

POSTURAL KONTROL VE SPOR: SPOR BRANŞLARINA YÖNELİK POSTURAL SENSÖR-MOTOR STRATEJİLER VE POSTURAL SALINIM

Deniz ŞİMŞEK¹ Hayri ERTAN¹

Geliş Tarihi:

Kabul Tarihi:

ÖZET

Günlük hayatta, herhangi biri ile konuşurken, sırada beklerken ya da iş yaşamımızda genellikle birkaç dakikadan daha uzun süre ayakta durmak zorunda kalırız. Bu gibi doğal duruşlar sırasında, vücut sürekli düşük genlikli, yavaş salınımlı ve tüm vücut hareketleri ile karakterize edilen postural değişimler göstermektedir. Bu değişimler özellikle sportif etkinliklerde önemlidir. Çünkü sportif etkinliklerde bir motor aktivitenin gerçekleştirilebilmesi, hem dışsal dengeyi (kaygan zemin üzerinde yürümek, ışık değişimi vb) hem de içsel dengeyi bozucu güçlere (kas stiffness'ı, kas iskelet yaralanmaları ve yorgunluk vb) karşı denge görevini sürdürmeyi gerektirmektedir. Bu görevin en az efor ile gerçekleştirilebilmesi için, devam eden duruş sırasında postural değişimler ve vücut salınımindaki artışa en etkili yanıtın verilmesi gerekmektedir. Bu yanıt ise sensör (somatosensör, görsel ve vestibular) ve motor sistemin oldukça kompleks bağlantısını gerektiren postural kontrol sisteminin devreye girmesi ile gerçekleşmektedir. Postural kontrol, dinamik sensör-motor sürecin etkileşimine dayanan kompleks motor bir beceridir ve denge fonksiyonu verilen görev doğrultusunda postural kontrol altındaki tüm sistemlerin etkili kullanımını gerektirmektedir. Bu nedenle postural stabilitenin sportif performans açısından rolünün belirlenmesine yönelik birçok araştırmanın yürütüldüğü görülmektedir. Bu araştırmalar sonucu dinamik ve statik koşullar altında postural stabilitenin değerlendirilebilmesi için çeşitli metotlar ortaya çıkarılmıştır. Bu metotlar kullanılarak her bir spor branşının gereklilikleri ile ilişkili farklı postural sensör-motor stratejiler geliştirilmiştir. Bu çalışma; farklı spor branşlarına özgü motor görevlerin gerçekleştirilmesi sırasında ortaya çıkan postural salınıma ilişkin araştırmaları incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda spor branşındaki uzmanlığın postural salınım üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğuna dair spor branşları ile ilgili araştırmalara yer verilecektir. Araştırma destekli bilgi sentezini içeren bu çalışmanın sportif performansın ön koşullarından biri olan postural kontrol sisteminin anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Denge, Sensör-Motor Sistem, Postür, Postural Kontrol, Postural Salınım, Spor Branşı.

POSTURAL CONTROL AND SPORT: POSTURAL SENSOR MOTOR STRATEGIES AND POSTURAL SWAY IN DIFFERENT SPORT BRANCHES

ABSTRACT

We have to stand more than couple of minutes during a conversation or waiting for a bus in our daily life. During these natural stances, our body shows some changes characterized with global body movements, low, continuous and slow amplitude sways. These changes are important during sportive activities. Because accomplishment of sports activities needs to endure both intrinsic (muscle stiffness, muscle skeletal injuries and fatigue) and extrinsic (walking on slippery floor, light changes) perturbations. For realization of a given task with minimum effort, the most effective response should be given during continuous postural changes and the increase in body sway. This response is accomplished by utilization of postural control systems, which needs to combine the complex connection of both sensory (somatosensory, visual and vestibular) and motor systems. Postural control is complex motor skill, which needs interaction of sensory motor processes. Balance function needs effective usage of the whole system under postural control. Therefore, its role in performance and health has been a matter of interest among conditioning specialists and researchers for many years. There have been some studies concentrating on postural stability under dynamic and static conditions. These studies have created some measurement methods and these methods have been using to develop postural sensorimotor strategies for each individual sport branches. The purpose of the current review is to evaluate postural sway during accomplishment of sport specific motor tasks. So, a review will be conducted on current literature related with sport specific postural sway patterns. The current review is considered to provide a synthesis of the research-based knowledge on postural sway that has been one of the basics of sport performance.

Key Words: Balance, Sensory-Motor System, Posture, Postural Control, Postural Sway, Sport Branch.

¹ Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Eskişehir.

GİRİŞ

Vücut postürü; birkaç vücut segmentinin esnek eklemler tarafından bir araya gelerek sinir-kas sistemi ile kontrol edilmesinin ürünüdür (1). Postür ile ilgili diğer tanımlar incelendiğinde, postür; gerilme (myotatik) refleksi ile sağlanan ve yerçekimine karşı korunan vücut duruşunu ifade etmektedir. Herhangi bir vücut segmentinin yer çekim vektörüne göre yönünü belirleyen ve herhangi bir anda vücut ögelerinin göreceli dizilimini oluşturan postür, o anda çeşitli eklemlerde pozisyonların karmaşık bağlantısından oluşmaktadır (2). İdeal postürün, tüm vücut bölümlerinin dikey olarak hizalandığı ve tüm eklem eksenlerinin yer çekim çizgisinden geçtiği zaman oluştuğu ifade edilmektedir (3). Birkaç eksternal referans noktası ile postür ifade edilecek olursa; kulak memesi dahil olmak üzere, akromiyon, femur başının orta hattının hafif posterior kısmı ve anterior ile lateral malleolus'u içermektedir (4). Ayakta duruş sırasında postural kontrol birden fazla eklem ayarlamasını gerektirmesine rağmen, dik postürün sağlanmasından sorumlu kasların genellikle abdominal grup kaslar ve sırt ekstensörlerinin olduğu düşünülmektedir (5). Ancak bu oldukça sınırlı bir tanımlamadır, çünkü ayağın tabanı üzerindeki kaslar; kalf kas grubu, anterior bacak kasları, posterior kalça kasları, omuz ve kürek kemiği arasındaki kaslar da postural kaslar olarak ifade edilmektedir (6). Hughes ve ark. (1995) ayak bileği plantar fleksörleri, diz fleksörleri, kalça ekstensörleri ve omuz fleksörleri'nin postural kaslar içerisinde önem taşıdığını ifade etmektedirler. Ayrıca soleus, medial gastrocnemius ve tibialis anterior kasının postural kontrolün sağlanmasında önemli role sahip olduğu ifade edilmektedir (7). Yaggie ve McGregor (2002) çalışmalarında plantar fleksörlerin ve dorsi fleksörlerin önemli postural kontrol kasları olduğunu vurgulanmaktadır.

Postür, vücutta iki önemli fonksiyona hizmet etmektedir. Bunlardan ilki, optimal duruşu meydana getiren mekanik antigraviteyi ve dengeyi sağlamaktır. Bu fonksiyonunu, ekstensör antigravite kaslarının kas tonusu aracılığı ile eklemlere sertlik sağlayıp, zemin reaksiyon kuvvetine (force) karşı koyarak gerçekleştirmektedir. Diğer fonksiyonu ise dış dünya ile ilişkili birkaç ekstremitenin algılama ve eyleminde referans çerçevesi olarak davranmasıdır. Baş, gövde ve ekstremiteler gibi vücut segmentlerinin pozisyon ve oryantasyonu, dış çevredeki hedef konumların belirlenmesinin yanı sıra, bu hedeflere karşı hareketlerin organizasyonunu da sağlamaktadır (9).

