

Spastik kuadriparetik serebral paralizili çocuklarda kalça problemlerine neden olan değişik faktörlerin incelenmesi

Tülay Tarsuslu¹, Ferda Dokuztuğ²

Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu ¹Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Uzmanı, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Kemal Demir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu ²Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Profesörü

SUMMARY: Tarsuslu T, Dokuztuğ F. (Hacettepe University Physical Therapy and Rehabilitation School, Ankara, Turkey). Investigation of the different factors that cause hip problems in spastic quadriparetic cerebral palsy children. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2008; 51: 86-90.

The aim of this study was to investigate the first standing and weight-bearing age and the related hip subluxation and dislocation in children with spastic quadriparetic cerebral palsy. Forty-three children with the diagnosis of spastic quadriparetic cerebral palsy were included in the study. Mean age was 98.9 ± 59.1 months (9-192 months). Functional status according to Gross Motor Function Classification System and clinical type were identified. Muscle tone was evaluated with modified Ashworth scale. The age at which the patients began to stand was ascertained from the families. Hip X-rays for the last six months were evaluated by the orthopedic surgeon regarding hip subluxation and dislocation. The first standing ages for the girls and boys were 30.2 ± 26.4 and 63.8 ± 46.2 months, respectively. Eleven (25.6%) of the 43 patients had hip dislocation and three (7.0%) had hip subluxation. A statistically significant difference was found between hip flexor, internal rotator, adductor and hamstring spasticity and hip subluxation and dislocation ($p < 0.05$). We think that the children must be put in standing position with weight-bearing as early as possible in order to prevent secondary hip problems in later years.

Key words: cerebral palsy, hip subluxation, hip dislocation, standing position, weight bearing.

ÖZET: Çalışmamızın amacı; spastik kuadriparetik serebral paralizi çocukların ayakta durma pozisyonuna ve ağırlık aktarma eğitimine başlama yaşlarını incelemek, kalça eklemlerinde subluksasyon ve/veya dislokasyon gelişme oranını belirlemek ve erken dönemde ayakta durma pozisyona geçiş ve ağırlık aktarma eğitiminin kalça subluksasyon ve dislokasyon oranına etkisini incelemektir. Araştırmaya yaş ortalaması 98.9 ± 59.1 ay (9-192 ay) olan, 43 spastik kuadriparetik SP'li hasta katıldı. Hastaların, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi'ne (GMFCS) göre fonksiyonel düzeyleri ve tutulum şiddeti belirlendi. Kas tonusu değerlendirmesi, Modifiye Ashworth Skalası'na (MAS) göre yapıldı. Ailelerden hastaların ilk defa kaç yaşında düzenli olarak ayağa kaldırılmaya başlandığı öğrenildi. Ayrıca hastaların kalça eklemlerinde subluksasyon ve/veya dislokasyon olup olmadığı ortopedi ve travmatoloji uzmanı bir hekim tarafından son altı ay içinde çekilmiş kalça eklemi radyogramı ile belirlendi. Hastalarda, ayağa kalkma ve ağırlık aktarma eğitimine başlanma yaşı kızlarda 30.2 ± 26.4 ay, erkeklerde ise 63.8 ± 46.2 ay bulundu ve 43 hastanın 11'inde (%25.58) kalça dislokasyonu ve üçünde (%7.0) subluksasyon geliştiği saptandı. Kalça fleksör, addüktör, internal rotatör ve hamstring kaslarının spastisite değerleri ile kalça subluksasyon ve/veya dislokasyon görülme oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ($p < 0.05$). SP'li çocuklarda erken dönemden itibaren, fizyoterapi ve rehabilitasyon programına başlanmasının, çok fazla destekle de olsa çocukların ayağa kaldırılıp ayakta durma ve ağırlık aktarma eğitimine alınmasının ilerde meydana gelebilecek sekonder kalça problemlerini önleyebileceğini düşünüyoruz.

Anahtar kelimeler: serebral paralizi, kalça subluksasyonu, kalça dislokasyonu, ayakta durma pozisyonu, ağırlık aktarma.

