



## Yürüme analizi: hasta değerlendirmesi ve hazırlığı

### Gait analysis: patient evaluation and preparation

Yasemin Kala, Hüseyin Bol

Türkiye Spastik Çocuklar Vakfı, Hareket Analiz Birimi, İstanbul

Yürüme bir yerden bir yere gidebilmek amacıyla gövdenin ilettilmesidir. Uzun süre yorulmadan yürüyebilmek için beyin, omurilik, periferik sinirler, kaslar, kemik ve eklemler birlikte çalışmalı, eklem hareketleri, kasılmanın zamanı ve gücü yeterli olmalıdır. Normal yürümenin karmaşıklığı ve çıplak gözle değerlendirmenin güçlüğü nedeniyle, yürüme zorluklarının tespiti için modern yürüme analizi sistemleri geliştirilmiştir. Günümüzde modern analizler, hareket analiz laboratuvarlarında gerçekleştirilmektedir. Bireye yürüme analizi yapılabilmesi için hastanın, detaylı anamnez alımı, klinik değerlendirme, video analiz ve kinematik-kinetik analiz aşamalarından geçmesi gereklidir. Bu aşamalar sonucunda elde edilen veriler bilgisayarda geliştirilmiş yazılımlar ile işlenir. Tüm bu işlemler sonucu yürüme siklusunu boyunca frontal-sagittal ve transvers düzlemlerde vücut segmentlerinin grafiksel olarak değerleri elde edilir.

**Anahtar sözcükler:** yürüyüş; üç-boyutlu; yürüme analizi; hasta değerlendirme; hasta hazırlığı; işaretleyici; yürüme

Gait is the motion of trunk for stepping from one place to another. In order to walk for a long time without getting tired; brain, spinal cord, peripheral nerves, muscles, bones and joints must work together, joint movements, time and strength of contraction should be sufficient. Due to the complexity of regular walking and the difficulties of evaluation with naked eye, modern gait analysis systems have been developed for assessment of walking difficulties. Recently, modern analysis is carried out via motion analysis laboratories. In order to make gait analysis of the individuals, detailed anamnesis form must be filled, clinical evaluation, video analysis and kinematic-kinetic analysis must be performed. All results must be evaluated with the software developed for this purpose. As a result of all these operations, graphical data obtained from the frontal-sagittal and transverse planes of the body segment during gait cycle is evaluated.

**Key words:** gait; three dimensional; gait analysis; patient preparation; patient evaluation; marker; walk

**Y**ürüme bir yerden bir yere gidebilmek amacıyla gövdenin ilettilmesidir. İki ayak üzerinde dik yürüme yalnızca insana özgü bir beceridir. Yaşamın çok basit bir parçası gibi görünmekle birlikte aslında son derece karmaşık bir hareketler zinciridir. Uzun süre yorulmadan yürüyebilmek için beyin, omurilik, periferik sinirler, kaslar, kemik ve eklemler birlikte çalışmalı, eklem hareketleri, kasılmanın zamanı ve gücü yeterli olmalıdır.<sup>[1-3]</sup>

Normal yürümenin karmaşıklığı ve çıplak gözle değerlendirilmesinin güçlüğü bilim adamlarını ayrıntılı ve güvenilir inceleme yöntemleri geliştirmeye itmiştir. Modern yürüme analizi yürümenin sayısal olarak değerlendirilmesi, tanımlanması ve yorumlanmasıdır. Her ne kadar deneyimli uzmanlar yürümeyi gözle



