

## DİNAMİK AYAK BİLEK ORTEZİ 'DAFO'

*Serap ALSANCAK<sup>1</sup> ve Senem GÜNER<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, alsancak@ankara.edu.tr

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, sguner@ankara.edu.tr

### ÖZET

Serebral paralizili çocukların tedavisinde oldukça sık kullanılan ortez yaklaşımlarından biri de Dinamik Ayak-Bilek Ortezi olarak bilinen DAFO'dur. DAFO oldukça ince ve esnek yapısı ile kişiye uygun oluşturulmuş tabanlılığı sayesinde ayağın dinamik arklarını destekleyen, subtalar eklemden stabilizasyonu sağlayan, tonus inhibisyonuna yardımcı olan supramalleoler bir ortezdir. Geliştirilen diğer yürüme ve fonksiyonları artırmaya yardımcı ayak-bilek ortezleri, Standart AFO, Tonus Azaltıcı AFO (Tone Reduction AFO) ve Nörofizyolojik AFO ile karşılaştırılan çalışmalar; dinamik denge üzerindeki etkisi, arkları desteklemesi, tam teması sağlaması, DAFO'yu bu ortezlerden avantajlı konuma getirmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ayak-Bilek Ortezi, Dinamik Ayak-Bilek Ortezi, Serebral Paralizi.

### ABSTRACT

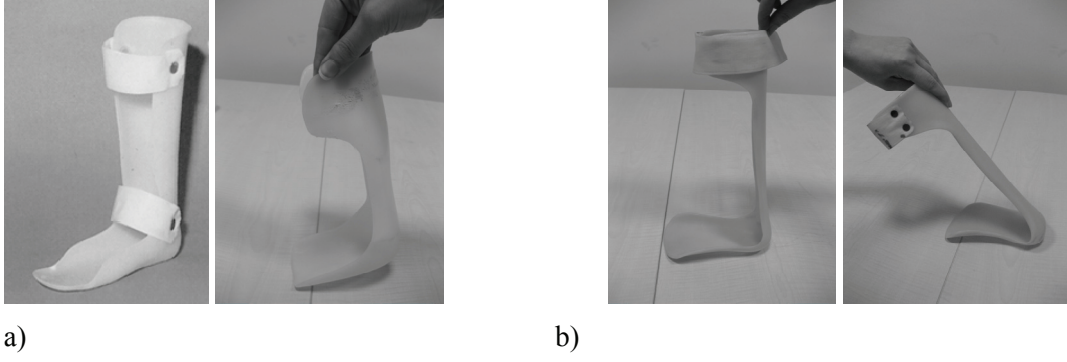
Dynamic Ankle-Foot Orthosis (DAFO) is one of the approaches commonly used in the treatment of children with cerebral palsy. Due to the personalized footplate with its very thin and flexible structure, DAFO is a supramalleoler orthosis that supports the dynamic arch of the foot, provides the stabilization of the subtalar joint and helps tone inhibition. When compared with the other developed foot-ankle orthoses, Standard Ankle-Foot Orthosis (AFO), Tone Reduction AFO and Neurophysiologic AFO, that help walking and

enhance other functions, DAFO gets an advantageous position in terms of dynamic impact on balance, support arches and providing full theme.

