

# Spastisite-Yetişkin Hastaya Yaklaşım: Klinik, Elektrofizyolojik ve Biyomekanik Değerlendirme

## Spasticity-Approach to the Adult Patient: Clinical, Electrophysiological and Biomechanical Assessment

Canan AYBAY

Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 3. FTR Kliniği, Ankara, Türkiye

### Özet

Spastisite hem hastalar, hem de klinisyenler açısından büyük zorluk yaratan ciddi bir problemdir. Spastisite çalışma grubu [SPASM (Support Programme for Assembly of a database for Spasticity Measurement)] spastisiteyi, "Üst motor nöron lezyonu sonucu, kendini kasların istemsiz intermitten veya daimi aktivasyonu şeklinde gösteren, sensori-motor kontrol bozukluğu" şeklinde tanımlamıştır. Spastisite, santral sinir sistemindeki lezyonun oluş zamanına (akut veya yavaş gelişen), büyüklüğüne ve lezyonun yerine (serebral korteks, beyin sapı, omurilik) bağlı olarak farklı şekillerde ortaya çıkar. Spastisitenin değerlendirilmesinde klinik, elektrofizyolojik ve biyomekanik olmak üzere üç ana yaklaşım vardır. Spastisitenin kantitatif ölçümü oldukça zor olmakla birlikte bu, tedavi planında, hastanın medikal ve fizik tedaviye yanıtının ölçülmesinde, prognoz tayininde oldukça önemlidir. Spastisiteyi ölçmek için, henüz tam doğru ve etkin metod mevcut değildir. Ashworth/Modifiye Ashworth Skalası bazı ciddi limitasyonlar içermesine rağmen, altın standart olarak kullanılmaya devam edilmektedir. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2007; 53 Özel Sayı 1: 45-52*

**Anahtar Kelimeler:** Spastisite, ölçüm, klinik değerlendirme, izokinetik dinamometre, elektrofizyoloji

### Summary

Spasticity is a serious problem that creates great difficulty for both patients and clinicians. The Support Programme for Assembly of a database for Spasticity Measurement (SPASM) group defined the spasticity as "disordered sensory-motor control, resulting from an upper motor neuron lesion, presenting as intermittent or sustained involuntary activation of muscles". Spasticity occurs in different types depending on the duration of the lesion present in the central nervous system (acute or slowly emerging), the size of the lesion and the location of the lesion such as cerebral cortex, brain stem or spinal cord. There are three major approaches, clinical, neurophysiological and biomechanical, for assessing spasticity. Although the quantitative measurement of spasticity is fairly difficult, it is obviously important for planning treatment, measuring the response of the patient to the medical and physical therapy and the prediction of prognosis. There is not yet any perfect and effective method for measuring the spasticity. Despite some serious limitations, the Ashworth Scale or the Modified Ashworth Scale continues to be used as the 'gold standard'. *Turk J Phys Med Rehab 2007; 53 Suppl 1: 45-52*

**Key Words:** Spasticity, measurement, clinical assessment, isokinetic dynamometry, electrophysiology

### Giriş

Spastisite hem hastalar hem de klinisyenler açısından zorluk yaratan ciddi bir problemdir (1). Sommerfeld ve ark. (2) ilk üç ayındaki inmeli hastaların %19'unda, Watkins ve ark. (3) ise ilk bir yılda inmeli hastaların %38'inde spastisite tanımlamışlardır. Stockholm Omurilik Yaralanmaları Çalışmasında (Stockholm Spinal Cord Injury Study-SSCIS) omurilik yaralanmalı hastaların

%60'ında spastik parezi saptanmış, bunların %40'ında spastisitenin ciddi bir problem olduğu, hastaların günlük yaşamını etkileyecek, ağrı oluşturacak kadar şiddetli olduğu bildirilmiştir (4).

Spastisiteyi tam olarak tanımlamak oldukça zordur. Lance (5) spastisiteyi "Üst motor nöron sendromunun bir komponenti olan germe reflekslerinin hiperekstabilitesi sonucu ortaya çıkan artmış tendon sıçramaları ile birlikte, hıza bağımlı tonik germe reflekslerindeki artış ile karakterize motor bozukluktur" şeklinde

tanımlamıştır. Robert Young (6) bu tanımlamayı oldukça dar bulup, üst motor nöron sendromunun diğer karakteristiklerini bu tanımlamaya eklemiştir.

Üst motor nöron sendromlu hastalarda, spastisite ile ilişkili olarak, hem anormal davranışlar (pozitif semptomlar), hem de performans eksiklikleri (negatif semptomlar) tanımlanmıştır (6,7).

## Üst Motor Nöron Sendromu

### I. Anormal Davranışlar-Pozitif Semptomlar

Germeye karşı artmış direnç

Refleks kurtulma fenomeni

Artmış proprioseptif refleksler

Artmış kutanöz refleksler

Fleksör ve ekstansör spazmlar (spazm: ani istemsiz kas kontraksiyonu)

Otonom disrefleksi-otonom kontrolün yitimi

### II. Performans Eksiklikleri-Negatif Semptomlar

Becerilerde azalma

Parezi/güçsüzlük

Yorulabilirlik

Aslında bu tanım da spastisiteyi rijiditeden ayırmada yeterli değildir. Çoğu hastada ekstremitelerdeki bazı kaslar spastik, bazıları ise rijitmiş gibi davranabilir. Örneğin inme sonrası hemiparetik bir hastada bazı üst ekstremitelerdeki kasları spastik iken diğerleri rijit olabilir (6).

Rijidite, Parkinson hastalığında gözlenen, artmış kas tonusuna verilen addır. Radyolojik incelemelerde gözle görülebilir, büyük nöropatolojik lezyonlar yoktur. Hastalarda genellikle tendon refleksleri normaldir. Plantar refleks normal olup, hastada istirahat halinde kas tonusu artışı vardır ve relaksasyonu oldukça zordur.

Spastisitede ise kas tonusunda istemsiz artış vardır. Bu durum sadece kas gerimi süresince olur, istirahatte yoktur. Serebrum, beyin sapı ve omuriliğin yer işgal eden lezyonlarında oluşur. Babinski yanıtı ve artmış tendon refleksleri olaya eşlik eder.

Spastisite ve rijidite gibi bir diğer hipertonsite nedeni de distonidir. Distoni varlığında, tonik germe reflekslerindeki artış ve buna bağlı istemsiz kronik kas kontraksiyonu sonucu oluşan anormal postür söz konusudur. Ekstrapiramidal bozukluk olan Parkinson hastalığında, gövde ve ekstremiteler fleksiyon postüründedir. Distoni tanımı, özellikle postür oluşturmuş kronik kas kontraksiyonu için kullanılmaktadır (6).