değerlendirebilseler bile insan gözü saniyede 12-14 adet görüntü algılayabildiği için yürüme sırasında milisaniyeler içinde oluşan hareketler tam olarak değerlendirilemez. Ayrıca yürüme sadece eklem hareketlerinden ibaret olmayıp gözle anlaşılacak kuvvet, moment ve kas aktivitelerini de içerir.<sup>[1]</sup> Doğru tanı ve başarılı bir tedavi için normal yürüme bilinmeli, anormal olandan ayırt edilmeli, iyi bir klinik muayene ile yürümeyi bozan ana neden ve bu nedeni kompanse etmek için yapılan hareketler anlaşılmalıdır. Bunun için yürümenin tüm bileşenlerini eksiksiz kaydedecek, sayısal veriye dönüştürecek, klinik muayene ile kıyaslamaya ve tekrar incelemeye, tedavi girişimleri sonrası veya zaman içinde oluşan değişiklikleri değerlendirmeye olanak sağlayacak sistemler gereklidir.<sup>[3-7]</sup>

- İletişim adresi: Yasemin Kala, Türkiye Spastik Çocuklar Vakfı, Hareket Analiz Birimi, Prof. Dr. Hıfzi Özcan Cad. No:8 Ataşehir, İstanbul  
Tel: 0537 - 011 32 88 e-posta: yaseminkala@tscv.org.tr
- Geliş tarihi: 23 Temmuz 2014 Kabul tarihi: 23 Temmuz 2014

Günümüzde modern analizler, hareket analiz laboratuvarlarında gerçekleştirilmektedir ve hastaya yürüme analizi yapılabilmesi için şu aşamalardan geçilmelidir.

İlk aşamada hasta yürüme analizi için başvurur ve yürüme analizi, yapılacak değerlendirmeler ve

süresi hakkında bilgilendirilir. Randevu tarihinde ilk işlem olarak hastadan ayrıntılı anamnez alınır (Şekil 1). Anamnez içeriğinde; hastanın özgeçmiş (doğum tarihi, cinsiyeti, boyu, kilosu, prenatal-natal ve post-natal doğum hikayesi), soygeçmiş, eskiden geçirmiş olduğu operasyonların kayıtları (operasyonların adı,

		<b>T.S.C.V METİN SABANCI ÖZEL EĞİTİM VE REHABİLİTASYON MERKEZİ</b>			
<b><u>HAREKET ANALİZİ LABORATUVARI ANAMNEZ FORMU</u></b>					
Ad- Soyad:		Tarih:			
Doğum Tarihi:		Tel:			
Cinsiyet:	Kız	Erkek	Adres:		
Boy:			Yönlendiren:		
Kilo:					
GMFMc:		MACS:			
<b><u>HİKAYE:</u></b>					
<b><u>PRENETAL:</u></b>					
Akraba evliliği	Anne yaşı	Stres	Travma		
Sigara	Alkol	Gebelik Sayısı	İlaç Kullanımı		
Düşük	Kürtaj	D.S Ölüm	Hamilelik arası süre		
<b><u>NATAL:</u></b>					
Normal doğum	Zor doğum	Sezeryan	Asfiksi		Epidural
<b><u>POSNATAL:</u></b>					
Doğum ağırlığı	Gecikmiş ağlaması	İlk 2 yıl içinde travma			
<b><u>NEONATAL:</u></b>					
Menenjit	Sarılık	Hipoglisemi	Hidrosefali		Mikrosefali
Malnutrisyon	Beslenme zor.	Epilepsi	Ment.Ret.		İlaç
<b><u>CERRAHİ:</u></b>					
Operasyon Tarihi	Operasyon		Operasyon yapılan merkez		
<b><u>FİZİK TEDAVİ:</u></b>					
Mevcut durum:					
Yardımcı cihaz kullanımı:					
Takip edilen kurum - sıklığı:					
Takip eden uzman:					

**Şekil 1.** Hasta anamnez formunun ayrıntılı görünümü.

yeri, zamanı, kimin tarafından yapıldığı gibi), mevcut fiziksel durumu, yardımcı cihaz kullanımı, herhangi bir kurum tarafından takip edilip edilmediği, hangi kurum ve uzman tarafından, hangi sıklıkla takip edildiği ve yürüme analizi için kimin yönlendirdiği gibi bilgiler sisteme işlenir. Bu aşama hastanın tanınmasını, mevcut

sisteme (veri tabanına) dahil edilmesini ve bu sayede gelecekte ihtiyaç duyulduğunda sağlıklı takibinin yapılmasını sağlar.