**Keywords:** Ankle-Foot Orthosis, Dynamic Ankle-Foot Orthosis, Cerebral Palsy.

### GİRİŞ

Alt ekstremitte ortezleri serebral paralizili çocukların tedavisinde biyomekanik eklemden gelişebilecek limitasyonları önlemek ve çocuğun genel fonksiyonlarını artırmaya yönelik oldukça sık kullanılan ortezlerdendir (1). Bu amaçla Standard Ankle-Foot Orthosis (Standart AFO)'e ek olarak Tone Reduction AFO (TRAFO) ve Nörofizyolojik AFO'lar geliştirilmiştir. Standart AFO, medial longitudinal arkı kısmen destekler, çoğu kez metatars başlarında sonlandırılır ve eklemsiz olarak planlanır. Ayak bileğini 90°'de plantar fleksiyona stoplayan bu AFO'lar diz ve kalça üzerinde anormal kuvvet oluşturabilmektedirler. En büyük sıkıntı, polietilenden oluşturulan bu plastik ortezin bileğe yakın bölgeden kırılması olarak bilinir. Bu da yürüyüşün itme fazında ortezin topuk vuruşunda aşırı gerilim ve itme fazında kompresyon streslerinin etkisi altında kalmasına bağlı oluşan bir durumdur (Şekil 1).

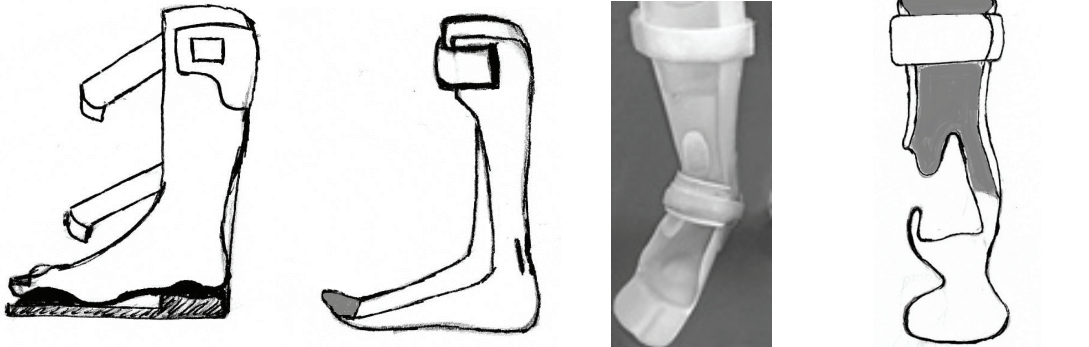


Şekil 1. AFO tipleri: a) Rijit AFO'lar, b) Yaprak AFO'lar.

TRAFO, arkları kısmen destekleyen, ayak bileğini  $90^\circ$ 'de plantar fleksiyona stoplayan ve tonusu azaltmak için parmakların proksimal falanklarını ekstansiyona yönlendiren, orta falanklarının fleksiyonuna izin verecek şekilde takviyelendirilmiş ve subtalar eklemi nötral konumda tutan bir AFO'dur (Şekil 2a). Gerek standart AFO gerekse TRAFO'lar eklemli olarak da planlanmakla birlikte, eklemlerde stoplamaya gidildiğinde bu durumun hastanın dengesini olumsuz yönde etkilediği bilinir (Şekil 3). Bu nedenle ambulasyonu çok iyi olan hastalar için uygulanması önerilir (2). Eklemli AFO'lar planlanırken hastanın ayak ve diz fonksiyonlarının ortotik yönden değerlendirilmeli ve ona göre stoplamaya gidilmelidir. Örneğin dizinde rekurvasyonu olan bir serebral paralizisi (CP)'li olguda  $3-7^\circ$  dorsi fleksiyonda plantara yapılacak stoplamanın rekurvasyon üzerine olumlu etkisi bilinmeli, tersine diz ekstansörleri ve ayak plantar fleksörlerinin zayıflığında ise oluşacak yürüyüş bozukluğunun da biyomekaniksel çözümünün planlanabilmesi gerekir. Ayağı  $3^\circ$