Spastisite çalışma grubu "SPASM" (Support Programme for Assembly of a database for Spasticity Measurement) spastisiteyi, "Üst motor nöron lezyonu sonucu, kendini kasların istemsiz intermittan veya daimi aktivasyonu şeklinde gösteren, sensori-motor kontrol bozukluğu" şeklinde tanımlamıştır (8).

Spastisite, santral sinir sistemindeki lezyonun oluş zamanına ve şekline (akut veya yavaş gelişen), büyüklüğüne (gözle görülebilir, büyük nöropatolojik lezyonlar veya gözle görülemeyen lezyonlar), lezyonun yerine (serebral korteks, beyin sapı, omurilik), lezyonun yaygınlığına bağlı olarak farklı şekillerde ortaya çıkar (6,7,9,10).

## Komplet Omurilik Yaralanması ve Spastisite

Akut olarak gelişen komplet omurilik yaralanmasından sonra lezyon altında spinal refleksler yoktur veya depresedir. Bu dönem spinal şok olarak adlandırılır, tonik desendan fasilitasyonun kaybı olarak yorumlanır. Birkaç gün ve haftalar içinde deği-

şik nöronal mekanizmalar refleks eksitabiliteyi artırır ve spinal refleksler geri döner. Bazı olgularda ise spinal şok dönemi 6 aya kadar uzayabilir.

Spinal şoktan çıkan olgularda fazik ve tonik germe reflekslerinde artış, düşük eşikli, geniş amplitüdü tendon refleksleri, klonus (tipik olarak ayak bileği plantar fleksörlerinde olur, diz ekstansörleri ve parmak fleksörlerinde de ortaya çıkabilir), kutanö-müsküler refleks (fleksör geri çekme refleksi-üçlü fleksiyon refleksi), eksternal üretral sfinkter spazmı (detrüsör sfinkter disinerjisi) ortaya çıkar. Kutanö-müsküler refleksle alt ekstremitelerde, hoş olmayan stimülüsle uyarım sonucu, kalça-diz fleksiyonu ve ayak bileği dorsifleksiyonu ile birlikte geri çekilir. Olgularda sıklıkla, tekerlekli iskemleden düşmeye neden olabilecek spontan fleksör ve ekstansör spazmlar olur. Spastisitenin bu yönlü etkileri ile hastanın yatakta bağımsız dönmesi, pozisyonlanması güçleşir. Transferlerde, perianal hijyen-kateter bakımında, deri bütünlüğünün korunmasında zorluk oluşur. Dolayısı ile hastalarda günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlanma gelişir. Tekrarlayan uzuv sıçramaları ve tekrarlayan, durdurulamayan klonus nedeni ile hastalarda uyku problemleri ortaya çıkar.

Spastisitenin bu olumsuz etkileri yanında ayakta durma veya yürümeye yardımcı olma, kas pompalama aktivitesi ile dolaşıma yardımcı olma, ödem ve derin ven trombozu riskini azaltma, kas atrofisini önleme, tetraplejik hastalarda solunuma, öksürmeye ve bronşiyal sekresyonların temizlenmesine yardımcı olma gibi olumlu etkileri de vardır (6,7,9,10).

## İnkomplet Omurilik Yaralanması ve Spastisite

Komplet yaralanmalardaki gibi spinal refleksler başlangıçta depresedir. Tendon refleksleri, klonus ve hipertonus sıklıkla inkomplet yaralanmayı takiben kısa bir süre sonra geri döner. Ve genellikle istemli hareketlerin dönüşü birlikte olur. Spastisite ve istemli hareketin varlığı ters korelasyon gösterir.

Bazı inkomplet yaralanmalı hastalarda komplet olanlarda bulunmayan spastisite görünümü saptanır. Kalça ve diz fleksör kaslarında tonik germe refleksi aktivitesi vardır Tonus muayenesinde, eklem hareket açıklığının son yarısında daimi sabit bir direnç hissedilir, kontraktürden ayırt edilemez. Elektromiyografik incelemede devamlı bir kas aktivitesi gözlenir. Sonunda bu hastalarda kalça, diz fleksiyon kontraktürleri gelişir.

Hastalarda ekstansör ve fleksör spazmlar olabilir ama genellikle ağrısızdır. Devamlı fleksör kas aktivitesi ile giden tonik fleksör spazmlar ise ağrılıdır (6,7,9,10).

## Demyelinizan Hastalıklar ve Spastisite

Bu hastalıklarda spastisite yaygındır, özellikle multiple skleroz (MS) olan hastalarda şiddetli olabilir. Fakat spastisitenin görünümü oldukça farklıdır. Hipertonus, klonus, fleksör ve ekstansör spazmlar ve/veya deserebre veya dekortike rijiditesi gözlenebilir. Spastisite eklem kontraktürleri, ataksi ve kuvvet kaybı ile ilişkilidir. Tablo, inkomplet parapleji ve tetraplejiye paralellik gösterir (6,7,9,10).

## İnme ve Spastisite

İnmeli hastalarda, refleksler ve istemli hareket, başlangıçta omurilik yaralanmasındaki gibi depresedir ve kaslar flastiktir. Refleksler, günler ve haftalar içinde geri dönmeye başlar. Haftalar ve birkaç ay içinde ise hiperaktif olur. Zamanla istemli kontrol

geliştikçe hiperaktiflik azalır. Fakat iyileşme herhangi bir noktada durabilir, geride zayıflık ve hiperrefleksi kalabilir.

Tipik olarak hıza duyarlı fazik germe reflekslerinde hiperaktiflik vardır. Özellikle omuz kuşağı kaslarında, kol adduktörleri, iç rotatörleri dirsek ve el bileği fleksörleri, ön kol pronatörleri, kalça ekstansör ve adduktörlerinde, diz ekstansörlerinde ve ayak bileği plantar fleksörlerinde ve invertörlerinde en belirgindir. Hastalarda düşük eşikli, geniş amplitüdü tendon refleksleri ve klonus vardır. Klonus tipik olarak ayak bileği fleksör, diz ekstansör, dirsek fleksör, el bileği ve parmak fleksör kaslarında gözlenir.

İnmeli hastalarda omurilik yaralanmasındakinin aksine Babinski karakteristik olmasına rağmen, kutanomüsküler spazmlar belirgin değildir. Omurilik yaralanmalarında olmayan simetrik ve asimetrik tonik boyun refleksleri ve tonik labirent refleksleri gibi supraspinal refleksler gözlenebilir.

İstemli hareketler sinerji paternleri içinde gözlenir. Asosiy ve sinkinetik reaksiyonlar hemiplejide yaygındır (etkilenen ekstremitenin hareketleri karşı tarafta kas kontraksiyonuna veya aynı tarafta başka kasın kontraksiyonuna yol açabilir) (6,7,9,10).