İkinci aşama klinik muayenedir (Şekil 2). Klinik (fiziksel) muayene ile postür analizi, eklem hareket genişlikleri (goniometrik ölçümler), spastisite, GMFCS

**(a)**

**CP SINIFLANDIRMASI:**

**SPASTİK:** Monoparezi Diparezi Tetraparezi Hemiparezi Quadriparezi

**DİSKİNETİK:**

**ATAKSİK:**

**MİX TİP:**

**DİĞER:**

**POSTÜR ANALİZİ:**

**Baş:** (A/P) Orta hatta R LF L LF R Rot L Rot (Lateral) Nötral Anterior Posterior

**Cervical Lordoz:** Nötral ↑ ↓

**Omuz:** (A/P) Seviye eşit Deprese R L (Lateral) Protraksiyon R L Retraksiyon R L

**Scapula:** Seviye eşit Deprese R L Scapula Alata R L R>L L>R

**Thorax:** Normal Güvercin Huni Fıçı Harrison Oluğu

**Dirsek:** Taşıma açısı Nötral ↑ ↓

**Th. Kifoz:** Nötral ↑ ↓

**Skolyoz:** Fonksiyonel Strüktüel S C

**Lumbal Lordoz:** Nötral ↑ ↓

**Pelvis:** SİAS eşit APT PPT Lateral tilt R L

**ALT EXTREMİTE:** R L

**AYAK:** R L

Normal Pesplanus Pescavus Pesplanovalgus Pesecinovarus Hallux valgus

**(b)**

ROM	R	R	L	L	SPASTİSİTE	R	L	KAS GÜCÜ	R	L
<b>KALÇA</b>					<b>KALÇA</b>			<b>KALÇA</b>		
Flexion					Fleksor			Extansion		
Extansion					Extansor			Flexion		
Thomas Testi					Add. Kalça 0° - Diz 0°			Adduksion		
Add. Kalça 0°-Diz0°					Add. Kalça 0° - Diz 90°			Abduksion		
Add. Kalça 0°-Diz90°					Abduktör			İnt. Rot.		
Abduktion					İnternal Rot			Ext. Rot.		
Femoral Anteversion					Eksternal Rot					
İnt. Rot. - prone					Phelps Testi					
İnt. Rot. - oturma										
Ext. Rot - prone										
Ext. Rot - oturma										
<b>DİZ</b>					<b>DİZ</b>			<b>DİZ</b>		
Extansion					Duncan-ELY			Extansion		
Flexion					Rectus Femoris uzunluğu			Flexion		
Popliteal A. Uni/Bilat.					Hamstring			Düz bacak kaldırma		
Tibio-Femorel Aç					Patella Alta					
Duncan-ELY Testi										
<b>AYAK BİLEĞİ</b>					<b>AYAK BİLEĞİ</b>			<b>AYAK BİLEĞİ</b>		
Dorsi flexion - Diz 90°					Plantar flexion - Diz 90°			Dorsi flexion		
Dorsi flexion - Diz 0°					Plantar flexion - Diz 0°			Plantar flexion		
Plantar Flexion					Tibialis Post.			Inversion		
Inversion					Klonus			Eversion		
Eversion					<b>ÇAP ÖLÇÜMLERİ</b>			<b>GÖVDE</b>		
Silver Skiold Testi					Ayak genişliği			Abdominaller		
Bimalleolar Aks					Ayak bileği çapı			Sirt Kasları		
Thigh-Foot Ang.					Ayak uzunluğu					
Hind/Forefoot Ang.					Diz çapı					

Şekil 2. a, b. Hasta klinik değerlendirme formunun ayrıntılı görünümü.