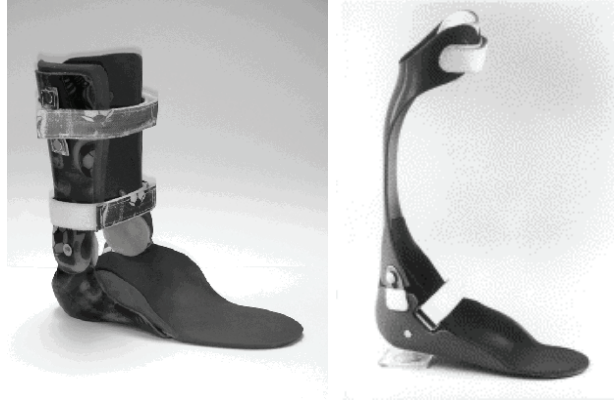
plantar fleksiyonda tutan ve dizi ekstansiyona yönlendirici, tibia anterior proksimal kuvvetinin AFO'da kullanımı ile oluşturulan yer reaksiyon ortezlerinin de duruma göre CP'li olgularda planlanabilmesi gerekir.

Bir başka uygulama olan Nörofizyolojik AFO tasarımında transvers ark desteklenir. Böylece metatars başlarına yük binmesi önlenirken parmakların fleksiyonu inhibe edilmeye çalışılır. TRAFO'larda olduğu gibi iç topuk baskısı ve aşıl yan baskıları burada da verilir. Ortezde ayak bileği lateralde kapalı, medialde açık bırakılmıştır. Medial malleolün açıkta bırakılmasına rağmen kalkaneusu kavrayan yapısıyla bu bölgede iyi bir stabilizasyon oluşturulmaya çalışılır. Subtalar eklem hareketi kontrol altında tutularak plantar ve dorsi fleksiyon hareketinin rahat yapılması sağlanır. Serbest plantar ve dorsi fleksiyon, dengenin gelişmesini olumlu yönde etkiler. Ayrıca medialde longitudinal ark ve malleol üzeri gibi baskı oluşturmayan açık alanlar, eversiyonu fasilite eder ve iyi bir proksimal kontrol sağlar (Şekil 2b) (3-6).



Şekil 2. a) TRAFO'lar

b) Nörofizyolojik AFO



Şekil 3. Düşük ve yüksek profilli eklemli AFO'lar.

### DAFO Tanımı ve Özellikleri:

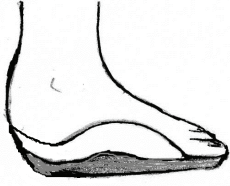
Dynamic Ankle-Foot Orthosis (DAFO) terimi ilk olarak Nancy Hylton tarafından 1989 yılında kullanılmıştır. Görüş, ayak ve ayak bileği hareketlerinin vücut postürü ve biyomekaniğine etkisini belirlemeyi hedefler. Arklar, subtalar eklem ve ayak ön bölümü nötral konuma getirilir. Ayak bileği mediolateral yönde desteklenerek ayağın plantar ve dorsi fleksiyonu ile inversiyon ve eversiyonu ayak bileği ekleminden sapmadan kontrol altına alınır. Hareketin plantar veya dorsi fleksiyon yönünde kısıtlanması gerektiğinde supramalleoler bölgeyi saran velkro bant ilave edilir. DAFO'nun ince ve esnek malzemeden oluşturulması ortezin kırılmasını engellemektedir. Ayrıca DAFO'da kişiye özel planlanan Dynamic Foot Orthosis (DFO) bölümü bulunur (Şekil 4). Bu bölüm, ayakta medial ve lateral longitudinal ark takviyeleri ve anterior transvers ark için destekleyici takviye, metatars başları ve kalkaneus için uyum sağlayıcı yatakları bulundurmaktadır. Kalkaneusun önünden medial ve lateral longitudinal arklara üzengi desteğine benzer kavrayıcı bir destek oluşturulur ve kalkaneusun inklinasyonu önlenir. Böylece ortezin ayakla tam teması sağlanarak tıpkı alt ekstremité protezlerindeki gibi vücut ağırlığının dengeli dağılımı ve taşınmasına yardımcı olunur. Tam temaslı destek, tonus inhibisyonunu da olumlu etkiler. Ayrıca parmakların ortez içerisinde elevasyonu ile parmak fleksörleri gerilir, 2., 3. ve 4. parmaklar ortez içerisinde eleve edilirken, bazı uygulamalarda başparmak 2. parmaktan bir