Ayakta dikilirken, insan vücudu stabil olmayan bir durumdadır ve bu duruma neden olan birkaç fiziksel faktör bulunmaktadır. Bu faktörler: (1) yerçekimi, (2) ayak bileği eklemlerinin tilti (eğilmesi-yan yatması) sonucu vücudun destek yüzeyinin hareketi ve (3) vücut ile dışsal temas kuvvetleridir (10). Ayakta dururken bu denge bozucu durumları kompanse edebilmek için birkaç postural kontrol sistemi devreye girmektedir (11).

Postural kontrol sistemi beyin ve kas-iskelet sistemi arasında geribildirim kontrol devresi olarak işlev görmektedir. Bacak, ayak ve gövde kas sistemleri bu geri bildirim devrelerini kullanarak, bireyin yer çekim merkezine karşı ayakta durmasını sağlamaktadır (11). İfade edilen bu kas sistemlerinin bu fonksiyonu yerine getirebilmesi için bazı şartların oluşması gerekmektedir. Bunlar; (a) supraspinal emirleri ve spinal refleksleri içeren merkezi-periferel komponentlerin kombinasyonu, (b) sırasıyla görsel, vestibular ve somatosensör sistemlerin afferent ve/veya efferent integresyonudur. İfade edilen bu iki unsurun iş birliği "postural reaksiyon" olarak adlandırılmaktadır (12, 13). Postural kontrol sistemleri; Sensör sistem, iskelet-kas istemi ve merkezi sinir sisteminden oluşmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1: Postural kontrol sistemleri (Kejonen, 2002).

Sensor Sistem	İskelet-Kas Sistemi	Merkezi Sinir Sistemi
İç kulakta yer alan vestibular sistem (semisirküler kanallar, otholiths, maculaes)	Alt ve üst ekstremiteler kasları	Gerilme refleksi
Görme (retina)	Gövde kasları	Uzun-döngülü refleksler
Proprioseptif sistem (kas içiği tip I-II, Golgi tendon organı, eklem reseptörleri) Duyusal reseptörler	Boyun kasları	Önceden programlanmış reaksiyonlar (öğrenilmiş beceriler) Sinerjistik hareket

Sensör sistem, değişen işitsel ya da somatosensör bilgiyi kullanarak duruş sırasında vücut salınımindaki artışı tespit etmektedir. Bu tespit, ayakta duruş dengesinin kontrolünü sağlamaktadır (15). Denge öncelikle destek alanı (BOS) tarafından belirlenen stabilite sınırları içinde vücut ağırlık merkezini koruma yeteneği olarak tanımlanır. Diğer bir değişle denge, minimal salınım ya da maksimal kararlılık ile destek merkezi üzerinde vücudun ağırlık merkezini koruyabilme yeteneği olarak ifade edilebilir (16). Ayakta dururken dengeyi sağlamak oldukça kolay bir motor beceri olarak görülür, oysaki denge kompleks bir motor beceridir. Nashner (1993)'ın ifade ettiği gibi denge, çok yönlü sensör-motor ve biyomekanik bileşenleri içeren kompleks bir süreçtir. Denge hareketleri; ayak bileği, diz, kalça eklem hareketlerini ve kinetik zincir ile koordine edilen hareketleri içermektedir. Bu süreç sporla ilişkili "akıcı" hareketlerin ortaya çıkarılmasında çok büyük öneme sahiptir. Dengenin sağlanabilmesi için gerekli postural yanıtlar, görsel, vestibular, proprioseptif ve birçok eklem koordinatı edilmiş spesifik motor çıktısı gibi birkaç sensor yapının kompleks etkileşimini gerektirmektedir (17, 18). Bu sensör yapılar içerisinde yer alan vestibüler sistem; (1) vücudun ya da çevrenin hareketi sırasında sabit görsel algılamayı sağlar, (2) santral bağlantılar, kas tonusunu özellikle antigravite kaslarının tonusunu etkileyerek,

dengenin ve "dik" postürün sağlanmasında önemli rol oynar, (3) semisirküler kanallar aracılığı ile açısız ivmelenme, utrikulus ve sakkulus aracılığı ile doğrusal ivmelenmeyi saptar, (4) uzaysal pozisyon, başın hareketi, doğrusal ve açısız ivmelenme hakkında bilgi sağlar, (5) serebral kortekse olan vestibüler projeksiyonlar rotasyonun algılanması ve vertikal oryantasyonu sağlar ve (6) birkaç vestibüler refleks (vestibulo-ocular, otolith, vestibulo-spinal), baş hareketi sırasında gözleri ve gövdeyi sabitleyerek dengeye katkıda bulunur (19, 20). Görsel bilgi ise beyin içerisinde retina aracılığıyla en az iki noktaya dağıtılmaktadır. Bu noktalara ulaşabilmek için kullanılan yolların, (1) objenin tanımlanabilmesi için odak sistem ile ve (2) hareket kontrolü için dış çevre ile özelleşmiş olduğu varsayılır. Görmenin postural kontrol üzerindeki etkisi, retina üzerinde bir görüntünün relatif değişiminin sağlanması ve bu durumun postural ayarlamalar için kassal aktivasyonu içeren vücudun telafi edici motor reaksiyonları başlatması ile gerçekleşmektedir. Görsel aktivite, görsel kontrast, objelerin mesafesi, bulunulan ortamdaki ışık postural kontrol üzerine görmenin etkinliğini arttıran faktörlerdir (14).

Postural kontrol üzerinde önemli katkıları olduğu bilinen bir diğer faktör ise proprioseptif bilgidir. Proprioseptif reseptörler kaslarda, tendonlarda ve eklemlerde bulunurlar ve duruş esnasında uzuvların pozisyonu, kasların gerginlikleri ile ilgili bilgi verirler (21, 22). Motor kontrolün en önemli parçalarından olan proprioseptif reseptörler: kas içiği (tip Ia ve tip II) ve golgi tendon organını (Ib) içermektedir. Kas içikleri kasların uzunluk ve ivmelenmeleri ile ilişkili değişimleri algılamaktadır. Ayrıca, aynı kasın iskelet kas fibrillerinin refleks kasılmasından da sorumludur (kas gerilme refleksi) (23). Golgi tendon organı ise kasın gerim ve geriminde meydana gelen değişimleri algılamaktadır (24, 25, 26). Böylece, ekstremitelerin pozisyonlarının birbirleriyle olan ilişkisi hakkında bilgi vererek motor kontrolün sağlanmasında sinir sistemine bilgi sağlarlar (27, 28). Gerçekleştirilen araştırmalar görsel stimülasyon (29, 30, 31), proprioseptif (32, 33, 34) ya da vestibüler sistem'in (35, 36) vücut salınımı sırasında katkılarını desteklemektedir. İfade edilen bu sensör yapıların yanı sıra, postural kontrol yeterli kas kasılmasını ortaya çıkarabilmek için (37) koordine edilmiş kas hareketini gerektirmektedir (38). Vücudu dengelemek için eklemleri hareket ettiren kasların özellikle ayak bileği, diz ve kalça ekleminin rolü önem taşımaktadır. Vücut hareketleri sırasında postural kontrolü sağlamak için ilk olarak kalf kasları aktive edilmesine rağmen (30), boyun kasları, hamstring kasları, soleus ve supraspinalis kasları gibi ana postural kasların bu sıra ile ko-aktivasyonları meydana gelmektedir (38, 39). Ancak bunların dışında birkaç kas grubu vücudun denge pozisyonu için hem farklı latens süresinde refleks sürecine (38) hem de istemli hareketlerin oluşumuna katılmaktadır. Kaslar gerildiği zaman, kas ve tendon içindeki proprioseptif reseptörler, merkezi mekanizmanın postural kontrol sistemi ile kas uzunluğunu değiştirmek için sinyal göndermektedir (40, 41). Merkezi sinir sistemi ise tüm vücut bölümlerinden elde edilen bu sensör sinyalleri yorumlayarak stabiliteyi sağlayan postür kaslarına emir göndermektedir (42).