(*Gross Motor Functional Classification System*) skoru, MACS (*Manual Ability Classification System*) skoru, eklem ve kas kontraktürleri, kas kuvvet ve tonusları, kemik deformite, uzunluk ölçümü, çevre ve çap ölçümleri, gerekli ortopedik testler ve nörolojik durum değerlendirilir. Klinik değerlendirme, yürüme analizindeki markerlama ya da kalibrasyon vb. işlemlerden kaynaklanabilecek hata ihtimalini minimize etmek için son derece önemlidir. Gerekirse tüm işlem tekrarlanabilmektedir.

Üçüncü aşama olarak, video analiz yapılır. Hastanın zeminle aynı düzeyde fakat farklı renkle belirlenmiş olan 5-6 metrelik yürüme yolunda eklemlerinin görülmesini engellemeyecek bir kıyafetle (şort ya da mayo gibi) yürümesi sırasında; 5 metre uzaklıkta önden (frontal düzlem) ve 3 metre uzaklıkta yandan (sagittal düzlem) kısa süreli video çekimleri alınarak bilgisayar ortamına aktarılır (Şekil 3). Daha sonra bilgisayarda hastanın önden ve yandan çekimleri eşzamanlı olarak izlenir, yürüme sırasındaki hareketler yavaşlatılıp ayrıntılı incelenir. Bu, hastanın yürüyüşündeki birincil anormallikleri görmemizi sağlar; ayrıca, problemin nereden kaynaklanıyor olabileceğine dair fikir verir, problem kaynağı olarak odaklanmamız ya da klinik muayenemizde daha

ayrıntılı incelememiz gereken yerler hakkında bizi yönlendirir.<sup>[4]</sup>

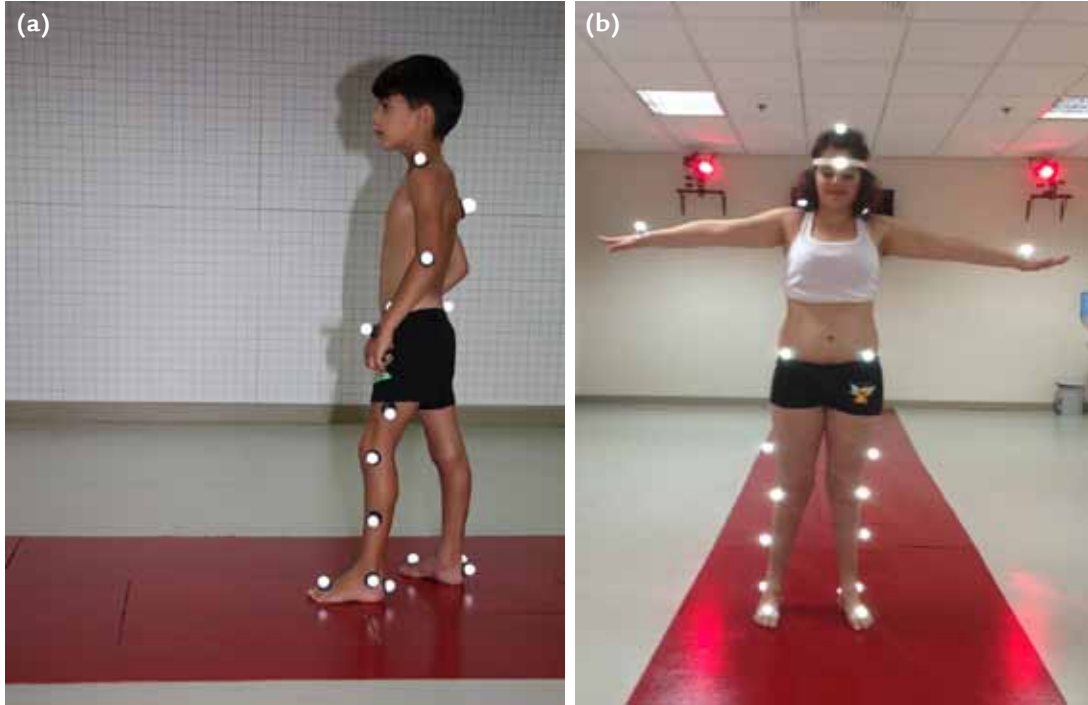
Dördüncü aşama hastanın kinematik ve kinetik analizlerin yapılabilmesi için hastayı yürüme analizi sistemine hazırladığımız aşamadır. Bu aşamada amaç, normal (rutin-günlük) yürüme siklusu boyunca vücut segmentlerinin sürekli değişen eklem açılarını ve kuvvet platformu (*force plate*) aracılığı ile ayak bileği, diz ve kalça eklemine etki eden momentler ve eklemlerde oluşan güçleri yürüme analizi sistemine kaydedebilmek için belirli bir model oluşturmaktır. Modelleme için genellikle Modifiye Helen Hayes modeli kullanılır (Şekil 4). Bu modelde hastaya anatomik pozisyonda duruşta Helen Heyes tarafından tanımlanmış olan 29 farklı anatomik noktada (1. marker, frontal bölgede alın ortasına; 2. marker, paryetal bölgede baş tepe noktasına; 3. marker, oksipital bölge orta noktasına; 4. ve 5. marker, sağ ve sol omuz klavikula akromiyal eklem; 6. marker, sağ skapula ortasına; 7. ve 8. marker, sağ ve sol dirsek lateral epikondiline; 9. ve 10. marker, el bileği ortasına; 11. ve 12. marker, spina iliaka anterior superiora; 13. marker, sakruma; 14. ve 15. marker, femur laterali orta noktasına; 16. ve 17. marker, lateralde diz orta noktasına; 18. ve 19. marker, lateralde tibia