### Travmatik Beyin Yaralanması ve Spastisite

Travmatik beyin yaralanmalı hastalarda hipertonsitenin geniş bir spektrumu gözlenir. Hastalarda akut dönemde dekortike ve deserebre rijiditesi yaygındır. Dekortike rijiditesi bilateral kortikal lezyonlarla ilişkilidir. Üst ekstremiteler fleksiyon, alt ekstremiteler ekstansiyon pozisyonundadır. Deserebre rijiditesinde ise lezyonlar genellikle serebrumun orta kısmındadır. Tüm ekstremitelerin rijit ekstansiyonu (opustotonus) ile sonuçlanır. Omurilik yaralanmaları ve inmeden farklı olarak bu postürler yaralanma sonrasında hemen oluşur. Haftalar geçtikçe, deserebre-dekortike rijiditesinin yoğunluğu azalır iyileşme olabilir veya aynı yoğunlukta daimi olarak gözlenebilir. Hastalarda hiperaktif tendon refleksleri ve klonus vardır. Spastisitenin bu klasik görünümü sıklıkla diğer hipertonuslara (örneğin ataksi ve rijidite gibi) eklenmiş durumdadır. Tonik boyun refleksleri ve labirent refleksleri olaya eşlik edebilir (6,7,9,10).

### Yetişkin Hastada Spastisitenin Klinik Olarak Değerlendirilmesi

Spastik hasta değerlendirilirken önce klinisyen dikkatli bir öykü almalıdır. Spastisitenin hangi kas gruplarını en fazla etkilediğini, bunun hastaya fayda mı sağladığını, yoksa zarar mı getirdiğini tespit etmelidir. Bunu klinik öykü olarak, tonus ve refleks muayenesi, pasif ve aktif hareket muayenesi, kas testi, fonksiyonel değerlendirme yaparak sağlar (7,9,10).

#### Klinik Öykü

Klinisyen klinik öykü alırken hastaya aşağıdaki soruları yöneltmelidir:

- Hangi ekstremitelerde kasılmalar-spazmlar oluyor?
- Gövde kaslarında da kasılmalar oluyor mu?
- Spazmların sıklığı nasıl? Gece-gündüz değişkenlik gösteriyor mu?
- Spazmları kolaylaştıran faktörler var mı?
- Spazmlara ağrı eşlik ediyor mu?
- Spazmlar uykudan uyandırıyor mu? Günlük yaşamını etkiliyor mu?
- Son zamanlarda spazmların sıklığı ve şiddeti arttı mı?
- Eğer hasta spastisitesinde artma tarif ediyor veya klinisyen

hastanın spastisitesinde artış saptamışsa şu problemleri aklına getirmeli ve araştırmalıdır:

- Üriner retansiyon (sondalı hastalarda sondanın tıkanması, üretradaki taş veya tümör nedeni ile tıkanma)
- Üriner sistem enfeksiyonu
- Üriner sistem taşları
- Basınç ülserleri
- Fekaloid varlığı, konstipasyon, hemoroid ve anal fissür
- Akut fraktürler
- Tırnak batması
- Psikolojik travmalar vb.

### Spastisitede Muayene

Klinisyen spastik hastanın muayenesine, her muayenede olduğu gibi inspeksiyonla başlar. Hastada gözlenen fleksör veya ekstansör spazmlar ve bunların sıklığı kaydedilir. Daha sonra kas tonusu, tendon refleksleri muayenesi yapılır. Kas tonusu, hasta genellikle supin pozisyonunda rahat ve gevşemiş durumdayken, alt ve üst ekstremitelerde ayrı ayrı değerlendirilir. Klonus (tendon üzerine vurma veya hızlı germe klonusu genellikle ortaya çıkarır, atım sayısı kaydedilir), üçlü fleksör yanıt, Babinski ve diğer patolojik refleksler, pasif ROM, aktif ROM, istemli kas gücü (yapılabiliyorsa 5 dereceli kas testi), kontraktürler ve fonksiyonel kayıplar araştırılır (9-11).

Spastisitenin kantitatif ölçümü oldukça zor ve karmaşık bir problemdir. Ölçüm, yapan kişiye bağımlı olma eğilimindedir. Ayrıca hastadaki spastisite, günden güne hatta aynı gün içinde dahi değişiklik gösterebilir. Özellikle serebral tip spastisitesi olan, örneğin inmeli ya da travmatik beyin yaralanmalı hastalarda yapılan tonus değerlendirmesinde, baş ve gövde pozisyonu göz önüne alınmalıdır. Var olan tonik boyun ve tonik labirent reflekslerinin aktifliği tonusu etkileyebilir (7,9,10).

Spastisitede kantitatif değerlendirme, tedavi planında, hastanın medikal ve fizik tedaviye yanıtının ölçülmesinde, prognoz tayininde oldukça önemlidir. Ama tam etkin ölçüm metodu henüz mevcut değildir.

#### Başlıca ölçüm metotları (7,10,12,13)

- 1-Klinik değerlendirme skalaları
- 2-Biyomekanik değerlendirmeler
  - Pendulum testi
  - İzokinetik dinamometreler
- 3-Nörofizyolojik-Elektrofizyolojik değerlendirmeler
  - H yanıtı
  - H/M oranı
  - F Yanıtı, F/M oranı
  - Diğer refleks çalışmaları
- 4-Yürüme analizi (dinamik EMG, kinematik ve kinetik kayıtlama)

### Spastisite-Klinik Skalalar

Literatürde yaklaşık 24 klinik skala spastisiteyi ve/veya ilgili durumları değerlendirmek için kullanılmaktadır (12). Bunlardan sık kullanılanlar şunlardır:

- Ashworth Skalası
- Modifiye Ashworth Skalası
- Penn Spazm Sıklık Skalası
- Spazm Şiddet Skalası (Spasm Severity Scale)
- Hijyen Skalası
- Derin tendon refleksleri değerlendirme skalası

- Klonus Skoru
- Plantar stimülasyon yanıt skalası
- Fugyl Meyer Skalası
- Özürülülük Değerlendirme Skalası (Disability Assessment Scale)
  - Tonus Değerlendirme Skalası (Tone Assessment Scale)
  - Tardieu/Modifiye Tardieu Skalası
  - Barthel İndeksi, Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği
  - Multiple Skleroz Spastisite Skalası (Multiple Sclerosis Spasticity Scale, MSSS-88).

Klinik skalalardan en sık kullanılanı Ashworth skalasıdır (AS) (Tablo 1) (14). Bu skala kas tonusunu 0 (normal) ile 4 (şiddetli spastisite) arasında sınıflar. Kullanımı kolaydır ama bulgular değerlendirilenin subjektif bakışına bağlıdır. Pek çok hastanın spastisitesi orta derecelerde toplandığı için sınıflamak oldukça zor ve karışık olmuştur. Daha sonra klasik Ashworth skalasına yapılan ilave ile Modifiye Ashworth Skalası (MAS) (Tablo 2), Bohannon ve Smith (15) tarafından oluşturulmuş, uygulayıcılar arası güvenilirliği gösterilmiştir.