Serebral paralizili (SP) çocuklarda kas iskelet sistem gelişimi; kas tonusu, kas kuvvetindeki farklılıklar, graviteye karşı düzgün postürü sağlamadaki zorluklar, iskelet sistemi üzerindeki kasların tonus bozukluğu nedeniyle olumsuz etkilenmektedir¹⁻⁴. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, SP'li çocuklarda kalça dislokasyon oranının %1.5-75 arasında değiştiği belirtilmiştir⁵. Kalça dislokasyonu görülme riski en çok dört ile 12 yaşları arasındadır⁶⁻⁸.

Serebral paralizili çocuklarda kalçanın stabilizasyonu ile çocuğun ambulasyon düzeyi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu belirtilmektedir⁵. Klinik tipi spastik olan SP'li çocuklardan, hemiparalik tutulumlu çocuklar genellikle bağımsız yürüyebilirler ve bu çocuklarda kalça dislokasyonuna seyrek rastlanır⁹. Buna rağmen, spastik kuadriparetik SP'li çocuklarda kalça problemleri görülme yüzdesi oldukça yüksektir^{5,9,10}. Şiddetli tutulumlu kuadriparetik SP'li çocuklarda hareketsizlik, ağır mental retardasyon, fleksiyon ve addüksiyon kontraktürleri, pelvik obliklik, "W" pozisyonunda oturma, kalça fleksör, addüktör ve internal rotator kaslarındaki aşırı tonus artışı kalça problemlerine neden olmaktadır¹¹⁻¹⁶. Fonksiyonel olarak ağırlık aktarmayan ve yürüyemeyen, baş ve gövde stabilizasyonunu çok zor sağlayabilen, bağımsız oturamayan spastik kuadriparetik SP'li çocuklarda kalça dislokasyon görülme oranı %25-30 arasında iken, ayakta durabilen çocuklarda kalça stabilizasyonu daha iyi sağlanabildiğinden, üç yaşından önce ayakta durabilen çocuklarda kalça subluksasyon veya dislokasyon oranı %2'den azdır¹.

Kalça dislokasyonu, çocuklarda bağımsız oturmanın sağlanamaması ve oturma postüründeki bozukluklarla birlikte, kalçada eklem hareketlerinde kısıtlanmaya neden olmaktadır^{1,8}. Bu durum, özellikle çocuklarda, perineal hijyende güçlüğü ve ağrıya yol açmaktadır. Kalça sorunlarına eşlik eden, bacakların addüksiyon pozisyonu, pelvik obliklik ve skolyoz, ilerleyen aşamalarda femoral kırık riskini arttırmaktadır^{7,8,17-19}. Ayrıca, kalça dislokasyonu, bu çocuklarda ileri dönemlerde osteoartrit gelişimine de neden olabilmektedir^{11,12,20}.

Serebral paralizili çocukların gelişiminin sağlanmasında, ayağa kalkma ve alt ekstremitelere ağırlık aktarılmasının önemli bir rolü vardır. Fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında,

yürüme programlarına geçmeden önce, ayakta durma ve ağırlık aktarma eğitimine yer verilmesinin önemi büyüktür²¹. Ayakta durma ve ağırlık aktarma, osteoplastik aktiviteyi ve kemik-mineral dansitesini artırarak, pulmoner fonksiyonlara ve kas-iskelet sisteminin gelişimine (özellikle asetabular gelişime) yardımcı olmakta; aynı zamanda, çocuğun çevreyi tanımasını ve zihinsel gelişimini hızlandırarak, çocuğun kendine güvenini, çevre ile iletişim kurmasını ve ellerini kullanmasını desteklemektedir²².