Postural kontrolün sağlanabilmesi için gerekli istemli hareketler öncelikle beyinde planlanmaktadır. Oluşturulan çıktılar pyramidal ve ekstrapyramidal sistemler aracılığı ile kaslara gönderilmektedir. Premotor ve pariyetal korteks ile bağlantıya sahip olan pyramidal hücreler bilgiyi spinal motor nöronlara ve inter nöronlara taşımaktadır. Taşınan bu bilgi postural kontrolün istemli ve refleks olarak gerçekleştirilebilmesi için gerekmektedir. Kortikal motor alanlardaki çıktı serebellum, retiküler formasyon ve bazal ganglia ile bağlantıları içermektedir (21). Bazal ganglia, ön beyinin boşluklarının içine gömülü olarak bulunan bir grup yapının (caudate nucleus, putamen, globus pallidus ve amygdala) bir araya gelmesiyle oluşmuştur, refleks ve istemli hareketlerin kontrolünden sorumludur. Kortikal-bazal ganglia döngüsü aracılığıyla serebral korteksten inen imputlar olarak hareketin istemli kontrolünü ve beyin sapıyla olan bağlantısı sonucu postural kasların tonusunun otomatik kontrolünü sağlamaktadır (43). Postural kontrolden sorumlu diğer yapı ise; beyin sapında, "Retiküler Formasyon" olarak adlandırılan, medulla oblongata, pons ve mesensefalonu içeren yaygın nöron topluluklarıdır. Retiküler formasyon; spinotalamik yolların kollaterallerinden, spinoretiküler traktuslardan, vestibüler çekirdeklerden, serebellumdan, bazal gangliyonlardan, serebral korteksin hem duyu hem motor alanlarından, hipotalamus ve çevresindeki assosiasyon sahalarından sürekli uyarılar alarak dengenin korunmasında bir bilgi ağı oluşturur (44). Postürün düzenlenmesine önemli katkıları olan bu yapının ya da retikülospinal yolun lezyonu, lokomasyon gibi aktiviteler sırasında dik postürün sağlanma yeteneğinin ortadan kalkmasına neden olmaktadır (45, 46). Postural kontrolden sorumlu bir diğer yapı ise serebellumdur. Serebellum kortikal, subkortikal ve spinal alanlarla nöral bağlantılara sahiptir ve karışık yapısı içerisinde, üç kortikal katman ve bu katmanların içerdiği beş temel hücre tipinden oluşmaktadır. Bu katmanların her biri spesifik motor fonksiyona sahiptir. Medial katman, ayakta duruş sırasında antigravite kaslarının tonusundan ve yürüyüş sırasında ritmik kas aktivitesinden sorumludur. Orta katman, lokomasyon sırasında uzuv hareketlerinin temporal ve uzaysal ayarlamalarını sağlamaktadır. Dış katman ise yürüyüş kalıbının düzenlenmesinde önemli role sahiptir (47). Ayrıca serebellum, başta inferior vestibüler çekirdek olmak üzere, vestibüler sistemle sıkı iletişimindedir. Bu iletişim vestibuloserebellar lifler sayesinde sağlanır. Inferior vestibüler çekirdek, hem semisirküler kanallardan hem de utrikulusdan sinyaller alarak, serebellum ve retiküler formasyonla çift yönlü bağlantı sağlar. Bu çift yönlü bağlantı sayesinde, serebellumun özellikle flokülernodüler lobu ve vestibüler sistemden gelen uyarılar, hem retiküler formasyona hem de retiküler ve vestibüler traktuslar yoluyla medulla spinalise ulaşmış olur (27). Tüm bu sensör-motor süreç sonucunda postural kontrol gerçekleştirilmektedir (42).

Spor branşları açısından sensör-motor sürecin postural kontrol üzerine katkıları ele alındığında, literatürdeki bazı kanıtlar deneyimli sporcuların daha yüksek denge becerisine sahip olmalarının, daha fazla vestibüler duyarlılığa sahip olmalarından değil, motor yanıtlarına etki eden tekrarlayıcı antrenman deneyimlerinin sonucu olduğunu göstermektedir (48). Diğer taraftan, sporcunun daha yüksek denge becerisinin, proprioseptif ve görsel ipuçlarına dikkat

etme yeteneğinin bir sonucu olduğu yönünde bulgular da mevcuttur (49). Kısacası hem sensör hem de motor sistemdeki değişimlerin denge performansına etki ettiğini kanıtlayan bulgular mevcuttur. Bu bakış açısıyla her bir spor branşına özgü motor becerilerin gerçekleştirilmesinde farklı düzeyde sensör-motor sürecin gerektiği ifade edilebilir. Örneğin; atıcılık sporunda statik denge çok büyük öneme sahipken, eskrim sporunda dinamik dengenin daha büyük öneme sahip olduğunu görmekteyiz. Bunun yanında, her iki spor branşı için de vücut hareketlerinin ince kontrolü ve görsel sistemin spesifik kullanımı hedef noktalar için çok büyük öneme sahiptir. Ancak sensör-motor adaptabilite mekanizması altında yatan süreçler her iki spor branşı açısından da farklılık göstermektedir (50, 51, 52).

Her bir spor branşı farklı motor becerileri gerektirmekte ve spor branşına özgü farklı çevresel koşullar altında (örn; sabit ya da kaygan zemin, ışık, ayakkabı tercihi gibi) gerçekleştirilmektedir. Bunun sonucu olarak, farklı spor ortamlarında farklı sensör-motor beceriler işe koşulmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, farklı spor branşlarına özgü motor görevlerin gerçekleştirilmesi sırasında sporcuların farklı sensör-motor bilgiyi kullanım biçimlerini inceleyen çalışmaları analiz etmektir.

Spor Branşları ve Postural Sensör-Motor Stratejiler

Postural düzenleme, hiyerarşik ve kalıplaşmış süreçlerle organize edilmekte, görsel, işitsel ve proprioseptif sistemlerin afferent bilgilerinin birleştirilmesini gerektirmektedir. Sportif egzersizler somatosensör ve otolit (utrikulus prostatikus ve sakkulus membranında oluşan kristal partiküller) bilgiyi kullanma yeteneğini artırır. Bu durumun doğal bir sonucu olarak postural yeteneklerin geliştiği görülür. Postural değişimler spor uygulamalarına bağlı olarak farklılaşmaktadır. Örneğin; judo antrenmanı sırasında somatosensör sistemden, dans antrenmanı sırasında ise görsel sistemden elde edilen bilgiye daha fazla ihtiyaç duyulur. Bu bağlamda, her bir spor branşının spesifik postural adaptasyonları geliştirdiği ifade edilebilir (53).

