골 족저 굴곡각은 비복근에 주사한 44예에서 주사후 유의하게 감소하였고, 종골 배측 굴곡각은 유의하게 증가하였다.
- 4) 거골-종골 개산각은 비복근에 주사한 9예에서 주사후 유의하게 감소하였다.

이상의 결과로 보아 botulinum toxin A는 족부변형을 가진 뇌성마비 환자에서 근육의 경직, 과긴장 그리고 동적 구축을 감소시키고, 체중부하 상태에서 족부 방사선 촬영은 족부변형에 대한 botulinum toxin A의 치료효과를 비용이 저렴하면서도 객관적으로 측정할 수 있는 평가방법이라고 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) 박기영: 뇌성마비 환자에서 Botulinum toxin A의 치료효과. 대한재활의학회지 1997; 21: 390-398
- 2) Bleck EE: Orthopaedic management in cerebral palsy, 1st ed, London: Mac Keith, 1987, pp240-364
- 3) Bleck EE, Berzins UJ: Conservative management of pes valgus with plantar flexed talus flexible. Clin

- Orthop 1977; 122: 85-94
- 4) Bennet G, Rang M, Jones D: Varus and valgus deformities of the foot in cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1982; 24: 499-503
- 5) Calderon GR, Calderon SR, Rincon RM, Garcia RJ, Mino AE: Botulinum toxin A in management of cerebral palsy. Pediatr Neuro 1994; 10: 284-288
- 6) 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
- 7) Cosgrove AP, Graham HK: Botulinum toxin A prevents the development of contractures in the hereditary spastic mouse. Dev Med Child Neurol 1994; 36: 379-385
- 8) 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
- 9) Denisic M, Meh D. Botulinum toxin in the treatment of cerebral palsy. Neuropediatrics 1995; 26: 249-252
- 10) Gooch JL, Sandell TV: Botulinum toxin for spasticity and athetosis in children with cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil 1996; 77: 508-511
- 11) Koman LA, Mooney JF III, Smith B, Goodman A, Mulvaney T: Management of cerebral palsy with botulinum-A toxin: preliminary investigation. J Pediatr Orthop 1993; 13: 489-495
- 12) Koman LA, Mooney JF III, Smith BP, Goodman A, Mulvaney T: Management of spasticity in cerebral palsy with botulinum-A toxin: report of a preliminary, randomized, double-blind trial. J Pediatr Orthop 1994; 14: 299-303
- 13) 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
- 14) Sutherland DH, Kaufman KR, Wyatt MP, Chambers HG: Injection of botulinum A toxin into the gastrocnemius muscle of patients with cerebral palsy: a 3-dimensional motion analysis study. Gait Posture 1996; 4: 269-279