Serebral paralizili çocuklarda kalça subluksasyon ve/veya dislokasyon gelişmesinin önlenmesi, en iyi tedavi yöntemidir. Bu nedenle, erken dönemden itibaren, kas tonusunu düzenleyici egzersizler ve pozisyonlamalar, çocuğun fonksiyonel bağımsızlığını kazandıracak aktiviteler büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma; spastik kuadriparetik SP'li çocukların ayakta durma pozisyonuna ve ağırlık aktarma eğitimine başlama yaşlarını incelemek, kalça eklemlerinde subluksasyon ve/veya dislokasyon gelişme oranını belirlemek ve erken dönemde ayakta durma pozisyonuna geçiş ve ağırlık aktarma eğitiminin kalça subluksasyon ve/veya dislokasyon oranına etkisini incelemek amacıyla planlandı.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, 2001 Eylül-2002 Temmuz tarihleri arasında, SP tanısı konmuş, 43 spastik kuadriparetik SP'li hasta üzerinde yapıldı. Hastaların, fizyoterapi ve rehabilitasyon programına alınıp alınmadığı, ilk defa ne zaman ayağa kaldırıldığı ve ağırlık aktarma eğitimine alındığı aileden alınan bilgiler doğrultusunda kaydedildi.

Kas tonusu değerlendirmesi, Modifiye Ashworth Skalası'na (MAS) göre yapıldı²³. Hastalar, Kaba Motor Sınıflama Sistemi'ne göre (GMFCS-Gross Motor Function Classification System) sınıflandırıldı ve motor gelişim düzeyleri belirlendi²⁴. GMFCS, çocuğu yaşına göre uygun olduğu fonksiyonel düzeyi belirlemede kullanılan, düzey 1'den düzey 5'e doğru giden sınıflama sistemidir. Düzey 1'de en az etkilenim, düzey 5'te ise en şiddetli etkilenim vardır. Düzey 1'de çocuklar sınırlama olmaksızın yürür; sadece ince motor yeteneklerde sınırlama vardır; düzey 2' de çocuklar yardımcı araç olmaksızın yürür; düzey 3'te yardımcı mobilite araçlarıyla yürür; düzey 4'te bağımsız hareket sınırlıdır; düzey 5'te ise yardımcı hareket araçları kullanılsa bile bağımsız hareket oldukça sınırlıdır.

Hastaların kalçasında subluksasyon ve/veya dislokasyon olup olmadığı, ortopedi ve travmatoloji uzmanı bir hekim tarafından son altı ay içinde çekilmiş kalça eklemi radyogramı ile belirlendi.

Veriler aritmetik ortalama \pm standart sapma olarak verildi. İstatistiksel değerlendirmede Pearson korelasyon analizi ve Mann-Whitney U testi kullanıldı. Anlamlılık derecesi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya alınan 13'ü (%30.2) kız, 30'u (%69.8) erkek olan 43 spastik SP'li hastanın yaş ortalaması, 98.9 ± 59.1 (9-192 ay) aydı. GMFCS sonuçlarına göre hastaların 31'i (%72.1) düzey 5, 10'u (%23.3) düzey 4 ve ikisi (%4.7) düzey III düzeyindeydi. Hastaların GMFCS'ye göre dağılımları Tablo I'de gösterilmektedir.

Tablo I. Hastaların GMFCS'ye göre dağılımları (n=43)

	n	(%)
Düzye 3	2	4.7
Düzye 4	10	23.3
Düzye 5	31	72.1

Araştırmamızdaki hastaların hiçbirinde bir yaş öncesi ağırlık aktarma eğitimine başlanmamış olup, kızlar 30.2 ± 26.4 (6-72) ay, erkekler 63.8 ± 46.2 (6-156) ayda ayağa kalkma ve ağırlık aktarma eğitimine başlanmıştır. Bu hastaların hiçbirini bağımsız yürüyememekteydi. Hastaların, GMFCS'ye göre fonksiyonel düzeyleriyle kalça subluksasyon ve dislokasyon görülme oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). GMFCS'ye göre kalça subluksasyon ve dislokasyonu arasında farkı yaratan grup düzey 5 idi.