Bu postural adaptasyonlar, görsel, vestibular ve somato-kinestetik duyuusal bilgilerin merkezi sinir sistemi tarafından düzenlenmesi ile sağlanmaktadır. Her bir sensör kaynağın postural kontrolde önemli katkıları mevcuttur. Azalan ya da sorunla karşılaşan sensör girdiler altında denge kontrolünün gerçekleştirilmesi zorlaşmakta ve bu durum her bir sensör sistemin postural stabilitenin kontrolündeki önemini de ortaya koymaktadır (54, 55). Gerçekleştirilen birkaç araştırmada uzun süreli uygulanan spor antrenmanlarının sensör adaptasyonlar üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu gözlenmiştir (56-59). Deneyimli sporcular postürün organizasyonunda her bir spor disiplininin gereklilikleri ile ilişkili olarak spesifik sensör bilgi kullanmaktadır (58, 60). Bu araştırmalar doğrultusunda her bir spor branşının gereklilikleri ile ilişkili olarak farklı postural sensör-motor stratejilerin geliştirildiği ifade edilebilir. Örneğin, eskrim, dinamik bir spor branşı olarak motor becerilerin yüksek hızda sergilenmesi sırasında hem yüksek düzeyde görsel kontrolü hem de denge kontrolünü gerektirir. Bir başka örnek olarak bisikletçiler ele alınabilir. Dağ bisikletçileri ve yol bisikletçileri karşılaştırıldığında, dağ bisikletçilerinin denge kayıplarına karşı hızlı motor cevaplar verebilmek için somestetik bilgiye ihtiyaç duyarken; yol bisikletçileri ise daha çok görsel bilgiye ihtiyaç duymaktadır (63). Futbol açısından bu durum incelendiğinde, oyuncular motor becerileri uygularken postürlerini kontrol etmek zorundadırlar. Aynı zamanda görsel bilgiyi kullanarak takım arkadaşlarını ve rakip takım oyuncularını takip etmeleri gerekmektedir (53).

Yukarıda ifade edilen motor aktivitelerin gerçekleştirilebilmesi, hem dışsal dengeyi (kaygan zemin üzerinde yürümek, ışık değişimi vb) hem de içsel dengeyi bozucu güçlere (kas sertleşmesi, kas iskelet yaralanmaları ve yorgunluk gibi) karşı denge görevini sürdürmeyi gerektirmektedir (64). Bu görevin en az efor ile gerçekleştirilebilmesi için, devam eden duruş sırasında postural değişimler ve vücut salınımindaki artışa en etkili yanıtın verilmesi gerekmektedir. Bu yanıt ise sensör (somatosensör, görsel ve vestibular) ve motor sistemin oldukça kompleks bağlantısını gerektiren postural kontrol sisteminin devreye girmesi ile gerçekleşmektedir. Postural salınım ve farklı spor branşlarındaki ilişki aşağıdaki biçimde incelenebilir.

Ok Atışı ve Postural Salınım

Okçuluk sporunda isabetli atış, yüksek düzeyde vücut kontrolü, beceri ve odaklanmanın yanı sıra atışı oluşturan tüm parçaların (duruş, çekiş, nişan alma, atış ve atışın devam ettirilmesi) senkronize bir şekilde tekrarlanabilme yeteneğini gerektirmektedir (65). Atış sırasında postural salınımda ne gibi değişimlerin meydana geldiği ve bu değişimlerin atış isabetinin derecesi arttıkça nasıl değiştiği atış performansının açısından büyük önem taşımaktadır. İsabetli bir atışın gerçekleştirilebilmesi için nişan alınması, kolların ve postürün sabitlenmesi gerekmektedir. Ayrıca vücuttaki salınımlardan korunmak için; yerçekim merkezi içinde destek noktası alınarak ok hedefe doğru hizalanır. Ancak atış sırasında, hedefe olan mesafe arttıkça, okun hedefe olan hizası daha değişken olmaktadır. Bu yüzden daha kısa mesafelerde postural salınımin büyüklüğü tolere edilebilirken, mesafe arttıkça bu büyüklük tolere edilemez duruma gelmektedir. Buna bağlı olarak da mesafe arttıkça hem anterior-posterior salınım (AP) hem de medio-lateral salınım (ML) artmaktadır veyada hedefi sabitleme oranıyla postural salınım azalmaktadır (66). AP ve ML yönlerde postural salınım sırasında görsel stabilizasyon önem taşımaktadır. Mesafe arttıkça odaklanılan hedefin büyüklüğündeki azalma sonucu retinal yer değişimlerin büyüklüğü artmaktadır. Buna bağlı olarak hedefin sabitlenmesindeki azalmalar başın salınımlarına

ve görsel stabilizasyonda birtakım kötüleşmelere neden olmaktadır (66). Tüm bunların ışığı altında, okçuların postural salınımlarının genel seviyelerini ayarlamak için isabet ve stabilitelerinin zıt taleplerini eş zamanlı karşılamak zorunda oldukları ifade edilebilir. Ok atışı sırasında AP yönlerinde artan salınım, okun hedefin sağına ve soluna doğru yer değiştirmesine neden olmaktadır. Bu duruma bağlı olarak okçu AP salınımlarını azaltmalıdır. ML salınımlarının ise azaltılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Tüfek Atışı ve Postural Salınım

Atıcılık sporu içerisinde yer alan tüfek atıcılığında en küçük hareketin bile skor üzerinde önemli etkisi vardır. Elit, amatör (67, 68) sporcular ve sedanter bireylerin merkeze uyguladıkları kuvvet basınç (BM) hareketleri karşılaştırıldığında, atıcılarda daha küçük vücut salınım genlikleri gözlenmiştir (51). Elit atıcılar, atışın son 2-4 sn öncesi 1 mm'den daha az BM değerleri sergilemişlerdir. Bu bulgular, atıcıların vücut salınımlarının, sportif performansla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak, gerçekleştirilen bu araştırmalarda sadece atış skorunun performans kriteri olarak kullanılması araştırmaların sınırlılığını oluşturmaktadır.

Ball ve ark. (2003), elit tüfek atıcılarında, nişan alma noktasındaki salınım ile atış performansı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında bu iki değişken arasında ilişki olduğunu saptamışlardır. Bu ilişki farklı bireyler için farklı atış öncesinde zamanın uzunluğu ve ilgilenilen parametreye göre farklılık göstermektedir. Gerçekleştirilecek çalışmalarda hem tüm vücut hem de sadece üst gövdenin kinematik analizi gerçekleştirilerek bu faktörler arasındaki ilişkinin de incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Aalto ve ark. (1990)'nın gerçekleştirdikleri araştırma sonucunda atıcıların statik dengeleri ve performans düzeyleri arasında korelasyon saptanmıştır. Era ve ark. (1996) gerçekleştirdikleri araştırmalarında, elit düzeydeki tüfek atıcıların postural salınımlarındaki %10'dan daha az bir değişimin skorları üzerinde belirleyici rol oynadığını saptamışlardır. Ancak, Zemkova (2010)'nın gerçekleştirdiği araştırmanın bulguları, profesyonel atıcıların postural salınımlarındaki artışın isabetli atış performanslarını etkilemediği yönündedir. Zemkova, (2010), deneyimli atıcıların gerçekleştirdikleri 60 atış sırasında, atıcıların vücut salınım değerleri ile skor parametrelerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular deneyimli atıcıların, 60 atışın son denemeleri sırasında bile artan salınım hızına rağmen atıcıların atış performanslarında herhangi bir değişimin meydana gelmediğini ifade etmiştir. Bu bulgular, profesyonel atıcıların atış performanslarının artan BM hızındaki artış tarafından etkilenmediği yönündedir. Bu durum, postural stabilite ve isabetli atış ile ilişkili gerçekleştirilen raporlarla tezatlık oluşturmaktadır.