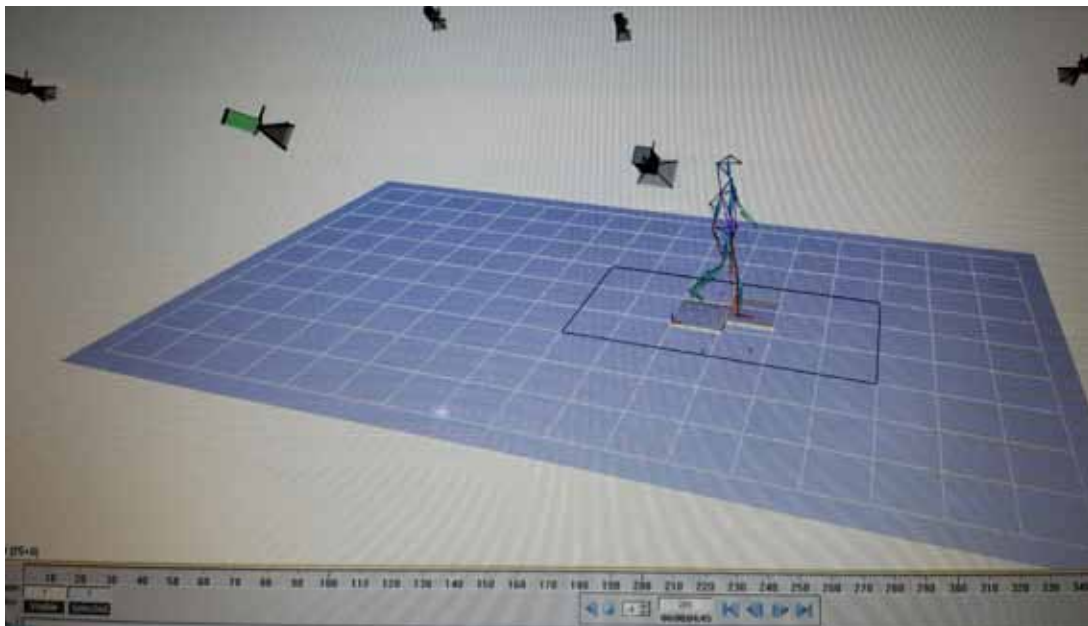
Şekil 3. Yürüme analizi platformu.