Toplam 43 hastanın %25.6'sında (15 kalça) kalça dislokasyonu ve %7.0'inde (üç kalça) subluksasyon geliştiği saptandı. Dördünde bilateral kalça dislokasyonu, üçünde sağ kalça dislokasyonu, ikisinde sol kalça dislokasyonu, birinde sol kalça dislokasyonu-sağ kalça subluksasyonu, birinde sağ dislokasyon-sol subluksasyon ve birinde sol kalça subluksasyonu vardı. Bu hastaların, biri düzey 4 ve 11'i düzey 5 düzeyindeydi ve kalça fleksör, addüktör, internal rotatör kasları ve hamstring kaslarında ortalama 28.1 ± 5.5 (20-35) şiddetinde spastisite vardı. MAS'a göre, alt ekstremitte spastisite şiddeti ile kalça subluksasyon ve/veya dislokasyon görülme oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ($p < 0.05$).

Hastaların alt ekstremitte kaslarına yönelik yapılan MAS sonuçları Tablo II'de verilmiştir. Kalça dislokasyonu bulunan hastalarda ayağa kalkma ve ağırlık aktarma eğitimine ortalama 38.6 ± 44.5 ayda (8-132) başlanmıştır. Hastaların ayakta durma zamanı, GMFCS değerleri, spastisite şiddeti ve kalça subluksasyon/dislokasyonu arasındaki ilişki Tablo III'de gösterilmiştir.

Bir yıldan önce ayağa kaldırılan ve ağırlık aktarma eğitimine alınan beş hasta ile daha geç yaşta ayağa kaldırılan ve ağırlık aktarma eğitimine alınan 25 hastada kalça problemi görülme oranı arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamadı ($p > 0.05$).

Tartışma

Serebral paralizili çocuklarda ayağa kalkma ve ağırlık aktarma eğitimine geç başlanmasının kalça subluksasyon ve dislokasyon riskini arttırdığı belirtilmektedir¹⁻³. Bununla birlikte, şiddetli tutulumlu spastik kuadriparetik SP'li çocuklarda tutulum şiddeti ve buna bağlı olarak meydana gelen ikincil problemlerden dolayı kalça problemi görülme oranı daha

Tablo II. Hastaların Modifiye Ashworth Skalasına göre alt ekstremitte spastisite şiddetlerinin dağılımı

	Kalça problemi olanlar		Kalça problemi olmayanlar		z	p
	Sağ	Sol	Sağ	Sol		
Plantar fleksörler	3.67 ± 0.49	3.42 ± 1.16	2.84 ± 1.27	2.9 ± 1.22	-1.84	0.06
Diz fleksörleri	2.67 ± 0.89	2.67 ± 0.89	1.39 ± 1.17	1.48 ± 1.23	-3.02	0.00
Kalça fleksör	2.33 ± 1.15	2.25 ± 1.42	0.9 ± 1.16	0.94 ± 1.21	-3.02	0.00
Kalça addüktörleri	3.83 ± 0.83	3.75 ± 0.97	2.77 ± 1.33	2.77 ± 1.18	-2.62	0.00
Kalça internal rotatör	1.67 ± 0.78	1.83 ± 0.83	1.35 ± 1.02	1.19 ± 1.19	-2.05	0.04

Ortalama \pm standart sapma.

Tablo III. Hastaların ayakta durma zamanı, GMFCS değerleri, spastisite şiddeti ve kalça problemi (subluksasyon/dislokasyon) arasındaki ilişki

Pearson korelasyon analizi		Kalça problemi	Spastisite şiddeti	GMFCS	Ayakta durma zamanı
Kalça problemi	r p	1.000			
Spastisite şiddeti	r p	0.494** 0.001	1.000		
GMFCS	r p	0.392* 0.005	0.433** 0.004	1.000	
Ayakta durma zamanı	r p	-0.135 0.386	-0.137 0.381	-0.404** 0.007	1.000

*p<0.05.