Daha az deneyime sahip atıcılar, uzuvlarının hareketinden dolayı nişan alma evresi sırasında daha büyük postural salınım sergilemektedirler (69, 52). Mononen ve ark. (2007) acemi tüfek atıcılarının atış doğruluğu ve davranışsal performansları (postural denge ve tüfek namlu stabilitesi gibi) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Postural denge ve tüfek stabilitesi, merkez baskı hareketinin A-P ve M-L yönlerde salınım hızı değerlendirilmiştir. Katılımcılar, hedeften 10m uzak mesafeden durarak 30 atış gerçekleştirmişlerdir. Atış skoru ve davranışsal performans arasındaki korelasyon kat sayısı 0.29 ile 0.45 arasında dağılım göstermektedir. Mevcut sonuçlar, acemi tüfek atıcılarının atış doğruluğu, postural denge ve tüfek stabilitesi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu bağlamda, yüksek postural denge ve tüfek namlusunun minimal hareketinin atış performansının önemli belirleyicileri olduğu söylenebilir. Atış performansının arttırılmak için atıcının postural becerilerini geliştirmeye yönelik ilave denge eğitim programlarının kullanımı teşvik edilmelidir.

Basketbolda Serbest Atış ve Postural Salınım

Gerçekleştirilen araştırmalarda basketbol oyuncularının postural stabiliteleri ve spor performansları arasında ilişki olduğu ortaya konmuştur (71). Gerçekleştirilen bu araştırma bulguları, serbest atış isabeti, düşük yatay hareketlilik ve yüksek stabilite ile ilişki gösterdiği yönündedir. Ancak bu sonuçlar Zemkova ve Macura (2008)'nin gerçekleştirdiği araştırma sonucuyla tezatlık göstermektedir. Zemkova ve Macura (2008), basketbol oyuncularının tekrarlayan serbest atışları sırasında stabiliyografik parametrelerini analiz etmişlerdir. 50 serbest atış sırasında A-P yönde vücut ağırlık merkezi (VAM) uzunluğunda hiçbir değişim saptanmamasına rağmen, M-L yöndeki değerler yaklaşık olarak iki kat artış göstermiştir. Buna rağmen, başarısız atışlarda sadece çok az bir artış meydana gelmiştir (ortalama 4 ± 1.7 , max 8). Diğer bir değişle, basketbol oyuncuları atış drilleri sırasında 50 atıştan yaklaşık 46' sını sayıya dönüştürmüşlerdir. Bu bulgular; yanlara VAM hareketinin, basketbol oyuncularının serbest atış isabetlerini etkilemediğini ortaya koymaktadır.

Cimnastik ve Postural Salınım

Koordinasyon sporları olarak adlandırılan (koordinasyon becerisi temeline dayanan aktiviteler) ritmik-artistik cimnastik, akrobasi, trampolin gibi aktiviteler sırasında stabiliteyi bozan küçük müdahaleler spor performansını etkilemektedir. Akrobatik ve kompleks zincirleme figürleri uygulamak postural kontrol sistemi üzerine büyük talep yüklemektedir. Gerçekleştirilen araştırmalarda cimnastik uzmanlığının postural kontrol yeteneği üzerinde etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (60, 73). Cimnastikçilerin vücut oryantasyonundaki değişimlere cimnastikçi olmayan bireylere göre daha duyarlıdır (73). Diğer sonuçlar cimnastikçilerin basınç merkezi yer değişimlerini azaltabilmek için ayak bileği

proprioseptif bilgisini daha hızlı olarak avantaj kazanmaktadırlar (60). Bu bulgulara ek olarak, uzman cimnastikçilerin postural koordinasyon kalıplarında fonksiyonel modifikasyonlara yol açtıkları gözlenmiştir (74). Gerçekleştirilen birkaç araştırmanın sonuçları ise cimnastikçilerin uzmanlığının postural kontrollerini etkilemediği yönündedir. Ayakta dururken görsel bağımlılığın ve salınımın elit ve elit olmayan bireylerde benzer olduğu gözlenmiştir (60, 75).

İki ayak üzerinde dururken postür değişimi sağlayarak tek ayak üzerine geçişler sırasında cimnastik uzmanlığının postural kontrol üzerinde etkiye sahip olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (tek ayak duruş; 75, 76). Tek ayak üzerinde duruş ya da eller üzerinde duruş (amut) gibi postural değişimleri gerçekleştirebilmek jimnastik antrenmanlarını gerektirmektedir. Cimnastikçilerin daha iyi performansla sahip olmaları, vücut hareketlerine daha duyarlı olmaları ya da daha iyi postural kontrol sağlamaları gerçekleştirdikleri antrenmanların ve beceri öğreniminin bir sonucudur. Vuillerme ve Nougier (2004)'in gerçekleştirdiği araştırma bulguları bu sonucu desteklemektedir.

Dans ve Postural Salınım

Ayakta duruş sırasında baletlerin postural kontrol yeteneklerinin araştırılmasına yönelik birçok çalışma mevcuttur (56, 77). Bu araştırmalar; gözler açık ve kapalı ayakta duruş sırasında (77, 78, 79), sert ya da yumuşak yüzeylerde tek ya da çift ayak dururken (36) ve dinamik yüzeylerde duruş sırasında (77, 78) gerçekleştirilmiştir. Araştırma bulguları, profesyonel baletlerin denge yeteneklerinin dansçı olmayan bireylerin denge yeteneklerinden daha yüksek değerlere sahip olduklarını sunmaktadır. Golomer ve ark. (1999a), profesyonel dansçılar ve dansçı olmayan bireylerin görme yeteneklerinin postural kontrol üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma, serbest stabil olmayan platform üzerinde (gözler açık ve kapalı) gerçekleştirilmiştir. Araştırma bulguları, dansçıların dinamik dengelerini devam ettirebilmede görsel bilgiyi kullanmaya daha az bağımlı olduklarını göstermektedir.

Postural salınımı etkileyen bir diğer sensör bilgi proprioseptif duydur. Dans antrenmanlarının, daha fazla motor gelişim sağlayarak ve alt ekstremitelerin daha fazla doğru pozisyon duyusunu geliştirerek postural salınımı azalttığı düşünülmektedir. Schmit ve ark. (2005) antrenmanlı baletlerin gözler açık ve kapalı durumlarda ve yumuşak ve sert yüzeylerde postural stabilitelerini karşılaştırmışlardır. Araştırma bulguları, kapalı gözlerle ve yumuşak yüzeyde postural stabilitede meydana gelen artışın değişkenlik gösterdiği yönündedir.