Tablo 1-5'de söz edilen skalalar dışında spastisite ile ilgili araştırmalarda, derin tendon reflekslerini, klonusu ve plantar yanıtı derecelendiren skalalar da kullanılmıştır (Tablo 6-8) (1). Hijyen skalası, özellikle alt ekstremitelerinde kalça adduktörlerinde spastisitesi olup, hemşirelik bakımını engelleyecek spastik hastaların değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Tablo 5) (17).

Tablo 1-8'de söz edilen tüm skalalar omurilik yaralanmalı hastalarda kullanılabilir. Priebe ve ark. (1) omurilik yaralanmalı hastalarda spastisiteyi bu skalalarla değerlendirmişler, ama bu skalaların birbirleriyle zayıf korelasyon gösterdiklerini saptamışlardır. Her bir skalanın spastisitenin farklı bir yönünü değerlendirdiğinden söz etmişlerdir. Omurilik yaralanmalı hastalarda tek bir skalanın kullanılmasının, spastisitenin büyüklüğünü ve şiddetini göstermede yetersiz kaldığını belirtmişlerdir.

Tablo 1. Ashworth Skalası.

0	Kas tonusunda artış yok
1	Kas tonusunda hafif artış, eklem hareket açıklığı (EHA)'nın yarısından azında hissedilen direnç
2	Daha belirgin kas tonusu artışı, EHA'nın çoğunda hissedilen direnç, ama etkilenen ekstremitte kolaylıkla hareket ettirilir
3	Kas tonusunda belirgin artış, pasif hareket zor
4	Ekstremitte fleksiyonda ve ekstansiyonda rijit

Tablo 2. Modifiye Ashworth Skalası.

0	Normal tonus. Kas tonusunda artış yok
1	Tonusta hafif artma. Etkilenen kısım fleksiyonda ve ekstansiyonda hareket ettirildiğinde, eklem hareket açıklığı (EHA) sonunda minimal direncin hissedilmesi veya yakalama-bırakma hissini varlığı
1+	Kas tonusunda hafif artış. Hareket sırasında çekme hissi, EHA'nın yarıdan azında hissedilen direnç
2	Tonusta daha belirgin artma. EHA'nın çoğunda hissedilir, ama etkilenen kısım kolaylıkla hareket ettirilir
3	Tonusta belirgin artma. EHA boyunca pasif hareket zor
4	Tonusta şiddetli artma. Etkilenen kısım fleksiyonda ve ekstansiyonda rijit-katı durumdadır

Tablo 3. Penn Spazm Sıklık Skalası (Penn Spazm Frequency Scale-PSFS) (16).

0	Spazm yok
1	Stimülasyonla hafif spazmların varlığı
2	Sayıları saatte 1'den az olan, düzensiz kuvvetli spazmlar
3	Sayıları saatte 1'den fazla olan spazmlar
4	Sayıları saatte 10'dan fazla olan spazmlar

Klinik çalışmalar, AS ve MAS'ın zayıf ile iyi arasında, uygulayıcılar arası güvenilirlik gösterdiğini ortaya koymuştur (15,18,19). Ama uzmanlar bu skalaların, spastisiteyi diğer tonus bozukluklarından ayıracak özellikleri ölçemediği fikrindedirler (19,20). Spastisitenin hızla bağımlı karakterde olması nedeni ile, ölçüm birkaç nedenden dolayı değişebilir. Bunlardan biri, klinisyen tarafından oluşturulan germe hızındaki değişimlerdir. Bu ciddi limitasyonlara rağmen, AS/MAS, yeni bir skala geçerli olana kadar altın standart olarak geçerliliğini sürdürmektedir (21).

Omurilik yaralanmalı hastalarda, spazmları ve spastik hipertoniyi ölçmek için "The Spinal Cord Assessment Tool for spastic reflexes (SCATS)" geliştirilmiştir. Klonus, fleksör ve ekstansör spazmlar değerlendirilmiş ve sonuçlar kinematik ve elektromiyografik ölçümlerle doğrulanmıştır. Ayrıca diğer klinik ölçümlerle (AS ve PSFS) karşılaştırılmıştır. SCATS'in spastik motor davranışların ölçülmesinde geçerli bir metot olduğu vurgulanmıştır (22).

Lechner HE ve ark. (23) omurilik yaralanmalı hastalarda, spastisitenin değerlendirilmesinde, klinisyenin değerlendirmesi ile hastaların kendini değerlendirmeleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. AS ile değerlendirme esnasında hastalara kendi spastisiteyi 4 puanlı spazm sıklık skalası (SSS) (hiç, hafif, orta, ciddi) ile değerlendirmeleri söylenmiş ve onlara iki soru yöneltilmiştir. 1-AS testi esnasında şu anki spastisitenizi nasıl derecelendirirsiniz? 2-Genelde spastisitenizi nasıl derecelendirirsiniz? Araştırmanın sonucunda, AS ile SSS genel arasında zayıf korelasyon, AS ile SSS şimdiki arasında ise orta derecede korelasyon bulunmuştur. VAS ve AS arasında da anlamlı fakat zayıf bir korelasyon saptanmıştır. Sonuç olarak spastisiteyi kapsamlı değerlendirmek için klinik ölçümlerin, hastaların kendilerini değerlendirmeleri ile tamamlanması gerektiğinden söz edilmiştir. Hastala-

rın kendilerini değerlendirmelerinin, spastisite ile ilgili kas tonusunu, duyuşal sinir sistemini etkileyen kas tonusundan ayırt edebileceklerini belirtmişlerdir. Bu ayırımın, uygun tedavi yaklaşımına katkıda bulunabileceğinden söz etmişlerdir.

Fugyl Meyer Skalası, hemiplejik hastalarda fonksiyonel geri dönüşün doğal progresyonunu temel alan, fonksiyonu objektif olarak ölçen bir skaladır (Tablo 9) (24). Hemiplejik hastalarda önce hiperaktif germe refleksi, takiben gelişen sinerjik hareket paternleri, sonra istemli selektif motor fonksiyonun geri dönüşü ve nihayet hiperaktif germe reflekslerinde azalma olur.

Bu skalada el ve el bileği ayrı ayrı değerlendirilir. Ayrıca hastadaki vücut postürünün sürdürülebilirliği, dokunma ve ağrı duyusu, eklem pozisyon duyusu değerlendirilir. Bu değerlendirme 10-20 dakikada tamamlanabilir, uygulayıcılar arası ve uygulayıcı içi güvenilirliği yüksek olarak bulunmuştur. Fugyl Meyer Skalasındaki fonksiyonda azalma ile spastik tonusun şiddeti arasında kuvvetli korelasyon gösterilmiştir (25).