**p<0.01.

çok artmaktadır^{1,13,15}. Çalışmamızda, kalça subluksasyonu görülen hastaların %66'sı ve kalça dislokasyonu görülen hastaların %72'si bağımsız oturamıyor, ayakta duramıyor ve yürüyemiyorlardı. GMFCS'ye göre düzey 4 ve 5'te olan bu hastalarda, kalça subluksasyon ve dislokasyon oranında farkı yaratan grup beklenildiği gibi şiddetli tutulumlu olan düzey 5 idi. Düzey 5'de hasta, yardımcı teknoloji kullanılsa bile hareketlerde sınırlama vardır. Araştırmamızdaki hastaların hiçbirinde bir yaş öncesi ağırlık aktarma eğitimine başlanmamış olup, kızlar 30.2±26.4 (6-72) ay, erkekler 63.8±46.2 (6-156) ayda ayağa kalkma ve ağırlık aktarma eğitimine başlanmıştır. Kalça subluksasyon ve dislokasyonu tespit edilen hastalarda düzenli olarak ağırlık aktarma eğitimine geç başlanmış olmakla birlikte, erken yaşta ayağa kaldırılan ve ağırlık aktarma eğitimine alınan çocuklar ile daha geç yaşta ayağa kaldırılan ve ağırlık aktarma eğitimine alınan çocuklarda kalça problemi görülme oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu durumun, çalışmaya alınan kalça problemi olan hasta sayısının az olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Noonan ve arkadaşları¹¹ şiddetli tutulumlu 73 SP'li hastada kalça fonksiyonlarını incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, hafif şiddette olan SP'li hastanın %5'inde, orta şiddette olan hastaların %30'unda ve şiddetli etkilenimli olan ve bağımsız yürüyemeyen hastaların %36'sında kalça dislokasyonu olduğunu belirlemişlerdir. Bagg ve arkadaşlarının⁴ yaptıkları çalışmada, kalça subluksasyon ve dislokasyonunun en çok şiddetli etkilenimli, yürüyemeyen, spastik kuadriparetik SP'li hastalarda ve 5-7 yaşları arasında meydana geldiğini bildirmişlerdir. Abel ve arkadaşları²⁰ şiddetli tutulumlu spastik kuadriparetik hastalarda kalça problemlerinin

diğer tutulum tiplerine oranla daha fazla olduğunu ve bu hastalarda, kalça subluksasyonu ve buna bağlı oluşan pelvik obliklik nedeniyle, kalça deformitelerinin geliştiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmalara paralel olarak, bizim çalışmamızda da, hastaların kaba motor fonksiyonunu belirleyen GMFCS düzeyleri ile, alt ekstremitte spastisite şiddetleri ve kalça subluksasyon ve/veya dislokasyonu görülme oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Kalça dislokasyonu tespit edilen hastaların %8.3'ü orta şiddette ve %32'si şiddetli etkilenimliydi; bağımsız ayakta duramıyor ve yürüyemiyorlardı. Kalça fleksör, addüktör ve internal rotator kaslarındaki spastisite şiddeti kalça problemi olmayan gruba oranla daha fazlaydı.

Hagglund ve arkadaşları¹⁵ fizyoterapi ve rehabilitasyon programını düzenli olarak yürütemeyen 103 SP'li hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, 5-11 yaşları arasındaki hastalardan %6.7'sinde kalça dislokasyonu geliştiğini saptamışlardır. Bizim çalışmamızda da, kalça dislokasyon oranı %6.9 idi ve bu hastalar, çeşitli nedenlerden dolayı fizyoterapi ve rehabilitasyon programına düzenli alınamayan hastalardı. Aynı zamanda, ev programı ile takip edilmeyen bu hastaların ayakta durma ve ağırlık aktarma eğitimi düzenli bir şekilde yapılamamıştı.

Çalışmamızın sınırlı olmasının nedeni, alınan kalça subluksasyon ve/veya dislokasyonu olan hasta sayısının az olmasıydı. Bir sonraki çalışma için, hasta sayısı yüksek tutularak ve aynı zamanda, kalça problemi olan hastaların kalça problemlerinin açılal değerleri incelenerek daha kapsamlı bir çalışma yapılması planlanmaktadır.

Sonuç olarak; SP'li hastalarda erken dönemde fizyoterapi ve rehabilitasyon programına başlanmasının, en yüksek destekle de olsa ayağa

kaldırılmasının, ortopedik kontrollerinin düzenli aralıklarla yapılmasının ve multidisipliner yaklaşımların çocuğun motor gelişimini destekleyeceğini ve kalça eklemine asetabulumun gelişmesine yardımcı olarak, ilerde meydana gelebilecek sekonder kalça problemlerini önleyebileceğini düşünüyoruz.