Futbol ve Postural Salınım

Futbolda topa vuruş ve farklı teknik hareketlerin gerçekleştirilebilmesi, tek ayak üzerinde duruş postürünü gerektirmektedir. Ayrıca, mümkün olan doğrulukta vuruş hareketini gerçekleştirebilmek için destek ayağının stabilitesi önem taşımaktadır. Bu nedenle, futbol oyuncularının postural kontrolü, futbolun spesifik durumlarına bağlı olarak tek ayak duruş sırasında değerlendirilmektedir. Gerçekleştirilen araştırmalarda, futbol oyuncularının alt ekstremitte yaralanma riskini azaltmak (80) ve ayak bileğinin rehabilitasyonunu sağlayan antrenmanın etkilerini değerlendirmek için tek ayak duruş sırasında postural kontrolleri değerlendirilmiştir (81, 82). Paillard ve ark. (2006) farklı yarışma düzeyine sahip (ulusal ve uluslararası) futbol oyuncularının tek ayak duruş sırasında postural performans ve stratejilerini araştırmışlardır. Ölçümler grup faktörleri arasında (yarışma düzeyi: ulusal ya da uluslararası) ve grup faktörleri içinde (görsel: gözler açık ve kapalı) tekrarlanmıştır. Bağımlı değişkenler olarak; yüzey alanının merkez baskısı ve hızı, toplam spektral enerji ve düşük, orta ve yüksek frekans bandının yüzdesi hesaplanmıştır. Çalışmaya 15 ulusal ve 15 bölgesel erkek futbol oyuncusu katılmıştır. Denekler gözleri açık ve kapalı posturografik test gerçekleştirmişlerdir ve sporcuların kuvvet platformunun mekez üzerine ayaklarıyla gerçekleştirdikleri kuvvet ölçülmüştür. Merkez üzerine gerçekleştirilen spatiotemporal ölçümler postural performansın değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Postural stratejinin tahmin edilmesi için merkeze uygulanan kuvvetin frekans analizine (fast Fourier transform) başvurulmuştur. Araştırmanın sonucunda, laboratuvar görevleri içinde, ulusal futbol oyuncularını, farklı postural stratejiye sahip olan bölgesel futbol oyuncularından daha iyi postural performansla sahip oldukları gözlenmiştir. Ulusal futbol oyuncularını bölgesel oyunculardan daha dengelidirler ve proprioepsiyon ve görsel bilgiyi farklı şekilde kullanmaktadırlar. Bu bulgular doğrultusunda, futbol oyununa özgü kondisyon testlerinde, oyun deneyim düzeyinin, postural kontrolün ölçüm ve stratejilerini etkilediği ifade edilebilir.

Voleybol ve Postural Salınım

Dinamik spor branşı olan voleybol teknik hareketlerin gerçekleştirilmesi sırasında sporcunun postürünü koruması gerekmektedir. Uygun vücut dengesi sağlanarak, servis, savunma, hücum gibi tüm vücut hareketleri gerçekleştirilmiş olur (84). Bu hareketlerin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi sporcunun postural salınımını kontrol etme yeteneğine bağlıdır. Kuczyński ve ark. (2009), sporcularda, istikrarlı ve oldukça stabil postural kontrolün altında yatan faktörleri ve nörofizyolojik mekanizmayı belirlemek için bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaya 23 erkek voleybolcu ve 24 sağlıklı erkek birey (kontrol grubu) katılmıştır. Tüm bireylerden 20sn kuvvet platformu üzerinde gözleri kapalı bir şekilde durmaları istenmiştir. Bu sırada merkeze uygulanan baskı (COP), AP ve ML düzlemlerinde, 20Hz örneklem hızında kaydedilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular voleybolcuların kontrol grubuna göre ML düzleminde daha düşük COP değişkenliği ($p < 0.05$) ve daha düşük BM oranı gösterdiği gözlenmiştir ($p < 0.01$). Ayrıca,

voleybolcuların BM ortalama hızı AP ($p < 0.0001$) ve ML ($p < 0.01$) düzleminde kontrol grubuna göre daha yüksektir. Elde edilen bu bulgular, sporcularda COP üzerine ilave bindirilen düşük genlik ve yüksek frekanslı sinyalin varlığını göstermiştir. Sonuç olarak, voleybol oyuncularını ile kontrol grubu karşılaştırıldığında, sporcuların daha yüksek vücut stabilitesi ve farklı otomatik postural kontrol moduna sahip oldukları görülmektedir.

SONUÇ

Birçok araştırmacı postural salınımın; okçuluk (65,66), tüfek atıcılığı (51, 67-70), dans (77, 78, 79), basketbol (71, 72), cimnastik (60, 73), futbol (53, 80-82) ve voleybol (83, 84) gibi spor branşları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Postural salınımın egzersiz üzerine olan etkisinin araştırılması, bu spor branşlarında yarışan sporcuların denge antrenman programlarının şekillendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü antrenman veya müsabakalar esnasında yüksek seviyede motor hareketlerin yapılması, hem statik hem de dinamik dengenin kontrolünü gerektirmektedir. Dinamik ve statik denge ise vestibular, görsel ve somatosensör yollarındaki merkezi sürecin kompleks koordinasyonunun sonucunda ortaya çıkan efferent yanıtıdır (85). İfade edilen bu üç sensörlerden elde edilen geribildirim, ekstremiteler kaslarına gönderilerek, postural stabilitenin korunması için uygun kasılmayı ortaya çıkarır (86, 87). Böylece gerekli olan denge kontrolü sağlanmış olur.

Motor becerilerin kazanılmasında denge kontrolü temel olarak, sportif uygulama sırasında yapılan düzgün postural duruş, doğru ve uygun hareketler, figürler ve teknikler sergilenirken yerçekimi merkezindeki yer değiştirmeleri en aza indirebilecek kas sinerjilerine bağlıdır. Göreve en uygun duyu-motor stratejinin seçimi ve zihinsel yetenekler, sporcuların özellikle eğitim esnasında kazandıkları duyu bilgisiye dayanır (88). Deneyimli sporcular postürün organizasyonunda her bir spor disiplininin gereklilikleri ile ilişkili olarak spesifik duyu bilgi kullanmaktadır (60). Gerçekleştirilen araştırmalar doğrultusunda her bir spor branşı ile ilişkili olarak beceri gereksinimlerinin ve spor branşının gerektirdiği çevresel taleplerin spor branşına özgü postural adaptasyonları geliştirdiği ve bu durumun antrene sporcuların denge yetenekleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu söylenebilir. (53). Bir diğer önemli nokta ise postural görevin zorluğu arttıkça elit sporcunun postural salınımindaki artışı düzenleyebilmesi için ekstra çaba göstermesi gerekmektedir. Ancak elit sporcu olmayan bireyin postural salınımindaki artışı düzenleyebilmesi için ekstra çaba göstermesi gerekmektedir. Bu durum, elit sporcunun dengesini devam ettirebilmesi için kullandığı propriyosepsiyon, görsel ve işitsel bilgiyi farklı şekilde kullandığını ve farklı kontrol mekanizması geliştirdiğini ortaya koymaktadır (53, 60, 76, 79). Bu bulgular doğrultusunda, düşük ya da yüksek şiddette olsun, düzenli olarak yapılan fiziksel aktivitelerin ve antrenmanların denge kontrolünde görev alan, başta propriyoseptif sistem olmak üzere diğer sistemler üzerinde de olumlu yönde gelişim gösterdiğini söyleyebiliriz.