velkro ile ayrılır (Şekil 5). Başparmağın ve 5. parmağın elevasyonu diğer parmaklara göre daha azdır. Böylece anterior transvers ark desteklenirken bunlarla ilişkili metatars başları da yataklarına yerleştirilmiş olur. Parmak bandı başparmak için stabilizasyon amaçlı konulur. Parmaklar metatarsofalangeal (MTP) eklemlerden horizontal desteklenir. Ancak, parmakları dorsalden çevreleyen velkro bant kullanılmayarak parmakların aktif hareketine izin verilir. Ayak bileğini 45° açı ile çevreleyen velkrolu bant ile kalkaneusun, ayak dorsal bandı ile de metatarsların yatakları içerisinde yer değiştirmesi önlenir (7-9). DAFO tüm bu özellikleri ile; esnek supramalleoler yapısı, subtalar eklem kontrolü hareketine izin vermesi, ortez içinde ayağın az da olsa adduksiyon inversiyon ve abduksiyon eversiyon hareketlerini yapabildiğini sağlar, ancak bu durum mediolateral stabilizasyonunda herhangi bir olumsuzluk yaratmaz.

Ayrıca hastanın durumuna göre oluşturulacak DAFO planlaması ile sagittal düzlemde dizin, kalçanın, pelvis ve vertebral kolonun da kontrolü sağlanır. Ekinin gözlenmediği CP'li olgularda plantar fleksiyon serbestliği sağlamak için posteriorda aşıl tendonu üzeri V şeklinde açık bırakılır (Şekil 6). Dizde fleksiyonun olduğu CP'li olgularda ise ortez bir miktar proksimale uzatılır, yer reaksiyonundan yararlanmak amacı ile aşıl üzeri açık bırakılarak plantar fleksiyona izin verilirken ayak bileği dorsali kapatılır (Şekil 7). Ancak plantar fleksiyona kısmi serbestlik planlandığında aşıl tendonu üzerine esnek bant yerleştirilerek plantar fleksiyona gidiş, yürüyüş

ve denge olumsuz etkilenmeden gerçekleştirilir (Şekil 8). Ekinin olduğu ve plantar fleksiyonun stoplanması gereken durumlarda ortezi bir miktar proksimale uzatılır, aşil üzeri kapatılır ancak dorsi fleksiyon serbestliği sağlamak için anteriorda tibialis anterior tendon alanı açıkta

birakılır (Şekil 9). Hylton'a göre DAFO'lar, ayak bileğinde izin verdiği hareketlerle postüral kontrol ve fonksiyonların kazanılması, dengenin aktif stimülasyonu ve normal postüral tonusa ulaşılmasında önemli katkı sağlar (7-9).

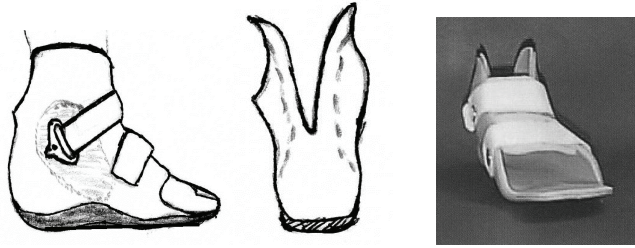


Şekil 4. *Standart DFO*

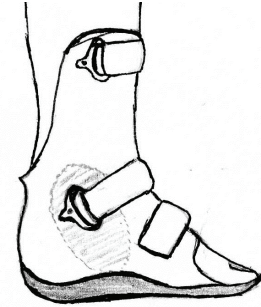
(Annika Naslund-Dynamic Ankle-Foot Orthosis in Children with Spastic Diplegia-Doktora Tezi'nden)