orta noktasına; 20. ve 21. marker, lateral malleol orta noktasına; 22. ve 23. marker, posteriorda kalkaneus ortasına; 24. ve 25. marker, 2. ve 3. ayak parmağı orta noktasına; 26. ve 27. marker, mediyalde diz orta noktasına; 28. ve 29. marker, mediyal malleol tepe noktasına) hastanın cildine retroreflektif işaretleyici olarak yerleştirilir (Şekil 4).

Vücuduna işaret cihazları (29 adet marker – işaretleyici) yerleştirilen model sisteme tanıtılır, kişi kameraların görüş alanındaki önceden belirlenmiş ve ortasında kuvvet platformu olan 5–6 metrelik bir yol boyunca yürütülür. Bu cihazlardan gelen sinyaller yüksek hızlı (saniyede 120 resim alabilen) özel kameralar aracılığıyla üç boyutlu olarak görüntülenir (Şekil 5). Ayrıca kişinin



Şekil 4. a, b. İşaretleme sonrasının çocuğun önden (a) ve yandan (b) görünümü.



Şekil 5. İşaretleyicilerin bilgisayara tanıtımı sonrasında elde edilen diyagram.

kuvet platformuna basarak geçtiğinde basma fazında oluşan yer tepki kuvvet vektörleri 20 ms aralıklarla hesaplanır. Uygun yürüyüşler bilgisayarda geliştirilmiş yazılımlar ile işlenir. Bu işlem sonucunda yürüme siklusu boyunca her eklemin üç hareket planındaki açısal değişimleri hesaplanır. Bir zaman biriminden diğer zaman birimine olan yer değişiminden hız, hız değişiminden ise ivme hesaplanabilir.<sup>[1,8,9]</sup> Sonuçta tüm bu işlemler sonucu (kinematik ve kinetik analiz sonucunda oluşan) frontal-sagittal ve transvers düzlemlerde vücut segmentlerinin grafiksel olarak değerleri elde edilir.<sup>[1,10-12]</sup>

#### KAYNAKLAR

1. Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. İstanbul: Avrupa Matbaacılık; 2001.
2. Perry J. Gait Analysis: Normal and Pathological Function. Thorofare NJ: SLACK Incorporated; 1992.
3. Barr AE. Biomechanics and Gait. In: Orthopaedic Knowledge Update 7; p.31-7.
4. Gage JR, Deluca PA, Renshaw TS. Gait analysis: principles and applications with emphasis on its use in cerebral palsy. Instr Course Lect 1996;45:491-507.
5. Biomechanics and Gait. Orthopaedic Knowledge Update 6; 2001. p.37-43.
6. Kay RM, Dennis S, Rethlefsen S, Reynolds RA, Skaggs DL, Tolo VT. The effect of preoperative gait analysis on orthopaedic decision making. Clin Orthop Relat Res 2000;(372):217-22.
7. Simon SR. Quantification of human motion: gait analysis-benefits and limitations to its application to clinical problems. J Biomech 2004;37(12):1869-80.
8. Whittle MW. Gait Analysis. An Introduction. Oxford: Butterworth Heinemann; 2002.
9. Pease WS, Quesada PM. Kinematics and kinetics of gait. In: Braddom RL, editor. Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders; 1996 p.83-103.
10. Gage JR. The clinical use of kinetics for the evaluation of pathologic gait in cerebral palsy. Instr Course Lect 1995;44:507-15.
11. Schwartz M. Kinematics of normal gait. In: Gage JR, editor. Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy. London: McKeith Press; 2004. p.99-119.
12. Davis RB, Qunpuu S. Kinetics of Normal Gait. In: Gage JR, editor. Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy. London: McKeith Press; 2004. p.120-33.