Bazı çalışmalarda hemiplejik hastalarda, Özürlülük Değerlendirme Skalası (ÖDS) ve Tonus Değerlendirme Skalası (TDS) spastisite değerlendirmesinde kullanılmış, AS ve MAS ile güvenilirlikle-

Tablo 4. Spazm Şiddet Skalası (Spasm Severity Scale) (16).

1 Hafif
2 Orta
3 Şiddetli

Tablo 5. Hijyen Skalası.

0 Kendine bakımda bağımsızlık
1 Bir kişi hastayı temizleyebilir ve kolaylıkla kateterize edebilir
2 Bir kişi hastayı temizleyebilir ve uğraşarak kateterize edebilir
3 Bir kişi hastayı temizleyebilir ve çok zor kateterize edebilir
4 İki kişi birlikte hastayı temizler ve kolaylıkla kateterize edebilir

Tablo 6. Derin Tendon Refleksleri Değerlendirme Skalası.

0 Refleks yok
1 Bazıları azalmış, normalden daha az
2 Orta, normal refleks
3 Ortadan daha canlı, muhtemel hastalığa işaret eder
4 Çok canlı, hiperaktif, klonus ile ilişkili

Tablo 7. Klonus Skoru.

0 Yok
1 Sürekli değil
2 Sürekli
3 Spontan/hafif dokunma ile ortaya çıkan

Tablo 8. Plantar Stimülasyon Yanıtı.

0 Gözle görülebilen aktivite - yok/fleksör yanıt
1 Titreme/ekstansör yanıt
2 Hafif diz veya kalça hareketi
3 Diz yerden kalkar
4 Hafif dokunma ile hareketler kolaylaşmıştır

ri çalışılmıştır. MAS güvenilir bulunurken, TDS hemiplejik hastalarda spastisitenin ölçümünde güvenilir bulunmamıştır. AS ve ÖDS'nin ise inme sonrası üst ekstremite spastisitesini ve fonksiyon bozukluğunu değerlendirmede güvenilirliği iyi olarak saptanmıştır (26,27).

Tardieu Skalası, orijinali 1954 yılında geliştirilmiş, AS ve MAS gibi spastisiteyi pasif hareketle değerlendiren diğer bir skaladır. Bu skala, spastisitenin hızla bağımlı doğasını ortaya koyar. Pasif germe, ekstremite segmentlerinin yerçekimi ile düşüş hızında, bu hızdan daha hızlı ve daha yavaş olarak yapılır. Modifiye Tardieu Skalası (MTS) 1999'da Boyd ve Graham tarafından geliştirilmiştir. Orijinal skalaya, ekstremite değerlendirmeye pozisyonları ve spastisite açısı eklenmiştir (Tablo 10) (28,29). Serebral palsili çocukların spastisitesinin ölçülmesinde MAS, Wartenberg Pendulum test ve MTS karşılaştırılmış, MTS'nin en uygun ölçüm metodu olduğu bildirilmiştir (30). Genel literatürde, MTS'nin yetişkinlere göre serebral palsili çocuklarda spastisitenin değerlendirilmesinde daha sık kullanıldığı görülmektedir. Bunda, yetişkinde ekstremite segmentlerinin ataleti nedeni ile pasif germe hızlarının ayarlanamaması dolayısıyla uygulama güçlüğü rol alıyor olabilir. Bununla birlikte, Mehrholz ve ark. (31) ciddi beyin yaralanması ve bilinç bozukluğu olan hastalarda, omuz, dirsek, el bilek, kalça, diz, ayak bileği spastisitesini hem MTS ve MAS ile değerlendirmişler, MTS'nin hem ölçümler arası hem de uygulayıcılar arası daha fazla güvenilirlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tedavi altındaki spastik travmatik beyin yaralanmalı hastaların sonuç ölçümleri ile ilgili yapılan diğer bir literatür taramasında, spastisite için henüz objektif değerlendirme metodlarının olmadığından söz edilmiştir. AS, fonksiyonel kısıtlılıklarına rağmen, kullanımının kolaylığı nedeni ile bu hastalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelecekte klinisyenler ve mühendisler birlikte çalışarak spastisite için daha iyi sonuç ölçümleri geliştirebileceklerdir (32).

Spastisitenin bozabileceği tüm işlevler değerlendirilirken, Barthel İndeksi, Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği gibi günlük yaşam aktivitelerini değerlendiren ölçekler, klinikte izlem ve tedavileri değerlendirme açısından yararlıdır (9). Ancak fonksiyonel ölçütler spastisite ve kuvveti birbirinden ayırt edip değerlendiremez. Fonksiyonlardaki gelişmenin tam nedenini tanımlayabilmek için fonksiyonel ölçütlerle, spastisite ve kuvveti değerlendiren ölçütler kombine edilmelidir (10).

Hobart ve ark. (33) tarafından 144 maddelik sorgulamadan, 88 maddeye indirgenerek oluşturulan MSSS-88, Multipl Sklerozlu hastalarda spastisitenin etkisini ölçebilen geçerli ve güvenilir bir sorgulamadır.

## Spastisitede Biyomekanik Değerlendirme

Biyomekanik ölçümler, germe refleksi aktivitesindeki değişimleri ölçer. Klinisyenin ekstremiteye bir germe uygulayıp, germeye karşı direnci hissettiği Ashworth skalasının genişletilmiş halidir. Biyomekanik ölçümler, kontrollü bir uyarı verip, harekete karşı mekanik cevabı, moment (torque), pozisyon algılayıcıları ve elektromiyografi (EMG) kullanarak ölçer. Biyomekanik ölçümler, klinik ölçümler ile korele olup, tekrar edilebilir, tutarlı, objektif özelliklerine rağmen, klinik uygulamalarda standart değildirler. Kompleks ve pahalı araçların gereksinimi bu tekniklerin kullanımını sadece araştırmalar ile sınırlamıştır (7,10,25).

### Pendulum Testi

Spastisiteyi değerlendirmede yerçekimini kullanır. Gevşek ekstremite zorlanmış harekete direnci, kuadriseps ve

hamstring kaslarında spastik hipertotonin derecesini yansıtır. Normal ve spastik hastalarda sırt üstü yatar pozisyonda değerlendirilir. Spastik alt ekstremitte distal uyluk seviyesinden, masanın kenarından sarkıtılır. Bu şekilde diz eklemi kolaylıkla fleksiyon ve ekstansiyona gelebilir. Ekstremitte ekstansiyon pozisyonundayken bırakılır, pendulum şeklindeki diz hareketi elektrogonyometre ile ve hareket oranı takometre ile değerlendirilir. Genellikle grafikte sinüzoidal paternler elde edilir. Bunların yapılması ve sönük olması tonus artışı lehinedir (7).