TEŞEKKÜR

Bu derleme makalesinin yazımı sırasında verdiği destekten dolayı Yard.Doç.Dr. Hakan Katırcı'ya teşekkür ederiz. Bu derleme çalışması, ANADOLU UNI./BAP 1001S40 kod no'lu proje kapsamında yapılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Herrington, L., & Davies, R. The influence of Pilates training on the ability to contract the Transversus Abdominis muscle in asymptomatic individuals. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9(1), 52-57, 2005.
2. Okubo J, Watanabe I, Takeya T, Baron JB. Influence of foot position and visual field condition in the examination of equilibrium function and sway of centre of gravity in normal persons. *Aggressologie* 20:127-132, 1979.
3. Kendall, F. P., & McCreary, E. K. *Posture and pain* (3 ed.). Baltimore: Williams & Wilkins, 1993.
4. Ward, R. C. *Foundations for osteopathic medicine* (2 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.
5. Hrysmallix, C. & Goodman, C. A review of resistance exercise and posture realignment. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 385-390, 2001.
6. Hughes, M.A.; Schenkman, M.L.; Chandler, J.M. & Studenski, S.A. Postural responses to platform perturbation: kinematics and electromyography. *Clinical Biomechanics*, 10 (6): 318-322, 1995.
7. Bloem, B.R.; Allum, J.H.; Carpenter, M.G.; Honegger, F. Is lower leg proprioception essential for triggering human automatic postural responses? *Experimental Brain Research*, 130 (3): 375-391, 2002 (From PubMed, Abstract No. 10706436).
8. Yaggie, J.A. & McGregor, S.J. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(2):224-8, 2002 (From PubMed, Abstract No. 11833026).
9. Massion, J. Postural control system. *Current Opinion in Neurobiology*, 4(6), 877-887, 1994.
10. Mergner T., Maurer, C. and Peterka, R.J. A multisensory posture control model of human upright stance. C. Prablanc, D. Pélisson and Y. Rossetti (Eds.) *Progress in Brain Research*, Vol. 142, 189-201, 2003.
11. Deliagina T.G, Zelenin P.V, Beloozerova I.N & Orlovsky GN . *Physiol Behav* 92, 148-154, 2007.
12. Winter, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(1), 193-214, 1995.

13. Alexander, K. M., & La Pier, T. L. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 28(6), 378-383, 1998
14. Kejonen, P. Body movements during postural stabilization. Unpublished master's thesis, University of Oulu, Oulu, Finland, 2002.
15. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*. 89:484-498, 2009.
16. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, et al. Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. *Phys Ther*.85:502-514, 2005.
17. Harringe, M., Halvorsen, K., Renstrom, P., & Werner, S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait & Posture*, 28(1), 38-45, 2008.
18. Radebold, A., Cholewicki, J., Polzhofer, G. K., & Greene, H. S. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine Journal*, 26(7), 724-730, 2001.
19. Sucan S, Aktif Futbol Oyuncularının Çeşitli Denge Parametrelerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2005.
20. Guskiewicz, K.M., & Perrin, D.H. Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 5:45-63, 1996.
21. Enbom H. Vestibular and somatosensory contribution to postural control. Thesis, University of Lund. Lund, 1990.
22. Hassan, B S, Mockett, S., Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.*, 60:612-618, 2001.
23. Griffin, D.M. Primate Motor Cortex: Individual and Ensemble Neuron-Muscle Output Relationships, University of Kansas, 2000.
24. Latash ML. Postural Control. Vision. In *Human Kinetics (eds.) Neurophysiological Basis of Movement*. Champaign. Illinois. USA. pp.163-194, 1998.
25. Lephart, S.M., Freddie, H. Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability, Copyright©Human Kinetics, p.23-28, 2000.
26. Klonoff, P., L. Costa, and W. Snow. Predictors and indicators of quality of life in patients with closed-head injury. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 8:469-485, 1986.
27. Armutlu K, Sade A. Denge ve koordinasyondan sorumlu yapılar. *Fizyoterapi Rehabilitasyon Dergisi*; 7(5): 104-109, 1994.
28. Füzün S, Tüzün Ç. Motor fonksiyonun nörofizyolojisi. *Tıbbi Rehabilitasyon*. (Ed. Oğuz H).Nobel Tıp Kitapları, İstanbul, s:43-66, 1995.
29. Bronstein AM. Suppression of visually evoked postural responses. *Exp Brain Res* 63: 665-658, 1986.
30. Dijkstra TMH, Schöner G, and Gielen CCAM. Temporal stability of the action-perception cycle for postural control in a moving visual environment. *Exp Brain Res* 97: 477-486, 1994.
31. Van Asten, WNJC, Giele, CCAM., and Denier Van Der Gon JJ. Postural adjustments induced by simulated motion of differently structured environments. *Exp Brain Res* 73: 371-383, 1988.
32. Allum, JHJ. Organization of stabilizing reflex responses in tibialis anterior muscles following ankle flexion perturbations of standing man. *Brain Res* 264: 297-301, 1983.
33. Jeka JJ, Schöner G, Dijkstra T, Ribeiro P, and Lackner JR. Coupling of fingertip somatosensory information to head and body sway. *Exp Brain Res* 113: 475-483, 1997.
34. Johansson R, Magnusson M, and Akesson M. Identification of human postural dynamics. *IEEE Trans Biomed Eng* 35: 858-869, 1988.
35. Kavounoudias A, Gilhodes JC, Roll R, and Roll JP. From balance regulation to body orientation: two goals for muscle proprioceptive information processing? *Exp Brain Res* 124: 80-88, 1999.
36. Johansson R, Magnusson M, and Fransson PA. Galvanic vestibular stimulation for analysis of postural adaptation and stability. *IEEE Trans Biomed Eng* 42: 282-292, 1995.
37. Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E & Steen B. Postural balance and its sensory – motor correlates in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. *J Gerontol: Medical Sciences* 51A: M53-M63, 1996.
38. Johansson R & Magnusson M. Human postural dynamics. *Biomed Eng* 18: 413-437, 1991.
39. Nashner, L. Practical biomechanics and physiology of balance. In *Handbook of Balance Function and Testing*, G. Jacobson, C. Newman, and J. Kartush (Eds.). St. Louis, MO: Mosby Year Book, pp. 261-279, 1993.
40. Prochazka A & Wand P. Tendon organ discharge during voluntary movements in cats. *J Physiol (Lond)* 303: 385-390, 1980.
41. Rosenbaum, D. A. Human motor control, San Diego, CA: Academic Press, ch. 4, 1991.
42. Visser J.E. and Bloem, B.R. Role of the basal ganglia in balance control. *Neural Plasticity*. Volume 12, No.2-3, 2005.
43. Bem T, Gońska T, Majczynski H, Zmyslowski W. Different patterns of fore-hindlimb coordination during overground locomotion in cats with ventral and lateral spinal lesions. *Exp Brain Res* 104: 70-80, 1995.
44. Woollacott MH & Shumway-Cook A. Changes in posture control across the life span- A systems approach. *Phys Ther* 70: 799-807, 1990.
45. Brustein E, Rossignol S. Recovery of locomotion after ventral and ventrolateral spinal lesions in the cat. I. Deficits and adaptive mechanisms. *J Neurophysiol* 80: 1245-1267, 1998.
46. Chen YS, Zhou S. Soleus H-reflex and its relation to static postural control. *Gait Posture*, 33(2):169-78, 2011.
47. Spirduso WW. *Physical Dimensions of Aging*. Human Kinetics. Champaign. Illinois. USA, 1995.
48. Balter SGT, Stokroos RJ, Akkermans E, Kingma H. Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neurosci Lett*. 366:71-75, 2004.