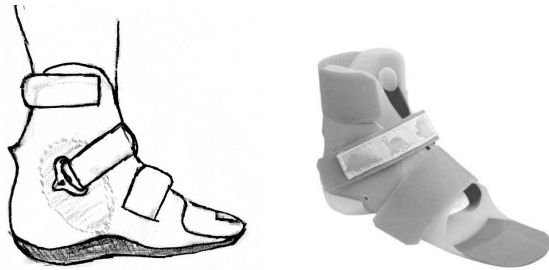
Şekil 5. *Başparmağın ayrı olduğu DAFO*



Şekil 6. *Parmakların bütünüyle eleve edildiği DAFO*



Şekil 7. *Posteriora serbest DAFO*



Şekil 8. *Kısmen posteriora stoplu DAFO*



Şekil 9. *Anteriora serbest DAFO*

Ayak bileğinin 90°de stoplandığı metal yan barlı standart AFO'ların dinamik denge üzerindeki olumsuz etkileri, arkları tam desteklememesi ve teması tam sağlamaması, inhibitör ortezlere göre DAFO'yu avantajlı konuma getirmektedir (10,11).

DAFO'nun yapımında 2-4mm kalınlığında polipropilen malzeme kullanılmaktadır. Anteriorda oldukça inceltilen bu malzeme ortezin yanlara rahat açılımını sağlar ve giyip çıkarmayı kolaylaştırır.

DAFO ile hedeflenen ayağın ön bölümünün adduksiyonu ile inversiyonu ve abduksiyonu ile birlikte eversiyonunu kontrol altına almaktır. Ayak bileğinin ligament laksitesine bağlı hafif ve orta derecedeki valgus ve varus deformitelerinde pozitif model üzerinde yapılan rektifikasyonlarla anormal ayak pozisyonu dengelenmeye çalışılır ve orta derecedeki plantar fleksiyon tonus artışı azaltılabilir. Dorsi fleksiyon ve plantar fleksiyon hareket serbestliği sağlanır, ayak bileğinin mediolateral stabilizasyonu temin edilir, ayak dorsalini kavrayan velkro ve ayağı tam saran plastik kılıf sayesinde ayağın

bütünüyle kontrolü sağlanır ve ciltte sürtünmeye bağlı tahribat oluşmaz (2-8).

DAFO bu özellikleri ile CP dışında diğer nöromusküler problemlerle birlikte spina bifida, musküler distrofi ve post polio'da da önerilmektedir.

Ancak aşırı plantar fleksiyon tonus artışının olduğu durumlarda birlikte aşırı valgus ve varus deformitelerinde anteriora serbest DAFO yetersiz kalabilir. Bu durumda supramalleoler AFO (SMAFO) fibula başı altında sonlanacak şekilde proksimale doğru yönlendirilir. Yaprak termoplastik DAFO şeklinde veya bacak yanlarını da saracak eklemsiz DAFO şeklinde planlanır (Şekil 10). Spasitiste bazen subtalar eklemden pronasyon kontrolü yanı sıra ayak ön ve orta bölümünün hareketlerinin kısıtlanmasına ek olarak ayak bileği hareketlerinde de kısıtlama gerektirebilir. Ayak bileğinde stoplamaların yapılabildiği eklemli DAFO'ların kullanımı gerekebilir. Bu durumda proksimale uzatılmış DAFO eklemli AFO şeklinde planlanır (Şekil 11). Bu uygulamalar AFO'ların Hyton modifikasyonları şeklinde de ifade edilebilir.