#### **İzokinetik Dinamometreler**

İzokinetik dinamometreler, tedavi-ilaç etkinliğini değerlendirmede ve araştırma amaçlı spastisitinin objektif ölçümünde kusursuz, tekrar edilebilir ölçüm yöntemleridir. Relakse haldeki hastanın ekstremitesinin pasif olarak belli açılarda hareket ettirilmesi ile harekete karşı direnç ölçülür. "Pik tork", "tork", "iş", "eşik açılı" gibi birimlerle değerlendirilir (34-37).

Starsky ve ark. (34) inme sonrası hastaların dirseklerinde biyomekanik olarak spastisiteyi ölçmüşler, AS ile 0,84'lük anlamlı bir korelasyon saptamışlardır. Yerçekimini elimine ederek, dirsek fleksiyon ve ekstansiyon "pik tork" yanıtlarını, 6 derece/saniye (°/s), 30°/s, 60°/s, 90°/s hızlarında hesaplamışlardır. Her hızda 3 kez testi tekrar etmişler, en düşük hızdaki (6°/s) tork yanıtı dirseğin tamamen pasif elemanlarına bağlamışlardır. Hızdaki artma

ile tork değerlerindeki artma, spastisitinin diğer bir deyişle germe refleks hiperaktivitesinin göstergesi olmuştur. Araştırmacılar en az iki farklı günde, her testin 3 tekrarlı ölçümü yapılarak bu değerlendirmenin yapılmasını önermişlerdir.

Kim ve ark. (35) inmeli hastalarda ayak bileği plantar fleksörlerindeki spastisiteyi elektromiyografi ile birlikte biyomekanik olarak ölçmüşler, normal olgularla karşılaştırmışlardır. Ayak bileğinden belli hızlarda (60°/s, 120°/s, 180°/s, 240°/s) ardı sıra beş pasif hareketle değerlendirmelerini yapmışlar, kompüterize izokinetik dinamometre ile "pik tork", "iş", "eşik açılı" değerlerini kaydetmişlerdir. Tüm açılardaki bu değerlerin normal kontrol grubuna göre anlamlı olarak arttığını gözlemişlerdir. Franzi ve ark. (36) komplet omurilik yaralanmalı 12 hastada, dizde pasif olarak fleksiyon-ekstansiyonu, 30°/s, 60°/s ve 120°/s hızlarında izokinetik dinamometre ile değerlendirmişler, hastalarda, kontrol grubuna göre ortalama torku anlamlı olarak daha yüksek bulmuşlardır. Aynı zamanda hız arttıkça (60°/s ve 120°/s hızları arasında) tork değerlerinde anlamlı artışı göstermişlerdir.

Akman ve ark. (37) 33 spastik omurilik yaralanmalı hastada pasif harekete karşı direnci izokinetik dinamometre ile ölçüp, aynı yaştaki normal erişkin değerleri ile karşılaştırmışlardır. Ardı sıra beş kez pasif olarak dizde fleksiyon/ekstansiyon, kalçada abduksiyon/adduksiyon, ayak bileğinde dorsal-plantar fleksiyon bel-

Tablo 9. Fugyl-Meyer Fonksiyonel İyileşme Skalası.

Omuz, dirsek, ön kol ve alt ekstremitte hareketi I-Kas germe refleksleri elde edilebilir II-İstemli hareket dinamik fleksör/ekstansör sinerji ile yapılır III-İstemli hareket dinamik fleksör/ekstansör sinerjileri karıştırarak yapılır IV-İstemli hareketlerin yapılması için sinerjiye çok az ihtiyaç vardır veya hiç yoktur V-Normal kas germe refleksleri
El bileği fonksiyonu-sağlamlık, fleksiyon, ekstansiyon, sirkumdüksiyon El fonksiyonu Genel fleksiyon, genel ekstansiyon, beş farklı kavrama Koordinasyon ve hız-tremor, dismetri ve hız değerlendirimi Parmak-burun testi, topuk-baldır testi Denge Desteksiz oturma Paraşüt reaksiyonu-etkilenmemiş ve etkilenmiş tarafta Ayakta durma-destekli ve desteksiz Etkilenen taraf üzerinde ve etkilenmeyen taraf üzerinde ayakta durma Duyu-dokunma, pozisyon duygusu Pasif eklem hareketi, eklem ağrısı

Tablo 10. Modifiye Tardieu Skalası.

Hızlar:
V1: Olabildiğince yavaş, ekstremitte segmentinin yerçekimi etkisi ile doğal düşüşünden daha yavaş hızda V2: Ekstremitte segmentinin, yerçekimi etkisi ile doğal düşüş hızında V3: Olabildiğince hızlı, ekstremitte segmentinin yerçekimi etkisiyle doğal düşüşünden daha hızlı
0- Pasif hareket süresince hiç direnç yok 1- Pasif hareket süresince minimal direnç, belli açıda yakalama hissi yok 2- Belli açıda yakalama hissi (pasif hareketi keser, sonrasında gevşeme olur) 3- Zayıflayan klonus (germe devam ettirildiğinde 10 saniyeden az süren ve belli açıda ortaya çıkan) 4- Kuvvetli klonus (germe devam ettirildiğinde 10 saniyeden uzun süren ve belli açıda ortaya çıkan) 5- Eklem hareket ettirilemez

li hızlarda (15°/s, 30°/s, 60°/s, 90°/s ve 120°/s) değerlendirilmiş, maksimum tork değerlerinin ve tork amplitüdüleri toplamının kontrollere göre anlamlı olarak yüksek olduğu bulunmuştur.

Görüldüğü gibi izokinetik dinamometreler diğer hipertonuslarda olduğu gibi, spastisitenin de kantitatif ölçümünde faydalı araçlardır.

## Spastisitede Elektrofizyolojik Değerlendirme

Spastisiteyi değerlendirmek ve omurilikteki nöronal devreleri incelemek için, çok çeşitli elektrofizyolojik refleks çalışmaları yapılmaktadır. Elektrofizyolojik test spastik hastada, omurilik fonksiyonundaki ve spinal reflekslerdeki değişiklikleri incelemeye kullanılan mükemmel bir araçtır. Ama spastisiteyi değerlendirmede klinik yararlılıkları tartışmalıdır (7,38).