49. Ashton-Miller JA, Wojtyś EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 9:128–136, 2001.
50. Ripoll, H., Papin, J., Guezennec, J., Verdy, J., and Philip, M. Analysis of visual scanning patterns of pistol performers, *Journal of Sport Sciences*, 3, 93-101, 1985.
51. Aalto, H., & Pyykko, I., & Ilmarinen, R., et.al. Postural stability in shooters. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 52, 232-238, 1990.
52. Mononen K., Kontinen N., Viitasalo J., Era P. Relationships between postural balance, rifle stability, and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 17:180–185, 2007.
53. Paillard, T., Noe, F., Riviere, T., Marion, V., Montoya, R., Dupui, P. Postural Performance and Strategy in the Unipedal Stance of Soccer Players at Different Levels of Competition. *Journal of Athletic Training.* 41(2):172–176, 2006.
54. Hayashi R, Miyake A, Watanabe S. The functional role of sensory inputs from the foot: stabilizing human standing posture during voluntary and vibration-induced body sway. *Neurosci Res.* 5:203–13, 1998.
55. Kuo, A.D., Speers, R.A., Peterka, R.J., Horak, F.B. Effect of altered sensory conditions on multivariate descriptors of human postural sway. *Experimental Brain Research* 122, 185-195, 1998.
56. Crotts D, Thompson B, Nahom M, et al. Balance abilities of Professional dancers on select balance tests. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23:12–7, 1996.
57. Lephart SM, Giraldo JL, Borsa PA. Knee joint proprioception: a comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 4:121–4, 1996.
58. Perrin PhP, Schneider D, Deviterne D, Perrot C, Constantinescu L. Training improves the adaptation to changing visual conditions in maintaining human postural control in a test of sinusoidal oscillation of the support. *Neurosci Lett*, 245:155–8, 1998.
59. Perrin, D. Deviterne, F. Hugel, C. Perrot, Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control, *Gait Posture* 15: 187–194, 2002.
60. Vuillerme, N. Danion, F. Marin, L. Boyadjian, A. Prieur, J.M. Weise, I. Nougier, V. The effect of expertise in gymnastics on postural control, *Neurosci. Lett.* 303: 83–86, 2001.
61. Williams LR, Walmsley A. Response timing and muscular coordination in fencing: a comparison of elite and novice fencers. *J Sci Med Sport*, 3: 460–75, 2000.
62. Yiou E, Do MC. In a complex sequential movement, what component of the motor program is improved with intensive practice, sequence timing or ensemble motor learning? *Exp Brain Res.* 137:197–204, 2001.
63. Lion A, Gauchard GC, Deviterne D, Perrin PhP. Differentiated influence of off-road and on-road cycling practice on balance control and the related-neurosensory organization. *J Electromyogr Kinesio.* 19:623–30, 2009.
64. Freitas, S.M., Wieczorek, S.A., Marchetti, P.H., Duarte, M. Age-related changes in human postural control of prolonged standing. *Gait Posture* 22, 322–330, 2005.
65. Kontinen N, Landers DM, Lyytinen H. Aiming routines and their electrocortical concomitants among competitive rifle shooters. *Scand J Med Sci Sports.* 10 (3): 169-177, 2000.
66. Paulus W, Straube A, Krafczyk S, Brandt T. Differential effects of retinal target displacement, changing size and changing disparity in the control of anterior:posterior and lateral body sway. *Exp Brain Res.* 78:243–52, 1989.
67. Niinimaa, V., & McAvoyn, T. Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 8, 30–33, 1983.
68. Era P, Kontinen N, Mehto P, Saarela P, Lyytinen H. Postural stability and skilled performance: a study on top-level and naive rifle shooters. *J Biomech*, 29:301–6, 1996.
69. Ball, K. A., Best, R. J., & Wrigley, T. V. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: Inter- and intra-individual analysis. *Journal of Sports Sciences*, 21, 559–566, 2003.
70. Zemkova, E. *Postural Sway Response to Exercise*. Copyright © by Erika Zemkova. ISBN 978-80-7326-188-, 2010.
71. Perrin, P. P., & Perrin, C.A., & Courant, P. et al. Posture in basketball players. *Acta Otorhinolaryngol Belg.* 45, 341-347, 1991.
72. Zemkova, E., Macura, P. Stabilita postojá pri opakovanej strel'be v basketbale. *Zbornik vedeckych prac Katedry hier FTVSUK*, 11:37-43, 2008.
73. Bringoux L, Marin V, Nougier V, Barraud PA, Raphel C. Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *J Vestib Res.* 10:251–258, 2000.
74. Marin, L., Bardy, B. G., & Bootsma, R. J. Level of gymnastic skill as an intrinsic constraint on postural coordination. *Journal of Sports Sciences*, 17, 615–626, 1999.
75. Vuillerme, N., Danion, F., Marin, L., Boyadjian, A., Prieur, J.M., Weise, I., Nougier, V. The effect of expertise in gymnastics on postural control, *Neurosci. Lett.* 303: 83–86, 2001.
76. Vuillerme, N., Nougier, V. Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Research Bulletin* 63: 161–165, 2004.
77. Golomer E, Dupui P, Sereni P, Monod H. The contribution of vision in dynamic spontaneous sways of male classical dancers according to student or professional level. *J Physiol Paris.* 93(3):233-237, 1999b.
78. Golomer E, Cremieux J, Dupui P, Isableu B, Ohlmann T. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neurosci Lett.* 267(3): 189-192, 1999a.
79. Schmit JM, Regis DI, Riley MA. Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes. *Exp Brain Res.* 163(3): 370-378, 2005.
80. Soderman K, Werner S, Pietila T, Engstrom B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 8:356–363, 2000.

81. Gauffin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 2:141–144, 1998.
82. Pintaar A, Brynhildsen J, Tropp H. Postural corrections after standardised perturbations of single limb stance: effect of training and orthotic devices in patients with ankle instability. *Br J Sports Med.* 30:151–155, 1996.
83. Papageorgiou A., Spitzley W., Volleyball: A Handbook for Coaches and Players. Meyer & Meyer Sport, 2002.
84. Michał Kuczyński, Zbigniew Rektor, Dorota Borzucka. Postural Control In Quiet Stance In The Second League Male Volleyball Players. *Human Movement*, 10 (1), 12-15, 2009.
85. Wikstrom, E.A., Tillman, M.D., Smith, A.N., & Borsa, P.A. A new force-plate technology measure of dynamic postural stability: The dynamic postural stability index. *Journal of Athletic Training*, 40, 305-309, 2005.
86. Shumway-Cook A, Horak F. Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Phys Ther.* 66:1548–1550, 1986.
87. Nashner L. Adaptation of human movement to altered environments. *Trends Neurosci* 5:358–361, 1982.
88. Sucan, S., Yılmaz, A., Can, Y., Süer, C. Aktif Futbol Oyuncularının Çeşitli Denge Parametrelerinin Değerlendirilmesi "The Different Balance Parameters Evaluation of the Active Soccer Players". *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)* 14(1) 36-42, 2005.