Şekil 10. Eklemli AFO'lar



Şekil 11. Eklemli AFO'lar

Yapılan çalışmalar da; Hassani ve arkadaşları, HAFO (hinged ankle foot orthoses)'lar bir başka ifade ile eklemli AFO'lar ve DAFO'ların CP'li çocuklarda etkisini araştırmışlardır (12). Çalışmalarında 16 CP'li diplejik, yaşları 7,5 ve 2,9 bağımsız yürüyebilen çocukların iki ortezle yürüyüşlerini 3-D boyutlu yürüme analiz sistemi ile değerlendirmişlerdir. Ayak bileği dorsi fleksiyon ve plantar fleksiyon, yürüyüşün destek ve salınım fazında diz fleksiyonunda,

destek fazında kalça fleksiyonunda iyileşme sağlandığı rapor edilmiştir. Eklemli AFO ve DAFO değerleri arasında farklılık saptanmamış, ancak ortezli ve ortezsiz yürüyüşleri arasında fark tespit edilmiştir.

Lam ve arkadaşları, spastik CP'li çocuklarda DAFO ve eklemli AFO kullanımının elektromyografik ve biyomekaniksel etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya 13 spastik diplejik yaş ortalaması 5,9 olan çocuk alınmıştır. Çalışmaya orta

dercede ekini olan (modifiye ashworth skalası 1-3), önemli bir rotasyonel deformitesi olmayan, 5 ay içinde botox uygulanmamış ve bağımsız yürüyebilen çocuklar alınmıştır. Rastgele 3 grup oluşturulmuş, 1. grup çıplak ayak, 2 grup eklemsiz AFO ile 3. grup DAFO ile değerlendirilmiştir. Her iki ortezin adım uzunluğuna, taban temasına olumlu etkileri tespit edilmiş ve salınım fazındaki aşırı plantar fleksiyona gidış önlenmiştir. DAFO, eklemsiz AFO'ya göre ayak bileği hareketinde daha fazla serbestlik sağlamıştır. Ayrıca DAFO'nun itme fazında plantar fleksiyonu daha az kısıtladığı belirlenmiştir (13).

Jesinkey ve arkadaşları spastik diplejik çocuklarda ayakta duruşta DAFO'lu ve DAFO'suz uzanma mesafesini değerlendirmişlerdir. Çalışmaya 8 diplejik çocuk almışlar, temporal düzlemde CoP (basınç merkezi) başlangıcı ile el yer değiştirme başlangıçları arasındaki değişimleri kinetik ve kinematik olarak değerlendirmiştir. Sonuçta DAFO'lu iken CoP başlangıcının el başlangıcından daha ilerde olduğunu saptamışlardır. Ayrıca DAFO'lu iken çocukların ayakta durma sırasında uzanma

hareketlerinde postüral düzeltmenin motor öğrenme üzerindeki olumlu yönü belirlenmiştir (14). Yapılan pek çok çalışma da DAFO kullanımı ile denge, postür ve yürüme parametrelerinde iyileşme sağlandığı şeklindedir (12-20).

Sonuç olarak DAFO; parmak altlarından verilen destek, metatarsal uyumu ve özellikle 2-5 falanksların elevasyonu ile parmakları fleksiyon (toe-clawing) eğilimini azaltıcı yapısı, ayak tabanını destekleyici özelliği ile anormal kas aktivitesini azaltması, aşırı ayak plantar fleksiyonunu azaltıcı niteliği, anormal kas aktivitesindeki azalma yürüme ve ayakta duruşta gövde, pelvis ve alt ekstremitenin uyumlu hareketini sağlayıcı özelliği, ayak dorsalinin tam temaslı olmasına bağlı plantar fleksiyon tonusunun azaltıcı özelliği, dinamik dengeyi geliştirici yapısı, tam temaslı tasarım olmasına bağlı proprioseptif feedback sağlaması, hafif, estetik, ayağa ve ayakkabı içine kolayca giyilebilir olması gibi olumlu yönleri ile ülkemizde de yaygın kullanılan ortezler arasında yerini almıştır.