H-refleksi (Hofmann refleksi), EMG laboratuvarlarında en çok kullanılan refleksdir. Bu refleks posterior tibial sinirin, popliteal fossanın posteriorundan düşük şiddetli elektriksel stimulus ile uyarılması sonucu, baldırda triseps surae kasından elde edilir. H-refleksinin iletim zamanı 26-34 msn arasında değişir, 50 yaşın üzerindeki kişilerde ise genellikle 30 msn ve yukarısındadır. Total amplitüdü 1,1-12 mV arasında olup, ortalama 4-6 mV'dir. Doğrudan doğruya omurilikteki kasa ait alfa motor nöron havuzunun uyarılabilirlik seviyesini gösteren bir parametredir. Tendon refleksleri ise kas içcikleri ve dolayısıyla fusimotor nöronların uyarılabilirliklerine bağlı olarak değişiklikleri için daha çok gamma motor sisteminin aktivasyonu derecesini yansıtır. Spinal şokta klinik olarak tendon arefleksi olduğu halde, H-refleksi alınır. Belirgin amplitüd azalması göstermez. Bu bulgu fusimotor nöronların depresyonunu, fakat alfa motor nöron uyarılabilirliğinin normal kaldığını gösterir.

Uyarım şiddeti arttıkça H-refleksi amplitüdü artmaya devam eder, bu sırada uyarıyı takiben 3-5 msn içerisinde M-yanıtı belirir. Uyarım şiddeti arttıkça geç kas yanıtı ufalır, M-yanıtını amplitüdü ise gittikçe artar. Maksimal ya da supramaksimal uyarı şiddetine erişildiğinde geç yanıt artık kaybolur, M-yanıtı amplitüdü maksimal olarak kaydedilir. M-yanıtı kasın efferent sinirinin direkt uyarımına bağlı bir yanıttır. O kasa ait omurilikteki tüm alfa motor nöronların birlikte aynı anda boşalımı sonucu meydana gelen kas yanıtıdır (7,38).

Spastisitede H-refleksinin latansı değişmez, ama amplitüdü artabilir. Bundan daha önemlisi H/M oranının artmasıdır. H/M oranı normalde 0,15-0,50 dolayındadır. Spastisitede artar, bazen 1 veya buna yakın bir sonuç elde edilebilir. Akyüz ve ark. (39) spastik hastalarda H-refleks amplitütünde artma tespit etmişler, ama bunun klinik değerlendirmelerle ilgili korele belirtmişlerdir.

Stimulus şiddetinin adım adım artırılması ile H ve M-yanıtının amplitüdüleri bir grafik halinde gösterilebilir. Buna yenilenme (recruitment) eğrisi denir. Yatay çizgi stimulus şiddetini, dikey olan amplitüd yüksekliklerini gösterir. Normalde H-yanıtı sola gittikçe artar, sonra azalır; göbek (bell) şeklinde bir eğridir. M-yanıtı ise S şeklinde bir eğri meydana getirir. Spastisitede ise H-yanıtı, hızla yükselip erken maksimuma varan, maksimum düzeyi daha uzun devam eden bir eğri şeklini alır. H-refleksinin, tibialis anterior kasının kontraksiyonu ile peroneal sinirin stimülasyonu ile inhibisyonu spastik olgularda azalmıştır. Çift stimulusla elde edilen H-refleks eksitabilite eğrisinde, spastik hastalarda değişiklikler mevcuttur.

Periferik sinirlerin supramaksimal stimuluslarla uyarılması ile kaslardan, küçük amplitüdü ve M-yanıtından daha geç latanslı potansiyeller elde edilir. Bu F-yanıtları belli sayıdaki motor nöronların antidromik aktivasyonu sonucu ortaya çıkar. Spastik hastalarda F/M oranı artmıştır. Alfa motor nöron uyarılabilirliğindeki artışı gösterir (7,38).

Tonik vibrasyon refleksi; Aşil tendon üzerine vibratör uygulaması, soleus H-refleksini inhibe eder. Bu şekilde presinaptik inhibisyon değerlendirilir. Spastik hastalarda bu inhibisyon olmaz (7,38).

Fleksör geri çekme yanıtı; Global internöronal aktiviteyi yansıtır. Üst motor nöron lezyonundan sonra erken dönemde yoktur (7).

Yablon ve Stokic intratekal baklofen kullanımını, buna omuriliğin verdiği yanıtı (40), H-refleks, F-yanıtı, fleksiyon geri çekme refleksi ile değerlendirmişler, bunların klinik değerlendirmeyi pekiştiren, ilave yöntemler olduğundan söz etmişlerdir.

## Spastisitede Yürüme Analizi (Dinamik EMG, Kinematik ve Kinetik Kayıtlama)

Günümüzdeki kantitatif yürüme analizleri ile kinematik, kinetik ve kas aktivitesi olmak üzere üç komponent ölçülür. Kinematik ölçümler için optoelektronik hareket analiz sistemleri, kinetik ölçümler için kuvvet platformları ve yürüme esnasındaki çok sayıda kasın elektrik aktivitesini ölçmek için ise çok kanallı dinamik EMG cihazları kullanılmaktadır (41). Spastisite varlığı özellikle serebral palsili çocuklarda olduğu gibi yetişkinlerde de yürümeyi olumsuz yönde etkiler. Yetişkinde spastik alt ekstremitelerin değerlendirilmesi için motor bozukluğun nörolojik komponentleri (motor kayıp, spastisite, ko-kontaksiyon, duyuşsal kayıp) ve nörolojik olmayan komponentleri (kontraktür) belirlenmelidir. Kompleks motor bozukluğu ortaya koymada, motor bloklar, zaman-mesafe parametreleri, kinematik, kinetik, dinamik EMG'li yürüme analizleri, enerji tüketimi gibi farklı tanısal yöntemler kullanılır (42). Esquanezi (13), yürüme analizi ile travmatik beyin yaralanmalı hastalarda yürüme sürecinde 6 klinik patern tanımlamıştır. Dinamik EMG ile yürüme sürecindeki kasların, istemli kasılma durumu ve ayrıca spastik özelliklerini ortaya koymuştur.

Spastisitede kantitatif ölçüm zor olmakla birlikte, spastik hastanın değerlendirilmesinde, klinik değerlendirmeler esas alınmak üzere, beraberinde yapılabiliyorsa biyomekanik ve/veya elektrofizyolojik ölçümler yapılmalı, aynı zamanda hastanın kendi spastisitesini de değerlendirmesine izin verilmelidir.

## Kaynaklar

1. Priebe MM, Sherwood AM, Thornby JI, Kharas NF, Markowski J. Clinical assessment of spasticity in spinal cord injury: A multidimensional problem. Arch Phys Med Rehabil 1996;77:713-6.
2. Sommerfeld DK, Eek EU-B, Svennson A-K, Holmqvist LW, von Arbin MH. Spasticity after stroke. Its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. Stroke 2004;35:134-40.
3. Watkins CL, Leathly MJ, Grenson JM, Moore AP, Smith TL, Sharma AK. Prevalence spasticity post stroke. Clin Rehabil 2002;16:515-22.
4. Levi R, Hultling C, Seiger A. The Stockholm Spinal Cord Injury Study: 2. Associations between clinical patient characteristics and post-acute medical problems. Paraplegia 1995;33:585-94.
5. Lance JW. Symposium synopsis. In: Feldman RG, Young RR, Koella WP, editors. Spasticity: disordered motor control. Chicago: Yearbook Medical; 1980. p. 485-94.