Teşekkür

Çalışmanın yürütülmesi sırasında yardımlarından dolayı sayın Yrd. Doç. Dr. Tolga Tüzüner'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Gudjonsdottir B, Mercer VS. Hip and spine in children with cerebral palsy: musculoskeletal development and clinical implications. *Pediatr Phys Ther* 1997; 9: 179-185.
- Presedo A, Chang-Wug Oh, Dabney KW, et al. Soft-tissue releases to treat spastic hip subluxation in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87: 832-841.
- Deluca PA. Common orthopedic problems II. The musculoskeletal management of children with cerebral palsy. *Pediatr Clin North Am* 1996; 43: 1135-1150.
- Bagg MR, Farber J, Miller F. Long-term follow-up of hip subluxation in cerebral palsy patients. *J Pediatr Orthop B* 1993; 13: 32-36.
- Gamble JG, Rinsky L, Bleck E. Established hip dislocations in children with cerebral palsy. *Pediatr Orthop B* 1989; 11: 90-99.
- Pontney T, Mandy A, Gard P. Repeatability and limits of agreement in measurement of hip migration percentage in children with bilateral cerebral palsy. *Physiother Res Int* 2003; 89: 276-281.
- Spencer JD. Reconstruction of dislocated hips in children with cerebral palsy. *BMJ* 1999; 17: 1021-1022.
- Emery DF, Wedge JH. Mini-symposium: cerebral palsy. Orthopedic management of children with total body involvement cerebral palsy. *Curr Orthop* 2003; 20: 81-87.
- Howard CB, McKibbin B, Williams LA, et al. Factors affecting the incidence of hip dislocation in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67: 530-532.
- Tachdjian MO. Cerebral palsy. In: *Pediatric Orthopedics* (2nd ed). Philadelphia: WB Saunders, 1990: 1605-1650.
- Noonan KJ, Jones J, Pierson J, et al. Hip function in adults with severe cerebral palsy. *J Bone Joint Surg* 2004; 86: 2607-2613.
- Barrie JL, Galasko CS. Surgery for unstable hips in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B* 1996; 5: 225-231.
- Graham HK. Painful hip dislocation in cerebral palsy. *Lancet* 2002; 359: 907-908.
- Weber M, Cabanela ME. Total hip arthroplasty in patients with cerebral palsy. *Orthopedics* 1999; 22: 425-428.
- Hagglund G, Anderson S, Düppe H, et al. Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg* 2005; 87: 95-101.
- Hodgkinson I, Duhaut P, Vadot JP, et al. Hip pain in 234 non-ambulatory adolescents and young adults with cerebral palsy: a cross-sectional multicentre study. *Dev Med Child Neurol* 2001; 43: 806-812.
- Leet AI, Chhor K, Launay F, et al. Femoral head resection for painful hip subluxation in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2005; 25: 70-73.
- Dobson F, Boyd RN, Parrott J, et al. Hip surveillance in children with cerebral palsy: impact on the surgical management of spastic hip disease. *J Bone Joint Surg* 2002; 84: 720-726.
- Quinby JM, Abraham A. Musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Curr Orthop* 2005; 15: 9-14.
- Abel MF, Blanco JS, Pavlovich L, et al. Asymmetric hip deformity and subluxation in cerebral palsy: an analysis of surgical treatment. *J Pediatr Orthop B* 1999; 19: 479-485.
- Henderson RC, Lark RK, Gurka MS, et al. Bone-density and metabolism in children and adolescents with moderate to severe cerebral palsy. *Pediatrics* 2002; 110: 5-10.
- Caulton JM, Word KA, Alsop CW, et al. A randomised controlled trial of standing programme on bone mineral density in non-ambulant children with cerebral palsy. *Arch Dis Child* 2004; 89: 131-135.
- Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67: 206-207.
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997; 39: 214-223.