## KAYNAKLAR

1. Stanger M, Oresic S. Rehabilitation approaches for children with cerebral palsy: overview. *J Child Neurol.* 2003;18(1):79-88.
2. Romkes J, Brunner R. Comparison of a dynamic and a hinged ankle-foot orthosis by gait analysis in patients with hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture.* 2002;15(1):18-24.
3. Carlson JM, Day B, Berglund G. Double short flexure type orthotic ankle joints. *J Prosthet Orthot.* 1990;4:289-300.
4. Supan TJ, Hovorka CF. A Review of Thermoplastic Ankle-foot Orthoses Adjustments/Replacement in Young Cerebral Palsy and Spina Bifida Patients. *J Prosthet Orthot.* 1995;7:15-22.
5. Middleton EA, Hurley GRB, McIlwain JS. The role of rigid and hinged polypropylene ankle-foot orthoses in the management of cerebral palsy: A case study. *Prosthet Orthot Int.* 1988;12:129-135.
6. Bensman AS, Lossing W. A new ankle-foot orthosis combining the advantages of metal and plastics. *Orthot Prosthet.* 1979;33:3-10
7. Hylton N. Postural and functional impact of dynamic ankle-foot orthoses and foot orthoses in a pediatric population. *JPO* 1989;2:40-53.
8. Mueller K and McPoil T. Effect of a tone-inhibiting dynamic ankle-foot orthosis on the foot-loading pattern of a hemiplegic adult: a preliminary study. *J Prosthet Orthot* 1992; 4: 86-92.
9. Cassade DAFO Ins. Note from Dynamic Splinting Workshop. Ferndale, Washington: Cassade DAFO Ins; 1998.
10. Diamond MF, Ottenbacher KJ. Effect of tone-inhibiting dynamic ankle-foot orthosis on stride characteristics of an adult with hemiparesis. *Phys Ther.* 1990;70:423-430.

11. Dieli J, Ayyappa E, Hornbeak S. The effect of dynamic AFOs on three hemiplegic adults. *J Prosthet Orthot.* 1997;9:82-89.
12. Hassani S, Roh J, Ferdjallah M, Reiners K, Kuo K, Smith P, Harris G. Rehabilitative orthotics evaluation in children with diplegic cerebral palsy: kinematics and kinetics. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2004;4874-6.
13. Lam WK, Leong JC, Li YH, Hu Y, Lu WW. Biomechanical and electromyographic evaluation of ankle foot orthosis and dynamic ankle foot orthosis in spastic cerebral palsy. *Gait Posture* 2005;22:189-197.
14. Jesinkey K, Naslund A, Hirschfeld H. Initiation of reaching when standing with and without DAFOs in children with spastic diplegia. *Advances in Physiotherapy* 2005;7(4);144-153.
15. Morris C. A review of the efficacy of lower-limb orthoses used for cerebral palsy.. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2002;44:205-211.
16. Geboers J.F.M, Wetzelaer W.L.H, Seelen H.A.M, Spaans F and Drost M.R. Ankle-foot orthosis has limited effect on walking test parameters among patients with peripheral ankle dorsiflexor paresis. *J Rehabil Med.*, vol. 2002;34:80-85.
17. White H, Jenkins J, Neace W, Tylkowski C, Walker J. Clinically prescribed orthoses demonstrate an increase in velocity of gait in children with cerebral palsy: a retrospective study. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2002;44:227-23.
18. Geboers J.F, Drost M.R, Spaans F, Kuipers H, and Seelen H.A. Immediate and long-term effects of ankle-foot orthosis on muscle activity during walking: A randomized study of patients with unilateral foot drop. *Arch Phys Med Rehabilitation* 2002;83:240-245.
19. Radtka SA, Skinner SR, Dixon DM, Johanson ME. A comparison of gait with solid, dynamic, and no ankle-foot orthoses in children with spastic cerebral palsy. *Phys Ther* 1997;77:395-409.
20. Mueller K, Cornwall M, McPoil T, Mueller D, Barnwell J. Effect of a tone-inhibiting dynamic ankle-foot orthosis on the foot-loading pattern of a hemiplegic adult: a preliminary study. *J Pediatr Orthop* 1992;4:86-92.