6. Young RR. Spasticity: A review. *Neurology* 1994;44:12-20.
7. Katz RT, Dewald JPA, Schmit BD. Spasticity. In: Braddom RL, editor. *Physical Medicine and Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company; 2000. p. 592-615.
8. Burridge JH, Wood DE, Hermens HJ, Voerman GE, Johnson GR, van Wijck F, et al. Theoretical and methodological considerations in the measurement of spasticity. *Disabil Rehabil* 2005;27:69-80.
9. Özcan O, Sivrioğlu S. Spastisite. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editörler. *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul, Nobel Matbaacılık; 2004. s. 723-40.
10. Kirazlı Y. Spastisite ve Tedavisi. In: "Hemipleji ve Rehabilitasyonu Sempozyumu". Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi. Ankara; 1999. s. 49-60.
11. Skold C, Levi R, Seiger A. Spasticity after traumatic spinal cord injury: nature, severity, and location. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:1548-57.
12. Platz T, Eickhof C, Nuyens G, Vuadens P. Clinical scales for the assessment of spasticity, associated phenomena, and function: a systematic review of the literature. *Disabil Rehabil* 2005;27:7-18.
13. Esquenazi A. Evaluation and management of spastic gait in patients with traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 2004;19:109-18.
14. Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner* 1964;192:540-2.
15. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a Modified Ashworth Scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987;67:206-7.
16. Penn RD, Savoy SD, Corcos D, Latash M, Gottlieb G, Parke B, et al. Intrathecal baclofen for severe spasticity. *N Engl J Med* 1989;320:1517-21.
17. Snow BJ, Tsui JK, Bhatt MH, Varelas M, Hashimoto SA, Calne DB. Treatment of spasticity with botulinum toxin: A double blind study. *Ann Neurol* 1990;28:512-5.
18. Blackburn M, van Vliet P, Mockett SP. Reliability of measurements obtained with the modified Ashworth scale in the lower extremities of people with stroke. *Phys Ther* 2002;82:25-34.
19. Pandyan AD, Johnson GR, Price CI, Curless RH, Barnes MP, Rodgers H. A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clin Rehabil* 1999;13:373-83.
20. Sanger TD, Delgado MR, Gaebler-Spira D, Hallett M, Mink JW. Classification and definition of disorders causing hypertonia in childhood. *Pediatrics* 2003;111:89-97.
21. Levin MF. On the nature and measurement of spasticity. *Clin Neurophysiol* 2005;116:1754-5.
22. Benz EN, Hornby TG, Bode RK, Scheidt RA, Schmit BD. A physiologically based clinical measure for spastic reflexes in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:52-9.
23. Lechner HE, Frotzler A, Eser P. Relationship between self- and clinically rated spasticity in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:15-19.
24. Fugyl Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975;7:13-31.
25. Katz RT, Rovai GP, Brait C, Rymer WZ. Objective quantification of spastic hypertonia-correlation with clinical findings. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:339-47.
26. Gregson JM, Leathley M, Moore AP, Sharma AK, Smith TL, Watkins CL. Reliability of the Tone Assessment Scale and Modified Ashworth Scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:1013-6.
27. Brashear A, Zafonte R, Corcoran M, Galvez-Jimenez N, Gracies JM, Gordon MF, et al. Inter- and intrarater reliability of the Ashworth Scale and Disability Assessment Scale in patients with upper-limb poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1349-54.
28. Boyd RN, Ada L. Physiotherapy management of spasticity. In: Barnes M, Johnson G, editors. *Upper motor neurone syndrome and spasticity: Clinical management and neurophysiology*. Cambridge, Cambridge University Press; 2002. p. 96-121.
29. Boyd RN, Graham HK. Objective measurement of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. *Eur J Neurol* 1999;6:23-35.
30. Amman CM, Kawanami LM, Giratalla MM, Hoetmer RA, Rodriguez VJ, Munro KK, et al. Choosing a Spasticity Outcome Measure: A Review for the Neuromodulation Clinic. *UAHSJ* 2005;2:29-32.
31. Mehrholz J, Wagner K, Meissner D, Grundmann K, Zange C, Koch R, et al. Reliability of the Modified Tardieu Scale and the Modified Ashworth Scale in adult patients with severe brain injury: a comparison study. *Clin Rehabil* 2005;19:751-9.
32. Elovic EP, Simone LK, Zafonte R. Outcome assessment for spasticity management in the patient with traumatic brain injury: the state of the art. *J Head Trauma Rehabil* 2004;19:155-77.
33. Hobart JC, Riazi A, Thompson AJ, Styles IM, Ingram W, Vickery PJ, et al. Getting the measure of spasticity in Multiple Sclerosis: the Multiple Sclerosis Spasticity Scale (MSSS-88). *Brain* 2006;129:224-34.
34. Starsky AS, Sangani SG, McGuire JR, Logan B, Schmit BD. Reliability of biomechanical spasticity measurements at the elbow of people poststroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1648-54.
35. Kim DY, Park CI, Chon JS, Ohn JS, Park TH, Bang IK. Biomechanical assessment with electromyography of post-stroke ankle plantar flexor spasticity. *Yonsei Med J* 2005;46:546-54.
36. Franzoi AC, Castro C, Cardone C. Isokinetic assessment of spasticity in subjects with traumatic spinal cord injury (ASIA A). *Spinal Cord* 1999;37:416-20.
37. Akman MN, Bengi R, Karatas M, Kilinc S, Sozay S, Ozker R. Assessment of spasticity using isokinetic dynamometry in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord* 1999;37:638-43.
38. Ertekin C. *Klinik Elektromiyografi*. İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası; 1977.
39. Akyüz M, Süzer EA, Yorgancıoğlu R. Spastisitede alt motor nöron eksitabilitesinin H refleksi ve F yanıtları ile elektrofizyolojik değerlendirilmesi. *Romatol Tıp Rehab* 1998;9:1-5.
40. Yablon SA, Stokic DS. Neurophysiologic evaluation of spastic hypertonia: implications for management of the patient with intrathecal baclofen pump. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:10-8.
41. Möhür H, Akkuş S. Normal ve Patolojik Yürüme. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editors. *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2004. s. 265-79.
42. Flipetti P, Decq P, Fontaine D, Fève A, Pirotte A, Barbedette B, et al. Lower limb spasticity in adults. Clinical evaluation with motor block. *Neurochirurgie* 1998;44:167-74.